

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК633/635:631.8

**Ю.И.ЕРМОХИН
И.А.БОБРЕНКО
Т.Б.СМИРНОВА
И.В.ТЕМЕРЕВА**

Омский государственный
аграрный университет

ДИАГНОСТИКА ПОТРЕБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УДОБРЕНИЯХ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

В статье освещается вопрос исторического развития диагностики потребностей сельскохозяйственных культур в удобрениях.

Применение удобрений для получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур становится в последнее время вполне осознанной необходимостью. В связи с чем проблема определения сбалансированных доз удобрений, обеспечивающих высокие урожаи продукции в количественном и качественном отношении, является вопросом первостепенной важности. Его решение возможно при использовании методов диагностики потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях. Поэтому весьма актуальной является цель данной работы: на основе анализа литературы осветить основные этапы развития почвенно-растительной диагностики ми-

нерального питания растений и её современное состояние.

Рассматривая в историческом аспекте проблему определения уровня обеспеченности растений элементами питания, можно отметить два направления. В основу первого направления положены результаты полевых опытов. Второе направление предусматривает химические и физиолого-биологические методы анализа почв и растений (почвенная и растительная диагностика).

Полевой опыт широко используется в агрохимии до сих пор и является ведущим методом в измерении действия удобрений, разработке и обосновании

рациональных приемов их использования, определяет необходимость применения тех или других минеральных элементов под сельскохозяйственную культуру, сроки и способы их внесения. Однако на протяжении длительного времени исследовательская мысль была обращена на поиски быстрых, простых и достаточно точных методов определения количества и качества доступных растению питательных веществ.

Под влиянием учения Ю. Либиха начиная с сороковых годов прошлого столетия формируется наука агрохимия, в центре внимания которой — химический анализ почв и растений. Химические анализы почв на первых порах ограничиваются валовым определением элементов, играющих роль в жизни растений и в классификации почв [6, с. 13]. Первые же попытки перехода от валового анализа к определению плодородия почв показали, что нет прямой связи между этим анализом и урожайностью. Химический анализ почвы, который на заре агрохимии считался весьма перспективным для широкого практического использования в земледелии, вскоре оказался при рутинном применении ограниченно ценным.

В конце пятидесятых годов наметился переход к исследованию химического состава водных вытяжек. В настоящее время водными вытяжками пользуются при агрохимическом обследовании и проведении анализов в овощеводстве в условиях защищенного грунта. Метод основан на извлечении нитратного и аммиачного азота, фосфора, калия, хлор-иона из почвогрунта дистиллированной водой при соотношении почвогрунта к воде 1:5 (для торфов 1:10). Привлекает в этом методе простота получения вытяжки, но в условиях полевого овощеводства (тем более для зерновых севооборотов) этот метод неприемлем ввиду того, что приходится работать с весьма малыми количествами P_2O_5 и K_2O .

Следующим шагом явилось изучение состава вытяжек из почвы слабыми растворами кислот. В этом направлении выдающуюся роль сыграли работы А. Т. Кирсанова. Обобщая итоги работ многих исследователей по определению потребности почв в минеральных удобрениях, А. Т. Кирсанов [6, с. 15] пришел к выводу, что факт ежегодного появления новых методов или их вариантов говорит о наличии недостатков во всех предыдущих методах. Главная причина неудовлетворительности методов состояла в том, что они в большинстве случаев отмечали экстремальные условия, то есть острую потребность и полную обеспеченность и в то же время малоудовлетворительное совпадение при средней обеспеченности почв питательными веществами.

В этот период во всех странах Западной Европы и в США большой популярностью начинают пользоваться лабораторные методы определения потребности растений в удобрениях, основанные на определении запасов питательных веществ в почве. Вызвано это стремлением заменить дорогой и громоздкий метод более дешевым и быстрым. В Германии это были методы Е. Митчерлиха и Неймбауэра, в Швеции — метод Аррениуса. В СССР А. Т. Кирсанов рекомендует применять методы Митчерлиха и свой химический (0,2 н. соляная кислота). На конференции Международной ассоциации почвоведов в Копенгагене в 1933 г. принято решение о проведении конкурсного испытания химических методов определения потребности почв в удобрениях с постановкой полевых и вегетационных опытов на тысяче отдельных почв. В проведении этого испытания приняли

активное участие советские агрохимики А. Т. Кирсанов, И. В. Тюрин, Н. И. Соколов, М. М. Кононова, И. П. Антипов-Каратаев, А. А. Маслова и др. Предложенные ими химические методы и разработанные градации обеспеченности элементами питания для некоторых типов почв прочно вошли в практику агрохимических исследований [1, с. 28].

В настоящее время из многочисленных методов, основанных на применении слабокислых вытяжек, для извлечения фосфора используются: в методе Кирсанова 0,2 н. НС1 при отношении почвы к раствору 1:5; в методе Аррениуса 1%-ная лимонная кислота, 1:10; в методе Труога 0,002 н. H_2SO_4 , забуференная сернокислым аммонием до pH 3, 1:200; в методе Чирикова 0,5 н. CH_3COOH , 1:25; в методе Эгнера-Рима, широко используемом в зарубежных странах, — кислый буферный раствор лактата кальция и аммония, pH 3,6 - 3,7, 1:50. К методам, в которых извлечение фосфора производится щелочными растворами, относятся: метод Мачигина — вытяжка 1%-ным раствором углекислого аммония, pH 9, 1:20; метод Даса — вытяжка 1%-ным раствором углекислого калия, 1:10; метод Олсена — вытяжка 0,5 н. $NaHCO_3$, pH 8,3, 1:20. В некоторых методах применяются реактивы, рассчитанные на извлечение обменно-поглощенных фосфатов. Так, в методе А. В. Соколова используется нейтральный 0,1 н. раствор NH_4F , в методе Брея и Курца — смесь растворов NH_4F и НС1 (0,03 н. по NH_4F и 0,025 н. по НС1). Большинство методов применяются ограниченно: метод Кирсанова рекомендуется только для дерново-подзолистых почв (для пахотного слоя); при анализе нижних иллювиальных слоев получают завышенные данные, не соответствующие очень слабой доступности растениям фосфатов этих горизонтов; метод Мачигина — для карбонатных почв; метод Аррениуса — для красноземов. Из приведенного списка лишь метод Эгнера-Рима универсален — он рекомендуется авторами (в условиях почв Швеции и ФРГ) для легких и тяжелых почв, кислых (pH до 5,5) и нейтральных.

В настоящее время в США используют для качественной характеристики почвы уксуснокислую вытяжку, в которой определяют 10 элементов (N, P, K, Mg, Ca, Fe, Al, Mn, S, Cl). В Англии фосфор и калий определяют также из одной вытяжки (смесь 0,5 н. растворов уксусной кислоты и уксуснокислого аммония). В Голландии азот, фосфор, калий, хлор и общую концентрацию солей определяют в водной вытяжке из почвы. Остальные элементы — кальций, магний, марганец, железо и алюминий — в ацетатно-буферной вытяжке с pH 4,8. В ГДР азот, фосфор и калий определяли из одной ацетатно-буферной вытяжки с pH 3,8 и результаты переводили не на 1 кг массы почвы, а на литр (почву не отвешивают, а отмеряют), что позволяет сразу вычислить запасы питательных веществ в $1 м^2$ [7, с. 9].

