УДК 631.6 DOI: 10.35809/2618-8279-2019-4-10

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ СТЕПНОЙ И СУХОСТЕПНОЙ ЗОН ПОВОЛЖЬЯ

TO THE QUESTION OF THE INFLUENCE OF IRRIGATION ON SOIL FERTILITY OF THE STEPPE AND DRY-STEPPE ZONE OF THE VOLGA REGION

В.А. Шадских, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации,

В.Е. Кизжаева, кандидат сельскохозяйственных наук,

Л.Г. Романова, кандидат сельскохозяйственных наук

V.A. Shadskikh, doctor of agricultural sciences, professor, honored worker of agriculture of the Russian Federation,

V.E. Kizhaeva, candidate of agricultural sciences,

L.G. Romanova, candidate of agricultural sciences

*Волжский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации*

*Volga Scientific-Research Institute of Hydraulic
Engineering and Land Reclamation*

Статья посвящена современным проблемам изменения плодородия почв, повышению продуктивности и экологической безопасности в орошаемом земледелии степной и сухостепной зон Поволжья. В результате многолетнего изучения влияния орошения на темно-каштановые почвы сухостепной зоны были определены значения основных агрохимических и агрофизических показателей, обеспечивающих экологически благоприятное состояние агроландшафта. Было установлено, что повышение урожайности за счет агротехнических мероприятий не превышает 30%, в то время как орошение на фоне высокой культуры земледелия увеличивает урожайность зерновых культур в 1,5-3,0 раза. Для решения проблемы воздействия орошения на природную среду и исключения его возможных отрицательных последствий на плодородие орошаемых почв должны учитываться научно обоснованные требования к режимам орошения сельскохозяйственных культур. В результате многолетних исследований были рассчитаны оптимальные значения предполивной влажности на основе дифференцирования нижнего предела увлажнения посевов по фазам роста и развития растений и поддержания его в необходимом диапазоне 85-60% НВ в активном корнеобитаемом слое, а также с учетом гранулометрического состава и плодородия почв, мелиоративного состояния территории и погодных условий микрорайонов. Наиболее высокий уровень увлажнения посевов в «критические» периоды развития растений должен соблюдаться только в засушливые годы – до 80-85% НВ, а в годы умеренного атмосферного увлажнения и влажные – в пределах 65-75% НВ.

The article is devoted to modern problems of changing soil fertility, increasing productivity and environmental safety in irrigated agriculture in the steppe and dry-steppe zones of the Volga region. As a result of long-term study of the effect of irrigation on dark chestnut soils of the dry-steppe zone, the values of the main agrochemical and agrophysical indicators that provide an environmentally favorable state of the agricultural landscape were determined. It was found that the increase in yield due to agrotechnical measures does not exceed 30%, while irrigation against the background of high crop cultivation increases the yield of grain crops by 1.5-3.0 times. To solve the problem of the impact of irrigation on the natural environment and to exclude its possible negative consequences on the fertility of irrigated soils, scientific requirements for irrigation regimes for agricultural crops should be taken into account. As a result of many years of research, optimal values of pre-watering humidity were calculated on the basis of differentiating the lower limit of crop moisture by the phases of plant growth and development, and maintaining it in the required range of 85-60% HB in the active root layer, as well as taking into account the granulometric composition and soil fertility, the reclamation state of the territory and weather conditions of microzones. The highest level of crop moisture in the «critical» periods of plant development should be observed only in dry years – up to 80-85% of the NW, and in years of moderate atmospheric moisture and wet – within 65-75% of the NW.

Ключевые слова: мелиорация, оптимизация режима орошения, почва, плодородие, агроландшафт

Key words: land reclamation, optimization of irrigation regime, soil, fertility, agrolandscape

Введение. Соблюдение научно обоснованных требований к структуре землепользования и режимам орошения сельскохозяйственных культур, разработка методов восстановления плодородия в связи с нарастающими деградаци-

онными явлениями на орошаемых полях имеет важное значение в поливном земледелии настоящего и будущего для исключения отрицательных последствий орошения на природную среду (водная эрозия и ухудшение водно-физических

свойств почв, инфильтрационные потери и подъем уровня грунтовых вод, заболачивание и засоление почв, снижение плодородия орошаемых земель) [2, 9, 11].

