

КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ СОИ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

**В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, Всероссийский НИИ гидротехники и мелиорации,
А.В. Шуравилин, Российский университет дружбы народов**

В РФ ощущается дефицит высокобелковых пищевых продуктов и протеиновых кормов. Высокое содержание белка (до 56%) в зерне сои с уникальным аминокислотным составом самой природой определяет исключительную роль этой культуры в решении белковой проблемы. В числе первоочередных вопросов требует решения повышение технологической эффективности производства семян перспективных сортов сои при разных способах орошения, например, капельном. Высокая эффективность этого способа при возделывании сельскохозяйственных культур, в т.ч. сои, доказана многими авторами [1—8]. Однако режим орошения сои при капельном поливе изучен недостаточно.

Эксперименты проводили в фермерском хозяйстве «Садко» Дубовского р-на Волгоградской обл. в подзоне светло-каштановых почв, которые характеризуются маломощными гумусовыми горизонтами (0,15—0,25 м) и низким содержанием гумуса (1,6—2,3 %) в пахотном слое. Гранулометрический состав почвы опытного участка тяжелосуглинистый в слое 0,5 м, глубже переходит до среднесуглинистого. Изучали факторное влияние уровня предполивной влажности (фактор А) и размеров зоны увлажнения (фактор В) почвы, уровня минерального питания (фактор С) в стохастической среде климатического ресурса на продукционный процесс, урожайность и качество зерна сои.

Анализ научных работ по вопросам, связанным с формированием зон увлажнения почвы, свидетельствует о наличии значительной базы экспериментального и теоретического материала. Однако он представлен, как правило, громоздкими математическими расчетами, применение которых на практике без ЭВМ и соответствующего программного обеспечения довольно сомнительно. Тем не менее они дают достаточно полное представление о закономерностях распространения влаги в почве и основных факторах, определяющих количественные характеристики этих закономерностей. Нашими исследованиями подтверждено существенное влияние уровня предполивного влагосодержания увлажняемой зоны почвогрунта на формирование количественных параметров зоны увлажнения.

Результаты исследований показали существенное изменение глубины промачивания почвы при разных уровнях ее влажности. Так, через 1 ч после начала полива, что при интенсивности подачи воды 2 л/ч соответствовало объему водоподдачи, равному 36 м³/га, глубина промачивания почвенного горизонта при исходной предполивной влажности почвогрунта 70% НВ составила 0,14 м. При повышении исходной влажности почвы до уровня 80 и 90% НВ глубина промачивания почвы возрастала соответственно до 0,21 и

0,35 м. Через 2 ч полива глубина промачивания почвы на участках с исходной влажностью 70, 80 и 90% НВ составила 0,21, 0,31 и 0,54 м, а через 3 ч — соответственно 0,29, 0,44 и 0,74 м. Влияние исходной влажности почвы на диаметр зоны увлажнения было существенно ниже, а в ряде случаев численные значения диаметров были равнозначны на участках с разным уровнем предполивного влагосодержания. Однако отмечено существенное увеличение диаметра увлажняемой зоны почвогрунта с повышением объема водоподдачи на орошаемый участок. Численные значения диаметра зоны увлажнения возрастали с 0,35—0,36 м после 1 ч полива до 0,57—0,59 м спустя 5 ч бесперебойной работы системы капельного орошения. В установленных в эксперименте объемах водоподдачи глубина зоны увлажнения при исходной влажности почвы 70% НВ была ниже диаметра увлажнения, при предполивном уровне влагосодержания 80% НВ глубина зоны увлажнения превысила диаметр через 4 ч полива, а при 90% НВ — через 1 ч после включения системы капельного орошения. Таким образом, при установленной глубине промачивания почвенного горизонта диаметр зоны увлажнения существенно изменяется в зависимости от уровня исходной (предполивной) влажности почвы. Математическое выражение, позволяющее определить диаметр увлажняемой зоны почвогрунта при заданной глубине промачивания почвенного горизонта в зависимости от уровня исходной влажности почвы, следующее:

$$d = 2,524 \cdot h - 0,208 \cdot h^2 + \bar{d}_{\%}^{-0,371} - 0,022 \cdot \bar{d}_{\%} \cdot h,$$

где h — горизонт промачивания почвы (зависит от биологических особенностей культуры), м;

$\bar{d}_{\%}$ — уровень исходной влажности почвы, % НВ;

d — диаметр зоны увлажнения почвогрунта, м.

Коэффициент детерминации аппроксимации, 0,92, свидетельствует о высокой коррелируемости анализируемых параметров. Формулу можно применять в сходных почвенно-гидрологических условиях.