К. П. Магницкий предложил в ацетатно-буферной вытяжке из почвы определять 11 элементов для анализа питательных растворов и растительных материалов. Ю. И. Ермохин [2, с. 104] предложил для черноземных некарбонатных почв определять нитратный и аммиачный азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу, хлор, натрий в почве и растениях в 2%-ной уксусной кислоте и рекомендовал градации потребности растений в удобрениях.

Однако химический анализ почв, несмотря на чувствительность и верность употребляемых ныне приемов, дает тем не менее неполные результаты при определении степени плодородия земли, так как плодородие почвы не является функцией только её

химического состава. Ю. Либих отмечал, что плодородие поля зависит не от количества одного или многих питательных веществ, найденных анализом, а от той доли этого количества, которую почва может передать растениям. Величину этой доли можно до настоящего времени установить только при посредстве самого растения. Значит, на первый план выдвигается "изучение взаимоотношений между растением, почвой и удобрением" — как главная задача агрохимиков. Буссенго Ж.Б. в 1837 г. одним из первых также выдвинул положение о необходимости учета потребности самого растения в питательных веществах. Он указал, что для проверки мнения ученых нужно спрашивать мнение самого растения. Г. Гельригел в 1868 г. пришел к выводу, что химический анализ растений дает более точные сведения о запасах доступных питательных веществ почвы, чем анализ самой почвы. В XX веке во многих странах активно разрабатывались методы диагностики условий минерального питания культур с использованием анализа растений. Широкую известность приобрели работы Ф. Эммерта, А. Ульриха, В. Фидлер, И. Колларжик, П. Прево и М. Оланье, и др. [3, с. 12]. В России первым начал работу по использованию ткани и сока для анализа растений с целью диагностики их питания Д.А. Сабинин. Тканевая и соковая диагностики широко используются и в настоящее время. При этом анализируют как срезы растений, так и различные вытяжки — водные, уксуснокислые или ацетатно-буферные. Химический анализ растений отражает способность культуры извлекать питательные вещества из почвы при данном сочетании внешних условий, а также биологически объединяет действие многочисленных факторов на величину и качество урожая.

Химический состав растений — величина лабильная. Она зависит от многих одновременно действующих факторов (рис. 1). Количественная оценка значимости отдельных факторов и выявление причин, приводящих к определенному химическому составу растений, — задача весьма сложная.

Метод химического почвенного анализа диагностики минерального питания (почвенная диагностика) опирается на предположение о том, что корни растения извлекают элементы питания из почвы примерно таким же образом, как слабые кислоты или

буферные смеси, при этом имеется простая зависимость между концентрацией ионов в почве и поглощением их растениями. Однако почвенный анализ не может предусмотреть влияния на поглощение растением питательных веществ и его рост таких факторов, как погодные условия, избирательная способность культуры в поглощении питательных веществ из почвы по фазам развития, микробиологические процессы в почве и т.д. Кроме того, имеется целый ряд условий и допущений, связанных с природой растворителя, различиями в активности ионов на поверхности корня и в растворе, техникой взятия почвенных проб и т.д. Поэтому в ходе вегетации необходимо использовать растительную диагностику для оценки и корректировки питания культуры [4, с. 95; 8, с. 162].

Растительная диагностика может служить для решения следующих производственных и научных задач [5, с. 195]:

- диагноз состояния минерального питания культур и расчет доз удобрений для дополнительного внесения;
- прогноз качества будущего урожая;
- диагностика обеспеченности элементами питания последующих культур и уточнение на этой основе агрохимической характеристики почв («мнение растения» является наиболее объективным критерием оценки фактически сложившегося уровня содержания и соотношения элементов в конкретной агрохимической ситуации);
- выявление пестроты почвенного плодородия;
- оценка воздействия на почву и растение любого агроприема (обработка почвы, применение химических средств защиты растений, мелиорантов, удобрений, предшественник и др.) и выявление причин реакции растений на изучаемый прием;
- моделирование минерального питания растений;
- оценка сортовых особенностей питания и разработка сортовой диагностики минерального питания культур;
- выявление растений, наиболее ценных по отзывчивости на условия питания (в селекционной работе);
- оценка уровня загрязнения окружающей среды и растениеводческой продукции ксенобиотиками.

Таким образом, обследование состояния растений с помощью химического анализа и визуально позволяет определить потенциальные возможности продуктивности культур, а также агрохимическое и экологическое состояние агроценоза.

Определение потребности растений в элементах питания невозможно без установления оптимальных уровней содержания их в листьях или во всей надземной массе. Оптимальные уровни различных питательных веществ в растениях неодинаковы. Они зависят от вида сельскохозяйственной культуры, ее фазы развития, уровня урожайности, анализируемого органа, методов подготовки образца к анализу (соковая, тканевая, листовая диагностики) [5, с. 191].

Воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии осуществляется двумя путями — веществом и технологическим, агрохимии присущ первый — это применение удобрений. Фактор, способствующий оптимизации минерального питания, материален, следовательно, он должен измеряться количественно, подлежать учету. Сегодня настало время количественно описывать все элементы почвенного плодородия. Необходимо иметь химические, физические и биологические параметры, глубоко

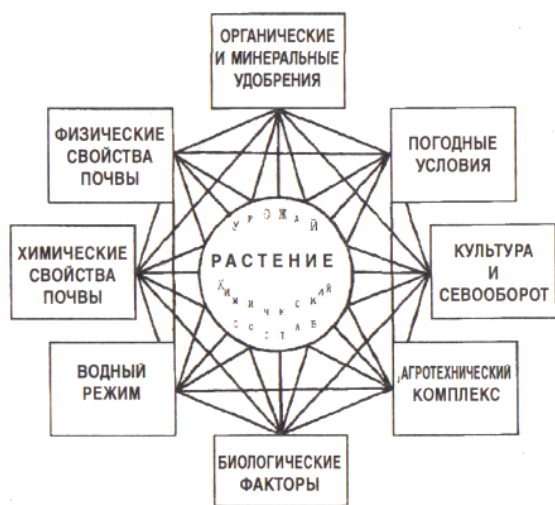


Рис. 1. Факторы, влияющие на урожай и химический состав растений

осмыслить их для успешного претворения в практику. Это позволит сохранить здоровую почву, а значит, и здоровое сельское хозяйство [4, с. 5].

В связи с этим весьма актуальными являются исследования закономерностей поступления макро- и микроэлементов в систему удобрения — почва — растения, их влияние на величину, качество растениеводческой продукции и их прогноз на основе системы почвенно-растительной оперативной диагностики («ПРОД»), разработанной Ю.И. Ермохиным и учениками в ОмГАУ в 1976 — 2003 гг. [5, с. 78].

Оптимизация минерального питания как научно-обоснованная система базируется на концепции единства почвы и растения, обеспечивает получение планируемых или запрограммированных урожаев при наименьшем использовании химической энергии в виде удобрений [5, с. 20].

