

УДК 631.82:631.5: 631.559:633.11“321”(571.1)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАУРАЛЬЯ¹

© 2022 г. Ю. В. Суркова^{1,*}, И. Н. Цымбаленко¹, С. Д. Гилев¹¹Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН
620142 Екатеринбург, ул. Белинского, 112а, Россия

*E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Поступила в редакцию 21.05.2021 г.

После доработки 18.06.2021 г.

Принята к публикации 15.11.2021 г.

Представлены результаты исследования влияния минеральных удобрений и агротехнических приемов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в полевых севооборотах центральной лесостепной зоны Зауралья за период 2010–2020 гг. Приведен ретроспективный анализ гидротермических условий региона за 86 лет и 11-летний период. Показана зависимость урожайности от условий влагообеспеченности и агротехнических приемов (севооборотов, предшественников, минеральных удобрений). По гидротермическим условиям исследованного периода установлено 3 уровня влагообеспеченности: острозасушливый (ГТК 0.3–0.6), на который выпало 27.3% лет; засушливый (0.7–0.9)–27.3% лет и благоприятный по условиям увлажнения – 45.4% лет. Продуктивность яровой пшеницы и качество зерна в значительной степени определяли гидротермические условия и в меньшей – агротехнические приемы. Особенно четко проявилась зависимость урожайности яровой пшеницы от условий увлажнения. В благоприятных условиях влагообеспеченности (45–50% лет) яровая пшеница в полевых севооборотах центрального Зауралья на фоне минимальной системы обработки почвы и при оптимальной обеспеченности удобрениями и средствами защиты обеспечила стабильную урожайность на уровне 22.9 ц/га. Недостаточная влагообеспеченность (ГТК 0.7–0.9) приводила к потерям 37.1% урожая, острозасушливые явления снижали урожайность на 68.1%. Оптимальные дозы азотных удобрений оказывали положительное влияние на формирование урожайности яровой пшеницы: при величине ГТК 0.7–0.9 прибавка составила 1.3, в благоприятные годы – 4.6 ц/га. В качестве лучших предшественников яровой пшеницы выделили черный пар, обеспечивший повышение урожайности пшеницы по сравнению с другими предшественниками на 38–55% и сою, после которой урожайность пшеницы увеличивалась на 15–25% в зависимости от условий влагообеспеченности. Установлена сильная корреляционная зависимость между гидротермическими условиями июля и основным показателем качества зерна – содержанием сырой клейковины. Июль в Зауралье отличается относительно стабильными условиями влагообеспеченности, что свидетельствует о потенциальных возможностях климата Зауралья для выращивания качественного зерна яровой пшеницы.

Ключевые слова: яровая пшеница, погодные условия, удобрения, обработка почвы, урожайность, качество зерна, корреляция.

DOI: 10.31857/S0002188122020132

ВВЕДЕНИЕ

Основным фактором, лимитирующим урожайность и качество продукции полевых культур в Зауралье, является обеспеченность территории влагой. Согласно ретроспективному анализу гидротермических условий вегетационного периода (май–август) за 86 лет наблюдений (1929–2015 гг.), в центральной природной зоне зафиксировано 11 острозасушливых лет (ГТК <0.5), в течение

29 лет наблюдали засуху средней интенсивности (0.5–0.9); 25 лет оказались умеренно влажными (1.0–1.2) и 22 года отличались высокой влагообеспеченностью (>1.2). Таким образом, согласно ретроспективному прогнозу, практически каждый второй год в Зауралье характеризуется как засушливый или очень засушливый [1].

Засушливость климата стала одной из предпосылок ускоренного перехода на бесплужное зем-

леделие, способствующее сокращению потерь и более эффективному использованию почвенной влаги.

В настоящее время в земледелии Зауралья в основном применяют минимальную систему обработки почвы. На более чем 40% посевных площадей зерновые культуры возделывают после стерневых фонов, с ограниченным применением минеральных удобрений [2]. По литературным данным, аналогичная ситуация складывается во многих регионах страны, что отрицательно сказывается на количестве и качестве зерновой продукции [3].

Интенсивные технологии (ресурсосберегающая обработка почвы, оптимальное минеральное питание, надежная защита от вредных объектов) обеспечивают увеличение продуктивности яровой пшеницы и улучшение качества зерна. Однако большинство авторов отмечают, что уровни урожайности и качественные показатели зерна значительно варьируют в зависимости от погодных условий [4–6].

