

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ПОД БИНАРНЫМИ ПОСЕВАМИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

М. А. Несмеянова, А. В. Дедов

ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I
394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1
E-mail: marina-nesmeyanova2012@yandex.ru

Поступила в редакцию 19 февраля 2018 г., принята к печати 26 ноября 2018 г.

В работе показано изменение основных агрофизических свойств почвы при возделывании подсолнечника с применением приемов биологизации на фоне различных способов основной обработки почвы. Исследования проводились в многофакторном стационарном опыте в юго-восточной части ЦЧР на черноземе типичном глинистом в период с 2011 по 2015 гг. Объектом исследования являлся слой почвы 0–30 см. Рассматривались бинарные посевы подсолнечника с многолетними бобовыми травами (донником желтым и люцерной синей), возделываемые на фоне совместного использования в качестве удобрений соломы ячменя (предшественника подсолнечника) и пожнивной сидерации (редька масличная и горчица белая). Возделывание подсолнечника осуществлялось в севообороте: пар – озимая пшеница – ячмень – ½ подсолнечник / ½ кукуруза. Минеральные удобрения в севообороте не применялись. Из вариантов основной обработки почвы изучались отвальная обработка на 20–22 см, безотвальное рыхление плоскорезом на 20–22 см и дисковая обработка почвы на 10–12 см.

Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом, плотность сложения почвы – буровым методом (Н. А. Качинский), структурно-агрегатный состав – методом сухого просеивания по Н. И. Саввинову, водопрочность почвенных агрегатов – методом мокрого просеивания по Н. И. Саввинову.

В результате исследований было установлено, что возделывание подсолнечника с применением приемов биологизации на фоне отвальной обработки почвы (вспашка на глубину 20–22 см) способствует формированию достаточных запасов доступной влаги и ее рациональному расходу в течение вегетационного периода культуры, поддержанию плотности сложения почвы в пределах оптимальных для подсолнечника значений, сохранению структуры почвы и повышению ее водопрочности.

Ключевые слова: подсолнечник, плотность, влажность, структура, водопрочность.

AGROPHYSICAL PROPERTIES OF SOIL UNDER BINARY SUNFLOWER CROPS

M. A. Nesmeyanova, A. V. Dedov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Department of Agriculture
1, Michurina St., Voronezh, 394087

The paper shows the change in the basic agrophysical properties of the soil at the cultivation of sunflower using the methods of biologization and various methods of primary tillage. The study has been carried out in 2011–2015 in a multifactorial inpatient experiment in the southeastern part of the Central Black Earth Region on the typical clay chernozem. The object of the study was the soil layer 0–30 cm. Binary sunflower crops with perennial legume grasses (yellow clover and blue alfalfa) cultivated with the use of barley straw (predecessor of sunflower) and green manure crop (oil radish and white mustard) as fertilizers are considered in the study. The sunflower has been cultivated in the following crop rotation: fallow – winter wheat – barley – ½ sunflower and ½ corn seeds. Mineral fertilizers in the rotation were not applied. Among the treatments of the main tillage, the moldboard ploughing to a depth of 20–22 cm, subsurface tillage with the cultivator to a depth of 20–22 cm and disk tillage to a depth of 10–12 cm have been studied. The soil moisture was determined gravimetrically, the soil bulk density – by the drilling method (N. Katchynsky), the structural-aggregate composition – by the dry screening of N. I. Savvinov, water stability of soil aggregates – by the method of wet screening (N. I. Savvinov). It was found that the cultivation of sunflower with the use of biologization methods and moldboard plowing (to the depth of 20–22 cm) contributes to the formation of sufficient reserves of available moisture and its rational consumption during the growing season of the crops, maintaining the soil bulk density within optimum values for sunflower, the preservation of the soil structure and the increase of the soil water resistance.

