
ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

**Морозов Николай Александрович
Ходжаева Нина Артемовна
Хрипунов Александр Иванович
Общая Елена Николаевна**

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

Представлены результаты исследований, проведённых в 2011–2017 гг. на Прикумской опытно-селекционной станции в сухостепной полосе Ставрополя с целью выявления влияния агрометеорологических факторов и минерального питания на формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы в условиях Восточного Предкавказья. Опытный участок представлен каштановой почвой с содержанием в пахотном слое гумуса 1,49–1,73%. Районированные сорта озимой пшеницы в опыте размещали по чистому пару на удобренном и неудобренном фоне. Установлено, что величина урожая достоверно зависела от среднесуточной температуры сентября, января, апреля и мая, а также от количества осадков в мае. Между продолжительностью периодов посев – всходы, всходы – прекращение осенней вегетации, колошение – молочная спелость зерна и урожаем наблюдалась значимая корреляционная зависимость. На продолжительность периода колошение – молочная спелость зерна существенное влияние оказывала температура мая. Урожайность достоверно зависела от выхода зерна с 1 колоса, который очень тесно связан с количеством зёрен в колосе. На массу 1000 зёрен математически существенно влияли температура мая и в виде тенденции – температура июня и осадки мая. За годы исследований густота стояния растений различалась в 2 раза, коэффициент кущения – в 1,9 раза, количество продуктивных стеблей – в 2,3 раза, количество зёрен в колосе – в 2,2 раза, масса 1000 зёрен – в 1,3 раза, выход зерна с колоса – в 2,4 раза. Самый низкий урожай зерна собрали в очень засушливом 2012 г. (2,24 т/га), а самыми урожайными были 2015 и 2017 гг. – соответственно 5,1 и 5,0 т/га. Внесение минеральных удобрений способствовало относительному увеличению практически всех элементов структуры урожая, в наибольшей степени таких, как доля зёрен и выход зерна с 1 колоса. Насыщение севооборотов чистым паром не приводило к росту урожайности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: озимая пшеница, чистый пар, элементы структуры урожая, агроклиматические факторы, периоды вегетации.

AGROCLIMATIC FACTORS AND MINERAL NUTRITION IMPACT ON THE FORMATION OF ELEMENTS OF WINTER WHEAT CROP STRUCTURE IN THE CONDITIONS OF EASTERN FORE-CAUCASUS

**Morozov Nikolai A.
Khodzhaeva Nina A.
Khripunov Aleksandr I.
Obshchiya Elena N.**

North Caucasus Federal Agricultural Research Centre

The authors present the results of studies conducted in 2011–2017 at the Prikumskoe Plant Breeding Experimental Station in the dry-steppe zone of Stavropol Oblast in order to identify the impact of agrometeorological factors and mineral nutrition on the formation of elements of winter wheat crop structure in the conditions of Eastern Fore-Caucasus. The experimental plot was represented by chestnut soil with the humus content of 1.49–1.73% in the arable layer. Zoned varieties of winter wheat in the experiment were placed on complete fallow on fertilized and unfertilized background. It was found that the yield value significantly depended on the average daily temperature of September, January, April and May, as well as on the amount of precipitation in May. A significant correlation was observed between the yield and duration of periods of sowing – sprouting, sprouting – termination of autumn

vegetation, earing – milky ripeness of grain. The duration of period of earing – milky ripeness was significantly influenced by the temperature in May. The yield significantly depended on the grain yield per ear, which is very closely related to the number of grains in the ear. Thousand-seed weight was mathematically significantly influenced by the temperature of May and, in the form of a trend, by the temperature of June and precipitation in May. Over the years of research, the variation was by 2 times for plant stand density, by 1.9 times for the tillering coefficient, by 2.3 times for the number of productive stems, by 2.2 times for the number of grains per ear, by 1.3 times for thousand-seed weight, and by 2.4 times for the grain yield per ear. The lowest grain yield (2.24 t/ha) was harvested in a very arid 2012, and the highest yields were in 2015 and 2017, i.e. 5.1 and 5.0 t/ha, respectively. The application of mineral fertilizers contributed to a relative increase in almost all elements of crop yield structure, to the greatest extent such as the proportion of grains and grain yield per ear. Saturation of crop rotations with complete fallow did not lead to an increase in yield.