Цель работы – установить влияние гидротермических условий центральной природной зоны Зауралья и агротехнических приемов на урожайность и качественные показатели зерна яровой пшеницы, возделываемой в полевых севооборотах на фоне минимальной системы обработки почвы.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в длительном стационарном опыте закладки 1968 г. на центральном опытном поле Курганского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала УрФАНИЦ УрО РАН.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый маломощный малогумусный, в пахотном слое содержится: гумуса – 3.23–3.78%, подвижного фосфора – 54–58 мг/кг (по Чирикову) – в контроле и 75–83 мг/кг – в удобренных вариантах, обменного калия – 176–300 мг/кг (по Масловой). Обеспеченность почвы N-NO₃ перед посевом составляла: после непаро-

вых предшественников – 5–10, после пара – 10–15 мг/кг.

Яровую пшеницу сорта Зауралочка возделывали в 4-польных севооборотах (пар–пшеница–пшеница–пшеница, пар–пшеница–соя–пшеница, пар–пшеница–рапс–пшеница, кукуруза–пшеница–горох–пшеница) на фоне минимальной системы обработки почвы (зяблевая обработка БДМ на 8–10 см). Учитывая засушливые условия центрального Зауралья и опираясь на ранее полученные данные лаборатории агрохимии института [7], на 1 га севооборотной площади, кроме контрольных вариантов, применяли наиболее оптимальные дозы минеральных удобрений: в зернопаровых севооборотах – N20 (в паровом поле и под пшеницу после пара азот не вносили, под 2-ю и 3-ю культуры – N40), в зерновом – N25 (под кукурузу – N40, под пшеницу после кукурузы – N40, под горох азот не вносили, под пшеницу после гороха – N20).

Пшеницу высевали сеялкой СКП-2.1, оборудованной сошниками культиваторного типа, норма высева 4.5–5.0 млн всхожих семян/га, срок посева – 3-я декада мая. В фазе кущения пшеницы проводили химическую прополку сорняков баковой смесью, состоявшей из сложного 2-этилгексилового эфира 2.4-Д и феноксапроп-*n*-этила. В годы эпифитотий листостебельных болезней посева пшеницы защищали фунгицидами пропиконазолной или тебуконазолной групп.

Уборку урожая проводили комбайном “Сампо 500”, наблюдения и учеты в полевых и лабораторных условиях – по общепринятым методикам и ГОСТам, для математической обработки полученных данных использовали программы Excel и Statistica 6.0, а также методы дисперсионного и корреляционного анализов [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За период исследования (2010–2020 гг.) условия увлажнения отличались контрастными показателями (рис. 1). Неблагоприятные гидротермические условия в острозасушливый и засушливый периоды усугублялись недостаточным увлажнением почвы к началу весенне-полевых работ (рис. 1б).

Особенно низкие запасы продуктивной влаги весной в 1-метровом слое почвы отмечены в острозасушливые 2010, 2012 гг. (61 и 78 мм или 58 и 74% нормы), в то время как среднемноголетний показатель весенних влагозапасов выщелоченного среднесуглинистого чернозема в вариантах поверхностной обработки составлял 105 мм [9]. Нормальная влагообеспеченность почвы выявля-

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме № 0532-2021-0002 “Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимизации обработки почвы, диверсификации севооборотов, рационального применения пестицидов и биопрепаратов, сохранения и повышения почвенного плодородия и разработать информационно-аналитический комплекс компьютерных программ, обеспечивающий инновационное управление системой земледелия”.

