

**ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ АГРОМЕЛИОРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ
НА АГРОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОСУШАЕМОЙ ПОЧВЫ
ПОД МНОГОЛЕТНИМИ ТРАВАМИ**

Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук,

Гуляев М.В., кандидат сельскохозяйственных наук,

Казьмин А.Е.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»

(ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

На осушаемых землях, прежде всего с недостаточно отрегулированным водным режимом, особое место в оптимизации почвенных условий отводится агромелиоративным приемам (АП) обработки почвы, являющихся неотъемлемой частью проектов мелиорации и важнейшим дополнением к инженерным водорегулирующим системам [1,2]. По характеру влияния на водный режим агромелиоративные приемы подразделяются на 2 основные группы: приемы, направленные на усиление поверхностного и внутрипочвенного стока по пахотному слою почвы и приемы, направленные на усиление внутрипочвенного стока по пахотному и подпахотному слоям почвы, на увеличение ее водовместимости и водопроницаемости, улучшение работы дренажа [3,4,5]. Из второй группы важная роль в регулировании водно-воздушного режима осушаемых почв с низкой водопропускной способностью принадлежит глубокому мелiorативному рыхлению и щелеванию почвы на глубину до 50-60 см. С целью повышения эффективности и длительности действия агромелиоративных приемов была разработана технология объемного щелевания, предусматривающего формирование широких щелей (16 см) на глубину 45-50 см с заполнением

подпахотной части (30-50 см) измельченной соломой, растительными остатками и гумусовым слоем.

Цель данной работы – дать оценку влияния мелиоративного рыхления и объемного щелевания на агрофизическое состояние почвы в пахотном слое под многолетними травами на 6-7-й годы их действия.

Материалы и методы исследований

Опыты по оценке влияния мелиоративного рыхления и объемного щелевания почвы на урожайность полевых культур и агрофизические свойства почвы проводились на агрополигоне Губина Всероссийского НИИ мелиорированных земель с разными мелиоративными системами, расположенном на агрополигоне Губино в Тверской области. Технология объемного щелевания в опытах предусматривает формирование широких щелей (16 см) на глубину 45-50 см, заполнение подпахотной ее части измельченной соломой, растительными остатками и гумусовым слоем (или специальным водопроницаемым материалом). Щелевание осуществляется специально разработанным орудием, представляющим собой щелерез с механизмами для подачи растительных остатков и измельченной соломы зерновых культур в подпахотный слой почвы (Патенты: № 132302 "Устройство для объемного щелевания с одновременным заполнением щели соломой" от 20.09.2013 г.; №153090 от 08.06.2015 г. "Агрегат для объемного щелевания с одновременным заполнением щели соломой"). Мелиоративное полосное рыхление на глубину 50-60 см проводилось переоборудованным для этих целей чизельным плугом ПЧ-2,5. Шаг щелевания и рыхления 140 см.

Исследования проводились на зерновых культурах, рапсе яровом и многолетних травах в прямом действии и последствии на 2-7-й годы после проведения АП (2015-2021гг.). В год закладки опытов на варианте с щелеванием технологические операции проводились в следующей последовательности: дискование на 6-8 см – объемное щелевание на глубину 45-50 см – дискование в 2 следа на 10-12 см (в направлении щелевания). Для

исключения уплотнения и разрушения щелей колесами движение трактора при дисковании осуществлялось по следам, оставленным трактором при проведении щелевания. В последующие годы основная обработка почвы на всех вариантах опыта состояла из вспашки на глубину 20-22 см. Полевой опыт был заложен на участке, осушаемом закрытым гончарным дренажем: с расчетными междренными расстояниями 18 м и с расширенными до 28 м (разреженный), глубина заложения дрен 0,9-1,2 м. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая с атмосферным типом водного питания. Перед закладкой опыта основные показатели агрохимических свойств почвы пахотного слоя были следующими: $pH_{\text{ксс}}$ 5,27-5,56, содержание гумуса 3,07-4,42%, подвижных форм фосфора – 22,0-25,1, калия – 10,9-12,1 мг на 100 г почвы. Повторность опыта 3-4-кратная, учетная площадь делянок 80-100 м². Учет урожая зерновых культур проводили сноповым и комбайновым способами с пересчетом на стандартную (14%) влажность зерна. Достоверность прибавок урожая определяли методом дисперсионного анализа [6].

