

Почвозащитные и ресурсосберегающие системы обработки почвы в земледелии Челябинской области

А.А. Агеев, к.с.-х.н., Ю.Б. Анисимов, к.с.-х.н., А.В. Вражнов, чл.-кор. РАН, д.с.-х.н., ФГБНУ Челябинский НИИСХ

Челябинская область является важным зерноносящим регионом страны, производящим продовольственное зерно сильных и твёрдых сортов яровой пшеницы. Основным направлением стабилизации производства зерна является совершенствование общепринятых технологий возделывания зерновых культур на основе ресурсосберегающих и почвозащитных систем обработки почвы в полевых севооборотах. В современных условиях обработка почвы остаётся важнейшим элементом зональных систем земледелия на агроландшафтной основе, обеспечивающим не только регулирование продуктивности пашни, энергетических затрат, но и сохранение почвы от эрозии, повышение её плодородия, эффективное использование удобрений [1]. Академик В.И. Кирюшин указывает, что в числе узловых проблем экологизации земледелия значительный приоритет имеет развитие минимизации обработки почвы и прямого посева [2].

В настоящее время в Челябинской области площадь сельхозугодий составляет 4704 тыс. га, площадь пашни в реестре – 2936 тыс. га, пашни в обработке – 2222 тыс. га, из них по ресурсосберегающим системам обработки почвы – около 658 тыс. га, или около 30 %. В том числе минимальная обработка почвы проводится на 558 тыс. га, нулевая – на 100 тыс. га.

Целью настоящего исследования являлось изучение систем основной обработки почвы в полевых севооборотах с различным насыщением зерновыми культурами на ресурсосберегающей основе с соблюдением почвозащитных требований и рационального использования биоклиматических ресурсов северного лесостепного агроландшафта Челябинской области. Работа выполнена по теме государственного задания «Разработать ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур различной интенсивности для устойчивого производства растениеводческой продукции и сохранения земельных ресурсов».

Материал и методы исследования. Исследование проводили в течение 2013–2018 гг. в северном лесостепном агроландшафте на базе стационарного полевого опыта, заложенного в 1976 г. на опытном поле Челябинского НИИСХ [3].

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый маломощный, имеющий реакцию среды, близкую к нейтральной (рН=5,6), повышенную степень насыщенности основаниями, повышенное содержание обменного калия, низкие запасы подвижного фосфора при содержании общего гумуса 6,6–7,9 %.

Схемой опыта было предусмотрено изучение четырёх систем обработки почвы по классификации В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова [4] в полевых севооборотах – зернопаровом с чередованием

пар – пшеница – горох – ячмень и зерновом с чередованием рапс – пшеница – горох – пшеница: I – отвальная система обработки почвы (контроль), которая включала ежегодную вспашку под все культуры севооборота на глубину 20–22 см, а в паровом поле в конце периода парования – глубокое рыхление на глубину 25–27 см; II – комбинированная система с применением вспашки на глубину 20–22 см один раз в ротацию севооборота под замыкающую культуру севооборота, а под остальные культуры и в пару – разноглубинную безотвальную обработку почвы, в паровом поле на глубину 25–27 см, под зерновые – на 12–14 см; III – минимальная система с ежегодной мелкой плоскорезной обработкой почвы под все культуры севооборота. В начале и в конце парования поля применяли мелкое плоскорезное рыхление на глубину 10–12 см; IV – нулевая система (без обработки), которая предусматривала внесение глифосата Торнадо 500 в дозе 3–4 л/га за 7–8 дней до посева культур. Паровое поле подготавливалось химическим способом с 2-кратным применением глифосатов.

Размещение вариантов систем обработки почвы и полей севооборотов рендомизированно, в 4-кратной повторности, площадь делянки – 700 м², учётная – 124 м². Система удобрений включала внесение N_{20–30} кг д.в. и P_{20–35} кг д.в. на 1 га пашни в зависимости от возделываемой культуры и предшественника. На варианте с нулевой системой обработки почвы дополнительно вносилось N₁₅ кг д.в. на 1 га. Агротехника возделывания полевых культур соответствовала системе земледелия для северного лесостепного агроландшафта Челябинской области.

