

Вклад многолетних трав в регулирование водного режима почвенно-грунтовых толщ при орошении черноземов в Приобье

Н. А. ШАПОРИНА

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099, Новосибирск, ул. Советская, 18
E-mail: shaporina.nina@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена вопросам рационального, экологически безопасного использования в орошаемом земледелии черноземов – главного автоморфного типа почв лесостепной и степной зон Западной Сибири. Показана реальная способность многолетних трав восстанавливать нарушенное ненормированным орошением исходное (до начала орошения) гидрологическое состояние черноземов. Предложен экономичный способ управления водным режимом почв в условиях орошения.

Ключевые слова: орошение, черноземы, Приобье, ресурсосбережение, инфильтрационные потери, миграция влаги.

Экологизация земледелия, ресурсосбережение, сохранение окружающей среды являются актуальными научно-практическими проблемами не только у нас в стране, но и за рубежом. В степной и лесостепной зонах Западной Сибири, наиболее освоенных под земледелие, основу пахотного фонда составляют черноземы – самые ценные пахотно-пригодные почвы региона. Преобладающая часть черноземной пашни используется как наилучший почвенно-экологический фон для возделывания яровой пшеницы. Немалая ее часть (примерно 30–35 %) отводится под посевы кормовых культур. Однако продуктивность возделываемых культур, особенно кормовых, на черноземах низкая и не соответствует потенциальным возможностям этих почв. Главная причина – недостаточная влагообеспеченность. В условиях лесостепи, относящейся к зоне неустойчивого увлажнения с количеством осадков за теплый пери-

од (май – октябрь) 300–350 мм, растения нередко страдают от атмосферных и почвенных засух. Причина в том, что распределение осадков в течение вегетационного периода (и это одна из особенностей климата юга Западной Сибири) крайне неравномерно: максимум их приурочен к июлю – августу, минимум – к маю и июню. Поэтому в конце весны и в начале лета, т. е. в самые ответственные фазы развития растений, влаги оказывается недостаточно. Научные опыты и реальная практика земледелия в регионе показали, что дополнительное увлажнение черноземов позволяет получить за теплый период, например, два укоса трав с суммарной продуктивностью до 100 ц/га и более высококачественного сена – гарантированную высокопродуктивную кормовую базу. Поэтому для создания на черноземах Западной Сибири массивов пашни с повышенной устойчивой биопродуктивностью заметное развитие получило орошаемое земледелие.

Исследования показали, что в Приобье основное негативное последствие орошения, большей частью ненормированного, – это инфильтрационные потери влаги. Обнаружено, что повышенная по сравнению с богарой влажность через 8 лет от начала орошения при бессменном возделывании однолетних культур установилась во всей наблюдаемой (10 м) толще, а суммарные потери поливных вод составили 2500 м³/га. Повышение влажности в орошаемых черноземах Приобья, сформированных на рыхлых среднесуглинистых лессовидных отложениях, вызвало в них просадочные явления, которые привели к повышению их объемной массы в среднем на 5–8 %, уменьшению общей пористости и пористости аэрации, повышению обводненности порового пространства. Хорошо выражена тенденция уменьшения водопроницаемости. [1]. Все это неизбежно ведет к снижению плодородия почв, а нередко и к трансформации их в непригодные для использования.

Глубокопрофильные регулярные наблюдения за уровнем увлажнения почвенно-грунтовых толщ проводились нами на верх-ирменской оросительной системе с 1984 г. на двух массивах орошения. На одном из них с 1976 г. бессменно возделывались только однолетние культуры (вико-овсяная смесь, корнеплоды, кукуруза), на втором с 1972 по 1984 г. – многолетние травы (люцерна), а с 1985 г. – снова однолетние. Годы исследований различались по своим климатическим показателям. Серии влажных и холодных вегетационных периодов сменялись сериями лет с постепенно нарастающей засушливостью. Так, вегетационные периоды 1985 и 1986 гг. были влажными и холодными – с мая по сентябрь 1985 г. выпало 303 мм осадков, сумма $t^{\circ} > 5^{\circ}\text{C}$ составила 1413 $^{\circ}$, в 1986 г. – соответственно 262 мм и 1482 $^{\circ}$. Далее следовала серия лет с постепенно нарастающей засушливостью: в 1987 г. выпало 152 мм осадков, сумма $t^{\circ} > 5^{\circ}\text{C}$ – 1616 $^{\circ}$; в 1988 г. – 130 мм, 1594 $^{\circ}$; в 1989 г. – 100 мм и 1656 $^{\circ}$. С 1990 по 1995 г. уровень атмосферного увлажнения снова был высоким. Количество осадков вегетационного периода колебалось от 190 до 320 мм.

