

Удобрения

УДК 631.81:631.582:631.559:633.11“321”

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ, ПРЕДШЕСТВЕННИКА И СРОКА ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ТРЕХПОЛЬНЫХ СЕВООБОРОТАХ[§]

© 2024 г. О. В. Волынкина^{1,*}, А. Н. Притчин¹

¹Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН
620142 Екатеринбург, ул. Белинского, 112а, Россия

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

Впервые проанализировали 18-летние данные опыта, в котором сравнили влияние 3-х факторов роста яровой мягкой пшеницы – предшественника (пар, вико-овсяная смесь, овес), срока сева и азотного удобрения. Опыт проведен в условиях 3-польного севооборота на тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе Шадринского опытного поля Курганского НИИСХ в северо-западной зоне Курганской обл. Во влиянии на урожайность первой пшеницы ведущую роль играла предшествующая культура в совокупности с погодными условиями. При сравнении урожайности при посеве в 1-й и 3-й декадах мая после всех 3-х предшественников в течение 14 лет ранний срок пропригал. При посеве в 1-й декаде мая сбор зерна первой культуры севооборота без удобрения снижался с 24.8 ц/га после пара до 16.8–15.8 ц/га после непаровых предшественников. При 2-м сроке сева условия для формирования урожая были более благоприятными и обеспечили получение на тех же полях 30.3–21.1–20.5 ц/га соответственно. Урожай 2-й культуры севооборота был меньше. Без удобрения после предшественников было получено соответственно 17.5–16.8–15.1 ц/га при 1-м сроке сева и 19.5–20.2–18.9 ц/га – при 2-м сроке. Удобрение повышало урожайность первой культуры в основном после непаровых предшественников на 6–9 ц/га. Урожайность 2-й культуры росла при применении удобрения после всех 3-х предшественников, увеличивая сбор зерна на 5–8 ц/га. Влияние факторов роста урожайности пшеницы на накопление в зерне клейковины было больше при раннем сроке сева и для первой культуры севооборота. Более заметным оно было в поле после пара: отсутствие 3-го класса качества зерна при раннем севе после пара отмечено один раз за 18 лет, при посеве в 3-й декаде – 5 раз. Влияние удобрения на содержание клейковины 1-й пшеницы проявилось после непаровых предшественников, но лишь при дозе N80 и выражалось в его увеличении на 2–3–5% соответственно. Для 2-х культур среднее содержание клейковины в зависимости от срока сева было одинаковым как без удобрения, так и при его применении. Число лет без зерна с качеством 3-го класса также было почти равным как в связи с видом предшественника, так и сроком сева. Улучшение качества зерна от удобрения отмечено во всех полях севооборота и тоже только при дозе N80 с повышением содержания клейковины с 25–26 в контроле до 29–30%.

Ключевые слова: яровая пшеница, севооборот, предшественник, срок сева, азотное удобрение, урожайность, содержание клейковины в зерне.

DOI: 10.31857/S0002188124110037, **EDN:** AIFKDA

ВВЕДЕНИЕ

В разных регионах России и почвенно-климатических зонах внутри регионов влияние и роль факторов, определяющих урожайность яровой мягкой пшеницы, отличается в связи с разнообразием условий ее выращивания. Например, анализ результатов многолетних опытов Курского ФАНЦ показал [1], что урожайность пшеницы на 54.3% определялась

сложившимися погодными условиями, на 17.1% – применением удобрений и на 11.6% – местом культуры в севообороте. Данные эксперимента на Шадринском опытном поле Курганского НИИСХ, материалы которого представлены в настоящей статье, свидетельствуют о более значимой роли места пшеницы в севообороте.

По результатам исследований [2], полученным в 1984–2019 гг. в лесостепной зоне Омской обл., на фоне естественного плодородия почвы повторяемость урожаев >3 т/га составила 7.1% лет в посеве после пара, что отсутствовало в звене после пшеницы и при

[§] Исследование выполнено в Курганском НИИСХ – филиале УрФАНИЦ УрО в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования по теме № 0532-2021-0002.

