

Эколого-экономическая эффективность ресурсосберегающей технологии в условиях агроэкосистемы Юго-Востока Казахстана

Сулейменова Назия, Махамедова Баглан, Маргарита Филипова
Жараспаева Сандугаш

Abstract: *The article reveals that reducing the number of mechanical effects during resource-saving technology provides improved agro indicators of soil fertility and pest status agrofititsenoza reduces the contamination of crops and reduction of energy, labor and financial costs. Proven economic tsele=soobraznost application resource-saving technology of soybean cultivation under irrigation.*

Keywords: *agricultural, soy, alternative technology, ecological and economic efficienc*

Введение

Достижения науки в повышении продуктивности агроэкосистемы вызывают существенные ресурсно-технологические изменения. При экстенсивной системы ведения аграрного производства в начальный период перестройки столкнулись снижением плодородия почвы - уменьшение содержания в них гумуса, ухудшения агрофизических факторов, структурности почвы, снижение агрегатного состава, водопрочности агрегатов, переуплотнение и загрязнение почв тяжелыми металлами при применении минеральных удобрений, остаточными количествами пестицидов, изменение гидрологического режима полей [1]. Поэтому в настоящее время в аграрном производстве в качестве первоочередной задачи выдвигается изучения и разработка ресурсосберегающих экологически безопасных технологий возделывания культур.

Современные тенденции и перспективы

Использование ресурсосберегающих элементов дает возможность существенно снизить затраты водных, земных ресурсов, энергии на единицу производимой продукции. Применение экологически верных приемов технологии которые вписываются в биохимический круговорот ресурсов агроэкосистемы и обеспечит создание устойчивого конкурентоспособного агрофитоценоза. При этом изучение приемов технологии выращивания культур позволяет выявить скрытые формы нарушений устойчивости и достаточно оперативно поддерживать стабильность агроэкосистемы.

Результаты исследований

Нами изучены приемы технологии возделывания сои для разработки ресурсосберегающей технологии, обеспечивающие рациональное использование ресурсов агроэкосистемы, как минимализация обработки почвы и режим орошения. При минимализации отвальная основная обработка на глубину 20-22 см заменена плоскорезной обработкой на глубину 14-16 см почвы. Общеизвестно, что технология возделывания сои требует 3-4 кратную междурядную обработку почвы в течении вегетационного периода. Поэтому для минимализации 2-я и 3-я междурядная обработка почвы заменена минимальными экологически безопасными дозами гербицидов.

Под воздействием антропогенных воздействий систем основной обработки почвы при традиционной и ресурсосберегающей технологии агрофизические показатели почвы подвергаются к существенному изменению. При традиционной технологии в варианте отвальной основной обработки почвы происходит изменение структуры почвы в сторону ухудшения, снижается сумма макроагрегатов в пахотном слое почвы. Также при вспашке снижается плотность верхнего слоя почвы, что увеличивает возможность проявления эрозии почвы за счет распыления.

За годы исследований при изучении агрофизических показателей почвы в весенний период – перед посевом сои свидетельствуют о среднеплотном сложении верхнего корнеобитаемого 0-30 см слоя почвы, где объемная масса составляет $1,27 \text{ г/см}^3$ с колебаниями от $1,22$ до $1,32 \text{ г/см}^3$. В зависимости от расположения почвенных частиц, комочков и структурных агрегатов ниже пахотного слоя с глубиной плотность почвы увеличивается, объемная масса повышается до $1,29 \text{ г/см}^3$ и $1,38 \text{ г/см}^3$.

По литературным источникам известно, что среднеплотная почва оказывает большое сопротивление развитию корневой системы растений и при обработке требует дополнительных затрат. В уплотненной почве создаются неблагоприятные условия для растений вследствие недостатка пор для аэрации. Поступающая на поверхность почвы не впитывается почвой в весенний период. Поэтому, для подготовки почвы к посеву культуры необходимо создавать оптимальную плотность через предпосевную систему обработки почвы.

