

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРЯМОГО ПОСЕВА НА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ НА ЗЕЛЕНый КОРМ

В.М. Гармашов, *В.Н. Говоров, М.П. Крячкова

ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева», Россия, Каменная Степь

*e-mail: trinvictr@mail.ru

В статье представлены результаты изменения плотности сложения и водного режима чернозема обыкновенного в зависимости от обработки почвы при возделывании однолетних трав. Показано, что приемы основной обработки почвы существенно не влияли на изменение плотности сложения, но повышали эффективность использования влаги на производство одной тонны зеленой массы горохо-овсяной смеси. При возделывании культур однолетних трав без применения основной обработки (прямой посев) водопотребление было значительно выше, а урожайность резко снижалась.

Ключевые слова: обработка почвы, прямой посев, почвенная влага, плотность почвы, водопотребление, урожайность.

Введение

В настоящее время с развитием животноводческих комплексов все возрастающая роль в хозяйствах отводится кормовой базе. Поэтому в зонах рискованного земледелия возделывание культурных бобово-злаковых травосмесей имеет первостепенное значение. В засушливых условиях лесостепи юго-востока ЦЧЗ (Центрально-Черноземной зоны) основным фактором, влияющим на формирование урожайности кормовых травосмесей, является количество потребляемой культурой влаги в течение ее вегетации. Регулирование и создание условий для более рационального и эффективного водопотребления возможно, при применении различных приемов и способов обработки с оптимальной и минимальной степенью воздействия на почвенный слой или используя прямой посев, изменяя и стабилизируя агрофизическую составляющую чернозема обыкновенного.

Как известно, основная роль в регулировании физических свойств почвы и ее водного режима отводится механической обработке [1]. Минимизация или отказ от обработки черноземов, то есть использование технологий сберегающего земледелия, приводит к некоторому увеличению плотности [2-4]. Эти же авторы отмечают, что в черноземах обыкновенных и южных плотность верхнего слоя чаще всего находится в оптимальном диапазоне вне зависимости от вариантов обработки почвы или прямого посева.

Для нормального роста и развития растений требуется определенная плотность почвы, которая для большинства культур составляет 1,10-1,30 г/см³ [5]. Для зернобобовых культур оптимальная величина плотности сложения пахотного слоя почвы составляет 1,0-1,2 г/см³, что создает оптимальные условия для образования и работы азотфиксирующих бактерий на корнях [6]. Отклонение от этой величины при возделывании однолетних трав на зеленый корм может являться одной из причин снижения урожайности.

Поэтому **целью наших исследований** было изучение влияния различных способов обработки на агрофизические показатели чернозема обыкновенного, водопотребление и урожайность зеленой массы горохо-овсяной смеси.

Материалы и методы

Наблюдения по возделыванию однолетних трав на зеленую массу в зернопропашном севообороте при применении различных способов обработки почвы и прямого посева культуры проводили в течение трех лет исследований, с 2018 по 2020 гг., в стационарном опыте отдела адаптивно-ландшафтного земледелия ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева» в условиях юго-востока ЦЧЗ. Объектом исследований был чернозем обыкновенный среднемощный, тяжелосуглинистый со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя: содержание гумуса – 6,2-6,7 %; общего азота – 0,4 %; общего фосфора – 0,21 %; общего калия – 1,85 %; рН солевой вытяжки – 6,9; степень насыщенности основаниями – 96,2 %.

Схема опыта представлена следующими вариантами обработки почвы под горохо-овсяную смесь: 1) – классическая отвальная обработка почвы в севообороте, вспашка на 20-22 см (контроль); 2) – глубокая отвальная обработка почвы, вспашка на 25-27 см; 3) – мелкая отвальная обработка вспашка на 14-16 см; 4) – безотвальная обработка – чизелевание на 14-16 см; 5) – поверхностная обработка почвы, КПЭ-3,8 на глубину 6-8 см; 6) – нулевая обработка почвы (прямой посев без обработки почвы). Также исследованы показатели плотности и водопотребления на залежи косимой (целина).

