

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

V.K. Ivchenko, V.A. Polosina,
A.A. Shtele

THE INFLUENCE OF THE METHODS OF THE MAIN TREATMENT OF THE SOIL ON AGROPHYSICAL INDICATORS OF LIXIVIOUS CHERNOZEM OF KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

Ивченко В.К. – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. общего земледелия Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: v.f.ivchenko@mail.ru

Полосина В.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. общего земледелия Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: polosina.va@mail.ru

Штеле А.А. – магистрант каф. общего земледелия Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: alex0003@indox.ru

Ivchenko V.K. – Dr. S.-H. sciences, prof., head. Chair of General Agriculture Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: v.f.ivchenko@mail.ru

Polosina V.A. – Cand. S.-H. Sciences, Assoc. Chair of General Agriculture Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: polosina.va@mail.ru

Shtele A.A. – Magistrate Student, Chair of General Agriculture, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: alex0003@indox.ru

Цель исследования – определение уровня минимализации обработки чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи, который бы соответствовал наиболее оптимальным физическим свойствам. Задачи исследования: 1) определить оптимальные параметры агрофизических показателей плодородия чернозема выщелоченного для зерновых культур (плотность почвы, строение пахотного слоя, твердость почвы) при проведении отвальной основной и нулевой обработок почвы; 2) изучить влияние приемов основной обработки на структурное состояние пахотного слоя почвы. Исследование проведено в полевом стационарном опыте в зернопаропропашном севообороте. Схема опыта включала четыре варианта: отвальная вспашка, плоскорезное рыхление, поверхностная и нулевая обработка почвы. Установлено, что отказ от проведения отвальной вспашки повышает устойчивость структуры почвы. Структурное состояние чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи в соответствии с градацией В.Р. Вильямса характеризуется как отличное на варианте с нулевой обработкой почвы и как хорошее при проведении отвальной вспашки на 20–22 см. Максимальное снижение содержания водопрочных агрегатов (на 11,4–14,5 %) в течение вегетационного периода

произошло под посевами ячменя по сравнению с посевами яровой пшеницы. Общая пористость чернозема выщелоченного по шкале Н.А. Качинского характеризуется как отличная (55–65 %). Под посевами ячменя она снижается на 7–8 % по сравнению с посевами яровой пшеницы. Сверхвысоких значений плотности чернозема выщелоченного в исследуемых вариантах не отмечается. Самый высокий показатель плотности почвы отмечен в посевах яровой пшеницы после кукурузы на варианте без проведения основной обработки (1,28 г/см³), причем как в слое почвы 0–10 см, так и в слое 10–20 см. Определение твердости почвы показало наличие плужной подошвы на варианте с отвальной вспашкой, что свидетельствует о целесообразности периодического изменения глубины основной обработки почвы.

Ключевые слова: отвальная вспашка, нулевая обработка, агрофизические показатели, чернозем выщелоченный.

The research objective was the determination of the level of minimizing lixivious chernozem tillage in Krasnoyarsk forest-steppe which would suit the most optimum physical properties. The research problems were: 1) to determine optimum parameters of agrophysical indicators of the fertility of

leached chernozem for grain crops (soil density, arable layer structure, soil hardness) when carrying out dump main and zero processing of the soil; 2) to study the influence of the methods of the main tillage on structural condition of arable layer of the soil. The research was conducted on grain tillage crop rotation. The scheme of the experiment included four options: dump plowing, flat loosening, surface and zero soil treatment. It was established that the refusal of carrying out dump plowing had increased the stability of soil structure. Structural condition of leached chernozem of Krasnoyarsk forest-steppe according to Williams' gradation was characterized as excellent in the option with soil zero processing and as good when carrying out dump plowing on 20–22 cm. The maximum decrease in the maintenance of water strong units (for 11.4–14.5 %) during vegetative period was observed under crops of barley in comparison with crops of spring wheat. General porosity of leached chernozem according to N.A. Kachinsky's scale was characterized as excellent (55–65 %). Under barley crops it decreased by 7–8 % in comparison with the crops of spring wheat. Ultrahigh values of the density of leached chernozem in studied options were not noted. The highest rate of soil density was observed in the crops of spring wheat after corn in the option without carrying out the main tillage (1.28 g/cm³), and both in the layer of the soil of 0–10 cm, and in the layer of 10–20 cm. The determination of soil hardness showed the existence of plow sole in the option with dump plowing that testified to the expediency of periodic change of the depth of the main soil processing.

