

УДК 631.83:633.11:551.50

КАЧЕСТВО ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ЗОН И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ¹

© 2022 г. О. В. Волюнкина

Курганский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения РАН 641325 Курганская обл., Кетовский р-н, с. Садовое, ул. Ленина, 9, Россия

E-mail: volynkina.o@bk.ru

Поступила в редакцию 11.04.2022 г.

После доработки 07.05.2022 г.

Принята к публикации 10.06.2022 г.

Исследовано действие удобрений в экспериментах, проведенных на 3-х опытных полях Курганского НИИСХ. Урожайность яровой мягкой пшеницы была больше в северо-западной зоне, где размещено Шадринское опытное поле. По содержанию клейковины в зерне пшеницы преимущество было за восточной зоной, в которой находится Макушинское опытное поле. Среди полей севооборота более высокие показатели урожайности и качества зерна получены в первом посеве после пара. В остальных полях зернопарового севооборота и в посевах бессменной пшеницы близкие показатели были получены только в вариантах применения удобрений. Исследования выявили в этих зонах различия в оптимизации состава удобрения и доз азота и фосфора для повышения урожайности и качества зерна пшеницы.

Ключевые слова: почвенно-климатические условия, зоны Курганской обл., действие удобрений, погодные условия, оптимальный состав удобрения, дозы, азот, фосфор.

DOI: 10.31857/S0002188122090113

ВВЕДЕНИЕ

Качество мягкой яровой пшеницы оценивается многочисленными признаками, среди которых главное внимание обращается на белковость зерна и его натурную массу. Накопление белка пшеницей стимулируется теплой, солнечной погодой, особенно в период формирования и налива зерна, а также хорошими условиями азотного питания. Фактору влияния погоды периода вегетации на урожайность селекционеры отводят долю, равную 74.8% [1]. Для условий Саратовской обл. установлено: при повышении ГТК на единицу урожайность увеличивается на 6.46 ц/га, а содержание клейковины снижается на 9.55% [2].

Клейковинные белки занимают до 80% от всех четырех видов белка в зерне пшеницы [3]. Отмывание клейковины из шрота зерна достаточно простой и быстрый анализ. Поэтому в производственной практике качество пшеницы широко оценивается содержанием клейковины. По данным хлебной инспекции, за один из 10-летних периодов стабильно высоким количеством клейковины в зерне и муке пшеницы выделилось несколько регионов России. В эту группу попали области юга Урала и Западной Сибири. Особенно отличился центр и юг Омской обл., где высокому качеству пшеницы в этих пунктах сопутствовали благоприятные температурные условия в период налива зерна, а также почвы с хорошим азотным режимом [4].

Возможно ли выращивание ценной пшеницы (3-го класса) в Курганской обл.? Желательно рассматривать многолетние данные. В течение 27 лет урожайность и качество пшеницы в посевах хозяйств Курганской обл. исследовали в Управлении Росгосхлебинспекции и Департаменте сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. Характеристика обследованных партий пшеницы

¹ Исследование выполнено в Курганском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале УрФНИЦ УрО РАН в лабораториях агрохимии и земледелия в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме “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”.

Таблица 1. Качество зерна пшеницы в Курганской обл. (1994–2012 гг.)

Доля 3-го класса пшеницы в обследованных партиях, %								
Высокая (>60%)			Средняя (39–60%)			Низкая (<35%)		
год	урожайность, ц/га	доля 3-го класса, %	год	урожайность, ц/га	доля 3-го класса, %	год	урожайность, ц/га	доля 3-го класса, %
1994	8.8	96	1997	17.1	39	2001	15.0	16
1995	10.4	91	2000	9.9	48	2002	13.9	17
1996	12.7	76	2005	15.3	52	2003	13.2	18
1998	7.4	89	2006	15.0	48	2011	22.0	33
1999	15.1	66	2007	16.2	43	2014	16.3	28
2004	13.1	63	2008	13.5	53	2015	16.6	11
2010	11.1	73	2009	15.1	53	2016	17.2	12
2012	12.0	80	2013	13.8	52	2017	22.3	14
			2020	13.9	55	2018	16.8	25
						2019	18.3	32
Среднее в группах								
8 лет	11.3	79	9 лет	14.4	49	10 лет	17.2	20

Примечание. 1994–2006 гг. – данные Росгосхлебинспекции, 2007–2020 гг. – сводка Департамента сельского хозяйства, по данным лабораторий элеваторов.

раскрывает степень устойчивости выращивания зерна 3-го класса (табл. 1).

Высокая доля ценной пшеницы неоднократно была отмечена в 1990-е годы. В начале 1990-х гг. в Курганской обл. еще вносили ≈ 30 кг д.в. удобрений/га посева. Удобрения, внесенные в годы внедрения интенсивной технологии возделывания пшеницы (1986–1988 гг.) в дозах до 40–60 кг/га, оказывали последствие. Хорошо подготовленные чистые пары поддерживали на уровне 15–20%. Поэтому в 1994 г., несмотря на обильное увлажнение с осадками за май–август в размере 303 мм, при теплом июне у 96% проанализированного зерна пшеницы содержание клейковины было $\leq 25\%$ (таким было в те годы требование к 3-му классу качества по содержанию клейковины в зерне). Следующие 3 года отличались недостатком влаги в период вегетации пшеницы (130–148 мм), что обеспечило 3-й класс 91, 89 и 76% зерна обследованных партий пшеницы соответственно. В 1999 г. при сумме осадков за май–август 253 мм и недлительной засухе в начале июня доля ценной пшеницы составила 66%. В этой группе было еще несколько засушливых лет с невысокой урожайностью и характерной для сухих лет повышенной белковостью пшеницы, когда в 3-й класс попало 63–80% зерна.