Влажность почвы определяли весовым методом, запасы продуктивной влаги в почве под культурой по различным обработкам – расчетным методом по результатам определений влажности и плотности почвы, с учетом количества недоступной (влажность устойчивого завядания) растениям влаги [7]. Суммарное водопотребление культурами определяли водобалансовым методом – по разности запасов продуктивной влаги в начале и конце вегетации, с учётом выпавших осадков и коэффициента (Ка) их использования в зоне возделывания культуры [8]. Для оценки эффективности использования воды растениями определяли коэффициент водопотребления (Кв), который рассчитывали как отношение расхода суммарного потребления влаги к созданному урожаю.

Результаты и обсуждение

В среднем за три года исследований, на начальном этапе вегетации горохо-овсяной смеси однолетних трав, условия увлажнения и запасы продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях были оптимальными. Но **метеорологические условия** в среднем за вегетационный период возделывания культуры в сезонах 2018-2020 гг. можно характеризовать как засушливые. В первый год исследований недостаток осадков в мае 2018 года при повышенной на 4,2°C температуре, составил 21 мм, что на 49 % ниже среднемноголетних значений. Июнь отличился сильно-острой засушливостью при критическом среднемесечном количестве осадков 2,4 мм. Зимний период 2018-2019 гг. отмечался малоснежностью, что привело к незначительному снижению весенних запасов влаги в метровом слое. Вегетационный период в течение мая – июня 2019 года отличался от оптимальной многолетней нормы, при завышенном на 3,1-4,1°C температурном режиме. Метеоусловия вегетационного периода 2020 г. оказались наиболее близкими к среднемноголетним показателям и благоприятными для роста и развития культуры, при ГТК в мае – июне 1,2 и 0,9 соответственно, что положительно отразилось на урожайности однолетней травы.

Рассматривая показатели плотности сложения пахотного и 0-30 см слоя почвы вначале вегетации горохо-овсяной смеси однолетних трав, следует отметить, что в среднем за три года исследований по различным обработкам они находились в пределах 1,01-1,13 г/см³ (табл. 1). Существенное уплотнение почвы (НСР-0,06 г/см³) наблюдалось при использовании поверхностной обработки и на варианте без применения какого-либо воздействия на почву (нулевая обработка – прямой посев), превышая плотность по

традиционной вспашке (контроль) на 5,9 и 11,9 % соответственно. К периоду уборки однолетних трав на зеленый корм произошло некоторое увеличение плотности сложения почвы в слое 0-30 см по всем изучаемым обработкам на 1,0-3,5 %, с сохраняющейся тенденцией уплотнения при снижении глубины воздействия на почвенный профиль (толщу).

Таблица 1 – Плотность сложения почвы при различных способах основной обработки под смесью однолетних трав, г/см³, 2018-2020 гг.

Слой почвы, см	Обработка почвы на глубину, см				Нулевая обработка (прямой посев)	НСР ₀₅	Целина
	Отвальная		Без-отвальная	Поверхностная КПЭ-3,8			
	20-22	14-16	14-16	8-10			
	Всходы – начало вегетации						
0-10	0,90	0,90	0,91	0,94	1,11	0,07	0,83
0-20	0,95	0,98	0,98	1,03	1,15	0,07	0,94
0-30	1,01	1,03	1,02	1,07	1,13	0,06	0,97
	Цветение, колосшение – сенокосная спелость						
0-10	0,98	1,01	0,97	1,01	1,16	0,09	0,84
0-20	1,03	1,05	1,01	1,12	1,18	0,08	0,95
0-30	1,06	1,07	1,03	1,12	1,17	0,08	0,97
	Среднее за вегетацию						
0-10	0,94	0,95	0,94	0,98	1,13	0,08	0,83
0-20	0,99	1,01	0,99	1,07	1,16	0,05	0,94
0-30	1,03	1,04	1,02	1,10	1,15	0,07	0,97