KEYWORDS: winter wheat, complete fallow, elements of crop structure, agroclimatic factors, vegetation periods.

В ведение

Урожай формируется под воздействием сложного комплекса условий и, прежде всего, агрометеорологических. Под элементами структуры урожая имеют в виду продуктивные органы и признаки растения, которые создают и определяют его величину. Высокому уровню урожайности соответствуют оптимальные параметры основных элементов структуры урожая, которые формируются в определённые фенологические фазы и зависят от природно-климатических условий возделывания и уровня агротехники, особенно внесения удобрений [1, 3, 12].

Основными элементами структуры урожая пшеницы являются: густота стояния растений, продуктивная кустистость, число зёрен на один колос и масса 1000 зёрен [7]. В разных экологических условиях значение отдельных элементов, влияющих на урожай, различно. В Краснодарском крае и Ростовской области для озимой пшеницы отмечена высокая положительная корреляция между урожаем и массой зерна с колоса [6]. Установление положительных корреляционных связей позволяет использовать отдельные элементы продуктивности в качестве маркера для отбора высокопродуктивных форм на разных этапах селекционного процесса [4, 11].

Детальный анализ составных частей продуктивности позволяет полнее раскрыть механизм взаимоотношений между растением в разные периоды вегетации и внешней средой и на этой основе совершенствовать агротехнику возделывания с учётом целенаправленного влияния агрометеорологических факторов на формирование определённых элементов структуры урожая [3, 5, 10].

Представлены результаты изучения влияния агрометеорологических факторов, уровня минерального питания и насыщения севооборотов чистым паром на формирование элементов структуры урожая и урожайность озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья.

Для количественной оценки влияния некоторых агрометеорологических факторов на элементы структуры и урожайность озимой пшеницы по предшественнику чистый пар использовались данные Будёновской метеостанции за 2011–2017 гг. и связанные с ними сведения об урожайности на опытном поле отдела земледелия Прикумской опытно-селекционной станции.

Материалы и методы исследования

Опытный участок представлен каштановой почвой с содержанием в пахотном слое гумуса 1,49–1,73% (по Тюрину в модификации ЦИНАО), характеризуется средней обеспеченностью подвижным фосфором (24 мг/кг), повышенной – обменным калием (400 мг/кг) и нитрификационной способностью (20–25 мг N-NO₃/кг), содержание карбонатов в слое почвы до 50 см – 7,14%.

Исходная плотность почвы составляла 1,1–1,2 г/см³, рН водной вытяжки – 7,0, солевой вытяжки – 7,1.

Длина делянки – 57,5 м, ширина – 15,6 м.

Общая площадь делянки – 897 м², учётная площадь – 218 м². Всего под опытом находилось 17 га.

Повторность – четырёхкратная, расположение делянок – последовательное.

Исследования проводили в пяти 6-польных севооборотах с различным насыщением чистыми и занятыми парами (табл. 1).

Таблица 1. Схемы изучаемых севооборотов

Чередование культур в севообороте	Наличие паров, %	
	чистых	занятых
1. Чистый пар – озимая пшеница – чистый пар – озимая пшеница – чистый пар – озимая пшеница	50,0	0
2. Чистый пар – озимая пшеница – озимая пшеница – кукуруза на зелёный корм – озимая пшеница – яровой ячмень	16,6	0
3. Чистый пар – озимая пшеница – озимая пшеница – чистый пар – озимая пшеница – яровой ячмень	33,3	0
4. Чистый пар – озимая пшеница – озимая пшеница – горох на зелёный корм – озимая пшеница – яровой ячмень	16,6	16,6
5. Эспарцет на зелёный корм – озимая пшеница – озимая пшеница – кукуруза на зелёный корм – озимая пшеница – яровой ячмень + эспарцет	0	16,6

Урожайность по чистому пару и элементы его структуры учитывались на двух фонах питания во вторых полях (озимая пшеница) в среднем по первым четырём севооборотам (1–4), а при влиянии насыщения чистым паром – по севооборотам 1, 2, 3 и 5. Районированные сорта озимой пшеницы в опыте размещали по чистому пару на удобренном и неудобренном фоне.