Несколько меньшие объемы пшеницы 3-го класса отмечены в средnezасушливые годы, в которые сократилось количество посевов кормовых

культур и зерновым доставались удобрения в дозах 12–20 кг д.в./га посева. Поэтому доля зерна 3-го класса составила 40–55% оцененных партий пшеницы.

Самым низким количеством пшеницы 3-го класса характеризовались влажные годы, когда за вегетацию выпадало 253–321 мм. В таких условиях обычно формируется большая биомасса растений с продуктивностью 13–15 ц/га зерна с пониженной белковостью. В 2015–2016 гг. условия роста пшеницы были ухудшены при поражении растений стеблевой ржавчиной. Низкими показатели качества зерна в этой группе были и в связи с уменьшением объемов применения удобрений. Например, пониженное содержание клейковины в зерне пшеницы в 2001–2003 гг. было связано не только с обилием осадков, но и с ухудшением азотного режима почвы, т.к. применение удобрений в области в этот период снизилось до 6–9 кг д.в./га посева. В сравнении с 1980-ми гг., когда вносили 40–60 кг д.в./га, объемы использования удобрений уменьшились в 6.6 раза. Анализ качества пшеницы за 27 лет показал, что в почвенно-климатических условиях Курганской обл. возможно выращивание зерна 3-го класса.

По уровню белковости и технологическим свойствам зерна сорта пшеницы делятся на 3 группы: сильные, ценные (средней силы) и слабые. В Российской Федерации в последние годы заметно снизилось производство сильной и даже

Таблица 2. Ограничительные нормы заготавливаемого зерна яровой мягкой пшеницы по классам

Класс/Показатель	Высший	1	2	3	4	5
Клейковина в зерне, %	36	32	28	23	18	Не ограничено
Качество клейковины, группа	1	1	1	2	2	
Натурная масса, г/л	750	750	750	750	750	750
Стекловидность, %		60	60	Не ограничено		
Число падения, с	>200	>200	>200	200–151	150–80	<80

Таблица 3. Зональные различия во влиянии удобрений на урожайность и качество мягкой яровой пшеницы в Курганской обл.

Вариант	Север области (Шадринский район, сортоучасток)			Юг области (Целинный р-н, Луговской совхоз)		
	1	2	3	1	2	3
Без удобрения	15.6	10.9	14.1	17.2	13.7	28.4
N60P20	24.7	10.7	18.0	18.2	14.3	28.9
N90P20	28.4	11.9	22.3	19.2	14.5	29.6

Примечание. В графе 1 – урожайность, ц/га, 2 – сырой протеин, %, 3 – клейковина, %.

ценной пшеницы, которые незаменимы в хлебопекарном производстве [5, 6]. Большое значение для получения зерна высокого качества имеет подбор сортов. Среди сортов, культивируемых в Курганской обл., лидерами по качеству считаются Омская 36, Новосибирская 29 и Ирень [7, 8]. В области наибольшее распространение, по данным апробации, получил сорт Омская 36 (сильная), занимавший ранее 40% и в последние годы – 21.2% посевов пшеницы. Доля площадей посевов нескольких других сортов была следующей: Уралосибирская – 11, Жигулевская (сильная) – 9.8, Икар – 8.5, Радуга (среднепоздний сорт селекции Курганского НИИСХ) – 7.4, Тобольская – 6, Боевчанка – 4.9%. Большая часть сортов входит в список ценных пшениц, однако потенциал ценных и сильных сортов пшеницы реализуется лишь на богатых агрофонах. Качество зерна оценивают по установленным к каждому классу пшеницы требованиям. У 6-ти классов имеются ограничительные нормы для ряда показателей по ГОСТу 9353-90 (табл. 2).

В опытах Курганского НИИСХ высоким содержанием клейковины в зерне и муке отличались посевы пшеницы после чистого пара, где надежность выращивания пшеницы 3-го класса была равна 90–100% лет [9, 10]. В других посевах без удобрений желаемый уровень – не менее 23% клейковины в зерне – достигали лишь в засушливые годы. За счет удобрений и во влажные годы существенно повышались урожайность пшеницы и качество зерна.

В зависимости от зоны области качество пшеницы различалось. В связи с лучшим обеспечением теплом и солнечным освещением растений в посевах юго-восточных районов белковость зерна была больше, чем на северо-западе. Это очевидно показали результаты зональных опытов Курганского НИИСХ, проведенные в течение 2-х лет в 1960-х гг. В силу лучшей влагообеспеченности пшеницы в опыте в северной лесостепи запасы питательных веществ почвы и удобрения расходовались в большей мере на формирование урожая, чем на качество зерна. В степной зоне области урожайность пшеницы меньше зависела от применения удобрений, а более благоприятные для накопления белка погодные условия в сочетании с улучшением питания растений способствовали повышению содержания в зерне клейковины (табл. 3).

Южные районы области неоднократно сдавали на элеваторы большие партии ценной, а иногда и сильной пшеницы. В 1968, 1976 гг. 3 района Курганской обл. – Половинский, Притобольный и Целинный – заготавливали ценную пшеницу в объеме 37–52% от суммарного ее количества во всех 24 районах. При внедрении интенсивной технологии возделывания пшеницы в 1986–1988 гг. и в северо-западных районах многие хозяйства за счет расширения объемов химизации земледелия выращивали пшеницу с содержанием клейковины в зерне ≤23–25% [10].

