

# АГРОНОМИЯ

УДК 581.132:633.34

Е.Б. Захарова

## ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО И СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТОВ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ

**Ключевые слова:** соя, почва, трактор, уплотнение, площадь листьев, клубеньки, урожайность, корреляция, регрессия, дисперсионный анализ.

### Введение

Амурская область – основной соесеющий регион России. Урожайность на ГСУ Амурской области новых сортов достигает 30 ц/га, но средняя по области – на уровне 10 ц/га. Урожай сои в производстве ограничивается низким плодородием почвы, слабой материальной обеспеченностью хозяйств. Один из важнейших факторов, влияющих на продуктивность сои, – система технологий и машин для ее возделывания. Для увеличения урожайности сои требуется проведение комплекса мероприятий, направленных на создание оптимальных условий для роста растений, развития фотосинтетического аппарата сои, ее активного симбиоза с клубеньковыми бактериями [1].

### Объекты и методы

Исследования проводились на типичной для южной зоны Амурской области среднемоощной луговой черноземовидной почве второй надпойменной террасы Зейско-Буреинской равнины (отдел семеноводства ДальГАУ). Схема опыта: без уплотнения, одно-, трех-, пятикратное уплотнение почвы тракторами ДТ-75М, Т-150К, МТЗ-80, Т-150, Т-4А, ДТ-175С, АТС-59Г (конверсионное энергетическое средство, переоборудованное на базе армейского гусеничного тягача). Площадь одной делянки 80 м<sup>2</sup>. Уплотнение почвы – в день посева путем сплошного укатывания тракторами. Технология возделывания обще-

принятая для области. Сорт сои ВНИИС-1, посев в третьей декаде мая с междурядьями 15 см. Сплошной способ посева сои все шире применяется в области в целях снижения затрат на ее возделывание. Агрофизические свойства почвы определяли в начале вегетации на глубину до 50 см по десятисантиметровым слоям в четырехкратной повторности [2]. Площадь листьев учитывали весовым методом, корневые остатки и клубеньки на корнях сои – методом монолита, биологическую урожайность – площадками по 1 м<sup>2</sup> в 5 повторениях [3, 4]. Данные обрабатывали методами корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализов [5, 6]. В статье представлены данные в среднем за четыре года, а также за 2002, 2003 гг., когда разнообразие тракторов было наибольшим.

### Результаты и их обсуждение

Плотность почвы определяли в начале вегетации сои. В слое 0-20 см наименьшая плотность – в варианте без уплотнения, наибольшая – при пятикратном уплотнении (табл. 1).

Наибольшее увеличение плотности наблюдали при пятикратном уплотнении Т-150К и АТС-59Г (конверсионное энергетическое средство на базе армейского гусеничного тягача) на 0,15 г/см<sup>3</sup>, при трехкратном уплотнении увеличение на 0,07 (ДТ-75М) – 0,13 г/см<sup>3</sup> (АТС-59Г), однократном уплотнении увеличение на 0,05 (ДТ-75М) – 0,11 г/см<sup>3</sup> (АТС-59Г). Аэрация высокая в вариантах без уплотнения, при однократном уплотнении – ДТ-75М, ДТ-175С, Т-150К, АТС-59Г; трехкратном уплотнении – ДТ-75М, Т-150К,

АТС-59Г; в остальных вариантах – повышенная. Запасы доступной влаги неудовлетворительные в вариантах без уплотнения, при пятикратном уплотнении – Т-4А, при одно-, трех-, пятикратном уплотнении ДТ-75М, Т-150К, АТС-59Г; в остальных вариантах – удовлетворительные. Глубже 20 см отклонения по вариантам незначительные.

Наибольшая площадь листьев в 2001-2004 гг. наблюдалась у растений сои в варианте без уплотнения. В вариантах с уплотнением уменьшалась, больше всего при пятикратном – в 2,2 раза. В 2002-2003 гг. при однократном уплотнении площадь листьев уменьшалась в 1,2 (АТС-59Г) – 1,8 раза (Т-150К); трехкратном в 1,3 (ДТ-175С) – 2 раза (Т-150К); пятикратном в 1,5 (ДТ-175С) – 2,2 раза (АТС-59Г) (табл. 2).

