

ОПТИМИЗАЦИЯ И ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ЗОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Yu.F. Edimeichev

OPTIMIZATION AND ENVIRONMENTALIZATION OF THE ZONE SYSTEM OF SOIL PROCESSING IN E KRASNOYARSK REGION

Едимеичев Ю.Ф. – д-р с.-х. наук, проф. каф. общего земледелия Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: euf-1948@yandex.ru

Edimeichev Yu.F. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of General Agriculture, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: euf-1948@yandex.ru

На основе анализа материала научных учреждений Сибири показана возможность оптимизации и экологизации зональной системы обработки почвы в Красноярском крае. Установлена адаптация обработки почвы к природным и агроэкологическим условиям, современному уровню интенсификации производства, сохранению окружающей среды. Выявлено преимущество (до 80 %) отвальной основной обработки почвы на малоплодородных дерново-подзолистых и серых лесных почвах подтаежной зоны, сбалансированное применение отвальной (50 %) и ресурсосберегающей (50 %) системы обработки почвы в лесостепной зоне и возрастание (до 70–90 %) плоскорезной, минимальной и мульчирующей обработки в открытой лесостепи и степи. На современном этапе развития экономики земледелие вступило на новый уровень технического и технологического развития. Это связано с вступлением России в ВТО, повышением конкуренции на внутреннем и внешнем рынке, обеспечением продовольственной независимости региона и финансовой устойчивости предприятий. Предлагаемые производству пакеты агротехнологий должны прогнозировать возможные экологические последствия. Недооценка традиционных и современных систем обработки почвы, а также ошибки в прогнозах, могут привести к неблагоприятным процессам, разрушению окружающей среды. Урожайность зерновых культур в мире составляет 3,1 т/га, а в странах западной Европы она равна 6–7 т/га и более, а в Красноярском крае – 2,0–2,3 т/га. В зональном разрезе наибольшая

продуктивность пашни характерна для западной группы районов – 2,7 т/га, затем центральной – 1,9 т/га и восточной – 1,7 т/га. Отстают по урожайности южная группа районов – 1,4 т/га и северная – 1,2 т/га.

Ключевые слова: отвальная, плоскорезная, минимальная система обработки почвы, ландшафтное земледелие.

On the basis of the analysis of material of research institutions of Siberia the possibility of optimization and environmentalization of zone system of processing of the soil in Krasnoyarsk Region is shown. Adaptation of processing of the soil to natural and agroecological conditions, modern level of intensification of production, preservation of environment is established. The advantage (up to 80 %) dump main processing of the soil on poor cespitose and podsollic and gray forest soils of a subtaiga zone, the balanced application dump (50 %) and resource-saving (50 %) systems of processing of the soil in a forest-steppe zone and increase (to 70–90 %) planing minimum and mulching processing in the open forest-steppe and the steppe is revealed. At the present stage of development of economy agriculture entered new level of technical and technological development. It is connected with Russia's accession to the World Trade Organization, the increase of the competition in domestic and foreign market, ensuring food independence of the region and financial stability of the enterprises. The packages of agrotechnologies offered production have to predict possible ecological consequences. Underestimation of traditional and modern systems of soil processing and also

mistakes in forecasts, can lead to adverse processes, destruction of environment. The productivity of grain crops in the world makes 3.1 t/hectare and in the countries of Western Europe it is equal to 6–7 t/hectare and more, and in Krasnoyarsk Region is 2.0–2.3 t/hectare. In the zone section the greatest efficiency of arable land is characteristic for the western group of areas – 2.7 t/hectare, then central – 1.9 t/hectare and east – 1.7 t/hectare. The southern group of areas lag behind in the productivity – 1.4 t/hectare and northern – 1.2 t/hectare.

Keywords: *dump, planing, minimum system of soil processing, landscape agriculture.*

Введение. Обработка почвы – одна из самых энергоемких производственных процессов в земледелии. Несмотря на возрастающую роль химизации в повышении плодородия почвы в борьбе с сорняками, механической обработке отводится одно из ведущих мест в земледелии, так как на ее долю приходится 30–40 % энергетических и 25–30 % трудовых затрат при возделывании сельскохозяйственных культур. Ей присуще многофункциональное воздействие на водно-физические, биологические и агрохимические параметры почвенного плодородия.