Минеральные удобрения под озимую пшеницу вносили под предпосевную культивацию в дозе N₃₅P₄₀.

Применялась общепринятая для зоны технология возделывания озимой пшеницы.

Климат – умеренно континентальный. Средняя многолетняя годовая сумма осадков за 1981–2010 гг. составляла 431 мм, сумма активных температур – 3758°, за вегетационный период озимой пшеницы – 1937°. Период с положительными среднесуточными температурами составлял в среднем 266 дней в году.

Исследуемые года по климатическим условиям были разными. 2011 г. был очень благоприятным, но период от колошения до полной спелости зерна проходил при повышенном температурном режиме. Однако интенсивных суховея не было. Выпадавшие дожди в период уборки и большая масса растений затягивали сроки уборки. Характерной особенностью 2012 г. было раннее прекращение осенней и позднее возобновление весенней вегетации при повышенном температурном режиме и недоборе осадков в весенне-летний период роста и развития озимой пшеницы, что и явилось причиной низкой продуктивности посевов. Отличительной особенностью 2013 г. была сильная засушливость сентября и октября, которая в значительной мере компенсировалась благоприятными условиями ноября и декабря, ранним возобновлением весенней вегетации, а также своевременным выпадением осадков в репродуктивный период. 2014 и 2016 гг. были в целом благоприятными, хотя период налива зерна сопровождался слабыми, средними и интенсивными суховеями. Самыми благоприятными за всю историю возделывания озимой пшеницы в крае были 2015 и 2017 гг.

Учёт урожая и его структуры проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13]. Статистическая обработка данных осуществлялась по Б.А. Доспехову [8] с использованием программы AgCStat для Excel.

Результаты и их обсуждение

Образование и формирование элементов структуры урожая происходит последовательно на определённых этапах органогенеза. Вначале в осенний период определяется густота стояния растений, затем осенью и отчасти весной – продуктивная кустистость, число зёрен в колосе и крупность зерна. Образование всех этих элементов структуры урожая происходит в различных внешних условиях. При этом преобладающее влияние на формирование определённого уровня урожайности оказывают сначала одни, а потом другие факторы внешней среды.

С увеличением до определённого предела густоты стояния растений увеличивается и количество продуктивных стеблей. Оптимальная для степной зоны густота продуктивного стеблестоя к уборке (400–500 шт./м²) формируется, в основном, за счёт количества растений, а на изреженных посевах – с помощью агротехнических мероприятий за счёт коэффициента кущения. Густота продуктивного стеблестоя зависит также от обеспеченности растений влагой, светом, питательными веществами, особенностей возделываемого сорта, уровня агротехники: нормы высева семян, внесения удобрений, подбора предшественника, срока посева и др.

Закладку меньшего количества элементов структуры урожая, которые формируются на более ранних этапах развития, можно компенсировать элементами, образующимися позднее, если этому благоприятствуют погодные условия. Так, изреженная густота стояния растений компенсируется большим коэффициентом кущения, небольшое количество продуктивных побегов – увеличением числа колосков в колосе, меньшее число колосков в колосе – ростом числа зёрен в колоске, а малое число зёрен – повышением массы 1000 зёрен. Уменьшение массы зерновки при неблагоприятных погодных условиях в процессе её формирования в дальнейшем не может быть компенсировано никакими другими элементами структуры урожая в связи с коротким периодом налива и окончанием вегетации.

Механизм компенсации – это проявление принципа рациональной обратной связи между растением и внешней средой в связи с относительным недоразвитием или переразвитием какого-либо из определяющих уровень урожайности элемента [7].