Модель почвенно-растительной оперативной диагностики «ПРОД-ОмСХИ» рассматривается как новая целостная, организованная система из ранее не связанных элементов, часто обладающих различной степенью автономии (рис. 2). В ее основе три принципа: 1) установление обеспеченности растений макро- и микроэлементами до сева (посадки) на основе системы почвенной диагностики (ПД); 2) контроль питания растений в период их активного роста и развития в связи с влиянием факторов внешней среды — система растительной диагностики (РД); 3) прогнозирование величины и биологической полноценности растениеводческой продукции по формулам листового или тканевого анализа [4, с. 6].

Начальный блок (рис. 2) используется для разработки и получения действительно возможного урожая (ДВУ) в конкретных почвенно-климатических условиях с учетом объективного закона земле-

делия — закона минимума. При возделывании с.-х. культур, например, в условиях Сибири, лимитирующим фактором является вода — нерегулируемый фактор. С учетом продуктивной влаги и некоторых других нормативов производится программирование урожаев.

Второй блок (рис. 2), или так называемая ПД (почвенная диагностика), — это простая, доступная для широкого использования модель, в которой основные факторы плодородия находятся в тесной связи (корреляции) с величиной урожая. К таким агрохимическим факторам относятся нитратный азот, подвижный фосфор, обменный калий, ряд микроэлементов, гумус и другие. Учитывается их минимум, максимум, оптимум, уравновешенное питание (отсюда антагонизм и синергизм ионов), расчетные дозы удобрений на ДВУ и некоторые другие агрохимические факторы (структура, плотность почвы и т. д.).

Для прогнозирования качества растениеводческой продукции (третье звено в системе «ПРОД», рис. 2) важно установление взаимосвязей в системе почва — растение — удобрение. Изучив влияние удобрений на химизм почвы и растительных организмов, можно целенаправленно изменять качество урожая.

Закключение. Разработанная и проверенная многолетними производственными опытами оперативная интеграционная система «Прод-ОмСХИ» в хозяйствах Сибири, Казахстана и других областях позволяет контролировать обеспеченность растений элементами питания, судить о степени плодородия почвы, о качестве приемов внесения и эффективности удобрений, в высшей степени осуществлять охрану окружающей среды. «Прод-ОмСХИ» — это не пассивное ожидание урожая, а реальное осуществление в условиях производства оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур с целью получения запланированных урожаев в количественном и качественном отношении. Современная модель «Прод-ОмСХИ» — комплексное сочетание почвенной и растительной диагностики, которая позволяет по полученным данным агрохимического анализа почв и растений увидеть пути решения проблемы повышения плодородия почв, увеличения урожая, улучшения его качества, а также научно предсказать результаты научно-исследовательской работы.

Библиографический список

1. Бобренко И.А. Оптимизация минерального питания кормовых, овощных культур и картофеля на черноземах Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04. / И.А. Бобренко. — Омск, 2004. — 446 с.
2. Ермохин Ю.И. Оптимизация минерального питания и качества урожая картофеля и овощных культур: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04. / Ю.И. Ермохин. — Омск, 1983. — 437 с.
3. Ермохин Ю.И. Почвенно-растительная диагностика потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях: лекция / Ю.И. Ермохин. — Омск, 1991. — 43 с.
4. Ермохин Ю.И. Почвенно-растительная оперативная диагностика «ПРОД-ОмСХИ» минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур: монография / Ю.И. Ермохин. — Омск: ОмГАУ. — 1995. — 208 с.
5. Ермохин Ю.И. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур (на основе системы «ПРОД»): монография / Ю.И. Ермохин, И.А. Бобренко. — Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. — 284 с.



Рис. 2. Модель почвенно-растительной оперативной диагностики «ПРОД-ОмСХИ»

6. Кирсанов А.Т. Краткий обзор итогов по установлению химических методов определения потребности почв в минеральных удобрениях / А.Т. Кирсанов // Химические методы определения потребности почв в минеральных удобрениях: тр. Почв. ин-т. — Т.12. — М., 1935. — С. 11-23.

7. Комарова Н.А. Методы выделения почвенных растворов / Н.А. Комарова // Физико-химические методы исследования почв. — М., 1968. — С. 7-30.

8. Смирнова Т.Б. Химические показатели использования макроэлементов семенниками капусты белокочанной из почвы и удобрений. Сборник научных статей преподавателей и аспирантов цикла естественных дисциплин ОмГАУ / Федер. гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Ом. гос. аграр. ун-т». — Омск, 2007. — Вып. 3. — С.161-163.

ЕРМОХИН Юрий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии.

БОБРЕНКО Игорь Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрохимии.

ТЕМЕРЕВА Ирина Владимировна, старший преподаватель кафедры химии.

СМИРНОВА Татьяна Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры химии.

Статья поступила в редакцию 12.11.06 г.

© Ермохин Ю. И., Бобренко И. А., Тимерева И. В., Смирнова Т. Б.

УДК633.111«321»:631.5(571.13)

**В.Л.ЕРШОВ
Л.В.ЮШКЕВИЧ
А.Ю.БЫЧЕК**

Омский государственный
аграрный университет

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОВТОРНЫХ ПОСЕВАХ НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Современное сельскохозяйственное производство требует максимальной специализации. В сложившихся условиях многие хозяйства в регионе, особенно фермерские, фактически переключились в основном на производство зерна яровой пшеницы. Возделывание яровой пшеницы в повторных посевах в условиях южной лесостепи Западной Сибири возможно и экономически выгодно при определенном уровне интенсификации технологии возделывания. Интенсификация технологии возделывания повторных посевов яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири оправдана улучшением качества, повышением урожайности.

При этом происходит снижение почвенного плодородия из-за ухудшения водного и питательного режимов почвы, увеличения засоренности посевов специализированными видами и усиления инфекционного фона. Данные факторы в целом отрицательно влияют на продуктивность и качество зерна пшеницы. Отмеченные негативные факторы сильнее проявляются в засушливые годы.

Опыты проводились в 2004-2006 гг. в стационарном опыте лаборатории земледелия черноземной лесостепи СибНИИСХ на базе ОПХ «Омское» в посевах третьей пшеницы после пара. Почва опытного участка — чернозём слабовыщелоченный, тяжёлый, среднесуглинистый, среднеспелый, среднеспелый.

Варианты двухфакторного опыта

Система основной обработки почвы (фактор А): 1. Отвальная (вспашка на 20-22 см, ежегодно). 2. Комбинированная (чередование вспашки на 20-22 см и плоскорезной обработки на 10-12 см через год, вспашка под третью пшеницу). 3. Комбинированно-плоскорезная (в пару глубокая плоскорезная обра-

ботка на 23-25 см, под вторую пшеницу — вспашка, под третью пшеницу плоскорезная обработка на 10-12 см). 4. Плоскорезная (плоскорезная обработка на 10-12 см, ежегодно). 5. Комбинированно-нулевая (в пару глубокая плоскорезная обработка на 23-25 см, под вторую пшеницу — вспашка, под третью пшеницу — без осенней обработки). 6. Нулевая (без осенней обработки, ежегодно).

