

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОРОШЕНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ХЛОПЧАТНИКА НА СЛАБОЗАСОЛЕННЫХ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ

В.И. Городничев, И.А. Костоварова
ФГНУ ВНИИ "Радуга", г. Коломна, Россия

В условиях аридного климата, где производство сельхозпродукции без орошения просто невозможно, продуктивность сельхозпроизводства определяется уровнем оросительных мелиораций, которые оказывают огромное влияние на всю систему водопользования и экологическую обстановку в регионе.

События последних засушливых лет показывают, что при низкой водообеспеченности орошаемых земель ежегодно теряется большой объем сельскохозяйственной продукции. Ограниченность водных ресурсов, не развитая оросительная сеть, периодически повторяющиеся засухи и маловодные годы требуют осуществления совокупности мероприятий по повышению эффективности использования каждого кубометра воды на формирование урожая, ликвидации потерь ее во всех звеньях оросительной системы. Чтобы не допустить засоления почв, стока воды, почвенной эрозии и для более эффективного использования резерва водных ресурсов необходимо применять экологически безопасные водосберегающие технологии и технику полива дождеванием с рациональными нормами полива и при этом повышать урожайность сельхозкультур, в том числе пшеницы и хлопчатника, широко распространенных в аридной зоне.

Объектом исследования являлось хлопково-пшеничное чередование озимой пшеницы сорта «Крошка» (дождевание - 1 га, полив по бороздам – 0,3 га) и хлопчатника сорта «Ан-Баяут» (дождевание - 1 га, полив по бороздам – 0,3 га). Все исследования, контроль и наблюдения проводились в трехкратной повторности с использованием общепринятых методик в течении 3-х лет (2002-2005 г.г.) [3, 4].

Почвы опытного участка по механическому составу представлены легкими суглинками и супесями с лессовидным обликом. До орошения территория Юго-Восточной части Голодной степи была представлена целинными землями. В исходном положении грунтовые воды залегали на глубине 5-20 м и более. Тип химизма – хлоридно-сульфатный, реже сульфатно-хлоридный. Наряду с засоленностью особенностью почв массива является их загипсованность. Гипсовый горизонт находится на глубине 50-70 см, его положение связано с механическим составом, осадконакоплением, гидрогеологическим прошлым территории. Исходная объемная масса почв опытного участка до начала проведения поливов в слоях 0-50, 0-70 и 0-100 см, соответственно, составила: 1,40; 1,41 и 1,42 г/см³, а предельная полевая влагоемкость (ППВ) – 21,55; 21,76 и 21,98 % к массе сухой почвы, соответственно. По содержанию гумуса и запасам его валовых форм почвы 0-30 см слоя опытного участка бедны запасами гумуса и содержат 0,57-0,76 %,

а нижележащий 30-60 см слой почвы - 0,56-0,69 %. По обеспеченности подвижными формами фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) почвы можно, соответственно, отнести, как: 0-30 см очень низкая - 11 мг на кг почвы; 30-60 см низкая - 20,8 мг на 1 кг почвы; 0-30 см средняя - 262,7 мг на 1 кг почвы; 30-60 см повышенная - 318,1 мг на 1 кг почвы. Уровень залегания грунтовых вод в течение вегетации колебался в пределах 1,5-2,2 м. По степени минерализации, согласно классификации, предложенной В.А.Приклонским, они относятся к третьей группе, т.е. среднеминерализованные, с содержанием плотного остатка – 5...6,5 г/л. Минерализация оросительной воды – 0,7...0,9 г/л, минерализация дренажной воды – 2...2,8 г/л [3]. Удобрения вносились по рекомендациям, разработанным для данной природной зоны и принятым в данном хозяйстве. При выращивании озимой пшеницы в варианте дождевания и на контрольном варианте, в действующем веществе, было внесено 163 кг/га азота и 45 кг/га фосфора. При выращивании хлопчатника было внесено азота – 95,5 кг/га, фосфора – 220 кг/га, серы – 12 кг/га на обоих вариантах.

Постановка многолетнего эксперимента в современных условиях достаточно сложная и дорогостоящая задача. Поэтому для проведения сценарных исследований и расчета рациональных оросительных норм, а также для расчета водного баланса почвы, величины транспирации и эвапорации, инфильтрационного и поверхностного стока использована имитационная модель [2]. Имитационная модель была дополнена результатами полевых исследований роста и развития озимой пшеницы «Крошка» и хлопчатника «Ан-Баяут-2».