Результаты исследований

Исследования проводились в полевом севообороте на многолетних травах 1 и 2 годов пользования. Установлено, что параметры мелиоративных систем дренажа и изучаемые приемы агромелиоративной обработки являются важными факторами, оказывающими влияние на агрофизическое состояние почвы. Мелиоративное рыхление и объемное щелевание почвы сохраняли свое влияние на агрофизическое состояние почвы на 6-й и 7-й годы после их проведения. Режим увлажнения почвы на многолетних травах формировался под влиянием, как плотности дренажа, так и приемов обработки почвы.

Наиболее значительные различия во влажности почвы между вариантами опыта формировались под влиянием дренажа. В среднем за 2 года влажность почвы за вегетацию, в процентах от наименьшей влагоемкости, по вариантам обработки на расчетном дренаже составила 52,3-55,0 %, на разреженном – 60,4-65,4%. Во влажном 2020 году эти показатели

составили соответственно 62,3-63,8 и 68,8-71,9%, в засушливом 2021 году – 43,1-46,1 и 52,0-56,1%. В наиболее засушливые периоды влажность понижалась до низких значений – до 30,1-34,2% от НВ на расчетном дренаже и до 31,9-51,1% – на разреженном. На расчетном дренаже АП способствовали некоторому повышению влажности почвы и ее снижению – на разреженном, прежде всего на варианте с мелиоративным рыхлением.

По средним данным за двухлетнюю вегетацию трав АП на разреженном дренаже понизили влажность почвы на 1,9-5,0% во влажном году и на 1,9-4,1% – в засушливом. На вариантах с обработкой лучшие параметры увлажнения почвы были на варианте с щелеванием. Приемы обработки сглаживали различия во влажности почвы между вариантами дренажа. На варианте с мелиоративным рыхлением различие во влажности почвы между вариантами дренажа, в среднем за 2 года составило 5,4%, с щелеванием – 9,7, на контроле – 13,1%. Приемы обработки почвы существенно различались по влиянию на динамику влажности почвы в период вегетации трав. В первой половине вегетации более влажные условия наблюдались на варианте с мелиоративным рыхлением на обоих вариантах дренажа, что указывает на влагонакопительную роль этого приема (рис.).

