

# АГРОНОМИЯ

УДК 631.5:631.1:631.153.3:633.853.52

А.Н. Гайдученко, М.В. Толмачев,  
В.Т. Синеговская  
A.N. Gayduchenko, M.V. Tolmachev,  
V.T. Sinegovskaya

## АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТАХ И МОНОКУЛЬТУРЕ

### AGRONOMIC AND ECONOMIC INDICES OF SOYBEAN CULTIVATION TECHNIQUES IN SHORT CROP ROTATION AND MONOCULTURE

**Ключевые слова:** короткоротационный севооборот, бесменный посев, приёмы выращивания, традиционная технология, метод No-till, плотность почвы, влагообеспеченность, фитосанитарное состояние, фотосинтетические показатели, урожайность, экономическая эффективность.

Цель исследования – проведение сравнительного анализа изменения агротехнических и экономических показателей в зависимости от приёмов возделывания сои в специализированных короткоротационных севооборотах. Рассмотрены вопросы эффективности применения приёмов возделывания сои методом No-till и традиционным способом в короткоротационных севооборотах и бесменном посеве. Отмечено снижение многолетних сорных растений в посевах сои, степени развития и распространения болезней культурных растений, создание более оптимальных водно-физических свойств почвы в период дефицита осадков, при возделывании её по стерне в сравнении с традиционным выращиванием. Показатели фотосинтетической деятельности сои (максимальная площадь листьев, фотосинтетический потенциал, максимальное накопление сухого вещества, биологическая урожайность в среднем за три года исследований были выше при традиционном выращивании. Однако урожайность сои, её экономическая эффективность возделывания в

демонстрационном опыте оказались выше по нулевой обработке в сравнении с традиционной технологией.

**Keywords:** short crop rotation, monoculture, cultivation techniques, conventional technology, No-till, soil density, moisture availability, phytosanitary condition, photosynthetic indices, crop yielding capacity, economic efficiency.

The research goal is a comparative analysis of the changes in the agronomic and economic indices depending on soybean cultivation techniques in specialized short crop rotations. The effectiveness of soybean cultivation techniques under No-till as opposed to the conventional techniques in short crop rotations and monoculture is compared. The following was revealed in sod planting as opposed to the conventional technique: reduction in perennial weeds in soybean crops, reduction in the degree of development and spread of crop diseases, and the creation of more optimal soil hydro-physical properties precipitation deficit. Three-year average photosynthetic activity indices of soybean (maximum leaf area, photosynthetic potential, maximum dry matter accumulation, and biological crop yield) were higher under conventional cultivation. However, the soybean yield and economic efficiency of cultivation in the demonstration trial were higher under zero tillage as compared to the conventional technology.

**Гайдученко Анатолий Николаевич**, к.с.-х.н., зав. лабораторией, Всероссийский НИИ сои Россельхозакадемии, г. Благовещенск. E-mail: amursoja@gmail.com.

**Толмачев Максим Валерьевич**, к.с.-х.н., вед. н.с., Всероссийский НИИ сои Россельхозакадемии, г. Благовещенск. E-mail: amursoja@gmail.com.

**Синеговская Валентина Тимофеевна**, д.с.-х.н., член-корр. РАН, и.о. директора, Всероссийский НИИ сои Россельхозакадемии, г. Благовещенск. E-mail: amursoja@gmail.com.

**Gayduchenko Anatoliy Nikolayevich**, Cand. Agr. Sci., Head of Laboratory, All-Russian Research Institute of Soybean of Rus. Acad. of Agr. Sci., Blagoveshchensk. E-mail: amursoja@gmail.com.

**Tolmachev Maksim Valeryevich**, Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, All-Russian Research Institute of Soybean of Rus. Acad. of Agr. Sci., Blagoveshchensk. E-mail: amursoja@gmail.com.

**Sinegovskaya Valentina Timofeyevna**, Dr. Agr. Sci., Corresponding Member of Russian Acad. of Agr. Sci., Acting Director, All-Russian Research Institute of Soybean of Rus. Acad. of Agr. Sci., Blagoveshchensk. E-mail: amursoja@gmail.com.