Адаптация модели озимой пшеницы и модели хлопчатника проводилась по всем вариантам и годам исследований. Подбор адаптационных коэффициентов модели выполнялся путём постановки серии численных экспериментов с использованием данных полевых опытов (на рис. 1 приведены некоторые примеры). Сравнение расчетных и фактических сроков наступления фенологических фаз развития и урожайности подтверждают возможность использования адаптированных по различным способам полива вариантов имитационной модели озимой пшеницы и хлопчатника для оценки влияния режимов орошения на урожайность посевов путем постановки сценарных исследований.

Полив дождеванием озимой пшеницы «Крошка» осуществлялся рациональными оросительными нормами 1200-1300 м³/га и нормами полива 500 м³/га, хлопчатника 1400-2470 м³/га и 550 м³/га соответственно (таблица 1), с коэффициентом эффективного полива 0,73-0,78 и следующими энергетическими параметрами: средний диаметр капель на всей площади варьировал от 0,82 (на расстоянии 2 м от аппарата) до 1,46 мм (на расстоянии 13 м от аппарата), скорость капель от 1,04 до 2,81 м/с, мощность дождя от 0,22 до 14,19 Вт/1000, а динамическое давление дождя от 0,43 до 2,98 Па. Контроль характеристик дождя определяли информационно-измерительной системой «Спектр-4М» [1]. Полив по бороздам осуществлялся с коэффициентом равномерности орошения порядка 0,65 (65%).

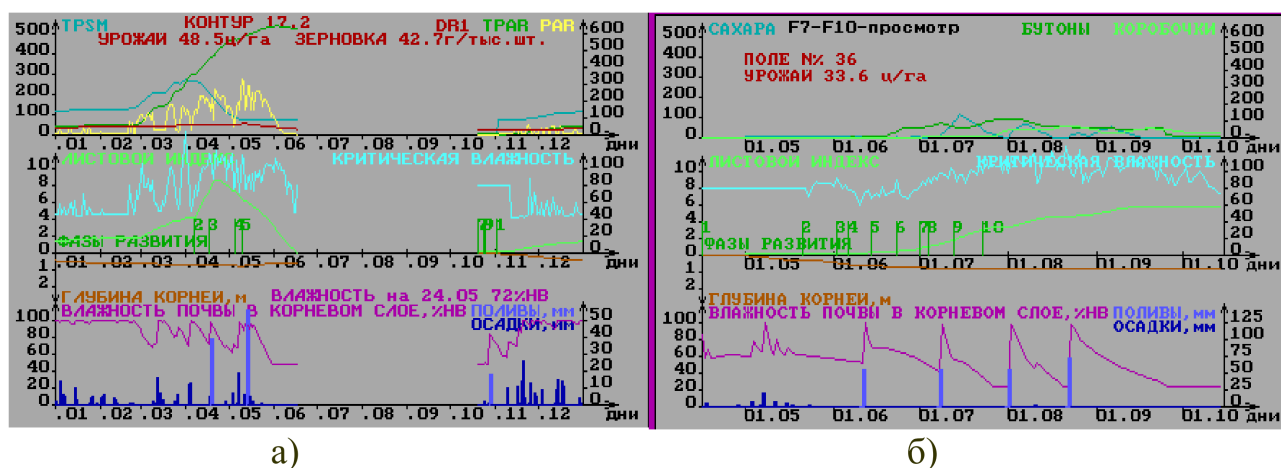


Рисунок 1 - Численный эксперимент по формированию урожая в 2005 г при поливе дождеванием:

а) озимой пшеницы сорта «Крошка», б) хлопчатника сорта «Ан-Баяут»

В результате экспериментальных исследований были получены следующие зависимости: относительной урожайности Y_1 от оросительной нормы m_0 (рис.2):

- озимой пшеницы «Крошка» $Y_{1П} = -7 \cdot 10^{-8} m_{0П}^2 + 3,4 \cdot 10^{-4} m_{0П} + 0,607$ (1)

- хлопчатника «Ан-Баяут-2» $Y_{1X} = -3 \cdot 10^{-8} m_{0X}^2 + 2,6 m_{0X} + 0,45$ (2)

зависимости повышения относительной урожайности Y_2 от нормы полива m_H :

- озимой пшеницы «Крошка» $Y_{2П} = -14 \cdot 10^{-8} m_{HP} + 33,85 \cdot 10^{-5}$ (3)

- хлопчатника «Ан-Баяут-2» $Y_{2X} = -6 \cdot 10^{-8} m_{HX} + 25,52 \cdot 10^{-5}$ (4)

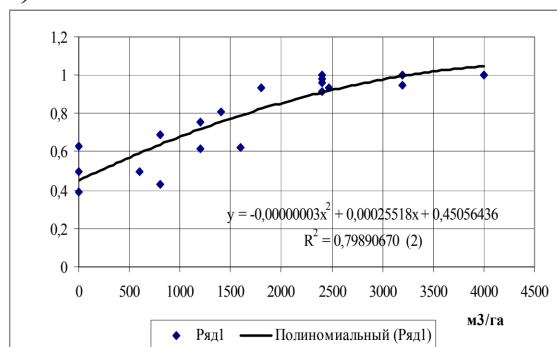
В таблице 1 приведены абсолютная урожайность, оросительные нормы и эффективность орошения озимой пшеницы и хлопчатника за 2002-2005 гг.

