

УДК 631.432

П. Г. СЕМИХНЕНКО, В. И. КОНДРАТЬЕВ, А. Н. РИГЕР

**РАСХОД ВЛАГИ НА ИСПАРЕНИЕ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

В опытах Всесоюзного НИИ масличных культур (ВНИИМК) выявлено, что рыхление почвы на различную глубину (от 4 до 14 см) при возделывании пропашных культур и в пару на равнинных полях выщелоченных, слабовыщелоченных и обыкновенных черноземов, характеризующихся оптимальным и устойчивым во времени сложением, не оказало положительного влияния на накопление и сохранение почвенной влаги.

Вопросам накопления и сохранения почвенной влаги постоянно уделяется огромное внимание. Эти два процесса взаимосвязаны. С изменением содержания влаги меняются формы связи ее с почвенными частицами. Формы связи в свою очередь определяют характер передвижения влаги, ее подвижность и механизм испарения из почвы. Сложность этих процессов усугубляется сильным влиянием на них метеорологических факторов.

В настоящее время с целью сохранения запасов влаги поверхность почвы подвергают интенсивному рыхлению. Разрыхленный (мульчирующий) слой сухой почвы на поверхности стремятся создать в период предпосевной обработки почвы при культивациях междурядий пропашных и обработке паров. Необходимость рыхлений объясняется капиллярной теорией передвижения почвенной влаги.

Известно, что обоснованием капиллярной теории движения влаги в почве и необходимости рыхления ее поверхности с целью лучшего сохранения запасов влаги в глубоких горизонтах явились лабораторные опыты Несслера, Вольни, Эзера и Кинга [15, 7, 8].

Детальные исследования Абрамовой [1] и Большакова [4] показали, что интенсивность испарения и величина потерь зависят от уровня увлажнения почвы, ее механического состава и структурного состояния. Исследования Долгова [9], Андрианова и Ракитина [3], Булова [5] показали, что почва, имеющая на поверхности мелкокомковатые отдельности, испаряла воду меньше, чем почва с отдельностями пылеватыми и глыбистыми.

Роде [12] показано, что в толще структурной почвы разобщенность скоплений воды в отдельных агрегатах препятствует ее передвижению к испаряющей поверхности.

Возможности сокращения потерь влаги на испарение при применении различных мульчирующих материалов и в том числе почвенной мульчи подробно рассмотрены Джексом, Бриндом, Смитом [7] в обширном обзоре работ, посвященном мульчированию. Показано, что не во всех условиях рыхлый сухой слой на поверхности почвы способствует сохранению почвенной влаги.

Положительная роль рыхления отмечена Дояренко [10] на дерново-подзолистой почве, Тулайковым и Мурашко [16] на черноземах Саратовской опытной станции. Боронование указанных почв после сильного переувлажнения их способствовало в течение 10—12 дней сокращению потерь влаги на испарение. На пару, в период весенне-летнего иссуше-

ния, Сергеев [14], Тулайков [15], Абрамова и Большаков [2] не наблюдали сокращения потерь влаги на испарение при рыхлении.

Несмотря на имеющиеся данные, свидетельствующие о спорности роли рыхлений в сохранении влаги, до настоящего времени с целью сокращения потерь влаги на испарение повсеместно проводят боронование зяби, культивации междурядий пропашных и рыхления паровых полей. В связи с этим есть все основания разобрать результаты наших исследований по влиянию рыхления поверхностного слоя почвы на сохранение влаги в ранневесенний период на зяби и в период вегетации на посевах пропашных и паровых участков.