Keywords: dump plowing, zero processing, agrophysical indicators, lixivious chernozem.

Введение. К одному из главных факторов стабилизации экологической обстановки на планете относится сохранение и воспроизводство плодородия почвы, являющейся составной частью биосферы [1].

Высокая степень антропогенной нагрузки на почву, связанная с применением энергоемких технологий ее обработки, является причиной значительного снижения уровня почвенного плодородия пахотных земель и их агрофизической деградации. При этом адаптация земледелия к существующим почвенно-климатическим, экономическим и экологическим условиям должна идти на основе ресурсосберегающих,

почвозащитных технологий обработки почвы [1, 2].

Цель исследования: определить уровни минимализации обработки черноземов, которые бы отличались наиболее оптимальными физическими свойствами.

Задачи исследований: 1) определить оптимальные параметры агрофизических показателей плодородия чернозема выщелоченного для зерновых культур (плотность почвы, строение пахотного слоя, твердость почвы) при проведении отвальной основной и нулевой обработок почвы; 2) изучить влияние приемов основной обработки на структурное состояние пахотного слоя почвы.

Объекты и методы исследования. Исследование проведено в зернопаропропашном севообороте в полевом стационарном опыте на территории учебно-опытного хозяйства «Миндерлинское» ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Объект исследования – чернозем выщелоченный. Гранулометрический состав чернозема выщелоченного – тяжелосуглинистый.

В опыте высевались яровая пшеница (сорт Новосибирская 15) и ячмень (сорт Ача).

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Отвальная обработка (вспашка на 20–22 см).
2. Безотвальная обработка (плоскорезное рыхление на 20–22 см).
3. Минимальная обработка (дискование на 8–10 см).
4. Без основной обработки почвы (нулевая обработка).

Общая площадь полевого опыта составляет 10 га. Повторность в опыте – 4-кратная. Срок посева яровой пшеницы и ячменя – третья декада мая.

Агротехника возделывания зерновых культур – общепринятая для данной почвенно-климатической зоны [3].

В каждом варианте пшеницу и ячмень высевали по двум фонам – без удобрений и удобренный. В качестве минеральных удобрений вносили аммиачную селитру в дозе 34,7 кг/га д. в.

В течение вегетационного периода и в лабораторных условиях были определены следующие показатели:

1. Строение пахотного слоя почвы методом насыщения почвы в патронах водой.

2. Плотность почвы методом и прибором, разработанными Н.А. Качинским [4].

3. Твердость почвы (сопротивление почвы вертикально приложенной силе при разрезании, расклинивании или сдавливании) определяли, используя ручной пенетrometer фирмы EIJKELKAMP, который предназначен для измерения максимального сопротивления проникновению. На план деланки наносится сетка. Измерения осуществляются в точках пересечения направлений. Мы проводили измерения в 20 точках на каждой деланке опыта.

1. Макроагрегатный состав почвы методом сухого просеивания по Н.И. Саввинову.

2. Водопрочность почвенной структуры методом «мокрого» просеивания на приборе Бакшеева.

3. Математическая обработка результатов исследований проводилась по Б.А. Доспехову.

Результаты исследования. В последние годы большое внимание уделяется оценке агрофизического состояния почвы в связи с физической деградацией, обусловленной природными и антропогенными факторами. Рост, развитие и биопродуктивность растений, в первую очередь, обусловлены агрофизическими свойствами почвы, в том числе ее структурным составом [5].