Высевали реестровые сорта сельскохозяйственных культур в оптимально поздние сроки: яровая пшеница – Челябинская степная, ячмень – Челябинский 99, горох – Аксайский усатый 55, рапс – Юбилейный. Посев культур при отвальной, комбинированной и минимальной системах обработки почвы производился рядовой универсальной сеялкой СС-6 «Бастер» с предпосевной культивацией КЛДП-7. При нулевой системе применяли прямой посев СС-6 с дисковым ножом и двухдисковым сошником. Посевы яровых зерновых культур по вегетации обрабатывались баковой смесью гербицидов (Балерина, 0,5 л/га + Ластик-экстра, 1,0 л/га), рапса по вегетации (Миура, 0,8 л/га + Галион, 0,3 л/га), горох по вегетации (Гербитокс, 0,8 л/га; Миура, 0,8 л/га). По мере появления вредителей культур применяли рекомендуемые инсектициды: Борей в дозе 0,1 л/га и Брейк в дозе 0,06 л/га. В исследованиях использовались общепринятые методики по определению водно-физических свойств и агрохимических показателей почвы, засорённости посевов и учёта урожайности культур [5–7].

Климат зоны исследования умеренно-увлажнённый, континентальный. Относительная влажность воздуха варьирует от 20 до 100 %. ФАР (фотосинтетическая активная радиация) не является лимитирующей для зоны. Урожай зерновых культур по приходу ФАР – 60–86 ц/га. Среднее многолетнее количество осадков составляет 423 мм. За весенне-летний период выпадает 294 мм. Накопление влаги в почве происходит в основном в осенне-зимние месяцы. Максимальный её запас отмечается ранней весной в пределах 160–180 мм. Средняя температура самого холодного января – минус 16,4 °С и самого жаркого июля – плюс 17,5 °С. Безморозный период составляет 100–120 дней. Сумма активных температур равна 2205 °С.

Исследования проводили в годы, сильно различающиеся по погодным условиям, что характерно для региона Южного Зауралья. Вегетационный период 2013 г. был экстремальным, с засухой в июне и переувлажнением в августе, с ГТК=1,5. Относительно благоприятные условия были в 2014 г. с превышением осадков в 2,5 раза в июле и ГТК за вегетацию 1,46. Вегетационный период 2015 г. с ГТК=1,7, с превышением осадков в мае и июле соответственно в 3,3 и 1,5 раза, что в целом больше среднеемноголетних данных на 30,5 %. В 2016 г. ГТК=1,3 за вегетацию, с недостатком влаги в начале периода и её избытком при созревании культур. 2017 г. являлся благоприятным для полевых культур, с показателями осадков и тепла, близкими к среднеемноголетним данным, с ГТК=1,14. Условия вегетации 2018 г. с ГТК=1,3 отличались резкими колебаниями теплового режима, холодной поздней весной, заморозками в июне и отставанием развития растений на 2–3 недели.

Результаты исследования. Наши наблюдения за 2013–2018 гг., представленные в таблице 1, чётко характеризуют изменения показателей плодородия чернозёма выщелоченного в связи с различными системами обработки почвы в севообороте. На выщелоченных малогумусных чернозёмах лесостепных агроландшафтов Южного Зауралья при ограниченном количестве осадков лучшие условия для получения высоких урожаев складываются при более интенсивных обработках почвы, а её расход происходит более рационально на мелких плоскорезных и нулевых вариантах [8]. В начале вегетационного периода, ранней весной, содержание продуктивной почвенной влаги в слое 0–100 см характеризуется как контрастное по системам обработки почвы при преимуществе нулевой технологии (табл. 1).