До 60-х гг. XX столетия отвальная обработка считалась общепринятой во всей России. Однако работы П.А. Костычева [4], И.Е. Овсинского [5], Н.М. Тулайкого [6], Т.С. Мальцева [7], А.И. Бараева [8] установили преимущество обработки почвы без оборота пласта.

На современном этапе ведения земледелия основным направлением является ресурсосбережение за счет правильной организации территории, сокращения числа и глубины обработки, совмещения ряда технологических операций за один проход агрегата и др. [1, 2, 9, 10].

Техническое перевооружение отрасли земледелия Красноярского края, расширение спектра средств защиты растений, увеличение объемов внесения минеральных удобрений позволяют управлять производственным процессом на минимальных обработках и уравнивать агротехнический эффект со вспашкой.

Перспективы дальнейшей интенсификации земледелия должны предусматривать разумное сочетание природных факторов с адаптивной интенсификацией и биологизацией земледелия. В этом направлении большое внимание уделя-

ется использованию занятых, сидеральных паров, утилизации соломы непосредственно в земледелии, освоению стерневых кулис. Применение гербицидов в чистых парах возможно только в борьбе с трудноискоренимыми многолетними сорняками (корневищными и корнеотпрысковыми).

Следует отметить, чем большую долю в создании урожая будут занимать природные ресурсы, тем выше степень ресурсосбережения. В то же время, чем выше уровень интенсификации земледелия, тем большее значение приобретает роль агротехнологий в эффективном использовании антропогенных ресурсов.

По обобщенным результатам ученых Сибирского региона А.Н. Власенко [3], В.Г. Холмова [9], И.Ф. Храмцова [10] установлено, что применение новых многооперационных машинных комплексов позволяет сократить затраты труда на 35–45 %, расход ГСМ – на 40–50 %, повысить производительность в 2,0–2,5 раза и поднимать урожайность на 15–30 %.

Такое заключение ставит перед наукой и практикой задачи по оптимизации обработки на черноземных почвах при различном уровне минерального питания и средств защиты растений.

В связи с этим основным направлением совершенствования механической обработки почвы считается ее минимализация, т. е. снижение ее интенсивности за счет сокращения числа и глубины обработки, совмещения ряда технологических операций за один проход агрегата по полю путем применения комбинированных машин и орудий, прямого посева сельскохозяйственных культур специальными сеялками без предварительной механической обработки.

Недооценка традиционных и современных систем и приемов обработки почвы, а также ошибки в прогнозах могут привести к высокой засоренности почвы и посевам, развитию корневых гнилей и других почвенных патогенов.

Внедрение ресурсосберегающих технологий предполагает решение следующих задач: рациональное использование природных, материально-технических и трудовых ресурсов; сохранение и воспроизводство почвенного плодородия; увеличение урожайности и качества зерновых культур; снижение затрат на выращивание урожая, повышение качества продукции и рента-

бельности производства; фитосанитарная защита почв и растений; определение степени допустимых пределов концентраций отвальных и минимальных обработок.

Основная обработка. В системе основной зяблевой обработки почвы применяются следующие способы: отвальная, безотвальная (плоскорезная), роторная и комбинированная (дифференцированная), сочетающая вспашку с плоскорезным рыхлением или приемами поверхностной обработки.

В производственных условиях применяются следующие варианты систем обработки почвы: чередование отвальной обработки почвы с минимальной (АПК-3-Лидер, КПЭ-3,8, дискатор БДМ-10); совмещение технологических операций, прямой посев с использованием сеялок СКП-2,1 или комбинированных посевных комплексов типа Джон-Дир (John-Dir), Хорш (Horsch), Гаспардо (Gaspardo), Solford и др.; вспашка на глубину 18–20, 20–22, 22–25 и 25–27 см; безотвальное рыхление стойками СиБИ-МЭ на глубину 20–22, 22–25, 25–27 и 27–30 см; чизелевание на глубину 30–32 и 35–37 см; глубокая плоскорезная обработка на глубину 20–22 и 25–27 см; мелкая плоскорезная обработка на глубину 10–12, 12–14, 14–16, 15–17 см; дискование на глубину 8–12 см; лущение на глубину 4–6 см; нулевая обработка – оставление поля без осенней обработки (в этом случае основная обработка совмещается с ранневесенней предпосевной и посевом).

