

06  
KB-853

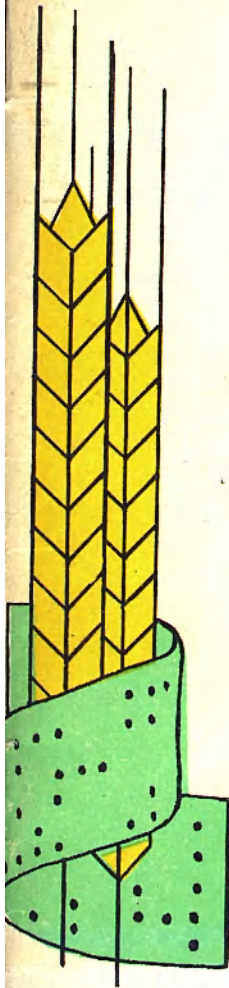


ISSN 0372-3283

МСХ СССР — ВАСХНИЛ  
Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский институт  
зернового хозяйства

**ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ  
И УРОЖАЙНОСТЬ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Научно-технический бюллетень  
№ 56



Целиноград 1986

МСХ СССР — ВАСХНИЛ  
Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский институт  
зернового хозяйства

**ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ  
И УРОЖАЙНОСТЬ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Научно-технический бюллетень  
№ 56

Целиноград 1986

06 + 631.432 + 633.1:58 (574) + К

113-853

В острозасушливых условиях Северного Казахстана решающим фактором в получении высоких урожаев зерновых культур является почвенная влага. В настоящий сборник включены работы последних лет ученых ВНИИЗХ по вопросам влияния водного режима почв на урожайность зерновых культур и методам его регулирования, направленным на максимальное накопление и бережное расходование почвенной влаги.

Материалы предназначены для широкого круга специалистов сельского хозяйства, внедряющих интенсивные технологии возделывания зерновых культур.

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

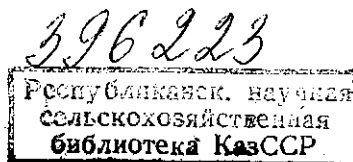
Сулейменов М. К., доктор с.-х. наук (ответственный редактор).

Зозуля В. Ф., кандидат с.-х. наук (зам. ответственного редактора).

Белозеров В. П., кандидат с.-х. наук.

Нестеренко А. М., кандидат с.-х. наук.

Краутер Л. А., ответственный секретарь.



## ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ В СЕВОБОРОТЕ

М. К. Сулейменов, доктор с.-х. наук

К. А. Ахметов, кандидат с.-х. наук

Н. А. Вольская

В условиях засушливого земледелия Северного Казахстана для благоприятного роста и развития полевых культур при почво-защитной системе земледелия важнейшее значение имеет обеспеченность их почвенной влагой. Многолетние исследования научных учреждений этой зоны и передовая практика колхозов и совхозов показывают, что величина урожая сельскохозяйственных культур в зоне рискованного земледелия зависит в основном от количества доступной воды в почве и наиболее продуктивного ее использования.

В этой связи ставилась задача изучить процесс накопления продуктивной влаги в зависимости от предшественников и характер потребления воды различными группами культурных растений в севообороте. Для этой цели проводили исследования по водному режиму почвы в стационарных опытах по севооборотам, заложенных в 1961 году. Все севообороты были освоены в 1968 году. Для исследования выбрали 4—5-польные зернопаровые: чистый пар — пшеница — пшеница — пшеница, чистый пар — пшеница — пшеница — ячмень — пшеница и 4-польный зернопропашной: кукуруза — пшеница — пшеница — ячмень. Кроме того, проводили наблюдения в бессменных посевах кукурузы и пшеницы.

### Условия проведения опытов, методика исследований, агротехника

Стационарный участок расположен на южных карбонатных черноземах опытного хозяйства ВНИИЗХ Целиноградской области. Почву опытного участка по соотношению между физической глиной (частицы  $< 0,01$  мм) и физическим песком ( $> 0,01$  мм), согласно классификации Н. А. Качинского, можно назвать легкоглинистой пылевато-иловатой. Мощность гумусового горизонта составляет 50—55 см. Содержание гумуса в пахотном горизонте колеблется в пределах 3,76—3,59%. Валовые запасы фосфора в пахотном горизонте — 0,130—0,126%, азота — 0,312—0,307%.

Южные черноземы обладают высокой адсорбционной способностью. Величина максимальной гигроскопичности в верхнем пахотном горизонте 0—30 см находится в пределах 11,1—13,7 мм и с

глубиной увеличивается, в слое 90—100 см достигает 15,3 мм, в метровом слое — 139,9 мм. Запас недоступной влаги (влажность завядания растений) в слое 0—100 см почвы для яровой пшеницы составляет 185 мм. Общие запасы влаги при влажности разрыва капиллярной связи в метровом слое почвы равняются 257,9 мм. Величина наименьшей влагоемкости в сумме в метровом слое составляет 360 мм. Количество продуктивной влаги в этом слое — 175 мм (табл. 1).

Таблица 1

Основные агрогидрологические константы  
южного чернозема Целиноградской области  
(Н. М. Бакаев, 1975)

Горизонт, см	Максимальная гигроскопичность		Влажность завядания яровой пшеницы		Влажность разрыва капиллярной связи		Наименьшая полевая влагоемкость	
	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм
0—10	11,6	11,1	16,8	16,0	25,3	24,0	38,9	37,0
10—20	11,7	12,0	15,7	16,1	23,1	23,6	37,1	37,9
20—30	11,5	13,7	14,1	17,6	21,9	26,1	30,2	36,0
30—40	11,2	14,2	14,8	18,7	21,3	26,8	28,5	36,0
40—50	10,9	14,2	14,7	19,2	20,4	26,5	28,1	36,6
50—60	10,8	14,7	14,2	19,3	19,5	26,3	27,9	37,7
60—70	10,8	14,8	14,1	19,4	18,4	25,2	27,5	37,7
70—80	10,3	14,9	13,4	19,4	18,5	26,3	24,8	35,8
80—90	10,0	15,0	13,1	19,6	18,0	26,8	22,0	32,9
90—100	9,9	15,3	12,7	19,7	17,1	26,3	21,2	32,8
Сумма 0—100	—	139,9	—	185,0	—	257,9	—	360,4

Климат Северного Казахстана характеризуется засушливостью и резкой континентальностью. Контрастные погодные условия — частое явление в этой зоне. При среднемноголетней годовой сумме осадков 348 мм количество их колеблется в широком диапазоне: от 220 мм (1975 г.) до 455 мм (1972 г.). Значительные колебания наблюдаются и в температурном режиме воздуха. Значительный недобор урожая зерновых культур обычно бывает после малоснежной зимы, в особенности при сочетании с июньской засухой. В засушливой зоне важное значение имеет распределение осадков по периодам года. Так, за период вегетации сельскохозяйственных культур выпадает 41% годовой нормы осадков. За холодный (ноябрь—март) период года в среднем выпадает 99 мм, или 28% нормы. Остальное количество приходится на осенний и весенний периоды.

За 17 лет исследований (1968—1984) были годы с достаточно благоприятным увлажнением, умеренно увлажненные, засушливые и острозасушливые. Следовательно, изучение водного

режима почвы охватило различные погодные условия, что позволило установить закономерности приходной и расходной части водного баланса под растениями в различных типах севооборотов и в бессменных посевах культур.

Влажность почвы определялась весовым методом в 4—6-кратной повторности в метровом слое почвы через каждые 10 см. Наблюдения за влажностью почвы проводили перед посевом, в фазе колошения зерновых, перед уборкой культур и в начале зимы. В эти же сроки определяли влажность почвы и в паровом поле.

В опытах принята рекомендованная в производство агротехника возделывания сельскохозяйственных культур.

### Результаты исследований

Для засушливых условий Северного Казахстана характерно быстрое нарастание температуры воздуха в весенний период, что вызывает значительное испарение почвенной влаги. Поэтому выпавшие в этот период осадки почти полностью расходуются на физическое испарение. В основном накопление продуктивной влаги под урожай будущего года начинается с осеннего периода, после уборки сельскохозяйственных культур.

Наблюдения за влажностью почвы в этот период в различных севооборотах, в начале зимы и перед посевом позволили получить сведения по использованию осенних и зимне-весенних осадков растениями. При этом установлено, что целый ряд причин оказывает определенное влияние на характер впитывания атмосферных осадков в почву: предшественники, в различной степени иссушающие почву, состояние поверхности почвы, остаточные водные ресурсы и т. д.

Водные запасы осеннего периода в основном формируются за счет осенних жидких осадков и остаточных запасов влаги, не использованных растениями. Основная часть выпадающих осадков послеуборочного периода, меньше расходуясь на испарение, впитывается в почву. Плоскорезная система обработки почвы сохраняет значительную часть растительных остатков, которые за счет уменьшения скорости ветра снижают испаряемость с поверхности почвы.

Исследования влажности почвы в осенний период показывают, что за 17 лет проведения опытов накопление продуктивной влаги происходило в основном в первом полуметровом слое почвы. Только в отдельные годы, как 1969 и 1984, наблюдалось значительное увлажнение второго полуметрового слоя почвы за счет обильных осенних дождей. Характеристика динамики запасов продуктивной влаги за осенний период показывает, что после уборки культур остаточные запасы влаги по стерне зерновых предшественников, независимо от типа севооборотов, находятся почти на

одинаковом уровне — 15,0—27,0 мм (табл. 2). На паровом поле содержание продуктивной влаги к этому периоду составило 89 мм, т. е. из-за отсутствия вегетирующих растений сохранился такой же уровень запасов воды в почве, какой был весной. Выпадающие же осадки расходуются на испарение.

Таблица 2

Динамика запасов продуктивной влаги  
в среднем за 1968—1984 гг.

Чередование культур в севооборотах	Запас влаги в слое почвы 0—100 см, мм				Усвоено жидких осадков в осенний период, мм
	перед посевом	в период коше- ния	перед уборкой (остаточ- ная влага)	перед уходом в зиму	
5-польный зернопаровой					
Пар	99	95	90	121	31
Пшеница	135	56	23	66	43
Пшеница	113	36	27	58	31
Ячмень	110	45	19	54	35
Пшеница	113	52	17	57	40
4-польный зернопаровой					
Пар	102	74	89	121	32
Пшеница	137	46	19	50	31
Пшеница	110	33	17	44	27
Пшеница	105	32	12	45	33
4-польный зернопропашной					
Кукуруза	110	66	41	56	15
Пшеница	114	34	15	40	25
Пшеница	112	30	12	57	45
Ячмень	112	36	13	55	42
Кукуруза бессменная	125	95	53	77	24

Примечание. За период вегетации пшеницы выпало 117 мм осадков, ячменя — 107 мм, кукурузы — 110 мм.

В зернопропашном севообороте после уборки кукурузы на силос значительное количество влаги (41 мм) остается неизрасходованной. Это почти в два раза больше, чем после уборки зерновых колосовых. Еще больше неиспользованной влаги отмечено на поле кукурузы, высеваемой бессменно — 53 мм. Кукуруза, в силу своих биологических особенностей, использует почвенную влагу из первого полуметрового слоя почвы. Остаточные водные запасы второго полуметрового слоя почвы, не использованные кукурузой, пополняют приходную часть водного баланса под урожай следующего года.

В предзимний период степень увлажнения почвы стерневых фонов как в зернопаровом, так и в зернопропашном севооборотах

почти одинаковая, в пределах 40—65 см. Этот уровень увлажненности метрового слоя почвы в осенний период, по мнению Н. М. Бакаева [2], считается средним показателем.

Наибольший запас почвенной влаги накоплен в паровом поле — 121 мм, т. е. в 2—3 раза выше, чем в других полях севооборотов. На участке, где кукуруза высеивается бессменно с 1963 года, отмечалось также сравнительно высокое увлажнение метрового слоя почвы (77 мм), из которого 70% накоплено за счет остаточных запасов влаги после уборки культур.

Определенный интерес представляет степень усвоения жидких осадков почвой из-под различных предшественников за период от уборки культур до наступления зимы. Из данных таблицы 9 видно, что после уборки зерновых в метровый слой почвы впиталось 35—45 мм осенних осадков, на паровом поле — 31 мм. Наименее эффективно использовали осадки этого периода поля из-под кукурузы — 15—24 мм. Таким образом, жидкие осадки осени наиболее продуктивно используют зерновые предшественники в сравнении с полем чистого пара и пропашной культурой. Это объясняется тем, что после уборки зерновых предшественников почва в значительной степени иссушается. Поэтому сухая почва довольно эффективно поглощает атмосферные осадки, выпадающие осенью. Паровое поле, с достаточно увлажненным верхним слоем, менее эффективно их впитывает.

Аналогичная закономерность прослеживается и в опытах других научных учреждений Северного Казахстана. Так, по данным Кустанайской сельскохозяйственной опытной станции, на южных карбонатных черноземах на паровом поле усвоено 17 мм осенних осадков в метровом слое почвы при запасах влаги в период уборки 92 мм. На стерневых же предшественниках поглощено большее количество осадков — 24 мм, при остаточных запасах влаги 40 мм [3].

В условиях засушливого земледелия Северного Казахстана особо важную роль в обеспечении растений почвенной влагой играют зимние осадки. На полях севооборотов весеннее увлажнение почвы неодинаковое. Оно обусловлено остаточными водными ресурсами после уборки культур в предшествующий год, впитыванием осенних осадков, характером распределения и накопления снежного покрова и физическими свойствами почвы, складывающимися после различных предшественников.

За зимний период выпадает 100 мм твердых осадков. Это количество осадков дает значительное пополнение запасов продуктивной влаги перед севом. При хорошем промачивании метрового слоя почвы с осени и достаточном количестве зимних осадков запас продуктивной влаги к моменту посева приближается к уровню наименьшей влагоемкости почвы. Двукратное снегозадержание увеличивает мощность снежного покрова. В среднем за последние 10



лет (1975—1984) высота снега на стерневых полях достигала 40 см, на чистых парах — 35 см. В годы, когда на паровых полях удаются кулсы из горчицы, снежный покров образуется более мощный, достигая полуметровой отметки.