### Введение

Увеличение производства сои имеет важное экономическое значение. Поэтому растениеводство Амурской области специализируется на выращивании высокобелкового соевого зерна. За последние 5 лет посевы сои в регионе возросли в 1,5 раза, валовое производство – в 2,5 раза. Главным сдерживающим фактором роста её продуктивности в зоне рискованного земледелия являются почвенно-климатические условия. Вместе с тем во ВНИИ сои разработаны технологии возделывания сои, ориентированные на различные уровни урожайности. В зависимости от имеющихся ресурсов, согласно агротехническим требованиям, составлены нормативно-технологические карты [1]. Однако энергетические и трудовые затраты, материальные средства, расходуемые на обработку почвы, большая продолжительность времени на проведение технологических операций по обработке почвы в севообороте приводят к нарушениям сроков посева, внесения гербицидов, уборки урожая. Подобные ситуации повторяются практически ежегодно, что обуславливает снижение продуктивности сои и других культур в севообороте. Более того, положение усугубляется ежегодным увеличением её удельного веса в общей структуре посевов, как основной высокодоходной культуры, выше рекомендованного насыщения в севообороте (более 50%). К тому же соя является поздно убираемой культурой (сентябрь-октябрь), после которой не всегда удаётся подготовить зябь для последующих рано высеваемых в севообороте яровых зерновых культур (ячменя, пшеницы), что приводит к нарушению технологической цепочки их возделывания, ухудшению свойств почвы, усилению засорённости посевов, снижению урожайности культурных растений, росту затрат на производство продукции, уменьшению органического вещества в почве, проявлению эрозионных процессов [2, 3].

В связи с этим производство сои должно основываться на соблюдении специализированных севооборотов, применении инновационных технологий и технических средств нового поколения, обеспечивающих экономическую эффективность, выполнение природоохранных задач и соответствие биологическим требованиям культурных растений.

В мировом земледелии в различных географических и почвенно-климатических условиях широко внедряется альтернативная эколого-энергосберегающая, мало затратная технология возделывания полевых культур без применения какой-либо обработки почвы, называемая по-разному: нулевой, посев по стерне, No-till (не пахать), позволяющая стабильно получать высокие, экономически оправданные урожаи [4-6]. Основным отли-

чием данной технологии является минимальное механическое воздействие на естественное сложение почвенного покрова, нарушая его лишь в местах размещения семян культурных растений при посеве специальной сеялкой.

На первом этапе перехода к нулевой технологии возделывания полевых культур увеличивается гербицидная нагрузка на поле. При правильном освоении метода No-till в севооборотах с применением промежуточных, поукосных, пожнивных посевов на сидерат, по мере накопления органического мульчирующего слоя на поверхности поля, искоренения многолетних сорняков, потребность в гербицидах снижается либо полностью исчезает, улучшается фитосанитарное состояние, в том числе и за счёт увеличения микрофлоры. Установлено, что в течение 2-3 ротаций севооборота засорённость практически исчезает [7].

В связи с этим нами проводятся исследования с целью разработки и внедрения высокоэффективной энергосберегающей технологии возделывания сои в севообороте на основе объединённой системы почвозащитного, ресурсосберегающего, биологического земледелия, No-till, с расширенным воспроизводством плодородия почвы.

### Объекты и методы исследований

Изучение приёмов возделывания проводилось в полевых опытах на луговой черноземовидной почве (опытное поле ГНУ ВНИИ сои в с. Садовое Тамбовского района) в двух специализированных короткоротационных севооборотах с насыщением основной культурой, соответственно, 40 и 50%, и при её бесменном возделывании.

#### Схема опыта 1.

##### Севообороты:

1. Однолетние травы (соя + овёс) – соя – пшеница – соя – пшеница. 2. Пшеница на зерно + пожнивное возделывание соево-овсяной смеси на сидерат – соя – пшеница – соя. 3. Соя бесменно.

##### Приёмы возделывания:

1. Метод No-till. 2. Традиционный способ, с бесплужной обработкой почвы.

**Схема опыта 2** (демонстрационный полевой).

##### Севооборот

Четырёхпольный севооборот (пшеница на зерно + пожнивное возделывание соево-овсяной смеси на сидерат – соя – пшеница – соя).

##### Приёмы возделывания:

1 – возделывание сои по методу No-till.  
2 – возделывание сои традиционным способом, с бесплужной обработкой.  
3 – возделывание сои традиционным способом, с отвальной вспашкой.

Агротехника возделывания полевых культур в опыте при традиционном (базовом) возделывании общепринятая для южной зоны Амурской области. Она предусматривает возделывание культур в соответствии с рекомендациями «Системы земледелия для Амурской области», где за основу взята система основной подготовки почвы с отвальной вспашкой или бесплужной обработкой, и разработанными технологическими картами, включающими в себя от 12 до 18 механизированных полевых операций [1].

