

На правах рукописи

**НАГИБИН**  
Александр Геннадиевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ  
ПОСЛЕ ОЗИМОЙ РЖИ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**06.01.01 – Общее земледелие**

**Автореферат**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата сельскохозяйственных наук**

**Омск 2005**

Работа выполнена в Государственном научном учреждении «Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

Научные руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник  
В.Л. Ершов

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор Н.В. Абрамов;  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник В.С. Бойко

Ведущая организация – Государственное научное учреждение  
«Курганский научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства»

Защита состоится 15 декабря 2005 г. в 9 часов на заседании диссертационного совета Д 220.050.01 при Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Омский государственный аграрный университет» по адресу: 644008, г. Омск-8, Институтская площадь, 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Омский государственный аграрный университет».

Автореферат разослан 27 октября 2005 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



В.П. Пьянов

2006-4  
23008

2220590

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Увеличение производства высококачественного зерна – важная задача сельского хозяйства. В условиях рыночных отношений наряду с увеличением валовых сборов зерна важное значение имеет экономическая эффективность производства. Одним из путей повышения экономических показателей может быть наращивание производства востребованного высококачественного зерна твёрдой пшеницы. Освоение технологий возделывания культур с применением минимальных обработок почвы и других ресурсосберегающих приёмов улучшает экономические результаты производства.

В сложившихся условиях производители зерна отдают приоритет низкозатратным культурам и технологиям. Это привело к сокращению площадей посева твёрдой пшеницы. В Омской области площади посева этой культуры сократились: с 25,1 тыс. га в 1991–1995 гг. до 9,7 тыс. га в 1996–2000 гг.

Отказ производителей от посева твёрдой пшеницы объясняется её меньшей пластичностью, повышенной требовательностью к плодородию почвы, в результате чего урожайность её в сравнении с урожайностью мягкой пшеницы в производственных условиях часто получают ниже. Низкие урожаи твёрдой пшеницы во многом связаны с недостаточной проработкой элементов технологии её выращивания в современных системах земледелия. Опыт, накопленный при изучении мягкой пшеницы, зачастую напрямую переносился на технологию выращивания твёрдой пшеницы, без учёта её биологических особенностей. Это отрицательно сказывается на урожайности и качестве зерна, особенно в неблагоприятные по погодным условиям годы.

Озимая рожь – перспективный предшественник под твёрдую пшеницу в зоне южной лесостепи, однако недостаточно изучен, особенно в вопросе эффективного применения средств химизации.

Совершенствование системы основной обработки почвы в севооборотах при интенсификации технологии возделывания культур (применение удобрений и средств защиты растений) позволяет при значительном ресурсосбережении сохранить плодородие почвы и получать экономически целесообразные урожаи.

**Цель исследований** – разработать эффективную систему основной, предпосевной и послепосевной обработки почвы и применения средств химизации при возделывании твёрдой пшеницы после озимой ржи в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

### **Задачи исследований:**

– изучить влияние различных систем основной обработки почвы и средств химизации при длительном их применении в четырехпольном зернопаровом севообороте на агрофизические свойства, питательный режим почвы, динамику влагозапасов и водопотребление твёрдой пшеницы;

– дать оценку применения различных систем обработки почвы, комплексной химизации и отдельно взятых компонентов на фитосанитарное состояние посевов;



- установить влияние систем обработки почвы, средств химизации на урожайность и технологические свойства зерна твёрдой пшеницы;
- дать экономическую и биоэнергетическую оценку технологиям возделывания твёрдой пшеницы.

**Научная новизна.** В работе обоснованы и определены оптимальные сочетания основной обработки почвы и средств химизации под твёрдую пшеницу по предшественнику озимая рожь, обеспечивающие сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почвы, повышение продуктивности и качества зерна культуры. Установлена положительная роль комбинированной системы основной обработки почвы в севообороте с твёрдой пшеницей. Выявлены особенности фитосанитарного состояния агроценоза в севообороте с твёрдой пшеницей при ресурсосберегающих системах обработки почвы. Определены оптимальные приёмы предпосевной и послепосевной обработки почвы при посеве твёрдой пшеницы сеялкой СКП-2,1 в зависимости от варианта зяблевой обработки почвы. Установлена высокая экономическая и биоэнергетическая эффективность применения комбинированной системы обработки почвы в севообороте с применением средств химизации.

**Положения, выносимые на защиту:**

- система комбинированной обработки почвы в севообороте в сочетании со средствами химизации, обеспечивающая оптимизацию агрофизических параметров плодородия, накопление и экономное расходование почвенной влаги, положительно влияющее на фитосанитарное состояние посевов, продуктивность и качество зерна твёрдой пшеницы после озимой ржи;
- приёмы предпосевной и послепосевной обработки почвы, обеспечивающие в сочетании с основной обработкой повышение урожайности твёрдой пшеницы;
- экономическая и биоэнергетическая оценка систем обработки почвы под твёрдую пшеницу с использованием средств химизации.

**Практическая значимость и реализация результатов исследований.** Использование результатов исследования по применению ресурсосберегающих технологий возделывания твёрдой пшеницы на основе чередования приёмов основной обработки почвы в севообороте с использованием по необходимости как отдельно взятых средств химизации, так и их комплекса будет способствовать более рациональному их использованию, увеличению экономической эффективности и повышению продуктивности севооборота.

Применение комбинированной системы основной обработки почвы в сочетании с комплексной химизацией позволяет получать урожай зерна на уровне вариантов с ежегодной вспашкой, а в некоторые годы выше, при значительном энерго- и ресурсосбережении.