Из полученного выражения следует, что доля увлажняемой площади, определяемая как $S=d/H$, где H — расстояние между увлажнителями, при определенной глубине промачивания почвенного горизонта существенно зависит от уровня предполивной влажности почвы. В наших исследованиях при расстоянии между соседними увлажнителями 1,4 м доля увлажняемой почвы для предполивного уровня влажности 70% НВ в слое 0,3 м составила 37%, в слое 0,5 м — 45%. При поддержании предполивного порога влажности почвы 80% НВ доля увлажняемой площади при соответствующих горизонтах промачивания составила 34 и 37%.

Поддержание предполивной влажности горизонта почвы 0,3 м при капельном орошении на уровне 70% НВ

посев — начало цветения обеспечивалось проведением 3—10 поливов по 115 м³/га. Для поддержания предполивного уровня влагосодержания почвогрунта 80% НВ в этот период проводили 7—19 поливов по 70 м³/га. В период цветения — начало созревание поддержание предполивной влажности почвы на уровне 70% НВ обеспечивалось проведением 12—17 поливов по 115 м³/га при горизонте промачивания почвы 0,3 м и 6—9 поливов по 215 м³/га при увеличении горизонта промачивания до 0,5 м. Увеличение порога предполивной влажности почвы до 80% НВ в этот период связано с необходимостью проведения 18—34 поливов по 70 м³/га при горизонте промачивания 0,3 м, 12—18 поливов по 130 м³/га при глубине увлажняемой зоны 0,5 м. Оросительная норма изменялась в зависимости от варианта водного режима почвы и погодных условий вегетационного периода от 1770 до 3720 м³/га.

Наиболее эффективно на формирование урожая посевами сои вода расходовалась на участках, где порог предполивной влажности почвы на уровне 80% НВ в слое 0,3 м поддерживался в течение вегетационного периода или при поддержании дифференцированного (70—80% НВ) порога предполивной влажности почвы в слое 0,3—0,5 м. Регулирование водного режима почвы по схеме этих вариантов при внесении N₈₅P₈₀K₅₀ обеспечивало средний за годы исследований расход воды — 915–922 м³/т урожая. При внесении N₁₁₀P₁₀₀K₇₀ коэффициент водопотребления составил 808—826 м³/т.

Наибольшая урожайность семян сои (4,97 т/га) получена при поддержании порога предполивной влажности почвы не ниже 80% НВ в слое 0,3 м в сочетании с внесением N₁₁₀P₁₀₀K₇₀ (табл.). В зависимости от дозы минеральных удобрений и горизонта промачивания почвы урожайность семян сои при капельном орошении изменялась от 2,63—2,80 т/га (на участках, где поливы проводили для поддержания предполивной влажности почвы 70% НВ в слое 0,3—0,5 м) до 3,63—4,97 т/га (при поддержании предполивного уровня влагосодержания увлажняемой зоны почвогрунта 80% НВ в слое 0,3 м в течение вегетационного периода).

По фактору уровня минерального питания (в сравнении с вариантами, где вносили N₆₀P₆₀K₃₀) урожайность семян сои возрастала на 2,4—36,7%. Меньшие значения прибавки урожая получены при поддержании постоянного порога предполивной влажности почвы 70% НВ в слое 0,3 м, большие — на участках, где поливы проводили при снижении влажности почвы до 80% НВ. Важно, что наибольшая урожайность на участках поддержания порога предполивной влажности почвы (70—80% НВ) формируется при дифференцированном горизонте промачивания почвы (в отличие от вариантов поддержания постоянных в течение вегетационного периода порогов предполивной влажности почвы). В этом проявляется эффект взаимодействия факторов уровня предполивной влажности и размеров зоны увлажнения, который, согласно результатам статистического анализа экспериментального материала, объясняется 10,2% дисперсии урожайных данных.

Показатели продукционного процесса и эффективность производства семян сои при капельном орошении					
Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Уровень предполивной влажности почвы, %НВ / глубина увлажнения, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Продуктивность фотосинтеза, г/м ² в сут.	Урожайность семян, т/га	Чистый дисконтированный доход, руб.
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	70—70/0,3	27,0	3,31	2,80	-109181
	70—80/0,3	34,6	3,43	3,03	-115512
	80—80/0,3	37,8	3,98	3,63	15505
	70—70/0,3-0,5	26,5	3,32	2,63	-152619
	70—80/0,3-0,5	37,0	3,97	3,53	53139
	80—80/0,3-0,5	37,7	3,91	3,53	—
N ₈₅ P ₈₀ K ₅₀	70—70/0,3	30,4	3,67	2,87	-162643
	70—80/0,3	38,1	3,79	3,33	-96168
	80—80/0,3	42,7	4,34	4,33	129815
	70—70/0,3-0,5	28,8	3,68	2,73	-196585
	70—80/0,3-0,5	41,5	4,36	4,07	148456
	80—80/0,3-0,5	39,8	4,30	4,13	108535
N ₁₁₀ P ₁₀₀ K ₇₀	70—70/0,3	34,0	3,82	2,90	-231405
	70—80/0,3	41,0	3,95	3,50	—
	80—80/0,3	45,4	4,51	4,97	254149
	70—70/0,3-0,5	33,3	3,84	2,80	-252684
	70—80/0,3-0,5	43,7	4,51	4,70	269624
	80—80/0,3-0,5	44,1	4,45	4,80	242366