Key words: sunflower, density, moisture, structure, water resistance.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в условиях интенсивного ведения сельского хозяйства практически повсеместно отмечается технологическая деградация черноземных почв, выражающаяся в ухудшении их основных свойств, физического состояния и основных агрономических характеристик. В результате нерационального ведения сельскохозяйственной деятельности происходит так называемое агроистощение черноземов, сопровождающееся, как правило, их физической деградацией, т.е. нарушением сложения и ухудшением комплекса физических свойств.

Проблемы деградации черноземов в результате сельскохозяйственной деятельности вызваны, в первую очередь, несоблюдением технологий возделывания культур, причинами которого могут быть как стремление к получению максимальной прибыли с минимальными затратами, так и отсутствие побудительных стимулов к сохранению почвенного плодородия и государственного контроля за качеством сельскохозяйственных угодий, а также агрономическая неграмотность.

После перехода значительной части земель сельскохозяйственного назначения в частную собственность многие сельхозпроизводители перешли к возделыванию монокультур, имеющих высокую рыночную цену, что сопровождалось нарушениями оптимальной для зоны структуры посевных площадей и севооборотов (или полным их отсутствием), а также игнорированием мероприятий по сохранению и повышению плодородия почвы.

Значительное влияние на развитие физических деградационных процессов в почвах оказали применение тяжелой сельскохозяйственной техники, неграмотный и научно необоснованный переход к минимальной обработке и полный отказ от отвальных обработок почвы в севообороте, что, в свою очередь, привело к переуплотнению почвы, ухудшению ее структуры, а также снижению полевой влагоемкости и водопроницаемости (Трофимова, 1992).

Технические пропашные культуры предъявляют высокие требования к оптимальным физическим свойствам почвы. К ним в том числе относится подсолнечник, являющийся в ЦЧР основной масличной культурой. Удельный вес подсолнечника в структуре посевных площадей многих сельхозпроизводителей значительно превышает рекомендованные для зоны значения и зачастую достигает 25–30% и более. Интенсивные технологии возделывания данной культуры, приводящие к существенным нагрузкам на почву, связанным с использованием современных высокопроизводительных, но достаточно тяжелых сельскохозяйственных машин и техники, или, напротив, неграмотный переход к технологиям No-till вызывают ухудшение основных свойств почвы и интенсивное развитие деградационных процессов.

С целью изучения негативного влияния на почву деятельности человека, связанной с возделыванием подсолнечника, и выработки рекомендаций по обеспечению сохранения и повышения плодородия чернозема при высоких и

стабильных урожаях данной культуры кафедрой земледелия Воронежского ГАУ был заложен многофакторный стационарный опыт.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Почва опытного участка – чернозем типичный среднемощный глинистый. Содержание гумуса в слое почвы 0–30 см – 5,3%, сумма обменных оснований – 43,1 мг-экв. 100 г⁻¹ почвы, содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) – 113 и 184 мг кг⁻¹ соответственно, гидролизуемого азота – 62,9 мг кг⁻¹ почвы (Несмеянова, 2014).

Опыт заложен в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта (Доспехов, 1985). Размещение вариантов опыта систематическое, повторность трехкратная. Технология возделывания культур, за исключением изучаемых приемов, является общепринятой для ЦЧР.

Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом, плотность почвы – буровым методом (Н. А. Качинский), структурно-агрегатный состав – методом сухого просеивания по Н. И. Саввинову, водопропрочность почвенных агрегатов – методом мокрого просеивания по Н. И. Саввинову.

Опыт проводился по следующей схеме (Несмеянова, 2014):

Фактор А:

1. Одновидовой посев подсолнечника.
2. Бинарный посев подсолнечника с донником желтым по пожнивной сидерации редьки масличной.
3. Бинарный посев подсолнечника с донником желтым по пожнивной сидерации горчицы белой.
4. Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по пожнивной сидерации редьки масличной.
3. Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по пожнивной сидерации горчицы белой.

Фактор В:

1. Вспашка на глубину 20–22 см.
2. Дисковая обработка на глубину 10–12 см.
3. Плоскорезная обработка на глубину 20–22 см.