В год исследования после подготовки поля к посеву плотность пахотного слоя почвы закономерно снижалась. Установлено, что характерные агрофизические показатели почвы подвергаются изменению в зависимости от складывающихся климатических условий и предпосевной системы обработки почвы. При традиционной технологии объемная масса почвы 0-30 см слоя составила $1,12 \text{ г/см}^3$ с колебанием от $1,09$ до $1,17 \text{ г/см}^3$. При минимализации обработки почвы объемная масса почвы колебалась от $1,17$ до $1,24 \text{ г/см}^3$ при одной междурядной обработке с внесением пивот в дозе $0,8 \text{ л/га}$ (в среднем $1,23 \text{ г/см}^3$). На варианте с до и послевсходовым внесением гербицидов, пивот в дозе $0,8 \text{ л/га}$ + хармони 6 г/га объемная масса почвы колебалась от $1,20$ до $1,30 \text{ г/см}^3$ (в среднем $1,26 \text{ г/см}^3$). Выявлено, что применение минимализации обработки почвы при ресурсосберегающей технологии повышает устойчивость экологического состояния почвы, обеспечивает стабилизацию строения пахотного (0-30 см) слоя почвы от $1,17 \text{ г/см}^3$ до $1,23$ - $1,26 \text{ г/см}^3$. Исследованиями установлено, что на посевах сои плотность верхнего слоя почвы (0-30 см) при плоскорезной почвоохранной обработке почвы приближалась к оптимальной ($1,23$ - $1,26 \text{ г/см}^3$) и была плотнее, чем при вспашке ($1,12 \text{ г/см}^3$).

Анализ структуры почвы на посевах под сои показывает хорошее структурное сложение пахотного горизонта (0-20 см) при минимализации обработки почвы, где доля ценных макроагрегатов составляла $52,3 \%$, что на $12,8 \%$ выше (что является существенным), чем при отвальной (вспашке) обработке почвы. На фоне плоскорезной обработки почвы на посевах сои при замене междурядной обработки гербицидом структура почвы сохраняется, и доля макроагрегатов повышается до $58,9 \%$. В сравнении с традиционной технологией минимальную обработку почвы следует рассматривать как важнейшие условия сохранения потенциального и повышения эффективного плодородия почвы.

При плоскорезной почвоохранной обработке, плотность почвы находится в пределах оптимальных значениях для возделываемой культуры и равновесной плотности почвы и была плотнее, чем при вспашке. Полученные результаты являются научной основой применения эффективной ресурсосберегающей технологии. Поэтому в сравнении с традиционной технологией минимальную обработку почвы следует рассматривать как важнейшие условия сохранения потенциального и повышения эффективного плодородия почвы.

Приспосабливаясь к экологическим факторам агроэкосистемы и вступая в определенную биотическую связь, друг с другом, культура и сорные растения формируют агрофитоценоз. В отличие от естественных фитоценозов агрофитоценоз не обладает гомеостатическим состоянием и не может восстанавливаться без человеческой деятельности вследствие нарушения прямых и положительных обратных связей. Агрофитоценоз, а его продуктивность в наибольшей мере характеризуется устойчивостью и стабильностью экосистемы, находящейся в сельскохозяйственном использовании.

Агрофитоценоз это более или менее однородный участок поля с монокультурой или севооборотом определенного типа, внутри которого культурные растения взаимосвязаны друг с другом, со средой и с сопровождающими их сорными растениями и микроорганизмами, населяющими почву [2].

В составе агрофитоценоза следует выделить, прежде всего, два важнейших компонента: сельскохозяйственные культуры и сорные растения. Первый компонент обычно представлен одним видом возделываемой культуры (одновидовые посевы) и из смеси двух – трех и большего количества видов культурных растений (многовидовые посевы, смесь). Основная черта динамики популяций культурных и сорных растений в агрофитоценозах состоит в незавершенности популяционных процессов. Результатом этих отношений является обостренный характер конкуренции между растениями в посевах [3].

В настоящее время накоплен значительный объем информации о том, что культурные и сорные растения в агрофитоценозах обитая на одной территории оказывают друг на друга определенное и взаимно губительное влияние, которое может выражаться снижением величины и качества получаемой продукции [4]. Поэтому, одной из актуальных биотических проблем является борьба с засоренностью сельскохозяйственных культур, так как высокая засоренность посевов, обусловленная неблагоприятными абиотическими условиями, вызывает значительное снижение урожайности.