Цель исследования: установить возможности применения отвальных, плоскорезных и минимальных обработок почвы, а также их оптимальное сочетание на продуктивность культур в севообороте с учетом зональных почвенно-климатических особенностей и уровня интенсификации в Красноярском крае.

Объекты и методы исследования. Полевые и производственные опыты проводились на выщелоченных и обыкновенных черноземах в учхозе «Миндерлинское» Красноярского ГАУ и в ОПХ «Минино» Красноярского НИИСХ. Повторность полевых опытов 3–4-кратная, а производственных – 1–3 га.

Результаты исследования и их обсуждение. Для таежных и подтаежных районов основную долю (70–80 %) на тяжелых заплывающих серых лесных и дерново-подзолистых поч-

вах в системе основной обработки почвы должна занять вспашка под зерновые и пропашные культуры. Интенсивность отвальной обработки почвы на низкоплодородных почвах в подтаежной зоне связана с высокой равновесной плотностью пахотного слоя (1,3–1,5 г/см³), низкой водопрочностью почвенных агрегатов (менее 40 %), а также со слабой микробиологической активностью и накоплением питательных элементов в почве и высокой засоренностью многолетними сорняками и овсюгом.

Для углубления пахотного слоя и ликвидации плужной подошвы на серых лесных и подзолистых почвах с укороченным гумусовым горизонтом целесообразно в паровых полях применять глубокую (25–27 см) безотвальную обработку. Ранний срок подъема зяби имеет решающее значение в повышении урожайности сельскохозяйственных культур.

В южной (открытой) лесостепи на высокоплодородных, хорошо оструктуренных черноземах должна преобладать комбинированная система основной обработки почвы, сочетающая плоскорезную или поверхностную обработку с отвальной вспашкой, особенно в паровом поле и под пропашные культуры.

Степень допустимых пределов концентрации отвальных, плоскорезных и минимальных обработок лимитируется физическими свойствами почвы. На выщелоченных и обыкновенных черноземах возможен полный отказ от механической обработки, или она может носить разноточный характер. Такой подход объясняется совпадением равновесной (1,0–1,12 г/см³) и оптимальной плотности (1,1–1,2 г/см³) для зерновых культур.

Сложнее обстоит дело с внедрением ресурсосберегающих систем основной обработки почвы в северной лесостепи на оподзоленных черноземах и серых лесных почвах, так как здесь сильнее, чем в южной и типичной лесостепи, проявляются недостатки плоскорезной и минимальной обработки почвы, связанные с повышением засоренности посевов и усилением дефицита минерального азота в связи с понижением биологической активности почвы.

В степной зоне на обыкновенных и южных черноземах среднего и легкого гранулометрического состава плоскорезная обработка практически полностью решает проблемы защиты

почвы от ветровой и водной эрозии, преодоления засухи, благодаря снегонакопительной роли стерин и уменьшения испарения влаги с поверхности почвы.

Наибольшие площади применения плоскорезной системы обработки почвы (совокупность научно обоснованных приемов) считаются оптимальными в степной зоне и открытой лесостепи на равнинных и склоновых землях.

В настоящее время обоснованы три варианта плоскорезной системы основной обработки почвы: систематическая мелкая (12–14 см) обработка почвы на легких по гранулометрическому составу и наиболее структурных почвах; разноглубинная обработка на тяжелых суглинистых и глинистых почвах (чередование на глубину 12–14 см с рыхлением на 25–27 см); комбинированная, сочетающая плоскорезную глубокую обработку почвы в севообороте с поверхностной (дискатор, культиватор) и нулевой.

Глубокая обработка в степной зоне усиливает потери влаги, однако при ее минимализации происходит чрезмерное уплотнение малоструктурных почв.

Если в степной зоне эффективность плоскорезной и минимальной обработки достигается за счет большой доли чистого пара (20–25 %) и поздних сроков сева, то в лесостепи такое количество пара не рационально, а поздние сроки сева невозможны.

На основании вышеизложенного следует, что оптимальное решение выбора системы обработки почвы в степной, лесостепной и подтаежных зонах зависит от взаимодействия комплекса факторов: доли чистого пара; соотношение культур в севообороте; системы удобрений; оптимальных сроков сева и норм высева семян; применения средств защиты растений; погодных условий осени и зимы.