Возделывание подсолнечника осуществлялось в севообороте: пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник / кукуруза. Сорты культур: подсолнечник грызовый Посейдон 625, люцерна синяя Диана, донник желтый Сибирский 2, редька масличная Тамбовчанка, горчица белая Радуга.

По величине гидротермического коэффициента 2011 г. характеризовался слабой засушливостью (ГТК = 1,0), 2012 и 2013 гг. – избыточным увлажнением (ГТК = 1,6 и 2,3), 2014 и 2015 гг. – засушливостью (ГТК = 0,7 и 0,8).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из физических характеристик почвы, играющих важную роль в формировании высоких урожаев возделываемых культур, является ее влажность, величина которой во многом определяется количеством поступивших в почву осадков и их расходом. В связи с этим весьма важное значение имеют мероприятия, направленные на сохранение запасов доступной влаги в почве и снижение ее

потерь на непродуктивное испарение и поверхностный сток (Пичугин, 2008).

Основное количество осадков, из которого формируется запас необходимой для культур влаги, выпадает в течение периода от уборки предшественника до посева возделываемой культуры. При нерациональном ведении земледелия более половины осадков может быть потеряно в течение осенне-весеннего периода.

Результаты настоящего исследования показали, что такие приемы повышения плодородия почвы, как совместное использование в качестве органического удобрения соломы ячменя и зеленой массы пожнивных сидератов (редьки масличной и горчицы белой), обеспечивают формирование в слое почвы 0–50 см оптимальных для посевов подсолнечника запасов доступной влаги.

При проведении плоскорезной обработки почвы под подсолнечник на фоне совместного использования в качестве удобрений соломы и сидерата в слоях почвы 0–30 и 0–50 см было сформировано в среднем на 7,5 и 11,0 мм, а при проведении дисковой обработки – на 2,5 и 2,4 мм больше доступной влаги, чем в контроле. Кроме того, проведение плоскорезной обработки почвы под подсолнечник обеспечило формирование более высокого, чем при вспашке, запаса доступной влаги в слое почвы 0–100 см.

Следует отметить, что совместное использование в качестве удобрений соломы ячменя и пожнивных сидератов обеспечивает стабильное по годам формирование более высоких по сравнению с контролем запасов доступной влаги к началу вегетации подсолнечника.

Формирование оптимальных запасов доступной влаги в почве при совместном использовании в качестве удобрений соломы ячменя и поживной сидерации крестоцветных культур

обусловлено следующими факторами. Во-первых, дисковыми орудиями на поверхности почвы формируется рыхлый мульчирующий слой из растительных остатков предшествующей культуры. Во-вторых, разрыхление пахотного и подпахотного слоев почвы мощно развитой корневой системой поживного крестоцветного сидерата способствует проникновению выпадающих осадков в более глубокие слои почвы. В-третьих, поживный сидерат благодаря быстро развивающейся вегетативной массе обеспечивает хорошее затенение почвы, что содействует снижению температуры ее поверхности. В результате общие потери влаги в осенний период существенно сокращаются (Дедов, 2010, 2013; Коржов, 2009; Королев, 2008).

Кроме того, заделка в верхний слой почвы сидеральной массы при помощи безотвальных способов обработки способствует уменьшению глубины промерзания почвы, а также снижению потерь влаги на поверхностный сток и испарение в весенний период (Коржов, 2010; Трофимова, 1992).

Подсолнечник является засухоустойчивой культурой, однако, он тем не менее не обладает способностью к рациональному расходованию влаги (Павлюк, 2006). Поэтому разработка рекомендаций по снижению нерациональных потерь влаги в течение вегетационного периода данной культуры является весьма актуальной.

Результаты настоящего исследования показали, что при бинарных посевах подсолнечника с бобовыми травами расход доступной влаги в течение вегетационного периода культуры в зависимости от поживного сидерата и обработки почвы варьировался в пределах 19,4–30,8 мм в вариантах с донником желтым и в пределах 10,8–31,4 мм в вариантах с люцерной синей, что в большинстве случаев было значительно меньше расхода в контрольном варианте (табл. 1).