Использование рекомендаций, разработанных на основе проведенных исследований, позволит получать устойчивые урожаи зерна твёрдой пшеницы высокого качества при высокой экономической эффективности производства и обеспечить воспроизводство почвенного плодородия.

Предложения производству рассчитаны на сельскохозяйственных товаропроизводителей в южной лесостепной зоне Западной Сибири, имеющих различный уровень финансового, материально-технического обеспечения и специализации.

Рекомендуемые технологии возделывания твёрдой пшеницы внедрены в 2003–2004 гг. в ОПХ «Омское» и в ОПХ «Боевое» Сибирского НИИСХ, на площади 452 га. Получена урожайность в среднем 2,72–3,32 т/га, что на 0,67–0,82 т/га больше, чем при обычной технологии. Условный чистый доход от усовершенствования технологии составил 460–680 тыс. руб.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации доложены на конференции молодых учёных в ОмГАУ (Омск, 2003 г.), в СибНИИСХ (Омск, 2003 г.), на заседаниях НТС отдела земледелия СибНИИСХ (2003, 2004 и 2005 гг.) и опубликованы в шести работах общим объёмом 1,0 печатный лист.

**Объём и структура диссертации.** Диссертационная работа изложена на 169 страницах и состоит из введения, шести глав, выводов, предложений производству, библиографического списка (188 наименований, в т.ч. иностранных – 8). В работе содержится 24 таблицы, 4 рисунка и 29 приложений.

**Условия, объект и методика исследований.** Исследования проводились в 2002–2004 гг. на стационаре лаборатории земледелия чернозёмной лесостепи ГНУ СибНИИСХ СО РАСХН, который расположен в зоне южной лесостепи. Погодные условия в годы исследований были разнообразны: в 2002 г. преобладала прохладная и дождливая погода в течение всей вегетации, ГТК = 1,44; 2003 г. был влажным и жарким, с неравномерным распределением осадков в течение вегетации, ГТК = 1,22; 2004 г. характеризуется высокими температурами воздуха и недостатком влаги, ГТК = 0,66 за май – август.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемошный, среднегумусовый, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса 6–8%. Имеет благоприятные водно-физические свойства.

Объект исследования – система: почва – агрометеорологические условия – агрофитоценоз с твёрдой пшеницей. Изучались зависимости, условия и особенности процессов, протекающих в почве и воздействующие на растения твёрдой пшеницы при разных системах обработки почвы, при систематическом комплексном применении средств химизации и отдельно составляющих их компонентов (удобрения, гербициды, фунгициды, ретарданты, инсектициды).

Изучалось влияние длительного применения систем обработки почвы и средств химизации различной интенсификации на агрофизические показатели, водный, питательный режимы почвы, фитосанитарное состояние посевов твёрдой пшеницы, урожайность и качество зерна.

Для выполнения поставленных задач осуществлялись исследования в двухфакторном стационарном опыте. Кроме того, был заложен дополнительно краткосрочный опыт по изучению эффективности различных приёмов предпосевной обработки почвы и ухода за посевами.

Опыт 1. Стационарный опыт заложен и полностью развёрнут в пространстве в 1987 г. С 2003 г. идет пятая ротация четырёхпольного зернопарового се-

вооборота с чередованием культур: пар – озимая рожь – твёрдая пшеница – овёс. Повторность опытов четырёхкратная, площадь делянок по обработке почвы – 2156 м<sup>2</sup>, в вариантах с использованием средств химизации – 308 м<sup>2</sup>.

В опыте изучаются следующие варианты систем основной обработки почвы:

1. Отвальный (вспашка на 20–22 см, ежегодно).
2. Комбинированный обработка (под озимую рожь – плоскорезная обработка на 23–25 см; под твёрдую пшеницу – вспашка на 20–22 см; под овёс – без основной обработки почвы).

3. Плоскорезный (плоскорезная обработка на 10 – 12 см, ежегодно).

Основная обработка почвы в зависимости от варианта проводится плугом ПН-4-35 в агрегате с боронами или орудием ОПТ-3-5.

Для изучения эффективности средств химизации в сочетании с вариантами основной обработки почвы на делянки с вариантами обработки почвы в поперечном направлении налагались варианты химизации методом расщепленных делянок.

Изучались шесть вариантов химизации:

1. Контроль (без средств химизации);
2. Система гербицидов;
3. Система удобрений и гербицидов;
4. Система удобрений, гербицидов и фунгицидов;
5. Система удобрений, гербицидов, фунгицидов и ретардантов;
6. Система удобрений, гербицидов, фунгицидов, ретардантов и инсектицидов или комплексная химизация.

Система гербицидов включала применение в севообороте 2,4-ДА и сульфонилмочевин; в посевах твёрдой пшеницы в фазу полного кущения применяли Секатор (0,2 кг/га). Система удобрений включала применение минеральных удобрений: в пару – Р<sub>60</sub>, под твёрдую пшеницу – N<sub>45</sub>P<sub>20</sub>. Ретардант – в фазу выхода в трубку применялся препарат Тур (4 л/га). Из фунгицидов применяли Тилт (0,5 л/га), при первых признаках листостеблевых инфекций. Из инсектицидов применяли БИ-58 (0,7–1,5 л/га), в фазу выхода в трубку. Средства защиты растений и ретардант вносились с помощью штангового опрыскивателя с нормой расхода воды 200 л/га.