Значительные площади орошаемых земель в Заволжье находятся на темно-каштановых и каштановых почвах. Темно-каштановые почвы характеризуются высоким естественным плодородием, однако продуктивность их лимитируется летне-осенним дефицитом влаги.

Повышение урожайности за счет агротехнических мероприятий не превышает 30%, а орошение на фоне высокой культуры земледелия обеспечивает рост урожайности зерновых культур в 1,5-3,0 раза. Различные по степени и видам антропогенные нагрузки вызывают значительные отклонения водно-физических и химических свойств от зональных оптимальных параметров [5, 12].

В 2018 году урожайность сельскохозяйственных культур, произведенных в условиях орошаемого земледелия, в среднем по Саратовской области составила 52,9 центнеров кормовых единиц с 1 га, что в 7 раз выше аналогичного показателя в условиях богарного земледелия [3].

Следует отметить, что проблема влагообеспеченности и стабильности производства сельскохозяйственных культур стоит очень остро, однако увеличение кратности их поливов приводит к тому, что на орошаемых темно-каштановых почвах происходит деградация почвенного покрова, выражающаяся в снижении содержания гумуса, разрушении агрономически ценной структуры, уменьшении водопроницаемости, ухудшении других агрофизических свойств [2, 8].

Целью данной научной работы являлась разработка оптимального эколого-

мелиоративного режима возделывания основных сельскохозяйственных культур степной и сухостепной зон Поволжья для стабилизации и повышения почвенного плодородия в орошаемых агроценозах.

Материалы и методы. Многолетние исследования проводили на темно-каштановых почвах на полях опытно-производственного хозяйства «ВолжНИИ-Гим», расположенного в сухостепной зоне Поволжья, с 2006 по 2018 годы.

Расчет и корректировку режимов орошения для основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в сухостепном Поволжье, проводили по региональной методике, максимально учитывающей агроклиматические и почвенные условия региона.

Использовали биоклиматический метод расчета и данные, содержащие следующую нормативно-справочную и оперативную агрометеорологическую информацию: метеорологические данные (среднесуточная температура и дефицит влажности воздуха, количество выпавших осадков) за длительный период (не менее 30 лет) по репрезентативным метеостанциям; преобладающие типы почв и их гранулометрический состав; водно-физические свойства почвы (наименьшая влагоемкость, объемная масса); возделываемые культуры, наименование фенологических фаз роста и развития; расчетные слои почвы для назначения сроков полива; предполивные пороги влажности почвы; максимально возможные (эрозионно-допустимые) поливные нормы; формулы для определения биоклиматических коэффициентов

суммарного испарения; исходные влагозапасы в почве на начало вегетационного периода сельскохозяйственной культуры [1, 7, 9, 10].

Пофазовые биоклиматические коэффициенты суммарного испарения установлены на основе результатов многолетних исследований ВолжНИИГим при рациональных по увлажнению условиях выращивания культур [6].

Результаты и обсуждение. Многолетнее изучение результатов влияния орошения на темно-каштановые почвы сухостепной зоны позволило определить значения основных агрохимических и агрофизических показателей, обеспечивающих экологически благоприятное состояние агроландшафта (таблица 1).

Значения критического и оптимального содержания гумуса в пахотном слое орошаемых темно-каштановых почв Поволжья приведены в таблице 2 [8].

Интервал оптимальных значений содержания гумуса соответствует условиям, при которых в интенсивном земледелии создаются предпосылки максимального использования естественных и дополнительных, связанных с орошением, ресурсов влаги и элементов минерального питания NPK для сопротивления почв деградационным процессам, получения продукции высокого качества и устойчивого ведения сельского хозяйства. По принятой оценке, нижний порог оптимального содержания гумуса на 0,6-0,8% выше критических значений для зоны каштановых почв. Под влиянием орошения обычно происходят негативные изменения водно-физических свойств почв степной и су-

Таблица 1 – Допустимые значения показателей плодородия пахотного слоя орошаемых темно-каштановых почв степной и сухостепной зон Поволжья