Количество и масса клубеньков, масса корней в среднем за 2002, 2004 гг. наибольшие в варианте без уплотнения. По сравнению с ним во всех вариантах с уплотнением эти показатели снижаются (табл. 3). В 2002 г. в варианте без уплотнения количество клубеньков составило 5,4 тыс. шт/м<sup>2</sup>, наименьшее – при пятикратном уплотнением ДТ-75М и АТС-59Г

(меньше в 2,9 раза). Масса клубеньков в варианте без уплотнения 51,9 г/м<sup>2</sup>, наименьшая – при пятикратном уплотнении Т-150К (в 3,1 раза). Масса корней в варианте без уплотнения 60,0 г/м<sup>2</sup>, при пятикратном уплотнении ДТ-75М – меньше в 3 раза.

Биологическая урожайность сои за 2001-2004 гг. в варианте без уплотнения 0,85 т/га, в вариантах с трактором ДТ-75М при однократном уплотнении – 0,73, трехкратном – 0,62, пятикратном – 0,51 т/га. В вариантах с трактором МТЗ-80 при однократном уплотнении 0,77, трехкратном – 0,70, пятикратном – 0,58 т/га. Дисперсионный анализ показал, что по фактору В (кратность уплотнения) урожайность без уплотнения и в среднем при однократном уплотнении существенно больше, при трех- и пятикратном уплотнении – существенно меньше средней по опыту. По сравнению с вариантом без уплотнения, урожайность во всех вариантах с уплотнением существенно меньше. Величина наименьшей существенной разницы на пятипроцентном уровне значимости для фактора А = 0,03; для фактора В и взаимодействия АВ = 0,02; для частных различий = 0,04 т/га.

Таблица 1

Плотность почвы в слое 0-20 см под посевами сои, г/см<sup>3</sup>

Марка трактора	Кратность уплотнения			
	0	1	3	5
2001-2004 гг.				
ДТ-75М	1,14	1,24	1,26	1,29
МТЗ-80	1,14	1,28	1,30	1,32
2002, 2003 гг.				
ДТ-75М	1,22	1,27	1,29	1,30
МТЗ-80	1,22	1,32	1,33	1,34
ДТ-175С	1,22	1,29	1,29	1,31
Т-150К	1,22	1,32	1,34	1,37
Т-4А	1,22	1,28	1,32	1,35
АТС-59Г	1,22	1,33	1,35	1,37

Таблица 2

Максимальная за вегетацию площадь листьев, тыс. м<sup>2</sup>/га

Марка трактора	Кратность уплотнения			
	0	1	3	5
2001-2004 гг.				
ДТ-75М	21,02	12,73	10,94	8,73
МТЗ-80	21,02	14,35	12,46	9,57
2002, 2003 гг.				
ДТ-75М	19,37	12,69	11,14	9,67
МТЗ-80	19,37	15,39	12,68	9,47
ДТ-175С	19,37	15,89	14,46	13,19
Т-150К	19,37	15,30	14,23	12,23
Т-4А	19,37	10,71	9,91	9,28
АТС-59Г	19,37	16,60	12,77	8,93

Развитие симбиотического аппарата и корневой системы сои в зависимости от уплотнения (2002, 2004 гг.)

Марка трактора	Кратность уплотнения	Количество клубеньков,	Масса сухая, г/м <sup>2</sup>	
		тыс. шт/м <sup>2</sup>	клубеньков	корней
Без уплотнения		6,6	73,8	112,2
ДТ-75М	1	3,9	42,8	60,6
	3	2,8	33,2	46,5
	5	1,6	22,4	29,7
МТЗ-80	1	4,5	55,0	71,8
	3	3,7	47,5	60,4
	5	2,3	30,2	36,7

В 2002, 2003 гг. урожайность сои в варианте без уплотнения 0,86 т/га. В вариантах с трактором ДТ-75М при однократном уплотнении 0,74 т/га, трехкратном – 0,63, пятикратном – 0,52 т/га. В вариантах с трактором МТЗ-80 при однократном уплотнении 0,75 т/га, трехкратном – 0,66, пятикратном – 0,53 т/га. В вариантах с трактором Т-4А при однократном уплотнении 0,72 т/га, трехкратном – 0,56, пятикратном – 0,53 т/га. В вариантах с трактором Т-150К при однократном уплотнении – 0,61 т/га, трехкратном – 0,45, пятикратном – 0,44 т/га. В вариантах с трактором АТС-59Г при однократном уплотнении 0,66 т/га, трехкратном – 0,62, пятикратном – 0,50 т/га. Дисперсионный анализ показал, что по фактору А (марка трактора) в вариантах с тракторами МТЗ-80, ДТ-175С урожайность существенно больше средней по опыту, с трактором Т-150К – существенно меньше; по фактору В (кратность уплотнения) в вариантах без уплотнения и при однократном уплотнении – существенно больше средней по опыту, при трех- и пятикратном уплотнении – существенно меньше. По сравнению с вариантом без уплотнения во всех вариантах с уплотнением – существенно меньше. Величина наименьшей существенной разницы на пятипроцентном уровне значимости для фактора А = 0,03; для фактора В и взаимодействия АВ = 0,03; для частных различий = 0,07 т/га.