Опыт 2. В двухфакторном опыте на трёх фонах основной обработки почвы изучали эффективность приёмов предпосевной, послепосевной обработки почвы и ухода за посевами твёрдой пшеницы.

В опыте изучали следующие варианты основной обработки почвы (фактор А):

1. Вспашка на 20–22 см (отвальный фон);
2. Без осенней обработки (нулевой фон);
3. Плоскорезная обработка на 10–12 см (плоскорезный фон).

Варианты предпосевной, послепосевной обработки почвы и ухода за посевами (фактор В):

1. Посев сеялкой СКП-2,1 (контроль);
2. Дополнительное прикатывание после посева (ЗККШ-6);
3. Культивация за 10–12 суток до посева (КПС-4 + БП-0,9);

4. Боронование до всходов (БЗСС – 1,0);

5. Гербициды в фазу кушения (диален).

После уборки озимой ржи в 3-й декаде августа почву обрабатывали согласно схеме опытов: вспашка – плугом ПЛН-4-35; плоскорезная – орудием ОПТ-3-5. Весной при наступлении физической спелости почвы «закрытие влаги» в два следа по стерневым фонам проводили боронами БИГ-3А, по отвальной фонам боронами БЗТС-1,0. Внесение минеральных удобрений производили (до посева) сеялкой СЗ-3,6. Твёрдую пшеницу сорт «Омская янтарная» (селекции СибНИИСХ) высевали 22–25 мая сеялкой СКП-2,1, норма посева 4,5 млн всхожих зёрен. Учет урожая – однофазной уборкой комбайнами «Сампо-500» и «Сампо-130», вся солома при уборке измельчалась и разбрасывалась по полю.

Наблюдения и учеты проводились по общепринятым методикам. Влажность почвы – весовым методом в слое 0–100 см, в сроки: перед посевом, в фазу выхода в трубку, перед уборкой. Элементы питания в почве: в смешанных образцах, отобранных одновременно с образцами на влажность.  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в слое 0–20 см,  $N-NO_3$  в слое 0–100 см. Содержание нитратного азота – по Грандваль-Ляжу, подвижного фосфора и обменного калия – из одной вытяжки по Чирикову. Учет засоренности посевов твёрдой пшеницы – по методике НИИСХ Юго-Востока (1969) и СибНИИСХ (1977). Фенологические наблюдения, учёт густоты стояния растений, определение структуры урожая проводили согласно методике ГСИ (1984). Урожайность зерна приведена к 100%-й чистоте и 14%-й влажности. Математическая обработка данных по Б.А. Доспехову (1989). Биоэнергетическая оценка по методике Ю.И. Ермохина, А.Ф. Неклюдова (1994). Оценка экономической эффективности предшественников по методике СибНИИСХ (1987).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Плотность и агрегатный состав почвы.** Плотность пахотного слоя щелоченного чернозёма перед посевом зависит от системы основной обработки почвы и составляет  $1,09 \text{ г/см}^3$  – на фоне отвальной системы обработки и  $1,13 \text{ г/см}^3$  – на фоне комбинированной системы основной обработки почвы. При плоскорезной системе обработки плотность почвы возрастает до  $1,17\text{--}1,19 \text{ г/см}^3$ , или на 5,3–7,3%, и находится в интервале, близком к оптимальному ( $HCP_{05} = 0,07$ ).

Почва после посева имеет хорошее структурное сложение пахотного слоя. На контроле (без средств химизации) доля агрономически ценных агрегатов составляет 64% при отвальной и комбинированной системах обработки почвы. При плоскорезной системе обработки их доля несущественно ниже, на 1,6–1,7%.

В варианте с применением средств комплексной химизации комбинированная система обработки по показателям содержания агрономически ценных агрегатов в почве имела преимущество, по сравнению с ежегодной отвальной и плоскорезной системами обработки. При этом доля эрозионно устойчивых

фракций варьировала в пределах 26–28% и слабо зависела от системы обработки почвы.

**Водный режим почвы и водопотребление твёрдой пшеницы.** Высокие запасы продуктивной влаги в среднем 140–158 мм в метровом слое почвы, к посеву культуры, накоплены вследствие увеличения зимних осадков на 57 мм (120%), по сравнению со среднемноголетней нормой. За счёт этого влагообеспеченность культуры была высокой до периода выхода в трубку включительно.

Запасы продуктивной влаги при посеве в 2003 и 2004 гг. по всем вариантам оценивались как высокие (на уровне НВ): 170–188 мм в варианте без средств химизации (контроль), и 158–203 мм в варианте с применением средств комплексной химизации. В 2002 г. – как удовлетворительные, 73–111 мм в варианте без применения средств химизации и 91–119 мм в варианте с применением средств комплексной химизации. Однако за счёт большого количества осадков в течение вегетации культура не испытывала дефицита во влаге.

Влагообеспеченность культуры существенно зависела от приёмов предпосевной и послепосевной обработки почвы (табл. 1). Наибольшие запасы продуктивной влаги (в слое 0–50 см) в период полных всходов отмечены на фоне вспашки и нулевой обработки в сочетании с боронованием до всходов – 80 мм. На фоне плоскорезной обработки почвы – в варианте с промежуточной культивацией – 72 мм. На фоне с нулевой обработкой при бороновании до всходов (БЗСС-1,0) расход влаги снизился на 13 мм в сравнении с контролем. Следовательно, в весенний период до всходов с помощью различных приёмов можно существенно улучшить влагообеспеченность культуры в период всходы – кушение.