На сортоучастках области применяли интенсивную технологию возделывания пшеницы. Тем

Таблица 4. Агрохимическая характеристика почвы опытных полей (слой 0–20 см)

Показатель	Поле		
	Центральное	Шадринское	Макушинское
Подтип чернозема	выщелоченный	выщелоченный	обыкновенный солонцеватый
Гранулометрический состав	средне-суглинистый	тяжело-суглинистый	тяжело-суглинистый
pH _{KCl} , ед. pH, 1970/2008 гг.	6.3/5.5	6.5/5.1	7.3/7.4*
Содержание гумуса, %	3.1–4.5	5.3–7.4	4.5–5.5
P ₂ O ₅ по Чирикову, мг/кг	37–50	74	28**
K ₂ O по Чирикову, мг/кг	200–250	120–150	170–190
N-NO ₃ после пара, кг/га, 0–100 см	117	85	194
N-NO ₃ под посевами, удаленными от пара, кг/га, 0–100 см	42–55	49–58	85–117

*pH_{H₂O}. **Есть данные по Мачигину – 30 мг/кг.

не менее, зональные различия зачастую оказывались более значимыми, чем сортовые. Например, в 1998 г. на Далматовском сортоучастке (предшественник – горох) содержание клейковины в муке сортов Жигулевская, Омская 29 и Скэнт 1 было равно 34–36%, а на Белозерском (значительно южнее, предшественник – однолетние травы) – 39–40%, сила муки соответственно была равна 395–435 и 412–553 ед. альвеографа, общая хлебопекарная оценка – 4.8 и 4.9–5.0 баллов [11].

В пределах одного географического пункта качество пшеницы менялось по годам в связи с разнообразием погодных условий. В засушливые годы уменьшался расход питательных веществ на прирост биомассы, а накопление азота в зерне повышалось. К тому же в фазе налива зерна в него поступали сначала белковые вещества, позднее – углеводы. В засуху второй период обычно сокращен, и доля белка в зерне, как правило, больше. Во влажные годы налив и созревание пшеницы были более растянуты. После первичного притока белковых веществ в зерно поступало много углеводов при различных размерах снижения доли белка.

Цель работы – показать роль удобрений и погодных условий в выращивании ценной пшеницы в разных зонах Курганской обл.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперименты, результаты которых взяты для демонстрации действия удобрений на урожайность и качество яровой мягкой пшеницы, были заложены на 3-х опытных полях Курганского НИИСХ. В табл. 4 представлена агрохимическая характеристика почвы опытных полей.

Стационарные опыты длительностью 40–50 лет нацелены на изучение состава удобрения и доз азота в разных полях севооборотов и в бесменных посевах культур. Повторность вариантов трехкратная. Общая площадь делянок – 240–270, учетная – 80–90 м². Высевали районированные сорта сельскохозяйственных культур. Среднее количество осадков за период вегетации в зонах области было следующим: северо-западная зона – 200–228, восточная – 185–211, центральная – 190–207 мм. Подготовка пара предусматривала осеннюю вспашку и 4–5 культиваций летом для устранения сорной растительности. Вид обработки почвы в остальных полях – вспашка в Шадринском и Макушинском опытах. В последнем с 1999 г. вспашка заменена мелкой обработкой почвы. Посев проводили дисковой сеялкой СЗ–3,6. На всех опытных полях применяли гербициды из группы 2,4–Д, в последнее время – с добавлением граминцидов. Учет урожая вели напрямую комбайном Sampro-500 с отбором образца для определения влажности и сорности бункерной массы зерна. Исполнителями исследований на Шадринском опытном поле были Г.Н. Харин, С.М. Овсянникова и В.П. Новоселов. На Макушинском опытном поле эксперименты выполняли А.П. Попов, Г.П. Попов, Л.П. Попова и Л.Г. Степанова. Руководили этими исследованиями В.И. Овсянников, М.А. Глухих и С.Д. Гилев.

Эксперимент на Центральном опытном поле имел 2 этапа – в 1971–1998 гг. 7 ротаций севооборота: кукуруза – 2 пшеницы – овес при вспашке, затем в 1999–2020 гг. выращивали бесменную пшеницу после стерни. Во 2-й части этого опыта с осени оставляли стерню, затем весной почву разрыхляли при посеве стерневой сеялкой СКП–2,1

Таблица 5. Влияние удобрений на урожай и качество зерна пшеницы на Шадринском опытном поле, 1972–2011 гг.

Показатель	ГТК _{5–8}			Среднее
	1.30–2.29	0.88–1.09	0.47–0.78	
1-я пшеница после пара				
Число лет (из 40 лет опыта)	22	12	6	40
Урожайность (N0P0), ц/га	31.4	18.8	11.9	24.7
Прибавка урожайности от N40P30, ц/га	4.1	3.2	1.3	3.4
Клейковина (N0P0), %	26.7	27.5	32.6	27.8
Прибавка клейковины от N40P30, %	2.2	1.9	0.9	1.9
2-я пшеница после пара				
Число лет	29	4	7	40
Урожайность (N0P0), ц/га	18.8	13.3	11.5	17.0
Прибавка урожайности от N40P30, ц/га	10.7	6.0	1.2	8.6
Клейковина (N0P0), %	22.9	26.9	29.9	24.6
Прибавка клейковины от N40P30, %	0.8	1.9	0.7	0.9
3-я пшеница после пара				
Число лет	29	6	5	40
Урожайность (N0P0), ц/га	16.4	15.3	9.8	15.4
Прибавка урожайности от N40P30, ц/га	14.4	4.5	2.4	11.4
Клейковина (N0P0), %	21.6	21.7	27.2	22.3
Прибавка клейковины от N40P30, %	4.9	4.5	2.9	4.6
Бессменная пшеница				
Число лет	23	11	6	40
Урожайность (N0P0), ц/га	15.1	13.4	11.4	14.1
Прибавка урожайности от N40P30, ц/га	10.9	4.4	1.6	7.7
Клейковина (N0P0), %	19.7	23.2	30.6	22.3
Прибавка клейковины от N40P30, %	4.1	3.2	1.7	3.5