В ходе эксперимента определялось влияние грунтовых вод на их взаимодействие с поливной водой и возможность засоления при дождевании и поверхностном поливе, а также сток поливной воды. Влажность почвы определялась через 1-2 дня. При обработке экспериментальных данных получены следующие зависимости относительной влажности почвы W от слоя h при поливе дождеванием:

- озимой пшеницы «Крошка» $W_{П} = 0,0023 \cdot h^2 - 0,177 \cdot h + 21,19$ (5)

- хлопчатника «Ан-Баяут-2» $W_{X} = 0,002 \cdot h^2 - 0,135 \cdot h + 18,9$ (6)

а)



б)

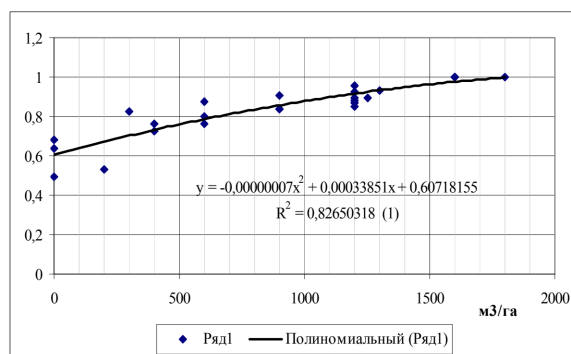


Рисунок 2 - Зависимость относительной урожайности от оросительной нормы при поливе дождеванием за трехгодичный период исследований:

а) озимой пшеницы «Крошка», б) хлопчатника «Ан-Баяут-2»

Эти зависимости характерны во всех точках поливного участка по всем трем годам исследований.

Таблица 1 - Продуктивность орошения озимой пшеницы «Крошка» и хлопчатника «Ан-Баяут-2»

Способ орошения и культура	Оросительная норма, м³/га	Урожайность ц/га	Водопотребление, м³/ц	Продуктивность орошения, ц/1000м³
2003 год				
Дождевание пшеница	1200	45,8	26,2	38,2
Дождевание хлопчатник	1400	26	53,8	18,6
Поверхностное орошение пшеница	3000	40	75	13,3
Поверхностное орошение хлопчатник	2250	20	112,5	8,9
2004 год				
Дождевание пшеница	1300	30	43,3	23,1
Дождевание хлопчатник	2400	25,8	93	10,8
Поверхностное орошение пшеница	3500	32,8	106,7	9,4
Поверхностное орошение хлопчатник	4400	22,7	193,8	5,2
2005 год				

Дождевание пшеница	1250	48	26,0	38,4
хлопчатник	2470	33,9	108,3	9,2
Поверхностное орошение пшеница	2450	38	64,5	15,5
хлопчатник	3420	29	159,3	6,3

Примечание: Оросительные нормы в вариантах с хлопчатником указаны без учета объемов влагозарядки. Влагозарядковые поливы проводили следующими нормами: 2003г.-1250 м³/га; 2004- 1030 м³/га; 2005- 1200 м³/га

Аналогично на основе экспериментальных данных при поливе по бороздам получены следующие зависимости относительной влажности почвы W от слоя h:

(7) - озимой пшеницы «Крошка» $W_{II} = -4 \cdot 10^{-4} \cdot h^2 + 9,9 \cdot 10^{-2} \cdot h + 17,6$

(8) - хлопчатника «Ан-Баяут-2» $W_X = -1 \cdot 10^{-4} \cdot h^2 + 4,1 \cdot 10^{-2} \cdot h + 16,8$

Одновременно с исследованиями промачивания при указанных поливных нормах, контролировали динамику ее засоления. Засоление почвы определялось с помощью солемера (кондуктометра) в Dsm/m. Степень засоления определяли в соответствии с классификацией ФАО [5].

Согласно этой классификации почва опытного участка при дождевании на посевах озимой пшеницы и хлопчатника в начале вегетации была изначально засоленна и имела разную степень засоления по горизонтам - от слабозасоленных (0-40 см) до средnezасоленных (40-100 см). В конце вегетации почва в верхнем слое имела слабую степень засоления (0-40 см) на посевах озимой пшеницы и (0-60 см) хлопчатника. В нижележащих слоях преобладала средняя степень засоления. Анализ динамики солей в почве опытного участка позволил установить факт, что после орошения дождеванием и выпавших естественных осадков в конце вегетационного периода, наблюдалось некоторое поступление солей с капиллярными токами из грунтовых вод и накопление их в слое (40-100 см), но опасного для растений накопления солей в пахотном 0-30 см слое почвы не происходило. При вышеуказанных условиях, равномерном распределении дождя с коэффициентом эффективного полива $K=0,73-0,79$, отсутствии дождевой эрозии растения нормально росли и развивались, не проявляя никаких признаков угнетения с увеличением урожайности на 8-20 %.