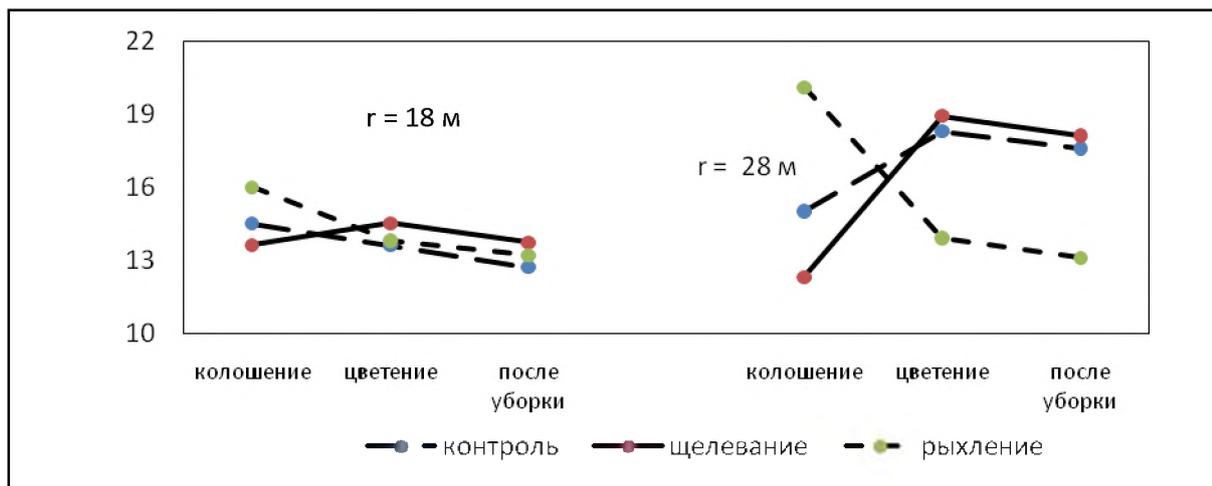


Рис. Динамика влажности почвы в слое 0-20 см в зависимости от плотности дренажа и приемов обработки почвы (r – расстояние между дренажами; влажность почвы в среднем за 2 года, в % от массы абсолютно сухой почвы)

Наиболее «сухие» условия в этот период были на варианте с щелеванием. Во второй половине вегетации, наоборот, более высокая влажность почвы в пахотном слое была на варианте с щелеванием. Такая зависимость наблюдалась в обоих годах. В среднем за 2 года в фазу колошения влажность почвы в пахотном слое в варианте опыта с мелиоративным рыхлением составила с расчетным дренажем 16,6% от массы почвы, с разреженным – 20,1, на контроле 14,5 и 15,0, а на варианте с щелеванием – 13,6 и 12,3% соответственно. В фазу цветения трав различия между вариантами существенно изменились. Наиболее низкая влажность почвы была на варианте с мелиоративным рыхлением – 13,8 и 13,9 % (по системам дренажа), 13,6 и 18,3% – на контроле и 14,8 и 18,9 – на варианте с щелеванием. В подпахотном слое динамика влажности почвы в зависимости от дренажа и приемов обработки почвы была аналогичной пахотному слою.

Для оценки влияния дренажных систем и АП на плотность сложения почвы были использованы показатели ее объемной массы и общей пористости. Как показали наблюдения, плотность сложения почвы и общая пористость изменялись в зависимости от сроков использования травостоя, междреннего расстояния мелиоративных систем и под воздействием агро-мелиоративных приемов обработки почвы. Более высокая плотность почвы была на травах 2 г.п. В среднем по 2-м системам дренажа на травах 1 г.п. плотность почвы в пахотном слое составляла 1,34-1,41 г/см³, 2 г.п. – 1,39-1,46 г/см³ (табл. 1).

Таблица 1

Влияние объемного щелевания и мелиоративного рыхления на плотность почвы под многолетними травами, г/см³

Вариант	Меж-дренное расстояние, м	Слой почвы, см					
		0-20			20-40		
		2020	2021	Среднее	2020	2021	Среднее
Вспашка на 20-22см – контроль	18	1,38	1,44	1,41	1,47	1,53	1,50
	28	1,44	1,49	1,46	1,48	1,53	1,50
	Среднее	1,41	1,46	1,43	1,48	1,53	1,50
Объемное щелевание на 45-50 см	18	1,33	1,38	1,35	1,44	1,50	1,47
	28	1,37	1,42	1,39	1,45	1,51	1,48
	Среднее	1,35	1,40	1,37	1,45	1,51	1,48
Мелиоративное рыхление на 50-60см	18	1,32	1,37	1,35	1,43	1,49	1,46
	28	1,36	1,41	1,38	1,44	1,50	1,47
	Среднее	1,34	1,39	1,36	1,44	1,50	1,47

Приемы обработки почвы оказали на плотность сложения почвы заметное и практически равное влияние. В среднем за 2 года рыхление и щелевание снижали плотность сложения почвы на 0,06-0,07 г/см³. На разреженном дренаже плотность почвы была выше, чем на расчетном, на 0,03-0,04 г/см³. В слое 20-40 см положительное действие приемов обработки почвы на снижение плотности сложения было существенно слабее (0,02-0,03 г/см³). Влияния дренажа на плотность сложения почвы в подпахотном слое не наблюдалось, на травах второго года пользования, по сравнению с первым, она увеличивалась на 0,05-0,06 г/см³ и составляла в среднем 1,50-1,53 г/см³. Общая пористость почвы в пахотном слое на вариантах с агро-мелиоративной обработкой, в среднем за 2 года по вариантам дренажа, составила 48,1-48,4 % или на 2,3-2,6% больше, чем на контроле. На расчетном дренаже она составляла 47,0-49,2%, на разреженном – 44,6-47,7%.