Однако наблюдениями установлено, что накопленные зимние осадки по-разному впитываются почвой. К примеру, в предзимний период 1978 г. запас влаги в метровом слое почвы по стерневому фону был низким — 13—23 мм, на паровом поле — 125 мм, т. е. отмечалось высокое увлажнение. Зимой 1978/79 г. создавался мощный снежный покров высотой 48 см по всем предшественникам, в апреле выпало 95 мм жидких осадков, или в 4 раза больше нормы. Перед посевом отмечено одинаковое увлажнение метровой толщи почвы как по паровому, так и по стерновым предшественникам — 140—150 мм. Таким образом, на чистом пару из большого количества зимне-весенних осадков аккумуляровалось всего лишь 20—25 мм, тогда как стерневыми предшественниками усваивалось 120 мм. Такое интенсивное впитывание стерневыми предшественниками зимне-весенней влаги объясняется слабым осенним промачиванием почвы.

В отдельные годы по накоплению зимне-весенних осадков проявляется другая закономерность. Так, перед уходом в зиму 1979/80 г. значительные остаточные запасы в сочетании с обильными дождями в осенний период способствовали достаточно сильному промачиванию метрового слоя почвы. В результате паровое поле увлажнилось до предельно возможного насыщения влагой (178 мм). На стерневых же предшественниках накопилось продуктивной влаги в 3 раза меньше, чем в чистом пару. Зима 1980 г. характеризовалась резко выраженной низкой отрицательной температурой воздуха, вследствие которой обрабатываемый слой почвы оказался сильно промерзшим. Такое физическое состояние почвы в период таяния снега оказало отрицательное влияние на впитывание почвой талых вод. Это привело к интенсивному ее стоку. В конечном итоге запас продуктивной влаги на паровом поле к посеву уменьшился на 60 мм; на стерневых фонах осенний запас влаги сохранился на том уровне, что был в начале зимы. Потеря столь значительной части влаги, накопленной в паровом поле, объясняется тем, что за период от таяния снега до посева прошло больше месяца; сильный сток сочетался с последующим интенсивным испарением из почвы. На стерневых фонах растительные остатки в какой-то степени снижали интенсивность стока талых вод и замедляли испаряемость с поверхности почвы.

Проанализируем закономерности использования зимних осадков в 1969/70 сельскохозяйственном году. Перед уходом в зиму в 1969 году, за счет обильных летних и осенних дождей, в метровом слое почвы запас влаги на чистом пару был на уровне 170—180 мм, на стерневых фонах — 140—150 мм. К началу сева в

1970 г., в отличие от рассмотренного выше 1980 г., запасы продуктивной влаги как на паровом, так и на стерневых полях севооборотов сохранились на уровне предзимних. Различные условия впитывания осадков отдельных лет позволяют заключить, что усвоение зимних осадков почвой зависит от многих причин: от увлажненности почвы в осенний период, предшественников, физического состояния поверхности почвы и т. д. Отмечено, что наиболее полное усвоение талых вод почвой наблюдается, когда в предшествующую осень почва уходит в зиму сухой. При достаточном увлажнении почвы с осени эффективность зимних осадков в пополнении запасов продуктивной влаги перед посевом снижается. Наблюдениями установлено, что из общего запаса продуктивной влаги, накопленной к посевному периоду, 60% составляют зимние осадки.

Анализ динамики запасов продуктивной влаги по различным видам севооборотов в среднем за 1968—1984 гг. показывает, что наибольшее ее количество накапливается перед посевом пшеницы в зернопаровом севообороте по чистому куливному пару — 137 мм. Из многолетних данных видно, что паровое поле свое положительное действие проявляет в основном в первый год посева. Хотя в отдельные годы, при определенных условиях, когда пшеница, посеянная по пару, в силу неблагоприятных внешних факторов среды (температура воздуха, относительная влажность воздуха и др.) не в состоянии использовать всю почвенную влагу, отмечается положительное последствие парового поля и на повторный посев пшеницы.

Из таблицы 2 видно, что в зернопаровых севооборотах преимущество в накоплении продуктивной влаги имеет только паровое поле. Перед посевом же второй, третьей и четвертой культуры после пара количество почвенной влаги в пределах 105—113 мм.

По урожайным данным яровой пшеницы, представленным в таблице 3, можно заметить разницу в величине урожая между второй и четвертой пшеницей после пара, хотя по запасам влаги, как уже выше отмечалось, существенной разницы нет. Это объясняется другими факторами, в первую очередь засоренностью.

На посевах бессменной кукурузы также накапливается довольно хороший запас продуктивной влаги на уровне 125 мм, или на 12—20 мм выше, чем по зерновым предшественникам.

В засушливых условиях этого региона с повышением температуры воздуха в летний период возрастают потери влаги на испарение почвой и на потребление растениями. Из данных таблицы 2 отчетливо видно, что интенсивное потребление влаги происходит в период посев—колошение. В зернопаровом севообороте к фазе колошения зерновых израсходована основная часть влаги — 68% от запасов, накопленных к моменту сева, в зернопропашном — 62%. В этот период (выход в трубку—колошение) создается основ-

ная надземная масса, интенсивно формируются генеративные органы. В фазе колошения биомасса растений достигает максимальной величины. При недостатке влаги в этот период зерновые сильно страдают.

Проанализируем расход влаги различными культурами на создание единицы продукции (табл. 3). Н. М. Бакаев [2] рекомендует при этом расчленить влияние на урожай летних дождей и запасов почвенной влаги, накопленной в осенне-зимний период. Результаты многолетних исследований (1968—1984 гг.) по водному режиму почвы в различных севооборотах показывают, что лучшим предшественником зерновых культур является чистый кулисный пар.

Суммарный расход влаги на создание 1 ц зерна пшеницы, размещенной по пару, был наименьшим — 12,6—13,2 мм при ее урожайности 18,0 ц/га. При повторном посеве пшеницы по пару расход влаги увеличился до 14,5 мм на создание единицы продукции при урожае 15 ц/га. Урожайность зерна ячменя при посеве его третьей культурой после пара была на уровне урожая зерна пше-

Таблица 3

Расход влаги растениями из метрового слоя почвы  
в полях различных севооборотов  
(в среднем за 1968—1984 гг.)

Чередование культур в севооборотах	Расход влаги за вегетацию, мм		Урожайность зерна, зеле- ной массы, ц/га	Расход влаги на соз- дание 1 ц зерна, 1 т зеленой массы, мм	
	общий	почвенной влаги		общий	в т. ч. почвенной
5-польный зернопаровой					
Пар	—	—	—	—	—
Пшеница	228	111	18,0	12,6	6,2
Пшеница	202	85	15,0	13,5	5,7
Ячмень	198	91	17,6	11,3	5,2
Пшеница	214	97	13,2	16,2	7,3
4-польный зернопаровой					
Пар	—	—	—	—	—
Пшеница	235	118	17,8	13,2	6,6
Пшеница	215	98	14,8	14,5	6,6
Пшеница	205	88	13,5	15,2	6,5
4-польный зернопропашной					
Кукуруза (зеленая масса)	178	68	108,7	16,4	6,2
Пшеница	215	98	13,7	15,7	7,2
Пшеница	217	100	13,6	16,0	7,4
Ячмень	205	98	15,7	13,1	6,2
Кукуруза бессеменная	183	73	105	17,4	7,0
Пшеница бессеменная	203	86	11,7	17,4	7,4

ницы, посеянной по пару. Ячмень наиболее экономно использует почвенную влагу на создание 1 ц зерна — 11,3 мм. При равных же условиях возделывания ячменя с пшеницей (обе культуры высеваются в 4-м поле севооборота) урожай зерна ячменя составил 17,6 ц/га, пшеницы — 13,5 ц/га, или на 4 ц/га ниже. За период вегетации зерновых наибольший расход влаги отмечался на посевах бессменной пшеницы — 17,4 мм.

Общий расход влаги растениями за вегетационный период в зернопаровых севооборотах составил 218 мм, из которых на долю почвенной влаги приходится 100 мм, или 46%, остальное количество 54% на летние дожди. По значимости для создания урожая можно отметить одинаковую роль как летней дождевой воды, так и почвенной, накопленной за осенне-зимний период. В отдельные годы наблюдается преимущество летних осадков, в другие годы имеет большее значение почвенная влага. Ценность летних осадков усиливается, когда они выпадают в критические фазы роста и развития растений.

#### Выводы

1. По наличию продуктивной влаги в почве перед посевом лучшим предшественником является чистый пар. Влияние пара на водный режим почвы распространяется только в год посева культуры.
2. Почвенная влага наиболее рационально используется посевами пшеницы по пару и ячменем.
3. Основное количество влаги, накопленной к посеву, зерновые культуры потребляют в период посев—колошение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бакаев Н. М. Почвенная влага и урожай.— Алма-Ата: Кайнар, 1975.— 135 с.
2. Бакаев Н. Н. Регулирование водного режима почв.— В сб.: Почвозащитная система земледелия. Алма-Ата: Кайнар, 1985, с. 50—61.
3. Дядик Н. М., Гилевич С. И. Севообороты против засухи.— В сб.: Вопросы почвозащитного земледелия. Целиноград, 1978, с. 86—97.

#### ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРОВЫХ ПОЛЕЙ

Н. М. Бакаев, кандидат с.-х. наук  
В. А. Шрамм

В засушливых условиях Северного Казахстана чистый пар является основным полем севооборота, где происходит успешная борьба с сорняками, осуществляется накопление влаги и питательных веществ.

Однако преимущества паровых полей до настоящего времени используются еще в недостаточной степени. Это относится прежде всего к водному режиму почвы. В чистом пару без кулис в течение 21 месяца парования (от уборки предшествующей культуры до посева яровой пшеницы по парам) накапливается в метровом слое почвы 120—130 мм продуктивной влаги. В то же время полевая влагоемкость этого слоя для черноземных и каштановых почв составляет 170—180 мм. Следовательно, дефицит влаги в метровом слое составляет 50—60 мм. Если взять полутораметровый слой почвы, куда проникает корневая система яровой пшеницы, то дефицит почвенной влаги достигает 100 мм. Однако за период парования (21 месяц) выпадает свыше 500 мм осадков, из которых почвой усваивается только 25 процентов. Следовательно, возможности по улучшению водного режима пара за счет более эффективного использования осадков (особенно двух зимних периодов) имеются во всех областях Северного Казахстана.

В настоящее время технология подготовки чистого пара в основном осуществляется следующим образом. После уборки предшествующей культуры поле, оставляемое под пар, как правило, не обрабатывается и на нем в первую зиму снегозадержание не проводится. Пар готовится по типу раннего и первая его обработка начинается после посева пшеницы в начале июня. Таким образом, в раннем чистом пару практически полностью теряются осадки первой зимы. Для пополнения запасов влаги в раннем пару в начале июля высеваются кулисы из горчицы, которые задерживают снег второй зимы и готовят влагу непосредственно к посеву по парам яровой пшеницы. Кулисы из горчицы накапливают в среднем 30—40 см снега и, следовательно, принципиально решают проблему снегозадержания в паровых полях. Однако в кулисном пару до сих пор не решен вопрос устранения стока талых вод. Кулисы из горчицы накапливают достаточное количество снега, но снег на 80—90% стекает с полей в виде талых вод и весьма слабо усваивается почвой. Стекая с паровых полей, талые воды не только бесполезно растрачиваются, но и наносят вред, смывая верхний, наиболее плодородный слой почвы, образуя промоины и овраги.

Интенсивный сток талых вод объясняется тем, что паровые поля ежегодно имеют увлажненный верхний 30—50-сантиметровый слой. В осенний и предзимний периоды (перед уходом во вторую зиму) слой еще больше увлажняется и заплывает. Создается единый влажный, выровненный слой, без крупных пор и трещин, который зимой смерзается и в значительной степени цементируется. Сильно смерзшийся, выровненный, слитый слой почвы обладает исключительно низкой водопроницаемостью и слабо впитывает талые воды.

В Северном Казахстане период снеготаяния бывает коротким — всего 8—10 дней, а интенсивность ежедневного поступления

талых вод — очень высокая. За этот короткий период паровые поля оттаивают сверху всего на 10—15 см и не могут усваивать талые воды. Поэтому даже на полях с выровненным рельефом имеет место интенсивный сток талых вод.

Борьба со стоком талых вод считается важнейшей проблемой в земледелии, поэтому разработка мероприятий по уменьшению стока проводилась в нашей стране, начиная с конца XIX века. Особенно интенсивно эта работа проводится после Великой Отечественной войны. Следует отметить, что все приемы борьбы со стоком были механическими, направленными на увеличение водопоглощающей способности почвы и сооружение водозадерживающих преград.

В наших опытах, проводившихся (с небольшими перерывами) с 1959 по 1985 год в паровых полях, испытывались все известные в литературе приемы задержания талых вод: валкование поперек склона (зигзагообразное и прерывистое), прямое и в перекрестном направлении бороздование, поделка микролиманов, щелевание, позднеосенняя глубокая плоскорезная обработка почвы и разработанный нами способ лункования полей. Однако все они имели весьма незначительный эффект, а в отдельные годы вообще не давали положительных результатов. Причины были разные: валкование и поделка микролиманов не выполняли своих функций в связи с тем, что обычные земляные валики и валики микролиманов зимой от сильных морозов трескаются и весной по этим трещинам талые воды беспрепятственно стекают с полей. Поперечные и перекрестные борозды не только не уменьшают, а, наоборот, направляют и усиливают сток. Лунки, ввиду недостаточного суммарного объема ( $250 \text{ м}^3/\text{га}$ ), не обеспечивают задержания всех талых вод, образующихся от мощного снежного покрова, накопленного кулисами. Они могут задержать снеговую воду от растаявшего снега небольшой мощности, в пределах 15—25 см, но в кулисах, как правило, накапливается более мощный снежный покров. Кроме того, лунки требуют значительных затрат на их выравнивание в весенний период, что также снижает возможности по их применению.