Наблюдения за испарением почвенной влаги нами проведены на выщелоченных и слабовыщелоченных черноземах Кубани, обыкновенных черноземах Украины и Молдавии, легкоглинистых и среднесуглинистых по механическому составу. Эти почвы характеризуются достаточно рыхлым сложением, благоприятным соотношением капиллярной и некапиллярной скважности. Объемный вес их в верхней части пахотного слоя (0—10 см) весной составляет 0,90—1,05 г/см³, по мере высыхания почвы он увеличивается до 1,10—1,20 г/см³. В нижней части пахотного слоя (20—30 см) объемный вес изменяется от 1,05—1,15 г/см³ весной до 1,15—1,25 г/см³ летом. В подпахотных слоях, на глубине 40 см и более, естественная плотность почвы составляет 1,35—1,40 г/см³.

Таким образом, строение выщелоченных и слабовыщелоченных черноземов неоднородно по профилю, что затрудняет передачу влаги между слоями, отличающимися общей скважностью и размером пор. Указанные черноземы в верхней части пахотного слоя содержат весной 60—70% агрегатов размером 3—0,25 мм, 4—8% глыбистых агрегатов и не более 8% пыли.

В этих условиях наши наблюдения [10, 12] за движением влаги в полевых условиях показали, что капиллярный подток влаги к поверхности происходит в первые 1—3 дня после увлажнения почвы до наименьшей влагоемкости и затрагивает в различной степени только пахотный слой. В подпахотных слоях восходящее передвижение влаги по капиллярам выражено чрезвычайно слабо.

При наблюдении за испарением почвенной влаги установлено, что рыхление зяби в весенний период на выщелоченных, слабовыщелоченных черноземах не оказывает положительного влияния на сохранение влаги. Так, через 20—25 дней от начала полевых работ запасы влаги в метровом и двухметровом слоях были одинаковы на участках без обработки и обработанных на разную глубину (табл. 1).

Таблица 1

Запасы влаги в зависимости от глубины рыхления зяби в допосевной период

Опытные учреждения и годы	Общие запасы влаги, мм			
	до рыхления	через 20—25 дней после рыхления на глубину, см		
		зябь без рыхления	4—5 (боронование зяби)	8—10 (культивация с боронованием)
ВНИИМК, выщелоченный чернозем (слой 0—200 см)				
1968	683	677	670	672
1971	701	671	671	671
Армавирская опытная станция, слабовыщелоченный чернозем (слой 0—100 см)				
1970	240	249	245	242
1971	293	273	275	274

Не способствовали рыхления и сохранению влаги в пахотном слое. На боронованной, неборонованной и прокультивированной зяби влажность почвы в течение 14—20 дней (от начала полевых работ до сева) сохранялась на одном уровне (табл. 2).

Различия во влажности отмечены нами только для самого верхнего слоя почвы (0—4, 0—6 см). Ранневесеннее рыхление зяби создает чрезмерную рыхлость и увеличивает глыбистость верхнего слоя, что приводит к большому его пересыханию (табл. 3).

В опытах по изучению эффективности глубины и количества культиваций междурядий подсолнечника, где для уничтожения сорняков применяли довсходовое внесение треплана с заделкой бороной в дозе 2 кг действующего вещества на гектар [6], создание мощного разрыхленного слоя на поверхности почвы в междурядьях также не способствовало лучшему сохранению влаги (табл. 4).

Что касается поверхностных слоев почвы, то с увеличением глубины рыхления наблюдается уменьшение их влажности за счет повышения глыбистости и возрастания общей скважности. Так, по двухлетним данным (1969—1971 гг.) Армавирской опытной станции, влажность пахотного слоя (0—24 см) через месяц после проведения междурядной культивации на глубину 6—8, 8—10 и 12—14 см составляла соответственно 18,3, 17,5 и 17,0%.