В среднем за вегетационный период существенное уплотнение почвенного профиля отмечалось в слоях 0-20 и 0-30 см по поверхностной обработке и доходило до 1,07 и 1,10 г/см³ (при НСР = 0,05 и 0,07 г/см³ соответственно). Тогда как по нулевой обработке значительное увеличение плотности почвы наблюдалось по всему рассматриваемому профилю (НСР = 0,07 г/см³), на 4,9 % превышая плотность почвы по сравнению с поверхностной обработкой.

Одним из главных факторов, приводящих к более плотному состоянию пахотного слоя, в течение вегетационного периода является естественная убыль влаги. Почвенная влага – главный лимитирующий фактор в Центральном Черноземье. Низкие ее запасы значительно снижают эффективность агротехнических приемов и продуктивность культур [9, 10].

Улучшение водного режима черноземов за счет более эффективного использования влаги атмосферных осадков было и остается главной задачей земледелия [11]. Поэтому накопление, создание условий для аккумуляции рационального использования осадков – главное условие и цель при разработке технологических приемов и, прежде всего, способов обработки почвы. По мнению великого ученого практика Т.С. Мальцева [12], одной из основ технологии ресурсосберегающего земледелия, особенно в засушливых районах, является использование обработок, сохраняющих влагу: минимальная обработка почвы, включающая глубокую безотвальную вспашку (чизелевание), поверхностное мульчирование, культивацию и другие. Немаловажен и тот факт, что экономному расходу той разницы запасов влаги в почве, которая образуется при различных способах обработки почвы, способствуют удобрения [13].

В начальный период вегетации по различным обработкам под горохо-овсяную смесь содержание влаги в метровом слое почвы в фазу всходов колебалось в пределах от 121 до 143,7 мм, а к завершению вегетации (перед уборкой), 48,8-77,0 мм при несущественных отличиях между обработками (НСР= 18,2 и 19,5 мм соответственно) (табл. 2). Наибольшие запасы отмечались по безотвальной обработке, превышая наличие влаги на контрольной обработке на 2,1 % в начальную фазу развития и на 18,1 % при завершении вегетации.

Таблица 2 – Содержание доступной влаги в почве при возделывании горохо-овсяной смеси при различных способах основной обработки, мм, 2018-2020 гг.

Слой почвы, см	Обработка почвы на глубину, см				Нулевая обработка (прямой посев)	НСР ₀₅	Целина
	Отвальная		Без-отвальная	Поверхностная КПЭ-3,8			
	20-22	14-16	14-16	6-8			
Всходы – начало вегетации							
0-10	14,1	10,02	9,47	9,45	9,19	3,29	13,0
0-20	27,3	22,4	21,4	21,3	20,1	4,95	23,8
0-50	71,5	63,2	65,3	61,0	60,4	9,08	60,1
0-100	140,7	132,9	143,7	127,4	121,4	18,2	122
Цветение, колошение – сенокосная спелость							
0-10	0,36	0,63	1,10	0,55	1,90	0,96	4,90
0-20	3,77	2,76	4,96	3,30	5,49	2,05	9,64
0-50	19,9	17,9	23,6	13,3	20,9	8,62	25,9
0-100	65,2	68,0	77,0	48,8	62,4	19,5	71,0
Среднее за вегетацию							
0-10	7,22	5,32	5,27	5,00	5,54	2,50	8,93
0-20	15,5	12,6	13,2	12,3	12,8	3,95	16,7
0-50	45,7	40,5	44,5	37,1	40,7	8,65	43,0
0-100	103,0	100,5	110,3	88,1	91,9	18,3	96,5

Проведенные исследования показали, что в условиях засушливой лесостепи юго-востока ЦЧЗ наиболее эффективным оказалось возделывание однолетних трав на зеленую массу (корм) с применением вспашки на 20-22 и безотвальной обработки почвы на 14-16 см при урожайности 23,0 и 22,0 т/га (табл. 3), при максимальной прибавке от применения удобрений 3,8 и 3,7 т/га соответственно, по сравнению с фоном, без внесения удобрений.