Расход влаги агрофитоценозом на формирование одной тонны зерна твёрдой пшеницы в варианте без применения средств химизации наибольший при плоскорезной обработке – 134 мм/т. При комбинированной системе обработки составляет в среднем – 116 мм/т или на 13% меньше (табл. 2).

Применение средств комплексной химизации снижает водопотребление твёрдой пшеницы в расчёте на единицу урожая на 52 мм на тонну или на 42%. При этом потребление продуктивной влаги на единицу урожая слабо зависит от системы обработки почвы.

**Питательный режим почвы.** Обеспеченность культуры нитратным азотом по А.Е. Кочергину (1965) в зависимости от варианта химизации была на уровне от средней до высокой. В варианте без применения средств химизации перед посевом содержание нитратов в слое почвы 0–40 см оценивается как среднее 11,1–13,5 мг/кг почвы, независимо от системы обработки почвы.

На фоне систематического применения средств комплексной химизации обеспеченность нитратным азотом по сравнению с контролем существенно повышалась на фонах с отвальной и комбинированной системами обработки, и к посеву она оценивалась как высокая (17,8 и более мг/кг). При этом на фоне плоскорезной обработки почвы обеспеченность азотом остаётся на среднем уровне (12,3 мг/кг), или на 44–53% меньше, чем на вариантах со вспашкой под твёрдую пшеницу.



Таблица 1

**Запасы продуктивной влаги в почве в слое 0–50 см в период полных всходов в зависимости от системы обработки почвы и приёмов ухода за посевами твёрдой пшеницы (в среднем за 2002–2004 гг.)**

В миллиметрах

| Предпосевная обработка почвы и приёмы ухода (фактор В) | Основная обработка почвы (фактор А) |         |              | Среднее по В, НСР <sub>05</sub> = 5 мм |
|--|-------------------------------------|---------|--------------|--|
|  | Вспашка                             | Нулевая | Плоскорезная |  |
| Посев СКП-2.1 (контроль)                               | 72                                  | 67      | 64           | 68                                     |
| Прикатывание после посева (ЗКШ-6)                      | 76                                  | 74      | 69           | 73                                     |
| Культивация за 10–12 суток до посева (КПС-4)           | 79                                  | 73      | 72           | 75                                     |
| Боронование до всходов (БЗСС-1.0)                      | 80                                  | 80      | 66           | 75                                     |
| Среднее по А, НСР <sub>05</sub> = 6 мм;                | 77                                  | 74      | 68           | 73                                     |

Примечание. Для частных средних НСР<sub>05</sub> = 8 мм.

Таблица 2

**Расход влаги на 1 тонну зерна твёрдой пшеницы в зависимости от системы основной обработки почвы и средств химизации (в среднем за 2002–2004 гг.)**

В миллиметрах

| Химизация (фактор В)     | Система основной обработки почвы (фактор А) |                 |              | Среднее по В |
|--------------------------|---|-----------------|--------------|--------------|
|                          | Отвальная                                   | Комбинированная | Плоскорезная |              |
| Контроль (без химизации) | 126   | 116             | 134          | 125          |
| Комплексная химизация    | 74  | 74              | 72           | 73           |
| Среднее по А             | 100   | 95              | 103          |              |

При систематическом применении минеральных удобрений в варианте с комплексной химизацией содержание подвижного фосфора в почве (по Чирикову) повышается до уровня высокой обеспеченности, а при ежегодной плоскорезной обработке за счёт концентрации вносимых удобрений в 0–20 см слое почвы возрастает до очень высокой – 220 мг/кг почвы.

Обеспеченность твёрдой пшеницы обменным калием находится на очень высоком уровне во всех вариантах независимо от системы обработки почвы и средств химизации (250–345 мг/кг).

**Засорённость посевов.** На засорённость посевов твёрдой пшеницы оказывает влияние система основной обработки почвы, средства химизации и погодные условия в период вегетации (рис. 1).

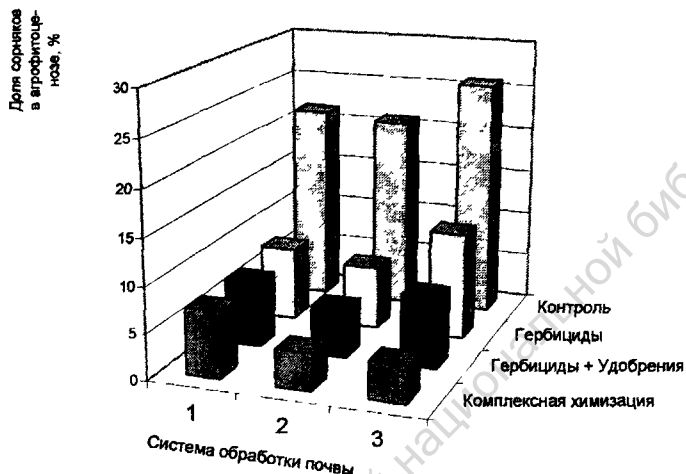


Рис. 1. Засорённость посевов твёрдой пшеницы после озимой ржи в зависимости от системы основной обработки почвы и химизации (в среднем за 2002–2004 гг.): 1 – отвальная; 2 – комбинированная; 3 – плоскорезная

Во всех вариантах обработки почвы без применения средств химизации засорённость посевов достигает высокого уровня и составляет 21,0–25,9% от общей надземной массы растений в агрофитоценозе. В варианте с использованием гербицидов уровень засорённости варьирует от слабой до средней (6,9–11,6% от массы агрофитоценоза). В варианте с применением удобрений и гербицидов засорённость посевов на слабом уровне и составляет 5,3–7,7%. Применение средств комплексной химизации (удобрения, гербициды, фунгициды, ретарданты и инсектициды) позволяет повысить конкурентную способность культуры, снизить уровень засорённости до 4% по комбинированной и плоскорезной системам обработки почвы и до 7,2% при ежегодной вспашке.