Таблица 2

Влажность пахотного слоя почвы перед предпосевной культивацией, %

Опытные учреждения и годы	Обработка зяби на глубину, см		
	зять без рыхления	4—5 (боронованные зяби)	8—10 (культивация с боронованием)
ВНИИМК, 1966—1969	25,6	25,4	24,3
Опытные станции			
Армавирская, 1969—1971	25,2	25,4	25,1
Ворошиловградская, 1972—1974	27,0	26,9	26,8
Донецкая, 1969—1971	24,4	24,5	24,7
Кировоградская, 1969—1971	26,1	25,3	25,7
Молдавская, 1966—1969	20,9	20,3	20,3

Таблица 3

Влажность пахотного слоя почвы при различной глубине ранневесеннего рыхления зяби

Глубина слоя, см	Влажность почвы (%) через 20—25 дней после рыхления на глубину, см			
	зять без рыхления	4—5 (боронование зяби)	8—10 (культивация с боронованием)	12—14 (культивация с боронованием)

ВНИИМК, 18 апреля 1969 г.

0—2	17,4	14,9	11,2	12,2
2—4	27,2	25,4	16,4	15,3
4—6	28,5	28,7	27,1	27,5
6—8	28,4	29,2	29,0	29,7
8—10	29,0	29,8	30,3	30,5
10—20	30,3	30,1	30,7	30,7
20—30	30,4	30,0	29,5	29,8

Армавирская опытная станция, 12 апреля 1971 г.

0—2	9,0	9,2	6,1	4,6
2—4	21,2	20,5	16,8	12,4
4—6	24,7	24,9	23,9	22,5
6—8	25,8	25,9	25,3	25,6

Таблица 4

Влажность метрового слоя почвы (%) при различной глубине культивации междурядий подсолнечника

Опытные учреждения и годы	В период цветения при глубине рыхления, см			Перед уборкой при глубине рыхления, см		
	6—8	8—10	12—14	6—8	8—10	12—14
ВНИИМК, выщелоченный чернозем 1969—1971	19,0	18,8	18,9	18,1	17,9	18,1
Армавирская опытная станция, слабовыщелоченный чернозем 1969—1971	15,9	15,9	15,8	13,4	13,5	13,5
Донецкая опытная станция, обыкновенный чернозем 1969—1971	19,2	19,1	19,2	16,9	16,4	15,6
Кировоградская опытная станция, обыкновенный чернозем 1969—1971	18,2	18,1	18,4	17,6	17,3	17,1

В связи с полученными результатами представляло интерес выяснить, какое влияние на сохранение почвенной влаги оказывает разрыхленный на различную глубину слой почвы на паровых площадках.

Опыты по различной обработке пара проводили в период с 1971 по 1974 г. на полях ВНИИМК и Армавирской опытной станции в тех же условиях, что и предшествующие наблюдения за испарением влаги в ранневесенний период и летом в посевах.

Весной при наступлении спелости верхнего слоя почвы весь паровой участок с целью выравнивания поверхности обрабатывали культиватором с боронами на глубину 6—8 см. Уничтожение сорных растений достигалось путем внесения гербицидов (трефлан и 2,4-Д), а устойчивые сорняки периодически удаляли вручную без рыхления почвы. На этом фоне для создания и поддержания на поверхности почвы разрыхленного слоя различной мощности проводили 4—5 рыхлений по следующей схеме: 1-я делянка — в течение лета рыхление не проводили; 2-я делянка — обрабатывали боронами, глубина рыхления 4—5 см; 3-я и 4-я делянки — обрабатывали культиватором с одновременным боронованием на глубину 8—10 и 12—14 см соответственно; 5-я делянка — обрабатывали культиватором с боронами на 8—10 см, прикатывали и рыхлили боронами на 4—5 см (перемежающееся строение почвы).

Общий запас влаги при наименьшей влагоемкости на выщелоченном черноземе в 2-метровом слое составляет 693 мм, на слабовыщелоченном в 1,5-метровом слое — 412 мм. Влажность почвы на каждой делянке определяли раз в месяц до глубины 2 м (1,5 м на Армавирской опытной станции) с интервалом 5 см в пахотном слое и 10—20 см в нижележащих слоях.