Данные определения структурно-агрегатного состава черноземов выщелоченных свидетельствуют, что они хорошо оструктурены, количество агрономически ценных фракций (0,25–10 мм) при сухом просеивании превышает более 70 %, как на варианте с отвальной вспашкой на 20–22 см, так и без проведения основной обработки почвы перед посевом зерновых культур. В период от посева до уборки содержание агрономически ценных фракций снижается только на отвально вспаханных деланках, а на прямом посеве их содержание увеличивается, причем больше всего под посевами яровой пшеницы (на 10 %), размещаемой по сидеральному пару.

На варианте с отвальной вспашкой содержание наиболее ценных фракций (от 1 до 3 мм) под ячменем в период посева составляло 35 %, а в момент уборки – 34 %. В то же время под посевами яровой пшеницы после сидерального пара эти цифры составляли соответственно 39 и 36 %.

Аналогичная картина характерна и для варианта без проведения основной обработки почвы.

Качественная оценка структурного состояния чернозема выщелоченного представлена по содержанию водоустойчивых агрегатов (табл. 1).

Установлено, что в период от начала весенне-летней вегетации и до уборки яровой пшеницы отмечена тенденция снижения содержания водопрочных агрегатов как на варианте с отвальной вспашкой, так и без проведения основной обработки почвы.

Таблица 1

Водопрочность структуры в 0–30 см слое почвы (2018 г.)

Культура	Вариант	Срок определения	Содержание водопрочных агрегатов, %
1. Пшеница по сидеральному пару	Вспашка на 20–22 см	Посев	72,11
		После уборки	70,11
	Без обработки почвы	Посев	75,00
		После уборки	71,74
2. Пшеница по кукурузе	Вспашка на 20–22 см	Посев	62,30
		После уборки	69,70
	Без обработки почвы	Посев	72,00
		После уборки	71,70
3. Ячмень по пшенице	Вспашка на 20–22 см	Посев	63,80
		После уборки	49,30
	Без обработки почвы	Посев	71,50
		После уборки	60,10

При посеве повторной зерновой культуры (ячмень) как по отвальной вспашке, так и без проведения основной обработки почвы наблюдается совершенно иная картина. В этом случае отмечено наибольшее снижение содержания водопрочных агрегатов (на 11,4–14,5 %) в период от посева и до уборки по сравнению с другими вариантами. Возможно, это обусловлено меньшим поступлением органических остатков в почву при посеве ячменя по сравнению с яровой пшеницей.

Что касается влияния приемов основной обработки почвы на структурное состояние чернозема выщелоченного, то необходимо отметить, что отказ от проведения отвальной вспашки повышает устойчивость структуры почвы. В частности, наиболее предпочтительное содержание водопрочных агрегатов как при посеве, так и после уборки зерновых культур отмечено в почве варианта без проведения основной обработки почвы по сравнению с отвальной вспашкой (соответственно на 2,89 и 1,6 % (пшеница по сидеральному пару), на 9,7–2,0 % (пшеница по кукурузе), на 7,7–10,8 % (ячмень). Причем, в большинстве случаев на фоне нулевой обработки почвы максимальное количество водопрочных агрегатов содержится в слое 10–20 см.

Если же оценивать структурное состояние почвы по градации В.Р. Вильямса, то можно оценить его как отличное по нулевой обработке почвы и как хорошее по отвальной вспашке на 20–22 см вне зависимости от предшественника.

Строение пахотного слоя – состояние почвы, обусловленное прежде всего ее структурой. Наряду со структурой это свойство в значи-

тельной мере зависит и от системы основной обработки почвы.

Создание оптимального строения пахотного слоя почвы – важная задача земледелия, так как оно регулирует водно-воздушный режим почвы, биологические процессы, наличие элементов питания, определяет величину урожая.

Определение строения пахотного слоя почвы после уборки зерновых культур в нашем опыте показало, что общая пористость практически одинакова как на варианте с отвальной вспашкой на 20–22 см (56–63 %), так и без проведения основной обработки почвы (55–63 %) (табл. 2).

