

УДК 631.671.1

**ВЫБОР РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО
ПОЛУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ УРОЖАЕВ СОИ В СУХОСТЕПНОМ
ПОВОЛЖЬЕ**

В.О.Пешкова, Ю.А. Лукашунас, И.В. Суркова

Получение стабильных урожаев зерна сои зависит от выбора сортов сои, техники орошения и дифференциацией режимов орошения в условиях сухостепной зоны Поволжья. В настоящее время применяются для орошения дождевальные машины, при орошении которыми присутствует низкая эффективность использования водных ресурсов на орошаемых землях, оцениваемая затратами воды на производство одной тонны зерна сои на гектар.

Необходимо применять дождевальные машины с максимальным коэффициентом земельного использования со снижением энергоемкости поливов.

Повышение технико-технологического уровня орошения при анализе внутрипочвенной водообеспеченности, требует подбора высокопроизводительной техники и технологий орошения, учитывающих требования рационального использования воды и энергии, с постоянной их адаптацией к условиям применения. В результате этого, большой интерес представляют исследования водного режима растений сои в аридных условиях произрастания на орошаемых землях, где водный обмен сои можно регулировать применяемым дождеванием.

Водный режим агроценозов сои является одним из важных путей адаптации к условиям произрастания. Следует отметить, что в условиях сухостепного Поволжья имеются большие потенциальные возможности в отношении климатических ресурсов, прежде всего свет и тепло, которые должны использоваться в полной мере, при достаточном обеспечении влагой в почве. Весь этот комплекс факторов произрастания сои не может не оказывать сильного воздействия на основные физиологические процессы,

протекающие в растении. В течение периода вегетации водный дефицит меняется значительно, что связано с уменьшением запаса влаги в почве, вследствие интенсивного физического испарения с поверхности почвенного покрова и большого расхода влаги на транспирацию. В период вегетации сои водный дефицит меняется синхронно с условиями произрастания культуры.

В период вегетации заметное влияние на транспирацию культуры оказывают осадки, температура воздуха и применяемое орошение. Нормированное орошение снимает напряженность на формирование продуктивности культуры с повышением уровня урожайности сои.

При оптимизации нормирования орошения сои первостепенное значение имеет установление оптимальной оросительной нормы - количества воды, необходимой для полива культуры за весь вегетационный период в расчете на 1 га. Для установления этой нормы применяют экспериментальные методы с расчетом норм и сроков полива. Современный подход к водонормированию при орошении сои, определяется решением уравнения водного баланса, главным элементом расходной части которого является суммарное водопотребление (транспирация) сои на оптимально увлажненном поле.

При расчете оросительных норм (нетто) сои учитывается:

- транспирация растений, включая испарение с поверхности почвы, мм;
- сумма эффективных осадков, мм;
- подпитывание со стороны грунтовых вод, мм;
- поверхностный сброс, мм;
- испарение в зоне дождевого облака, мм;
- объем воды, необходимый для создания промывного режима, мм;
- активные запасы влаги в расчетном слое, мм.

Интенсивность транспирации растений сои характеризует потенциально возможный урожай зерна. При нормированной водоподаче на единицу площади возникает возможность существенного сокращения

оросительных норм для сои по сравнению с биологическими требованиями культуры.

При нормированном орошении создаются устойчивые агроландшафты, ориентированные на производство высококачественного зерна сои в объемах, соответствующих климатическим параметрам аридной зоны Поволжья, что обеспечивает сохранение и воспроизводство природных водных ресурсов.

Увеличение оросительных норм для получения максимального уровня урожайности зерна, способствует увеличению затрат на орошение. Рациональное использование и экономия водных ресурсов создает оптимальный мелиоративный режим в агроценозах сои на орошаемых землях.

При обосновании оросительных норм для сои, необходимо учитывать степень засушливости конкретного вегетационного периода. Следовательно, при проведении гидротехнических мелиораций величина оросительных норм (нетто) в конкретном году расчетного периода должна определяться исходя из условий восстановления нарушенного распашкой земель гидротермического режима с учетом полного использования ресурсов естественного увлажнения за счет применения агротехнических мелиораций и сохранения благоприятной эколого-мелиоративной обстановки [1].

Создание благоприятных условий для роста и развития сои с обеспечением стабильной урожайности в степном и сухостепном Поволжье возможно лишь в условиях орошения с учетом воздействия его на почву, грунтовые воды, микроклимат.

Мелиорированные земли Поволжья по глубине залегания грунтовых вод относятся к благоприятной для орошаемого земледелия. Почвы экспериментальных участков характеризуются тяжелым гранулометрическим составом почвообразующих пород, а дренированность темно-каштановых почв требует соблюдения обоснованных режимов орошения, так как превышение оросительных норм приводит к подъему уровня грунтовых вод, а при превышении критической глубины залегания

водоносного слоя возникают негативные почвенные процессы (заболачивание, вторичное засоление и осолонцевание). Экспериментальными исследованиями установлено, что функции влагопроводности и водоудерживания темно-каштановых почв существенно трансформируются при изменении водного питания и состава почвенного поглощающего комплекса [2].