бессменном ее возделывании. Уровень урожайности 2.5–3.0 т/га в тех же полях был получен в течение 12.5–3.6–0% лет. Урожаи 2.0–2.5 т/га были получены с частотой 35.7% лет после пары, 26.8% – после пшеницы и 11.1% лет – бессменной пшеницы; 1–2 т/га – в течение 32.2–42.9–55.6% лет и <1 т/га – отмечены в течение 12.5–19.6–25.0% лет соответственно.

Среди элементов технологии возделывания пшеницы срок сева и сорт также вызывают существенные изменения урожайности и качества зерна. Например, в опытах Омского АНЦ [3] после парового предшественника у среднераннего сорта урожайность оказалась больше в посевах, осуществленных 7, 14 и 21 мая (3.0–3.2 т/га), у среднеспелого сорта – 14–21 мая (3.49–3.36 т/га) и у среднепозднего – 21 мая (3.77 т/га). После зернового предшественника у среднераннего сорта в посевах 21 и 28 мая получено 2.52 и 2.40 т/га, в те же сроки среднеспелый сорт дал 2.69 и 2.72 т/га. Среднепоздний сорт имел урожайность 2.89 т/га при посеве 21 мая. Эти данные свидетельствовали о возможности расширения периода посева яровой пшеницы в мае в полях после пары при их равноценности.

Исследование [4] показало, что в Красноярской лесостепи испытано 3 срока посева с расстоянием 7 сут, начиная с 7 мая. Два ранних срока обеспечили самый высокий урожай пшеницы сорта Тулунская 12–23–25.7 ц/га, при следующих сроках сева теряли 4–5 ц/га. У сорта Омская 32 проигрыш 3-го срока еще больше: первые 2 срока посева дали 32.9 и 35.8 ц/га, а 3-й – только 24.5 ц/га. Контрастными были различия в урожайности у сорта Тройка: 26.1, 25.5 и 14.9 ц/га.

В производственных условиях Курганской обл. большое значение для срока посева имеет весенняя физическая спелость почвы. Тяжелосуглинистые почвы северо-запада области и особенно глинистые почвы востока области прогреваются позднее, что вынуждает применять на части полей июньские сроки посева. Анализ производственных сводок сельскохозяйственных предприятий Курганской обл. за 2015–2019 гг., сделанный [5], показал, что в среднем в 1-й срок засевали лишь 15% полей, во 2-й – 47 и 3-й – 38%. В статье [6] обсудили эффективность очень позднего срока посева в опыте лаборатории селекции Курганского НИИСХ. Например, при сравнении 3-х сроков посева (14 мая–25 мая–7 июня) в благоприятном 2017 г. у пшеницы сорта Омская 36 отмечено существенное снижение урожайности при июньском сроке: 3.83, 3.33 и 0.56 т/га. У сорта Радуга различия были с меньшим проигрышем позднего сева: 4.49, 4.57 и 2.22 т/га.

Внесение удобрений меняло указанные закономерности. Например, благодаря длительным опытам [7] с помощью комплексной химизации заметно повысилась продуктивность повторных посевов пшеницы, за счет чего сбор зерна 2-й и 3-й культуры

после пары увеличивался с 1.43–1.11 до 3.40–2.56 т/га. Об этом свидетельствовали результаты других исследователей [8–11], в опытах которых были достигнуты прибавки зерна от средств химизации 7–10 ц/га и более.

Применение любого элемента технологии возделывания пшеницы преследует 2 цели – повышение сбора зерна и улучшение его качества. Внесение азотного или азотно-фосфорного удобрения способствует достижению той и другой цели. Однако общая экономическая оценка в разных типах севооборотов может заметно отличаться. Например, в опытах [12] в 2014–2020 гг. в Челябинской обл. в севооборотах с паром и бобовыми культурами средней севооборотной дозой азота было N17, а в посев бессменной пшеницы вносили N40. Содержание клейковины в зерне пшеницы повышалось после гороховосяной смеси с 18–22 до 24–26%, бессменной пшеницы – с 22.8 до 26.1%, но сбор зерна в повторных посевах был наименьшим: в контроле получено 1.59, на фоне внесения азота – 2.01 т/га. Гораздо выше урожайность пшеницы была в севооборотах: 1.97–2.07 – без азота и 2.48–2.67 т/га – на его фоне. В результате прибыль в бессменном посеве составила 10 304 руб./га и рентабельность 86%, в севооборотах – соответственно 14–16 тыс. руб./га и 126–196%.