Возделывание культур методом No-till предусматривает отказ вообще от какой-либо обработки почвы. Технология в целом включает только 4 основных механизированных операции в поле с использованием инновационной техники. При традиционном возделывании применяли гербициды: «Фронтьер» – перед посевом в почву, «Пульсар» или «Базагранпо» – вегетирующим растениям в фазу 2-3-го тройчатого листа в баковой смеси с противозлаковым гербицидом «Зеллек супер» или «Арамо». По методу No-till вносили «Торнадо» за 10-12 дней до посева, а по вегетации – те же гербициды, что и при традиционном возделывании.

Учёты и наблюдения в опытах проводили в соответствии с общепринятыми методическими указаниями.

### Результаты и их обсуждение

Обеспеченность влагой посевов сои в слое 0-20 см в разные годы исследований была неодинаковой и зависела от выпавших осадков. Так, в 2011 г. наблюдается снижение влажности почвы ниже уровня 40% ППВ (полной полевой влагоёмкости) в августе, повлиявшей на процесс бобообразования и налива семян сои. В 2012 г. снижение влажности до 33-48% ППВ отмечено в фазы: всходов, цветения, образования бобов и налива семян. Обилие осадков в июле и сентябре привело к увеличению засорённости посевов. В 2013 г. наиболее критический период по обеспечению почвы влагой (до 44% ППВ) наблюдается в фазу 2-го тройчатого листа, а обильно выпавшие осадки в августе насытили почву, и её влажность превысила оптимальный уровень 81-84% ППВ. Наиболее стабильное содержание влаги в почве отмечено в посевах сои по стерне (рис.).

Объёмная масса почвы характеризует её физическое состояние и плотность сложения. Соя хорошо растёт и развивается при объёмной массе почвы от 0,9 до 1,29 г/см<sup>3</sup>. Однако оптимальным значением является 1,05 г/см<sup>3</sup>.

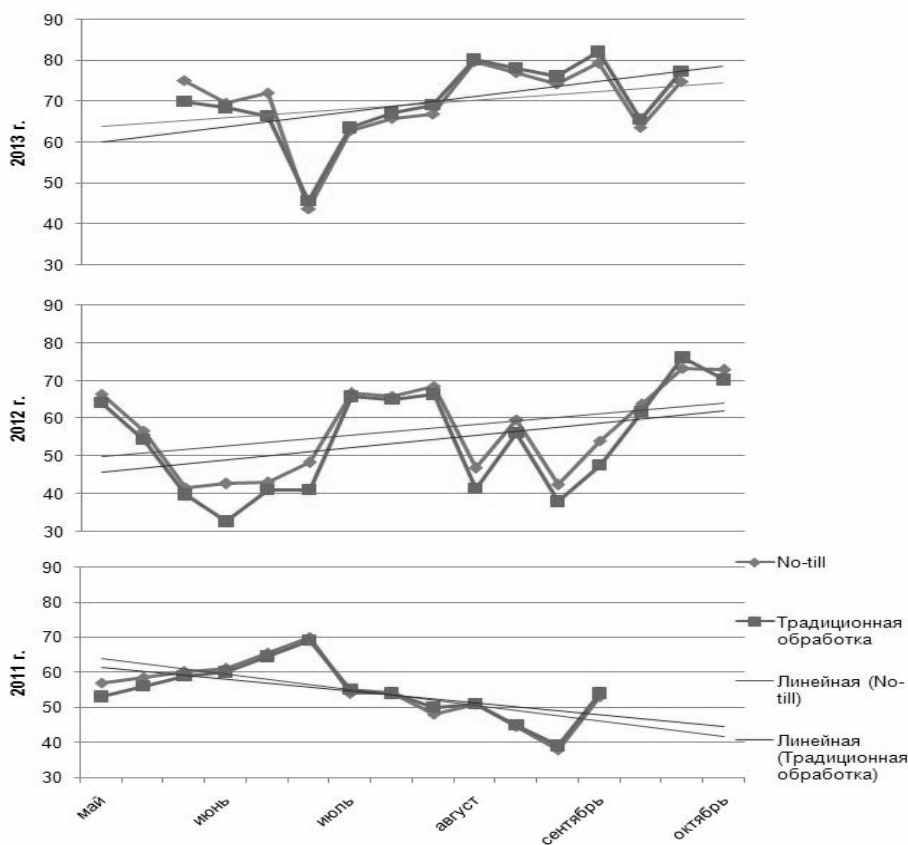


Рис. Влажность почвы в слое почвы 0-20 см за вегетацию в зависимости от приёмов возделывания сои, % ППВ

Степень уплотнения почвы во многом зависит от количества проездов по полю технических средств. Исследователи В. Розн, Р. Рентбоу и В. Денис отмечают, что уплотнение более чем на половине площади происходит при возделывании культур по методу No-till, тогда как при традиционном возделывании со вспашкой – на всей площади, а при минимальной обработке – на 85% [6].