Таблица 1. Запасы доступной влаги в почве под подсолнечником в зависимости от изучаемых агроприемов (2011–2015 гг.).

Приемы биологизации и основной обработки почвы		Содержание доступной влаги в слое почвы (0–100 см), мм	
		всходы	полная спелость
Одновидовой посев (контр.)		145,8	115,9
Бинарный посев с донником	вспашка (20–22 см)	138,6	113,2
		140,0	117,0
Бинарный посев с люцерной		146,1	125,9
		145,5	116,2
Одновидовой посев		126,7	119,7
Бинарный посев с донником	дисковая обр. (10–12 см)	145,8	115,0
		147,4	119,8
Бинарный посев с люцерной		141,3	134,3
		140,4	129,6
Одновидовой посев		158,1	131,4
Бинарный посев с донником	плоскор. обр. (20–22 см)	160,4	141,0
		158,3	136,2
Бинарный посев с люцерной		160,3	141,9
		156,1	124,7

*Примечание: над чертой – редька масличная; под чертой – горчица белая.

Интенсивность влияния изучаемых приемов на агроклиматических показателей по годам влажность почвы существенно зависела от исследования.

Засушливые условия вегетационного периода (ГТК-1,0) не способствовали накоплению влаги в почве, в результате чего к наступлению полной спелости подсолнечника содержание доступной влаги в слое 0-100 см уменьшилось во всех изучаемых вариантах. Общее снижение показателя в почве под бинарными посевами подсолнечника с люцерной синей (39,6–55,3 мм) было значительно меньше, чем в контроле (68,8 мм). В почве под бинарными посевами подсолнечника с донником желтым отмечена отрицательная динамика запасов доступной влаги (46,3–73,3 мм).

С увеличением увлажненности вегетационного периода положительное влияние бинарных посевов на формирование запасов доступной влаги в почве стало более выраженным: в 2013 г. к фазе полной спелости культуры запасы влаги в метровом слое почвы увеличились на 14,6–44,5 мм под посевами с люцерной синей и на 11,4–25,0 мм под посевами с донником желтым. Более интенсивное накопление влаги (42,5–44,5 мм) было отмечено в почве под бинарными посевами подсолнечника с люцерной синей при использовании пожнивной сидерации редькой масличной и проведении вспашки и дисковой обработки.

Вполне очевидно, что рациональный расход доступной влаги из почвы в течение вегетационного периода бинарных посевов подсолнечника является результатом применения приемов биологизации. Во-первых, использование в качестве источников органического вещества соломы зерновых культур и посев поживного сидерата обеспечивают разуплотнение почвы. Во-вторых, формирующаяся и интенсивно развивающаяся в первый год корневая система бобовых трав дополнительно способствует разрыхлению пахотного и подпахотного слоев почвы. Благодаря таким биологическим дренажам повышается водопроницаемость почвы: влага хорошо впитывается и проникает в более глубокие слои почвы, что обеспечивает сокращение ее потерь на непродуктивное испарение и поверхностный сток. В-третьих, бобовые травы, произрастающие в совместных посевах с подсолнечником в нижнем ярусе, обеспечивают дополнительное затенение почвы, в результате чего нагревание ее поверхности уменьшается, а потери влаги на непродуктивное испарение снижаются (Луганцев, 2008).

В тесной взаимосвязи с влажностью почвы находится плотность ее сложения, оптимальная величина которой для подсолнечника находится в пределах 1,0–1,1 г см⁻³. Увеличение плотности почвы выше оптимальной приводит к ограничению роста корневой системы растений, а также снижению доступности влаги и обеспеченности воздухом (Пупонин, 2000). Важную роль в предупреждении данного негативного явления играют агротехнические мероприятия, направленные на повышение устойчивости почв к уплотнению. К ним в первую очередь относятся приемы по увеличению

содержания в почве органического вещества, мульчирование поверхности почвы и биологические приемы ее разрыхления.