Даже на богатом типичном черноземе Каменной степи признано [13], что для выращивания зерна пшеницы 35 ц/га из списка сильных сортов необходимо вносить удобрение N60P60K60, несколько варьируя дозу в полях севооборота. Авторы разработали шкалу почвенной диагностики по содержанию весной нитратов для уточнения дозы азота в разных посевах, а также растительной диагностики для выявления потребности пшеницы в азотной подкормке в целях повышения содержания клейковины в зерне.

Для улучшения качества зерна пшеницы большое значение имеет сорт. На трех сортах сильной пшеницы Омскими учеными [14] выявлены технологические условия, необходимые для повышения белковости зерна. В их опытах в 4-польном зернопаровом севообороте на 1 га пашни вносили N24P36, за счет чего содержание клейковины в зерне повышалось на 2–3% и снижался коэффициент вариации этого показателя по годам с 12.7 до 7.9% у 1-й пшеницы и с 13–14 до 11% в следующих полях. По данным Красноярских ученых [15], в опыте в лесостепи содержание клейковинных белков в зерне увеличилось на 10% в повторных посевах пшеницы за счет полного минерального удобрения N60P60K60 в сочетании со средствами защиты растений от вредных объектов. Цель работы – анализ влияния удобрения, предшественника и срока посева в 3-польных севооборотах в формировании урожая и качества яровой мягкой пшеницы в условиях эксперимента на Шадринском опытном поле Курганского НИИСХ (северо-западная зона Курганской обл.).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевой стационарный эксперимент заложен на Шадринском опытном поле Курганского НИИСХ в 1988 г. руководителем опытного поля, заслуженным агрономом России Ю.Г. Холмовым. Почва – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый со следующими показателями: pH_{KCl} 6.4–6.6 ед. при закладке опыта в 1988 г. и 4.9–5.8 ед. через 18 лет в 2005 г.; содержание гумуса – 6.0–7.4%, сумма поглощенных оснований – 35–37 мг-экв/100 г, количество подвижных P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) – 63–95 и 120–180 мг/кг; накопление нитратного азота в 1-метровом слое почвы в пару – 80–90, после непаровых предшественников – 50–58 кг/га. Агротехника предусматривала осеннюю вспашку на глубину 22 см, весенне задержание влаги в несколько следов, предпосевную обработку почвы на глубину заделки семян 5–6 см, сев сеялкой СЗ-3,6 в 2 срока – в 1-й и 3-й декадах мая, прикатывание и защиту растений от сорняков в фазе кущения. Удобрение – аммиачная селитра. Сорта пшеницы: Жигулевская в 1988–1991 гг., Ария – в 2002 г. и остальные 13 лет – Новосибирская 89. За 18 лет сумма осадков за май–август в течение 12 лет была достаточной при их количестве 250–359 мм, 3 года выпадало 193–201 и 3 более засушливых года – 103–136 мм.

Урожай убирали напрямую комбайном Сампо-500 с отбором образца зерна для определения влажности и чистоты бункерной массы, урожайность приведена к 100%-ной чистоте и 14%-ной влажности. В опыте сравнили продуктивность и качество зерна 1-й и 2-й пшеницы после пара, вико-овсяной смеси и овса. Площадь делянки 180 м² (50 × 3.6 м), повторность трехкратная.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первые культуры после 3-х предшественников обеспечивали в оба срока посева большую урожайность пшеницы после пара как на естественном

фоне, так и при внесении N40. Лишь с повышением дозы до N80 урожайность стала выравниваться. Однако целесообразность увеличения дозы азота была только в посеве после овса (табл. 1).

