

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-165-172

УДК: 631.452:633.854.78

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

А.А. МНАТСАКАНЯН, кандидат сельскохозяйственных наук
ORCID ID: 0000-0002-1214-1068, E-mail: newagrotech2015@mail.ru

ФГБНУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЗЕРНА ИМЕНИ П.П. ЛУКЬЯНЕНКО»

Основная обработка почвы – один из факторов, влияющих на плодородие почвы и урожайность возделываемых культур. Исследования по данной тематике всегда актуальны ввиду их большой значимости для каждого региона Российской Федерации. В данной статье представлен материал по изучению различных систем основной обработки почвы, их влияние на плодородие чернозема выщелоченного малогумусного сверхмощного и урожайность подсолнечника. Исследования проводились в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко» на базе агротехнологического отдела, лаборатории земледелия, расположенного в центральной зоне Краснодарского края.

В ходе исследований выявлено, что лучшие агрохимические свойства имеет почва, обрабатываемая на протяжении двух ротаций по технологии – минимальная мульчирующая с разуплотнением, где содержание органического вещества составило 3,83%, нитрификационная способность 16,2 мг/кг почвы, с содержанием $N-NO_3$ – 8,5; P_2O_5 – 64,6 и K_2O – 38,6 мг/кг почвы. Оценка изменения агрофизических свойств почвы выявила, что применение минимальных технологий на протяжении длительного периода увеличивает содержание агрономически ценных агрегатов на 4,3-5,1%, коэффициент структурности на 0,30-0,36, водопрочность на 4,8%, уступая лишь по плотности почвы в сравнении с традиционной обработкой.

Урожайность подсолнечника, полученная в ходе исследований, и учет водообеспеченности этой культуры позволил определить, что на минимальных обработках менее рационально расходуется влага. Так, на создание 1 ц зерна по минимальной мульчирующей с разуплотнением технологии потребовалось 119,5 м³ воды, по минимальной мульчирующей – 135,8 м³, тогда как на традиционной данный показатель ниже на 4,8-21,1 м³, соответственно.

Ключевые слова: система основной обработки почвы, агрохимические и агрофизические свойства почвы, водный баланс, водообеспеченность, урожайность, подсолнечник.

CHANGES IN SOIL FERTILITY INDICES OF LEACHED BLACK SOIL IN SUNFLOWER CROPS DEPENDING ON THE BASIC TILLAGE SYSTEMS

FSBSI «P.P. LUKYANENKO NATIONAL CENTER FOR GRAIN»

A.A. Mnatsakanyan, ORCID ID: 0000-0002-1214-1068

Abstract: *Basic soil tillage is one of the factors affecting soil fertility and the yield of cultivated crops. Research on this topic is always relevant due to their great importance for each region of the Russian Federation. This article presents material on the study of various systems of basic soil cultivation, their effect on the fertility of leached low-humus superpowerful chernozem and the yield of sunflower. Studies were performed at FSBSI «P.P. Lukyanenko National Center for Grain» on the basis of the agrotechnological department, the laboratory of agriculture, located in*

the central zone of the Krasnodar Territory.

In the course of research, it was revealed that the best agrochemical properties are possessed by the soil cultivated during two rotations according to the technology - the minimum mulching with decompaction, where the content of organic matter was 3.83%, nitrification capacity 16.2 mg/kg soil, with content N-NO₃ – 8.5; P₂O₅ – 64.6 and K₂O – 38.6 mg/kg soil. The assessment of changes in the agrophysical properties of the soil revealed that the use of minimal technologies over a long period increases the content of agronomically valuable aggregates by 4.3-5.1%, the structural coefficient by 0.30 - 0.36, water resistance by 4.8%, second only in soil density compared to traditional tillage.

The yield of sunflower obtained in the course of research and taking into account the water supply of this crop made it possible to determine that moisture is less rationally spent on minimal treatments. So, for the creation of 1 centner of grain according to the minimum mulching with decompaction technology, 119.5 m³ of water was required, according to the minimum mulching - 135.8 m³, while for the traditional one this indicator is 4.8-21.1 m³ lower, respectively.

Keywords: system of basic tillage, agrochemical and agrophysical soil properties, water balance, water availability, productivity, sunflower.

Введение

Подсолнечник является одной из основных масличных культур, выращиваемых в нашей стране, под ним занято более 2 млн. га. По мнению большинства учёных, основную роль в формировании урожая подсолнечника играют запасы влаги в почве, накопившиеся в осенне-зимний и ранневесенний периоды. Подсолнечник имеет достаточно мощную корневую систему, поэтому может использовать воду и питательные вещества из достаточно большого объёма почвы.

Доступным и действенным средством повышения культуры земледелия является система основной обработки почвы, которая должна быть направлена на максимальное накопление и сохранение влаги [1].