Следует отметить, что более заметное влияние на величину общей пористости чернозема выщелоченного оказывает предшественник. Так, под посевами ячменя после яровой пшеницы, т. е. повторной зерновой культуры, общая пористость снижается на 7–8 % по сравнению с посевами яровой пшеницы. И тем не менее, общая пористость по шкале Н.А. Качинского характеризуется как отличная (55–65 %) [4].

В наибольшей степени обработка почвы влияет на соотношение капиллярной и некапиллярной пористости.

Для благоприятного сочетания всех свойств почвы решающее значение имеет наличие в почве и капиллярной скважности. Нижний предел, за который не следует допускать снижение некапиллярной скважности, составляет 10 % от общего объема. Наименьшие показатели некапиллярной скважности отмечены на посевах ячменя как без проведения основной обработки почвы (15 %), так и на варианте с отвальной вспашкой на 20–22 см (17 %).

Таблица 2

Строение пахотного слоя почвы после уборки зерновых культур (06.09.2017)

Вариант	Слой почвы, см	Показатель			
		Общая пористость, %	Капиллярная пористость, %	Некапиллярная пористость, %	Плотность почвы, г/см ³
1	2	3	4	5	6
Вспашка 1.Пшеница по сидер. пару	0–10	62	41	21	0,97
	10–20	61	38	22	0,97
	0–20	62	40	22	0,97
2.Пшеница по кукурузе	0–10	63	43	20	0,97
	10–20	62	45	17	0,94

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
	0–20	63	44	19	0,96
3. Ячмень	0–10	56	39	17	1,07
	10–20	56	40	16	1,10
	0–20	56	40	17	1,09
Без обработки 1. Пшеница по сидер. пару	0–10	61	45	16	0,97
	10–20	63	43	20	0,95
	0–20	62	44	18	0,96
2. Пшеница по кукурузе	0–10	60	39	21	1,08
	10–20	65	40	25	0,88
	0–20	63	40	23	0,98
3. Ячмень	0–10	57	42	15	1,08
	10–20	52	38	14	1,21
	0–20	55	40	15	1,15
НСР ₀₅ для фактора В (слой почвы, см)		1,0			
НСР ₀₅ для фактора А (предшественник, способ обработки почвы)		1,73			
НСР ₀₅ для фактора АВ (для частных средних)		2,45			

Наиболее благоприятное соотношение некапиллярной и капиллярной скважности отмечено в посевах яровой пшеницы по сидеральному пару на варианте с отвальной вспашкой на 20–22 см и в посевах яровой пшеницы по кукурузе на варианте без обработки почвы (см. табл. 2).

Как известно, показатель плотности сложения – фундаментальная характеристика физического состояния обрабатываемого слоя почвы.

Самый высокий показатель плотности почвы отмечен в посевах яровой пшеницы после кукурузы на варианте без проведения основной обработки (1,28 г/см³), причем как в слое почвы 0–10 см, так и в слое 10–20 см. Тем не менее, сверхвысоких значений плотности чернозема выщелоченного в исследуемых вариантах не отмечается (табл. 3).

Таблица 3

Плотность сложения почвы (г/см³) после посева и после уборки зерновых культур (2018 г.)

Вариант	Срок определения	Глубина, см			
		0–10	10–20	20–30	0–30
1	2	3	4	5	6
Пшеница по сидеральному пару					
Вспашка на 20–22 см	III декада мая	1,07	1,25	1,28	1,20
	II декада сентября	1,13	1,16	1,23	1,17

1	2	3	4	5	6
Без обработки	III декада мая	1,09	1,17	1,16	1,14
	II декада сентября	1,09	1,16	1,12	1,12
Пшеница по кукурузе					
Вспашка на 20–22 см	III декада мая	1,16	1,19	1,31	1,22
	II декада сентября	1,08	1,24	1,16	1,16
Без обработки	III декада мая	1,21	1,33	1,30	1,28
	II декада сентября	0,96	1,06	1,09	1,04
НСР ₀₅ для фактора А (предшественник, способ обработки почвы)					0,060
НСР ₀₅ для фактора В (горизонт, см)					0,052

Следует отметить, что на варианте с традиционной основной обработкой почвы установлено наличие уплотненных горизонтов на глубине 10–20 и 20–30 см как под посевами яровой пшеницы по сидеральному пару, так и по кукурузе. Это свидетельствует о том, что ежегодное проведение отвальной вспашки на одну и ту же глубину приводит к образованию плужной подошвы.