Азотное удобрение при раннем посеве 1-й пшеницы после пара несущественно изменяло урожайность, а после непаровых предшественников прибавки урожайности при внесении N40 равнялись 5.4 ц/га. Удвоение дозы азота только после овса дополнительно повысило урожайность на 3 ц/га с общим приростом 8.4 ц/га. При оптимальном сроке посева пшеницы в 3-й декаде мая сбор зерна при применении всех технологий был больше на 4–5 ц/га и более. Удобрение также не влияло на урожайность в поле после пара, но в посевах после вико-овсяной смеси и овса обеспечивало прибавки, которые были несколько больше при севе в 3-й декаде мая, чем при раннем сроке сева, и равнялись 6.3–5.4 при внесении N40 и 7.6–8.6 ц/га при внесении N80. В севооборотах без пара урожайность <15 ц/га повторилась 9 раз за 18 лет опыта при раннем посеве и только 2 раза – при оптимальном сроке сева. Урожайность пшеницы после пара по годам изменялась от 51 ц/га в благоприятном 1997 г. до 8 ц/га – в сухом 1989 г. Коэффициент вариации для 18 лет составил 39.6%. При меньших уровнях урожайности после непаровых предшественников сохранилось различие их величины по годам. Оно выражалось в лучших сборах зерна в том же 1997 г. на уровне 22–27 ц/га и низких (7–8 ц/га) – при засухе. В неудобренном посеве после овса коэффициент вариации урожайности равнялся 36.9%, в удобренных вариантах различия были равны 54–7 ц/га после пара и 35–7 ц/га – после вико-овсяной смеси и овса с коэффициентами вариации 41.7 и 36.3% соответственно.

Разнообразие эффекта срока посева за 18 лет у первых культур заключалось в том, что изредка ранний посев был продуктивнее на 2–3–5 ц/га, как было в течение 4-х лет в 1988, 1993, 1997 и 2000 г., гораздо чаще более урожайным был оптимальный срок

Таблица 1. Влияние удобрения и срока посева на урожайность первых культур после пара, вико-овсяной смеси и овса (Шадринское опытное поле, 18 лет, 1988–2005 гг.), ц/га

| Срок сева | Доза азота | | | | | | | | |
|---|----------------|-------------------|------|------|-------------------|------|------|-------------------|------|
| | N0 | | | N40 | | | N80 | | |
| | предшественник | | | | | | | | |
| | пар | викоовсяная смесь | овес | пар | викоовсяная смесь | овес | пар | викоовсяная смесь | овес |
| 1-я декада $HCP_{05} = 1.8 \text{ ц/га}$ | 24.8 | 16.8 | 15.8 | 26.4 | 22.2 | 21.2 | 26.5 | 21.2 | 24.2 |
| <15 ц/га, лет | 2 | 9 | 9 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 3 |
| 3-я декада $HCP_{05} = 2.1 \text{ ц/га}$ | 30.3 | 21.1 | 20.5 | 30.8 | 27.4 | 25.9 | 31.3 | 28.7 | 29.1 |
| <15 ц/га, лет | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

посева. Поэтому средняя урожайность при позднем севе в 3-й декаде мая была на 4–5 ц/га больше, чем при севе в 1-й декаде. При севе в 3-й декаде мая без удобрения варьирование урожайности было 34.9% после пара и 27.7% после овса, на фоне N40 – 32.6 и 28.8% соответственно. С удвоением дозы азота в посеве после овса варьирование урожайности повысилось до 33.3%.

Иным было сравнение продуктивности пшеницы в посевах 2-х культур. Среди 3-х предшественников не было большого преимущества пара перед вико-овсяной смесью и овсом. В этом случае тоже лишь 4 года при раннем севе сбор зерна был больше на 4–7 ц/га, чем при севе в 3-й декаде мая. По средней урожайности и частоте проявления преимущества имел оптимальный срок посева. В действии удобрений после непаровых предшественников прибавки оказались близкими полученным у первых культур севооборота. После пара в посевах 2-х культур азот заметнее действовал при втором сроке сева, обеспечив прирост урожайности 6–9 ц/га и доведя ее величину до 24.3–29.1 ц/га. Без удобрения снижение продуктивности до 7–12 ц/га повторилось 6 раз при раннем сроке посева и 1–2 раза – при оптимальном. На фонах N40–80 низкая урожайность была лишь 2 раза при раннем севе и 1 раз – при оптимальном сроке сева (табл. 2).