Увеличение глубины рыхления почвы изменяет мощность корнеобитаемого слоя, из которого растения могут использовать доступную влагу, что улучшает влагообеспеченность посевов. Результаты исследований Б.М. Кушенова [2] показали, что периодические глубокие отвальные обработки способствовали лучшей увлажнённости метрового слоя почвы. Исследования С.Н. Шевченко и В.А. Корчагина [3], проведенные на черноземах Среднего Поволжья показали, что безотвальная обработка почвы имеет некоторое преимущество в накоплении влаги. Е. Герасименко с соавторами [4] также указывают, что использование безотвальных систем земледелия позволяет получить больший запас влаги для растений особенно в регионах, в которых низкий уровень осадков. На основании длительных исследований на черноземе обыкновенном С.В. Рымарь [5] и В.И. Турусов и др. [6] пришли к одинаковому выводу, что ни один из способов обработки почвы существенно не улучшал водный режим, в равной степени накапливая влагу осенне-зимне-весенних осадков.

О влиянии способов обработки почвы на её структурное состояние среди ученых также нет единого мнения. По мнению Н.А. Максютова с соавторами [7], на черноземе обыкновенном и типичном минимальные обработки почвы не оказывали отрицательного действия на изменение плотности почвы. Наблюдения Г.Н. Черкасова и И.Г. Пыхтина [8] показали тенденцию увеличения плотности почвы к концу второй ротации севооборота при минимальной обработке.

По утверждению Ф.Г. Бакирова [9], минимализация обработки в сравнении со вспашкой повышает в пахотном слое общее количество агрономически ценных структурных агрегатов. По данным исследований последних лет доктор Дитмар Шмидт (2008) отмечает улучшение структуры практически всех распространенных типов почв на минимальных обработках [10].

Отвальная обработка почвы весьма энергоёмка, при поверхностной же существенно сокращаются затраты на ГСМ, увеличивается производительность труда, наблюдается

снижение трудозатрат по отношению к отвальной вспашке [1].

При формировании урожая сельскохозяйственных культур важную роль играет обеспеченность почвы доступными формами элементов питания. Азот является одним из основных элементов питания для растений. Исследования А.Л. Качанина и др. [11] показали, что больше нитратного азота образуется при обработке с оборачиванием почвенного слоя и обычной глубине рыхления. По плоскорезной обработке нитратного азота в почве содержалось на 2,35 мг/кг почвы меньше, чем по вспашке. При переходе на минимальную обработку снижается интенсивность минерализации органического вещества, что, в свою очередь, чревато ухудшением азотного режима и увеличением потребности в применении азотных удобрений.

Длительные исследования Н.А. Максютова и его сотрудников [7] показали, что эффективность ресурсосберегающей минимальной обработки почвы в различных зонах неодинакова и во многом зависит от степени окультуренности почвы, её механического состава, содержания гумуса, предшественника, засоренности полей, погодных и других условий. Поэтому при освоении новых технологий важно строго увязывать их с природными и экономическими условиями.

Одним из основных районов широкого возделывания подсолнечника в нашей стране является Северный Кавказ и, в частности, Краснодарский край.

Агроклиматические условия Краснодарского края, как доказывают наука и практика, позволяют не только выращивать подсолнечник с высокой рентабельностью производства при соблюдении научно обоснованной технологии, но и в годы с благоприятным сочетанием тепла и влаги, обеспечивать получение высоких урожаев культуры [4].

Таким образом, проведенный анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что исследования по изучению систем основной обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур остаются весьма актуальной задачей.

Цель исследований: изучить влияние систем основной обработки почвы на изменение показателей почвенного плодородия чернозема выщелоченного в посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях центральной зоны Краснодарского края.

В задачи исследований входило:

- изучение влияния систем основной обработки почвы на агрохимические показатели плодородия;
- определение действия систем основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия;
- установление влияния систем основной обработки почвы на изменение водного баланса и запасов продуктивной влаги при возделывании подсолнечника.

Материалы и методы

Исследования проводились на базе агротехнологического отдела, лаборатории земледелия. Почва зоны представлена черноземом выщелоченным малогумусным сверхмощным. Климат умеренно-континентальный, умеренно-засушливый, с коэффициентом увлажнения 0,30-0,40.

Системы основной обработки почвы изучаются в стационаре, который заложен в 2008 году и состоит из шестипольного севооборота. Площадь стационара 10,2 га, площадь одного поля – 1,3 га, а элементарного участка (по способу обработки почвы) – 0,43 га. Севооборот включает чередование следующих культур: озимая пшеница, соя, озимая пшеница, подсолнечник, озимая пшеница, кукуруза на зерно.

Предшественником являлась озимая пшеница, после уборки которой почву подготавливали по трем системам основной обработки для последующего посева подсолнечника: традиционная система основной обработки почвы, предусматривающая вспашку; система мульчирующей минимальной обработки почвы с разуплотнением один раз в два года (под пропашные культуры); система мульчирующей минимальной обработки исключает глубокие обработки почвы.

Отбор почвенных образцов и их подготовку проводили согласно ГОСТу 17.4.4.02-84, патроном объёмом 200 см³ в пятикратной повторности на глубину 0-30 см. Водопрочность определяли по методике Андрианова–Качинского, агрегатный состав – методом сухого фракционирования образцов по методу Н. И. Савинова, общую пористость – расчётным путём [12, 13]. Содержание органического вещества в почве по ГОСТ 26213-94 [14]. Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985).