с сошником культиваторного типа. Стационар заложен в 1971 г. В.И. Волюнкиным, с 1993 г. по настоящее время исполнителем опыта является О.В. Волюнкина. Анализ материалов 3-х опытов сделан автором статьи.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение удобрений наряду с повышением урожайности улучшало качество пшеницы, повышая крупность зерна и содержание белковых веществ. В лучших условиях увлажнения на северо-западе области больше была урожайность зерна пшеницы и ее отзывчивость на удобрения, но хуже качество зерна. Азотный режим чернозема выщелоченного характеризовался величиной накопления нитратного азота в пару в 1-метровом слое в количестве 85 кг/га на Шадринском опытном поле (северо-запад области), на Центральном – 117 кг/га. На Макушинском опытном поле почва – обыкновенный солонцеватый чернозем,

азотный режим которого характеризовался еще более высоким накоплением нитратного азота в пару – до 194 кг/га в 1-метровом слое почвы [12]. Азотный режим почвы во многом определял как урожайность, так и белковость зерна пшеницы. Поэтому у пшеницы после пара обычно высокими были и сбор зерна, и содержание белковых веществ в нем. В других посевах для получения близких результатов требовались удобрения [13–15].

Шадринское опытное поле. В северо-западной зоне области в лучших условиях увлажнения регулировать качество зерна пшеницы сложнее, на что указали данные эксперимента Шадринского опытного поля в зернопаровом севообороте и в бессменном посеве пшеницы. В силу лучшего увлажнения растений в этой зоне 87–90% лет за период опыта характеризовались средним и сильным действием удобрений. Во влажные годы в большинстве лет в опыте получены высокие урожаи пшеницы даже без удобрения – 16–31 ц/га в севообороте с паром и 15 ц/га – бессменной пше-

Таблица 6. Сбор клейковины с урожаем пшеницы на фоне применения N40P30 (Шадринское опытное поле, 1972–2011 гг.), кг/га

Место посева пшеницы в севообороте	Действие удобрений		
	высокое	среднее	слабое
1-й после пара	984	624	468
2-й после пара	727	609	497
3-й после пара	878	518	432
Бессменный	603	527	437

ницы. При этом содержание клейковины в зерне было низким, особенно с удалением культуры от пара, где в контроле в такие годы в зерне пшеницы содержалось лишь 19–22% клейковины (табл. 5).

С применением удобрений зависимость от погодных условий несколько уменьшалась. При испытании в опыте доз азота N40–80–120 на фоне P30 основная часть прироста урожая была от первой дозы N40, результаты в вариантах применения этой дозы показаны в табл. 5. Двойная доза N80 давала вдвое–втрое меньшую прибавку, тройная доза N120 была неэффективной. Это дало основание считать оптимумом дозу азота между 1-й и 2-й испытанными дозами. Сбор клейковины с урожаем удобренной пшеницы был самым высоким во влажные годы, достигая 603–984 кг/га, в то время как в условиях недостатка влаги равнялся 437–497 кг/га. В эксперименте на Шадринском опытном поле (при ежегодной вспашке) даже у бессменной пшеницы в годы с достаточным увлажнением за счет внесения N40P30 средняя урожайность достигла 26.0 ц/га при высоком сборе клейковины (603 кг/га), опускаясь при засухах до 12.5 ц/га и 437 кг/га. Итак, с помощью удобрений влажные годы переставали быть препятствием для выращивания качественного зерна пшеницы (табл. 6).

В опыте было предусмотрено и отдельное внесение P30. Одностороннее фосфорное удобрение

слабо действовало как на урожайность пшеницы, так и на качество зерна, поскольку почва была неплохо обеспечена подвижным фосфором (74 мг/кг). Азотное удобрение в полях севооборота по-разному влияло на качество зерна. За счет удобрения N40P30 даже при повышенном увлажнении число лет с 3-м классом качества заметно увеличивалось. Повышение дозы азота с N40 до N80 в 1-м посеве после пара положительно влияло редко, во 2-м посеве – в 60% лет, в 3-м посеве – 50% и в 76% лет в бессменном посеве пшеницы. Без удобрения на 2-й и 3-й культурах после пара 3-й класс качества зерна отмечали лишь в 62.5% и 47.5% лет соответственно. Улучшение азотного питания повышало частоту выращивания зерна 3-го класса до 92.5–95% лет (табл. 7).

Макушинское опытное поле. В действии удобрений в этом опыте большую роль сыграло очень низкое содержание подвижного фосфора в слое 0–20 см обыкновенного солонцеватого чернозема и высокое накопление нитратного азота в паровом поле (табл. 4). Поэтому в посеве 1-й пшеницы после пара условия роста становились оптимальными при внесении одного фосфорного удобрения. Лишь 3 раза за 45 лет при недостатке влаги эффект от применения P20 не проявился. Уровень прибавки урожайности по годам менялся. В посеве 1-й пшеницы после пара в течение 19 лет средний эффект от применения P20 составил 8.2 ц/га, в течение 16 лет прирост урожая был более умеренным (3.4 ц/га) и лишь в течение 10 лет он снижался до 1.2 ц/га. Средняя за 45 лет прибавка от применения P20 составила 5.0 ц/га при урожайности в контроле 22.7 ц/га (табл. 8).