Таблица 3 – Суммарное водопотребление и коэффициент использования влаги при возделывании однолетних трав (горохо-овсяная смесь) на зеленый корм в зависимости от способов обработки почвы в 2018-2020 гг., м³ (мм) /т, л /кг

Обработка почвы на глубину, см	Фон удобрений	Фаза вегетации Запасы влаги, мм		Атмосф. осадки, мм	Урожайность, т/га	Суммарное водопотр., ∑, мм, м ³ /га	Удел.расход влаги на 1 т. з. м., м ³ ; (Кв) кг, л/кг	к, полез. исп., кг/т
		Всходы	Созревание					
Отвальная на 20-22	б/у	140,7	65,2	65,1	19,2	98,4	51,2	19,5
	НРК ₆₀				23,0	98,4	42,8	23,4
	Сред.				21,1	98,4	46,6	21,5
Отвальная на 14-16	б/у	132,9	68,0	65,1	18,8	91,0	48,3	20,7
	НРК ₆₀				21,6	91,0	42,1	23,7
	Сред.				20,2	91,0	45,0	22,2
Безотвальная на 14-16	б/у	143,7	77,0	65,1	18,3	92,3	50,5	19,8
	НРК ₆₀				22,0	92,3	41,9	23,9
	Сред.				20,2	92,3	45,8	21,8
Поверхностная на 6-8 см	б/у	127,4	48,8	65,1	17,3	100,6	58,1	17,2
	НРК ₆₀				21,6	100,6	46,6	21,5
	Сред.				19,5	100,6	51,7	19,3
Нулевая обработка (прямой посев)	б/у	121,4	62,4	65,1	11,2	86,9	77,8	12,9
	НРК ₆₀				13,0	86,9	66,8	15,0
	Сред.				12,1	86,9	71,9	13,9
НСР ₀₅					2,2			
Целина		121,9	71,1	65,1	8,4	81,3	96,5	10,4

*примечание – расчет выполнен с применением коэффициента использования осадков (Ka = 0,7) [8]

Такой эффективной прибавке содействовали минимальный расход влаги (табл. 3) и оптимальная плотность сложения по данным обработкам. Это способствовало, свободному проникновению в пахотный слой атмосферных осадков и создавало благоприятные условия для развития корневых систем, и более продуктивному использованию влаги, чем с применением поверхностной и нулевой обработок. В общем, по различным обработкам формирование урожайности находилось в прямой и тесной зависимости от наличия влаги в почве (при $r = 0,93$). Но при сопряжении с количеством потребляемой влаги на производство одной тонны зеленой массы горохо-овсяной смеси при той же направленности ($r = 0,58$) сила связи была несколько слабее.

Использование запасов влаги на естественном фоне (целина) было очень высоким – $96,5 \text{ м}^3/\text{т}$ при относительно низком урожае $8,5 \text{ т/га}$ зеленой массы степных трав. Величина коэффициента водопотребления одной и той же культуры колеблется в больших пределах; минимальное значение получается при благоприятном сочетании всех факторов жизни растений, при нарушении этого сочетания он увеличивается.