Паровые поля, обработанные во вторую осень глубокорыхлителями (даже поперек склона) и щелевателями, заплывают в период предзимья от дождей и растаивающего снега, поэтому указанные способы не дают положительных результатов по усвоению талых вод.

Описанные в литературе такие способы задержания талых вод, как полосное уплотнение и зачернение снега, поделка снежных валиков в конце зимы, не обеспечивают уменьшение стока талой воды.

В результате многолетних исследований нами был сделан вывод о том, что чисто механические способы задержания талых вод неприемлемы для условий Северного Казахстана. Наиболее эффек-

тивными здесь могут быть приемы, сочетающие в себе биологические и механические принципы борьбы со стоком талых вод.

В настоящее время нами разработан прием, при котором основные работы по влагонакоплению переносятся на первую зиму парования. После уборки предшествующей культуры поля, предназначенные под пар, обрабатываются плоскорезными орудиями, а зимой проводится интенсивное снегозадержание снегопахами. При работе плоскорезных орудий образуется значительное количество глыб, различных трещин, углублений и щелей, создается в совокупности крупнопористое сложение верхнего слоя почвы, которое обеспечивает задержание и усвоение талых вод. В этом случае проявляются все преимущества биолого-механического принципа задержания поверхностного стока. Оставшаяся стерня (биологический фактор) накапливает снег от первых же снегопадов, вследствие чего в последующем обеспечивается успешная работа снегопахов. Корни зерновых и зернофуражных культур служат своего рода скрепляющим средством в отдельных комках почвы. В период схода снега оставшиеся стернинки разбивают сплошной поток воды на мелкие струйки, в результате чего уменьшается скорость и интенсивность стока.

Создание посредством обработки почвы (механический фактор) крупнопористого сложения верхнего слоя способствует хорошему усвоению талых вод. Таким образом, биолого-механический метод создает наилучшие предпосылки для эффективного задержания снега и талых вод в первую же зиму парования.

Однако здесь возникает очень важный вопрос о том, как лучше обрабатывать почву после уборки предшествующей культуры.

В специальных опытах, проведенных в лаборатории водного режима почв в 1971—1974 гг., а затем в 1978—1982 гг., установлено, что на полях после зерновых культур, если почва с осени не обработана, усваивается только 37,5%, на вариантах осенней обработки почвы БИГ-3 — 55%, при осенней обработке почвы плоскорезами (на 12—14 см) — 79%, а при глубоком рыхлении (на 25—27 см) усваивается в среднем 82% талых снеговых вод.

Нами была разработана методика по определению водовместимости почвы, обработанной с осени различными орудиями. В среднем за 1981—1983 гг. водовместимость (количество свободных пор) верхнего 30-сантиметрового слоя почвы составляла: при обработке бороной БИГ-3 только 80 мм, плоскорезом на 12—14 см — 116 мм, глубокорыхлителем на 25—27 см — 142 мм продуктивной влаги. Следовательно, по глубокому рыхлению может впитаться вода от снежного покрова высотой 50 см, по плоскорезному — 40 см, а по осенней обработке БИГ-3 — менее 30 см. Практически по глубокому рыхлению стока талых вод весной не наблюдается. По плоскорезу в отдельные годы отмечается незначительный сток. Таким образом, после уборки предшествующей

культуры поле, идущее под пар, следует обрабатывать плоскорезами или глубокорыхлителями, а зимой проводить интенсивное снегозадержание, не опасаясь развития процессов водной эрозии.

В наших опытах в среднем за 1982—1985 гг. в течение первой зимы в метровом слое почвы накапливалось 133—167 мм продуктивной влаги. Если за первую зиму парования в метровом слое накапливается 130—150 и более мм продуктивной влаги, то летом в пару кулисы высевают нецелесообразно, а все усилия следует направить на борьбу с сорняками.

Однако здесь может возникнуть мнение, что накопленная в первую зиму почвенная влага может летом полностью испариться. Ранее это суждение было главным, поэтому влагонакопление переносилось на вторую зиму парования.

Специальными исследованиями, проведенными нами в 1968—1976 гг., было установлено, что в паровом поле при регулярных обработках создается сверху рыхлый мульчирующий слой почвы, который хорошо предохраняет более глубокие слои почвы от испарения влаги. Кроме того, постоянными обработками обеспечивается регулярная борьба с сорняками, которые не могут расходовать влагу в значительных размерах. Все это приводит к тому, что в засушливое лето в чистом пару за весь летний период испаряется 20—30 мм продуктивной влаги. Но эти потери восстанавливаются за счет осенних дождей. Во влажное лето в паровом поле происходит дополнительное накопление влаги в количестве 25—30 мм. Если проанализировать динамику влаги за 8—10 лет подряд, то в среднем весенние запасы влаги в паровом поле равны осенним.

Следовательно, в первую зиму парования можно проводить интенсивное влагонакопление, не опасаясь испарения влаги в летний период. Этот метод (перенесение влагонакопительных работ на первую зиму парования) может успешно применяться в районах с черноземными почвами, где выпадает более 300 мм годовых осадков. В целях борьбы с ветровой эрозией чистые пары должны располагаться в полосах. Отсутствие кулис и незначительное накопление снега в чистых полосных парах во вторую зиму парования (8—10 см) не способствует формированию стока талых вод.

В наших опытах, проведенных в 1982—1985 годах на южных карбонатных черноземах, где среднемноголетнее количество осадков составляет 350 мм, урожай яровой пшеницы по куливному пару составил 18,2, а по чистому пару без кулис, где влагонакопление проводилось только в 1-ю зиму парования — 18,1 ц с 1 га.

Однако в острозасушливых районах с каштановыми почвами, где выпадает менее 300 мм осадков, накопление в парах снега только первой зоны будет недостаточным. Здесь необходимо использовать осадки двух зим парования, для чего необходимо в первую зиму проводить интенсивное снегозадержание снегопахами, а во вторую — путем летнего посева кулис из горчицы или овса.



Кулисы как из горчицы, так и из овса высеваются в первой декаде июля сеялками СЗС-2,1. Расстояние между кулисами из горчицы составляет 12 м, а из овса — 10 м. Количество рядков в кулисе из горчицы 2—3, а из овса 4—5. Вопрос о том, из какой культуры высевать кулисы, следует решать на месте в зависимости от условий. Если к моменту посева кулис в верхнем 10-сантиметровом слое имеется достаточное количество влаги, то высевают кулисы из горчицы, а если этот слой иссушен, то лучше высевать кулисы из овса, семена которых можно заделывать в более глубокий влажный слой. Использование осадков двух зим может быть эффективным не только в остросушливых районах. Даже в районах умеренно засушливой степи с обыкновенными черноземами в отдельные годы, в силу недостаточного выпадения осадков (особенно в первую зиму парования), могут сложиться такие условия, что будет целесообразным использовать осадки двух зим. В этих случаях для задержания осадков второй зимы надо будет высевать кулисы.

На склоновых землях, где создаются непосредственные условия для формирования интенсивного стока талых вод, борьба с водной эрозией может быть успешной только на основе сочетания биологического и механического способов. На полях, расположенных на склонах крутизной 1—2° и более, наилучшие результаты получают при подготовке противоэрозионного пара.

Сущность противоэрозионного пара заключается в следующем. В первую зиму парования здесь проводится интенсивное снегозадержание. В первой половине лета проводятся мелкие обработки так же, как и в чистом пару. В конце июля в паровом поле всплошную высевается овес сеялками СЗС-2,1 с небольшой нормой посева — 15—20 кг на 1 га. К этому времени поле или полностью, или в значительной степени очищается от сорняков. До начала устойчивых заморозков овес успевает вырасти высотой 30—40 см и в определенной степени подсушивает верхний 30-сантиметровый слой почвы. Овес в зиму не убирается и не стравливается скотом. В конце сентября или в начале октября (в зависимости от погодных условий) пар с посевом овса обрабатывается на 25—27 см поперек основного склона. В связи с тем, что корни овса густо пронизывают и подсушивают верхний слой почвы, после ее обработки создается крупнопористое сложение почвы, а отдельные комки почвы, скрепленные корнями, остаются до весны. Преимущества противоэрозионного пара (в сравнении с другими видами паров) заключаются в том, что оставленные в зиму стебли овса накапливают в самом начале зимы снежный покров более значительной высоты (18—20 см), чем обычная стерня. Это позволяет с помощью снегопахов провести интенсивное снегозадержание и во вторую зиму парования. Крупнопористое сложение почвы, полученное посредством глубокой осенней обработки почвы,

и сохранение стеблей овса обеспечивают весной хорошее впитывание талых вод. Здесь полностью проявляются преимущества биолого-механического способа борьбы со стоком талых вод. Это подтверждается следующими данными, полученными в наших опытах в 1982—1984 годах, расположенных на склоне крутизной 0,5° (табл. 1).

Таблица 1

Усвоение талых вод во вторую зиму парования в кулисном и противоэрозионном пару (продуктивная влага после схода снега)

Варианты опыта	Усвоение талых вод по годам						Среднее за 1982—1984 гг.	
	1982		1983		1984			
	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
Кулисный пар—контроль	19,0	65,0	0	0	43,6	49,1	20,8	38,03
Противоэрозионный пар	122,4	93,4	43,1	22,9	103,5	100,0	89,6	72,1

Как видно из таблицы 1, усвоение талых вод в противоэрозионном пару было на 68,8 мм выше, чем в кулисном. Кроме того, сохранившиеся стебли овса предохраняют весной почву от развития ветровой эрозии почвы. Таким образом, в противоэрозионном пару успешно осуществляется борьба с засухой, водной и ветровой эрозией почвы. Это имеет исключительно важное значение во всех почвенно-климатических зонах на полях со значительными уклонами.

Если проанализировать накопление снега и усвоение талых вод в среднем за 1982—1984 гг., то в чистом пару без кулис высота снега достигала всего 14 см, в кулисном пару — 29—33 см, в противоэрозионном — 41 см. Запасы продуктивной влаги в полтора-метровом слое почвы составляли соответственно: 168, 171 и 182 мм. Следовательно, противоэрозионный пар ни по накоплению снега во вторую зиму, ни по запасам влаги не уступал кулисному пару.

Завершающими показателями в опыте являются урожайные данные, которые по годам были следующими (табл. 2).

Данные таблицы 2 показывают, что обработка почвы плоскорезом на 12—14 см с последующим посевом кулис из горчицы и глубоким рыхлением на 25—27 см между кулисами во вторую осень обеспечила получение урожая яровой пшеницы в среднем за 1982—1985 гг. 18,2 ц с 1 га.

Во втором варианте, где глубокое рыхление проводилось дважды (в 1-ю и 2-ю осень) и также высевались кулисы, отмечается тенденция к повышению урожая яровой пшеницы. Отсюда следует вывод о том, что в первую осень почву следует обраба-

2-11703

396243

Республиканская научная сельскохозяйственная библиотека КазССР

17

Таблица 2

**Урожайность яровой пшеницы  
в зависимости от способов подготовки пара**

Варианты опыта	Урожайность в ц с 1 га по годам				Средняя уро- жайность за 1982—1985 гг.	Разница с контролем, ц с 1 га
	1982	1983	1984	1985		
Пар кулисный с обработкой почвы в 1-ю осень плоско-резом на 12—14 см—контроль	16,4	21,2	17,6	17,9	18,2	—
Пар кулисный с обработкой почвы в 1-ю осень глубокорыхлителем на 25—27 см	17,1	21,4	21,1	20,2	19,9	1,7
Пар чистый, без кулис с влагонакоплением только в 1-ю зиму при обработке почвы в 1-ю осень на 12—14 см	16,2	21,2	16,9	18,4	18,1	—0,1
Противоэрозионный пар	20,2	20,3	19,1	19,6	19,8	1,6
НСР <sub>0,95</sub> ц/га	2,7	3,3	2,7	2,4		

тывать плоскорежущими орудиями с сохранением стерни. При этом достаточно обработать ее на 12—14 см. Двойное глубокое рыхление (в 1-ю и во 2-ю осень) может быть целесообразным только на отдельных полях — тяжелых, заплывающих, солонцеватых почвах.

Принцип перенесения влагонакопительных мероприятий на первую зиму парования на черноземных почвах с выровненным рельефом нашел в опытах подтверждение, так как в среднем за 4 года урожай яровой пшеницы в пару без кулис был таким же, как и в кулисном пару.

В противоэрозионном пару за 4 года урожай был выше, чем в кулисном пару на 1,6 ц с 1 га, хотя математически достоверная прибавка урожая была только в 1982 году. Однако увеличение урожайности говорит о том, что в противоэрозионном пару имеются значительные возможности по накоплению влаги в почве, без проявления стока талых вод и смыва почвы, поэтому он может быть эффективным приемом при подготовке паров на склоновых землях.

Экономические расчеты показывают, что дополнительная стоимость создания кулис из горчицы составляет 1,5 рубля на 1 га, а посева овса в противоэрозионном пару (по 20 кг на 1 га) на тяге трактора К-700 достигает 4 рубля 24 коп. на 1 га. Сюда входят все эксплуатационные расходы, в том числе и стоимость 20 кг семян

овса. Норма высева семян овса может быть снижена до 8—10 кг, тогда стоимость посева уменьшится примерно на 1 руб. на 1 кг. Однако даже при нынешней стоимости посева овса в противоэрозионном пару затраты могут окупиться за счет прибавок урожая после улучшения влагонакопления и борьбы с водной и ветровой эрозией почвы.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ НАКОПЛЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ

И. А. Васько, кандидат с.-х. наук

В условиях Северного Казахстана засуха наносит огромный ущерб сельскохозяйственному производству. Длительные и частые периоды бездождья в сочетании с сильными ветрами в летние периоды создают крайне неблагоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур. Проведенный анализ распределения осадков за последние 28 лет (1957—1984), по данным Шортандинской АМС, показывает, что в большинство лет (82,2%) за сельскохозяйственный год осадков выпадает около и больше нормы и только в течение 17,8% лет осадков выпадает на 20 и более процентов меньше среднееголетнего показателя (табл. 1).