Основные и сопутствующие наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми методиками и стандартами, математическая обработка опытных данных проведена по методике полевого опыта Б.А. Доспехова с помощью программы Statistika5.5 и процессора электронных таблиц Microsoft Excel [3,4].

При расчете режима орошения сои, учитывается водопотребление растением обеспечивающее физиолого-биохимические процессы формирования биомассы и почвенно-климатические характеристики условий произрастания культуры.

Норма полива рассчитывается в зависимости от влажности и глубины увлажнения с учетом водоудерживающей способности почвы, исключая потери на инфильтрацию в грунтовые воды.

При расчете режима орошения и оросительных норм используется уравнение водного баланса, учитывающее в обобщенном виде агроклиматические особенности территории, биологические особенности сои, свойства почв, гидрогеологические условия орошаемого поля, способ и технику полива.

$$M = E - Va - Pa - G, \quad (1)$$

где M – оросительная норма, м³/га; E – суммарное водопотребление; Va – запас влаги в активном слое почвы; P – атмосферные осадки; α – коэффициент использования осадков; G – капиллярный приток из грунтовых вод.

Суммарное водопотребление или суммарное испарение (E) представляет собой дефицит водопотребления соей в условиях произрастания.

Суммарное испарение или водопотребление (E) определяется по формуле А.М. и С.М. Алпатьевых [3]:

$$E = K \Sigma d, \quad (2)$$

где K – биоклиматический коэффициент; Σd – сумма дефицитов влажности воздуха за расчетный период; P – атмосферные осадки.

Водопотребление или капиллярный приток из грунтовых вод (G) зависит от глубины их залегания, минерализации, мехсостава почвы, биологических особенностей сои (табл. 1).

Таблица 1

Расход грунтовых вод для культуры соя в Поволжье, м³/га

Сельскохозяйственная культура	Уровень грунтовых вод, м			
	2,0	2,5	3,0	4,0
Соя	2600	2000	1600	420

Регулирование и выбор водного режима сои при орошении направлено на получение максимально возможной урожайности с наименьшими затратами воды на 1 т зерна.

Широко распространенным методом определения суммарного водопотребления (E) является расчет по коэффициенту водопотребления и планируемой урожайности [5]:

$$E = UK, \dots (3)$$

где U – планируемый урожай, ц/га; K – коэффициент водопотребления, м³/ц.

Средние значения коэффициента водопотребления (K) и суммарного водопотребления (E) сои в сухостепной зоне Поволжья приведены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты водопотребления и суммарное водопотребление сои в условиях орошения для сухостепной зоны Поволжья

Культуры	Урожай, (У), т/га	Коэффициент водопотреблен	Суммарное водопотребл
----------	-------------------	---------------------------	-----------------------

		ия (K), м ³ /ц	ение (E), тыс. м ³ /га
Соя (зеленная масса)	15...20	2,2...2,1	3,3...4,2
Соя (зерно)	1,5...2,0	21...19	3,2...3,9
Культурные пастбища с доминированием сои	45...50	1,2...1,3	5,4...6,2

Оросительная норма (M) распределяется в течение вегетационного периода в соответствии с потребностями сои по фазам её развития отдельными поливными нормами (m).

$$M = \Sigma m, \quad (4)$$

где m – поливная норма, определяемая по формуле:

$$m = \gamma \cdot H(\beta_{НВ} - \beta_{кр}), \quad (5)$$

где γ – объемная масса расчетного слоя почвы; H – мощность расчетного слоя на срок полива; $\beta_{НВ}$ – влажность почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости; $\beta_{кр}$ – величина критической влажности.

Ориентировочно критическую влажность почвы ($\beta_{кр}$) принимают в долях от $\beta_{НВ}$.

Более точно $\beta_{кр}$ определяется через гидрологические константы темно-каштановых почв ВРК, ВЗ.

Сроки и нормы полива (m) сои применяются на основе рассчитанной допустимой оросительной нормы (M).

Поливы распределяются для обеспечения влагой влагозатратные фазы вегетации сои, когда культура наиболее чувствительна к подсушиванию почвы. Влагозатратные фазы развития сои: соя на зерно - всходы – ветвление, бутонизация – цветение, налив зерна – созревание; однолетние культурные пастбища с доминированием сои – в течение всей вегетации.

При орошении сои, полив необходимо проводить без стока за пределы орошаемого участка, так как норма полива зависит от его интенсивности, впитывающей способности почвы и интенсивности дождевания [6].

Содержание капиллярных пор (n_k), обеспечивающих активное передвижение влаги в интервале влажности от НВ до ВРК, пропорционально запасу гумуса, составляет в среднем 2,7 % для темно каштановых почв.

Влажность почвы во влагозатратные фазы вегетации не должна быть ниже оптимального предела. Величины нижнего предела влажности почвы агроценозов сои в зависимости от мехсостава почвы представлены в табл. 3.