На качество зерна пшеницы влияли все 3 изученные элементы технологии, но самыми сильными в воздействии на содержание клейковины в зерне для первых культур севооборота были паровой предшественник и внесение азотного удобрения после непаровых предшественников. Вико-овсяная смесь ряд лет способствовала накоплению клейковинных белков в зерне на уровне варианта пара. Варьирование содержания клейковины у пшеницы после пара было равно 19.0% при раннем севе и 25.0% – при севе в 3-й декаде мая, после овса – 26.0 и 26.6% соответственно. Удобрение в дозе N40 несколько изменяло содержание клейковины в зерне пшеницы после овса

при вариации показателя 27.5 и 22.9% в зависимости от срока сева. В этом поле от удвоения дозы азота ряд лет прирост содержания клейковины достигал 6–8% к варианту внесения N40, за счет чего коэффициент вариации этого показателя по годам снизился с 27.5 до 18.2% при первом сроке сева и с 23 до 19% при 2-м сроке. Влияние предшественника на качество зерна наглядно показало число лет, в которых отсутствовало качество, соответствующее 3-му классу. Например, у первых культур при раннем севе 3-й класс был не отмечен 1 год после пара, 5 лет после викоовсяной смеси и 7 лет после овса, на фоне внесения N40 – соответственно 1–4–6 лет и N80 – 1–1–1 год. В связи с более высокими урожаями при оптимальном сроке сева даже после пара 5 лет на неудобренном фоне и 2–3 года при внесении 2-х доз азота не был отмечен 3-й класс качества пшеницы, что относилось к влажным урожайным годам. После остальных предшественников у первых культур без удобрения 3-й класс качества отсутствовал 6–7 лет, 4 года – при внесении N40 и 1–3 года – при внесении двойной дозы азота (табл. 3).

В зерне 2-й пшеницы севооборота среднее содержание клейковины после всех предшественников было меньше, чем первой. Отсутствие 3-го класса качества зерна в этом случае было близким при разных сроках сева. Паровой предшественник для 2-й пшеницы не имел преимущества в накоплении клейковины в зерне. Удобрение уменьшало число лет без качества 3-го класса заметнее при удвоении дозы азота (табл. 3).

На фоне внесения N80 в посеве 2-й пшеницы после овса очень часто отмечено существенное повышение содержания клейковины к варианту N40. За счет этого коэффициент вариации накопления клейковины снизился с 30 до 18% при первом сроке сева и с 27.5 до 19.6% – при втором.

Для выявленных закономерностей изменения урожая и качества пшеницы большое значение имели погодные условия, особенно для 1-й и 2-й культур

Таблица 2. Влияние удобрения и срока сева на урожайность 2-х культур после пара, вико-овсяной смеси и овса (1988–2005 гг.), ц/га

| Срок сева | Доза азота | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|------|-------------------|------|------|-------------------|------|
| | N0 | | | N40 | | | N80 | | |
| | предшественник | | | | | | | | |
| | пар | викоовсяная смесь | овес | пар | викоовсяная смесь | овес | пар | викоовсяная смесь | овес |
| 1-я декада $HCP_{05} = 1.7$ ц/га | 17.5 | 16.8 | 15.1 | 22.0 | 22.9 | 20.5 | 25.2 | 24.2 | 23.0 |
| <15 ц/га, лет | 7 | 7 | 9 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3-я декада $HCP_{05} = 2.3$ ц/га | 19.5 | 20.2 | 18.9 | 25.8 | 26.2 | 24.3 | 29.1 | 28.2 | 27.7 |
| <15 ц/га, лет | 5 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Таблица 3. Влияние срока посева и удобрения на содержание клейковины в зерне пшеницы после 3-х предшественников (1988–2005 гг.), %

| Срок сева | Доза азота | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|-------------------|------|------|-------------------|------|------|-------------------|------|
| | N0 | | | N40 | | | N80 | | |
| | предшественник | | | | | | | | |
| | пар | викоовсяная смесь | овес | пар | викоовсяная смесь | овес | пар | викоовсяная смесь | овес |
| 1-я пшеница | | | | | | | | | |
| 1-я декада $HCP_{05} = 1.9\%$ | 29.8 | 27.1 | 25.3 | 30.2 | 27.0 | 26.2 | 31.0 | 30.5 | 30.0 |
| <23%, лет | 1 | 5 | 7 | 1 | 4 | 6 | 1 | 1 | 1 |
| 3-я декада $HCP_{05} = 2.2\%$ | 28.7 | 27.3 | 25.5 | 29.7 | 27.5 | 27.0 | 29.4 | 29.9 | 29.3 |
| <23%, лет | 5 | 6 | 7 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| 2-я пшеница | | | | | | | | | |
| 1-я декада $HCP_{05} = 2.9\%$ | 26.0 | 26.0 | 25.8 | 26.4 | 26.5 | 26.0 | 30.0 | 29.9 | 30.1 |
| <23%, лет | 6 | 5 | 7 | 4 | 5 | 6 | 2 | 1 | 1 |
| 3-я декада $HCP_{05} = 3.1$ | 25.9 | 25.7 | 25.1 | 26.4 | 27.0 | 26.5 | 29.0 | 30.1 | 29.6 |
| <23%, лет | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 6 | 2 | 2 | 2 |