Система применения средств химизации в севообороте (фактор В): 1. Контроль (без средств химизации). 2. Гербициды. 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.

Высевался среднераннеспелый сорт Памяти Азиева селекции СибНИИСХ. Посев пшеницы производили в третьей декаде мая сеялкой полосного типа СКП — 2,1, норма посева 4,0 — 4,5 млн всхожих зёрен. Вся солома в стационарном опыте измельчается комбайном при уборке и разбрасывается по полю (в среднем 2,8 т/га).

Годы исследований значительно отличались по погодным условиям: в период июнь-август 2004 года ГТК составил 0,66; 2005 г. — 1,18; 2006 г. — 1,01.

За период исследований, при посеве пшеницы третьей культурой после пара, плотность почвы (в слое 0-30 см) зависела от системы основной обработки почвы и применяемых в опыте средств химизации. Плотность 0-30 см слоя почвы после посева по всем системам обработки почвы находилась в пределах оптимальной для роста и развития яровой пшеницы: от 1,12 г/см³ на фоне без средств химизации при отвальной системе обработки почвы, до 1,18 г/см³ на комплексной химизации при нулевой. Наиболее рыхлое сложение отмечалось на фоне отвальной обработки — 1,12-1,13 г/см³. Нулевая система обработки почвы сформировала наиболее плотное сложение пахотного горизонта: в среднем 1,17-1,18 г/см³. В вариантах с применением средств комплексной химизации плотность увеличилась к контролю в среднем всего на 0,9 %.

Различные системы обработки почвы в сочетании с химизацией по-разному влияют на накопление и сохранение почвенной влаги к периоду посева (таблица 1).

В годы исследований запасы влаги в метровом слое почвы перед посевом культуры характеризуются как плохие и составляют: на гербицидном фоне 77 мм, на комплексной химизации 86 мм (таблица 1). Удовлетворительные запасы влаги в метровом слое почвы в среднем за годы исследований зафиксированы только на фоне плоскорезной и комбинированно-плоскорезной систем обработки почвы в сочетании с комплексной химизацией: 96 мм. На других вариантах запасы влаги в почве характеризовались как плохие: 65-87 мм. Наибольшие запасы влаги в почве к посеву отмечались в 2004 г. в среднем 93 мм (на 2,6 % больше чем в 2005 г и на 50,4 % чем в 2006 г.).

Минимальные запасы влаги в почве к посеву ежегодно отмечались на фоне вспашки (отвальной и комбинированно-отвальной систем обработки почвы) в сочетании с применением гербицидов — 65-77 мм. Это объясняется тем, что почвенная влага интенсивней испаряется из более рыхлой почвы, т.е. в вариантах со вспашкой. К тому же испарение влаги значительно меньше с поверхности почвы, покрытой растительными остатками. На фоне комплексной химизации запасы влаги выше, чем на фоне отдельного применения гербицидов, это можно объяснить большим насыщением почвы органикой (запахивалось большее количество корневых и пожнивных растительных остатков) и меньшей испаряемостью с поверхности почвы.

На контроле наибольшие запасы продуктивной влаги после посева обеспечила плоскорезная система обработки почвы: на 34 % больше отвальной системы и на 9 % больше нулевой. На фоне применения комп-

лексной химизации наибольшие запасы влаги также отмечены на плоскорезной системе: на 20 % больше отвальной системы и на 16 % больше нулевой. На фоне плоскорезной системы обработки почвы запасы продуктивной влаги были, в среднем выше на 26 % по сравнению с отвальной, и на 12 % по сравнению нулевой обработками. Это объясняется меньшим испарением влаги почвой вследствие мощного мульчирующего слоя и более плотного сложения по плоскорезной системе обработки. Применение средств комплексной химизации обеспечило накопление большего в среднем на 12 % количества продуктивной влаги к посеву по сравнению с контролем. Это можно объяснить хорошей влагопроницаемостью, меньшим диффузным испарением в весенний период и большей влагоудерживающей способностью почвы на фоне применения комплексной химизации вследствие содержания в пахотном горизонте большего количества органического вещества. Максимальные запасы продуктивной влаги обеспечил вариант сочетания комплексной химизации и плоскорезной системы обработки почвы — 96 мм.

Для метрового слоя почвы доля влияния фактора обработки почвы (А) на запасы влаги к посеву составляет 7 %, доля фактора химизации (В) — 8 %, доля фактора погодных условий (С) — 61 %, взаимодействия АВ — 2 %, АС — 5 %, ВС — 16 %, АВС — 1 %. Как для пахотного слоя почвы, так и для метрового слоя почвы в целом решающее значение в накоплении запасов почвенной влаги имеют погодные условия осенне-весеннего периода. От комплексной химизации максимальное влияние отмечено в поверхностном слое почвы, тогда как влияние обработки почвы распределяется по почвенному профилю более равномерно.

Содержание элементов минерального питания изменялось в почве в зависимости от технологии возделывания яровой пшеницы в повторных посевах. Запасы нитратного азота в варианте плоскорезной системы обработки почвы были меньше (16 кг/га), чем в вариантах с отвальной (24 кг/га) и нулевой (31 кг/га) системами обработки. Обеспеченность культуры нитратным азотом в целом была низкой. На фоне применения средств комплексной химизации запасы нитратного азота в верхнем слое почвы несколько повышались — на 8 % (в среднем до 26,5 кг/га).

Обеспеченность почвы подвижным фосфором к посеву на контроле была повышенной (по Чирикову) по всем вариантам обработки — 11,5-11,9 мг/100 г. На фоне систематического внесения удобрений — высокой (от 15 мг/100 г в комбинированном варианте, до 18 мг/100 г в плоскорезном). Существенным фактором, влияющим на увеличение содержания подвижного фосфора в почве при ежегодной плоскорезной обработке является концентрация внесён-

Таблица 1
Запасы продуктивной влаги в почве (мм в слое 0-100 см) после посева третьей пшеницы после пара в зависимости от технологии возделывания, 2004-2006 гг.

Химизация (В)	Система обработки почвы (А)			Среднее по В, НСР ₀₅ = 2
	отвальная	плоскорезная	нулевая	
Гербициды (контроль)	65	87	80	77
Комплексная химизация	80	96	83	86
Среднее по А, НСР ₀₅ = 4	73	92	82	

для частных средних НСР₀₅ = 5

ных удобрений в обрабатываемом слое почвы, в то время как при вспашке часть внесённого фосфора перемешивается с почвой в нижнем слое 20-30 см.

Обеспеченность почвы обменным калием была очень высокая по всем вариантам (225-350 мг/кг), повышаясь на нулевой обработке. Такая высокая обеспеченность калием характерна для чернозёмов Западной Сибири.

В наших исследованиях микробиологическая активность почвы, определяемая по степени разложения целлюлозы, на фоне применения комплексной химизации была выше на 4,88 % (в относительном выражении на 11,85 %), чем на фоне применения гербицидов, что можно объяснить положительным воздействием удобрений (прежде всего азотных) на микрофлору и почвенную биодинамику.