На фоне комбинированной системы обработки почвы во всех вариантах с применением гербицидов доля сорняков в агрофитоценозе ниже, по сравнению с отвальной и плоскорезной системами обработки. В вариантах с применением гербицидов и других средств химизации преобладают мятликовые и однолетние двудольные сорняки, устойчивые к 2,4 – Д, доля которых в общей массе сорняков составляет соответственно 58–84% и 31–47%.

В весенний период из агротехнических приёмов подавления сорняков наиболее эффективным по фонам плоскорезной и нулевой обработки является промежуточная культивация за 10–12 суток до посева (рис. 2). По этому варианту происходит снижение засорённости посевов на 3,3–6,8% (в абсолютном выражении). По вспашке меньшую засорённость агрофитоценоза (10,8%) обеспечивает боронование до всходов (БЗСС-1,0). Однако, наименьшую засорённость посевов твёрдой пшеницы обеспечивает применение гербицида (диален).

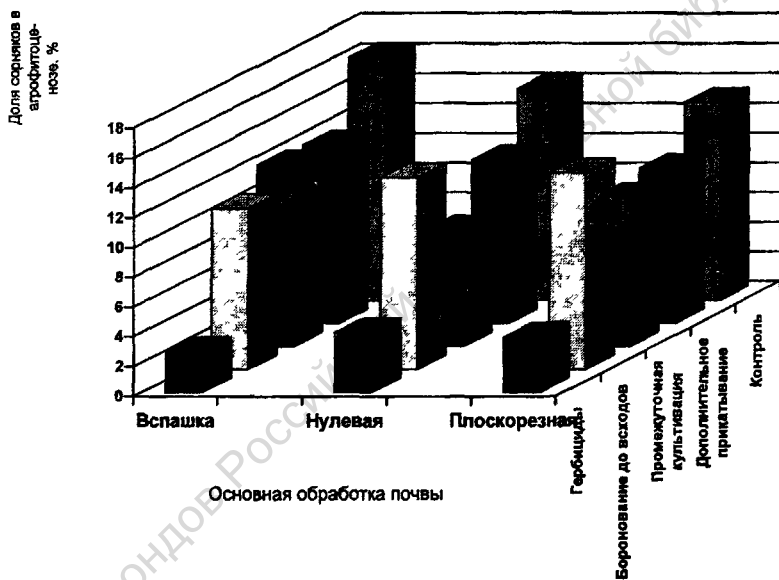


Рис. 2. Засорённость посевов твёрдой пшеницы после озимой ржи в зависимости от приёмов основной, предпосевной, послепосевной обработки почвы и ухода за посевами (в среднем за 2002–2004 гг.)

**Развитие болезней в посевах.** В период исследований степень поражения культуры септориозом не превышала порог вредоносности (1,7–3,2%) и слабо зависела от варианта обработки почвы и средств химизации.

В относительно благоприятных погодных условиях (ГТК = 0,72–1,52) развитие мучнистой росы в посевах культуры также не превышает порог вре-

доносности. Внесение азотных удобрений способствует интенсификации развития болезней.

Сорт твёрдой пшеницы Омская янтарная отмечен высокой устойчивостью к бурой листовой ржавчине, развитие которой не превышает 2,8%, при распространённости до 40%.

В отдельности все виды воздушно-капельной инфекции не получили в период исследований существенного развития. Однако за многие годы в сумме они оказали существенное влияние на культуру, о чём свидетельствует прибавка урожая в варианте с применением фунгицида. Применение системного фунгицида (Тилт) подавляет развитие патогенов, при этом повышает устойчивость культуры и к возбудителям корневой гнили.

В зависимости от складывающихся погодных условий степень поражения растений твёрдой пшеницы обыкновенной корневой гнилью сильнее варьирует (21–45%) при плоскорезной системе обработки почвы, по сравнению с отвальной и комбинированной (20–31%). В вариантах с применением гербицидов и удобрений снижение степени распространения и развития болезни связано с подавлением мятликовых сорняков и жабрея, являющихся резервуарами патогена, и более интенсивным разложением инфицированных растительных остатков в почве.

**Урожайность твёрдой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы и средств химизации.** Наибольшая урожайность твёрдой пшеницы в вариантах без применения средств химизации – 2,23 и 2,21 т/га получена на фоне комбинированной и отвальной систем обработки почвы, что на 9% больше, чем на фоне с плоскорезной обработкой почвы (табл. 3).

Существенные прибавки урожайности обеспечили средства химизации: гербицид – 0,28 т/га (19,3%); удобрения – 0,47 т/га (13,0%); фунгицид – 0,36 т/га (12,7%) и ретардант – 0,29 т/га (8,8%).

Наибольший положительный эффект получен в вариантах с применением всего комплекса средств химизации при плоскорезной и комбинированной системах обработки почвы. Прибавка зерна составила соответственно 1,59 и 1,56 т/га, что выше, чем в варианте с отвальной обработкой в среднем на 11%.