В среднем за три года исследований по различным обработкам, нами установлено, что наименьший удельный расход влаги (K_v) на производство 1 тонны зеленой массы горохо-овсяной смеси, был по отвальной и безотвальной обработкам на глубину 14-16 см и составлял в среднем от 45 до $45,8 \text{ м}^3/\text{т}$ (л/кг) с наиболее рациональным потреблением влаги на удобренном фоне (табл. 3). Это объясняет благоприятное сочетание всех факторов жизни культуры. Достаточно высокое и низкоэффективное использование влагозапасов, $51,7$ и $71,9 \text{ м}^3/\text{т}$ по поверхностной и нулевой обработкам соответственно, привело к снижению урожайности однолетних трав. Столь низкое усвоение влаги культурой можно объяснить существенной уплотненностью почвы после этих обработок. Статистическая обработка данных по Б.А. Доспехову [14] показала (табл. 4), что суммарное потребление влаги культурой находилось в прямой ($r = 0,79$) зависимости от наличия влаги в пахотном слое почвы при тесном взаимодействии (62 %) между собой.

Таблица 4 – Корреляционная зависимость влияния агрофизических и водно-физических показателей на продуктивность зеленой массы горохо-овсяной смеси по различным обработкам, 2018-2020 гг.

Показатели	Плотность	Влажность	Урожайность	Водопотребление
Плотность	1,00	1%	13%	29%
Влажность	-0,10	1,00	86%	62%
Урожайность	-0,35	0,93	1,00	34%
Водопотребление	0,54	0,79	0,58	1,00

Выводы

Таким образом, можно констатировать, что при достаточной влагообеспеченности и оптимальной плотности пахотного слоя чернозема обыкновенного, приемы минимизации (применение мелкой вспашки и безотвальной обработки на 14-16 см), снижали потребление почвенной влаги и наиболее продуктивно использовали ее для воспроизводства одной тонны зеленого корма (горохо-овсяная смесь). Формирование урожая на 86 % зависело от количества влаги в почве и на 34 % от ее водопотребления культурой. Лишь водопотребление по нулевой обработке было значительно выше и малоэффективно, что возможно за счет более активного испарения влаги, которому способствует наличие большего количества почвенных капилляров, которые образуются в нетронутой обработке профиле почвы. Использование влагозапасов на естественном фоне (целине) по сравнению с вариантами на обрабатываемом фоне было неэффективным при сравнительно низкой урожайности степных трав.

В заключение необходимо отметить, что применение обработок при оптимальном и минимальном воздействии на пахотный слой поддерживает оптимальное агрофизическое состояние чернозема обыкновенного, не создавая плотности выше границы неблагоприятного для культуры уплотнения ($>1,3 \text{ г/см}^3$ – плотное состояние) [15], что способствует лучшему накоплению запасов влаги в почве пахотного и подпахотного слоев и их максимальному использованию при формировании урожая зеленой массы горохо-овсяной смеси. При отказе от обработки почвы (прямой посев) происходит увеличение плотности сложения почвы и влагозапасы используются неэффективно, что приводит к снижению урожайности культуры. Тем самым можно сказать, что технология возделывания горохо-овсяной смеси с применением обработок с минимальной глубиной воздействия на почву на равных конкурирует с технологией при классической обработке, потребляя минимальное количество влаги на производство одной тонны зеленого корма при максимально высоком коэффициенте полезного использования влаги.