Таким образом, запас активной влаги (W_a) в почве определяется мощностью корнеобитаемого слоя и содержанием капиллярных пор (n_k), обусловленным механическим составом и структурой. При уплотнении почв, приводящем к уменьшению количества капиллярных пор запас активной влаги снижается.

Таблица 3

Оптимальная предполивная влажность (% НВ) по основным периодам роста и развития сои

Культура	Период роста и развития	Расчетный слой почвы, см	Влажность расчетного слоя почвы перед поливом, % НВ		
			Гранулометрический состав почвы		
			тяжелосуглинистая	среднесуглинистая	легкосуглинистая
Соя на зерно	Всходы – ветвление	0...30	75	70	70
	Ветвление - бутонизация	0...50	80	75	70
	Бутонизация - цветение	0...50	80	75	75
	Цветение – начало созревания зерна	0...80	80	75	75
	Созревание зерна	0...80	75	70	65
Примечание. На посевах многокомпонентных кормосмесей с доминированием сои элементы режима орошения при формировании второго и последующих укосов аналогичны					

Предельные полевые нормы ($W_{пр.}$) не должны превышать величину активной (капиллярной) влаги (W_a).

При обосновании предельной полевой нормы орошения необходимо учитывать содержание активных капиллярных пор (n_k) в почве и оценивать их динамику в течение вегетации.

По результатам многолетних исследований в ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» сделан расчет водного режима сои на ресурсосберегающие оросительные нормы. Сроки и нормы полива сои дифференцировали на основе рассчитанной экологически допустимой оросительной нормы [7], при оценке теплоэнергетических ресурсов климата, почвенно-биологического потенциала и агроклиматического районирования [8].

Обоснование рационального полива и внедрения дифференцированных режимов орошения, позволяют уменьшать оросительную норму на 15...20 % [9].

Оросительные нормы для различных погодных условий в зависимости от атмосферных осадков: засушливый год – 2700...3000 м³/га, умеренный год – 1300...2700 м³/га; влажный год – 800...1300 м³/га.

В зависимости от складывающихся погодных условий весны, проводится предпосевной полив нормой 250...300 м³/га.

В первый период роста и развития сои (появление всходов – начало цветения) вегетационные поливы назначают при снижении влажности в 40-ка сантиметровом слое почвы до 70 %. Во второй период (начало цветения) предполивная влажность почвы не должна опускаться ниже 80 % от НВ в слое 0...60 см. В третий период (бобообразованию) поливают при 70 % от НВ.

Поливные нормы в начале и в конце вегетации сои умеренные: 250 м³/га; в период максимального водопотребления они увеличиваются до 500 м³/га.

Вегетационные поливы, проводили в следующие фазы развития сои: ветвление, цветение, бобообразование и налив зерна, строго выдерживая срок и норму полива с учетом складывающихся погодных условий (табл. 4).

Таблица 4

Режим орошения сои во влагозатратные фазы от обеспеченности
атмосферными осадками, ГТК = 0,8

№ п/п	Влагозатратные фазы вегетации сои	Запасы влаги, до 1 м	Поливы м ³ /га	Осадки, м ³ /га
1	посев	2 149	-	251
2	3-ий лист	2411	250	-
3	ветвление	1931	-	703
4	бутонизация цветение	1747	500	47
5	бобообразование	1722	500	127
6	созревание	1397	-	409

На посевах сои систематически велись наблюдения за влагозапасами почвы. В начале вегетации влажность почвы в пахотном слое составила 78 % НВ, в подпахотном – 81 % НВ, в метровом слое влажность почвы была на уровне 71 % НВ. По мере роста и развития растения в период ветвления влажность достигала до 94 % НВ в расчетном слое почвы 0...50 см.

В период цветения и формирования бобов сои влажность почвы была 77 % НВ в слое 0...80 см. В период созревания семян влажность почвы не опускалась ниже 79 % НВ.

Для поддержания требуемого уровня увлажнения почвы не потребовалось проведение предпосевного полива, а проводились три вегетационных поливов, нормой – 250 м³/га; 500 м³/га; 500 м³/га. Водопотребление посевов сои в слое 0...100 см находилась в пределах 2500 м³/га за весь период вегетации при общей сумме осадков 1537 м³/га при ГТК периода вегетации сои в Поволжье = 0,8.

Основное требование при орошении посевов сои – четкое соблюдение поливного режима, обеспечивающего бесперебойную оптимальную влагообеспеченность растений по влагозатратным фазам развития при дифференцированном режиме орошения 70...80...70 % от НВ. Одним из наиболее действенных методов уменьшения водоподдачи и одновременной экономии оросительной воды является применение режимов орошения сои, дифференцированных по предполивному порогу влажности и расчетной глубине увлажняемого слоя почвы в течение всей вегетации [10].

Выбранный режим орошения сои позволяет уменьшить эксплуатационные издержки орошаемой техники и затраты на проведение поливов на 10-15% и способствует повышению продуктивности орошаемых агроценозов сои Поволжья.

При соблюдении научно обоснованной технологий орошения выход зерна сои с 1 га до 3,5 т/га, что в 2–3 раза превышает урожай при возделывании культуры без орошения.