Максимальный урожай зерна – 3,79 т/га получен в варианте с комбинированной системой обработки и комплексной химизацией, или на 4,2–5,0% выше, чем при других системах обработки почвы.

При посеве твёрдой пшеницы сеялкой СКП-2,1 наибольшие прибавки урожая зерна от дополнительных агротехнических приёмов получены (табл. 4):

- на фоне плоскорезной обработки почвы – 0,3 т/га (14,4%) от промежуточной культивации за 10–12 суток до посева и 0,23 т/га (11,0%) от дополнительного прикатывания после посева;
- на фоне без осенней обработки почвы – 0,32 т/га (16,5%) от промежуточной культивации и – 0,31 т/га (16,0%) от боронования до всходов;
- на фоне вспашки – 0,14 т/га (6,1%) от дополнительного прикатывания после посева и 0,13 т/га (5,7%) от боронования до всходов.

Таблица 3

**Урожайность твёрдой пшеницы после озимой ржи в зависимости от системы основной обработки почвы и применения средств химизации (в среднем за 2002–2004 гг.)**

В тоннах на гектар

| Средства химизации (фактор В)                | Система основной обработки почвы (фактор А) |                 |              | Среднее по В,<br>НСР <sub>05</sub> = 0,19 |
|--|---|-----------------|--------------|---|
|  | Отвальная                                   | Комбинированная | Плоскорезная |   |
| Контроль (без средств химизации)             | 2,21  | 2,23            | 2,04         | 2,16                                      |
| Гербициды                                    | 2,48  | 2,39            | 2,46         | 2,44                                      |
| Удобрения + гербициды                        | 2,82  | 2,88            | 3,04         | 2,91                                      |
| Удобрения + гербициды + фунгициды            | 3,25  | 3,38            | 3,20         | 3,28                                      |
| Удобрения + гербициды + фунгициды ретарданты | 3,51  | 3,62            | 3,58         | 3,57                                      |
| Комплексная химизация                        | 3,60  | 3,79            | 3,63         | 3,67                                      |
| Среднее по А, НСР <sub>05</sub> = 0,13       | 2,98  | 3,05            | 3,00         |   |

*Примечание.* Для частных средних НСР<sub>05</sub> = 0,26 т/га.

По всем фонам основной обработки почвы наибольшая прибавка урожайности получена от применения гербицида, в среднем 0,42 т/га (20,0%).

Зерно твёрдой пшеницы соответствующее качеству 1-го и 2-го класса, получено при отвальной и комбинированной системах основной обработки почвы в сочетании с применением гербицида (табл. 5). При повышении урожайности в вариантах с применением удобрений (N<sub>45</sub>P<sub>20</sub>) до 2,8–2,9 т/га качество зерна по показателям стекловидности и сырой клейковины снижается до уровня 3-го класса.

Таблица 4

**Урожайность твёрдой пшеницы после озимой ржи в зависимости от системы основной, предпосевной и послепосевной обработки почвы (в среднем за 2002–2004 гг.)**

В тоннах на гектар

| Предпосевная и послепосевная обработка (фактор В) | Основная обработка почвы (фактор А) |         |              | Среднее по В, НСР <sub>05</sub> = 0,10 |
|---|-------------------------------------|---------|--------------|--|
|   | Вспашка                             | Нулевая | Плоскорезная |  |
| Контроль (посев СКП-2,1)                          | 2,29                                | 1,94    | 2,09         | 2,11                                   |
| Прикатывание после посева                         | 2,43                                | 2,05    | 2,32         | 2,27                                   |
| Культивация за 10–12 суток до посева              | 2,38                                | 2,26    | 2,39         | 2,34                                   |
| Боронование до всходов                            | 2,42                                | 2,25    | 2,28         | 2,32                                   |
| Гербициды   | 2,58                                | 2,47    | 2,54         | 2,53                                   |
| Среднее по А, НСР <sub>05</sub> = 0,07            | 2,42                                | 2,19    | 2,32         |  |

*Примечание.* Для частных средних НСР<sub>05</sub> = 0,14 т/га.

**Экономическая оценка.** Возделывание твёрдой пшеницы после озимой ржи экономически выгодно. В вариантах с отвальной и комбинированной системами обработки почвы максимальная рентабельность производства твёрдой пшеницы получена в варианте с применением удобрений, гербицидов и фунгицидов (156–157%). При плоскорезной системе обработки почвы рентабельность с насыщением технологии средствами химизации имеет тенденцию к возрастанию, при этом максимальная рентабельность составила 164% в варианте с применением удобрений гербицидов, фунгицидов и ретардантов.

При сложившихся на 2004 г. ценах (в т. ч. цена реализации зерна 3 класса – 3800 руб./за тонну, 2-го класса – 4200 и 1-го класса – 4500) максимальная прибыль с одного гектара посева культуры получена в варианте с комплексным применением средств химизации – 8740 рублей. При этом затраты на гектар посева составили 5968–6127 рублей, в зависимости от системы обработки.

**Биоэнергетическая оценка.** Анализ структуры затрат энергии на производство зерна твёрдой пшеницы по различным системам обработки почвы показал, что затраты совокупной энергии в варианте с плоскорезной обработкой почвы меньше, чем при отвальной на 2,6–3,7%. Увеличение затрат совокупной энергии в варианте с комплексным применением средств химизации составляет 42,6–44,1% к варианту без применения средств химизации.