Погодные условия в период закладки, дифференциации колоса и цветения определяют количество зёрен в колосе, которое может изменяться в широких пределах. Отрицательное влияние на озёрность колоса в степной зоне оказывает высокая температура, низкая относительная влажность воздуха и недостаток влаги в почве, что приводит к образованию щуплого зерна и повышенному выходу соломы. В зависимости от агрометеорологических условий в период формирования и налива зерна масса 1000 зёрен может колебаться от 25 до 45 г и даже у одного и того же сорта может различаться до 20 г.

Ранее нашими исследованиями за более чем 40-летний период установлено, что урожайность озимой пшеницы по чистому пару находилась в статистически значимой зависимости от выпадения осенних осадков за сентябрь-октябрь ($r = 0,41$), продолжительности периода всходы – кущение ($r = -0,30$), длительности процесса кущения ($r = -0,31$) и продолжительности осени ($r = 0,42$). На появление всходов математически достоверное влияние оказывала температура ноября ($r = -0,33$), а на процесс кущения – запас влаги в пахотном слое почвы к посеву ($r = 0,30$). Чистые пары к оптимальному сроку посева озимой пшеницы имели удовлетворительные запасы продуктивной влаги (15 мм и выше) только в 52% лет, а каждый второй год (48% лет) нуждались в дополнительных осадках после посева. Чем больше осадков выпадает в сентябре и октябре и чем выше температура ноября и продолжительнее осень, тем меньше дней проходит от посева до появления всходов и кущения и выше урожай зерно [9].

По предшественнику чистый пар запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы осенью 2011–2013 и 2016 гг. были удовлетворительными (14–19 мм), в 2014, 2015 и 2017 гг. – хорошими (25–32 мм), а в среднем за 7 лет составили 21,5 мм. В метровом слое почвы к посеву содержание продуктивной влаги варьировало от 47 мм в 2013 г. до 139 мм в 2014 г. Сев озимой пшеницы проводили с 28 сентября по 10 октября. Всходы появлялись с 9 октября по 4 ноября в течение 10–29 дней, и период их появления зависел не только от наличия влаги, но и от температурного режима осени. Резкое похолодание в 3-й декаде октября ($-17,8^{\circ}\text{C}$) 2014 г. стало причиной почти месячной задержки появления всходов.

Всходы могут быть дружными или растянутыми, нормальными по густоте или изреженными. В зимний период часть всходов может погибнуть, но в оттепели бывает и их пополнение. Одновременно с появлением 4-го листа начинается кущение всходов, которое может завершиться осенью, но может продолжаться и весной, что по худшим предшественникам часто и происходит. Чем лучше погодные условия во время кущения и чем они продолжительнее, тем большее число побегов образуется у растения.

Кущение озимой пшеницы в течение 5 лет приходилось на осенний период и только в 2012 и 2017 гг. – на весну. От всходов до осеннего кущения продолжительность составила 15–72 дня, от возобновления весенней вегетации до колошения – 50–93 дня, от колошения до созревания – 24–37 дней.

За время проведения исследований наступление весны было ранним 5 раз (19.02 – 8.03) и 2 раза средним (22–23.03), а её продолжительность составила от 22 (2012 г.) до 99 дней (2013 г.) при многолетнем показателе 58 дней. В большинстве лет на фоне неустойчивого температурного режима весна была растянутой, а появление всходов – недружным. Ко времени возобновления весенней вегетации запасы продуктивной влаги в метровом слое во все годы существенно пополнялись за позднеосенний и зимний периоды и по чистому пару составили 122–153 мм.

В наших опытах урожайность озимой пшеницы по чистому пару статистически достоверно зависела от среднесуточной температуры сентября ($r = 0,88$), января ($r = 0,93$), апреля ($r = -0,81$) и мая ($r = -0,87$), а также от выпавших осадков в мае ($r = 0,82$). Между продолжительностью периодов посев – всходы ($r = -0,77$), всходы – прекращение осенней вегетации ($r = -0,85$), колошение – молочная спелость зерна ($r = 0,77$) и урожаем наблюдается значимая корреляционная зависимость. На продолжительность периода колошение – молочная спелость зерна существенное влияние оказывает температура мая ($r = -0,75$).