В период от посева и до уборки плотность уменьшается в 0–30 см слое почвы как на варианте с отвальной вспашкой (на 0,03–0,06 г/см³), так и без проведения обработки почвы (на 0,02–0,24 г/см³). Причем к середине сентября этот показатель ниже на варианте без проведения основной обработки почвы по сравнению с отвальной вспашкой (на 0,05–0,12 г/см³).

В данном случае нельзя недооценивать роль зерновых культур и оставляемой после их уборки органической массы в разрыхлении и создании благоприятного строения почвы. Как писал А.Г. Дояренко, «пластирующая работа корней играет исключительную роль в создании строения целинных почв...» [6].

По данным М.А. Габбасовой и др. [7], черноземы выщелоченные обладают хорошей структурностью, благодаря чему они имеют невысокую плотность гумусовых горизонтов (1,0–

1,22 г/см³), которая возрастает лишь в подгумусовых горизонтах (до 1,3–1,5 г/см³).

При закладке почвенного разреза, который был заложен на фоне без обработки почвы в середине июня 2018 г., мы отметили, что более значительное увеличение плотности почвы происходит только на глубине 80–90 см (1,45 г/см³). Такое высокое значение данного показателя в черноземе выщелоченном может быть связано с низким значением влажности почвы. Как известно, плотность почвы обратно пропорциональна показателю влажности. В середине же вегетационного периода 2018 г. сложились особенно жесткие условия с обеспеченностью растений ячменя доступной влагой. В метровом слое почвы под посевами этой культуры запасы доступной влаги не превышали 21,0 мм. Как известно, сухая почва в 2–3 раза тверже влажной, сопротивление почвы возрастает с уменьшением ее увлажнения независимо от соотношения глины и песка [8].

Для оценки физического состояния почв в последнее время предлагают использовать такой показатель, который бы отличался простотой измерения и был бы связан с плотностью сложения достаточно воспроизводимой моделью. В качестве такого показателя рекомендуют использовать показатель твердости почвы. Эти

показатели используются как взаимодополняющие, а не исключают друг друга.

Величины плотности и твердости определяют условия развития корневых систем растений. Увеличение плотности почвы сопровождается резким ограничением роста корней. Повышение плотности почвы свыше $1,4 \text{ г/см}^3$ затрудняет процесс нитрификации и усвоение азота из почвы, в результате снижается густота стояния растений, продуктивная кустистость, озерненность колоса. С увеличением плотности на $0,1 \text{ г/см}^3$ содержание недоступной влаги в почве возрастает на 10 % [9].

Измерение твердости почвы в нашем опыте проводили в полевых условиях с помощью ручного пенетрометра EIJKELKAMP на глубину до 25 см с интервалом 5 см. Измерения производили конусом с размером поперечного сечения 1 см^2 . Точки отбора проб были заложены с интервалом 1,5 м и по каждому варианту обработки почвы в 20 местах.

Величина твердости почвы, как и плотность сложения, изменчива во времени и при отсутствии изменений в увлажнении характеризуется равновесной величиной.

Из данных таблицы 4 следует, что на глубине 20–25 см твердость почвы практически сравнялась по всем вариантам опыта.

Показатели значений твердости почвы увеличиваются с глубиной по всем изучаемым вариантам опыта. Причем твердость почвы на варианте с отвальной вспашкой в верхних слоях (5–10 и 10–15 см) была меньше по сравнению с вариантом без проведения основной обработки почвы, а уже на глубине 15–20 см этот показатель увеличивается до 4,56 МПа, в то время как даже по варианту без проведения основной обработки почвы твердость составляет 4,37 МПа. Это еще раз указывает на наличие плужной подошвы на варианте с отвальной вспашкой.