Качество зерна твёрдой пшеницы в зависимости от системы основной обработки почвы и средств химизации (в среднем за 2002–2004 гг.)

| Вариант химизации                   | Натура, г/л | Стекло-видность, % | Белок, % | Сырая клейковина, % |
|-------------------------------------|-------------|--------------------|----------|---------------------|
| <i>Система обработки: Отвальная</i> |             |                    |          |                     |
| К                                   | 766         | 76                 | 14,3     | 27,8                |
| Г                                   | 772         | 80                 | 14,7     | 28,4                |
| УГ                                  | 759         | 85                 | 15,2     | 28,8                |
| КХ                                  | 759         | 79                 | 14,7     | 27,5                |
| <i>Комбинированная</i>              |             |                    |          |                     |
| К                                   | 763         | 76                 | 14,6     | 28,9                |
| Г                                   | 772         | 81                 | 14,8     | 28,6                |
| УГ                                  | 761         | 85                 | 15,1     | 30,7                |
| КХ                                  | 758         | 80                 | 14,8     | 29,0                |
| <i>Плоскорезная</i>                 |             |                    |          |                     |
| К                                   | 762         | 64                 | 14,2     | 27,6                |
| Г                                   | 770         | 73                 | 14,0     | 27,8                |
| УГ                                  | 763         | 82                 | 13,7     | 26,1                |
| КХ                                  | 765         | 76                 | 14,4     | 27,6                |

*Примечание.* К – контроль (без химизации); Г – гербициды; УГ – удобрения, гербициды; КХ – удобрения, гербициды, фунгициды, ретарданты и инсектициды.

В структуре затрат совокупной энергии статьи затрат располагаются в убывающем ряду: семена; удобрения и пестициды; машины и оборудование; топливо и электроэнергия; живой труд.

Максимальный энергетический коэффициент – 3,33, и выход валовой энергии в урожае – 43,64 ГДж/га обеспечивается при комбинированной системе основной обработки почвы с комплексным применением средств химизации.

## ВЫВОДЫ

1. Ежегодная плоскорезная обработка почвы на 10–12 см после уборки озимой ржи обеспечивает оптимальную плотность (1,17–1,19 г/см<sup>3</sup>) пахотного слоя почвы к посеву твёрдой пшеницы. Плотность почвы в вариантах с отвальной и комбинированной системами обработки почвы составляет 1,09–1,13 г/см<sup>3</sup>, или на 9% ниже, чем в варианте с плоскорезной обработкой почвы.

2. Применение средств комплексной химизации (удобрений, гербицидов, фунгицидов, ретардантов и инсектицидов) в посевах твёрдой пшеницы существенно снижает зависимость урожая зерна от запасов влаги в почве и атмосфере.

ных осадков вне зависимости от системы обработки почвы. При этом коэффициент водопотребления на 1 тонну зерна снижается на 52 мм (42%), в сравнении с вариантом без применения средств химизации.

3. Содержание элементов питания в почве зависит от системы обработки почвы в севообороте и применяемых средств химизации. Обеспеченность нитратным азотом (на контроле) без применения средств химизации в период вегетации лучше в вариантах с отвальной и комбинированной системами обработки почвы. Без применения средств химизации содержание нитратного азота в почве (в слое 0–40 см) при посеве составляет 12,6–13,5 мг/кг почвы, а варианте с применением средств комплексной химизации – 17,8–18,9 мг/кг почвы.

Различия по обеспеченности твёрдой пшеницы доступными фосфором и обменным калием без применения удобрений по вариантам обработки почвы незначительны. При систематическом внесении удобрений в севообороте ( $N_{45}P_{20}$  под твёрдую пшеницу) содержание подвижного фосфора составляет 198–220 мг/кг почвы и соответствует высокому и очень высокому уровню обеспеченности. Содержание обменного калия очень высокое (250–345 мг/кг) по всем вариантам.

4. В зависимости от складывающихся погодных условий засорённость посевов твёрдой пшеницы во всех вариантах обработки почвы без применения гербицидов варьирует от среднего до высокого уровня (14,5–29,1% от массы агрофитоценоза). При использовании гербицидов и удобрений засорённость снижается до низкого уровня (5,7–7,7%).

В вариантах с применением гербицидов преобладают мятликовые и однолетние двудольные устойчивые к 2,4 – Д, доля которых в общей массе сорняков составляет соответственно 58–84% и 31–47%.

5. В весенний период из агротехнических приёмов наиболее эффективно подавляет сорняки промежуточная культивация на 5–6 см за 10–12 суток до посева. В зависимости от фона зяблевой обработки снижение уровня засорённости посевов составляет 3,3–6,4% (в абсолютном выражении). Боронование до всходов снижает засорённость посевов на 1,0–5,5% и более эффективно на фоне со вспашкой.

6. В посевах твёрдой пшеницы проявляется комплекс грибных инфекций, из которых наиболее вредоносны мучнистая роса, септориоз и обыкновенная (корневая) гниль.

В разные годы каждый вид воздушно-капельной инфекции в отдельности не получает достаточного развития. Однако их суммарная вредоносность в большинстве лет оказывает отрицательное влияние на рост, развитие и урожайность культуры. Применение системного фунгицида (Тилт) в посевах твёрдой пшеницы по первым признакам болезней позволяет подавить развитие патогенов, сохранить фотосинтетический аппарат и повысить урожайность зерна.