Установлено, что величина урожая достоверно ($r = 0,80$) зависит от выхода зерна с 1 колоса, который очень тесно связан с количеством зёрен в колосе ($r = 0,97$). На массу 1000 зёрен достоверно влияют температура мая ($r = -0,86$) и в виде тенденции – температура июня ($r = -0,68$) и осадки мая ($r = -0,70$).

При среднемноголетней норме (1981–2010 гг.) 149,7 мм за весенне-летнюю вегетацию с апреля по июнь в среднем за 7 лет исследований выпало 156,3 мм осадков. Однако их распределение по годам было неравномерным: в 2012–2014 гг. выпало всего 70–80%, в 2015–2016 гг. – 107–118%, в 2017 и 2011 гг. – 140–148% осадков от нормы. Самым засушливым был 2012 г., недобор осадков за 3 месяца составил 30–68%. Из 7 лет исследований 4 года в апреле и 5 лет в июне были засушливыми, а самым влажным был май; только в 2012 г. был зафиксирован значительный недобор (33%) осадков (табл. 2).

АГРОНОМИЯ

Таблица 2. Гидротермические условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы с апреля по июнь

Показатель	Годы							Среднее многолетнее значение
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Осадки, мм	218	103	118	118	173	158	206	149,7
Температура, °С	15,7	20,5	18,2	17,7	16,8	17,7	15,9	16,5
ГТК	1,19	0,55	0,72	0,77	0,90	0,99	1,57	0,99

При анализе структуры урожая озимой пшеницы по чистому пару нами установлено, что густота стояния растений за годы исследований колебалась от 219 (2013 и 2015 гг.) до 437 (2011 г.) шт./м², т. е. различалась в 2 раза и зависела от условий увлажнения и температурного режима осени. В 2013 г. количество осадков за сентябрь-октябрь было в 3,5 раза ниже среднемноголетнего значения (табл. 3).

Таблица 3. Количество осенних осадков по годам исследований, мм

Месяц	Годы							Среднее многолетнее значение
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Сентябрь	28	31	15	92	66	28	6	29
Октябрь	83	36	1	31	37	19	35	27
Ноябрь	9	23	47	12	16	28	38	30
В сумме	120	90	63	135	119	75	79	86

В связи с прохладной погодой в третьей декаде октября и ноября (соответственно на 3,2 и 4,5°С ниже нормы) всходы по чистым парам в 2013 г. появились через 13 дней и были недружными и неравномерными. По продолжительности осень этого года была короче обычного срока на 27 дней. Времени для нормальной активной вегетации (50–60 дней) не хватило. Прекращение вегетации наступило на месяц раньше средних многолетних сроков (27 октября). Озимая пшеница ушла в зиму в фазе всходов.

Похолодание в третьей декаде октября (2015 г.) продержалось 3 дня. Минимальная температура понижалась до –17,8°С, а среднесуточная до –9,8°С. В этот период выпал снег, высота которого составила 13 см. Такое похолодание в октябре наблюдалось впервые за 84 года наблюдений. Из-за холодной погоды всходы были слабыми и недружными. В зиму растения озимой пшеницы ушли в фазе массовых всходов.

Если сравнивать 2013 и 2015 гг., то при одинаковой густоте стояния растений (219 шт./м²) коэффициент кущения в 2015 г. был выше аналогичного показателя 2013 г. на 0,61, вследствие чего количество продуктивных стеблей к уборке увеличилось на 135 шт./м², или 36,5%, количество зёрен в колосе возросло на 1,3 шт., или 5,4%, выход зерна с 1 колоса – на 0,05 г, или на 5,2%, а урожай – на 1,55 т/га, или 43,7% (табл. 4).