Таблица 1  
Повторяемость (%) с различным распределением осадков  
по периодам сельскохозяйственного года,  
по данным Шортандинской АМС Целиноградской области  
за 1957—1984 гг.

Периоды и среднееголетние показатели	Меньше на 20% и более	Норма $\pm 20\%$	Больше на 20% и более
Сельскохозяйственный год (352 мм)	17,8	67,9	14,3
Осень (IX—X, 52 мм)	35,7	21,4	42,9
Зима (XI—III, 97 мм)	25,0	46,4	28,6
Весна (IV—V, 53 мм)	32,2	46,4	21,4
Июнь (40 мм)	44,4	29,6	26,0
Июль (61 мм)	55,5	18,5	26,0
Август (49 мм)	55,5	14,8	29,7

Осенние периоды (сентябрь — октябрь) бывают в 35,7% лет сухими и в 42,9% дождливыми. Повторяемость малоснежных зим

(ноябрь — март) составляет 25%, а многоснежных — 28,6%. Весны (апрель — май) в 32,2% случаев бывают сухими и в 21,4% дождливыми.

За вегетационный период осадков меньше нормы выпадает в июне — 44,4%, июле и августе — 55,5% лет. Повторяемость лет с осадками около и более нормы составляет в июне 55,6, июле и августе 44,5%. Следует отметить, что в течение летнего периода эффективные дожди с суммой 5 мм и более выпадают всего 8 раз.

О засушливости климата зоны исследований в летний период свидетельствуют данные по повторяемости (%) лет с различным отклонением величины гидротермических коэффициентов (ГТК) от среднееголетних показателей (табл. 2).

Таблица 2

Повторяемость (%) лет с различным отклонением гидротермического коэффициента (ГТК) от среднееголетнего показателя

Месяц и среднееголетний показатель	Меньше среднееголетнего показателя на		Норма $\pm 20\%$	Больше среднееголетнего показателя на	
	20—50%	50%		20—50%	50%
Июнь (0,73)	25,0	21,5	25,0	3,5	25,0
Июль (1,03)	28,6	32,1	14,3	0,0	25,0
Август (0,91)	21,5	35,6	14,3	0,0	28,6

Данные показывают, что ГТК меньше среднееголетних показателей на 20 и более процентов отмечаются в июне — 46,5%, июле — 60,7% и августе — 57,1% лет, то есть около 50% лет бывают сильно засушливыми. Основой получения хороших урожаев сельскохозяйственных культур в данных условиях является влага, накопленная в почве к моменту посева.

Исследованиями установлено, что накопление влаги в почве происходит в основном в осенне-зимний период. Осенью накоплению влаги способствует низкая температура воздуха (испарение минимальное). Величина запасов почвенной влаги находится в прямой корреляционной зависимости от суммы осадков, выпавших в осенний период, коэффициент корреляции  $r=0,79 \pm 0,18$ . Величину запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уходом в зиму можно рассчитывать по уравнению регрессии:

$$y = 3,9 + 0,79x,$$

где:  $y$  — запас продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уходом в зиму, мм;

$x$  — сумма осадков за вторую и третью декады августа, сентября и октября, мм.

Следует отметить, что в осенний период влага содержится в основном в верхнем 0—50 см слое почвы, при этом различия в на-

коплении влаги между способами обработки почвы несущественны. Перед уходом в зиму, в зависимости от характера осенних периодов, в метровом слое почвы может накапливаться от 30 до 100 мм продуктивной влаги.

За счет зимних осадков происходит основное накопление почвенной влаги. Исследованиями установлено, что стерня способствует задержанию около 70% выпавшего снега, остальная часть его сносится с полей в понижения местности, лесные полосы и кюветы. Так как территория сельхозугодий в три раза превышает площадь пашни, в местных условиях имеются резервы по накоплению снега на полях путем задержания переносимого метелями и поземками снега с неиспользуемых земель. Но накопление на полях снежного покрова большой мощности еще не является показателем накопления влаги в почве. Накапливая мощный снежный покров, необходимо создавать условия для хорошего усвоения талых снеговых вод. Исследованиями установлено, что величина впитывания талых вод в значительной степени зависит от способа осенней обработки почвы (табл. 3).

Таблица 3

Влияние осенних обработок почвы на усвоение талых вод  
в полутораметровом слое почвы  
(среднее за 1977—1984 гг.)

Вариант	Запас влаги перед уходом в зиму, мм	Запас воды в снеге, мм	Запас влаги перед посевом, мм	Количество усвоенной влаги	
				мм	%
Плоскорезная на 12—14 см	86,5	143,7	179,0	92,5	65,8
Плоскорезная на 25—27 см	86,5	143,7	193,9	107,4	74,8
Обработка БИГ-3	86,5	138,8	146,1	59,6	42,9

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что по плоскорезным обработкам почвы усваивается от 65,8 до 74,8 процента влаги от запасов ее в снеге, на полях, обработанных бороной БИГ-3, усваивается влаги почти в два раза меньше. Впитывание талых вод также в значительной степени зависит и от степени предзимнего улажнения почвы, между количеством усвоенной влаги и запасами почвенной влаги перед посевом отмечается тесная отрицательная корреляционная зависимость, коэффициент корреляции  $r = -0,85 \pm 0,22$ . Так, при высоком осеннем увлажнении в 1979 году, весной 1980 года процент усвоения талых вод составлял по плоскорезным обработкам 71,9—79,8, а по обработке бороной БИГ-3 было усвоено всего 5,5% от запаса воды в снеге. В годы, которым

предшествовала сухая осень (1977 г.), по плоскорезным обработкам впиталось 92,7—95,4%, а по обработке бороной БИГ-3 — 79,9%.

Приступая к проведению снегозадержания, следует учитывать степень предзимнего увлажнения и способ осенней обработки почвы. Поэтому перед началом проведения снегонакопительных мероприятий в хозяйствах необходимо составить план работ, в котором следует по степени осеннего увлажнения и способу обработки почвы рассчитать необходимую для каждого конкретного поля мощность снежного покрова. На основании многолетних исследований (1970—1984 гг.), нами проведен расчет необходимой мощности снежного покрова для насыщения полутораметрового слоя почвы до уровня полевой влагоемкости, в зависимости от характера предзимнего увлажнения и способа осенней обработки почвы (табл. 4).

Таблица 4

Расчет необходимой мощности снежного покрова

Запас влаги перед уходом в зиму и вероятность повторения	Способ осенней обработки почвы	Дефицит и расход влаги на испарение (25%), мм	Возможное количество усвоенной влаги, мм	Мощность снежного покрова, см
40—60 мм, 36% лет	Обработка БИГ-3	219	197	63
	Плоскорезная на 12—14 см	219	210	68
70—90 мм, 21% лет	Плоскорезная на 25—27 см	219	210	68
	Обработка БИГ-3	181	78	25
	Плоскорезная на 12—14 см	181	119	38
100—120 мм 43% лет	Плоскорезная на 25—27 см	181	136	44
	Обработка БИГ-3	144	22	7
	Плоскорезная на 12—14 см	144	70	22
	Плоскорезная на 25—27 см	144	86	28

Из данных таблицы 4 следует, что в годы с сухой осенью (36% лет) на полях, в зависимости от способа осенней обработки почвы, необходимо накапливать снежный покров мощностью 63—68 см. В годы со средним осенним увлажнением (21% лет) — от 26 до 44 см, а после дождливой осени (43%), от 7 до 28 см. Следовательно, в первую очередь снегозадержание следует проводить на полях, обработанных плоскорезными орудиями. Дифферен-

цированный подход к снегозадержанию позволит практически устранить сток талых вод и тем самым предотвратить водную эрозию.

Большое значение при проведении снегозадержания имеет частота нарезки снежных валиков. Установлено, что снежные валики эффективно задерживают снег на расстоянии 15-кратной высоте их рабочей части (превышение снежного валика над снежным покровом) (табл. 5).

Таблица 5

Расстояние между снежными валиками  
в зависимости от их высоты, м

Пре́вышение высоты валика над снежным покровом	Расстояние между центрами валиков
0,2	3,0
0,3	4,5
0,4	6,0
0,5	7,5

Данные таблицы 5 показывают, что в зависимости от мощности снежного покрова на том или ином поле и в разные годы можно получать снежные валики различной высоты, поэтому после первых проходов снегопахов и определения превышения валиков над снежным покровом устанавливается частота их нарезки, она может изменяться от трех до семи с половиной метров.

Нарезку снежных валиков необходимо проводить поперек господствующих в зимние периоды ветров. Небольшое отклонение до 30° не оказывает существенного влияния на отложение снежного покрова.

Об эффективности снегозадержания свидетельствуют данные, полученные в полевых опытах за последние шесть лет (1973—1984 гг.). Исследования проводились в 7-й производственной бригаде ВНИИЗХ, на черноземе южном карбонатном тяжелосуглинистом, с уклоном до 1°, под третью культуру после чистого пара. Мощность гумусового горизонта составляет в среднем 37 см, с содержанием гумуса — 3,5%. В верхнем 0—20 см слое почвы содержится значительное количество валового фосфора (0,16%), но он находится в труднодоступной для растений форме. Азотом почвы обеспечены хорошо, в обрабатываемом слое содержится 0,28% валового азота. В полуметровом слое почвы может удерживаться 224 мм продуктивной влаги.

В опытах применялась агротехника для яровой пшеницы, разработанная во ВНИИЗХ. Осеннюю обработку почвы проводили



согласно схеме опыта плоскорезами КПШ-9, глубокорыхлителями КПГ-250 и боронами БИГ-3. В декабре проводилось снегозадержание снегопахами СВУ-2,6, а при необходимости повторно в конце января — начале февраля. В опытах высевалась яровая пшеница сорта Саратовская 29.

Годы исследований отличались по метеорологическим условиям как по количеству выпавших осадков, так и по их распределению по периодам сельскохозяйственного года. Осенние периоды (сентябрь — октябрь) в 1979, 1982 и 1983 годах были дождливыми, а в 1978 и 1980 годах — сухими, тогда осадков выпало на 25—30% меньше нормы. Малоснежными были зимние периоды 1979/80, 1981/82 и 1983/84 гг., многоснежными — 1978/79 и 1982/83 гг., а в зиму 1980/81 г. осадков выпало около нормы. За весенние периоды (апрель — первая и вторая декады мая) осадков меньше нормы выпало в 1980, 1982 и 1983 годах, около нормы в 1979, 1981 и 1984 годах. Засуха в июне отмечалась в 1980, 1981, 1982 и 1984 годах. В июле осадков меньше среднего многолетнего показателя выпало в 1981, 1982, 1983 и 1984 годах. В августе осадков больше нормы выпало только в 1980 году.

Эти данные подтверждают, что исследования проводились в годы, когда отчетливо могло проявиться влияние осенних обработок почвы и снегозадержания на накопление влаги, рост и развитие яровой пшеницы.

Результаты исследований показывают, что даже в малоснежную зиму 1979/80 г. нарезка снежных валиков снегопахами СВУ-2,6 обеспечивала накопление снежного покрова на 14 см больше, чем на варианте без снегозадержания (табл. 6). В среднем за шесть лет на делянках без снегозадержания мощность снежного покрова составляла 29 см, а со снегозадержанием — 46,2—49,3 см. При этом приемы осенней обработки почвы не оказывали существенного влияния на отложение снежного покрова.

Перед посевом яровой пшеницы запасы продуктивной влаги в полутораметровом слое почвы на варианте без снегозадержания составляли 136,3 мм, по обработке плоскорезами 178,3 мм, глубокому рыхлению 199,8 мм. По обработке бороной БИГ-3 — 140,0 мм, т. е. всего на 3,7 мм больше, чем на контроле; только в 1982 г. на этом варианте отмечалось хорошее усвоение талых вод ввиду низкого предзимнего увлажнения почвы.

Во все годы исследований дополнительно накопленная влага способствовала формированию более высокой урожайности яровой пшеницы. В среднем на варианте без снегозадержания урожайность составила 10,4 ц с 1 га, по плоскорезным обработкам со снегозадержанием получена прибавка 4,1—5,9 ц с 1 га. По обработке бороной БИГ-3 только в 1982 г. получено достоверное увеличение урожайности на 8,6 ц с 1 га.

Таблица 6

Влияние снегозадержания и приемов осенней обработки почвы  
на накопление зимних осадков,  
запасов почвенной влаги и урожайность яровой пшеницы

Варианты	Годы исследований						Среднее за шесть лет
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	
Мощность снежного покрова, см							
Плоскорезная обработка на 12—14 см без снегозадержания	39	21	22	19	54	19	29,0
Плоскорезная обработка на 12—14 см+СВУ-2,6	53	35	50	43	70	41	48,7
Плоскорезная обработка на 25—27 см+СВУ-2,6	58	35	53	43	70	37	49,3
Обработка БИГ-3+СВУ-2,6	60	35	39	37	67	39	46,2
Запас продуктивной влаги перед посевом в слое 0—150 см, мм							
Плоскорезная обработка на 12—14 см без снегозадержания	159	131	147	107	143	131	136,3
Плоскорезная обработка на 12—14 см+СВУ-2,6	202	194	187	162	159	166	178,3
Плоскорезная обработка на 25—27 см+СВУ-2,6	203	200	200	189	215	186	199,8
Обработка БИГ-3+СВУ-2,6	155	133	129	150	147	126	140,0
Урожайность, ц с 1 га							
Плоскорезная обработка на 12—14 см без снегозадержания	18,3	7,2	9,0	4,5	14,7	8,5	10,4
Плоскорезная обработка на 12—14 см+СВУ-2,6	20,4	8,9	12,4	14,2	18,6	12,4	14,5
Плоскорезная обработка на 25—27 см+СВУ-2,6	21,6	7,6	13,7	15,9	22,5	16,8	16,3
Обработка БИГ-3+СВУ-2,6	17,6	7,3	8,5	13,1	13,5	9,8	11,6
НСР <sub>05</sub>	2,5	1,5	1,9	3,5	2,7	3,5	—

Эффективность снегозадержания возрастает в острозасушливые годы. Так, в 1982 г. по плоскорезным обработкам урожайность была на 9,7—11,4 ц с 1 га выше, чем на контроле.