7. Без применения средств химизации или при ограниченном их применении более высокая урожайность твёрдой пшеницы при посеве после озимой ржи обеспечивается при комбинированной системе обработки почвы в севообороте, в сравнении с урожайностью на фонах с отвальной и плоскорезной системой обработки почвы. Максимальная урожайность – в среднем 3,79 т/га



достигается при комбинированной системе обработки почвы с применением комплексной химизации.

8. Наибольшая урожайность твёрдой пшеницы достигается при комплексном применении средств химизации, в среднем 3,67 т/га, или на 1,51 т/га (70%) выше, в сравнении с контролем (без химизации).

9. При посеве твёрдой пшеницы сеялкой СКП-2,1 наибольшие прибавки урожая от агротехнических приёмов обеспечиваются:

– на фоне без осенней обработки от применения промежуточной культивации до посева (0,32 т/га, или 16,5%) и от боронования до всходов (0,31 т/га, или 16,0%);

– на фоне плоскорезной обработки от применения промежуточной культивации до посева (0,30 т/га, или 14,4%) и от дополнительного прикатывания после посева (0,23 т/га, или 11,0%);

– на фоне вспашки – от применения боронования до всходов культуры (0,13 т/га, или 5,7%) и от дополнительного прикатывания после посева (0,14 т/га, или 6,3%).

10. При возделывании твёрдой пшеницы в севообороте после озимой ржи с применением удобрений и гербицидов лучшие экономические показатели обеспечиваются при плоскорезной системе обработки почвы, где рентабельность составляет 161%, (прибыль – 7521 руб./га), или на 17–22% выше, чем при отвальной и комбинированной системах обработки. Максимальный показатель прибыли (9231 руб./га) с гектара получен по комбинированной системе обработки почвы с применением средств комплексной химизации, рентабельность составила 151%.

11. В варианте удобрения + гербициды приращение валовой энергии в урожае возрастает на 24,3–57,9% по сравнению с контролем (без химизации) в зависимости от системы обработки почвы. При использовании комплексной химизации приращение валовой энергии составляет 17,3–20,6 ГДж/га, или увеличение на 74,4–98,3% к контролю. При этом максимальный энергетический коэффициент – 3,3 и выход валовой энергии в урожае – 43,6 ГДж/га обеспечивается при комбинированной системе обработки почвы.

12. Интенсификация технологии возделывания твёрдой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири на основе применения средств комплексной химизации и минимизации системы обработки почвы обеспечивает увеличение урожайности, стабильное производство высококачественного зерна, улучшение финансовых показателей и повышение плодородия почвы.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

1. В четырёхпольном зернопаровом севообороте при ограниченном применении средств химизации рекомендуется применять комбинированную систему обработки почвы, которая включает в пару под озимую рожь безотвальную обработку на глубину 23–25 см, под твёрдую пшеницу – вспашку на глубину 20–22 см и без осенней обработки почвы под овёс.

2. При посеве твёрдой пшеницы сеялкой СКП-2,1 в зависимости от состояния почвы и засорённости: по отвальному фону обработки почвы рекомендуется применять дополнительное прикатывание после посева (ЗККШ-6) или боронование до всходов (БЗСС-1,0); по плоскорезному фону – промежуточную культивацию на глубину 5–6 см за 10–12 суток до посева или дополнительное прикатывание после посева (ЗККШ-6); на фоне без осенней обработки почвы – промежуточную культивацию на глубину 5–6 см за 10–12 суток до посева или боронование до всходов (БЗСС-1,0).

### Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Нагибин А.Г. Совершенствование элементов технологии возделывания твёрдой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири / А.Г. Нагибин // Аграрная наука в новом тысячелетии: сб. науч. тр. / Ом. гос. аграр. ун-т. – Омск, 2003. – С. 157–162.

2. Нагибин А.Г. Минимализация обработки почвы при возделывании твёрдой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири / А.Г. Нагибин // Сельское хозяйство Сибири. – 2003. – № 7. – С. 15–16.

3. Нагибин А.Г. Оптимизация системы основной обработки почвы и средств химизации при возделывании твёрдой пшеницы после озимой ржи в южной лесостепи Западной Сибири / А.Г. Нагибин // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых учёных: тр. междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных СО РАСХН. – Новосибирск, 2004. – С. 87–91.

4. Ершов В.Л. Возделывание твёрдой пшеницы при ресурсосберегающих технологиях / В.Л. Ершов, А.Г. Нагибин // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 22–23.

5. Оптимальная система обработки почвы в севообороте под твёрдую пшеницу после озимой ржи: информ. листок № 01–05 / ОмЦНТИ; сост. В.Л. Ершов, А.Г. Нагибин. – Омск, 2005. – 4 с.

6. Ершов В. Л. Возделывание твёрдой пшеницы при интенсификации земледелия в южной лесостепи Омской области / В.Л. Ершов, А.Г. Нагибин // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и образования: сб. науч. тр. второй междунар. науч.-практ. конф. – Самара, 2005. – Вып. IV. – С. 209–211.

Рег. № 106. Слано в набор 13.10.05. Подписано в печать 21.10.05.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Печать на ризографе. Печ. л. 1,0 (0,93).

Уч.-изд. л. 1,27. Тираж 110 экз. Заказ 210

Издательство ФГОУ ВПО ОмГАУ.

644008, Омск, ул. Сибаконская, 4, тел. 65-35-18.

---

Отпечатано в типографии издательства ФГОУ ВПО ОмГАУ

Из фондов Российской национальной библиотеки

**№ 2 1 3 1 4**

**РНБ Русский фонд**

**2006-4**

**23008**

Из фондов Российской национальной библиотеки