На момент всходов подсолнечника значения плотности почвы во всех изучаемых вариантах существенно не различались. В дальнейшем в течение вегетационного периода культуры отмечено ее уплотнение. Но если в варианте с одновидовым посевом плотность почвы в слое 0–30 см увеличилась на 7,7%, то в вариантах с бинарными посевами подсолнечника с бобовыми травами ее повышение было менее значительным и составило 3,0–6,8%. При этом увеличение плотности почвы в варианте со вспашкой происходило более интенсивно, чем в вариантах с применением безотвальных приемов основной обработки почвы.

Одним из важнейших факторов плодородия почвы является ее структура. Структурная почва обеспечивает формирование оптимальных условий водного, воздушного и теплового режимов, что, в свою очередь, обуславливает активную микробиологическую деятельность, мобилизацию и доступность для растений основных элементов питания (Вадюнина, 1986). Поэтому разработка приемов создания агрономически ценной структуры является в настоящее время одной из наиболее актуальных задач научных исследований.

Изучение различных способов основной обработки почвы под подсолнечник и приемов повышения плодородия почвы показало, что во всех изучаемых вариантах слой почвы 0–30 см характеризовался хорошим агрегатным состоянием. При этом наилучшие показатели были отмечены в варианте с проведением вспашки, где коэффициент структурности варьировался в пределах 2,53–3,24 (табл. 2).

К концу вегетационного периода подсолнечника во всех вариантах установлено снижение коэффициента структурности. Но если при одновидовом посеве подсолнечника на фоне вспашки коэффициент структурности к концу вегетационного периода культуры уменьшился на 0,64 единиц, то при бинарных посевах – на 0,40 единиц. В вариантах с проведением безотвальных обработок почвы уменьшение коэффициента структурности было менее выраженным: на 0,26–0,40 ед. при дисковой обработке и на 0,24–0,26 ед. при плоскорезной обработке.

Самой низкой водопрочностью характеризовались почвы под одновидовыми посевами подсолнечника на фоне всех изученных приемов основной обработки почвы – снижение количества водопрочных агрегатов составило 1,44–2,69 абс. %. В почве под бинарными посевами подсолнечника на фоне вспашки к наступлению полной спелости культуры произошло увеличение количества водопрочных агрегатов в слое почвы 0–30 см на 0,63–1,61% (табл. 3).

Таблица 2. Коэффициент структурности почвы под подсолнечником, слой 0–30 см (2011–2015 гг.)

Обработка почвы (А)	Приём биологизации (В)	Коэффициент структурности	
		всходы	полная спелость
Вспашка (20–22 см)	одновидовой посев	2,85	2,21
	бин. пос. с донн. по ред.	3,24	2,72
	бин. пос. с дон. по горч.	2,88	2,59
	бин. пос. с люц. по ред.	2,67	2,28
	бин. пос. с люц. по горч.	2,53	2,10
Дисковая обработка (8–10 см)	одновидовой посев	2,66	2,16
	бин. пос. с донн. по ред.	2,83	2,38
	бин. пос. с дон. по горч.	2,49	2,13
	бин. пос. с люц. по ред.	2,46	2,27
	бин. пос. с люц. по горч.	2,10	1,77
Плоскорезная обработка (20–22 см)	одновидовой посев	1,82	1,47
	бин. пос. с донн. по ред.	2,27	2,10
	бин. пос. с дон. по горч.	2,38	2,06
	бин. пос. с люц. по ред.	2,40	2,12
	бин. пос. с люц. по горч.	2,27	2,02
НСР ₀₅ (для частных различий)		0,45	
НСР ₀₅ (для фактора А: обработка почвы)		0,14	
НСР ₀₅ (для фактора В: приём биологиз.)		0,18	
НСР ₀₅ (для факторов А+В)		0,32	

Таблица 3. Водопрочность почвы под подсолнечником, слой 0–30 см (2011–2015 гг.)