В следующих полях одно фосфорное удобрение было тоже эффективным, обеспечивая рост урожайности на 3.3–3.1 ц/га в севообороте с паром и 4.4 ц/га – бессменной пшеницы. Азотно-фосфорное удобрение способствовало дальнейшему приросту урожайности. Причем 20–25 лет добавление азота к фосфору давало дополнительно еще 5 ц/га. От малой дозы азота N20 в сочета-

Таблица 7. Повторяемость показателей качества зерна пшеницы на уровне требований к 3-му классу за 40 лет опыта (Шадринское опытное поле, 1972–2011 гг.), % лет

Место посева пшеницы в севообороте	Варианты				
	Без удобрения	P30	N40P30	N80P30	N120P30
1-й после пара	85.0	82.5	92.5	92.5	95
2-й после пара	62.5	52.5	77.5	92.5	97.5
3-й после пара	47.5	47.5	87.5	95	100
Бессменный	42.5	42.5	67.5	92.5	97.5

Таблица 8. Влияние погодных условий и удобрений на урожайность пшеницы на обыкновенном солонцеватом черноземе Макушинского опытного поля за 45-летний период опыта (1970–2014 гг.)

Посев пшеницы после пара	Показатель	ГТК _{5–8}			Среднее
		1.14–1.62	0.88–1.03	0.33–0.70	
1-й	Число лет	19	16	10	45
	Урожайность (N0P0), ц/га	24.9	22.5	18.9	22.7
	Прибавка от P20, ц/га	8.2	3.4	1.5	5.0
2-й	Число лет	20	16	9	45
	Урожайность (N0P0), ц/га	20.0	17.5	15.5	18.2
	Прибавка от N20P20, ц/га	8.0	4.7	2.3	5.7
3-й	Число лет	21	14	10	45
	Урожайность (N0P0), ц/га	18.9	15.3	12.2	16.3
	Прибавка от N20P20, ц/га	8.7	4.3	0.9	5.6
Бессменный	Число лет	25	13	7	45
	Урожайность (N0P0), ц/га	15.3	10.9	6.1	12.6
	Прибавка от N20P20, ц/га	8.5	4.9	2.3	6.5

Таблица 9. Эффективность применения азота под 1-ю культуру после пара и повышения дозы азота до N40 в других полях на урожайность пшеницы на обыкновенном солонцеватом черноземе Макушинского опытного поля (1970–2014 гг.)

Посев пшеницы в севообороте	Показатель	Дополнительный эффект от применения N20 под 1-ю пшеницу и повышения дозы азота до N40 в других полях	
1-й после пара	Число лет	9	за все 45
	Урожайность (P20), ц/га	24.1	27.7
	Прибавка от добавления N20, ц/га	5.3	0.8
2-й	Число лет	17	45
	Урожайность (N20P20), ц/га	26.8	23.9
	Прибавка от применения N20, ц/га	3.8	0.9
3-й	Число лет	19	45
	Урожайность (N20P20), ц/га	25.3	21.9
	Прибавка от применения N20, ц/га	3.4	1.3
Бессменный	Число лет	15	45
	Урожайность (N20P20), ц/га	22.8	19.1
	Прибавка от применения N20, ц/га	3.6	1.2

нии с P20 средняя прибавка составила 5–6 ц/га, а в части лет она повышалась в 1.5–1.6 раза.

Стоит ли добавлять азот к фосфору в 1-м посеве после пара? Показано, что в течение 9 лет был обнаружен дополнительный рост урожая от добавления N20 к P20 под пшеницу после пара, когда общая прибавка от N20P20 повышалась до 9.0 ц/га, а от одного фосфора в эти годы – только на 3.7 ц/га. Однако другие 36 лет добавление азота в посевах пшеницы после пара сопровождалось сохранением или снижением урожайности. Полагаясь на средний эффект (0.8 ц/га), получается, что добавление азотного удобрения в дозе N20 в

1-м посевах пшеницы после пара на солонцеватом черноземе восточной зоны области было нецелесообразным (табл. 9).

В полях, удаленных от пара и в бессменном посевах пшеницы увеличение дозы азота с N20 до N40 в части лет давало дополнительно 3.4–3.8 ц/га, но такой эффект отмечен 17 лет во 2-м посевах после пара, 19 лет – в 3-м посевах и 15 лет – в бессменных посевах пшеницы. В засушливые годы эффект не проявлялся или урожайность даже несколько снижалась. Поэтому средняя прибавка от увеличения дозы азота с N20P20 до N40P20 была невысокой – 0.9–1.3 ц/га.

Оценка качества зерна в этом опыте сделана не во все годы опыта. По имеющимся данным, азотный режим обыкновенного солонцеватого чернозема оказывался в основном благоприятным для выращивания ценной пшеницы. Например, по 12-летним наблюдениям (2001–2012 гг.), даже в бессменном посеве пшеницы при условии внесения удобрения качество зерна на уровне 3-го класса было в 75% лет. В эти годы высевали сорта Новосибирская 89, Новосибирская 15 и Омская 36 после мелкой обработки почвы. Их урожайность от азотно-фосфорного удобрения N40P20 повышалась в среднем за 12 лет с 12 до 20 ц/га. Содержание клейковины в зерне бессменной пшеницы на фонах без удобрения и N40P20 равнялось 24 и 27% при частоте 3-го класса 58 и 75% лет.

На Макушинском опытном поле и во влажный год за счет лучшего азотного режима почвы и питания растений качество зерна отвечало требованиям к 3-го класса. В 2011 г. за май–август выпало 207 мм осадков. В зернопаровом севообороте урожайность пшеницы Омская 36 составила 40–58 ц/га, содержание клейковины в зерне – 27–31%, бессменной пшеницы – 25 ц/га без удобрения и 37 на фоне N40P20, содержание клейковины соответственно – 21 и 28%. В засушливые годы, как и обычно, отмечена низкая урожайность с хорошим качеством зерна. При резкой засухе лета 2010 г. урожайность пшеницы снизилась до 5–10 ц/га при содержании клейковинных белков в зерне 28–33%.