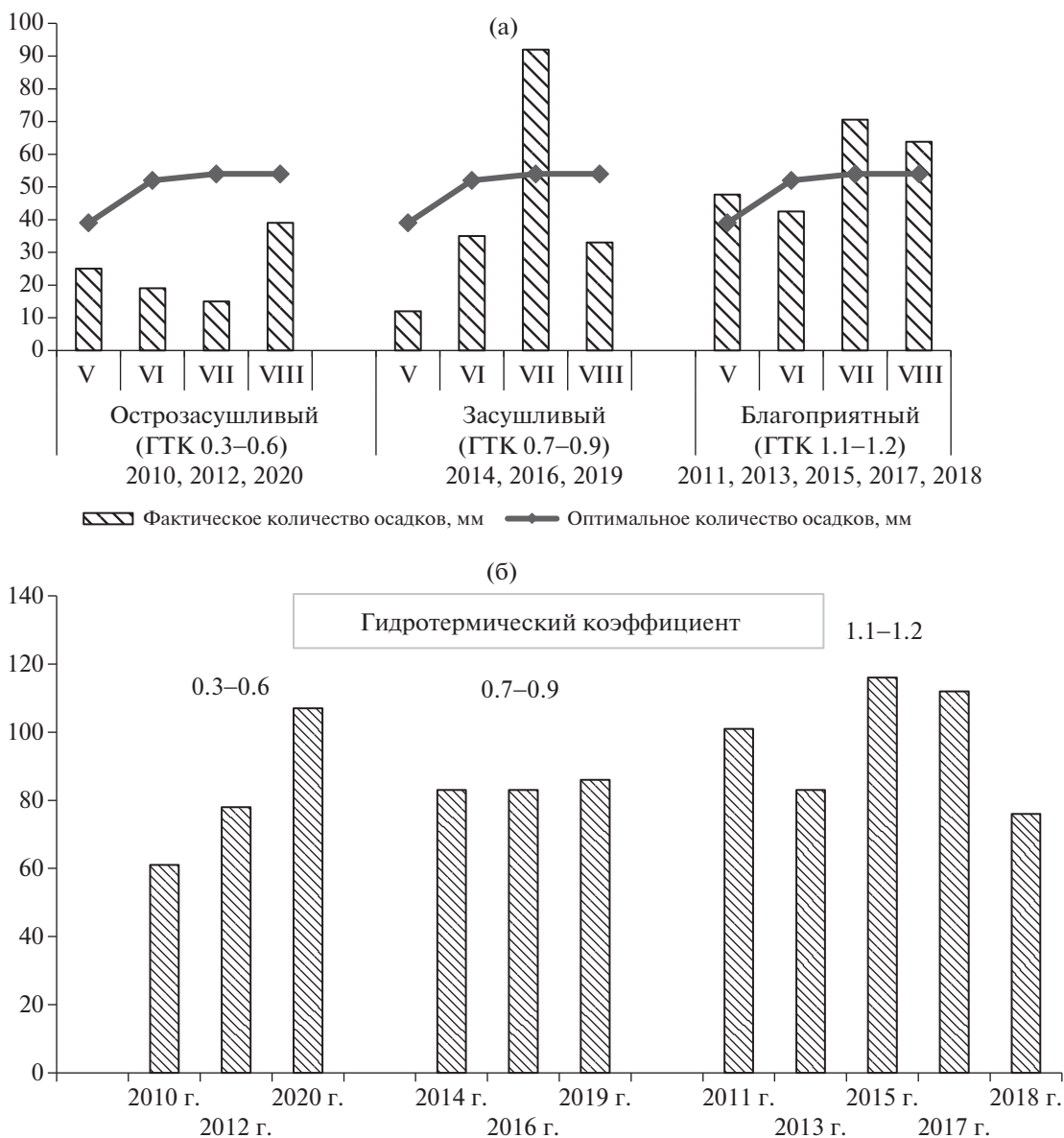


Рис. 1. Гидротермические условия вегетационных периодов (2010–2020 гг.): (а) – увлажнение, (б) – запасы продуктивной влаги в 1-метровом слое почвы перед посевом в вариантах минимальной системы обработки, мм.

на в 2020 г. (107 мм), однако в острозасушливых условиях вегетационного периода почвенные влагоресурсы быстро истощались из-за отсутствия достаточного количества летних осадков и непроизводительного расхода на испарение.

В период с ГТК 0.7–0.9 содержание влаги в годы исследования оказалось равным 83–86 мм, что составило 78–82% среднегогодовой обеспеченности. В благоприятные годы аналогичные уровни влагообеспеченности почвы наблюдали в 2013 г. (83 мм) и 2018 г. (76 мм), затем своевременные осадки вегетационных периодов “исправляли” эти несоответствия.

В процессе всего периода исследования продуктивность яровой пшеницы в значительной степени регламентировалась гидротермическими условиями и в меньшей – агротехническими приемами. Установлена сильная положительная связь между урожайностью яровой пшеницы и гидротермическим коэффициентом вегетационных периодов: $r = 0.70–0.73$.