Учеты засоренности посевов сои показали, что из общего количества сорного компонента сои, включающего 46 видов, относящихся к 10 ботаническим семействам, наиболее широко распространены 35, из которых 12 видов являются доминантами. Доминантов сорных растений посева сои представляют следующие виды: щетинник сизый (*Setaria glauca* P.B), конопля дикая (*Cannabis ruderalis* Jan.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* Scop), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L), просо куриное (*Echinochloa crus-galli* P.B.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), гибискус вздутый (*Hibiscus trionum*), тростник обыкновенный (*Phragmites communis*), дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium*), гумай (*Andropogon halepensis*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), и свиной пальчатая. Они являются представителями разных агробиологических групп, как многолетних, так и малолетних сорняков. Из многолетних встречались - 7, малолетних - 18 представителей, в том числе 6 однодольных и 19 двудольных сорняков. Характерной особенностью засорения сои является преобладание однолетних сорняков.

Направленность и степень взаимоотношений компонентов агрофитоценоза посева сои характеризуется специфическими особенностями, так как соя - культура позднего срока сева. В условиях проведения исследований ее начинают сеять через 35-40 дней после начала весенне - полевых работ. За это время на полях успевают прорасти сорняки, и они уничтожаются тщательной предпосевной обработкой почвы. Несмотря на большой эффект предпосевной культивации посева сои засоряются, как правило, в сильной степени.

Степень взаимоотношений сои с сорным компонентом зависит от продолжительности совместного произрастания, состава и обилия сорных растений. С увеличением обилия сорняков усиливается конкуренция за факторы роста и развития не только между культурными и сорными растениями, но она проявляется и между самими сорными растениями. Из-за большой конкуренции сорняков за факторы жизни, индивидуальная масса сорняков с увеличением густоты их стояния снижается. Такая тенденция наблюдается у вьюнка полевого, тростника обыкновенного, масса которых с увеличением количества их на единицу площади снижается до 30,7-63,2%. Сорные растения лимитируют факторы жизни культуры или снижают степень их использования. В конечном счете, они резко снижают их продуктивность.

На чистом от сорняков участке продуктивность сои достигает 29,3 ц/га. С увеличением уровня засоренности посевов сои, вредоносность сорняков увеличиваются, и возрастают потери урожая. Общие потери зерна от сорняков достигают до 5,4-13,7 ц/га. Следует отметить, что ущерб урожаю причиняемый сорняками, неодинаков и зависит от биологических особенностей сорного растения. Сильно вредоносными являются многолетние сорняки - бодяк полевой, вьюнок полевой. При густоте стоянии 30 шт/м² снижение урожайности сои составило 7,-8,9 ц/га. Значительной вредоносностью обладает корневищный сорняк-тростник обыкновенный. С увеличением его густоты до 60 шт/м² потери урожая повышаются до 29,1 %. Наиболее вредоносным из однолетних сорняков является злостный сорняк посева сои - дурнишник. При количестве 5 шт/м² этого сорняка резко снижается урожайность сои - до 12,8%. Дальнейшее увеличение густоты стояния растений дурнишника зубовидного наносит большой ущерб - до 47,4%. Злаковые однолетние сорняки наносили ущерб в меньшей степени по сравнению с многолетними. Отрицательное воздействие просо куриного и щетинника сизого на сою не отмечается до уровня 20-25 шт/м², только при дальнейшем увеличении густоты их стояния снижение урожайности составляет всего 7,1-10,0 %. При засоренности этими сорняками только на уровне 90 шт/м², где урожайность сои снижается до 18,1-18,9 %.

В этой связи необходимо оценить вредоносность доминирующих видов сорняков в агрофитоценозе культуры по величине снижения урожайности культуры в зависимости от численности или массы сорняков и определить степень их вредоносности для культуры. Различают несколько уровней пороговой вредоносности: фитоценогический и или экологический порог вредоносности (ФПВ). Этот показатель оценивает вредоносность на уровне до 5% потерь урожая, что находится в пределах ошибки опыта. Биологический порог вредоносности (БПВ), характеризует вредоносность сорняков, от которых потери урожая не превышают величины достоверности установленной существенной разности по НСР. Экономический порог вредоносности (ЭПВ), характеризует уровень потерь урожая, при котором применение гербицидов окупает затраты на их применение стоимостью прибавки урожая. Экономический порог целесообразности борьбы (ЭПЦБ) характеризует уровень потерь урожая, при котором стоимость прибавки дополнительного урожая не только покрывает затраты на применение гербицидов (или комплексных приемов борьбы), но и обеспечивает получение дополнительной прибыли. Пороги вредоносности (ЭПВ и ЭПЦБ) для смешанного типа засоренности составляют в посевах сои 25,4 и 35 шт/м². При достижении уровня засоренности значений ЭПВ и ЭПЦБ применение технологических приемов подавления сорняков будет экономически оправданным. Рассчитанные нами экономические пороги вредоносности для каждого отдельного вида доминирующих сорняков в агрофитоценозе сои по группам сорняков (малолетние, многолетние и смешанные) являются основой разработки прогноза засоренности сорных растений в условиях нашей исследований юго-востока Казахстана.