Обработка почвы (А)	Приём биологизации (В)	Водопрочность, %	
		всходы	полная спелость
Вспашка (20–22 см)	одновидовой посев	80,89	79,10
	бин. пос. с донн. по ред.	76,00	76,91
	бин. пос. с дон. по горч.	76,26	76,89
	бин. пос. с люц. по ред.	77,87	78,65
	бин. пос. с люц. по горч.	76,81	78,42
Дисковая обработка (8–10 см)	одновидовой посев	83,62	80,93
	бин. пос. с донн. по ред.	81,69	81,23
	бин. пос. с дон. по горч.	78,35	78,93
	бин. пос. с люц. по ред.	80,95	79,53
	бин. пос. с люц. по горч.	80,67	80,99
Плоскорезная обработка (20–22 см)	одновидовой посев	80,21	78,77
	бин. пос. с донн. по ред.	81,64	82,12
	бин. пос. с дон. по горч.	79,18	79,59
	бин. пос. с люц. по ред.	79,85	81,44
	бин. пос. с люц. по горч.	81,43	79,59
НСР ₀₅ (для частных различий)		1,11	
НСР ₀₅ (для фактора А: обработка почвы)		0,98	
НСР ₀₅ (для фактора В: приём биологиз.)		1,27	
НСР ₀₅ (для факторов А + В)		2,20	

Существенное положительное влияние приемов биологизации на формирование агрономически ценной структуры почвы обусловлено воздействием на почву многолетних бобовых трав, мощная и глубоко проникающая корневая система которых способна обеспечить расчленение почвы на структурные отдельные. Поступление в почву свежего органического вещества с зеленой массой пожнивного сидерата и нетоварной частью ячменя, а также корневые выделения бобовых трав вызывают активизацию микробиологической деятельности и необратимую коагуляцию подвижных органических и минеральных коллоидов, в результате чего происходит увеличение количества водопрочных

агрегатов и формирование агрономически ценной структуры.

ВЫВОДЫ

С целью сохранения структуры почвы, повышения ее водопрочности, а также формирования оптимальной плотности почвы и достаточных запасов доступной влаги целесообразно осуществлять возделывание подсолнечника в бинарных посевах с многолетними бобовыми травами. Наиболее оптимальным вариантом является возделывание на фоне совместного использования в качестве удобрений соломы ячменя и пожнивной сидерации крестоцветных культур с проведением вспашки на глубину 20–22 см.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
- Дедов А. В., Драчев Н. А. Биологизация земледелия ЦЧР. Воронеж: ВГАУ, 2010. 171 с.
- Дедов А. В., Несмеянова М. А., Болучевский Д. А. Влияние бобовых трав и приемов основной обработки почвы на ее влажность и урожайность культур севооборота // Растениеводство: научные итоги и перспективы. Сборник статей. Воронеж: ВГАУ, 2013. С. 287–293.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Коржов С. И., Трофимова Т. А., Черников А. С. Изменение физических свойств чернозема выщелоченного при сельскохозяйственном использовании // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2009. № 3. С. 34–36.
- Коржов С. И., Трофимова Т. А., Маслов В. А., Пичугин А. П. Обработка почвы в ЦЧР. Воронеж: ВГАУ, 2010. 199 с.
- Королев Н. Н., Морозова Е. В., Коржов С. И. Применение сидератов в севооборотах ЦЧЗ // Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник статей. 2008. С. 93–96.
- Луганцев Е. П. и др. Бинарные посевы подсолнечника и бобовых трав и сохранение плодородия почвы // Земледелие. 2008. № 4. С. 22–23.
- Несмеянова М. А. Плодородие чернозема типичного и урожайность подсолнечника при различных приемах биологизации и обработки почвы в лесостепи ЦЧР: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2014. 23 с.
- Павлюк Н. Т., Павлюк П. Н., Фомин Е. В. Подсолнечник в Центрально-Черноземной зоне России: монография. Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2006. 226 с.
- Пичугин А. П. Режим влажности выщелоченного чернозема под озимой пшеницей в зависимости от предшественника и способа повышения плодородия почвы // Зерновое хозяйство. 2008. № 1. С. 25–26.
- Пупонин А. И. Земледелие. М.: Колос, 2000. 550 с.
- Трофимова Т. А. Влияние способов и глубины основной обработки чернозема обыкновенного на свойства почвы и урожайность культур. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Воронеж, ФГБОУ ВО ВГАУ. 1992. 19 с.