Таблица 4

Изменение твердости почвы (МПа, кг/см²) в посевах яровой пшеницы после кукурузы (01.08.2018 г.)

Глубина от поверхности почвы, см	Твердость почвы	Вариант			
		Вспашка на 20–22 см	Плоскорезное рыхление на 20–22 см	Минимальная обработка дисковым на 8–10 см	Без обработки почвы
0–5	МПа	1,50	1,64	1,21	1,60
	кг/см ²	15,30	16,72	12,34	16,32
5–10	МПа	3,10	3,61	3,35	3,77
	кг/см ²	31,61	36,81	34,16	38,44
10–15	МПа	3,72	3,98	4,40	4,34
	кг/см ²	37,93	40,58	44,87	44,26
15–20	МПа	4,56	4,32	4,14	4,37
	кг/см ²	46,50	44,05	42,22	44,56
20–25	МПа	4,56	4,68	4,50	4,52
	кг/см ²	46,50	47,72	45,89	46,09

Как известно, и высокая и низкая плотность сложения почвы (в равной мере как и твердость) негативна для развития растений и их продуктивности.

По мнению В.Ю. Бондаревой [10], верхним пределом твердости почвы для большинства зерновых культур, после которого резко ухудшаются условия развития, следует счи-

тать 15–19 кгс/см²; для корнеплодов – 5–10; для картофеля – 5 кгс/см². С точки зрения усилий, затрачиваемых при вспашке, оптимальной является твердость в пределах 10–20 кгс/см².

По другим данным [11], зерновые культуры вполне нормально переносят повышенную твердость (20–25 кгс/см²), в то время как для

пропашных, корнеплодов, садовых и овощных культур она неприемлема. Оптимальные параметры в этих случаях не превышают 5–10 кгс/см². Твердость почвы, особенно выше 40–50 кгс/см², сильно угнетает и даже останавливает рост корневых систем большинства культур.

В наших опытах поверхностный слой почвы (0–5 см) по величине твердости оптимален для развития яровой пшеницы (12–16 кгс/см²), а на глубине 10–15 и 15–20 см показатель твердости превышает 30 и 40 кгс/см² (см. табл. 4). Поэтому при наличии указанных нами критических величин твердости периодическое углубление основной обработки может быть целесообразным.

Используя твердость как критерий оценки физического состояния и качества обработки почвы, можно выбрать оптимальный вариант обработки в соответствии с принципами точного земледелия.

Выводы

1. Изучаемые приемы основной обработки почвы обеспечили хорошее и отличное структурное состояние почвы в течение вегетационного периода.
2. Показатели плотности и строения пахотного слоя чернозема выщелоченного даже

Литература

1. Петдьяев О.В. Продуктивность зерновых культур и кукурузы и плодородие почвы при различных системах обработки в зернопаропропашном севообороте на южных черноземах Оренбургской области: дис. ... канд. с.-х. наук. – Оренбург, 2000. – 187 с.
2. Павлова О.Г. Почвозащитная влагосберегающая технология основной обработки и ухода за паром под озимую пшеницу на южных черноземах Оренбуржья: дис. ... канд. с.-х. наук. – Оренбург, 2000. – 173 с.
3. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации / под общ. ред.

при нулевой обработке не выходят за пределы оптимальных значений для зерновых культур в период после посева и после уборки.

В послепосевной период на варианте с отвальной вспашкой отмечается уплотнение 10–20 и 20–30 см слоев почвы (1,25; 1,28 и 1,31 г/см³), что может быть вызвано образованием плужной подошвы при проведении ежегодной отвальной вспашке на одну и ту же глубину. Тем не менее, такие значения показателя плотности укладываются в границы оптимальных значений.

3. Изучаемые приемы основной обработки почвы обеспечивали оптимальную общую пористость после уборки зерновых культур, которая находилась в пределах 55–63 %.