Влияние плотности расположения дрен и АП на состояние водно-воздушного режима оценивалось по пористости аэрации и коэффициенту аэрации (Каэр), характеризующего соотношение в почве воды и воздуха. Более высокая пористость аэрации почвы в пахотном слое была на расчетном дренаже в 2020 году – 25,0-27,2%, в среднем за вегетацию по вариантам обработки почвы, в 2021 году – 27,5-31,0 %. На разреженном дренаже эти показатели были существенно меньше – 16,5-23,4 и 20,8-25,4 % или на 3,8-8,1 и 4,1-7,6% ниже, чем на расчетном. Приемы обработки устойчиво повышали, по сравнению с контролем, пористость аэрации почвы в пахотном слое: на разреженном дренаже – в избыточно-влажном 2020 году на 4,7 и 6,5%, в среднем за вегетацию, в засушливом 2021 году – на 4,6 и 2,6%. В 2021 году наиболее значительное повышение пористости аэрации наблюдалось на варианте с объемным щелеванием почвы в среднем за вегетацию и по системам дренажа – на 3,6% с 24,6 до 28,3%; на варианте с мелиоративным рыхлением – на 0,8%.

Анализ соотношения в почве воды и воздуха по коэффициенту аэрации показал, что на соотношение в почве воды и воздуха большое влияние оказывают мелиоративные системы, приемы обработки почвы и метеоусловия вегетационного периода. Соотношение в почве воды и воздуха в основные фазы вегетации трав свидетельствовало о недостаточном увлажнении почвы для трав и излишней аэрации пахотного слоя. Вариант с разреженным дренажем характеризовался более низким соотношением воды и воздуха (табл. 2). В среднем по вариантам опыта за 2 года на расчетном дренаже по периодам вегетации на единицу объема воды в почве приходилось 1,36-1,83 единиц объема воздуха (1,57 в среднем по 3-м определениям), на разреженном – 0,91-1,13 (1,04).

Таблица 2

Влияние приемов основной обработки почвы на Каэр
в слое 0-20см под многолетними травами

Вариант	Фаза развития трав											
	Колошение			Цветение			После 1 укоса			Среднее по 3 определениям		
	Междреннее расстояние, м											
	18	28	Ср.	18	28	Ср.	18	28	Ср.	18	28	Ср.
2020 г.												
Контроль	1,36	1,08	1,22	1,15	0,51	0,83	0,93	0,39	0,66	1,15	0,66	0,86
Объемное щелевание на 45-50 см	1,71	1,79	1,75	1,20	0,64	0,92	0,98	0,52	0,75	1,30	0,98	1,14
Мелиоративное рыхление на 55-60 см	1,36	0,80	1,08	1,32	1,17	1,25	1,07	0,96	1,02	1,25	0,98	1,06
Среднее по вар. обработки	1,48	1,23	1,35	1,22	0,74	0,98	0,99	0,62	0,80	1,23	0,87	1,05
2021 г.												
Контроль	1,13	0,91	1,02	1,74	0,78	1,17	2,91	1,23	1,84	1,77	0,97	1,34
Объемное щелевание на 45-50 см	1,50	1,62	1,56	1,80	0,91	1,29	2,82	1,40	1,96	2,04	1,31	1,60
Мелиоративное рыхление на 55-60 см	1,13	0,56	0,81	1,99	1,80	1,89	2,27	2,01	2,15	1,80	1,46	1,62
Среднее по вар. обработки	1,25	1,03	1,14	1,84	1,16	1,50	2,66	1,55	2,10	1,87	1,25	1,56