В исследованиях отмечались существенные отличия в засоренности посевов между различными системами основной обработки почвы. На контроле (без химизации) засоренность была очень высокая: в среднем 57 % от общей биомассы агрофитоценоза.

Применение гербицидов привело к существенному снижению засоренности до уровня 16 % (при отвальной системе обработки почвы она снизилась до 10 %, при нулевой системе до 18 %) и характеризовалась как средняя. Доля фактора химизации (гербициды) в снижении засоренности составляет 68,5 %. Применение средств защиты растений в составе комплексной химизации привело к увеличению уровня засоренности до 20 % (очевидно, из-за внесения на данном варианте фунгицидов, которые препятствуют развитию патогенов не только на растениях пшеницы, но и на мятликовых сорняках).

В целом, при применении противомятликовых гербицидов, влияние различных систем основной обработки почвы по засоренности посевов нивелировались. В среднем уровень засоренности по фоновым химизациям в сочетании с различными системами обработки почвы составил: на отвальной системе — 28 %, плоскорезной — 32 %, нулевой — 33 %.

Видовой состав сорняков в повторных посевах яровой мягкой пшеницы на контроле представлен в основном мятликовыми (просо куриное и сорно-полевое), корнеотпрысковыми (вьюнок полевой, осот розовый), однолетними двудольными сорняками (жабрей, аистник, смолевка-хлопушка). Немаловажным фактором, обуславливающим увеличение доли мятликовых сорняков, являлись благоприятно

складывающиеся гидротермические условия для этой группы. В 2004-2006 годах в условиях достаточного увлажнения в посевах наблюдались всходы данной сорной растительности второй и третьей волны.

Во время проведения наших исследований повторные посевы яровой мягкой пшеницы поражались мучнистой росой, септориозом и бурой ржавчиной. Распространение бурой ржавчины в посевах пшеницы на фоне применения удобрений и гербицидов в среднем достигало 83 %, при степени поражения растений до 12,5 %. После дополнительного применения фунгицида распространенность снизилась до 73 %, степень поражения — до 5,6 %. Высокую распространенность и степень поражения в годы исследований имел септориоз — распространение до 83 %, степень поражения растений до 15,0 %. Вредоносность мучнистой росы в среднем не превышала порога вредоносности (5 %).

Проявление листостеблевых болезней в очень сильной степени зависело от погодных условий. Применение системного фунгицида по первым признакам инфекций, чаще это была мучнистая роса, позволило подавить развитие патогенов.

В среднем за годы исследований распространенность корневой гнили варьировала: при отвальной системе обработки почвы от 67 до 75 %, при нулевой — от 69 до 75 % и по плоскорезной — от 69 до 71 %. Распространение корневой гнили имело сходную тенденцию по отвальной и нулевой обработкам и составлял 75 % в варианте с применением гербицидов, снижалось до 67-69 % в варианте с применением комплексной химизации. В плоскорезном варианте обработки почвы распространение корневой гнили составляло 69-71 %.

В среднем по вариантам обработки почвы применение комплексной химизации снизило распространение корневых гнилей на 4 % (с 73 до 69 %). Развитие корневых гнилей характеризуют, в какой-то мере, фунгистатические свойства почвы при различных системах её обработки и насыщенностью средствами химизации. Мероприятия по накоплению и сохранению влаги, применение удобрений, в особенности фосфорных, усиливающих рост корней, повышают устойчивость растений к возбудителям корневой гнили.

Существенное влияние на урожайность зерна яровой мягкой пшеницы третьей культурой после

Таблица 2

Урожайность зерна (т/га) яровой мягкой пшеницы в повторных посевах в зависимости от технологии возделывания, 2004-2006 гг.

Химизация (В)	Система основной обработки почвы (А)					Среднее по В, НСР ₀₅ =0,13
	отвальная	комбинированная	комбинированно-плоскорезная	плоскорезная	нулевая	
Контроль	1,53	1,44	1,15	1,16	1,09	1,27
Гербициды	2,04	2,19	1,92	1,85	1,51	1,90
Удобрения + гербициды	2,55	2,44	2,34	2,37	2,23	2,39
Удобрения + гербициды + фунгициды	2,93	2,84	2,62	2,78	2,43	2,72
Комплексная химизация	3,13	3,33	2,98	3,00	2,56	3,00
Среднее по А, НСР ₀₅ =0,12	2,44	2,45	2,20	2,23	1,96	

пара оказывала засоренность посевов и питательный режим: прибавка урожайности от совместного применения гербицидов и удобрений составила 1,12 т/га (88,2 %) по сравнению с фоном без применения средств химизации. Варианты со вспашкой (отвальная и комбинированная системы) обеспечили получение максимальных урожаев зерна яровой пшеницы в повторных посевах — 2,44 т/га, что на 0,22 т/га (на 9,9 %) больше урожайности по плоскорезной системе и на 0,48 т/га (на 24,5 %) — по нулевой. В формировании урожая зерна яровой пшеницы доли влияния факторов распределились следующим образом: доля фактора погодных условий (С) — 75,9 %, химизации (В) — 18,4 %, обработки почвы (А) — 2,7 %, взаимодействия ВС — 2,6 %, АС — 0,3 %. Качество полученного зерна соответствовало 3 классу (табл. 2).

Прибавка зерна, т/га (%) от применения:

- гербицидов — 0,63 (49,6 %)
- гербицидов и удобрений — 1,12 (88,2 %)
- фунгицидов — 0,33 (13,8 %)
- ретардантов и инсектицидов — 0,28 (10,3 %)
- комплексной химизации — 1,73 (136,2 %).

На основании результатов исследований можно рекомендовать производству при выращивании яро-

вой пшеницы в повторных посевах применение комбинированной системы обработки почвы в севообороте, которая при равном уровне урожайности зерна с отвальной является менее ресурсозатратной. Более рационально использовать сочетание комбинированной системы обработки почвы с применением средств интенсификации. Сокращение интенсивности обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в повторных посевах, тем более отказ от нее, приводят к заметному недобору зерна.

ЕРШОВ Василий Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой земледелия и растениеводства.

ЮШКЕВИЧ Леонид Витальевич, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией земледелия черноземной лесостепи СибНИИСХ.

БЫЧЕК Андрей Юрьевич, аспирант кафедры земледелия и растениеводства, ассистент кафедры высшей геодезии.

Статья поступила в редакцию 20.12.06 г.

© Ершов В. А., Юшкевич Л. В., Бычек А. Ю.

УДК631.582(571.1)

В.Л.ЕРШОВ
В.В.ГОРЕМЫКИН
В.Н.СОРОКА

Омский государственный
аграрный университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗВЕНА ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА С ЧИСТЫМИ ЗАНЯТЫМИ ПАРАМИ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В работе представлены данные о последствии различных видов пара и систем обработки почвы на элементы плодородия почвы, урожайность озимой ржи и яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири.

Наиболее высокие урожаи яровой пшеницы получают при условии достаточной обеспеченности растений влагой и элементами минерального питания, защищенности посевов от сорняков, вредителей и болезней. Эти условия обеспечиваются при возделывании яровой мягкой пшеницы в севообороте по предшественникам первой группы (пар, однолетние и многолетние травы, зернобобовые культуры, а также после озимых зерновых культур, выращиваемых после чистого пара).