Полученные в течение всех лет и периодов наблюдений данные по запасам влаги (табл. 5) отличаются от наименьшей влагоемкости выщелоченных и слабовыщелоченных черноземов на 5—8%. 95—92% влаги от наименьшей влагоемкости прочно удерживается почвой от весны до осени, т. е. в продолжение всего периода парования. Изменить количество влаги, прочно удерживаемое почвой, не могли ни метеорологические условия того или иного года, отличающиеся количеством осадков и температурой воздуха, ни наше влияние, которое заключалось в рыхлении почвы на различную глубину с целью создания мульчирующего слоя различной мощности. Создание перемежающегося строения

Таблица 5

Запасы влаги в пару при различной глубине рыхления

Сроки определения	Год определения	Запас влаги в 2-метровом слое (мм) при рыхлении на глубину, см				
		без рыхления	4—5	8—10	12—14	8—10 прикаты- вание на глу- бину 4—5 см
Выщелоченный тяжелосуглинистый чернозем, ВНИИМК						
29.III—15.IV	1971	668	668	668	668	668
	1972	679	679	679	679	679
	1973	679	679	679	679	679
7(18).V	Средн.	675	675	675	675	675
	1971	683	696	673	685	664
	1972	677	672	670	679	674
	1973	699	705	699	708	707
	1974	734	734	734	734	734
4—26.IV	Средн.	698	702	694	702	695
	1971	662	659	676	655	676
	1972	625	618	646	654	622
	1973	735	749	725	716	726
	1974	704	698	702	708	698
8—31.VII	Средн.	681	681	687	683	681
	1971	669	678	687	666	675
	1972	732	743	728	726	716
	1973	734	740	725	733	733
	1974	667	638	661	666	697
VIII—IX	Средн.	700	700	700	698	705
	1972	684	678	696	693	688
	1973	714	730	725	727	727
	1974	676	677	676	684	663
	Средн.	690	695	699	701	693
Слабовыщелоченный среднесуглинистый чернозем, Армавирская опытная станция, 0—150 см						
7.IV	1971	434	436	436	434	441
4.V		415	415	416	417	418
4.VI		419	418	417	420	412
30.VI		412	415	416	410	414
31.VII		397	398	404	402	402

Таблица 6

Влияние глубины разрыхленного слоя на испарение влаги из почвы в пару

Глубина рыхления почвы, см	Среднесуточный расход влаги на испарение за апрель — сентябрь, мм с 1 га				
	ВНИИМК				Армавирская опытная стан- ция, 1971 г.
	1971	1972	1973	1974	
Без рыхления	16,2	24,4	13,6	25,4	12,6
4—5	15,3	24,9	12,5	25,4	12,6
8—10	14,5	23,5	12,7	25,4	12,0
12—14	16,4	23,7	12,5	24,9	12,2
8—10, прикатывание	15,6	24,0	12,3	26,0	12,6
4—5, ГТК	0,90	1,17	0,90	1,06	0,52
Осадки, мм	183,6	304,9	205,7	296,3	109,3
Среднесуточная темпе- ратура воздуха, °С	18,5	21,2	17,8	20,1	18,4

верхнего слоя почвы в пару путем рыхления, прикатывания и последующего рыхления также не способствовало лучшему сохранению почвенной влаги.

При анализе интенсивности испарения влаги по годам, которые различались по метеорологическим условиям, наблюдался вполне законо-

мерный процесс: с увеличением количества осадков возрастала интенсивность испарения. Однако под влиянием различных метеорологических факторов процесс испарения шел интенсивно до определенной влажности почвы — 92—95% запаса влаги от наименьшей влагоемкости. Существенно повлиять на испарение влаги за счет создания на поверхности почвы мульчирующего слоя различной мощности не удавалось ни во влажные, ни в засушливые годы (табл. 6).

Все осадки теплого периода, которые увеличивали запас влаги выше 92—95% от наименьшей влагоемкости, неизменно терялись на испарение. Рыхления почвы на этот процесс существенного влияния не оказывали. Осадки различной интенсивности полностью поглощались почвой как на участках с летними рыхлениями пара, так и без них, стока не наблюдалось.