Список литературы

1. Тагиров М.Ш., Шакиров Р.С., Гилаев И.Г. Влияние способов основной обработки на водно-физические показатели почвы и продуктивность яровой пшеницы // Земледелие. 2015. № 8. С. 20-21.
2. Поляков Д.Г. Обработка почвы и прямой посев: агрофизические свойства черноземов и урожайность полевых культур // Земледелие. 2021. № 2. С. 37-43. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10208.
3. Гармашов В.М., Говоров В.Н., Крячкова М.П. Изменение плотности сложения чернозема обыкновенного при минимизации обработки и прямом посеве в условиях юго-востока ЦЧР // Аграрная Россия. 2022. № 3. С. 14-17. DOI: 10.30906/1999-5636-2022-3-14-17.
4. Солодовников А.П., Летучий А.В., Степанов Д.С., Шагиев Б.З., Линьков А.С. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки // Земледелие. 2015. № 1. С. 5-7.
5. Подсевалов М.И., Хайртдинова Н.А. Влияние обработки почвы и систем удобрений на агрофизические показатели чернозема выщелоченного и урожайность зерновых бобовых культур при биологизации севооборотов // Нива Поволжья. 2012. № 3. С. 18-22.
6. Тарасенко Б.И. Обработка почвы. Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1975. 174 с.
7. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
8. Словарь-справочник по агропочвоведению / Под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. В.Д. Иванова. Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 1999. 400 с.
9. Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н., Копылов А.Н., Ионина Н.В. Жизненное кредо Терентия Семеновича Мальцева: забота о земле кормилице, ее плодородии (к 125-летию со дня рождения) // Плодородие. 2020. № 4(115). С. 3-7. DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.01
10. Лебедева И.И., Чевердин Ю.И., Титова Т.В., Гребенников А.М., Маркина Л.Г. Структурное состояние миграционно-мицелярных (типичных) агрочерноземов Каменной степи в условиях разновозрастной пашни // Почвоведение. 2017. № 2. С. 227-238. DOI: 10.7868/S0032180X17020095.
11. Шикула Н.К., Назаренко Г.В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. Москва: Агропромиздат, 1990. 318 с.
12. Злотников А.К. Как компенсировать недостатки технологии No-till. ООО «Научно-производственная фирма Альбит» // Защита и карантин растений. 2018. № 6. С. 35-37.
13. Кежембаева Ж.К., Умбетов А.К. Влагообеспеченность и коэффициент водопотребления зерновых культур на богаре в зависимости от различных способов

обработки почвы и минерального питания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3(77). С. 39-41.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Главная. Сельское хозяйство, агропром. Методика опытного дела. 5 изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

15. Качинский Н.А. Физика почвы. Часть 1. Учебник для студентов университетов. Москва: Высшая школа, 1965. 324 с.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 20.02.2023

Принята к публикации 16.03.2023

INFLUENCE OF DIFFERENT SOIL TILLAGE AND DIRECT SOWING ON WATER CONSUMPTION AND YIELD OF ANNUAL GRASSES FOR GREEN FORAGE

V. Garmashov, *V. Govorov, M. Kryachkova

FGBSI "Voronezh FASC named after V.V. Dokuchaev", Russia, Stone Steppe

*e-mail: trinvictr@mail.ru

The article presents the results of changes in the bulk soil density and water regime of ordinary chernozem depending on tillage in the cultivation of annual grasses. It is shown that the methods of basic tillage did not significantly affect the change in bulk soil density, but increased the efficiency of moisture use for the production of 1 ton of green mass of pea-oat mixture. When cultivating crops of annual grasses without the use of the main treatment (direct sowing), water consumption was significantly higher, and the yield decreased sharply.

Key words: tillage, direct sowing, soil moisture, soil density, water consumption, productivity.

References

1. Tagirov M.Sh., Shakirov R.S., Gilaev I.G. Vliyanie sposobov osnovnoi obrabotki na vodno-fizicheskie pokazateli pochvy i produktivnost' yarovoi pshenitsy. Zemledelie. 2015. N 8. S. 20-21.

2. Polyakov D.G. Obrabotka pochvy i pryamoi posev: agrofizicheskie svoistva chernozemov i urozhainost' polevykh kul'tur. Zemledelie. 2021. N 2. S. 37-43. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10208.

3. Garmashov V.M., Govorov V.N., Kryachkova M.P. Izmenenie plotnosti slozheniya chernozema obyknovennogo pri minimizatsii obrabotki i pryamom poseve v usloviyakh yugovostoka TsChR. Agrarnaya Rossiya. 2022. N 3. S. 14-17. DOI: 10.30906/1999-5636-2022-3-14-17.

4. Solodovnikov A.P., Letuchii A.V., Stepanov D.S., Shagiev B.Z., Lin'kov A.S. Dinamika plotnosti pochvy chernozema yuzhnogo pri minimalizatsii osnovnoi obrabotki. Zemledelie. 2015. N 1. S. 5-7.