При таком составе количество ранних яровых и корневищных сорняков от ветвления до созревания сои снижается, а доля поздних яровых и корнеотпрысковых, наоборот, возрастает (рисунок 1). В период фазы ветвления наибольшее количество сорняков приходилось на яровые (42,0 %) и многолетние корневищные (22,9 %) сорняки. В фазу цветения сои доля ранних яровых достигает максимума (17,3 %), а затем к созреванию резко снижается до 8,9 %. В фазу цветения сои начинают вегетацию поздние яровые сорняки (53,6 %), такие как паслен черный, гибискус вздутый, полынь однолетняя и дурман обыкновенный. К периоду созревания сои доля их достигает наибольших значений (64,5 %), которые успевают сформировать семена, рассеяв их до созревания бобов сои.

Таким образом, учеты и наблюдения показали, что посевы сои характеризуются высокой засоренностью и отличается преобладанием двулетних и поздних яровых сорняков. Соотношение агробиологических групп (доля поздних яровых - 53,6 %, корневищных – 17,0%) сорных растений в агрофитоценозе указывает на малолетне-корневищный тип засоренности посева сои. При высокой засоренности посевов сои, они составляют 28-36 % от общей надземной массы растений агрофитоценоза. По результатам проводимых исследований обнаружено, что сорные растения приспособиваясь к экологическим условиям выращивания культуры наносят им большой вред, конкурируя за факторы жизни. Поэтому, в снижении вредоносности сорных растений необходимо опираться на регулирование взаимоотношении культурных и сорных растений между собой и с окружающей средой, рассматривая эту проблему с агрофитоценологической позиции.

Характер и степень засоренности посевов сои зависели от экологического состояния агрофитоценоза. В зависимости от степени антропогенной нагрузки системы основной обработки почвы при традиционной технологии засоренности посевов было наибольшим (76 шт/м²), где соотношение биомассы сорняков и культуры показывает преобладание доли сорных растений до 64 % (таблица 1).

Таблица 1. Конкурентные взаимоотношений компонентов агрофитоценоза сои в зависимости от технологии возделывания

п/п	Технология возделывания сои	Количество сорняков в посевах, шт/м ²	Доля компонентов агрофитоценозов, %		Количество растений сои перед уборкой, шт/м ²	Урожайность, ц/га
			Культурного	Сорного		
	Традиционная - Вспашка + 2 междуряд. обработка	76	36	64	266	21,8
	Плоскорезная +1 междурядная обработка + гербицид	38	40,9	59,1	260	23,4
	Плоскорезная +до и послеуборочное внесение гербицидов	19,2	68,7	31,3	268	26,2
$S_x = 3,8 \%$ $HCP_{05} = 1,95$ ц/га						

При ресурсосберегающей технологии наблюдается преобладание доли культурного компонента, где доля сорного компонента снижается до 31,2 % с увеличением удельного веса биомассы культурного компонента, стабилизируются биотическое взаимоотношении организмов, создаются наилучшие условия для роста и развития сои и повышается (урожайность от 21,8 до 26,2 ц/га) продуктивность культуры.