Центральное опытное поле. В 1990-х гг. из-за упадка животноводческой отрасли в земледелии Курганской обл. уменьшились посевы кормовых культур. Поэтому наряду с зернопаровыми севооборотами возросла доля повторных посевов зерновых культур. К тому же на 50% посевов пшеницу стали сеять после минимальных видов обработки почвы – мелкой или нулевой. В такой технологии для выращивания ценной пшеницы особенно необходимо усиление азотного питания растений с помощью внесения удобрений. В течение 22 лет исследовали влияние удобрений в условиях достаточно жесткой технологии – при возделывании бессменной пшеницы после стерни. Опыт проведен в 1999–2020 гг. на Центральном опытном поле Курганского НИИСХ. Сорта пшеницы: 12 лет – Терция и следующие 10 лет – Зауралочка (обе селекции Курганского НИИСХ, в списке ценной пшеницы). На участке эксперимента на Центральном опытном поле было низкое содержание подвижного P₂O₅ в почве (40 мг/кг), поэтому прирост урожая пшеницы от одного азотного удобрения в среднем был равен 2–3 ц/га, тогда как применение азотно-фосфорного

удобрения обеспечивало прибавки 4–6 ц/га. Одно фосфорное удобрение в повторных посевах пшеницы слабо действовало, повышая урожайность на 1 ц/га. При совместном внесении азота и фосфора происходило не сложение эффектов от их отдельного применения, а положительное взаимодействие. Замечено, что в части лет и на качество пшеницы сильнее воздействовало совместное применение азота с фосфором.

При сравнении доз азота оказалось, что применение N20P20 повышало только урожайность, а качество зерна на уровне 3-го класса за 22 года отмечено в 38% лет, то есть на уровне контроля. При внесении N40P20 в 62% лет на стерневом фоне показано одновременное повышение урожайности и улучшение качества зерна пшеницы. Средний сбор клейковины с урожаем в этом варианте был равен 383 кг/га при 207 кг/га в варианте без удобрения (табл. 10).

На базе зональных стационарных опытов установлено, что фосфорное удобрение P20–30 было эффективным лишь при содержании в почве подвижного P₂O₅ 20–30–40 мг/кг. Такие поля есть во всех зонах области. Почв, бедных фосфором, в пашне Курганской обл. насчитывается 62%. На Макушинском опытном поле обыкновенный солонцеватый чернозем особенно беден подвижным фосфором (28 мг/кг), но имеет улучшенный азотный режим, благоприятствующий получению зерна высокого качества. В этом случае сильнее всего действует фосфорное удобрение. По-другому складывается влияние фосфора, когда почвенные условия меняются. Например, на Шадринском опытном поле тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем богаче подвижным P₂O₅ (74 мг/кг), но нитратов в пару накапливается меньше, чем на других опытных полях (табл. 4). При таком уровне содержания P₂O₅ в почве во 2-м и 3-м посевах после пара можно обходиться применением одного азотного удобрения.

Проявлению эффекта от фосфорного удобрения содействует хорошая обеспеченность растений азотом, которая обычно складывается после пара и после других предшественников за счет азотного удобрения. Средние рекомендуемые дозы удобрений под пшеницу отличаются в зависимости от зоны области. Для центральной зоны рекомендуемые дозы – N40–50P15–20, восточной – N20–30P15–20 и для северо-запада области – N50–70P15–20. Такие дозы способны одновременно повысить продуктивность пшеницы и качество зерна.

Сохранность качества зерна. Недостаточно вырастить ценную пшеницу, надо сохранить ее ка-

Таблица 10. Влияние состава удобрения и доз азота на урожайность и качество бессменной пшеницы после стерни (Центральное опытное поле, 1999–2020 гг.)

Вариант	Урожайность (ее изменения), ц/га	Прибавка урожайности (ее варьирование по годам с ГТК _{5–8} 0.78–0.93–1.38), ц/га	Клейковина в зерне (изменения ее величины), %	Сбор клейковины с урожаем, кг/га	3-й класс качества зерна за 22-летний период, % лет
N0P0	9.8 (4.8–16.8)	–	21.1 (13*–33)	207	38
N20	11.6 (6.5–20.1)	1.8 (0.9–2.3–4.1)	24.5 (16–33)	284	57
N40	12.3 (6.2–20.9)	2.5 (0.8–2.4–6.4)	25.5 (18–35)	314	62
N20P20	13.2 (6.5–22.8)	3.4 (1.4–2.5–4.8)	21.3 (11–31)	281	38
N40P20	15.2 (6.8–26.2)	5.4 (1.4–4.7–9.6)	25.2 (14–37)	383	62
HCP ₀₅	1.3–2.1		3.2		

*Резкое снижение качества пшеницы в 2016 г. вызвано поражением растений стеблевой жвачкой.