после овса и при обоих сроках сева в вариантах без удобрения. Сделано разделение лет на группы по характеру погоды и ее влиянию на наличие 3-го класса качества зерна для разных сроков посева. Разделение оказалось одинаковым за исключением одного года, поэтому показатели погодных условий июня, когда закладывались основы продуктивности пшеницы, были близкими для групп лет с 3-м классом качества зерна и его отсутствием при 2-х сроках сева. Температура воздуха на уровне 16.1–16.9°C и достаточные осадки в июне (86–98 мм) вели к формированию

более высокой урожайности при меньшем накоплении клейковины в зерне, а теплая июньская погода с умеренными осадками стимулировала повышенное качество зерна, но с меньшей урожайностью (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что среди 3-х факторов, определявших урожайность яровой мягкой пшеницы, в эксперименте на Шадринском опытном поле в условиях северо-западной зоны Курганской обл.,

Таблица 4. Зависимость продуктивности пшеницы и количества клейковины в зерне от погодных условий июня в неудобренных 1-м и 2-м полях севооборота после овса (1988–2005 гг.)

| Срок сева | 3-й класс | Число лет | Содержание клейковины в зерне, % | Урожайность, ц/га | W_{06} , мм | t_{06} , °C |
|--------------|-----------|-----------|----------------------------------|-------------------|---------------|---------------|
| 1-я культура | | | | | | |
| Ранний | Нет | 7 | 19.3 | 15.4 | 93 | 16.4 |
| Ранний | Есть | 11 | 29.1 | 14.0 | 52 | 19.3 |
| Оптимальный | Нет | 7 | 19.9 | 23.9 | 92 | 16.1 |
| Оптимальный | Есть | 11 | 29.1 | 18.4 | 53 | 19.8 |
| 2-я культура | | | | | | |
| Ранний | Нет | 7 | 19.8 | 14.4 | 86 | 16.9 |
| Ранний | Есть | 11 | 29.7 | 15.5 | 57 | 19.0 |
| Оптимальный | Нет | 6 | 18.3 | 20.2 | 98 | 16.2 |
| Оптимальный | Есть | 12 | 28.4 | 18.2 | 53 | 19.2 |

для первых культур 3-польных севооборотов главным была предшествующая культура в совокупности с погодными условиями. Для первых культур севооборота паровой предшественник имел большее преимущество перед вико-овсяной смесью и овсом на фонах без удобрения, которое было равно прибавке 8–9 ц/га при сроке сева в 1-й декаде мая и 9–10 ц/га при оптимальном сроке сева в 3-й декаде мая. Урожайность зерна яровой пшеницы при 1-м сроке сева после 3-х предшественников без удобрения была равна 24.8–16.8–15.8 и 30.3–21.1–20.5 ц/га – при 2-м сроке сева. На удобренных фонах повышение урожайности после пара равнялось 2–3–5 ц/га. После непаровых предшественников внесение N40–80 было более эффективным и обеспечивало при 1-й дозе прибавки 6 ц/га при обоих сроках сева и 8–9 ц/га – при удвоении дозы азота. При благоприятном количестве осадков урожайность увеличивалась в 1.5–2.0 раза к средней ее величине.

Для продуктивности 2-х культур севооборота не отмечено положительного влияния пара. Урожайность была близкой как без применения удобрений, так и при их внесении. Без удобрения после 3-х предшественников было получено 17.5–16.8–15.1 ц/га при 1-м сроке сева и 19.5–20.2–18.9 ц/га при 2-м сроке. Во всех полях удобрение было эффективным при обоих сроках сева, обеспечивая прибавки 5–6 ц/га при внесении N40 и 7–8 ц/га на фоне внесения N80. Ранний срок сева тоже лишь 4 года имел преимущество в урожайности, в среднем оптимальный срок сева повышал урожайность на 5–6 ц/га первой культуры севооборота и на 2–4 ц/га второй культуры.