Таблица 4. Элементы структуры урожая озимой пшеницы по удобренному чистому пару в среднем по севооборотам

Годы	Густота стояния, шт./м ²	Количество		Масса, 1000 зёрен, г	Выход зерна с 1 колоса, г	Урожай, т/га
		стеблей, шт./м ²	зёрен, шт.			
2011	437	779	13,0	40,1	0,52	4,05
2012	283	339	20,2	32,6	0,66	2,24
2013	219	370	23,8	40,4	0,96	3,55
2014	402	644	20,1	34,8	0,70	4,51
2015	219	505	25,1	40,3	1,01	5,10
2016	377	541	19,1	40,8	0,78	4,22
2017	303	407	28,3	43,5	1,23	5,00
НСР ₀₅	29,3	51,2	2,4	1,4	0,05	0,25

Самый весомый вклад в повышение урожайности в 2015 г. внёс коэффициент продуктивного кущения, так как обеспеченность осенней влагой в этот год превышала среднемноголетнее значение на 38,4%, а в 2013 г. недобор осадков в этот период составил 26,7%. За весенне-летнюю вегетацию 2015 г. осадков выпало на 55 мм больше, чем в 2013 г., а температурный режим был на 1,4°C ниже, вследствие чего ГТК был на 0,18 единиц выше (0,90 против 0,72), т. е. в целом складывались более благоприятные условия, что и отразилось на конечной урожайности.

В 2011 г. осадки выпадали на протяжении всей осени и в сумме составили 120 мм при норме 86 мм. При этом их выпадение было неравномерным. Самым дождливым оказался октябрь – 83 мм, что составило три месячные нормы. Осенний период был очень теплым, температура воздуха превышала норму на 2–7°. Кущение озимой пшеницы началось 23–28 октября, и в зиму посева ушли, полностью раскустившись (2–4 стебля на растение). По продолжительности осень этого года была длиннее обычной на 38 дней. Озимые культуры прекратили вегетацию 1 января.

К уборке количество продуктивных стеблей по годам различалось в 2,3 раза – от 339 (2012 г.) до 779 шт./м² (2011 г.). Коэффициент кущения варьировал от 1,2 (2012 г.) до 2,3 (2015 г.) при среднем значении 1,54. Среднее количество зёрен в колосе составило 21,3 шт., изменяясь от 13,0 (2011 г.) до 28,3 шт. (2017 г.). Масса 1000 зёрен колебалась от 32,6 (2012 г.) до 43,5 г (2017 г.), а выход зерна с 1 колоса – от 0,52 (2011 г.) до 1,23 г (2017 г.).

Самый низкий урожай зерна собрали в очень засушливом 2012 г. – 2,24 т/га, а самыми урожайными были 2017 и 2015 гг. – соответственно 5,0 и 5,1 т/га. За все годы исследований минимальное количество продуктивных стеблей к уборке и самая низкая масса 1000 зёрен наблюдались в 2012 г., а количество зёрен и выход зерна с 1 колоса в этот год имели одни из самых низких значений.

Если сравнивать два самых урожайных года, то урожай в 2015 г. по сравнению с 2017 г. формировался в основном за счёт большего количества продуктивных стеблей к уборке (на 98 шт./м², или 24%), а в 2017 г. – за счёт большего количества зёрен в колосе (на 3,2 шт., или 12,7%), увеличения массы 1000 зёрен (на 3,2 г, или 7,9%) и выхода зерна с 1 колоса (на 0,22 г, или 21,8%).

Формирование урожая в 2011 г. – наглядный пример действия механизма отрицательной компенсации, когда при максимальных значениях густоты стояния растений и количества продуктивных стеблей к уборке наблюдались одни из самых низких показателей количества зёрен и выхода зерна с 1 колоса. Причём в этом году выпало самое большое количество осадков за весенне-летнюю вегетацию (218 мм) при самом благоприятном термическом режиме (15,7°C, ГТК = 1,19). В 2012 г. засушливые условия всех 3 месяцев весенне-летней вегетации с апреля по июнь (ГТК = 0,49–0,59) не позволили данному механизму положительно компенсировать самое низкое количество продуктивных стеблей к уборке увеличением других элементов структуры урожая (количество и масса зёрен).

По сравнению с контролем внесение минеральных удобрений способствовало увеличению густоты стояния растений на 5,5%, количества продуктивных стеблей к уборке – на 5,1%, количества зёрен в колосе – на 19%, выхода зерна с 1 колоса – на 18,6% и урожая – на 24,6% (табл. 5).