В нашем опыте плотность почвы в посевах сои при возделывании по методу No-till была выше только в начале вегетации в слое 0-10 см по сравнению с традиционным выращиванием. К уборке сои почва разуплотнилась, её объёмная масса стала меньше и приняла равновесное состояние: 1,10-1,13 г/см<sup>3</sup> в слое 0-10 см и 1,17-1,21 г/см<sup>3</sup> в слое 10-20 см, в зависимости от приёмов возделывания различалась незначительно.

В среднем за три года возделывание сои по методу No-till привело к снижению количества многолетних сорных растений, по сравнению с традиционным способом, на 32%, в бессменных посевах – на 33%. При этом снижение массы сорняков на 64% отмечено только при бессменном посеве. В севооборотах масса многолетников снизилась на 8% при традиционном возделывании.

Засорённость однолетними сорняками при нулевой технологии была выше, чем при традиционном возделывании в севооборотах и бессменных посевах сои по количеству стеблей на 54 и 53%, по их массе – на 17 и 26% соответственно.

В среднем за три года распространение болезней листьев при применении No-till, в сравнении с традиционным способом, снизилось на 7,6%, а степень развития корневой гнили – на 5,6%.

Развитие фотосинтетического аппарата у сои сорта Лидия имело преимущество при традиционном способе возделывания. По сравнению с методом No-till максимальная площадь листьев увеличилась на 9,8%, фотосинтетический потенциал (ФП) – на 11,5, накопление сухого вещества – на 14,2, биологическая урожайность – на 10,0%.

Определение эффективности фотосинтеза методом импульсной амплитудной модуляции света показало несущественные различия по квантовой эффективности фотосинтеза в зависимости от изучаемых приёмов (табл. 1).

Биологическая урожайность сои в среднем за 2011-2013 гг. в мелкоделянном опыте составила при традиционном возделывании 3,0 т/га, по методу No-till – 2,7 т/га.

Экономическая оценка приёмов возделывания сои в короткоротационных севооборотах показала, что условно чистый доход и рентабельность были выше при возделывании по методу No-till на 3,7-9,6% относительно возделывания по вспашке и бесплужной обработке, при практически равной себестоимости (табл. 2).

Урожайность сои в демонстрационном производственном опыте составила по технологии No-till 2,15 т/га, а при традиционном возделывании: по вспашке – 2,02; бесплужной основной обработке – 2,03 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,33 т/га).

Себестоимость единицы продукции при выращивании сои по No-till ниже традиционного относительно вспашки на 26,3% и по сравнению с бесплужной обработкой – на 15,9%. Рентабельность производства сои по методу No-till была самой высокой. Возделывание сои по методу No-till снижало затраты на ГСМ в 3,5-4,6 раза, на амортизацию и текущий ремонт – в 1,3-1,6 раза (табл. 3).

Таблица 1

**Квантовая эффективность фотосинтеза сои сорта Лидия, в зависимости от приёмов возделывания, в среднем за 2011-2013 гг.**

Технология	Фаза роста и развития				
	3-й тройчатый лист	цветение	образование бобов	налив семян	полный налив семян
Традиционная	0,707	0,748	0,781	0,773	0,789
No-till	0,710	0,745	0,790	0,776	0,772

Таблица 2

**Экономическая эффективность влияния приёмов возделывания сои, демонстрационный опыт, в среднем за 2011-2013 гг.**

Показатели	Технологии		
	вспашка	бесплужная	No-till
Урожайность семян, т/га	2,02	2,03	2,15
Цена реализации, руб/т	11000	11000	11000
Производственные затраты руб/га	11093	9768	8696
Стоимость продукции, руб/га	22220	22330	23650
Условно чистый доход, руб/га	11127	12562	14954
Себестоимость, руб/т	5492	4812	4045
Экономическая эффективность, руб/т	5508	6188	6955
Рентабельность, %	100,3	128,6	172,0

**Влияние приёмов возделывания сои на общепроизводственные затраты, демонстрационный опыт, в среднем за 2011-2013 гг.**

Приёмы	Затраты на 1 га, руб.							Урожайность, т/га	Себестоимость единицы продукции, руб/т
	всего, руб.	з/п,л	семена	гербицид	ГСМ	амортизация и текущий ремонт	прочие затраты		
Отвальная вспашка	11093	682	2250	3070	1385	3682	25	2,02	5492
Бесплужная обработка	9769	505	2250	2925	1027	3037	24	2,03	4812
No-till	8696	251	2250	3553	298	2323	20	2,15	4045

**Заключение**

1. Приёмы возделывания сои незначительно изменяли влажность и плотность почвы в слое 0-20 см.