Особенно четко проявилась зависимость урожайности яровой пшеницы от условий увлажнения. В среднем после изученных предшественников урожайность пшеницы, возделываемой без удобрений в острозасушливые годы, на которые

Таблица 1. Влияние гидротермических условий, предшественников и удобрений на урожайность яровой пшеницы на фоне минимальной системы обработки почвы (2010–2020 гг.)

Предшественник	Гидротермический коэффициент					
	0.3–0.6		0.7–0.9		1.1–1.2	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Без удобрения						
Пар	10.6	43	18.3	75	24.4	100
Пшеница после пара	6.8	37	13.0	70	18.5	100
2-я пшеница после пара	5.8	37	10.5	66	15.8	100
Соя	6.9	35	14.1	72	19.5	100
Кукуруза	6.4	36	13.5	76	17.7	100
Горох	6.8	35	14.1	72	19.5	100
Рапс	5.4	34	10.8	67	16.1	100
Средние	6.7	36	13.1	71	18.3	100
На фоне удобрения						
Пар	11.0	40	18.6	68	27.4	100
Пшеница после пара	6.8	28	13.4	55	24.5	100
2-я пшеница после пара	6.9	32	12.7	59	21.5	100
Соя	7.5	31	15.8	66	24.0	100
Кукуруза	7.0	30	15.9	68	23.5	100
Горох	7.2	30	13.4	56	24.1	100
Рапс	5.8	31	13.5	73	18.5	100
Средние	7.3	32	14.4	63	22.9	100
<i>HCP</i> ₀₅	0.6–0.7					

приходилось 27.3% случаев, снижалась на 63.4% по сравнению с благоприятным по увлажнению периодом (табл. 1).

Оптимальные дозы азотных удобрений, высокая эффективность которых проявлялась в благоприятных условиях увлажнения, в острозасушливые годы оказывали больше угнетающее, чем положительное влияние на процессы формирования урожайности пшеницы. Прибавка зерна от азотных удобрений находилась в пределах ошибки опыта (0.6 ц/га).

В средnezасушливые годы (ГТК 0.7–0.9) снижение урожайности пшеницы составило 28.4% от урожайности, полученной в благоприятный период. В этих условиях минеральный азот оказался более эффективным, прибавка зерна пшеницы на фоне удобрений составила 1.3 ц/га.

В качестве лучших предшественников выделили пар и сою, обеспечившие повышение урожайности пшеницы по сравнению со 2-й после пара пшеницей как без удобрений, так и на фоне применения азотного удобрения в острозасушливые и обеспеченные влагой годы.

Следует отметить, что ретроспективный прогноз продуктивности яровой пшеницы в центральной лесостепной зоне Зауралья на основе 86-летних наблюдений [10] подтвердился исследованием за более короткий 11-летний период.

Следовательно, результаты исследования позволяют констатировать, что выщелоченные среднесуглинистые черноземы центральной лесостепной зоны Зауралья в благоприятных гидротермических условиях (до 50% лет) могут обеспечивать стабильную продуктивность яровой пшеницы в зернопаровых севооборотах без удобрения на уровне 18.3 ц/га при условии: средней обеспеченности почвы подвижным фосфором и надежной системы защиты от вредных объектов. В годы с недостаточной влагообеспеченностью (27–30% лет) потери урожая пшеницы, возделываемой без удобрений, в среднем после изученных предшественников достигали 28.4% (13.1 против 18.3 ц/га), в острозасушливые (27.3% лет) – 63.4%.

Минеральный азот на фоне оптимальной обеспеченности почвы подвижным фосфором в средние и благоприятные по увлажнению годы увеличивал урожайность пшеницы соответственно на 1.3 ц/га (на 10%) и 4.6 ц/га (на 25.1%).

Метеоусловия и минеральные удобрения оказывали существенное влияние на качество зерна яровой пшеницы [11, 12]. Средняя положительная корреляционная связь установлена между массой 1000 зерен, натурой зерна и гидротермическим коэффициентом вегетационных периодов ($r = 0.55–0.60$).