Таблица 5. Влияние минеральных удобрений на элементы структуры урожая озимой пшеницы по чистому пару в среднем за 2011–2017гг.

Фон питания	Густота стояния, шт./м ²	Количество стеблей, шт./м ²	Количество зёрен, шт.	Масса, 1000 зёрен, г	Выход зерна с 1 колоса, г	Урожай, т/га
Удобрённый	320	494	21,3	38,9	0,83	4,10
Неудобрённый	303,4	470	17,9	39,2	0,70	3,29
Разница	16,6	24	3,4	–0,3	0,13	0,81
p	0,042	0,021	0,034	0,836	0,018	0,046

Примечание: p – значимость различий между удобрённым и неудо­брённым фоном (U-критерий Манна-Уитни).

При насыщении севооборотов чистым паром наблюдалась тенденция увеличения густоты стояния растений и количества продуктивных стеблей, но количество зёрен и выход зерна с 1 колоса снижались. В итоге урожайность озимой пшеницы находилась примерно на одном уровне, т. е. увеличение доли чистого пара в севообороте за данный период не приводило к росту урожая зерна (табл. 6).

Таблица 6. Влияние насыщения севооборотов чистым паром на элементы структуры урожая озимой пшеницы на неудобренном фоне в среднем за 2011–2017 гг.

Предшественник	Доля чистого пара, %	Густота стояния, шт./м ²	Количество стеблей, шт./м ²	Количество зёрен, шт.	Масса, 1000 зёрен, г	Выход зерна с 1 колоса, г	Урожай, т/га
Чистый пар (1)	50,0	329,4	509,1	16,3	39,3	0,64	3,25
Чистый пар (2)	33,3	309,7	468,4	17,7	38,5	0,68	3,19
Чистый пар (3)	16,6	308,6	465,1	18,5	39,0	0,72	3,35
Занятый пар (4)	0	302,6	461,4	18,3	40,0	0,73	3,36
p ₁₋₂		0,046	0,040	0,071	0,068	0,132	0,216
p ₂₋₃		0,574	0,242	0,082	0,081	0,086	0,184
p ₁₋₃		0,042	0,036	0,045	0,167	0,047	0,173
p ₁₋₄		0,037	0,028	0,045	0,084	0,044	0,192
p ₂₋₄		0,082	0,079	0,080	0,046	0,062	0,096
p ₃₋₄		0,096	0,127	0,726	0,067	0,218	0,670

Примечание: p – значимость различий между сравниваемыми группами (U-критерий Манна-Уитни).

Выводы

На урожайность озимой пшеницы по чистому пару статистически достоверно влияли некоторые агроклиматические факторы в разные периоды вегетации, оказывающие как непосредственное воздействие на величину урожая, так и посредством увеличения продолжительности наиболее ответственных периодов онтогенеза.

Величина урожая достоверно зависела от выхода зерна с 1 колоса, который очень тесно связан с количеством зёрен в колосе. На массу 1000 зёрен достоверно влияли температура мая и в виде тенденции – температура июня и осадки мая. За годы исследований густота стояния растений различалась в 2,0 раза, коэффициент кущения – в 1,9 раза, количество продуктивных стеблей к уборке – в 2,3 раза, количество зёрен в колосе – в 2,2 раза, масса 1000 зёрен – в 1,3 раза, выход зерна с 1 колоса – в 2,4 раза.

Самый низкий урожай зерна собрали в очень засушливом 2012 г. – 2,24 т/га, а самыми урожайными были 2017 и 2015 гг.: урожай составил соответственно 5,0 и 5,1 т/га.

Внесение минеральных удобрений способствовало относительному увеличению почти всех элементов структуры урожая (кроме массы 1000 зёрен), но больше всего повышалось долю зёрен и выход зерна с 1 колоса.

Насыщение севооборотов чистым паром не приводило к росту урожая зерна.

Библиографический список

1. Асаева Т.Д. Влияние удобрений на урожайность и структуру урожая африканского проса на дерново-глеевой оподзоленной почве / Т.Д. Асаева // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 52, № 4. – С. 66–69.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б.А. Доспехов. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 352 с.