Влияние исследованных факторов роста пшеницы на накопление в зерне клейковинных белков: ранний срок сева первых культур севооборота имел некоторое преимущество, более заметное в поле после пара. Например, отсутствие 3-го класса качества зерна при раннем севе после пара отмечено один раз за 18 лет, а при более урожайном севе в 3-й декаде – 5 раз. Действие удобрения сильнее проявилось при дозе N80 после непаровых предшественников: повышение среднего содержания клейковины происходило до 29–30%. У первой культуры при раннем посеве 3-й класс качества зерна не отмечен всего 1 год после пара, 5 лет после вико-овсяной смеси и 7 лет после овса, на фоне применения N40 – соответственно 1–4–6 лет и N80 – 1–1–1 год.

Для 2-й культуры среднее содержание клейковины в зависимости от срока сева было одинаковым как без удобрения, так и на фоне N40. Число лет без 3-го класса качества зерна в зависимости от срока сева также было почти равным (5–6 лет). Близким было содержание клейковины в зерне пшеницы и после предшественников с существенным повышением только при дозе N80 с 25–26 до 29–30%. За счет этой дозы азота при обоих сроках сева наблюдали

снижение коэффициента вариации показателя с 27–29 на фоне N40 до 18–19% на фоне N80.

При сравнении погодных условий по группам лет с 3-м классом качества зерна и без него выявлено, что большое значение имели погодные условия июня. Пониженная температура воздуха (16.1–16.9°C) и достаточное количество осадков (86–98 мм) в июне, когда формировались основы урожая, вели к более высокой урожайности при меньшем накоплении клейковины в зерне. Теплая погода в этом месяце с умеренными осадками стимулировала повышенное качество зерна, но при меньшей урожайности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Ильин Б.С., Башкатов А.Я., Гаврилова Т.В., Дериглазова Г.М. Яровая пшеница – технология возделывания в условиях Курской области. Курск: Курский ФАНЦ, 2021. 205 с.
2. Чубис В.В. Особенности формирования полевых севооборотов для органического земледелия в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестн. КрасГАУ. 2022. № 5. С. 51–57.
DOI: 10.36718/1819-4056-2022-5-51-57
3. Поползухин П.В., Василевский В.Д., Гайдар А.А., Бойцова О.Ф., Паршуткин Ю.Ю., Кузьмина Е.С. Оптимизация срока посева и нормы высева мягкой яровой пшеницы для получения высококачественных семян в южной лесостепи Западной Сибири: Рекоменд. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. 36 с.
4. Горяев Д.Ю., Прохоренко К.С., Дмитриев В.Е. Влияние сроков посева яровой пшеницы на урожай зерна при нормах 3, 5, 7 млн/га зерен // Вестн. КрасГАУ. 2007. № 2. С. 118–121.
5. Степных Н.В., Нестерова Е.В., Гилев С.Д., Заргарян А.М. Повышение эффективности растениеводства за счет оптимизации сроков полевых работ // Аграрн. вестн. Урала. 2020. № 6(197). С. 26–37.
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-26-38
6. Мальцева Л.Т., Филиппова Е.А., Банникова Н.Ю., Бердюгин Н.Ю. Поздний срок посева пшеницы в Зауралье – необходимость и реальность // Корнопроизв. 2018. № 11. С. 27–31.
7. Юшкевич Л.В., Пахотина И.В., Щитов А.Г. Эффективность использования агротехнологических приемов возделывания мягкой яровой пшеницы в повышении продуктивности и качества зерна в Омской области // Вестн. КрасГАУ. 2021. № 7. С. 26–34.
8. Карабутов А.П., Соловченко В.Д., Никитин В.В., Невольнича Е.В. Воспроизводство плодородия почв, продуктивность и энергетическая эффективность севооборотов // Земледелие. 2019. № 2. С. 1–5.
9. Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Ломановская А.В. Повышение продуктивности пшеницы в повторных посевах в южной лесостепи Западной