Установлено, что в благоприятные по температурному режиму и увлажнению годы (45–50% лет), в центральной природной зоне Зауралья имеется возможность получать зерно яровой пшеницы, отвечающее требованиям 1-го и 2-го классов по физическим качествам. Третий класс, согласно требованиям ГОСТа 52554-2006, можно получать при условии средней влагообеспеченности не зависимо от предшественников и фона удобрения полевого севооборота (табл. 2).

Стекловидность, которая характеризует белковый или крахмальный характер зерна, не зависела от погодных условий и в среднем за годы исследования была равна 50–60%, т.е. отвечала требованиям 2-го и 3-го классов (ГОСТ 52554-2006).

Таблица 2. Физические показатели качества зерна яровой пшеницы на фоне минимальной системы обработки почвы (2010–2020 гг.)

Предшественник	Гидротермический коэффициент					
	0.3–0.6		0.7–0.9		1.1–1.2	
	1	2	1	2	1	2
Без удобрения						
Пар	23.8	713	25.3	749	29.5	778
1-я пшеница после пара	21.3	714	23.0	744	29.4	782
2-я пшеница после пара	25.0	718	22.3	726	29.6	777
Соя	24.2	708	23.7	740	30.2	786
Кукуруза	21.9	697	23.9	749	29.3	782
Горох	21.6	708	22.5	730	29.8	784
Рапс	20.6	718	23.9	735	30.1	784
Средние	22.6	711	23.6	737	29.6	780
На фоне удобрения						
Пар	24.8	727	23.7	730	30.0	773
1-я пшеница после пара	20.5	695	21.5	713	28.6	773
2-я пшеница после пара	23.2	697	21.8	721	29.6	775
Соя	24.4	702	22.4	731	30.1	778
Кукуруза	23.0	674	23.2	741	29.8	771
Горох	22.2	696	22.2	715	29.8	771
Рапс	22.1	723	23.9	729	29.4	784
Средние	23.0	703	22.8	725	29.5	774

Примечание В графе 1 – масса 1000 зерен (г), 2 – натура зерна (г/л).

Наблюдали изменения этого показателя у пшеницы после разных предшественников от 50 до 70% (2010 г.). Азотные удобрения увеличивали стекловидность зерна на 2–7%.

В процессе исследования выявили сильную корреляционную связь гидротермических усло-

вий июля и одного из важных показателей качества зерна – содержания сырой клейковины (табл. 3). Наиболее четко проявилась положительная связь температурного режима июля и количества клейковины в зерне (средняя связь), а также сильная отрицательная связь между показателями увлажнения в этом месяце и содержанием сырой клейковины.

Для оценки степени влияния температурного режима и условий увлажнения были выделены 2 группы лет. В первую вошли годы со среднесуточной температурой меньше нормы, которая в июле составляет 19.6°C (2014 г. – 15.6, 2015 г. – 17.9, 2017 г. – 18.5°C) и количеством осадков, превышающих норму (54 мм) не менее чем в 1.5 раза (2014 г. – 102, 2015 г. – 90, 2016 г. – 131, 2017 г. – 80 мм). Вторую группу представляли остальные годы (63.6% лет).

Результаты анализа показали, что в годы со среднесуточными температурами июля меньше нормы и количеством осадков, превышавших норму (36.4% лет) без применения азотных удобрений пшеницу 3-го класса возможно получить лишь после пара и зернобобовых предшественников (табл. 4).

На фоне применения азотного удобрения содержание клейковины в среднем после всех предшественников увеличивалось на 2%, что обеспечило в неблагоприятный период формирование зерна 3-го класса по величине этого показателя.

Благоприятные условия для получения качественного зерна складывались, когда температура июля находилась в пределах и больше нормы (19.6°C), а сумма осадков не превышала норму более чем в 1.5 раза. В этот период, на который приходилось 63.6% лет, содержание клейковины в зерне составило 34.2–35.3% без удобрений и 34.8–36.8% – на фоне применения азотных удобрений.

Таблица 3. Корреляционная зависимость между метеословиями вегетационного периода и содержанием клейковины в зерне (2010–2020 гг.)