3. Елисеев В.И. Влияние погодных факторов и различных доз минеральных удобрений на формирование элементов структуры урожая яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье / В.И. Елисеев, Г.Н. Сандакова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2 (76). – С. 37–39.
4. Коваленко С.А. Корреляционные взаимосвязи между урожаем и элементами его структуры у сортов яровой твёрдой пшеницы донской селекции / С.А. Коваленко, А.И. Грабовец, В.П. Кадушкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5 (67). – С. 31–33.
5. Ковтун В.И. Урожайность и элементы её структуры у новых генотипов пшеницы мягкой озимой Северо-Кавказского ФНАЦ / В.И. Ковтун, Л.Н. Ковтун, А.А. Сухарева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2 (76). – С. 55–58.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. I. Общая часть / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур ; под ред. д-ра с.-х. наук М.А. Федина. – Москва : Колос, 1985. – 270 с.
7. Петров Г.И. Влияние агрометеорологических условий на формирование урожая озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополя : монография / Г.И. Петров ; Ставропольский науч.-исслед. ин-т сельского хозяйства. – Прикумье, 1996. – 342 с.
8. Соколенко Н.И. Оценка исходного материала озимой пшеницы по элементам структуры урожайности / Н.И. Соколенко, Н.М. Комаров // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 56, № 4. – С. 26–31.
9. Филатова И.А. Продуктивность гороха и элементы структуры урожая в зависимости от норм высева / И.А. Филатова // Земледелие. – 2019. – № 2. – С. 36–38.
10. Филатова И.А. Формирование элементов продуктивности гороха в зависимости от погодных условий вегетационного периода / И.А. Филатова // Земледелие. – 2018. – № 6. – С. 44–56.
11. Хрипунов А.И. Влияние агрометеорологических условий осеннего периода на начальный рост, развитие и урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам в засушливой зоне Ставрополья / А.И. Хрипунов, Е.Н. Общия, Н.А. Морозов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (77). – С. 64–67.
12. Цыбенков Б.Б. Связь урожайности яровой пшеницы с элементами продуктивности в аридных условиях Бурятии / Б.Б. Цыбенков, А.С. Билтуев // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2016. – № 2 (33). – С. 87–93.
13. Чилашвили И.М. Анализ зависимости урожайности новых гибридов кукурузы от структурных элементов продуктивности / И.М. Чилашвили, А.И. Супрунов, Л.Ю. Судакова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50, № 4. – С. 11–17.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Николай Александрович Морозов – кандидат сельскохозяйственных наук, директор Прикумской опытно-селекционной станции (ПОСС) ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Будённовск, e-mail: fgupross@mail.ru.

Нина Артемовна Ходжаева – старший научный сотрудник, зав. отделом земледелия Прикумской опытно-селекционной станции (ПОСС) ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Будённовск, e-mail: fgupross@mail.ru.

Александр Иванович Хрипунов – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией агроландшафтов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: sniish@mail.ru.

Елена Николаевна Общия – старший научный сотрудник лаборатории агроландшафтов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: sniish@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 15.05.2021

Дата принятия к печати 28.06.2021

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Nikolai A. Morozov, Candidate of Agricultural Sciences, Director of Prikumskoe Plant Breeding Experimental Station, North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, Russia, Stavropol Krai, Budennovsk, e-mail: fgupross@mail.ru.

Nina A. Khodzhaeva, Senior Scientific Researcher, Head of the Arable Farming Department, Prikumskoe Plant Breeding Experimental Station, North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, Russia, Stavropol Krai, Budennovsk, e-mail: fgupross@mail.ru.

Aleksandr I. Khripunov, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Agrolandscape Laboratory, North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, Russia, Stavropol Krai, Mikhailovsk, e-mail: sniish@mail.ru.

Elena N. Obshchiya, Senior Scientific Researcher, Agrolandscape Laboratory, North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, Russia, Stavropol Krai, Mikhailovsk, e-mail: sniish@mail.ru.

Received May 15, 2021

Accepted after revision June 28, 2021