Комплексный анализ полученного экспериментального материала и основных закономерностей продукционного процесса сои при капельном орошении позволяет сделать следующие заключения и обобщения.

При возделывании сои на семена капельное орошение отвечает требованиям ресурсосбережения и является экономически высокоэффективным мероприятием. Повышение уровня предполивного влагосодержания почвы во взаимосвязи с формированием постоянных или возрастающих размеров зон локального увлажнения активизирует продукционный процесс сои. Урожайность, близкая к 5 т/га формируется при внесении N₁₁₀P₁₀₀K₇₀ и поддержании постоянного порога предполивной влажности почвы 80% НВ в слое 0,3, 0,3—0,5 м. Урожайность на уровне 4 т/га обеспечивается при поддержании постоянного порога предполивной влажности почвы 80% НВ в слое 0,3 м при внесении N₈₅P₈₀K₅₀. В условиях дефицита водных и общехозяйственных ресурсов возможно снижение порога предполивной влажности до 70% НВ (0,3 м) и дозы минеральных удобрений до N₆₀P₆₀K₃₀ при формировании урожайности зерна сои на уровне 2,7—2,9 т/га. Наименьший срок окупаемости проекта составляет 3 года при формировании урожайности семян сои, близкой к 5 т/га. Экономически обосновано сочетание поддержания дифференцированного порога предполивной влажности почвы 70—80% НВ в слое 0,3–0,5 м с внесением минеральных удобрений дозой N₁₁₀P₁₀₀K₇₀. Снижение вкладываемых в производство объемов финансовых средств до 1541843—1649343 руб., в т. ч. и инвестиционного капитала (за расчетный период 5 лет) при определенном сочетании регулируемых факторов обеспечивает формирование урожайности семян сои, близкой к 4 т/га. Планировать урожайность семян сои на уровне 3 т/га экономически нецелесообразно. □

Литература

1. Шуравилин, А.В. Мелиорация. Учебное пособие.// Шуравилин А.В., Кибекко А.И. – М.: ИКФ «ЭКМОС», 2006. – С. 457-468.
2. Бородычев, В.В. Вопросы водосбережения при возделывании сои. / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, М.Ю. Моисеев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. – № 4. – С.22-24.
3. Бородычев, В.В. Орошение и удобрение перспективных сортов сои. / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Плодородие. – 2004. – № 6. – С. 30-31.
4. Лытов, М.Н. Совершенствование технологии управления агроценозом сои в условиях орошаемого земледелия Нижнего Поволжья. / М.Н. Лытов, А.А. Пахомов // Мелиорация и окружающая среда: юбилейный сб. научных трудов ВНИИГиМ, ВНИИА. – М., 2004. – Т.1. – С. 23-31.
5. Лытов, М.Н. Управление водным режимом почвы и продуктивность сои при орошении. / М.Н. Лытов // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию института мелиорации и луговодства Национальной академии наук Беларуси. – Минск, 2005. – С. 238-240.
6. Бородычев, В.В. Минеральное питания сои. / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов //Агрохимический вестник. – 2005. – № 5. – С. 20-21.
7. Лытов, М.Н. Водопотребление сои при капельном орошении. / М.Н. Лытов, А.А. Диденко // Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие: материалы международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 117-119.
8. Лытов, М.Н. Продуктивность и водопотребление сои при капельном орошении. / М.Н. Лытов, А.А. Диденко // Вестник АПК Волгоградской области. – 2005. – № 9. – С. 22-23.

Drop irrigation of soybean in the Nighniy Povolghye Region

V.V. Borodychev¹, M.N. Lyitov¹, A.V. Shuravilin²

¹Complex Department of All-Russian.

Research Institute of hydromachinery and melioration . Volgograd.

Department of Pedology, agrochemistry and agroecology. Russian Peoples Friendship University. st. Miklucho-Maklay, 6, 117198, Moscow, Russia.

For high yields of (соя) on heavy loam light chestnut soil under drop irrigation with the distance between droplets of 1,4 m it is necessary to keep differential regime of pre-irrigational humidity of 70-80% (НВ – of minimum soil water capacity) in soil lager of 0,3-0,5 m combining with fertilizers application.