Месяц	Среднемесячная температура, °C			Осадки, мм		
	средняя	коэффициент корреляции (r)		среднее	коэффициент корреляции (r)	
		N0	N40		N0	N40
Май	13.3	–0.04	–0.07	31.7	–0.03	–0.07
Июнь	18.1	0.10	0.15	34.0	–0.26	–0.08
Июль	19.8	0.64	0.52	61.0	–0.81	–0.75
Август	18.2	–0.03	–0.11	48.6	0.28	0.23

Примечание. $r < 0.3$ – корреляционная связь между признаками слабая, $r = 0.3–0.7$ – средняя, $r > 0.7$ – сильная.

Таблица 4. Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы в зависимости от метеоусловий июля (2010–2020 гг.), %

Предшественник	Без удобрения		На фоне удобрения	
	t < 19.6°C Σ > 78.0 мм	t > 19.6°C Σ < 78.0 мм	t < 19.6°C Σ > 78.0 мм	t > 19.6°C Σ < 78.0 мм
Пар	25.6	34.5	24.5	34.8
1-я пшеница после пара	22.7	34.7	24.9	35.1
2-я пшеница после пара	22.2	34.2	25.9	36.6
Соя	23.9	35.3	25.4	36.6
Кукуруза	21.5	34.7	25.1	36.0
Горох	24.2	35.3	24.9	36.8
Рапс	22.7	34.3	26.1	34.9
Средние	23.2	34.5	25.4	35.7

Степень деформации клейковины у сорта пшеницы Зауралочка практически не зависела от погодных условий. В среднем за годы исследования, согласно требованиям ГОСТа Р54478–2011, клейковина соответствовала II группе качества (85–90 ед. или удовлетворительно слабая клейковина). Для формирования зерна I группы качества (хорошая клейковина) благоприятные условия сложились в 2014 и 2020 гг. при ГТК 0.6.

ВЫВОДЫ

1. Ретроспективный прогноз продуктивности яровой пшеницы в центральной лесостепной зоне Зауралья на основе 86-летних наблюдений и последнего исследования в течение 11 лет, показал, что в средние и благоприятные по условиям тепло- и влагообеспеченности годы, на которые приходилось свыше 50% лет в данном регионе, яровая пшеница, возделываемая в полевых севооборотах на выщелоченных черноземах с применением минимальной системы обработки, может гарантировать урожайность без удобрений 18.3 ц/га, на фоне удобрений – на уровне 22.9 ц/га. В острозасушливые годы (27.3% лет) урожайность снижалась в среднем на 63.4, в средnezасушливые (ГТК 0.7–0.9) – на 28.4%.

2. Эффективность азотных удобрений, на фоне средней обеспеченности почвы подвижным фосфором, лимитировалась условиями увлажнения. В благоприятные годы прибавки урожая зерна от азотных удобрений в среднем после всех изученных предшественников составила 4.6 ц/га, в годы с недостаточным увлажнением (ГТК 0.7–0.9) – 1.3 ц/га, в острозасушливые – минеральный азот в оптимальных дозах оказывал больше отрицательное, чем положительное влияние на процессы формирования урожайности яровой пшеницы.

3. Среди предшественников яровой пшеницы выделились черный пар и соя. Пар обеспечил повышение урожайности пшеницы по сравнению с другими предшественниками на 32–55% в острозасушливые годы, на 15–43% – в средnezасушливые и на 11–38% – в благоприятные по увлажнению. Соя, как предшественник, обеспечивала прибавку урожая пшеницы по сравнению с последним полем традиционного пшеничного севооборота на 15–25%.

4. Установлено, что в большинстве изученных лет (свыше 50%) имеется возможность выращивать зерно яровой пшеницы, отвечающее требованиям 1-го класса по физическим качествам в благоприятные годы и не ниже 3-го класса – в среднеобеспеченные тепло и влагой. Установлена сильная корреляционная связь между гидро-термическими условиями июля и содержанием сырой клейковины в зерне пшеницы. Учитывая, что июль в Зауралье отличается стабильными условиями тепло- и влагообеспеченности, это природное явление свидетельствует о потенциальных возможностях климата Зауралья для выращивания качественного зерна яровой пшеницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. На пути к бесплужному земледелию / Под общ. ред. Гилева С.Д. Куртамыш: Куртамышская типография, 2015. 312 с.
2. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ сельхозпредприятиями Курганской области в 2016 году. Куртамыш, 2016. 102 с.
3. Федоренко В.Ф., Завалин А.А., Милащенко Н.З. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: научн. изд-е. М.: Росинформагротех, 2018. 396 с.
4. Галеев Р.Р., Самарин А.С., Андреева З.В. Влияние погодных условий на урожайность и качество мягкой яровой пшеницы в интенсивном земледелии