4. Твердость почвы под посевами яровой пшеницы, размещаемой после кукурузы, возрастает с глубиной по всем вариантам основной обработки в слоях почвы 0–5; 5–10 и 10–15 см. На варианте с нулевой обработкой этот показатель выше, чем на варианте с отвальной вспашкой. В то же время на глубине 15–20 см твердость почвы варианта с отвальной вспашкой превышает аналогичный показатель варианта с нулевой обработкой. Это указывает на необходимость периодического разрушения плужной подошвы в системе основной обработки почвы в севообороте

С.В. Брылева. – Красноярск, 2017. – 224 с.

4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
5. Тагиров М.Ш., Шакиров Р.С., Гиляев И.Г. Влияние способов основной обработки на водно-физические показатели почвы и продуктивность яровой пшеницы // Земледелие. – 2015. – № 8. – С. 20–21.
6. Дояренко А.Г. Факторы жизни растений. – М.: Колос, 1966. – С. 152–177.
7. Габбасова И.М., Сулейманов Р.Р., Хабиров И.К. и др. Влияние способов обработки почвы на свойства слабоэродированного чернозема выщелоченного // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2013. – Т. 15, № 3. – С. 1241–1345.

8. *Медведев В.В.* Твердость почвы. – Харьков, 2009. – 152 с.
9. *Прудникова А.Г.* Структура как фактор плодородия почв: учеб. пособие / Смолен. гос. с.-х. акад. – Смоленск, 2015. – 139 с.
10. *Бондарева В.Ю.* Твердость дерново-подзолистой почвы при различной обработке // Вестн. МГУ. Сер. Почвовед. – 1982. – № 2. – С. 21–27.
11. *Ворона Л.И., Медведев В.В. и др.* Полимеры повышают урожайность льна // Лен и конопля. – 1983. – № 6. – С. 29–30.
4. *Vadyunina A.F., Korchagina Z.A.* Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv pochv. – 3-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.
5. *Tagirov M.SH., SHakirov R.S., Gilaev I.G.* Vliyanie sposobov osnovnoj obra-botki na vodno-fizicheskie pokazateli pochvy i produktivnost' yarovoj psheni-cy // Zemledelie. – 2015. – № 8. – S. 20–21.
6. *Doyarenko A.G.* Faktory zhizni rastenij. – M.: Kolos, 1966. – S. 152–177.
7. *Gabbasova I.M., Sulejmanov R.R., Habirov I.K. i dr.* Vliyanie sposobov obrabotki pochvy na svojstva slabero-dirovannogo chernozema vshchelochennogo // Izv. Samar. nauch. centra RAN. – 2013. – T. 15, № 3. – S. 1241–1345.
8. *Medvedev V.V.* Tverdost' pochvy. – Har'kov, 2009. – 152 s.
9. *Prudnikova A.G.* Struktura kak faktor plodorodiya pochv: ucheb. posobie / Smolen. gos. s.-h. akad. – Smolensk, 2015. – 139 s.
10. *Bondareva V.YU.* Tverdost' dernovo-podzolistoj pochvy pri razlichnoj obrabotke // Vestn. MGU. Ser. Pochvoved. – 1982. – № 2. – S. 21–27.
11. *Vorona L.I., Medvedev V.V. i dr.* Polimery povyshayut urozhajnost' l'na // Len i konoplya. – 1983. – № 6. – S. 29–30.

Literatura

1. *Petdyaev O.V.* Produktivnost' zerno-vyh kul'tur i kukuruzy i plodorodie pochvy pri razlichnyh sistemah obrabotki v zernoparopropashnom sevoobro-te na yuzhnyh chernozemah Orenburgskoj oblasti: dis. ... kand. s.-h. nauk. – Orenburg, 2000. – 187 s.
2. *Pavlova O.G.* Pochvozashchitnaya vlagosbe-regayushchaya tekhnologiya osnovnoj obra-botki i uhoda za parom pod ozimuyu pshenicu na yuzhnyh chernozemah Oren-burzh'ya: dis. ... kand. s.-h. nauk. – Oren-burg, 2000. – 173 s.
3. Sistema zemledeliya Krasnoyarskogo kraja na landshaftnoj osnove: nauch.-prakt. rekomendacii / pod obshch. red.