Результаты наблюдений за водным режимом в 5-метровой толще черноземов на мас-

сиве орошения, где возделывались только однолетние культуры, показали, что за 8 лет с момента начала функционирования данной очереди орошения степень увлажнения почвенно-грунтовой толщи на массиве возросла с 50–60 % от наименьшей влагоемкости (НВ) до 80–90 и даже 95 % от НВ. Это привело к ряду существенных изменений в свойствах почв. В профиле черноземов был сформирован ирригационно-промывной тип водного режима в отличие от непромывного и периодически промывного на неорошаемых аналогах. В холодные и влажные годы (1985–1986) профиль исследуемых почв постоянно находился в состоянии повышенного и даже избыточного увлажнения (рис. 1, А). В 1986 г. за два полива потеряно 50 мм влаги, в 1987 г., несмотря на то что осадков выпало в 2 раза меньше, чем в предыдущие годы, увлажнение почв орошаемого массива оставалось высоким и не опускалось ниже 85–95 % НВ. В засушливые 1988–1989 гг. для водного режима характерна несколько большая амплитуда колебаний степени увлажнения в слое не только 0–50 см, но и 50–100 и 100–150 см. В оподзоленных черноземах, занимающих пониженные элементы микрорельефа, третий полуметр по-прежнему оставался влажным в течение всего периода наблюдений. Интенсивный расход влаги на десукцию и испарение в эти годы уменьшил вероятность переполива и инфильтрационных потерь и степень увлажнения толщи черноземов (кроме оподзоленного) немного снизилась. В оподзоленных же черноземах горизонт подперто-подвешенной капиллярной влаги, сформированный на границе смены наносов на глубине 4,5–5 м, основательно пополненный инфильтрационной влагой, служит своего рода буфером, препятствующим снижению степени увлажнения в сухие годы. Во влажные годы эти черноземы получают дополнительное увлажнение за счет осадков, поливов и поверхностного перераспределения влаги. В 1992–1995 гг. в очередной раз фиксируется высокий фон атмосферного увлажнения, что снова привело к повышению влажности профиля черноземов до уровня 97 % НВ (рис. 1, Б). Таким образом, можно с уверенностью сказать, что при бессменном возделывании однолетних культур и ненор-