2. Возделывание сои по No-till привело к снижению количества многолетних сорных растений в посевах, развития корневой гнили и распространения болезней листьев у сои, по сравнению с традиционным возделыванием.

3. Развитие фотосинтетического аппарата у сои имело преимущество при возделывании по традиционной технологии.

4. Существенных различий по квантовой эффективности фотосинтеза в зависимости от изучаемых приёмов при определении её методом импульсной амплитудной модуляции света (прибор mini PAM) не установлено.

5. Несмотря на повышение общей засорённости посевов сои, снижение накопления сухого вещества, биологической урожайности культуры в короткоротационных севооборотах, экономическая эффективность была выше при возделывании по No-till, в сравнении с традиционным возделыванием.

**Библиографический список**

1. Система технологий и машин для комплексной механизации растениеводства Амурской области на 2011-2015 гг. / под общ. ред. И.В. Бумбара, А.Н. Панасюка, В.А. Тильбы. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2011. – 264 с.

2. Воробьев С.А. Севообороты интенсивного земледелия. – М.: Колос, 1979. – 65 с.

3. Гайдученко А.Н., Тильба В.А. Короткоротационные севообороты универсального использования в условиях Амурской области // Пути повышения ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – С. 299-317.

4. Сборник статей по No-till / Рольф Держи, Мет Хенги и др. Фермеры-активисты No-till. – с. Майское: Корпорация АгроСоюз. www/nt-ca/org.na, 1991. – 2009. – 230 с.

5. Макарова Л. Будем вместе учиться работать по-новому / пер. Алексея Шонова. Беседа с Ноно Перейра из Бразилии // Газета для земледельцев поле «Августа». – 2009. – № 4, апрель. – С. 11.

6. Необходимое пособие по технологии No-till / отв. ред. докт. философии Розн В., Рэйнбоу Р. и Дэнис В. Сли / изд. Южно Австралийской Ассоциации Фермеров No-till САНТФА – член (СССХАНЗ). – 2004. – 27 с.

7. Агрокультура. Растениеводство // ООО «АгроСоюз». Департамент агрокультурных технологий. – п. Юбилейный Днепропетровского р-на (Украина), 2008. – 39 с.

**References**

1. Sistema tekhnologii i mashin dlya kompleksnoi mekhanizatsii rastenievodstva Amurskoi oblasti na 2011-2015 gg. / pod obshch. red. I.V. Bumbara, A.N. Panasyuka, V.A. Til'by. – Blagoveshchensk: Izd-vo Dal'GAU, 2011. – 264 s.

2. Vorob'ev S.A. Sevooboroty intensivnogo zemledeliya. – M.: Kolos, 1979. – 65 s.

3. Gaiduchenko A.N., Til'ba V.A. Korotkorotatsionnye sevooboroty universal'nogo ispol'zovaniya v usloviyakh Amurskoi oblasti // Puti povysheniya resursnogo potentsiala sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva Dal'nego Vostoka. – Vladivostok, Dal'nauka, 2007. – S. 299-317.

4. Sbornik statei po No-till / Rol'f Derzhi, Met Khengi [i dr.]. // Fermery-aktivisty No-till. – s. Maiskoe: Korporatsiya Agro-Soyuz, 1991. – 2009. – 230 s.

5. Budem vmeste uchit'sya rabotat' po novomu «Stat'ya Lyudmily Makarovoi, perevod Alekseya Shonova beseda s Nonno Pereira iz Brazili; Gazeta dlya zemledel'tsev pole «Avgust», 2009. – № 4, aprel'. – S. 11.

6. Neobkhdimoe posobie po tekhnologii No-till / отв. red. d-r filosofii Roen V., Reinbou R. i Denis V. Sli / Izd. Yuzhno-Avstraliiskoi Assotsiatsii Fermerov No-Till SANTFA – chlen (SSSKhANZ). – 2004. – 27 s.

7. Agrokul'tura. Rastenievodstvo // ООО «АгроСоюз». Departament agrokul'turnykh tekhnologii. – p. Yubileinyi Dnepropetrovskogo r-na (Ukraina), 2008. – 39 s.