Практика показывает, что односторонний яровой тип земледелия в регионе не способствует более эффективному использованию пашни. В условиях короткого лета создается чрезмерное напряжение в проведении весенних полевых и уборочных работ, что приводит к нарушениям оптимальных сроков их выполнения, потерям урожая.

Одним из резервов увеличения производства зерна в регионе является повышение удельного веса озимых культур в структуре посевов, которое имеет ряд преимуществ перед яровыми зерновыми. Расширение площади возделывания озимой ржи, возможно, только при разработке технологии ее возделывания с учетом почвенно-климатических условий зоны.

Исследования выполнялись в трехфакторном полевом опыте, который заложен в 2002 г. в лаборатории земледелия черноземной лесостепи СибНИИСХ, в зернопаровом звене с чередованием культур: пар — озимая рожь — яровая пшеница. Опыт закладывался методом расщепленных делянок. Повторность опытов четырехкратная, площадь делянок по вариантам вида пара — 1050 м², по вариантам систем основной обработки почвы — 262,5 м², по вариантам применения средств химизации — 87,5 м².

Вид пара (фактор А): 1. Чистый ранний пар. 2. Занятый донниковый пар. 3. Занятый горохо-овсяный пар.

Система основной обработки почвы (фактор В): 1. Вспашка на 20-22 см в пару, плоскорезная обработка на 12-14 см под пшеницу. 2. Плоскорезная обработка на 20-22 см в пару, плоскорезная обработка на 12-14 см под пшеницу. 3. Плоскорезная обработка на 14-16 см в пару, вспашка на глубину 20-22 см под яровую пшеницу. 4. Культивация на 8-10 см в пару, вспашка на 20-22 см под яровую пшеницу.

Средства химизации (фактор С): 1. Контроль (без средств химизации). 2. Применение гербицидов. 3. Применение гербицидов и удобрений.

Агротехника в опыте.

Донник подсеивался под третью культуру (пшеницу) в севообороте с нормой высева 20 кг/га. После посева пшеницы сеялкой СКП-2,1 проводился посев белого донника сорт Медет дисковой сеялкой на глубину 2-3 см, с последующим прикатыванием катками ЗККШ-6А. При необходимости всходы донника защищались от вредителей инсектицидом. После перезимовки при достижении почвой физической спелости проводилось боронование донника бороной БИГ-3А. Уборка зеленой массы в фазу цветения донника (3-я декада июня).

Горохо-овсяная смесь высевалась в год парования в самый ранний срок, сразу после закрытия влаги (1-я декада мая). Высевался сорт гороха — Омский неосыпающийся, овса — Орион. Посев проводился сеялкой СЗ-3,6 с нормой высева гороха 0,5 млн, овса 2 млн всхожих зерен на гектар. Уборка зеленой массы однолетних трав в фазу выметывания метелки у овса (27 июня-3 июля).

В отвальной системе обработки почвы, вспашка, проводилась плугом ПН-4-35; в плоскорезных системах обработки — плоскорезная обработка проводилась орудием ОПТ-3-5; в минимальной — культивация орудием «Степняк», производства ОКБ СибНИИСХ. В период ухода за чистым паром проводилось три обработки, за занятыми — две обработки культиватором «Степняк» с цепью-бороной на глубину 6-7 см.

Посев озимой ржи проводился сеялкой СКП — 2,1, с последующим дополнительным прикатыванием катком ЗККШ-6А. Возделывался среднеспелый сорт озимой ржи Сибирь, селекции СибНИИСХ; срок посева 22-26 августа, с нормой высева 5 млн всхожих зерен на гектар.

Сорт яровой мягкой пшеницы Памяти Азиева, срок посева 20-25 мая, норма высева 4,5 млн всхожих зерен на гектар. Предпосевная культивация КПС-4 на глубину 5-6 см. Посев проводился сеялкой СЗ-3,6 с последующим прикатыванием ЗККШ-6. Учет урожая — однофазный, комбайном САМПО-130.

Вся солома в опыте измельчалась комбайном при уборке и разбрасывалась по полю. В варианте с гербицидами в посевах озимой ржи применялся препарат линтур, в фазу начала выхода в трубку, в посевах яровой пшеницы баковая смесь препаратов пума супер 100 + логран. Система удобрений включала внесение в период парования суперфосфата (P_{60}), весной в период отрастания ржи — подкормка аммиачной селитрой (N_{40}); перед посевом яровой пшеницы внесение аммиачной селитры (N_{45}).

В пахотном слое почвы (0-20 см) плотность почвы существенно больше в период посева озимой ржи по чистому ($1,16 \text{ г/см}^3$) и по занятому донниковому пару

($1,14 \text{ г/см}^3$), чем по занятому горохоовсяному пару (на $0,04-0,06 \text{ г/см}^3$). При плотности почвы в слое 0-20 см в период посева ниже $1,13 \text{ г/см}^3$ ухудшаются условия произрастания, и снижается урожайность культуры. За осенне-зимний период в слое почвы 0-10 см по чистому пару почва уплотнилась на $0,06 \text{ г/см}^3$, по занятому донниковому пару на $0,09 \text{ г/см}^3$, а по занятому горохо-овсяному пару на $0,12 \text{ г/см}^3$.

Исследования изменений плотности почвы в слое 0-30 см в посевах яровой пшеницы показали, что наименьшая плотность по всем горизонтам сложилась после чистого пара, в среднем на $0,03-0,04 \text{ г/см}^3$ меньше, чем после занятого донникового и горохо-овсяного пара. Плоскорезная обработка под пшеницу по всем видам пара обеспечила более высокую плотность почвы, чем вспашка, в среднем на $0,02-0,04 \text{ г/см}^3$. Следовательно, в засушливых условиях начала вегетации плоскорезная обработка создавала более благоприятные условия для получения дружных всходов и влагообеспеченности растений.

Определение запасов влаги при посеве озимой ржи показало, что наибольшее накопление наблюдалось в чистом пару. По сравнению с занятым донниковым паром в слоях 0-20, 0-50 и 0-100 см в среднем больше соответственно на 3 мм (11,5 %), 8 мм (13 %), 22 мм (18,9 %); по сравнению с занятым горохо-овсяным паром на 4 мм (15,4 %), 9 мм (14,5 %), 13 мм (11,2 %).

Наибольшее накопление и сохранение влаги в чистом пару к посеву озимой ржи обеспечили варианты с отвальной и плоскорезной обработкой на 20-22 см. В метровом слое существенно больше, чем при плоскорезной обработке на 14-16 см (на 9,7 % или 12 мм) и культивации (на 11,3 % или 14 мм). В занятых донниковым и горохо-овсяном парах наибольшее количество продуктивной влаги накопилось в варианте культивации (в метровом слое 105 мм и 110 мм соответственно).