Для сельскохозяйственного производства большое значение имеет заблаговременное прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур. В настоящее время основные методы прогнозов позволяют предсказать величину урожайности по истечении какой-то части вегетационного периода, что также имеет немаловажное значение.

На основании данных, полученных в 1974—1983 годах, нами определена зависимость урожайности яровой пшеницы от величины запасов почвенной влаги перед посевом и осадков, выпавших по периодам вегетации. Корреляционным анализом выявлена высокая зависимость урожайности яровой пшеницы от величины весеннего увлажнения метрового слоя почвы и суммы осадков, выпавших за период посев — выход в трубку; для упрощения расчетов сумма осадков взята за третью декаду мая — июнь. Коэффициент множественной корреляции составил

$$R_{x,yz} = 0,85 \pm 0,23.$$

Уравнение регрессии для вычисления ожидаемой урожайности яровой пшеницы по данным на первое июля по фону плоскорезной обработки без дополнительного снегозадержания имеет следующий вид:

$$y = -5,0 + 0,128x + 0,093z.$$

На полях, где проводилось снегозадержание, ожидаемая урожайность рассчитывается по уравнению:

$$y = -2,5 + 0,149x + 0,074z,$$

где  $y$  — ожидаемая урожайность, ц с 1 га;

$x$  — сумма осадков, выпавших за период третья декада мая — июнь, мм;

$z$  — запас продуктивной влаги в метровом слое почвы в момент посева, мм.

Расчеты показывают, что в годы с суммой осадков, выпавших за третью декаду мая — июнь, равной среднемноголетнему показателю (43 мм), на полях без снегозадержания следует ожидать урожайность яровой пшеницы от 5,7 до 11,5 ц с 1 га, а где проведено дополнительное снегозадержание от 14,2 до 16,3 ц с 1 га (табл. 7).

В годы с сильной засухой (22 мм) соответственно от 3,0 до 8,8 и от 11,1 до 13,2 ц с 1 га, а в дождливые годы от 14,1 до 19,9 и от 24,0 до 26,1 ц с 1 га.

Таблица 7

**Урожайность яровой пшеницы,  
рассчитанная по уравнениям регрессии, ц с 1 га**

Сумма осадков за третью декаду мая—июнь (X), мм	Запас влаги перед посевом (z), мм					
	без снегозадержания			со снегозадержанием		
	56	99	118	136	150	165
22	3,0	7,0	8,8	11,1	12,1	13,2
43	5,7	9,7	11,5	14,2	15,2	16,3
70	9,2	13,2	15,0	18,2	19,2	20,3
109	14,1	18,1	19,9	24,0	25,0	26,1

О том, что полученные уравнения могут быть использованы для определения ожидаемой урожайности яровой пшеницы подтверждают данные 1984 года. Так, в 1984 году перед посевом яровой пшеницы запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на варианте без снегозадержаний составляли 106 мм, а со снегозадержанием — 135 мм, за период — третья декада мая — июнь выпало 30 мм осадков. При этих показателях рассчитанная урожайность равна 8,6 и 12,1 ц с 1 га, а фактически — 8,4 и 12,4 ц с 1 га, т. е. она была практически одинаковой с расчетной.

Следовательно, первого июля, имея показатели запасов почвенной влаги в момент посева и зная сумму выпавших осадков от посева до 30 июня, уже можно прогнозировать ожидаемую урожайность яровой пшеницы.

Интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур требует влагонакопительные мероприятия проводить творчески, конкретно учитывая способ обработки каждого поля и степень предзимнего увлажнения почвы на нем.

**АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ УМЕНЬШЕНИЯ  
СТОКА ТАЛЫХ ВОД НА ПАШНЕ**

Б. А. Копеев, кандидат с.-х. наук

С. С. Тлеуов

В Северном Казахстане значительная часть пашни размещена на слабосклонных землях. В отличие от европейской части страны склоны здесь имеют малую крутизну, но большую протяженность. Иногда длина их достигает 15—20 км. Большая протяженность

склонов и медленное оттаивание почвы в период снеготаяния способствуют образованию поверхностного стока талых вод.

Многочисленные наблюдения лаборатории разработки почвозащитных мероприятий ВНИИЗХ по районам Целиноградской, Кокчетавской, Тургайской и других соседних областей показывают, что водная эрозия на склоновых землях стала наносить ощутимый вред нашему земледелию. Образовавшиеся промоины, размывы и овраги на пашне весной 1983 года, особенно в 1985 году, подтверждают, что мероприятия по уменьшению поверхностного стока проводятся слабо.

На пашне, размещенной на склонах, при поверхностном стоке потери зимних осадков в отдельные годы достигают 30—55 процентов. Под влиянием стекающей снеговой воды происходит значительный смыв почвы. Образовавшиеся размывы и промоины на полях стали затруднять работу комбайнов и другой техники. Из-за водной эрозии на склоновой пашне многие районы ежегодно недобирают 10—20 процентов урожая зерновых и кормовых культур. Существующее землеустройство с прямоугольными полями и применяемая технология обработки почвы без учета рельефа с активным снегозадержанием способствуют усилению поверхностного стока. Но при почвозащитном земледелии на пашне, размещенной на склонах, необходимо не только накопить большие запасы зимних осадков, но и позаботиться о том, чтобы накопленная влага лучше впитывалась в почву.

До последнего времени научно-исследовательские учреждения северных областей Казахстана не занимались вплотную вопросами поверхностного стока. В литературе имеются данные [1] о косвенном определении величины стока и испарения за период снеготаяния на стерневых фонах при различных способах осенней плоскорезной обработки почвы, по которым нельзя определить конкретную величину стока и испарения. В 1959—1964 годах Казахским научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом [2] на территории совхоза «Новорыбинский» Алексеевского района Целиноградской области проводились наблюдения за стоком на целине и отвальной зяби с устройством стоковых площадок. Эти устаревшие данные в настоящее время не нашли практического применения для проектирования противозерозионных мероприятий.

Недостаток экспериментальных данных о величине стока и смыва почвы при применении почвозащитной технологии возделывания сельскохозяйственных культур сдерживает разработку проектов почвозащитных мероприятий на склоновых землях Северного Казахстана.

В целях изучения поверхностного стока на склоновой пашне с уклоном до 1°, начиная с 1981 года нами проводились полевые опыты в Шортандинском районе Целиноградской области на полях научно-производственной бригады № 7 ОПХ ВНИИЗХ на склоне

северной экспозиции. Склоны до 1° на пашне встречаются очень часто во многих районах Северного Казахстана. Почвы под опытами — южный карбонатный чернозем.

Наблюдения в опытах показали, что величина стока зависит от запасов воды в снежном покрове, осенних и предзимних осадков и температурных условий в период снеготаяния. В 1983 году при повышенном увлажнении почвы перед уходом в зиму, больших запасах воды в снеге и более повышенных температурах в период снеготаяния потери талой воды при стоке на парах составили 44, а на мелкой плоскорезной зяби 40 процентов (табл. 1).

При выпадении жидких осадков в предзимний период ниже многолетней нормы в 1981 и 1982 годах потери талой воды по пару составили 13—17 процентов, а на плоскорезной зяби сток не наблюдался. В 1984 году при равных запасах воды в снеге и температурных условиях в период снеготаяния, как в 1981—1982 годах, и при значительно высоком уровне выпадения осенних и предзимних осадков наблюдался сильный сток талых вод по пару и мелкой плоскорезной обработке зяби.

Анализ данных таблицы 1 дает основания высказать следующие положения относительно ожидаемого стока и возможностей регулирования запасов воды в снеге на парах и плоскорезной зяби. Во-первых, зная количество выпавших осадков в предзимний период, запас воды в снеге и ожидаемые температурные условия в период снеготаяния по пару и зяби, можно прогнозировать предварительно величину стока до начала снеготаяния. Во-вторых, учитывая увлажнение пара или плоскорезной зяби перед уходом в зиму, можно регулировать накопление зимних осадков в желаемую сторону.

В условиях производства нередко направления паровых полос совпадают с направлением склона. Обработка паровых полос вдоль склона в значительной степени способствует стоку и смыву почвы. В отдельные годы на таких паровых полях потери талой воды при поверхностном стоке были более 40 процентов, в местах прохождения концентрированного стока на паровой полосе размыты имели ширину 0,5—3,0 метра, глубину 5—15 см и длину 1,5—2,0 км.

В наших исследованиях мы стремились одновременно выявить влияние направления и глубины обработки почвы в пару и на зяби при размещении их на слабосклонных землях (табл. 2).

В среднем за 4 года при обработке пара на глубину 16—18 см вдоль склона потери талой воды при поверхностном стоке составили 38 процентов, а смыв почвы — 1,38 т/га. При увеличении глубины обработки пара до 25—27 см сток снизился на 27 процентов, а при обработке поперек склона — на 19 процентов. Наилучшие результаты были получены при обработке пара на глубину 25—27 см поперек склона, при которой сток уменьшился на 34 процен-

Изменение величины стока в зависимости от уровня выпадания осенних и предзимних осадков, температурных условий в период снеготаяния и запасов воды в снеге

Годы	Осадки предшествующего года за X, XI месяцы, мм	Сумма максимальных температур в период стока, °С	Плоскорезный пар, обработанный на глубину 16—18 см поперек склона			Плоскорезная зябь на глубину 12—14 см поперек склона		
			запас воды в снеге, мм	сток, мм	коэффициент стока	запас воды в снеге, мм	сток, мм	коэффициент стока
1981	46	59,4	99	13	0,13	101	0	0
1982	48	53,2	114	19	0,17	100	0	0
1983	82	107,3	155	69	0,44	120	49	0,40
1984	65	52,8	104	41	0,39	114	30	0,26

Таблица 2

Влияние направления и глубины обработки почвы на сток и смыв почвы  
(северный склон, крутизна до 1°, 1982—1985 гг.)

Направление обработки почвы относительно склона	Глубина обработки почвы, см	Запас воды в снеге, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Смыв почвы, т/га
Пар чистый					
Вдоль	16—18	123	46	0,38	1,38
	25—27	117	32	0,24	1,29
Поперек	16—18	120	39	0,31	1,03
	25—27	119	23	0,16	0,52
Плоскорезная зябь					
Вдоль	12—14	114	31	0,27	0
	20—22	116	1	0,01	0
Поперек	12—14	113	28	0,24	0
	20—22	113	3	0,02	0

та, а смыв почвы — в 2,5 раза по сравнению с обработкой пара вдоль склона на ту же глубину.

При осенней обработке зяби плоскорезами на глубину 12—14 см вдоль и поперек склона наблюдался умеренный сток талых вод. На этих вариантах ниже обрабатываемого слоя сохраняется уплотненный водонепроницаемый горизонт. Имеющиеся щели ниже обрабатываемого слоя обычно закупориваются кристаллами льда и возможности проникновения талой воды весьма ограничены. В период осенней обработки почвы после зерновых культур в годы проведения опытов пахотный слой почвы находится в сильно иссушенном состоянии. Обработка пересохшей почвы рыхлителями приводила к образованию значительных глыб. При плоскорезной обработке зяби на глубину 20—22 см между глыбами создается множество пустот и щелей. Пахотный слой на глубину обработки почвы уходит в зиму в разрыхленном состоянии. Повышенная рыхлость пахотного горизонта и значительная глыбистость пашни при плоскорезной обработке на глубину 20—22 см создавали благоприятные условия для впитывания талой воды и предотвращения поверхностного стока.

Плоскорезная обработка зяби на глубину 20—22 см поперек склона является важным агротехническим приемом, направленным на уменьшение и предотвращение поверхностного стока. При обработке пара на глубину 25—27 см поперек склона в среднем за 4 года от запасов воды в снеге 119 мм (табл. 2) потери талой воды при стоке составляют 16 процентов. На глубокой плоскорезной зяби в 1981—1984 годах при выпадении осадков за октябрь — ноябрь 46—82 мм при запасе воды в снеге 95—128 мм стока не было. Однако в исключительных случаях при выпадении



осадков 113 мм за предзимний период 1984 года весной 1985 года на глубокой плоскорезной обработке поперек склона при запасе воды в снеге 116 мм сток составил 11 мм. По шкале интенсивности стока Г. П. Сурмача [3] эта величина стока занимает промежуточное положение между слабым и очень слабым стоком. В среднем за 4 года (1982—1985) потери талой воды на мелкой плоскорезной обработке составили 24—27 процентов, а на глубокой — 1—2 процента.

Пары и зябь иногда обрабатывают только плоскорезами. Ниже обрабатываемого слоя почва находится в уплотненном состоянии, что препятствует проникновению талой воды в глубокие слои почвы. В целях лучшего проникновения талой воды ниже обрабатываемого слоя и уменьшения стока после глубоких и мелких обработок пара и зяби мы в опытах проводили щелевание пара и зяби на глубину 40 см (табл. 3). В среднем за 4 года щелевание плоскорезного пара, обработанного на мелкую глубину, при запасе воды в снеге 122 мм уменьшило сток на 42 процента по сравнению с обработкой пара на глубину 16—18 см, а щелевание пара после глубоких обработок — на 32 процента. В среднем за 5 лет щелевание зяби после мелких обработок уменьшило сток на 55 процентов, а после глубоких обработок стока практически не было.

Иногда пары обрабатывают только плоскорезами, не успевая провести глубокое рыхление. В таких случаях вместо него в более поздний срок можно провести щелевание пара. По своей эффективности оно почти не уступает глубокому рыхлению. В наших опытах при запасе воды в снеге 119—122 мм на парах по глубокому рыхлению коэффициент стока составил 0,16, а по варианту щелевания после мелких обработок — 0,18.

Если поле из-под зерновых культур, размещенное на слабом склоне, в зиму уходит без обработки, то на нем можно потерять значительное количество зимних осадков при весеннем стоке, а значит, и часть урожая.