- Сибири // Достиж. науки и техн. АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 70–73.
10. Попова В.В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в полевых севооборотах на Среднем Урале: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. 2021. 20 с.
 11. Юмашев Х.С., Захарова И.А. Влияние минеральных удобрений на плодородие выщелоченного чернозема, урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Изв. Оренбург. ГАУ. 2019. № 6(80). С. 61–64.
 12. Анисимов Ю.Б., Агеев А.А., Калюжина Е.Л., Мошкина Ю.С. Эффективность полевых севооборотов в технологии прямого посева в условиях Челябинской области // Рациональное землепользование, оптимизация земледелия и растениеводства. Сб. докл. Международ. научн.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. Акад. РАСХН А.П. Щербакова. 28–30 сентября 2021 г. Курск: Курский ФАНЦ, 2021. С. 20–23.
 13. Турусов В.И., Новочихин А.М., Малокостова Е.И., Нужная Н.А., Черных А.В. Технология возделывания яровой пшеницы в ЦЧЗ. Каменная Степь, 2019. 30 с.
 14. Пахотина И.В., Игнатьева Е.Ю., Белан И.Л., Рассеева Л.П., Солдатова Л.Т. Сильные сорта – основа производства высококачественных продуктов переработки зерна мягкой пшеницы // Зерн. хозяйство России. 2022. № 5. С. 39–46.
DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-5-39-46
 15. Бобровский А.В., Плеханова Л.В., Крючков А.А., Городова Л.В., Герасимова Н.С. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи // Достиж. науки и техн. АПК. 2018. Т. 32. № 5. С. 23–25.

Influence of the Predecessor, Sowing Period and Fertilizer in Wheat Productivity in Three-Field Crop Rotations

O. V. Volynkina^{a, #}, A. N. Pritchin^a

^aUral Federal Agrarian Scientific Research Centre—Ural Branch of the RAS,

ul. Belinskogo 112a, Ekaterinburg 620142, Russia

[#]E-mail: info@kurganniish.ru

For the first time, 18-year-old experimental data were analyzed, in which the influence of 3 growth factors of spring soft wheat – a precursor (fallow, vico oatmeal mixture, oats), the sowing period and nitrogen fertilizer were compared. The experiment was carried out under conditions of a 3-field crop rotation on the heavy loamy leached chernozem of the Shadrinsky experimental field of the Kurgan Research Institute in the northwestern zone of the Kurgan region. In influencing the yield of the first wheat, the leading role was played by the previous crop in combination with weather conditions. When comparing the yield during sowing in the 1st and 3rd decades of May, after all 3 predecessors for 14 years, the early period was outperformed. When sowing in the 1st decade of May, the grain harvest of the first rotation crop without fertilizer decreased from 24.8 c/ha after fallow to 16.8–15.8 c/ha after non-fallow precursors. At the 2nd sowing period, the conditions for the formation of the crop were more favorable and ensured the production in the same fields 30.3–21.1–20.5 c/ha, respectively. The yield of the 2nd crop rotation was less. Without fertilizer after the predecessors, it was obtained accordingly 17.5–16.8–15.1 c/ha at the 1st sowing period and 19.5–20.2–18.9 c/ha – at the 2nd term. The fertilizer increased the yield of the first crop mainly after non-paired precursors by 6–9 kg/ha. The yield of the 2nd crop increased with the use of fertilizer after all 3 predecessors, increasing grain harvest by 5–8 kg/ha. The influence of wheat yield growth factors on the accumulation of gluten proteins in grain was greater at an early sowing period and for the first crop rotation. It was more noticeable in the field after fallow: the absence of the 3rd grade of grain quality during early sowing after fallow was noted once in 18 years, when sowing in the 3rd decade – 5 times. The effect of the fertilizer on the gluten content of 1st wheat manifested itself after the non-paired precursors, but only at a dose of N80 and was expressed in its increase by 2–5%, respectively. For 2 crops, the average gluten content, depending on the sowing period, was the same both without fertilizer and with its application. The number of years without grain with grade 3 quality was also almost equal, both for all types of predecessor and the sowing period. An improvement in grain quality from fertilizer was noted in all crop rotation fields and also only at a dose of N80 with an increase in gluten content from 25–26 in the control to 29–30%.

Keywords: spring wheat, crop rotation, precursor, sowing period, nitrogen fertilizer, yield, gluten content in grain.