К посеву пшеницы запасы продуктивной влаги в зависимости от вида пара находились в пределах от 113 до 155 мм в метровом слое почвы. В вариантах со вспашкой под пшеницу в метровом слое почвы запас продуктивной влаги был удовлетворительным, но меньше на 25 мм (17,2 %), чем в вариантах с мелкой плоскорезной обработкой, где влагообеспеченность была хорошей.

В период посева озимой ржи по чистому пару запасы нитратного азота в метровом слое почвы в среднем составляли 122 кг/га и потребность в применении минеральных удобрений отсутствует. По занятому донниковому пару нитратного азота накопилось меньше всего на 14 кг/га (11,5 %). Однако по занятому горохо-овсяному пару различия составляли 54 кг/га (46 %); следовательно, такое количество нитратного азота недостаточно для получения стабильного урожая зерна озимой ржи более $3,5 \text{ т/га}$. К уборке озимой ржи произошло снижение запасов нитратного азота по видам пара до низкого и очень низкого уровня, в занятом горохо-овсяном пару ($3,4-5,8 \text{ мг/кг}$ почвы).

К посеву яровой пшеницы обеспеченность нитратным азотом в слое 0-40 см в большинстве вариантов повысилась до уровня средней, в звене с чистым и занятым донниковым парами $13,2-14,2 \text{ мг/кг}$, а с занятым горохо-овсяным паром меньше на $2,5-3,5 \text{ мг/кг}$ (табл. 1). В вариантах с мелкой плоскорезной обработкой под яровую пшеницу накоплено на $15,3 \%$ меньше, чем по вспашке.

В период посева озимой ржи наибольшее количество подвижного фосфора содержалось по чистому

Таблица 1
Содержание в почве нитратного азота (в слое 0-40 см) и подвижного фосфора (в слое 0-20 см) под посевами яровой пшеницы в зависимости от вида пара и системы обработки почвы (2005-2006 гг.) в мг/кг

Основная обработка почвы	Вид пара					
	чистый		занятый донниковый		занятый горохоовсяный	
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	N-NO ₃	P ₂ O ₅	N-NO ₃	P ₂ O ₅
посев						
1	13,0	148	12,4	157	9,4	139
2	13,3	150	12,2	150	10,4	145
3	16,0	156	14,0	160	11,2	149
4	14,6	158	14,1	167	11,6	153
Среднее	14,2	153	13,2	158	10,7	147
уборка						
1	3,1	131	2,9	142	2,4	125
2	2,5	136	2,7	136	2,5	129
3	3,3	143	3,1	143	2,7	130
4	3,1	141	3,0	150	2,5	131
Среднее	3,0	138	2,9	143	2,5	129

му и занятому донниковому пару, в среднем 163-172 мг/кг почвы, соответствует высокой обеспеченности. По занятому горохо-овсяному пару — 146 мг/кг, или повышенная обеспеченность.

К посеву яровой пшеницы по всем вариантам опыта подвижного фосфора было в среднем 153 мг/кг, и разница по вариантам не превышала 17 %.

Видовой состав сорной растительности в посевах озимой ржи в основном были представлены однолетними двудольными сорняками (подмаренником цепким, смолевкой-хлопушкой, липучкой ежевидной). В посевах яровой пшеницы мятликовыми сорняками (просо куриное и сорнополевое) и в меньшей степени однолетними двудольными (паслен черный, марь белая, щирица колосовидная).

Засоренность посевов озимой ржи и яровой пшеницы на контроле находился на среднем уровне (рис. 1). В среднем за годы исследований самая высокая засоренность на контроле наблюдалась на вариантах в звене с занятым горохо-овсяным паром — 16,4 %. В звене с чистым и занятым донниковым паром засоренность была ниже на 4,4-6,0 %. Применение гербицидов снижало засоренность до слабого уровня (в среднем 9,3 %). В вариантах с применением гербицидов и удобрений засоренность снижалась еще на 1,2 %, за счет увеличения вегетативной массы культур и увеличения их конкурентной способности.

Эффект от применения гербицидов в посевах озимой ржи низкий, так как звено пар - озимая рожь снижает засоренность посевов, что подтверждается аналогичными данными, которые были получены в условиях Сибири. При паровой обработке полей снижается засоренность посевов в 3-4 раза. При этом положительное последствие пара на засоренность посевов прослеживается в течение 3-х лет (Рендов, 2006). Отмечается высокое очищающее воздействие озимой ржи, так как эта культура своим высоким и густым стеблестоем угнетает сорные растения (Зерфус, 1980).

В посевах пшеницы засоренность возрастает до среднего уровня, и применение гербицидов оправданно, особенно в звене с горохо-овсяным паром.

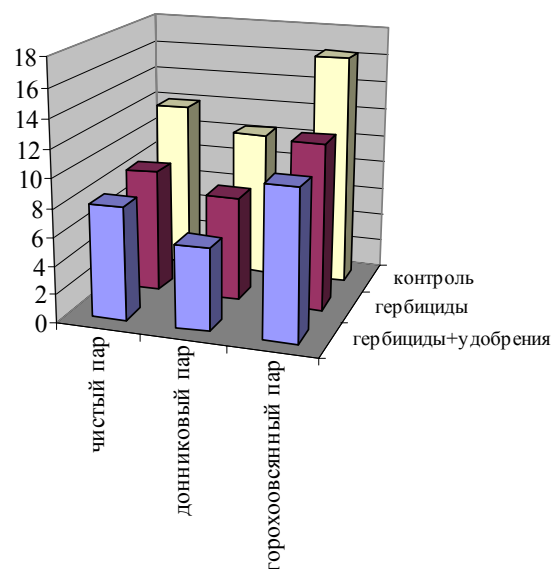


Рис. 1. Засоренность (%) посевов зерновых в паровом звене (2004-2006 гг.)

Полевая всхожесть озимой ржи по чистому пару составила в среднем 72,4 % и превосходила таковую по занятому горохо-овсяному пару на 4,2 %. Количество растений к уборке по чистому пару составило 228 шт./м², что больше, чем после занятых паров на 9-13 %. От применения средств химизации сохранность растений к уборке, причем по чистому пару всего на 0,5 % (10 шт./м²), по занятому донниковому на 7 % (34 шт./м²) и по занятому горохо-овсяному пару на 8 % (24 шт./м²). Масса зерна с одного колоса по чистому пару в среднем по вариантам обработки почвы на контроле составила 1,31 г, что больше, чем по занятому донниковому на 0,03 г (2 %) и занятому горохо-овсяному на 0,07 г (5 %).