В наших опытах по необработанной стерне в среднем за 5 лет (1981—1985) при запасе воды в снеге 124 мм потери талой воды при стоке составили 36 процентов. В целях уменьшения стока нами был включен вариант глубокого щелевания необработанной стерни поперек склона. В 1984—1985 гг. на варианте глубокого щелевания по стерне сток уменьшился на 50% (табл. 4).

Глубокое щелевание по стерне в наших опытах оказалось эффективнее, чем мелкая плоскорезная обработка. Преимущество щелевания было не только в том, что образуются щели для проникновения талой воды, но и в том, что на поверхности поля не создаются глыбы и необходимость ранневесеннего выравнивания отпадает. А это для засушливых районов имеет исключительно важное значение.

Таблица 3

## Влияние щелевания пара и зяби на сток и смыв почвы

	Глубина обработки почвы, см	Глубина щелевания, см	Запас воды в снеге, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Смыв почвы, т/га
Среднее за 1982—1985 гг.						
Плоскорезная обработка пара поперек склона	16—18	—	120	39	0,31	1,03
	25—27	—	119	22	0,16	0,52
	12—14	40	122	24	0,18	0,78
	25—27	40	123	14	0,11	0,48
Среднее за 1981—1985 гг.						
Плоскорезная обработка зяби поперек склона	12—14	—	110	22	0,20	0
	20—22	—	109	2	0,02	0
	12—14	40	110	11	0,09	0
	20—22	40	109	1	0,01	0

Таблица 4

## Влияние щелевания стерни на уменьшение стока

Вариант опыта	Запас воды в снеге, мм	Сток, мм	Коэффициент стока
Необработанная стерня	122	39	0,32
Щелевание по необработанной стерне	118	19	0,16

## Выводы

1. На величину поверхностного стока существенное влияние оказывают количество предзимних осадков, запас воды в снеге и температурные условия в период снеготаяния.

2. Учитывая положительную эффективность поперечной обработки пара, необходимо паровые полосы размещать поперек склона. Обработка пара на глубину 25—27 см поперек склона при запасе воды в снеге 117—119 мм уменьшает сток на 34 процента, а смыв почвы в 2,5 раза, по сравнению с обработкой пара вдоль склона на ту же глубину. Щелевание пара после мелких обработок уменьшает сток на 42 процента, а после глубоких — на 32 процента.

Наименьший сток талых вод наблюдается при щелевании после глубокой обработки пара.

3. Глубина плоскорезной зяблевой обработки почвы является важным фактором в уменьшении стока талых вод. Глубокая обработка зяби поперек склона и щелевание после глубоких обработок при запасе воды в снеге 109 мм предотвращают сток талых вод, а щелевание по необработанной стерне уменьшает сток на 50%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бакаев Н. М. Почвенная влага и урожай.— Алма-Ата, Кайнар, 1975, с. 121.
2. Материалы наблюдений Новорыбинской гидрогеологической станции I ряда. Выпуск 2, 1959—1964 гг., Алма-Ата, 1967.
3. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней.— Л.: Гидрометиздат, 1976, с. 36.

#### ИСПАРЕНИЕ ВЛАГИ ИЗ ВЕРХНЕГО СЛОЯ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ЕГО СЛОЖЕНИИ

С. Н. Попков, кандидат с.-х. наук

Изучение испарения влаги из почвы в связи с ее сложением в сельскохозяйственной науке не является новым. Этому вопросу посвящены работы [1, 2] и многих других ученых. В результате исследований установлены следующие закономерности:

- 1) поддержание на поверхности плотной почвы рыхлого слоя уменьшает испарение влаги;
- 2) рыхление почвы снижает потери влаги на испарение лишь в случае ее капиллярного механизма движения, при диффузном движении влаги к испаряющему слою рыхлую почву надо уплотнять или создавать уплотненную прослойку по профилю обрабатываемого слоя;
- 3) структурное состояние почвы способствует уменьшению испарения влаги.

Эти закономерности связей испарения влаги из почвы в связи с ее сложением являются общими для системы почва—атмосфера. Количественная же величина испарения в зональном разрезе будет различна и поэтому должна уточняться для каждого региона.

Во ВНИИЗХ по вопросу изучения закономерностей водного режима южного карбонатного тяжелосуглинистого чернозема и его регулирования с помощью обработок почвы проведен ряд исследований.

Проведенные лабораторией водного режима почв ВНИИЗХ исследования [3] показали, что накопление влаги в почве в условиях Северного Казахстана происходит за счет осадков осенне-зимнего периода. Однако в весенний период идет сильное испарение влаги из почвы, в результате чего теряется в среднем до 25 мм почвенной влаги, накопленной в осенне-зимний период, а также все выпавшие за весну осадки (в среднем 30—35 мм). В летний период на паровом поле также идет сильное испарение влаги из почвы. Есть годы, когда за лето запасы влаги в пару даже несколько снижаются. Следовательно, уменьшение потерь влаги на испарение в весенний и летний периоды является большим резервом в улучшении водного режима почвы и растений. Исследования [4] по уменьшению испарения влаги из почвы путем мульчирования ее соломой показали, что снижение испарения составляет примерно  $\frac{1}{3}$  часть от общего испарения влаги за весну. Однако мульчирование почвы соломой в связи с потребностями в животноводстве в производственных условиях будет занимать небольшие площади.

Не решает проблему сохранения влаги весной и закрытие влаги различными приемами ранневесенней обработки почвы. По данным лабораторий агротехники полевых культур и обработки почвы [5, 6], закрытие влаги не обеспечивает надежного сохранения влаги в течение весны. Данные исследований по обработке почвы во ВНИИЗХ [4, 7, 8] свидетельствуют о том, что на улучшение водного режима почв может оказать существенное влияние сложение всего обрабатываемого слоя почвы. Так, глубокие осенние обработки почвы увеличивают запасы влаги в почве весной, а сокращение обработок почвы в пару за счет применения гербицидов уменьшает испарение влаги за лето. Плотность почвы при этом колеблется в пределах 0,85—1,0 г/см<sup>3</sup>.

Считая, что дальнейший поиск приемов, уменьшающих испарение влаги из почвы, должен идти по пути создания оптимального сложения верхнего 20-сантиметрового слоя, нами были проведены в 1982—1984 гг. следующие опыты.

В 1982 году в лабораторном и лабораторно-полевом опытах изучалось влияние сложения 10-сантиметрового слоя из различных почвенных частиц на величину испарения влаги из него. На изучение были взяты следующие параметры частиц: 1) <0,25 мм, 2) 0,25—1,00 мм, 3) 1—3 мм, 4) 5—10 мм, 5) 1—10 мм. Изучение велось в цилиндрах высотой 10 см. Почва в цилиндрах увлажнялась до капиллярной влагоемкости. В лабораторном опыте в дневное время с помощью вентилятора и электроплитки поддерживалась температура воздуха 22—24° и скорость ветра 3,2—3,4 м/с. Взвешивание цилиндров проводилось днем через 4 часа. Продолжительность опыта 6 суток. Лабораторно-полевой опыт проводился в этих же цилиндрах, установленных в поле. Взвешивание цилиндров проводилось 3 раза в сутки (7, 13 и 19 часов).

Исследования велись на южном карбонатном тяжелосуглинистом черноземе. Содержание гумуса в слое 0—20 см составляет в среднем 3,7%. Наименьшая влагоемкость (НВ) этого слоя равна 34—35%, влажность завядания — 14—15%, общая скважность — 57—60%, равновесная плотность — в пределах 1,2 г/см<sup>3</sup>.

В 1983 году изучались следующие варианты сложения 20-сантиметрового слоя почвы:

1) рыхлая почва всего слоя; 2) плотная почва в слое 0—10 см и рыхлая в слое 10—20 см; 3) рыхлая почва всего слоя с уплотненной прослойкой в 2 см на глубине 5—7 см; 4) плотная почва всего слоя; 5) плотная почва в слое 5—20 см и рыхлая в слое 0—5 см; 6) послойное уплотнение почвы: 0—5 см рыхлая, 5—7 см уплотненная, 7—12 см рыхлая, 12—14 см уплотненная, 14—20 см рыхлая.

Опыт закладывался в испарителях ГГИ-500 высотой 30 см на стационарной площадке. Почва, просеянная через сито с отверстиями 2 мм, укладывалась в испарители в слое 20—30 см с одинаковой, а в слое 0—20 см согласно схеме опыта с определенной плотностью и увлажнялась до капиллярной влагоемкости. Взвешивались испарители через 3—4 дня в начале и через 7 дней в конце наблюдений. Наблюдение за испарением велось в течение 39 дней (с 30 июня по 8 августа). В конце наблюдений была определена влажность почвы по 5-сантиметровым слоям по каждому варианту в целях установления влияния сложения почвы на сохранение влаги по профилю изучаемого слоя.

В 1984 году изучалась зависимость испарения влаги от размеров почвенных частиц и их соотношения в изучаемом 20-сантиметровом слое почвы. На изучение были взяты варианты почвы, просеянной через сита 0,5, 1,0, 3,0, 5,0, 10,0 мм и без отсева. По каждому варианту путем отсева было установлено процентное соотношение почвенных частиц, которое приведено в таблице 1. Опыт закладывался в испарителях ГГИ-500 с высотой цилиндров 20 см. Испарители устанавливались на стационарной площадке. Почва для опыта была взята осенью 1983 года с парового поля. Весовое количество почвы по вариантам было одинаковое (10 кг). При этом слой 10—20 см во всех испарителях засыпался однородной, просеянной через 2-миллиметровое сито почвой, а слой 0—10 см формировался согласно схеме опыта.

Плотность почвы при этом по всем вариантам была одинаковой — в пределах 1,1 г/см<sup>3</sup>. После закладки опыта почва в испарителях увлажнялась до капиллярной влагоемкости (КВ). Во время выпадения осадков испарители укрывались пленкой. Первое взвешивание испарителей начато через 22 часа после увлажнения почвы до КВ и в дальнейшем проводилось через 3—4 дня. Наблюдения велись в течение 20 дней (с 7 по 27 августа).

Таблица 1

Соотношение частиц почвы по вариантам опыта, %

Варианты	Частицы почвы размером, мм <sup>1</sup>							
	<0,5	0,5— 1,0	1—2	2—3	3—5	5—7	7—10	>10
1) <0,5	100							
2) <1,0	79	21						
3) <3,0	46	13	35	6				
4) <5,0	37	10	28	5	20			
5) <10,0	53	8	20	5	5	4	5	
6) без рассева	34	6	19	3	3	5	6	24

Примечание. На варианте 4 частицы размером 3—5 мм введены искусственно, так как на паровом участке процент их в смеси был очень мал.

При изучении влияния сложения почвы на испарение в зависимости от размера почвенных частиц в 1982 году получены следующие результаты. В таблице 2 приведены данные по лабораторному опыту. Данные в лабораторном и лабораторно-полевом опытах несколько различаются по абсолютной величине, однако закономерности расхода и сохранения влаги в зависимости от сложения почвы сохраняются. С увеличением размера почвенных частиц уменьшается объемная масса почвы. Капиллярная влагоемкость повышается с увеличением частиц до 1—3 мм, дальнейшее увеличение частиц ведет к ее снижению.

Наиболее оптимальное увлажнение почвы как в конце, так и в начале опыта отмечалось на вариантах с частицами почвы 0,25—1,0 и 1,0—3,0 мм. Самые высокие потери влаги были (по абсолютной величине) в почве с частицами размером 0,25 мм и 0,25—1,0 мм. По относительной величине к начальному увлажнению самые высокие потери были на вариантах с частицами почвы 3,0—5,0 и 5,0—10,0 мм. Хорошим сочетанием частиц является и вариант с почвой, просеянной через сито с отверстиями 10 мм. Он характеризуется оптимальной плотностью для зерновых культур и почти не уступает по абсолютным запасам влаги в почве лучшим, выше-названным вариантам, хотя доступной влаги для растений в нем будет несколько меньше.

Вариант со сложением почвы из частиц от 1 до 10 мм, дополнительно включенный в лабораторно-полевой опыт, не уменьшал испарения влаги в сравнении с вариантом сложения почвы, просеянной через 10 мм сито.

Для более полной характеристики значения состава почвенных частиц в снижении испарения влаги и увлажнении почвы

Таблица 2

**Испарение влаги из 10-сантиметрового слоя почвы  
в связи с изменением его сложения,  
обусловленного различным составом почвенных частиц**

Размер почвенных частиц, мм	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	Влажность почвы				Потери влаги на испарение	
		в начале опыта		в конце опыта		мм	в % от начального увлажнения
		%	мм	%	мм		
<0,25	1,032	53,3	53,5	21,4	22,1	31,4	58,7
0,25—1,0	0,917	59,9	54,9	24,1	22,1	32,8	59,7
1,0—3,0	0,859	57,7	49,6	26,0	22,3	27,3	55,0
3,0—5,0	0,833	52,4	43,6	19,2	16,0	26,4	60,6
5,0—10,0	0,843	48,8	41,1	16,5	13,9	27,2	66,2
смесь <10,0	1,131	45,5	50,9	21,2	24,0	25,9	52,8

была проанализирована остаточная влажность почвы по микро-слоям на всех вариантах в конце опыта (табл. 3).

Из таблицы 3 видно, что наиболее медленное опускание испаряющего слоя происходило на вариантах с частицами почвы 0,25—1,0 и 1,0—3,0 мм, что способствовало лучшему сохранению влаги в слое 4—10 см.