В экстенсивном земледелии отвальной обработке придается первостепенное значение в борьбе с сорняками, мобилизации элементов питания из органического вещества, а в интенсивном – борьба с засоренностью полей может быть переложена в большей мере на гербициды, а питание растений – на удобрения. Таким образом, возрастание химической нагрузки на почву в интенсивном земледелии создает предпосылку сокращения затрат механической энергии на обработку почвы, т. е. ее минимализации.

В то же время минимальные обработки, не обеспеченные гербицидами, сопровождаются массовым засорением полей, так как основная масса семян сорняков сосредоточена в верхнем 0–5 см слое.

Сложившаяся традиционная система основной и предпосевной обработки почвы требует пересмотра в направлении сокращения и объединения технологических операций на базе новых многофункциональных почвообрабатывающих машин и посевных комплексов. При этом исключаются отдельные операции, такие как культивация, боронование, прикатывание почвы, выравнивание поверхности, внесение удобрений.

Однако успешная реализация безотвальных и мелких приемов основной обработки почвы возможна только в условиях высокой культуры земледелия с применением удобрений и гербицидов для обеспечения повторных посевов питанием и подавления многолетних сорняков.

Таким образом, основополагающим принципом в системе основной обработки почвы является правильное сочетание по годам обычной отвальной, глубокой безотвальной и поверхностной обработки. То есть нужно найти место приему и способу обработки почвы в севообороте в зависимости от погодных условий и уровня интенсификации. В то же время, по данным СибНИИЗХим, в 5-польном зернопаровом севообороте в условиях северной лесостепи при комплексном применении средств химизации урожай пшеницы в замыкающей культуре по мелкой плоскорезной и нулевой обработке приближается к уровню урожая парового поля. Это объясняется высоким уровнем интенсификации земледелия, где минимальная обработка почвы под зерновые культуры не встречает никаких ограничений.

С развитием адаптивной интенсификации земледелия откроются перспективы дальнейшей минимализации обработки почвы. Минимализация обработки почвы возможна лишь в системном решении, в процессе освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия с дифференцированными пакетами технологий. Всякое упрощение в технологиях приводит не только к экономическим издержкам, но и к экологическим последствиям.

Агротехнология неотделима от техники, которая используется при ее выполнении. Выпускаемая отечественная техника обеспечивает реализацию в основном экстенсивных и нормальных технологий. Для внедрения интенсивных технологий нужна техника нового поколения, рассчитанная на точное выполнение операций по фазам продукционного процесса растений. Внедрение многооперационных мобильных агрегатов дает возможность сократить количество операций до 5-6 наименований, уменьшить энергетические затраты в 3 раза.

Исследования по технико-экономическому обоснованию применения современной отечественной и импортной техники, в том числе по прямому посеву в условиях Сибири, только разворачиваются. Однако уже сейчас можно констатировать то, что урожайность культур в большей степени зависит от агротехнических факторов (предшественники, удобрения, пестициды, сроки посева, нормы посева) и меньшей – от технического выполнения операций. Высокопроизводительная импортная и отечественная техника способствует сокращению трудовых и материальных затрат, но не снижает актуальности по управлению продукционным процессом растений.

Анализируя роль, назначение и функции обработки почвы, можно увидеть перспективы ее совершенствования в ландшафтном земледелии с адаптацией применительно к разнообразным почвенно-климатическим, геоморфологическим, литологическим условиям и углубленной дифференциации в соответствии с агроэкологическими требованиями сельскохозяйственных культур. В условиях агроландшафта необходимо более дифференцированно применять различные приемы обработки почвы с учетом рельефа, микроклиматических особенностей, структуры почвенного покрова, состава агрофитоценозов.

Каждая система обработки почвы имеет положительные и отрицательные стороны, которые необходимо учитывать при адаптивном подходе и разрабатывать в связи с этим альтернативные решения, учитывая уровень интенсификации и изменение основных факторов. В современной научной и практической области развернулась широкая дискуссия об эффектив-

ности отвальных, плоскорезных, минимальных, нулевых и комбинированных систем обработок.

На основании многолетних данных, полученных в условиях Красноярской лесостепи, установлены следующие недостатки приемов обработки почвы: при безотвальной, мелкой, плоскорезной и нулевой обработке почвы усиливается засоренность посевов, отмечается переуплотнение пахотного слоя, которое снижает водопроницаемость и аккумуляцию осенне-зимне-весенних осадков; на склоновых землях увеличивается вероятность проявления водной эрозии; снижается накопление азота и усиливается дифференциация пахотного слоя по плодородию; глубокие отвальные и безотвальные обработки в условиях дефицитного увлажнения и малоснежных зим приводят к большим потерям влаги за счет диффузного испарения на легких почвах.