Выявлена сильная корреляционная зависимость развития фотосинтетического аппарата сои от плотности почвы  $r = -0,91$ . Взаимосвязь существенна на однопроцентном уровне значимости. Судя по коэффициенту детерминации, 83% колебаний площади листьев вызвано изменения-

ми плотности почвы. Уравнение регрессии:  $y = -62,96x + 92,24$ , где  $y$  – максимальная за вегетацию площадь листьев сои;  $x$  – плотность почвы. При увеличении плотности почвы на 0,01 г/см<sup>3</sup> площадь листьев уменьшается на 0,63 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Выявлена сильная корреляционная зависимость урожайности от развития фотосинтетического аппарата сои  $r = 0,93$ . Взаимосвязь существенна на однопроцентном уровне значимости. Судя по коэффициенту детерминации, 87% колебаний урожайности сои вызвано изменениями площади листьев. Уравнение регрессии:  $y = 0,02x + 0,36$ , где  $y$  – урожайность сои,  $x$  – максимальная за вегетацию площадь листьев сои. Существенное уменьшение урожайности на 0,04 т/га наблюдается при уменьшении площади листьев на 1,65 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Выявлена сильная корреляционная зависимость урожайности от плотности почвы  $r = -0,77$ . Взаимосвязь существенна на пятипроцентном уровне значимости. Судя по коэффициенту детерминации, 59% колебаний урожайности сои вызвано изменениями плотности почвы. Уравнение регрессии:  $y = 1,38x + 2,42$ , где  $y$  – урожайность сои;  $x$  – плотность почвы. Существенное уменьшение урожайности на 0,04 т/га наблюдается при увеличении плотности почвы на 0,03 г/см<sup>3</sup>.

Множественный корреляционный анализ показал, что взаимосвязь между плотностью почвы, развитием фотосинтетического аппарата сои и урожайностью существенна на однопроцентном уровне значимости. Коэффициент множественной корреляции:  $R = 0,96$ . Судя по коэффициенту множественной детерминации, вариация урожайности на 92% связана с действием изучаемых факторов.

**Заключение**

Урожайность сои существенно уменьшается при трех- и пятикратном прохождении тракторов ДТ-75М, МТЗ-80, ДТ-175С, Т-4А, Т-150К, АТС-59Г (конверсионное энергетическое средство, переоборудованное на базе армейского гусеничного тягача) по полю. При увеличении уплотняющего воздействия ухудшаются условия формирования фотосинтетического и симбиотического аппаратов сои. Вариация урожайности на 92% связана с действием изучаемых факторов: плотность почвы и развитие фотосинтетического аппарата. Урожайность сои существенно уменьшается на 0,04 т/га при увеличении плотности почвы на 0,03 г/см<sup>3</sup> и уменьшении площади листьев на 1,65 тыс. м<sup>2</sup>/га. Следовательно, для улучшения условий формирования фотосинтетического и симбиотического аппаратов сои и увеличения ее урожайности больше внимания следует уделять путям уменьшения площади поля, подвергающейся уплотнению вследствие многократного прохождения тракторов.

**Библиографический список**

1. Синеговская В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы / В.Т. Синеговская. Благовещенск: ПКИ «Зея», 2005. 120 с.
2. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
3. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учета в связи с формированием урожаев) / А.А. Ничипорович. М.: АН СССР, 1961. 135 с.
4. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г.С. Посыпанов. М.: Агропромиздат, 1991. 299 с.
5. Ваулин А.В. Определение достоверности средних многолетних показателей краткосрочных полевых опытов при обработке результатов исследований методом дисперсионного анализа / А.В. Ваулин // Агрохимия. 1998. № 12. С. 71-75.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.



УДК 631.67:633.18 (571.61)

**И.С. Алексейко,  
О.В. Окладникова**

**ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ  
ПЕРИОДИЧЕСКИ ПОЛИВАЕМОГО РИСА  
В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ключевые слова:** водопотребление, суммарное водопотребление, наименьшая влагоемкость, режимы орошения, дозы удобрений, урожайность, динамика влажности, периодическое дождевание, оросительная норма.

**Введение**

Рис – ведущая культура в мировом земледелии, и он является основным продуктом питания 2/3 населения земного шара. Возделывается при разнообразных условиях водного режима почвы. В рисоводческих хозяйствах России принят спо-