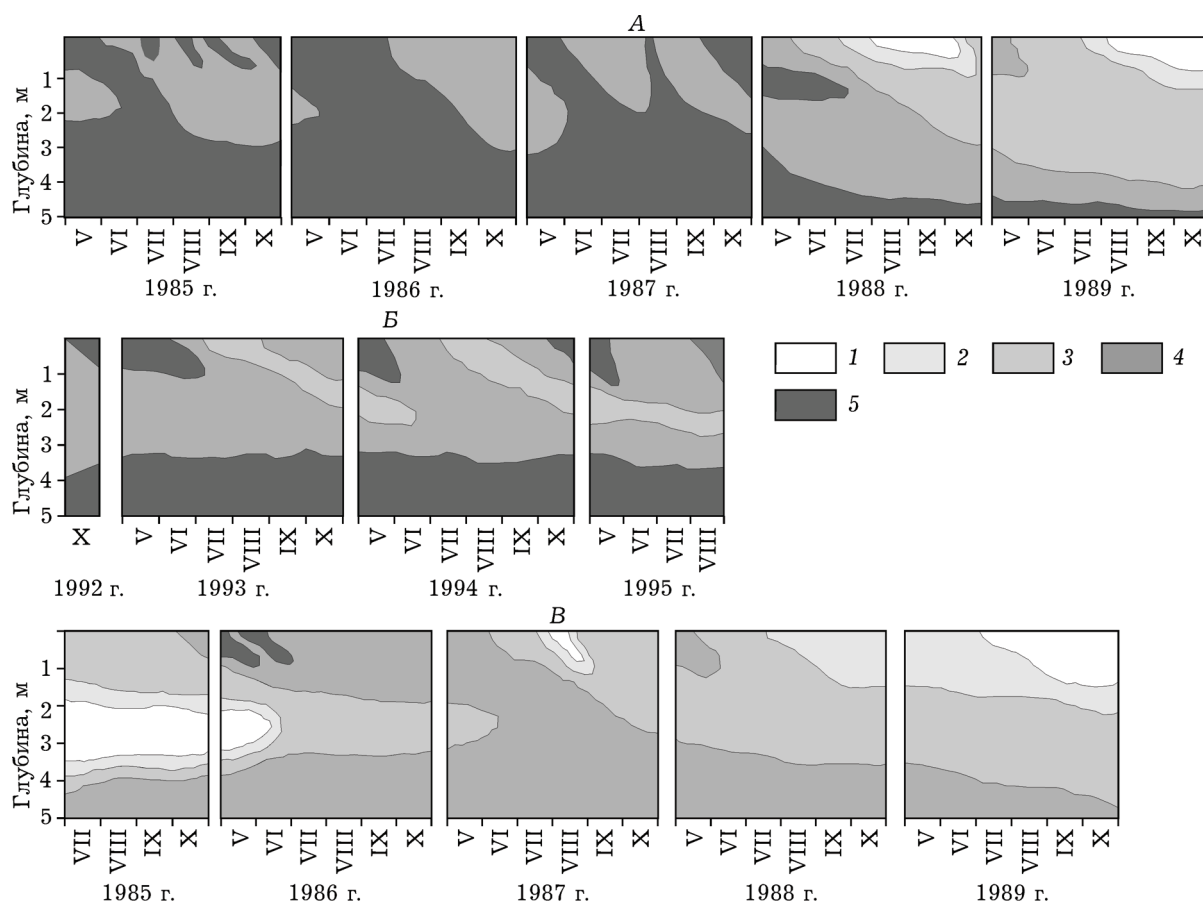


Рис. 1. Хроноизоплеты влажности в орошаемых черноземах Приобья (А, Б – бессменное выращивание однолетних культур; В – после снятия нагрузки многолетних трав). Степень увлажнения: 1 – < ВЗ; 2 – ВЗ – ВРК; 3 – ВРК – 90 % НВ; 4 – 90 % НВ – НВ; 5 – НВ и > НВ

мированном орошении черноземы очень быстро (8–10 лет от начала орошения) начинают функционировать в несвойственном им промывном режиме.

На массиве, который в 1985 г. вышел из-под пресса многолетних трав, на фоне влажных и холодных лет и не прекращающихся, как ни странно, поливов происходит быстрое увлажнение почвенно-грунтовой толщи (рис. 1, В). Так, если летом 1985 г. степень увлажнения слоя 200–300 см выщело-

ченного и типичного черноземов не отличалась от таковой черноземов богары и составляла 51–57 % НВ, а в таком же слое оподзоленного чернозема, занимающего более низкие гипсометрические уровни и получающего дополнительное увлажнение, – 81 % НВ, то к весне 1987 г. степень увлажнения этого слоя в типичном черноземе составляла 88 % НВ, в выщелоченном – 95 %, а в оподзоленном – 100 % НВ и выше (см. таблицу). И если при возделывании многолетних

Динамика запасов влаги в слое 200–300 см в орошаемых черноземах Приобья

Подтип черноземов	Общие запасы влаги				+	–
	1985 г., лето		1987 г., весна			
	мм	% НВ	мм	% НВ		
Оподзоленный (микротапины)	179	81	221	100	+42	
Выщелоченный (транзитные позиции)	114	57	190	95	+76	
Типичный (микрорывышения)	102	51	172	88	+70	

трав потери влаги происходили только через микрозападины, то при снятии нагрузки многолетних культур становятся фронтальными. Увлажняется толща черноземов не только оподзоленных, но и выщелоченных и даже типичных, располагающихся на повышенных участках.

Полученные данные позволили подсчитать потери поливной воды за пределы корнеобитаемой зоны в почвах после снятия нагрузки многолетних трав. За пять лет они составили 80–85 мм. Если учесть, что фронтальные потери идут только в холодные и влажные годы, то при таких “благоприятных” условиях, как низкие температуры воздуха, слабая десукция, неконтролируемые поливы, может теряться за вегетацию 30–40 мм. Следует отметить, что фиксировались инфильтрационные потери за пределы корнеобитаемой зоны в слое только 200–500 см, но общие потери влаги могут быть более значительными.