Роль соломы. Разбросанная на поверхности поля солома обеспечивает улучшение водно-физических свойств, снижение температуры в летний период, стабилизирует содержание органического вещества, что ведет к повышению урожайности культур, сохранению и повышению потенциального плодородия почв. Мульчирование почвы соломой увеличивает водопроницаемость почвы, снижает потери влаги от испарения, устраняет переуплотнение, защищает почву от всех видов эрозии, препятствует прорастанию сорной растительности. Положительный опыт заделки соломы в течение 15 лет получен в ДРСУ «Каратузское» Каратузского района. Эта технология обеспечила повышение гумуса в пахотных почвах и ежегодного стабильного урожая на уровне 3–5 т с 1 га.

Чистые пары. Обработку чистого пара в таежной и подтаежной зоне следует проводить по типу черного отвального на глубину пахотного слоя.

В условиях Красноярской и Канской лесостепи подготовку чистого пара можно проводить как по типу черного отвального, так и по типу раннего отвального и плоскорезного на 25–27 см. Минимальная обработка чистого пара на глубину 12–14 см способствовала снижению урожайности пшеницы на 2,4–3,9 ц/га. Внесение фосфора в дозе 40 кг на 1 га наиболее эффективно, особенно в засушливые годы.

В условиях степной зоны систему обработки чистого пара целесообразно проводить по типу раннего плоскорезного, что обеспечивает защиту почвы от ветровой и водной эрозии в весенний период.

Система обработки почвы в севообороте. По данным Красноярского НИИСХ, на обыкновенных черноземах под второй и третьей зер-

новой культурой после чистого пара установлено преимущество минимальной обработки почвы по сравнению со вспашкой. Отзывчивость зерновых культур на удобрение, гербициды и их совместное действие значительно выше под третьей культурой (ячменем), чем под второй (пшеницей) (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зерновых культур в зависимости от технологий их возделывания в зернопаровом севообороте (ОПХ «Минино», среднее за 1992–1995 гг.)

Фактор интенсификации	Технология обработки почвы			
	Отвальная		Минимальная	
	ц/га	Прибавка, %	ц/га	Прибавка, %
Без удобрений	22,5	-	23,8	-
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	23,0	2,2	24,9	10,5
Гербициды	23,9	6,2	24,6	10,3
Гербициды+удобрения	25,2	11,2	26,2	11,0

Исследования, проведенные на выщелоченных черноземах в Красноярской лесостепи, показали, что под вторую зерновую культуру (ячмень) целесообразна замена вспашки на плоскорезное рыхление на 12–14 или 20–22 см. Возделывание кукурузы следует осуществлять преимущественно по отвальному фону основной обработки на 20–22 см, а на относительно чистых землях возможно применение плоскорезного рыхления на 20–22 см.

Серьезных исследований по экономической эффективности ресурсосберегающих технологий в земледелии края не проводилось. Имеющиеся отрывочные сведения по оценке применения новых технологий носят довольно противоречивый характер. В таблице 2 приведены экономические характеристики использования машинно-тракторного парка модельного хозяйства Краснодарского края по сравнительной оценке технологий обработки почвы и посева зерновых культур.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что переход на технологии прямого посева позволяет на 14 % уменьшить потребность хозяйства в тракторах и на 10 % – в сельхозмашинах, уменьшить расход топлива на 17 % и затраты труда на 6 %. Вместе с тем, стоимость машинно-тракторного парка при переходе на новую технологию обработки почвы возрастает на 8,5 %, или почти на 1 900 тыс. руб. Это обусловлено

необходимостью приобретения импортных стерневых сеялок, стоимость которых в 5–7 раз дороже отечественных. Снижение затрат на оплату труда и приобретение топливно-смазочных материалов не компенсирует рост издержек на приобретение и внесение больших объемов химических средств, а также на амортизацию дорогостоящей техники.

Сравнительная оценка новых технологий при возделывании пшеницы в лесостепи на выщелоченных черноземах, проведенная в СибНИИЗхим до 2007 г., показала, что при урожайности зерна яровой пшеницы около 30 ц/га удельные затраты на производство продукции по технологии прямого посева возрастают на 14 % с традиционной технологией. Это связано с вышеназванными причинами.