- лесостепи Новосибирского Приобья // Вестн. ВГАУ. 2017. № 4 (45). С. 9–15.
5. *Минина М., Дуктова Н.А., Кузнецова Н.А.* Продуктивность и качество яровой твердой пшеницы в зависимости от погодных условий // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Мат-лы Международ. научн.-практ. конф. Брянск, 2019. С. 855–860.
 6. *Панфилов А.Л.* Особенности формирования качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от погодных условий на разных склонах в лесостепной зоне Оренбургской области // Изв. Оренбург. ГАУ. 2018. № 4 (72). С. 45–50.
 7. *Волынкин В.И., Волынкина О.В., Копылов А.В.* Усовершенствованные приемы удобрения в адаптивно-ландшафтном земледелии. Куртамыш: Куртамышская типография, 2010. 493 с.
 8. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 9. Ресурсосберегающие способы обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Зауралья / Под общ. ред. Гилева С.Д. Куртамыш: Куртамышская типография, 2010. 194 с.
 10. Проблемы экологизации зернового производства и пути их решения в Зауралья / Под общ. ред. Гилева С.Д. Куртамыш: Куртамышская типография, 2018. 224 с.
 11. *Суркова Ю.В.* Урожайность и качество яровой пшеницы в зависимости от предшественника и фона удобренности // Аграрн. вестн. Урала. 2008. № 10. С. 56–58.
 12. *Волынкина О.В., Волынкин В.И.* Рекомендации по технологии выращивания высококачественного зерна ценных и сильных сортов яровой мягкой пшеницы в Курганской области и формированию товарных партий пшеницы. Куртамыш: Куртамышская типография, 2014. 87 с.

Influence of Mineral Fertilizers and Agrotechnical Techniques on the Yield and Quality of Spring Wheat Grain in Different Weather Conditions of the Central Forest-Steppe Zone of the Trans-Ural

Yu. V. Surkova^{a,#}, I. N. Tsymbalenko^a, and S. D. Gilev^a

^a*Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
ul. Belinskogo 112a, Ekaterinburg 620142, Russia*

[#]*E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru*

The results of the study of the effect of mineral fertilizers and agrotechnical techniques on the yield and quality of spring wheat grain in field crop rotations of the central forest-steppe zone of the Trans-Urals for the period 2010–2020 are presented. A retrospective analysis of the hydrothermal conditions of the region for 86 years and an 11-year period is given. The dependence of yield on the conditions of moisture availability and agrotechnical techniques (crop rotations, precursors, mineral fertilizers) is shown. According to the hydrothermal conditions of the studied period, 3 levels of moisture availability were established: acutely arid (HTC 0.3–0.6), which had 27.3% of years; arid (0.7–0.9)—27.3% of years and favorable for humidification conditions — 45.4% of years. Spring wheat productivity and grain quality were largely determined by hydrothermal conditions and, to a lesser extent, by agrotechnical techniques. The dependence of the yield of spring wheat on the conditions of humidification was especially clearly manifested. In favorable conditions of moisture availability (45–50% years) spring wheat in the field crop rotations of the central Trans-Urals against the background of a minimal tillage system and with optimal availability of fertilizers and protective equipment provided a stable yield of 22.9 c/ha. Insufficient moisture availability (HTC 0.7–0.9) led to losses of 37.1% of the crop, acute arid phenomena reduced yields by 68.1%. Optimal doses of nitrogen fertilizers had a positive effect on the formation of the yield of spring wheat: with a HTC value of 0.7–0.9, the increase was 1.3, in favorable years — 4.6 c/ha. As the best precursors of spring wheat, black steam was singled out, which provided an increase in wheat yield compared to other predecessors by 38–55% and soy, after which wheat yield increased by 15–25%, depending on moisture conditions. A strong correlation has been established between the hydrothermal conditions of July and the main indicator of grain quality — the content of raw gluten. July in the Trans-Urals is characterized by relatively stable conditions of moisture availability, which indicates the potential of the Trans-Urals climate for growing high-quality spring wheat grain.

Key words: spring wheat, weather conditions, fertilizers, tillage, yield, quality indicators, correlation.