Далее перед нами стояла задача – изучить характер изменения гидрологического состояния профиля ненормированно орошаемого чернозема при обратной смене культур, т. е. с однолетних на многолетние с целью обоснования возможного использования многолетних трав, в частности люцерны, в качестве регуляторов гидрологического режима в почвенно-грунтовой толще. Люцерна хорошо отзывается на дополнительное увлажнение и уже в первый год использования дает полноценный укос с высокой продуктивностью. Нами проводились опыты по установлению оптимальной глубины увлажнения черноземов при орошении люцерны, которая обеспечивала бы высокую продуктивность культуры и исключала бы инфильтрационные потери поливной воды. Согласно этим исследованиям оптимальное увлажнение почвенного профиля в начале вегетации люцерны, заданное влагозарядкой, способствует формированию корневой системы, которая не только осваивает большой объем почвы, но и обладает повышенной поглощающей способностью. Уже в первый год жизни при сформировавшейся довольно значительной наземной биомассе люцерны активно расходовала влагу из всей наблюдаемой 1,5-метровой толщи. О степени и характере иссушения профиля за период от начала ак-

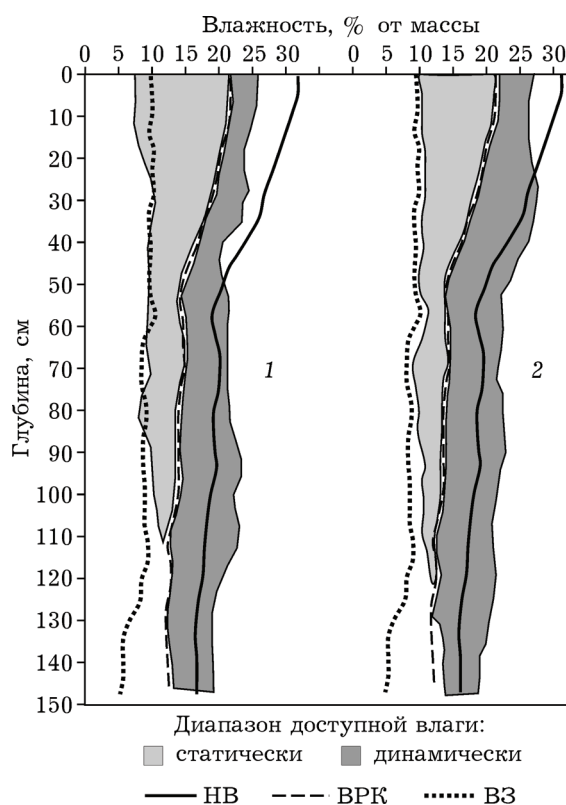


Рис. 2. Степень иссушения профиля почвы под люцерной (30 VI – 6 IX 1984 г.).

Варианты опыта: 1 – увлажнение слоя 0–150 см до НВ весенней влагозарядкой; 2 – весенняя влагозарядка + поддержание влажности почвы в диапазоне 100–70 % НВ в слое 0–40 см

тивного расхода влаги до укоса можно судить по данным, представленным на рис. 2. По мнению Т. П. Коковиной [2], глубина иссушения почвенного профиля дает не менее верное представление о глубине распространения корней растений, чем его можно составить на основании данных их отмывок. Рассмотрим в этой связи расход различных по своей подвижности и доступности категорий почвенной влаги. О. Г. Грамматикати и Л. Д. Дворникова [3] подразделяют влагу по ее доступности растениям на две категории: динамически доступную (д. д.), т. е. передвигающуюся к корням растений в виде капиллярных токов и находящуюся в диапазоне влажности от капиллярного насыщения почвы до ВРК (влажность разрыва капиллярных связей), и статически доступную (с. д.) – в интервале ВРК – ВЗ (влажность завядания). При наличии в почве достаточного количества динамически доступной влаги рас-

тение обеспечено водой независимо от объема почвы, в котором размещена его корневая система. Когда же в почве находится только статически доступная влага, растение может обеспечить себя ею только при наличии корней в заданном объеме почвы.

Нанеся на своей схеме величину ВРК, мы разделили весь диапазон израсходованной влаги на динамически и статически доступную. При этом отмечается, что на вариантах с влагозарядкой растения использовали статически доступную влагу из слоя мощностью 0–110(120) см. Характерно, что и интенсивность расхода влаги из почвы была весьма велика и составляла на вариантах с влагозарядкой в среднем 1,9 мм в сутки, что также подтверждает факт формирования на вариантах с влагозарядкой более мощной корневой системы. Расход влаги из зоны ниже корневой десукции, который также фиксируется на рисунке, свидетельствует о хороших капиллярных свойствах приобских черноземов и возможности активного подтягивания влаги к зоне иссушения из глубже лежащих слоев. Наблюдения за балансом влаги в опытах с люцерной в течение трех лет показали, что, несмотря на довольно значительные приходы влаги в виде орошения и осадков (до 3500–4000 м³/га), она практически полностью срабатывала продуктивную влагу в корнеобитаемой зоне, т. е. постоянно работала на иссушение, полностью исключая инфильтрационные потери. Сравним суммарное водопотребление люцерны и однолетних культур, используемых в севообороте. В наших опытах у люцерны оно составило от 4500 до 5000 м³/га, причем расход из почвенных запасов даже во влажные годы составлял 1600–1700 м³/га. У вико-овсяной смеси суммарное водопотребление 3500–4000 м³/га, у озимой ржи – 2500–3000 м³/га, причем расход из почвенных запасов не превышал 1200–1500 м³/га.