Показатель плодородия	Допустимое значение	Показатель плодородия	Допустимое значение
<i>Агрохимические свойства</i>		<i>Агрофизические свойства</i>	
Содержание легкорастворимых солей, %	0,10 – 0,15	Мощность пахотного слоя, см	30
pH, ед.	7,0-8,0	Равновесная плотность, г/см ³	1,2
Емкость поглощения, мг-экв /100 г почвы	25-30	Общая пористость, %	53
Содержание азота общего, 0-40 см, %	0,20-0,25	Содержание водопрочных агрегатов, d>0,25 мм, %	40
Фосфор подвижный, мг-экв/100 г почвы	15-20	Водопроницаемость, мм/мин.	0,7
Калий обменный, мг-экв/100 г почвы	5-10	Наименьшая влагоемкость (НВ), % от массы	30
Содержание гумуса, слой 0-30 см, %	2,0-4,0	Запас продуктивной влаги в слое 0-100 см к началу вегетации, мм	150
Сгк/Сфк	1,0-1,4		
С:N	8-10		

хостепной зон: объемная масса верхних горизонтов суглинистых и глинистых почв увеличивается до 1,30-1,40 г/см³ (на богаре значение этого показателя находится в пределах 1,05-1,10 г/см³). Уплотнение происходит за счет более плотной упаковки структурных отдельных в верхнем слое орошаемых почв при проходах тяжелой техники, в результате вымывания илстых частиц с током поливной воды из верхней в среднюю часть почвенного профиля, при образовании почвенной корки. Обесструктурирование, прежде всего, связано с неблагоприятными показателями характеристики искусственного дождя (интенсивность, скорость падения, размер капель) и длительностью полива. Оптимальное значение объемной массы пахотного слоя темно-каштановых почв Поволжья составляет менее 1,30 г/см³. В результате уплотнения снижаются скорость впитывания и фильтрации поливной воды, ухудшается аэрация почв.

Орошение темно-каштановых почв Поволжья изменяет процесс гумусообразования, негативно сказываясь на гумусовом режиме орошаемых почв. На орошаемых темно-каштановых почвах коэффициент гумификации увеличивается почти в два раза, а процессы минерализации возрастают в полтора-два раза [4]. По данным научно-исследовательских учреждений Поволжья, в течение ближайших лет будет происходить снижение запасов гумуса в староорошаемых почвах на 3-6% и величины емкости ионного обмена до 10%, а также ухудшение агрофизических и химических свойств пахотного горизонта [9, 11].

Одна из главных причин недостаточного эффективного использования орошаемых земель в условиях засушливого Поволжья – нарушение основных требований регулирования водного режима почв. Исследованиями было установлено, что наряду с дефицитом водопотребления режим орошения сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от техники полива и впитывающей способности почв. При поливе должен быть исключен сток за пределы орошаемого участка. Достоковая норма полива зависит от его интенсивности, впитывающей способности почвы и интенсивности дождевания. Переполив или недополив, неравномерность увлажнения посевов по площади поля исключаются тогда, когда средняя интенсивность полива соответствует средней скорости впитывания влаги в почву.

Произведенные расчеты на основе дифференцирования нижнего предела увлажнения посевов по фазам роста и развития растений и поддержания его в необходимом диапазоне 85-60% НВ в активном корнеобитаемом слое – в соответствии с изменяющейся в период вегетации потребностью растений во влаге, а также с учетом гранулометрического

Участок длительного орошения
в левобережье Саратовской области

Таблица 2 – Оптимальные и критические значения содержания гумуса
в темно-каштановых почвах Поволжья

Тип почв	Содержание гумуса, %	
	критическое значение	оптимальное значение
Легкосуглинистые	1,5-1,8	2,2-2,5
Среднесуглинистые	2,1-2,7	2,8-3,5
Тяжелосуглинистые и глинистые	2,8-3,1	3,5-3,8

состава и плодородия почв, мелиоративного состояния территории и погодных условий микроразнообразия, позволили выявить оптимальные значения предполивной влажности. Принцип поддержания наиболее высокого уровня увлажнения посевов (до 80-85% НВ) в «критические» периоды развития растений должен соблюдаться лишь в засушливые годы, в годы умеренного атмосферного увлажнения и влажные он должен находиться в пределах 65-75% НВ.