Нормативные расчеты экономической эффективности интенсивных технологий возделывания зерновых культур с различными системами обработки почвы в севообороте на выщелоченных черноземах говорят в пользу применения новых технологий (табл. 3).

По данным министерства сельского хозяйства Красноярского края за 2007 г., применение ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур позволяет снизить затраты труда на 33 %, затраты средств – на 23 %, а при применении прямого посева – на 53 и 13 % соответственно.

Таблица 2

Эффективность использования машинно-тракторного парка модельного хозяйства по сравнительной оценке технологий обработки почвы и посева зерновых культур (по В.В. Бондаренко)

Показатель	Традиционная технология	Нулевая технология
Потребность в тракторах, шт.	22	19
Потребность в с.-х. машинах, шт.	314	283
Общий расход топлива, т	359	297
Затраты труда, чел. час	21750	20620
Потребность в механизаторах, чел.	22	20
Стоимость парка машин, млн руб.	105,1	114,7
Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	29975	29890

Таблица 3

Экономическая эффективность интенсивных технологий возделывания зерновых культур в различных системах обработки почвы (в расчете по нормативам на 1 га пашни в ценах 2009 г., по данным СибНИИЗхим, 2010 г.)

Основная (зяблевая) обработка почвы	Выход зерна, т	Затраты средств, всего руб.	В том числе ГСМ, руб.	Затраты труда, чел. час
Вспашка на 20–27 см	2,63	8280	789	3,28
Безотвальное рыхление на 20–27 см	2,62	8238	722	3,15
Минимальная обработка на 10–14 см	2,51	7954	633	2,63
Без обработки	2,43	7732	549	2,33
В % к вспашке:				
безотвальная	99,6	99,5	91,5	96
минимальная	95,4	96,1	80,2	80
без обработки	92,4	93,4	69,6	71

Выводы. Обобщая научные исследования и практику передовых хозяйств, следует отметить, что ресурсосберегающие почвозащитные обработки почвы эффективны в условиях высокой культуры земледелия. Системы минимальных и нулевых обработок почвы без применения средств комплексной химизации имеют ряд негативных последствий: нарастает засоренность полей, усиливается инфекция листостеблевыми и корневыми болезнями, замедляется процесс нитрификации.

Установлено преимущество дифференцированной системы обработки почвы с учетом рельефа, состава агрофитоценозов, структуры почвенного покрова, микроклиматических особенностей. В условиях закрытой лесостепи предпочтение следует отдавать черному пару. В лесостепной зоне на равнинных и склоновых землях урожайность зерновых культур в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах устойчиво повышается при замене отвальной зяби на 20–22 см осенними плоскорезными

рыхлениями. При этом сбор зерна и кормов возрастает от относительно глубоких плоскорезных обработок (на 22–27 см) к мелким – на глубину 12–14 см.

По экономической и биоэнергетической оценке преимущество имеет комбинированная система обработки почвы в севообороте за счет большего выхода продукции с 1 га пашни (на 1,0–1,2 ц/га), сокращения затрат совокупной энергии (на 57–171 МДж) и расхода горючего (на 2 кг/га) по сравнению со вспашкой.

В районах с интенсивными процессами эрозии необходимо освоить новую форму ресурсосберегающей обработки почвы, чередуя в севообороте плоскорезную, поверхностную и нулевую обработку с учетом зональных и ландшафтных особенностей.

В типичной лесостепи в пятипольном зернопропашном севообороте наиболее эффективно применение комбинированной системы обработки почвы, сочетающей чередование глубоких отвальных обработок в паровом поле и под ку-

курузу с плоскорезным рыхлением на 20–22 см под зерновые культуры. Продуктивность севооборота при этом возрастает на 1,4–1,6 ц/га зерновых единиц.

Применение минимально-плоскорезной и нулевой системы обработки почвы, несмотря на экономию общих затрат (на 6–7 %), ведет к снижению коэффициента энергетической эффективности и недобору продукции. В условиях открытой лесостепи в четырехпольном зернопаровом севообороте наиболее целесообразно сочетание нулевой обработки под вторую пшеницу и плоскорезное рыхление на 12–14 см под третью зерновую культуру – ячмень. Выход зерна с 1 га пашни составляет 15,8 ц по сравнению с традиционной вспашкой 14,9 ц. Применение минимально-оптимальных доз минеральных удобрений и гербицидов в севооборотах повышает эффективность минимальных обработок, но не ослабляет значение чередования приемов и способов обработки почвы.