Таблица 3

**Влажность почвы (%) по 2-сантиметровым слоям в цилиндрах  
с различным ее сложением в конце опыта**

Слой, см	Варианты частиц почвы						
	<0,25	0,25—1,0	1,0—3,0	3,0—5,0	5,0—10,0	<10,0	1,0—10,0
0—2	12,1	11,8	10,3	7,8	10,6	10,5	9,2
2—4	14,6	15,5	15,2	10,6	10,8	14,1	12,3
4—6	17,7	19,0	19,4	15,4	11,0	16,3	18,0
6—8	18,5	20,2	20,8	19,1	10,9	17,1	17,8
8—10	19,7	20,5	21,1	19,1	14,3	18,6	18,0

На варианте с частицами почвы меньше 0,25 мм потеря влаги на испарение идет со всего 10-сантиметрового слоя, вследствие более интенсивного капиллярного и пленочного движения влаги к испаряющему слою. На вариантах с более крупными частицами почвы в расходе влаги на испарение, вероятно, преобладало конвекционно-диффузное движение влаги. Наиболее сильное просы-

хание всего 10-сантиметрового слоя происходило на частицах почвы 5—10 мм.

Лучшими по сохранению влаги в верхнем 10-сантиметровом слое почвы являются варианты с частицами почвы 0,25—1,0 и 1,0—3,0 мм. Варианты с более мелкими (плотным сложением) и более крупными частицами (рыхлым сложением) по накоплению и сохранению влаги в почве уступают вышеназванным вариантам.

Проведенные в 1983 году исследования по изучению зависимости испарения в связи со сложением 20-сантиметрового слоя почвы, обусловленным различным уплотнением по его профилю, дали следующие результаты (табл. 4).

Из анализа данных, приведенных в таблице 4, видно, что сразу после увлажнения почвы интенсивность испарения была выше на вариантах с большей плотностью почвы, вследствие более быстрого подтягивания влаги по капиллярам к испаряющему слою. При этом такая интенсивность испарения влаги на варианте 5 (0—5 см рыхлая, 5—20 см плотная почва) наблюдалась в пределах 8 дней, а на вариантах 2 (0—10 см плотная, 10—20 см рыхлая почва) и 4 (0—20 см плотная почва) в пределах 14 дней. В дальнейшем (в течение 25 дней) испарение влаги было практически одинаковым на всех вариантах опыта. Более рыхлые варианты (1, 3, 6), вследствие меньшего испарения влаги в первые 8—14 дней опыта, в целом за весь период наблюдений потеряли влаги меньше, чем более плотные. При этом вариант 3 с одной уплотненной прослойкой и вариант 6 с двумя уплотненными прослойками в рыхлой почве не уменьшили испарение влаги по сравнению с рыхлым вариантом 1 всего 20-сантиметрового слоя.

При создании оптимального сложения верхних слоев почвы необходимо руководствоваться не только интенсивностью испарения, но и уровнем содержания объемной влаги в обрабатываемом слое почвы. С этих позиций мы рассмотрим изучаемые варианты по начальной водовместимости и остаточным запасам влаги после длительного испарения (табл. 5).

Приведенная в таблице 5 влажность почвы в начале опыта была близкой к капиллярной влагоемкости, так как первое взвешивание было произведено на другой день после увлажнения почвы в испарителях. При этом влажность почвы в процентах от веса сухой почвы была практически одинаковой на 5-ти вариантах (1, 3, 4, 5, 6). На втором варианте она была выше, вероятно, из-за того, что верхний 10-сантиметровый слой плотной почвы подстилался рыхлым слоем. В результате на границе их раздела, на основании теории удержания влаги почвой (А. А. Роде, 1966), в плотном слое удерживалось больше капиллярной влаги в сравнении с однородным по плотности слоем.



Расход влаги на испарение по вариантам с различным сложением почвы

Вариан- ты	Испарение по срокам наблюдений, мм/сутки								Испарение за весь период наблюдений, мм	
	30.VI— 5.VII	5—8.VII	8—14.VII	14—18.VII	18—21.VII	21—25.VII	25.VII— 1.VIII	1—8.VIII	всего	средне- суточн.
1	6,4	2,8	1,5	0,8	0,5	0,7	0,6	0,5	65,4	1,7
2	7,1	5,3	2,4	0,8	1,2	0,6	0,6	0,6	82,9	2,1
3	6,4	3,1	1,4	0,6	1,0	0,9	0,6	0,7	67,1	1,7
4	6,9	5,1	2,9	0,8	0,8	0,6	0,7	0,5	81,0	2,1
5	6,5	4,3	1,3	1,1	0,8	0,6	0,6	0,7	71,9	1,8
6	5,9	3,5	1,5	1,1	0,8	0,7	0,6	0,8	68,3	1,7

Таблица 5

Начальное и конечное увлажнение в опыте  
по слоям почвы при различном ее сложении

Варианты	Влажность почвы (%) в слое 0—30 см		Запасы продуктивной влаги (мм) в конце опыта по слоям почвы (см)						
	в начале опыта	в конце опыта	0—5	5—10	10—15	15—20	20—30	итого по	
								5—20	5—30
1	42,3	19,5	0	1,2	2,8	3,3	9,8	7,7	17,5
2	47,5	19,3	0	2,1	3,0	3,5	10,9	8,6	19,5
3	41,5	19,5	0	2,1	2,5	3,9	11,2	8,4	19,6
4	43,0	18,6	0	1,9	3,5	3,9	9,0	9,3	18,3
5	42,4	19,4	0	2,8	4,0	4,2	10,0	11,0	21,0
6	42,1	19,7	0	2,1	4,3	3,4	11,0	9,8	20,8

После 39-дневного испарения влаги из почвы, наибольшие запасы продуктивной влаги в слое 0—30 см остались на варианте 5 со сложением 0—5 см рыхлая и 5—20 см плотная почва. Наименьшие запасы влаги были на варианте 1 с рыхлым сложением 20-сантиметрового слоя. Варианты 3 и 6 с уплотненными прослойками в рыхлой почве преимуществ по остаточным запасам влаги не имели.

Проведенные исследования показывают, что рыхлая почва верхнего 20-сантиметрового слоя с плотностью 0,95 г/см<sup>3</sup> испаряет меньше, чем плотная с объемной массой 1,15 г/см<sup>3</sup>. По объемным запасам влаги после увлажнения почвы преимущество было на плотных вариантах. Наиболее оптимальное увлажнение по запасам продуктивной влаги после 39-дневного испарения было на плотном варианте с поверхностным рыхлением 0—5-сантиметрового слоя почвы. По влажности от веса почвы все варианты в конце опыта были равны (19,3—19,7%), за исключением варианта 4 с плотной почвой всего слоя (18,6%). Уплотненные прослойки в рыхлой почве не дали преимуществ в сохранении влаги в сравнении с вариантом плотной почвы с поверхностным рыхлением.

В 1984 году по изучению испарения влаги в зависимости от различного соотношения почвенных частиц в верхнем 10-сантиметровом слое почвы получены следующие результаты (табл. 6). В период наблюдений стояла преимущественно сухая и жаркая погода, что создавало благоприятные условия для изучения процесса испарения влаги из почвы.

Из данных таблицы 6 видно, что интенсивность испарения влаги из почвы за период наблюдений была высокая. В начальный период после увлажнения физическое испарение доходило до 7—8 мм и лишь в конце периода, когда влажность почвы была ниже влажности разрыва капилляров, оно снизилось до 0,4—0,7 мм.

Таблица 6.

## Испарение почвенной влаги по вариантам различных соотношений почвенных частиц в слое 0—10 см

Варианты	Влажность почвы, %		Расход влаги на испарение, мм	
	в начале наблюдений 8/VIII	в конце наблюдений 27/VIII	всего	средне-суточный
1. Частицы <0,5 мм	51,1	18,2	57,5	3,03
2. Частицы <1,0 мм	50,0	18,7	56,3	2,96
3. Частицы <3,0 мм	48,9	18,4	53,4	2,81
4. Частицы <5,0 мм	49,7	18,5	53,9	2,84
5. Частицы <10,0 мм	46,4	16,8	53,9	2,84
6. Почва без рассева	48,6	17,3	55,9	2,94

Однако в целом за весь период наблюдений испарение влаги из почвы на всех вариантах опыта было одинаковое.

Отсутствие существенных различий в испарении влаги по вариантам, вероятно, можно объяснить тем, что в изучаемых соотношениях почвенных частиц преобладают мелкие фракции (<0,5 мм). Мелкие фракции почвы, при доведении различных смесей частиц по вариантам до одинаковой плотности, заполняют поровые пространства и тем самым создают примерно одинаковые условия испарения влаги из почвы. При естественном сложении смесей почвенных частиц, то есть без уплотнения, испарение влаги, вероятно, шло бы по-иному. Так, на варианте без рассева, где имелось большое количество комков, потери влаги на испарение конвекционно-диффузным путем были бы без уплотнения значительны, что подтверждается нашими исследованиями в 1982 году по изучению испарений на различных по размерам фракциях почвы.

Таким образом, испарение влаги из 20-сантиметрового слоя почвы практически было одинаково на всех сочетаниях изучаемых почвенных частиц верхнего 10-сантиметрового слоя. Это дает основание предполагать, что на южном карбонатном черноземе испарение влаги при плотности верхнего 10-сантиметрового слоя почвы в пределах 1,1 г/см<sup>3</sup> практически будет одинаково при различных сочетаниях почвенных частиц.

В заключение следует отметить, что проведенные исследования не претендуют на полное решение поставленного на изучение вопроса. Полученные данные могут использоваться при дальнейшем поиске оптимального сложения обрабатываемого слоя почвы южного карбонатного чернозема.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Долгов С. И. Влияние строения почвы на испарение из нее воды.— Физика почв. ВИАУ, вып. 18, 1937.
2. Колясов Ф. Е. Движение влаги в почве при перемежающемся уплотнении. Доклады ВАСХНИЛ, № 4, 1941.
3. Попков С. Н. Исследования режима влажности почвы в полевых севооборотах Целиноградской области.— Дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук, 1971, с. 178.
4. Васько И. А. Эффективность приемов накопления и сохранения почвенной влаги под яровую пшеницу на южных карбонатных черноземах Целиноградской области.— Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук.— Омск: 1981.
5. Сулейменов М. К. Предпосевная обработка почвы на стерневых фонах в условиях Целиноградской области.— Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук.— Алма-Ата: 1967.
6. Скоробогатова В. Н. Ранневесенняя обработка и предпосевная культивация почвы под яровую пшеницу в системе почвозащитного земледелия на южных карбонатных черноземах Целиноградской области.— Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук.— Омск: 1981.
7. Зинченко И. Г. Роль различных систем обработки в накоплении весенних запасов влаги и продуктивном их использовании яровой пшеницей.— Вестник с.-х. науки Казахстана, № 5, 1979, с. 17—20.
8. Колмаков П. П., Нестеренко А. М. Минимальная обработка почвы.— М.: Колос, 1981, с. 239.

### ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А. А. Крауцер, кандидат с.-х. наук

Изучение вопроса продуктивности и потребления влаги сельскохозяйственными культурами в условиях орошения Северного Казахстана имеет важное теоретическое и практическое значение.

К настоящему времени проведены большие исследования роста и развития растений, формирования урожайности при недостаточной естественной влагообеспеченности посевов. В то же время мало изучены возможности растений в тех же условиях, но при искусственном увлажнении. Необходимость исследований в этом направлении определяется интенсивным развитием орошения в зоне, построением производства в научно обоснованных рекомендациях.

Изучение зерновых культур проводилось на южных карбонатных черноземах.

Объектом исследований были: яровая пшеница Саратовская 29, ячмень Целинный 5, овес Синельниковский 14. Работа

проводилась в течение четырех лет (1976—1979). Предшественником зерновых была кукуруза на силос.

Осенью после ее уборки под основную обработку вносили суперфосфат из расчета 120 кг д. в. на 1 га. Весной проводили боронование, планировку и при недостаточном запасе влаги в почве в 1976, 1977 гг. (менее 100% НВ в метровом слое) влагозарядковый полив дождевальными установками ДДА-100 м. Перед посевом под культивацию вносили азотные удобрения (мочевину) — 120 кг д. в. на 1 га. Посев проводили 18—20 мая сеялкой СН-16 на глубину 5—6 см. В начале кущения посевы обрабатывали аминной солью 2,4-Д в дозе 1 кг на 1 га. Влажность почвы в 70-сантиметровом слое поддерживалась на уровне 70% НВ установкой ДДА-100 м. Определение влажности почвы проводилось на глубину до 1 метра весовым методом, разработанным во ВНИИЗХ [1]. Сроки очередного полива определялись по формуле, предложенной А. Ф. Ершовой [2]. Расчет поливной нормы по формуле Костякова [3].

Существенным фактором, воздействовавшим на растения в годы исследований, являлись погодные условия. Характер их изменений в период вегетации растений отражался на их развитии и формировании урожая. С применением орошения в опытах водный режим почвы значительно улучшался. Однако и в этих относительно благоприятных условиях потенциальные возможности культур проявлялись не в полной мере. Контролируя и изменяя один основной элемент погоды (осадки), мы оказывали слабое воздействие на другие (температуру, относительную влажность воздуха и т. д.). Они то и вносили свои коррективы в развитие растений и образование урожая.

В годы исследований количество выпавших осадков за основной период вегетации было неодинаково. Максимум за май — сентябрь отмечен в 1979 г. — 226,8 мм (что выше среднегодовой нормы за 20 лет — 201 мм). В этот же период отмечена наиболее высокая относительная влажность воздуха — 62% и низкая сумма температур — 2337,1°C. Несколько меньше, но сравнительно высокое количество осадков за май—сентябрь (193,8 мм) было в 1977 году. При этом относительная влажность воздуха была соответственно ниже (56%), а сумма температур выше (2518,3°C). Минимальное количество осадков за вегетационный период отмечено в 1976 и 1978 годах.

Однако общее представление о метеорологических условиях не позволяет в полной мере объяснить влияние их на развитие зерновых культур. Более детальный анализ показал, что продуктивность растений зависит не столько от средних величин температуры, относительной влажности воздуха и т. д. за вегетацию, сколько от оптимального их количества и соотношения в основные периоды формирования надземной массы растения.