Исходя из водно-физических свойств темно-каштановых почв Поволжья, были рассчитаны предельные поливные нормы. На почвах тяжелого и среднего гранулометрического состава их абсолютные значения должны быть в преде-

лах 25-30 мм в начале роста и развития растений и не превышать 50-60 мм в период наибольшего водопотребления культур. Применение невысоких норм полива позволяет значительно сократить поверхностный сток и уменьшает вероятность перераспределения влаги в пониженные элементы рельефа на поле, служащие источником питания грунтовых вод при длительном орошении.

В ходе проведения исследований было определено, что размеры расчетного активного корнеобитаемого слоя почвы для расчета поливных норм по фазам роста и развития культур следует менять от 50 до 80 см для почв различного гранулометрического состава.

Заключение. Учитывая безальтернативность оросительной мелиорации как средства стабилизации сельскохозяйственного производства в степном и сухостепном Поволжье особую значимость имеет применение дифференцированных подходов к орошению земель, включающих комплекс агротехнологических мероприятий и водосберегающих технологий, адаптированных к природно-климатическим условиям этих зон.

Библиографический список

1. Алпатъев, А.М. О методах расчета потребности в воде культурных фитоценозов в связи с развитием орошения в СССР / А.М. Алпатъев // Биологические особенности орошаемого земледелия. – 1974. – С. 85-92.
2. Безднина, С.Я. Водно-экологические аспекты мелиоративной деятельности / С.Я. Безднина // Вопросы мелиорации. – 2004. – №1. – С. 32-35.
3. Итоги работы ФГБУ «Управление «Саратовмелиоводхоз» в 2018 году и задачи на 2019 год [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://sarvodhos.ru/novosti/itogi-raboty-fgbu-upravlenie-saratovmeliovodhoz-v-2018-godu-i-zadachi-na-2019-god.html>.
4. Кирюшин, В.И. Концепция оптимизации органического вещества почв в агроландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Гинжара, И.С. Кауричев, Д.С. Орлов. – М., 1993. – 95 с.
5. Приходько, В.Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность / В.Е. Приходько. – М.: Интеллект, 1996. – 180 с.
6. Нагорный, В.А. Основы водосбережения при орошении в Саратовской области / В.А. Нагорный. – Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2001. – 153 с.
7. Морковин, В.Т. Расчет экологически безопасных норм водопотребления и режимов орошения сельскохозяйственных культур / В.Т. Морковин, В.В. Иванов, В.В. Корсак // Техническое совершенствование и эксплуатации оросительных систем в засушливой зоне Российской Федерации: сб. науч. тр. – М., 2000. – С. 73-76.
8. Пронько, Н.А. Изменение плодородия орошаемых каштановых почв Поволжья в процессе длительного использования и научные основы его регулирования / Н.А. Пронько, Л.Г. Романова, А.С. Фалькович. – Саратов, 2005. – 219 с.
9. Рекомендации по рациональным экологически обоснованным оросительным нормам на планируемую урожайность силосной кукурузы, люцерны, озимой пшеницы, сои гречихи и кормовых смесей для Саратовской области / Н.А. Пронько, В.К. Брель, В.А. Шадских, В.В. Корсак, С.В. Затицкий, Ю.И. Панченко. – Саратов: ФГОУ ВПО СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2011. – 26 с.
10. Романова, Л.Г. Расчет экологически обоснованных норм орошения по агроландшафтным зонам Поволжья с помощью имитационного моделирования / Л.Г. Романова, Н.А. Тимофеева // Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях: матер. междунар. науч.-практ. конф., Тверь, 15-16 сентября 2016 г. / ФГБНУ ВНИИМЗ [и др.]. – Тверь, 2016. – 252-258 с.
11. Шадских, В.А. Основные принципы оптимизации экологической ситуации орошаемых агроландшафтов степной и сухостепной зон Поволжья / В.А. Шадских, Л.Г. Романова, В.Е. Кизжаева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – №6. – С. 17-20.
12. Шадских, В.А. Влияние культур орошаемого зернокармowego севооборота на агрофизические и агрохимические свойства почвы / В.А. Шадских, В.Е. Кизжаева, Л.Г. Романова, О.Л. Рассказова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – №4 (32). – С. 166-183.