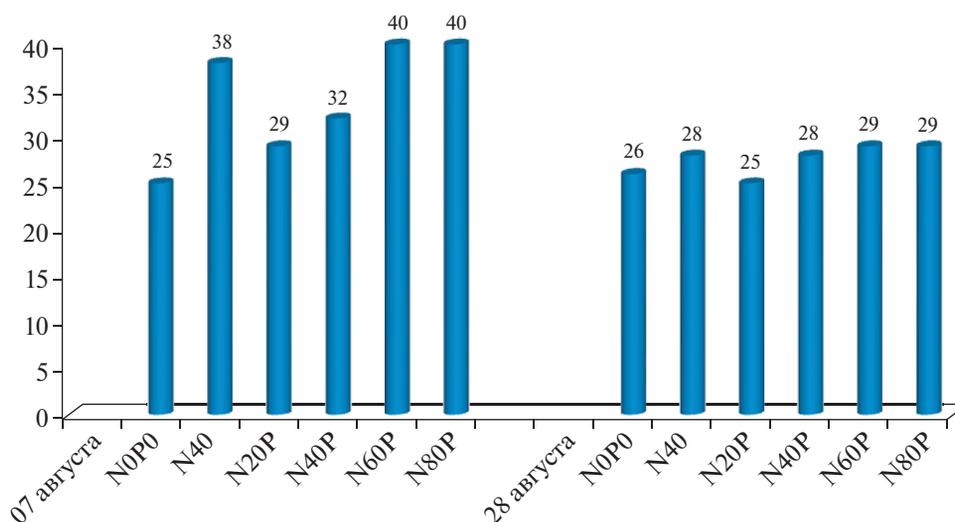
чество до срока уборки. В отсутствии специального опыта по оценке качества зерна при разных сроках уборки есть наблюдения за изменением качества в зависимости от 2-х сроков – при своевременном отборе снопов пшеницы и запоздалой комбайновой уборке. Например, в 1983 г. по истечении 17 сут перестоя созревших растений (30 августа–15 сентября) ухудшилась оценка качества пшеницы по фаринограмме. Степень разжижения теста повысилась с оптимальной величины 70–80 до 100–120 ед. фаринографа.

В 1999 г. при обильных осадках на перестоявших посевах зерно стало обесцвеченным. Снизились следующие признаки качества: стекловидность – на 20–30%, натурная масса – на 50 г/л, выход муки – с 69–72 до 67–69%. Число падения стало неудовлетворительным – 62 с. В 2012 г. зер-

но снопов, взятых 13 августа, было янтарным, а после осадков 23 мм к 20 августа – матовым.

В 2020 г. при посеве пшеницы в опыте 16 мая полная спелость зерна наступила уже 7 августа. Августовские осадки в количестве ≈60 мм, выпавшие после 7 августа, вызвали стекание зерна и снижение содержания клейковины с 32–40% до 26–28% (рис. 1). Стоит сказать, что несмотря на осадки, характерная для сорта Зауралочка 1-я группа качества клейковины по величине упругости ИДК сохранилась и после дождей.

В опытах наряду с количественными показателями качества пшеницы изучены технологические свойства зерна, которые важны в процессах переработки пшеницы. Эти показатели будут обсуждены в отдельном материале. Желательно, чтобы удобрения, повышая урожайность, сохра-

**Рис. 1.** Содержание клейковины в зерне пшеницы на 7 и 28 августа 2020 г.

няли технологические свойства, присущие ценным и сильным сортам пшеницы. Большинство имеющихся данных показало, что влияние удобрений на свойства теста и хлеба было положительным: увеличивалась сила муки и объемный выход хлеба из 100 г муки.

Экономическая эффективность. Говоря в целом о проблеме качества любой продукции, можно сказать, что не надо искать главный показатель. Комплекс показателей определит экономический эффект, на него и следует ориентироваться при выборе технологии возделывания пшеницы. Экономически приемы выращивания высокобелковой пшеницы оцениваются в 3-х аспектах. Во-первых, чем выше содержание и качество белка в хлебных и прочих продуктах из зерна пшеницы, тем выше компенсация потребности человека в белке с помощью более дешевого растительного белка. Во-вторых, зерно, достигшее по качеству уровня 1–3 классов, перерабатывается с наименьшими отклонениями от технологий, принятых в мукомольном и хлебопекарном производствах. В части посевов удается получить зерно с содержанием клейковины 30–40%, такая пшеница обладает высокой смесительной ценностью для улучшения партий с низким содержанием белка в зерне. И, наконец, стоимость ценной и сильной пшеницы во все годы была значительно выше, чем слабой. По годам преимущество в цене зерна 3-го класса по отношению к 4-му колебалось от 70 до 150 руб./ц. Можно привести пример подсчетов в 2-х вариантах применения N20P20 и N40P20 с урожайностью 13.2 и 15.2 ц/га, в которых 3-й класс был отмечен в 38% лет в первом из них и 62% лет – во втором (табл. 10). По ценам 2020 г. (1040 и 960 руб./ц) средневзвешенная цена пшеницы в вышеназванных вариантах составила 1100 и 1136 руб./ц. Соответственно стоимость урожая для этих 2-х технологий была равна 14520 и 17374 руб./га, прибыль – 4186 и 5865 руб./га. Только за счет улучшения качества пшеницы прибыль возросла на 1679 руб./га. В настоящее время цены на зерно 3-го и 4-го классов поднялись до 1400 и 1300 руб./ц, что могло бы усилить эффект, но повысились и затраты на технологию в связи с подорожанием удобрений.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее надежными для выращивания сильной или ценной пшеницы на черноземах Курганской обл. являются посевы по хорошо подготовленному пару, где в 1-метровом слое почвы в 3-х зонах области накапливается нитратного азота до 85–117–194 кг/га. На почвах, бед-

ных подвижным фосфором (20–30–40 мг P₂O₅/кг), при высокой обеспеченности растений азотом в полях после пара внесение дозы P20 способствует более полному использованию растениями азота пара.

2. В удаленных от пара посевах азотно-фосфорное удобрение одновременно повышало урожайность пшеницы и качество зерна. На трех опытных полях определены уровни экономически выгодных доз: для обыкновенного солончатого чернозема Макушинского опытного поля – N20–30P20, для среднесуглинистого выщелоченного чернозема Центрального поля – N40–50P20 и для тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринского опыта при хорошей обеспеченности подвижным фосфором – N50–60–70.