Полевая всхожесть пшеницы по вариантам составила 76,4 %. Выживаемость растений к уборке варьировала от 64 до 84 %. Наиболее высокий

Таблица 2
Урожайность яровой пшеницы после озимой в звене с чистым и занятыми парами ржи
в зависимости от технологии возделывания (в среднем за 2005-2006 гг.) в тоннах с гектара

Система основной обработки почвы (фактор В)	Химизация (фактор С)			Среднее по В
	контроль (без средств химизации)	гербициды	гербициды + удобрения	
Вид пара (фактор А): чистый				$F_{\phi} < F_{05}$
1	2,39	2,57	2,84	2,60
2	2,50	2,74	2,89	2,71
3	2,40	2,63	2,79	2,60
4	2,45	2,59	2,78	2,61
Среднее по С, $HCP_{05}=0,24$	2,44	2,63	2,82	2,63
донниковый				$F_{\phi} < F_{05}$
1	2,38	2,50	2,95	2,61
2	2,54	2,66	3,06	2,75
3	2,49	2,67	2,83	2,66
4	2,47	2,64	2,79	2,63
Среднее по С, $HCP_{05}=0,18$	2,47	2,62	2,91	2,66
горохоовсяный				$F_{\phi} < F_{05}$
1	2,12	2,22	2,69	2,34
2	2,21	2,32	2,89	2,47
3	2,08	2,20	2,33	2,20
4	2,04	2,14	2,39	2,19
Среднее по С, $HCP_{05}=0,17$	2,11	2,22	2,58	2,30

для частных средних $HCP_{05}=0,40$

процент выживаемости наблюдался в звене с занятым донниковым паром (в среднем 77 %), а самый низкий — с занятым горохо-овсяным паром (в среднем 69 %). Влияние систем обработки почвы на выживаемость растений к уборке нивелировалось. Применение гербицидов и удобрений увеличивало выживаемость на 3-6 % в сравнении с контролем.

Количество продуктивных стеблей пшеницы к уборке было одинаковым в звене с чистым и занятым донниковым парами — 293 шт./м², больше в среднем на 43 шт./м² (14,6 %), по сравнению с занятым горохо-овсяным. Разница по массе зерна с одного колоса по вариантам в звене с чистым и занятым донниковым паром составила в среднем 0,02 г, а после горохо-овсяного на 0,11 г меньше.

За период исследований чистый и занятый донниковый пары оказали более благоприятное последствие на урожайность зерна яровой пшеницы (в среднем 2,45 т/га). В звене с горохо-овсяным паром урожай зерна снизился в среднем по вариантам на 0,34 т/га или 12,5 % (табл. 2). Урожайность яровой пшеницы в варианте с плоскорезной обработкой в пару на 20-22 см и плоскорезной обработкой под пшеницу на 12-14 см была самая высокая (выше на 0,15 т/га или 6,4 %, чем в среднем по вариантам). Применение только гербицидов уже дало существенную прибавку зерна 5,2-7,7 %. От удобрений прибавка была более существенной и составляла в 0,19-0,36 т/га, или 7,2-16,2 %. Причем выше она была в звене с горохо-овсяным паром. При комплексном применении удобрений и гербицидов урожайность выросла на 0,4-0,5 т/га, или 15-22 % в сравнении с контролем.

За период исследований самую высокую продуктивность пашни по выходу кормовых единиц на контроле показали варианты в звене с занятым донниковым паром (табл. 3). Звено с чистым паром уступало ему на 44,8 %, а с горохо-овсяным — на 29,6 %. По фону с применением гербицидов и удобрений данная тенденция сохранялась.

По выходу зерна с гектара пашни варианты в звене с чистым и занятым донниковым паром значительных различий не имели (на контроле 1,8 %). Звено с горохо-овсяным паром уступало им на 18 % по контролю, а по фону с применением гербицидов и удобрений на 11 %. Влияние систем основной обработки на продуктивность пашни несущественно, поэтому при рекомендациях на первое место выходят экономические показатели.

Применение минимальной обработки в парах не ухудшает качество зерна озимой ржи, а при использовании удобрений повышает содержание белка, но может снижаться натура зерна.

Зерно яровой пшеницы по вариантам опыта соответствовало 3 классу. Показатели качества зерна слабо зависели от вида пара. Самое высокое содержание клейковины наблюдалось в вариантах в звене с занятым донниковым паром (29,1 %), а самое низкое — с горохо-овсяным (28,0 %). Натура зерна на вариантах со вспашкой под яровую пшеницу была выше в среднем на 8 г/л, чем на вариантах с плоскорезной обработкой. Применение средств химизации снижало натуру зерна на 20 г/л, но увеличивало содержание белка на 1,2 % и клейковины на 2,4 %.

Таким образом, эффективность звена с занятым донниковым паром по выходу зерна с гектара пашни

Таблица 3

**Продуктивность звена полевого севооборота с чистым и занятыми парами
в зависимости от технологии возделывания зерновых культур в тоннах на гектар пашни**

Система основной обработки почвы	Химизация					
	контроль		гербициды		гербициды + удобрения	
	зерно	к.е.	зерно	к.е.	зерно	к.е.
Вид пара: чистый						
1	2,15	2,34	2,16	2,36	2,32	2,54
2	2,19	2,39	2,26	2,48	2,41	2,64
3	2,19	2,39	2,28	2,49	2,32	2,54
4	2,17	2,37	2,23	2,44	2,36	2,58
Среднее	2,17	2,37	2,23	2,44	2,35	2,57
донниковый						
1	2,15	4,32	2,23	4,41	2,44	4,66
2	2,11	4,28	2,21	4,40	2,54	4,76
3	2,18	4,36	2,22	4,41	2,52	4,73
4	2,09	4,27	2,15	4,34	2,41	4,62
Среднее	2,13	4,31	2,20	4,39	2,48	4,69
горохо-овсяный						
1	1,72	2,95	1,80	3,03	2,19	3,45
2	1,79	3,02	1,84	3,08	2,24	3,52
3	1,70	2,92	1,75	2,98	2,01	3,26
4	1,81	3,03	1,85	3,08	2,15	3,41
Среднее	1,76	2,98	1,81	3,04	2,15	3,41

*к.е. — кормовые единицы

и его качеству не уступает звену с чистым паром, а по кормовым единицам превосходит на 44,8 %. Варианты в звене с горохо-овсяным паром значительно уступают по выходу зерна в среднем на 0,39 т/га (18 %). Но по выходу кормовых единиц превосходили звено с чистым паром на 25,7 % (0,61 т/га), при этом уступали звену с занятым донниковым паром на 31 % (1,33 т/га).

Применение удобрений и гербицидов дает прибавку по выходу зерна с гектара пашни в звене с чистым паром на 8,8 %, с занятым донниковым паром — 16,4 %, а с занятым горохо-овсяным паром — 22,2 %. По выходу кормовых единиц различия были меньше, соответственно 8,4; 8,8; 14,4 %.

Применение занятых паров, особенно донниковых, позволяет сохранять плодородие почвы, лучше использовать биоклиматические ресурсы зоны и повышать продуктивность пашни в полевых севооборотах.

Библиографический список

1. Рендов Н.А. Совершенствование системы воспроизводства плодородия почв лесостепной зоны Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук: 06.01.01. / Н.А. Рендов — Омск, 2006. — 32 с.
2. Зерфус В.М., Резервы увеличения производства зерна в Омской области. Омск: ОмСХИ, 1980 - 19 с.

ЕРШОВ Василий Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой земледелия и растениеводства.

ГОРЕМЫКИН Виктор Викторович, аспирант.
СОРОКА Виталий Николаевич, аспирант кафедры земледелия и растениеводства.

Статья поступила в редакцию 02.12.06 г.

© Ершов В. А., Горемыкин В. В., Сорока В. Н.