Важным условием нормального развития растений для зерновых культур являлась достаточная их влагообеспеченность в период, совпадающий с июнем. Недостаток влаги в этот период приводит к резкому снижению урожайности зерна и зеленой массы. Так, в 1977 году было отмечено три дождливых дня, в течение которых выпало всего 27,5 мм. Такое низкое увлажнение на фоне высокой температуры (в среднем 21,5°C) и небольшой относительной влажности воздуха (в среднем 42%, а в отдельные дни 30% и ниже) привело к неблагоприятным условиям формирования урожая. Достаточное количество осадков, выпавших до и после этого периода, не оказало существенного влияния на урожайность зерновых. И это наблюдалось в условиях, когда имело место максимальное количество солнечных часов (349,7), суммы температур воздуха (645,9°C) в основной период вегетации (июнь). Следовательно, аккумуляция энергетических ресурсов в соответствующем году в неполивных условиях была низкой.

Применение орошения позволило резко повысить эффективность использования приходящей солнечной энергии и прибавка урожайности зерна и зеленой массы от поливов в 1977 году была максимальной (табл. 1).

Менее опасна для развития растений июльско-августовская

Таблица 1

Урожайность зерна и зеленой массы  
в зависимости от фона увлажнения, ц/га

Культура	1977 г.		1978 г.		1979 г.	
	без полива	орошение	без полива	орошение	без полива	орошение
Зеленая масса						
Пшеница	28,3	216,7	88,5	112,2	215,5	322,0
Ячмень	32,5	237,8	91,5	136,5	335,0	447,2
Овес	33,6	318,0	153,4	354,5	420,0	660,0
Зерно						
Пшеница	4,3	45,2	21,4	32,0	34,2	38,2
Ячмень	10,4	44,6	22,3	40,4	43,6	51,2
Овес	4,1	45,2	23,9	38,5	40,4	48,2

засуха, которая в годы исследований наблюдалась дважды (1976—1978 гг.). Урожайность зерна и зеленой массы более высокая, чем в годы с июньской засухой.

Лучше были обеспечены влагой зерновые культуры в 1979 году. За два наиболее ответственных месяца в развитии растений (июнь, июль) выпало 150,3 мм. Такое благоприятное распределение осадков способствовало значительному повышению урожайности

сти зеленой массы. Формирование зерна шло в условиях более низкой влажности почвы и сопровождалось августовской засухой, отрицательное воздействие которой на урожайность зерна было ниже, чем июльской. В результате эффективность орошения в 1979 году была минимальной.

Таким образом, в каждый год исследований наблюдался тот или иной тип засухи. При этом, как следует из рисунка 1, запасы

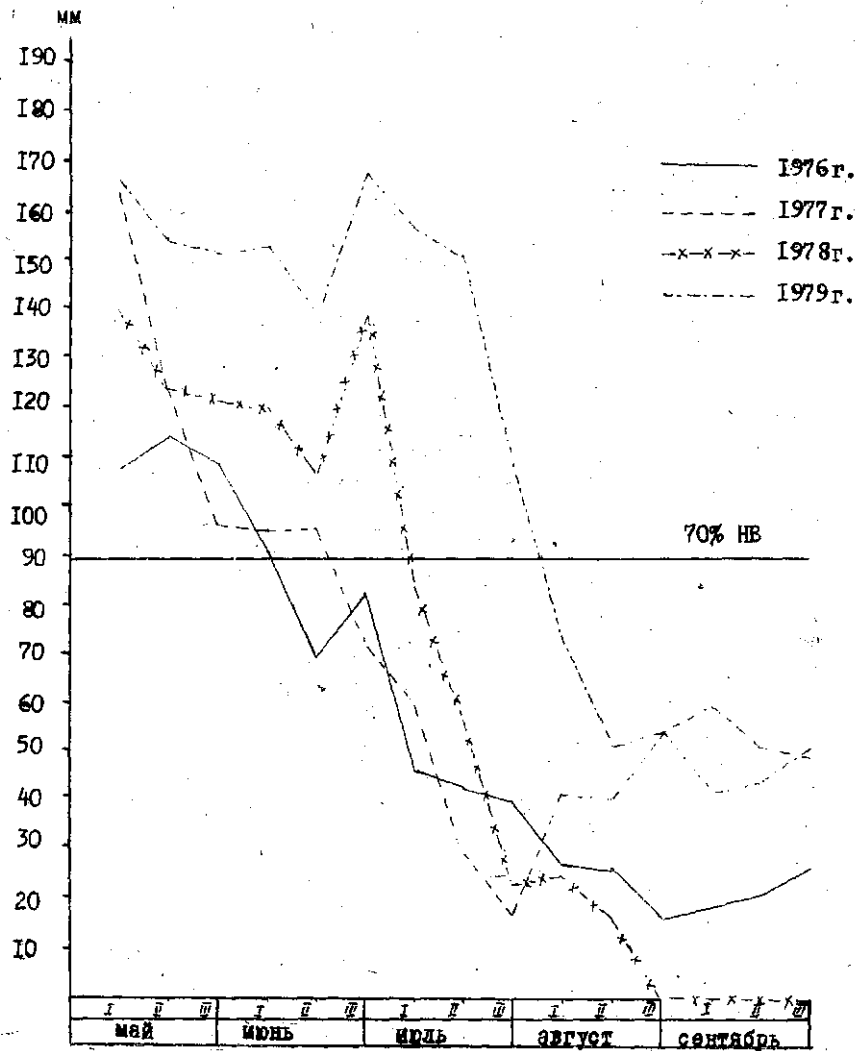


Рис. 1. Запасы продуктивной влаги в посевах пшеницы в слое почвы 0—100 см, мм (данные Шортландинской АМС).

продуктивной почвенной влаги в посевах пшеницы опускались ниже оптимального уровня (70% НВ). В результате дополнительное увлажнение было необходимо во все годы.

Особенно остро испытывался недостаток влаги в почве в 1977 году, когда весь период вегетации растений проходил при влажности почвы гораздо ниже 70% НВ (рис. 2). При этом максимальное потребление влаги растениями (кущение—колошение) совпало с резко выраженной атмосферной засухой в июне. Так, 18 и 19 июня среднесуточная температура воздуха была выше 25°C, а относительная влажность ниже 37%. Такое сочетание метеорологических условий, как отмечает А. С. Утешев [4], характеризует дни с проявлением атмосферной засухи, что еще более угнетало развитие растений. Для поддержания влажности почвы на оптимальном уровне (70% НВ) до колошения потребовалось проведение двух, трех поливов зерновых культур. В дальнейшем до налива оказалось достаточным проведение одного полива по всем культурам.

Гораздо лучшие условия увлажнения почвы на фоне без полива складывались в первой половине вегетации 1978 года. Но уже в период начала колошения влажность почвы в посевах ячменя и особенно овса опустилась ниже 70% НВ. Поэтому для нормального развития растений в период колошения и фазы налива зерна потребовалось проведение двух поливов. Это позволило преодолеть отрицательное воздействие засухи путем повышения запасов влаги до уровня 70% НВ и выше.

Наиболее влагообеспеченным вегетационный период зерновых культур оказался в 1979 году. Однако и в этот год отмечался кратковременный период атмосферной засухи (21 июня). Начиная с фазы колошения, запасы влаги в почве постепенно снижались, чему способствовала большая растительная масса посевов, а также засуха в конце вегетации. Поэтому для создания оптимального уровня увлажнения потребовался один полив во время колошения — выметывания. Его оказалось достаточно для нормального водоснабжения растений в период налива зерна.

Во всех случаях с применением орошения как при формировании зеленой массы, так и зерна создавались условия более рационального обеспечения растений влагой (табл. 2). Поэтому применение орошения во все годы исследований оказалось высокоэффективным.

Наиболее низким коэффициент водопотребления среди зерновых культур при возделывании на зеленую массу во все годы исследований был у овса, несколько выше у пшеницы и ячменя. С возделыванием культур на зерно низким коэффициентом водопотребления в условиях полива характеризовались пшеница, затем ячмень и овес. Такая закономерность наблюдалась во все годы



исследований. Причиной этого является высокая продуктивность культур при орошении.

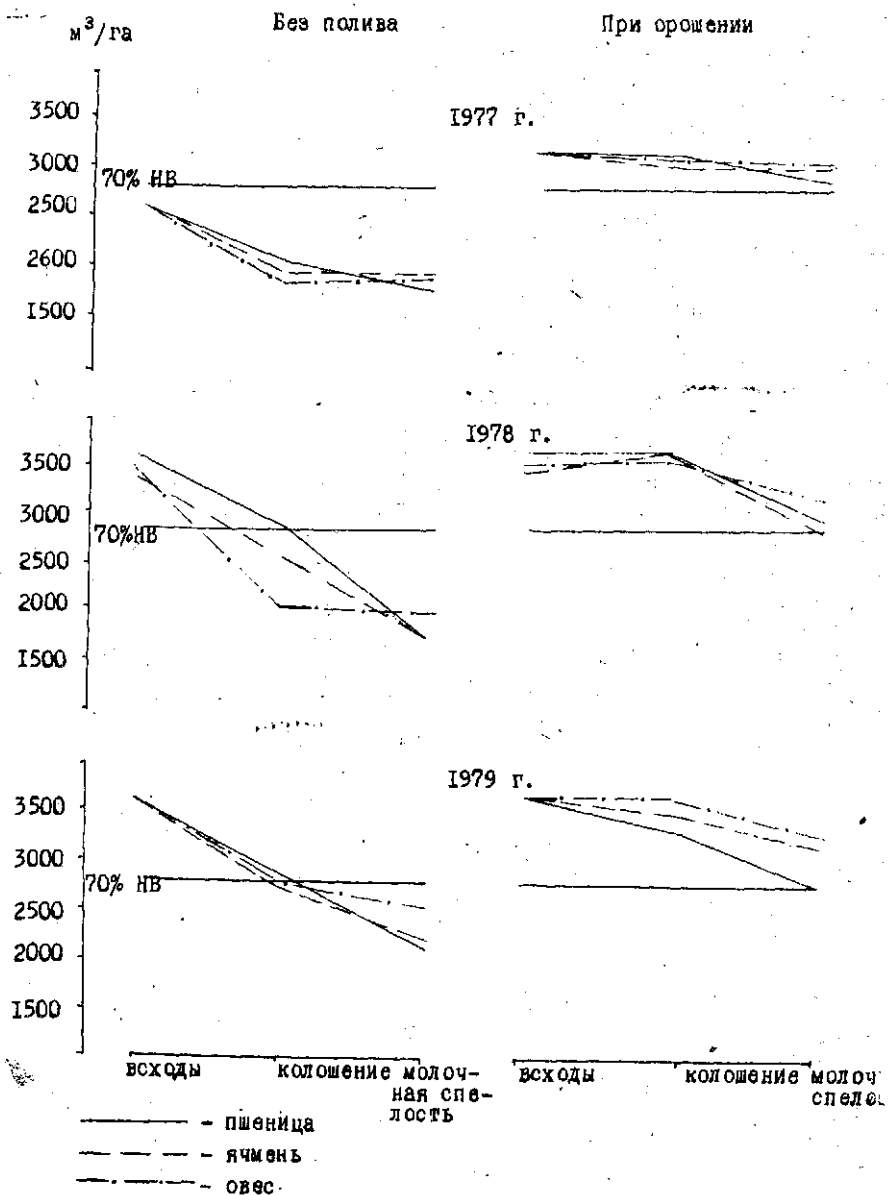


Рис. 2. Запасы влаги в почве в период вегетации зерновых культур.

Таблица 2

**Коэффициент водопотребления при возделывании культур  
на зерно и зеленую массу, м<sup>3</sup>/ц**

Год	Культура	Зеленая масса		Зерно	
		без полива	орошение	без полива	орошение
1977	Пшеница	243,4	77,5	1262,5	113,1
	Ячмень	262,0	90,3	425,0	149,7
	Овес	203,2	67,9	866,1	129,9
	Пшеница	74,5	61,2	133,4	108,9
1978	Ячмень	95,6	59,6	161,4	97,0
	Овес	64,1	57,6	170,2	128,9
	Пшеница	55,3	39,0	116,6	98,9
1979	Ячмень	54,2	42,3	80,1	69,7
	Овес	42,5	29,6	84,9	79,7

### Выводы

1. Положительное влияние орошения на урожайность зерновых культур наблюдалось во все годы исследований.

Максимальная прибавка урожайности зерна и зеленой массы от дополнительного увлажнения почвы происходит в годы с июньской засухой, несколько ниже с июльской и августовской.

2. С возделыванием культур при орошении как на зерно, так и зеленую массу во все годы отмечается закономерное снижение водопотребления на образование единицы продукции.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бакаев Н. М. Почвенная влага и урожай.— Алма-Ата: Кайнар, 1975.— 133 с.
2. Ершова А. Я. Сроки полива сельскохозяйственных культур.— В кн.: Орошение и урожай. Челябинск, Южно-Уральск. книж. издат., 1976, с. 63—66.
3. Владычинский С. А. Сельскохозяйственная мелиорация почв. Изд. МГУ, 1972.— 398 с.
4. Утешев А. С. Атмосферные засухи и их влияние на природные явления.— Алма-Ата: Наука, 1972.— 176 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Сулейменов М. К., Ахметов К. А., Вольская Н. А. Водный режим в полевых севооборотах	3
Бакаев Н. М., Шрамм В. А. Приемы повышения эффективности паровых полей	11
Попков С. Н. Испарение влаги из верхнего слоя почвы при различном его сложении	19
Васько И. А. Эффективность агротехнических приемов накопления почвенной влаги	27
Колеев Б. А., Тлеуов С. С. Агротехнические приемы уменьшения стока талых вод на пашне	34
Краутер А. А. Влияние орошения на урожайность и водопотребление зерновых культур	43

Редактор Зозуля В. Ф.

Технический редактор Глизовенко В. Г.

Корректор Мезенцева Р. М.

Сдано в набор 21/XI-1985 г. Подписано в печать 12/II-1986 г. УН 00023.  
Объем 3,0 п. л. Тираж 300 экз. Цена 18 коп.

Типография издательства Целиноградского обкома Компартии Казахстана,  
1986 г. Заказ № 11703