Объёмная масса почвы является важной характеристикой агрофизического состояния пахотных земель. В опыте она соответствовала оптимальному диапазону 1,14–1,15 г/см³ для роста и развития яровых зерновых культур как

1. Показатели плодородия чернозёма выщелоченного в зависимости от систем обработки почвы, 2013–2018 гг.

Система обработки почвы	Показатель			
	содержание продуктивной влаги в слое 0–100 см, мм	объёмная масса почвы в слое 0–30 см, г/см ³	содержание N–NO ₃ в слое 0–40 см, мг/кг	биологическая активность почвы, %
Отвальная	125	1,14	13,0	42,9
Комбинированная	128	1,13	11,5	42,5
Минимальная	122	1,14	11,2	37,9
Нулевая	130	1,15	10,2	36,7

2. Накопление растительных остатков в различных севооборотах в зависимости от систем обработки почвы, т/га, 2013–2018 гг.

Севооборот	Система обработки почвы				Среднее
	отвальная	комбинированная	минимальная	нулевая	
Зернопаровой	3,5	3,0	2,9	2,7	3,0
Зерновой	4,6	4,5	4,0	3,9	4,2
Среднее	4,0	3,8	3,4	3,3	3,6

по традиционной технологии, так и при минимизации почвообработки. Это свидетельствует о высокой устойчивости чернозёмных почв к уплотнению, что согласуется с данными учёных Западной Сибири [9]. Оценка пористости пахотного слоя чернозёма выщелоченного по показателям объёмной массы почвы (1,14–1,15 г/см³) и плотности твёрдой фазы почвы (2,48 г/см³) в зависимости от различных систем обработки почвы характеризуется как удовлетворительная и составляет 54–55 % по формуле:

$$V_{\text{общ.}} = (1 - (1,14 - 1,15 / 2,48) \times 100 \%).$$

Снабжение растений элементами пищи находится в тесной зависимости от физико-химических свойств почвы и её состояния. Уровень обеспеченности растений доступным азотом по содержанию нитратов при применении систем обработки почвы заметно снижается от отвальной к нулевой технологии.

Повысить эффективность систем минимизации обработки почвы возможно при условии применения компенсирующих доз азотных удобрений.

Различные способы обработки, изменяя условия жизни почвенных микроорганизмов, оказывают существенное влияние на их активность, состав и тем самым непосредственно воздействует на пищевой режим в почве [10]. В посеве пшеницы по пару методом льяных полотен установлено, что снижение интенсивности обработки от вспашки до нулевой уменьшало показатель микробиологической активности почвы с 42,9 до 36,7 %.

На пашне из-за отчуждения органического вещества с урожаем поступление его в почву резко сокращается и зависит от вида культуры. После уборки зерновых культур в условиях северного лесостепного агроландшафта Челябинской области, как правило, остаётся не более 30–40 ц/га, что подтверждается результатами нашего исследова-

ния. В полевых севооборотах растительных остатков в виде соломы было накоплено недостаточно и составляло 3,0–4,2 т/га (табл. 2).

Высокая насыщенность севооборотов зерновыми культурами и широкое освоение почвозащитных технологий обработки почвы – всё это заметно ведёт к усилению засорённости полей и заселению специфическими видами и группами сорняков. В этой связи снижению засорённости посевов способствует наличие хорошо подготовленного поля чистого пара и чередование различных по биологии культур.

На мелких плоскорезных обработках, а также на варианте с нулевой технологией, засорённость посевов была выше в сравнении с более интенсивной системой обработки почвы. Её уровень в 7,2–8,3 % не превышал порога вредности сорняков, но обусловил причину снижения урожайности на этих вариантах (табл. 3).

Экономическая и энергетическая оценка – наиболее важный показатель эффективности изучаемых технологий возделывания полевых культур с применением различных систем обработки почвы. За период исследования наиболее высокие показатели получены при производстве зерна по минимальной системе обработки почвы в зернопаровом севообороте. Данная технология обеспечила получение 2,16 т зерновых единиц с 1 га с рентабельностью 189 % и коэффициентом энергетической эффективности 3,4 ед., что

3. Удельная масса сорняков в общей биомассе агроценозов, % перед уборкой, 2013–2018 гг.