Анализ динамики содержания солей и распределение влаги в почве при поверхностном орошении, позволяет сказать, что в начале вегетационного периода почва в слое 0-40 см опытного участка имела слабую, а в слое 40-100 см в основном среднюю степень засоления. В конце вегетационного периода почва в верхнем (0-50 см) слое была не засоленной или слабо засоленной, а в ниже лежащих слоях (60-100 см) имела слабую степень засоления на хлопчатнике и среднюю на участке озимой пшеницы. Следовательно, полив большими оросительными нормами способствовал опреснению корнеобитаемого слоя почвы до глубины 40...60 см, но худшая

равномерность полива ($K=0,65$) к повышению урожайности не привела (табл. 1). Анализ также показывает, что в конце 3-х летнего периода целесообразно проводить влагозарядковые и промывочные поливы в конце февраля начале марта нормой 1200-1500 м³/га в несколько приемов, чтобы не нарушать структуру почвы. Для этих целей можно использовать стационарную систему дождевания.

Выводы

1. При дождевании происходит рост урожайности пшеницы «Крошка» и хлопчатника «Ан-Баяут-2» по сравнению с поверхностным поливом по бороздам на 8...20 % при уменьшении подачи оросительной нормы в 2,5...3 раза.

2. После орошения дождеванием и выпавших естественных осадков в конце вегетационного периода наблюдалось некоторое поступление солей с капиллярными токами из грунтовых вод и накопление их в слое (40-100 см) из-за близкого залегания грунтовых вод ранней весной, но опасного для растений накопления солей в пахотном 0-30 см слое почвы не происходило. При равномерном распределении полива ($Kэ=0,73-0,79$) растения нормально росли и развивались, не проявляя никаких признаков угнетения.

3. Дождевание на слабозасоленных сероземно-луговых почвах нормами 500-550 м³/га с интенсивностью дождя 0,15...0,45 мм/мин и коэффициентом эффективного полива 0,73...0,78, энергетической мощностью 0,22...14,19 Вт/1000 и динамическим воздействием дождя 0,43...2,98 Па не приводит к образованию стока воды и существенному нарушению почвы. При поливе по бороздам нормами 1100-1500 м³/га коэффициент эффективного полива не превышает 0,65 и происходит сброс воды порядка 157...330 м³/га или 14-22 % подаваемой воды.

4. На основе экспериментальных исследований при дождевании рост урожайности озимой пшеницы «Крошка» оросительными нормами до 2000 м³/га и хлопчатника «Ан-Баяут-2» до 4000 м³/га может определяться по полиномиальным приведенным выше зависимостям второго порядка с коэффициентом корреляции 0,8...0,83, а рациональные нормы полива по линейной зависимости.

Литература

1. Городничев, В.И. Методы и средства измерения характеристик дождя. /В.И. Городничев. - М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – С. 182.
2. Добрачев, Ю.П. Оптимизация режима орошения с помощью имитационной модели. / Ю.П. Добрачев, Н.А. Кузнецова, С.Б. Лобачев, В.Г. Бурдюгов //Мелиорация и водное хозяйство. - 1988. - № 4. - С. 46-48.
3. Икрамов, Р.К. Дождевание хлопчатника и озимой пшеницы с последующим севом маша и других сельскохозяйственных культур, для возможности получения двух урожаев в год на склонах к засолению землях, в условиях фермерских хозяйств Сырдарьинской области, расположенных на неустойчиво водообеспеченных территориях / Р.К. Икрамов, С.Н. Мальцев, Г.Н. Бастеев, И.А. Костоварова, Т.У. Бекмуратов// (отчеты ИКАРДА). - 2003, 2004, 2005.
4. Костоварова, И.А. Эффективность сезонно-стационарной системы дождевания на

землях, склонных к засолению. /И.А. Костоварова// Мелиорация и водное хозяйство. – 2008. - № 4. – С. 40.

5. Шарафутдинова, Н.Ш., Экспериментальное обоснование методологии использования электрокондуктометрии для контроля засоления на орошаемых землях Узбекистана./ Н.Ш. Шарафутдинова, Ю.И. Широкова//Сборник научных докладов Международной (4-й Всероссийской) конференции молодых ученых и специалистов «Новые технологии и экологическая безопасность в мелиорации». – Коломна, 2007.- С. 325.