Переход от традиционной технологии к минимальной обработке почвы наряду с улучшением агрофизических показателей плодородия почвы меняет условия формирования агрофитоценоза и отличается своими особенностями. При ресурсосберегающей почвоохранной системе обработки почвы уровень засоренности посевов составляла 21-22 % от массы агрофитоценоза. При отвальной обработке при вспашке доля сорного компонента агрофитоценоза повышалась до 38-41% что соответствует сильному уровню засоренности посевов сои. При этом на вспашке отмечалось преобладание однолетних двудольных сорняков и мятликовых видов сорных растений доля которых составляла - 41 и 50% соответственно. Для варианта с плоскорезной обработкой почвы было характерно преобладание корнеотпрысковых и мятликовых видов сорных растений - 28 и 38% соответственно, что указывает на некоторое

преимущество вспашки над плоскорезной обработки без применения средств химизации. При применении гербицидов на фоне минимальной обработки почвы наблюдается иная картина засоренности полей сои. Засоренность полей резко снижается до 19,2 шт/м², т.е. до уровня экономического порога вредоносности (ЭПВ = 25,4 шт/м²), в отдельном случае до 38,0 шт/м² - до экологически безопасного уровня (ЭБУ= 35 шт/м²).

Минимальная обработка почвы обеспечивает снижение энергетических затрат путем уменьшения числа и глубины обработок, совмещения нескольких операций в одном рабочем процессе и применения гербицидов. При минимальной технологии возделывания сои воздействие на почву рабочими органами сельскохозяйственных машин и орудий сокращается в 2,0 раза и более по сравнению с традиционной технологией.

При традиционной технологии возделывания сои в определенной последовательности проводятся более 15 приемов обработки почвы. При ресурсосберегающей технологии количество обработок сокращается до 6 приемов. Такая, минимализация обработки почвы, как было обоснованно выше, обеспечивает улучшения экологического состояния формирования агрофитоценоза (оптимизация агрофизических, технологических свойств почвы и фитосанитарного состояния почвы).

Урожайность сои при традиционной технологии составила 21,8 ц/га, где прямые затраты на возделывание составила 89,7 тыс.тг/га. При реализации данной продукции выручка составила 146,1 тыс.тг/га, условно чистый доход – 56,4 тыс. тенге/га, которая обеспечила ниже 50,0% рентабельности возделывания культуры.

С применением элементов ресурсосберегающей технологии сумма затраты составляет снижается до 64,3 тыс.тг/га, а себестоимость продукции - от 4,11 (традиционная) до 3,22 тыс. тенге/ц (ресурсосберегающая). Сравнительная оценка экономических показателей от применения ресурсосберегающей технологии показывает, что применение минимальной обработки и гербицида (Пивот и Пивот+Хармони) способствовали повышению дохода до 91,2 тыс.тг/га и рентабельности до 108,2%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При ресурсосберегающей технологии уменьшения числа механических воздействий обеспечивает улучшение агрегатного состава, водопрочности агрегатов, повышения коэффициента структурности почв и улучшение фитосанитарного состояния агрофитоценоза, снижая засоренность посева. Также обеспечивает уменьшение энергетических, трудовых и финансовых затрат, что доказывает экономическую целесообразность применения ресурсосберегающей технологии возделывания сои в условиях орошения, где условно чистый доход от применения ресурсосберегающей технологии возделывании сои повышаются до 91,2 тыс.тг/га и уровень рентабельности возделывания до 108,2%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Новая экологически безопасная технология возделывания сои в условиях Нижнего Поволжья / Толоконников В.В., Даниленко Ю.П., Исупова О.В., Седанов Г.В. Эколого-экономические проблемы экологической политики региона: Материалы круглого стола, Волгоград. 24 дек. - Волгоград. 2002. - С. 29-33.
- [2]. Баздырев Г.И. Сорные растения и меры борьбы, М., Агропромиздат, 2000.
- [3]. Миркин Б.М. Беседы об устойчивости экосистем / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова Экология и жизнь. - 2005. - № 2. - С. 33-37.

- [4]. Сулейменова Н.Ш., Мазиров М.А., Райымбекова И.К. Экологически безопасный прием стабилизации фитосанитарной устойчивости агрофитоценозов в технологии возделывания сои. Ж. «Вестник Алтайского государственного аграрного университета», №3 (89), 2012. С 10-15.

Для контактов:

Сулейменова Назия, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (naziya44@gmail.com);

Махамедова Баглан к.с.-х.н., PhD (mahamedova@mail.ru), доцент

Маргарита Василева Филипова, доц. д-р, РУ Ангел Кънчев, кафедра ТХЕ, тел. 082 888 418, mfilipova@uni-ruse.bg

Жараслаева Сандугаш, PhD докторант, Казахский национальный аграрный университет, город Алматы, (sanzhar79@yandex.ru).

Докладът е рецензиран.