Севооборот	Система обработки почвы				Среднее
	отвальная	комбинированная	минимальная	нулевая	
Зернопаровой	3,4	3,6	6,1	5,1	3,9
Зерновой	6,2	8,7	10,6	9,2	8,7
Среднее	4,8	6,2	8,3	7,2	6,3

4. Экономическая и энергетическая оценка производства зерна в полевых севооборотах Южного Зауралья, 2013–2018 гг.

Севооборот	Система обработки почвы	Показатель		
		выход зерн. ед. с 1 га пашни, т	рентабельность, %	КЭЭ*
Зернопаровой	отвальная	2,43	179	3,7
	комбинированная	2,36	173	3,8
	минимальная	2,16	189	3,4
	нулевая	2,15	158	3,7
НСР ₀₅		0,27	–	–
Зерновой	отвальная	2,42	174	2,8
	комбинированная	2,36	178	2,8
	минимальная	2,10	171	2,5
	нулевая	2,11	161	2,6
НСР ₀₅		0,24	–	–

Примечание: КЭЭ* – коэффициент энергетической эффективности

свидетельствует о её конкурентоспособности в земледелии Южного Зауралья (табл. 4).

Сорта яровой пшеницы, адаптированные к местным агроэкологическим условиям, гарантируют получение зерна высокого качества по паровым и лучшим непаровым предшественникам [11]. По данным лаборатории оценки качества зерна в опытах получена продукция с содержанием 26,1–34,1 % клейковины и 13,1–18,1 % белка в зависимости от применяемых систем обработки почвы в севообороте. Более высокое качество зерна соответствовало отвальной и комбинированной системам обработки почвы. Минимальная и нулевая системы обработки почвы в полевых севооборотах обеспечивали сбор урожая зерна с качеством, соответствующим 3-му классу ГОСТа и выше при применении умеренных доз минеральных удобрений.

Выводы

1. Почвозащитные и ресурсосберегающие системы обработки почвы в полевых севооборотах Южного Зауралья служат средствами сбережения почвы, рационального водного и пищевого режимов, в целом – улучшения экологии полей.

2. Наиболее высокие экономические показатели получены при производстве зерна по минимальной системе обработки почвы в зернопаровом севообороте.

3. Система нулевой обработки почвы в севооборотах равнозначна минимальной системе по

выходу зерновой продукции с 1 га пашни, но уступает по уровню рентабельности на 10–31 %.

4. Высококачественное зерно яровой пшеницы с содержанием клейковины получено при отвальной и комбинированной системах обработки почвы.

Литература

1. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Пути решения экологических проблем в сельскохозяйственном производстве Урала: матер. науч. конф. 21 декабря 2006 г. Екатеринбург, 2007. С. 19–27.
2. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3–8.
3. Вражнов А.В. Адаптивная интенсификация систем земледелия на Южном Урале: монография. Челябинск: ЧГАУ, 2002. 272 с.
4. Кирюшин В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство / под ред. академиком РАСХН В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова. М.: Росинформагротех, 2005. 784 с.
5. Вадонина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почв и грунтов. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Милащенко Н.З. Борьба с сорняками на полях Сибири. Омск: Западно-Сибирское книжное издательство, 1978. 131 с.
8. Ресурсосберегающие способы обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Зауралья / под общ. ред. С.Д. Гилева. Куртамыш: ГУП «Куртамышская типография», 2010. 194 с.
9. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: монография. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 369 с.
10. Кислов А.В. Биологизация земледелия и ресурсосберегающие технологии в адаптивно-ландшафтных системах степной зоны Южного Урала: монография. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2012. 268 с.
11. Оптимизация систем обработки почвы при производстве зерна высокого качества / А.А. Агеев, Ю.Б. Анисимов, А.В. Вражнов [и др.] // АПК России. 2017. № 24/4. С. 929–936.