3. Для производства сильной и ценной пшеницы более благоприятными почвенно-климатические условиями характеризуются южная и восточная зоны Курганской обл. В удобряемых посевах и в других зонах возможно получение качественного зерна пшеницы.

4. Погодные условия во всех зонах области регулируют уровень урожайности и качества пшеницы равно, как и степень воздействия минеральных удобрений. По данным Шадринского опытного поля, в северо-западной зоне области сбор клейковинных белков с урожаем удобряемой пшеницы самым высоким оказался во влажные годы – до 727–984 кг/га в зернопаровом севообороте и 603 кг/га – в бессменном посеве пшеницы, понижаясь до 432–497 кг/га при засухах. На менее урожайных стерневых фонах на Центральном опытном поле даже при внесении удобрения N40P20 сбор клейковины был меньше и в среднем составил 383 кг/га при 207 кг/га в контроле.

5. Достигнутое в разных технологиях качество пшеницы сохранялось при своевременном проведении уборки в фазе полной спелости зерна. Перестой на корню при выпадении осадков за этот период приводил к ухудшению многих показателей качества зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Новохатин В.В., Шеломенцева Т.В.* Рост урожайности яровой мягкой пшеницы в Северном Зауралье // Вестн. РАСХН. 2014. № 4. С. 14–17.
2. *Маркин Б.К.* Особенности формирования и моделирования качества зерна яровой мягкой пшеницы // Зерн. культуры. 2000. № 6. С. 15–17.
3. *Пенс Дж.В., Ниммо К.К., Хепберн Ф.Н.* Белки // Пшеница и оценка ее качества. М.: Колос, 1968. С. 199–241.

4. Суднов П.Е. Агротехнические приемы повышения качества зерна пшеницы. М.: Колос, 1965. 190 с.
5. Алтухов А.И. Производство пшеницы в стране растет, но качество ее снижается // Эконом. сел.-хоз. и перерабат. предприятий. 2016. № 11. С. 2–10.
6. Сычев В.Г., Милащенко Н.З., Шафран С.А. Агрохимические аспекты получения высококачественного зерна в России // Плодородие. 2018. № 1 (100). С. 18–19.
7. Зайцева И. Сорты – лидеры // Новое сел. хоз-во. 2014. № 1. С. 56–57.
8. Захарова Н.Н., Захаров Н.Г., Гаранин М.Н. Формирование качества зерна озимой и яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи среднего Поволжья // Вестн. Ульяновск. ГСХА. 2016. № 1(33). С. 14–20.
9. Волюнкин В.И., Волюнкина О.В., Новоселов В.П. Влияние погодных условий на урожай и качество пшеницы в Курганской области // Вестн. РАСХН. 2008. № 3. С. 32–34.
10. Волюнкина О.В., Волюнкин В.И. Рекомендации по технологии выращивания высококачественного зерна ценных сильных сортов яровой мягкой пшеницы в Курганской области и формированию товарных партий ценной пшеницы. Куртамыш: Куртамышская типография, 2014. 88 с.
11. Научные основы систем земледелия Курганской области: рекомендации. РАСХН, Курганский НИИСХ. Курган, 2001. 296 с.
12. Система земледелия Курганской области. ВАСХНИЛ, СО, Курганский НИИЗХ. Новосибирск, 1988. 216 с.
13. Невольнева Е.В. Влияние различных агроприемов на урожайность и качество озимой пшеницы в условиях ЦЧЗ // Инновационные технологии возделывания белого люпина и других зерновых культур. Мат-лы Всерос. научн.-практ. конф. с междунар. участием Белгородского НИИСХ 13–15 июня 2017 г. Белгород: Белгородский НИИСХ, 2017. С. 346–350.
14. Журавлев Д.Ю., Климова Н.Ф., Ярошенко Т.М., Пронько В.В. Влияние минеральных удобрений на качество зерна культур зернопарового севооборота на южных черноземах Поволжья // Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013–2020 гг. Всерос. коорд. совещ. научн. учрежд. – участников Географ. сети опытов с удобр. 16–17 апреля 2018 г. М.: ВНИИА, 2018. С. 86–91.
15. Грабовец А.И., Бирюков К.Н., Фоменко М.А. Сравнительная характеристика урожайности и количества белка в зерне сортов озимой пшеницы и триктиале на Дону // Земледелие. 2020. № 7. С. 25–28.

Wheat Quality Depending on Different Zones and Weather Conditions of the Kurgan Region

O. V. Volynkina

*Kurgan Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the RAS
ul. Lenina 9, Kurgan region, Ketovsky district, s. Sadovoye 641325, Russia*

E-mail: volynkina.o@bk.ru

The effect of fertilizers was studied in experiments conducted on 3 experimental fields of the Kurgan Research Institute. The yield of spring soft wheat was higher in the north-western zone, where the Shadrinsky experimental field is located. According to the gluten content in wheat grain, the advantage was for the eastern zone, in which the Makushinsky experimental field is located. Among the crop rotation fields, higher yields and grain quality were obtained in the first sowing after steam. In the remaining fields of the grain-fallow crop rotation and in permanent wheat crops, similar indicators were obtained only in fertilizer application options. Studies have revealed differences in the optimization of fertilizer composition and doses of nitrogen and phosphorus in these zones to increase the yield and quality of wheat grain.

Key words: soil and climatic conditions, zones of the Kurgan region, the effect of fertilizers, weather conditions, optimal fertilizer composition, doses, nitrogen, phosphorus.