На основании полученных результатов можно вполне определенно говорить о целесообразности сокращения обработок и уменьшения глубины их на чистых от сорняков паровых участках. Таким образом, механические обработки рано весной в период сева, ухода за пропашными культурами, а также в пару направлены в основном на создание благоприятных условий для равномерной заделки семян и уничтожения сорняков. Многократные обработки не улучшают сложения пахотного слоя черноземных почв и не снижают потерь влаги на физическое испарение. Кроме того, известно, что каждый проход трактора по полю при высокой влажности почвы приводит к уплотнению ходовой частью значительной части обрабатываемой площади на всю глубину пахотного слоя.

Выводы

1. На выщелоченных, слабовыщелоченных и обыкновенных черноземах капиллярный подток влаги к поверхности почвы происходит при наименьшей влагоемкости в течение 2—3 дней и затрагивает в основном только пахотный слой.

2. Создание разрыхленного слоя почвы различной мощности на черноземах не способствует более экономному расходу влаги на испарение. Рано весной в период сева и ухода за пропашными культурами, а также в пару при рыхлении почвы на различную глубину (от 4 до 14 см) запасы влаги сохранялись на одном уровне.

3. Создание перемежающегося строения верхнего слоя почвы (рыхление на 8—10 см + прикатывание + рыхление на 4—5 см) также не оказало положительного влияния на сохранение влаги в почве.

4. Механические обработки черноземных почв на равнинных полях весной до посева, в период ухода и на паровых полях необходимы лишь с целью уничтожения сорняков.

Литература

1. *Абрамова М. М.* Опыты по изучению передвижения капиллярно-подвешенной влаги при испарении. Почвоведение, 1948, № 1.
2. *Абрамова М. М., Большаков А. Ф.* К вопросу об агрогидрологической роли чистого пара. В сб. трудов по агроном. физ., вып. 8, 1960.
3. *Андрянов П. И., Ракитин М. Ф.* Зависимость физических свойств почвы от размеров агрегатов. Докл. ВАСХНИЛ, № 23—24, 1939.
4. *Большаков А. Ф.* О формах движения влаги в почвах степного типа. Почвоведение, 1946, № 7.
5. *Буров Д. И.* Научные основы обработки почв Заволжья. Куйбышев, 1970.
6. *Васильев Д. С.* Применение гербицидов при возделывании масличных культур. Автореф. дис. Краснодар, 1972.
7. *Вильямс В. Р.* Основы земледелия. Собр. соч., т. 7, М., 1951.
8. *Джекс Д., Бринд У., Смит Р.* Мульчирование. М., 1958.
9. *Долгов С. И.* Влияние строения почвы на испарение из нее воды. Тр. ВИУАА, вып. 18, 1937.
10. *Доляренко А. Г.* К изучению испаряющей способности почвы. Научн. агроном. ж., 1924, № 5—6.

11. *Ригер А. Н.* Возделывание подсолнечника с минимальным числом обработок в северо-восточной зоне Краснодарского края. Автореф. дис. Краснодар, 1973.
12. *Роде А. А.* Основы учения о почвенной влаге, т. 1. Гидрометеоздат, 1965.
13. *Семихненко П. Г., Кондратьев В. И.* Особенности движения воды в выщелоченном мощном черноземе. Почвоведение, 1972, № 6.
14. *Сергеев С. Ф.* Влияние поверхностного рыхления почвы на ее влажность и урожай сельскохозяйственных растений. Ж. опытно-агрономии Юго-Востока, т. IX, вып. 1. Саратов, 1931.
15. *Тулайков Н. М.* Предисловие к статье С. Ф. Сергеева. Ж. опытно-агрономии Юго-Востока, т. IX, вып. 1. Саратов, 1931.
16. *Тулайков Н. М., Мурашко Ю. В.* Как используются осадки лета почвой и растениями. Научн. агроном. ж., № 10, 1925.

Всесоюзный НИИ
масличных культур ВАСХНИЛ

Дата поступления
29.III.1976 г.