Наблюдения за влажностным режимом на производственных массивах подтвердили данные выводы. Годы наблюдений по климатическим показателям оценивались как влажные. После них даже профиль богарного чернозема по степени увлажнения толщи приблизился к орошаемому. В корнеобитаемой зоне влажность меньше ВРК отмечалась здесь только в 1993 г., в остальные годы увлажнение находилось в диапазоне ВРК –

ПВ (полная влагоемкость), что соответствовало увлажнению орошаемого чернозема. Подчеркнем, однако, что находящийся в таких же условиях профиль чернозема под многолетними травами устойчиво терял влагу на эвапотранспирацию. На третий год наблюдений влажность в трехметровой толще опустилась ниже ВРК. Из глубже лежащих слоев в результате пленочно-капиллярного подтягивания было вовлечено в полезный круговорот 50–60 мм. Таким образом подтверждена реальная способность многолетних трав восстанавливать нарушенное ненормированным орошением исходное (до начала орошения) гидрологическое состояние черноземов. Использование данной способности в сочетании с разработанными лабораторией принципами нормированного орошения дает мелиоративному земледелию надежный и экономичный способ управления водным режимом почв. В случаях, связанных с невозможностью налаживания нормированного орошения, а также параллельно с его применением целесообразно поддерживать водный режим, когда чередование однолетних (увлажняющих) и многолетних (иссушающих) культур создает циклический характер процессов увлажнения – иссушения почвенно-грунтовой толщи. При этом частота смены культур может быть подобрана таким образом, что необратимые потери оросительных вод будут полностью устранены и водный режим при этом приобретет характер экологически чистого.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что ненормированное орошение черноземов Приобья значительно активизирует восходяще-нисходящую миграцию влаги. При орошении однолетних культур преобладают фронтальные нисходящие потоки, вследствие чего уже на начальной стадии орошения (5–8 лет) почвенно-грунтовая толща всех подтипов черноземов трансформируется в зону повышенной влажности мощностью до 5–7 м. При орошении многолетних трав водно-миграционные процессы заметно активизируются только в черноземах оподзоленных, приуроченных к микропонижениям. Многолетние травы в силу особенностей водопотребления могут высту-

пать регуляторами водного режима, восстанавливая повышенный гидрологический фон, сформировавшийся за счет неконтролируемых поливов до исходного состояния. Использование принципов нормированного орошения в сочетании с возможностями многолетних трав позволяет полностью исключить инфильтрационные потери поливных вод, обеспечить высокую продуктивность возделываемых культур и сохранить плодородие ценнейших почв региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панфилов В. П., Шапорина Н. А., Слесарев И. В. Водно-физические свойства и режимы черноземов Приобья при орошении // Черноземы: свойства и особенности орошения. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1988. С. 99–116.
2. Коковина Т. П. О поливах типичных черноземов // Почвоведение. 1984. № 6. С. 40–47.
3. Грамматикати О. Г., Дворникова Л. Д. Методы определения скорости передвижения воды к корневой системе растений // Биологические особенности орошаемого земледелия. М.: Наука, 1974. С. 151–160.

Contribution of Perennial Herbage into Regulation of the Water Intake Schedule of Soil Ground Layers During Irrigation of Chernozem in the Territory Near the Ob River

N. A. SHAPORINA

*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS
630099, Novosibirsk, Sovetskaya str., 18
E-mail: shaporina.nina@mail.ru*

The work deals with the aspects of rational ecologically safe irrigation-based agriculture on chernozem, the major automorphous type of soil in the forest-steppe and steppe zones of West Siberia. The actual ability of permanent grasses to recover the initial (before start of irrigation) hydrogeological state of chernozem disturbed by unnormalized irrigation was demonstrated. An economical method of governing the water consumption schedule of soil under the conditions of irrigation is proposed.

Key words: irrigation, chernozem, territory near the Ob river, resource saving, infiltration losses, migration of moisture.