Дополнительные сведения об авторах:

Владимир Александрович Шадских, главный научный сотрудник отдела комплексной мелиорации и экологии, volzniigim@bk.ru,

Вера Евгеньевна Кизжаева, ведущий научный сотрудник отдела комплексной мелиорации и экологии, volzniigim@bk.ru,

Любовь Геннадьевна Романова, старший научный сотрудник отдела комплексной мелиорации и экологии, volzniigim@bk.ru

Bibliographic list

1. Alpatiev, A.M. About methods for calculating the water requirements of cultivated phytocenoses in connection with the development of irrigation in the USSR / A.M. Alpatiev // Biological features of irrigated agriculture. – 1974. – P. 85-92.
2. Bezdina, S.Ya. Water-ecological aspects of reclamation activities / S.Ya. Bezdina // Issues of land reclamation. – 2004. – No.1. – P. 32-35.
3. Results of the work of the FSBI «Management» Saratovmeliovodkhoz «in 2018 and the tasks for 2019 [Electronic resource]. – 2018. – Access mode: <http://sarvodhos.ru/novosti/itogi-raboty-fgbu-upravlenie-saratovmeliovodhoz-v-2018-godu-i-zadachi-na-2019-god.html>.
4. Kiryushin, V.I. The concept of optimization of soil organic matter in agrolandscapes / V.I. Kiryushin, N.F. Ginzhar, I.S. Kaurichev, D.S. Orlov. – M., 1993. – 95 p.
5. Prikhodko, V.E. Irrigated steppe soils: functioning, ecology, productivity / V.E. Prikhodko. – M.: Intellect, 1996. – 180 c.
6. Nagorny, V.A. Basics of water conservation in irrigation in the Saratov region / V.A. Nagorny. – Saratov: SSAU im. N.I. Vavilova, 2001. – 153 p.
7. Morkovin, V.T. Calculation of ecologically safe norms of water consumption and irrigation regimes of agricultural crops / V.T. Morkovin, V.V. Ivanov, V.V. Korsak // Technical improvement and operation of irrigation systems in the arid zone of the Russian Federation: sat.nauch. tr. – M., 2000. – P. 73-76.
8. Pronko, N.A. Changes in the fertility of irrigated chestnut soils of the Volga during long-term use and the scientific basis for its regulation / N.A. Pronko, L.G. Romanova, A.S. Falkovich. – Saratov, 2005. – 219 p.
9. Recommendations on rational environmentally sound irrigation norms for the planned yield of silage corn, alfalfa, winter wheat, buckwheat soy and feed mixtures for the Saratov region / N.A. Pronko, V.K. Brel, V.A. Shadskikh, V.V. Korsak, S.V. Zatinatsky, Yu.I. Panchenko. – Saratov: Federal State Educational Institution of Higher Professional Education SSAU named after N.I. Vavilova, 2011. – 26 p.
10. Romanova, L.G. Calculation of environmentally sound irrigation norms for agrolandscape zones of the Volga region using simulation modeling / L.G. Romanova, N.A. Timofeeva // Innovative agro- and biotechnologies in adaptive-landscape farming on reclaimed lands: Materials of the Intern. scientific-practical conf., Tver, September 15-16, 2016 / FSBI VNIIMZ [et al.]. – Tver, 2016. – 252-258 p.
11. Shadskikh, V.A. The basic principles of optimizing the ecological situation of irrigated agrolandscapes of the steppe and dry-steppe zones of the Volga region / V.A. Shadskikh, L.G. Romanova, V.E. Kizhaeva // Reclamation and water management. – 2017. – No.6. – P. 17-20.
12. Shadskikh, V.A. The influence of crops irrigated grain feed crop rotation on the agrophysical and agrochemical properties of the soil / V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva, L.G. Romanova, O.L. Rasskazova // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation. – 2018. – No.4 (32). – P.166-183.

Additional information about the authors:

Vladimir Alexandrovich Shadskikh, chief researcher of the department of complex land reclamation and ecology, volzniigim@bk.ru,

Vera Evgenyevna Kizhaeva, leading researcher of the department of complex land reclamation and ecology, volzniigim@bk.ru,

Lyubov Gennadyevna Romanova, senior researcher of the department of complex land reclamation and ecology, volzniigim@bk.ru