REFERENCES

- Vadyunina A. F., Korchagina Z. A. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* [Methods for studying physical properties of soils]. 3-e izd., pererab. i dop. Moscow: Agropromizdat, 1986. 416 p.
- Dedov A. V., Drachev N. A. *Biologizatsiya zemledeliya CCHR* [Biologization of agriculture in the Central-chnozem region]. Voronezh: VGAU, 2010. 171 p.
- Dedov A. V., Nesmeyanova M. A., Boluchevskij D. A. Vliyanie bobovyh trav i priemov osnovnoj obrabotki pochvy na ee vlazhnost' i urozhajnost' kul'tur sevooborota [Influence of leguminous grasses and methods of basic tillage on its moisture content and yield of crops in crop rotation] // *Rastenievodstvo: nauchnye itogi i perspektivy: sbornik statej* [Crop production: scientific results and prospects: Digest of articles]. Voronezh: VGAU, 2013, pp. 287–293.
- Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
- Korzhov S. I., Trofimova T. A., Chernikov A. S. Izmenenie fizicheskikh svoystv chernozema vyshchelochennogo pri sel'skohozyajstvennom ispol'zovanii [Changes in the physical properties of leached chernozem during agricultural use] // *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki*, 2009, no. 3, pp. 34–36.
- Korzhov S. I., Trofimova T. A., Maslov V. A., Pichugin A. P. *Obrabotka pochvy v CCHR* [Soil cultivation in Central-chnozem region]. Voronezh: VGAU, 2010. 199 p.
- Korolev N. N., Morozova E. V., Korzhov S. I. Primenenie sideratov v sevooborotah CCHZ [The use of siderates in the crop rotation of the Central Chernozem Region] // *Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu. Sbornik statej* [Agricultural science – agriculture: a collection of articles]. 2008, pp. 93–96.
- Lugancev E. P. i dr. Binarnye posevy podsolnechnika i bobovyh trav i sohranenie plodorodiya pochvy [Binary crops of sunflower and legumes and conservation of soil fertility] // *Zemledelie*, 2008, no. 4, pp. 22–23.
- Nesmeyanova M. A. *Plodorodie chernozema tipichnogo i urozhajnost' podsolnechnika pri razlichnyh priemah biologizatsii i obrabotki pochvy v lesostepi CCHR* [The fertility of typical chernozem and the yield of sunflower with various methods of biotization and soil cultivation in the forest-steppe of the Central Black Earth Region. Abstr. Diss. of cand. agric. sci.]. Voronezh, FGBOU VPO VGAU, 2014. 23 p.
- Pavlyuk N. T., Pavlyuk P. N., Fomin E. V. *Podsolnechnik v Central'no-CHernozemnoj zone Rossii: monografiya* [Sunflower in the Central Black Earth Zone of Russia: monograph]. Voronezh: FGOU VPO VGAU, 2006. 226 p.
- Pichugin A. P. Rezhim vlazhnosti vyshchelochennogo chernozema pod ozimoy pshenicej v zavisimosti ot predshestvennika i sposoba povysheniya plodorodiya pochvy [The moisture regime of leached chernozem under winter wheat, depending on the precursor and the method of increasing soil fertility] // *Zernovoe hozyajstvo*, 2008, no. 1, pp. 25–26.
- Puponin A. I. *Zemledelie* [Agriculture]. Moscow: Kolos, 2000. 550 p.
- Trofimova T. A. *Vliyanie sposobov i glubiny osnovnoj obrabotki chernozema obyknovennogo na svoystva pochvy i urozhajnost' kul'tur* [Influence of methods and depth of basic treatment of ordinary chernozem on soil properties and crop yields]. [Abstr. diss. cand. agric. sci.]. Voronezh, FGBOU VO VGAU, 1992. 19 p.