Приемы обработки почвы также оказывали существенное влияние на соотношение в почве воды и воздуха. В первой половине вегетации преимущество было за щелеванием, во второй – за мелиоративным рыхлением. В среднем за вегетацию (по вариантам дренажа) Каэр на контроле составил 1,12, на вариантах с щелеванием и мелиоративным рыхлением – 1,37. Наиболее существенное влияние на Каэр приемы обработки оказывали на разреженном дренаже, параметры этого критерия под влиянием приемов обработки увеличивались на 0,35 и 0,49, на расчетном – на 0,15-0,27. Большое влияние на соотношение в почве воды и воздуха оказывали метеоусловия вегетационного периода, количество осадков, их

распределение по фазам развития растений, температурный режим и др. В 2020 году (избыточно влажном) Каэр по вариантам опыта составлял 1,15-1,30 на расчетном дренаже и 0,63-0,98 – на разреженном, в засушливом 2021 году эти показатели были существенно другими и составляли, соответственно дренажным системам, – 1,77-2,04 и 0,97-1,46. В 2020 году в наиболее влажные периоды вегетации Каэр снижался до 0,39 на контроле и 0,52 на варианте с щелеванием.

Продуктивность многолетних трав (6-й год действия АП) в условиях избыточно влажного 2020 года) на разреженном дренаже была существенно ниже, чем на расчетном. Без АП на расчетном дренаже она составила 40,0 т/га зеленой массы, на разреженном – 32,5 или на 18,8% меньше. Применение АП ситуацию на разреженном дренаже существенно не изменило. На обоих вариантах дренажа положительное влияние АП на урожайность трав 1 г.п. было только на варианте с щелеванием – на уровне 5,0-7,1%. При этом следует учитывать, что продуктивность клевера, преобладающего в структуре травостоя 1 г.п. трав, формировалась, в значительной степени, под влиянием агроэкологических условий первого года его жизни – под покровом овса, в данном случае в условиях засушливой первой половины вегетации 2019 года (ГТК по Селянинову за май- июнь – 0,76). На варианте с разреженным дренажем, с более высоким в 2019 году уровнем урожайности овса, чем на расчетном, эти условия для клевера в первый год его жизни были существенно хуже и, прежде всего, на варианте с мелиоративным рыхлением. На травах второго года использования (7-й год действия АП), в условиях засушливого 2021 года, существенного влияния агромелиоративных приемов обработки почвы на их продуктивность не наблюдалось. В среднем за 2 года пользования травами различия в урожайности зеленой массы клеверотимофеечной смеси между вариантом с щелеванием почвы и контролем были несущественными.

Заключение

Таким образом, параметры дренажных систем, расстояние между дренами и АП обработки почвы являются важными факторами,

определяющими режим влажности и аэрации почвы, соотношение воды и воздуха в почве под многолетними травами. Многолетние травы обладают достаточно высокой пластичностью в отношении параметров водно-воздушного режима почвы. Высокая продуктивность трав была получена при широком диапазоне коэффициента аэрации почвы. Наиболее существенное влияние дренажа и АП на продуктивность трав, прежде всего клевера, наблюдается в первый год их использования. Из АП положительное влияние на продуктивность трав 1 г.п. оказало объемное щелевание почвы (на 6-й его действия).

Список литературы

1. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. – СПб.: ООО «Квадро», 2020. – 276 с.
2. Митрофанов Ю.И. Агрофизические основы повышения продуктивности осушаемых почв / Монография. Изд-во: LAP LambertAcademicPublishing, Германия. – 196 с. ISBN-13: 978-3-330-34489.
3. Рекомендации по выполнению агромелиоративных мероприятий на мелиорированных и автоморфных минеральных почвах связного гранулометрического состава. – Минск, 2010. – 50 с.
4. Применение агромелиоративных мероприятий на осушенных минеральных землях нечерноземной зоны РСФСР (технологический регламент), – М., 1991, МСХ РСФСР.
5. Усовершенствованные агромелиоративные приемы обработки почвы, обеспечивающие регулирование водно-воздушного режима осушаемых почв. Методические рекомендации. – Тверь: Тверской печатник, 2012. – 25 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. – 416 с.

*Дата поступления рукописи в редакцию: 12.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.*