Литература

1. *Едимейчев Ю.Ф., Шпагин А.И.* Современные проблемы ресурсосберегающих технологий в земледелии Красноярского края: учеб. пособие. – Красноярск, 2014. – 204 с.
2. *Едимейчев Ю.Ф.* Адаптация систем земледелия на эколого-ландшафтной основе // Инновационные технологии продуктов растениеводства. – Красноярск, 2011. – С. 16–31.
3. Модель адаптивно-ландшафтного земледелия и агротехнологий (на примере ФГУП «Кремлевское» Конечевского района Новосибирской области): метод. пособие / *А.Н. Власенко, Н.И. Добротворская, Л.Н. Иодко* [и др.]; Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. регион. отд-ние; Сиб науч.-исслед. ин-т земледелия и химизации с.-х. ФГУП «Кремлевское»; под общ. ред. *В.И. Кирюшина*. – Новосибирск, 2012. – 223 с.
4. *Костычев П.А.* Избранные труды. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 668 с.
5. *Овсинский И.Е.* Новая система земледелия. – Киев, 1899. – 235 с.
6. *Тулайков Н.М.* О системах земледелия в засушливых и не засушливых районах // За пропашные культуры против травополя. – М., 1962. – С. 145–156 с.
7. *Мальцев Т.С.* Вопросы земледелия. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 430 с.

8. *Бараев А.И.* Почвозащитное земледелие. – М.: Колос, 1975. – 302 с.
9. *Холмов В.Г.* Минимальная обработка кулисного пара под яровую пшеницу при интенсификации земледелия в южной лесостепи Западной Сибири // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 230–235.
10. *Храмцов И.Ф.* Ресурсосберегающие технологии производства зерна в Западной Сибири // Земледелие. – 2009. – № 4. – С. 5–7.

Literatura

1. *Edimeichev Ju.F., Shpagin A.I.* Sovremennye problemy resursosberegajushhijh tehnologij v zemledelii Krasnojarskogo kraja: ucheb. posobie. – Krasnojarsk, 2014. – 204 s.
2. *Edimeichev Ju.F.* Adaptacija sistem zemledelija na jekologo-landshaftnoj osnove // Innovacionnye tehnologij produktov rastenievodstva. – Krasnojarsk, 2011. – S. 16–31.
3. Model' adaptivno-landshaftnogo zemledelija i agrotehnologij (na primere FGUP «Kremlevskoe» Konechevskogo rajona Novosibirskoj oblasti): metod. posobie / *A.N. Vlasenko, N.I. Dobrotvorskaja, L.N. Iodko* [i dr.]; Ros. akad. s.-h. nauk, Sib. region. otd-nie; Sib nauch.-issled. In-t zemledlija i himizacii s.-h. FGUP «Kremlevskoe»; pod obshh. red. *V.I. Kirjushina*. – Novosibirsk, 2012. – 223 s.
4. *Kostychev P.A.* Izbrannye trudy. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1951. – 668 s.
5. *Ovsinskij I.E.* Novaja sistema zemledelija. – Kiev, 1899. – 235 s.
6. *Tulajkov N.M.* O sistemah zemledelija v zasushlivyh i ne zasushlivyh rajonah // Za propashnye kul'tury protiv travopol'ja. – M., 1962. – S. 145–156 s.
7. *Mal'cev T.S.* Voprosy zemledelija. – M.: Sel'hozgiz, 1955. – 430 s.
8. *Baraev A.I.* Pochvozashhitnoe zemledelie. – M.: Kolos, 1975. – 302 s.
9. *Holmov V.G.* Minimal'naja obrabotka kulisnogo para pod jarovuju pshenicu pri intensifikacii zemledelija v juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibirii // Resursosberegajushhie sistemy obrabotki pochvy. – M.: Agropromizdat, 1990. – S. 230–235.
10. *Hramcov I.F.* Resursosberegajushhie tehnologij proizvodstva zerna v Zapadnoj Sibirii // Zemledelie. – 2009. – № 4. – S. 5–7.