5. Podsevalov M.I., Khairtdinova N.A. Vliyanie obrabotki pochvy i sistem udobrenii na agrofizicheskie pokazateli chernozema vyshchelochennogo i urozhainost' zernovykh bobovykh kul'tur pri biologizatsii sevooborotov. Niva Povolzh'ya. 2012. N 3. S. 18-22.

6. Tarasenko B.I. Obrabotka pochvy. Krasnodar: Krasnod. kn. izd-vo, 1975. 174 s.

7. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoistv pochv. M.: Agropromizdat, 1986. 416 s.

8. Slovar'-spravochnik po agropochvovedeniyu. Pod obshch. red. d-ra s.-kh. nauk, prof. V.D. Ivanova. Voronezh: Tsentr dukhovnogo vozrozhdeniya Chernozemnogo kraya, 1999. 400 s.
9. Gilev S.D., Tsybmalenko I.N., Kopylov A.N., Ionina N.V. Zhiznennoe kredo Terentiya Semenovicha Mal'tseva: zabota o zemle kormilitse, ee plodorodii (k 125-letiyu so dnya rozhdeniya). Plodorodie. 2020. N 4(115). S. 3-7. DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.01.
10. Lebedeva I.I., Cheverdin Yu.I., Titova T.V., Grebennikov A.M., Markina L.G. Strukturnoe sostoyanie migratsionno-mitselyarnykh (tipichnykh) agrochernozemov Kamennoi stepi v usloviyakh raznovozrastnoi pashni. Pochvovedenie. 2017. N 2. S. 227-238. DOI: 10.7868/S0032180X17020095.
11. Shikula N.K., Nazarenko G.V. Minimal'naya obrabotka chernozemov i vosпроизводство ikh plodorodiya. Moskva: Agropromizdat, 1990. 318 s.
12. Zlotnikov A.K. Kak kompensirovat' nedostatki tekhnologii No-till. OOO "Nauchno-proizvodstvennaya firma Al'bit". Zashchita i karantin rastenii. 2018. N 6. S. 35-37.
13. Kezhembaeva Zh.K., Umbetov A.K. Vлагообеспеченность i koeffitsient vodopotrebleniya zernovykh kul'tur na bogare v zavisimosti ot razlichnykh sposobov obrabotki pochvy i mineral'nogo pitaniya. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. N 3(77). S. 39-41.
14. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. Glavnaya. Sel'skoe khozyaistvo, agroprom. Metodika opytnogo dela. 5 izd., pererab. i dop. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
15. Kachinskii N.A. Fizika pochvy. Chast' 1. Uchebnik dlya studentov universitetov. Moskva: Vysshaya shkola, 1965. 324 s.

Сведения об авторах:

Владимир Михайлович Гармашов
 Д.с.-х.н., заведующий отделом Адаптивно-ландшафтное земледелие, ФГБНУ
 «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»
 ORCID: 0000-0003-1214-9032
 Vladimir Garmashov
 Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department Adaptive Landscape Agriculture,
 FGBSI "Voronezh FASC named after V.V. Dokuchaev"

Виктор Николаевич Говоров
 Младший научный сотрудник, ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»
 ORCID: 0009-0001-1913-6237
 Victor Govorov
 Associate Researcher, FGBSI "Voronezh FASC named after V.V. Dokuchaev"

Мария Петровна Крячкова
 Младший научный сотрудник, ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»
 ORCID: 0009-0005-2260-2250
 Maria Kryachkova
 Associate Researcher, FGBSI "Voronezh FASC named after V.V. Dokuchaev"

Для цитирования: Гармашов В.М., Говоров В.Н., Крячкова М.П. Влияние различных способов обработки почвы и прямого посева на водопотребление и урожайность однолетних трав на зеленый корм // Вопросы степеведения. 2023. № 1. С. 75-82. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-1-75-82