Результаты и их обсуждение

Анализ почвы для определения изменения агрохимических свойств в 0–30 см слое почвы в зависимости от систем основной обработки при возделывании подсолнечника проводили в III декаде июня месяца, данные которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические свойства почвы в 0-30 см слое в зависимости от систем основной обработки почвы под посевом подсолнечника (2018-2020 гг.)

Система основной обработки почвы	Содержание органического вещества, %	Нитрификационная способность, мг/кг	Содержание биогенных элементов, мг/кг почвы			рН _{сол.}
			N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Традиционная	3,51	16,8	7,9	50,3	394,0	5,1
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	3,83	16,2	8,5	64,6	380,6	5,1
Минимальная мульчирующая	3,79	15,0	7,2	68,6	399,0	5,1
НСР ₀₅	0,13	0,7	0,3	2,1	15,1	–

Исходное содержание органического вещества, определенного в 2007 году при закладке стационара, составило 3,57%. Анализ средних данных, полученных в период с 2018 по 2020 годы (конец второй-начало третьей ротации) выявил, что на традиционной системе обработки почвы его содержание не изменилось. Тогда как на разуплотняющей и минимальной технологиях отмечено его увеличение на 0,22-0,26%, по отношению к исходному содержанию и на 0,28-0,32% в сравнении с традиционной обработкой. При вспашке идет насыщение почвы кислородом, микроорганизмы интенсивно перерабатывают органическое вещество в биогенные элементы, доступные растениям, в результате его содержание снижается. Повышение органического вещества на минимальных обработках обусловлено также сохранением пожнивных остатков на поверхности почвы.

Следует отметить, что нитрификационная способность почвы, содержание нитратного азота, обменного калия не зависели от системы основной обработки почвы. В то время как количество подвижного фосфора на минимальных мульчирующих обработках превышало на 28,4-34,4% содержание его на традиционной обработке.

С содержанием органического вещества напрямую связано изменение агрофизических свойств почвы (табл. 2). Наблюдения в ходе исследований показали, что наименьшая плотность почвы отмечена на традиционной обработке – 1,23 г/см³, что уступает на 4,1 и 5,7 минимальной мульчирующей с разуплотнением и минимальной мульчирующей обработкам почвы, оптимальной плотностью черноземных почв является 1,10-1,30 г/см³. Таким образом, исследования показали, что хотя традиционная обработка почвы по плотности и имеет существенную разницу с минимальными обработками, но полученные данные находятся в пределах допустимых значений.

Таблица 2

Агрофизические свойства почвы в 0-30 см слое в зависимости от систем основной обработки почвы под посевом подсолнечника (2018-2020 гг.)

Система основной обработки почвы	Плотность почвы, г/см ³	Содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-0,0 мм), %	Коэффициент структурности почвы	Водопрочность, %	Общая пористость, %
Традиционная	1,23	60,1	1,51	59,8	52,6
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	1,28	64,4	1,81	63,4	52,7
Минимальная мульчирующая	1,30	65,2	1,87	63,8	51,4
НСР ₀₅	0,04	2,6	0,05	2,2	1,6

Наблюдения в ходе исследований показали, что наименьшая плотность почвы отмечена на традиционной обработке – 1,23 г/см³, что уступает на 4,1 и 5,7 минимальной мульчирующей с разуплотнением и минимальной мульчирующей обработкам почвы, оптимальной плотностью черноземных почв является 1,10–1,30 г/см³. Таким образом, исследования показали, что хотя традиционная обработка почвы по плотности и имеет существенную разницу с минимальными обработками, но полученные данные находятся в пределах допустимых значений.

Агрономически ценными являются почвенные агрегаты диаметром 0,25–10,0 мм, обладающие пористостью и водопрочностью. Анализ полученных данных показал, что их содержание на традиционной системе обработки почвы составило 60,1%, тогда как на минимальной с разуплотнением и минимальной мульчирующей обработках выше на 4,3 и 5,1%, соответственно.

Коэффициент структурности («К») почвы основан на количестве агрономически ценных агрегатов и используется для качественной оценки структуры. При «К» больше 1,5 считается отличное агрегатное состояние, от 1,5 до 0,67 – хорошее агрегатное состояние. На всех изучаемых вариантах опыта коэффициент структурности свидетельствует об отличном агрегатном состоянии. Однако следует отметить, что на традиционной обработке оно ближе к хорошему.

Изучаемые системы основной обработки почвы при возделывании подсолнечника неодинаково влияли на водопрочность почвенных агрегатов. Так, при традиционной системе обработки водопрочность составила 52,6%. Применение минимальных мульчирующих обработок привело к улучшению водопрочности, показатели которой превышали традиционную в среднем на 3,8%. Следует отметить, что изучаемые системы основной обработки почвы существенно не влияли на изменение общей пористости, которая варьировала от 51,4 до 52,7%.

Подсолнечник в течение вегетации потребляет из почвы значительное количество влаги. Запасы продуктивной влаги под посевом подсолнечника определяли на глубине 0–1,0 м, отбор образцов почвы проводили в начале вегетации и в конце.

На рисунке 1 представлены данные по запасам продуктивной влаги в начале вегетации.

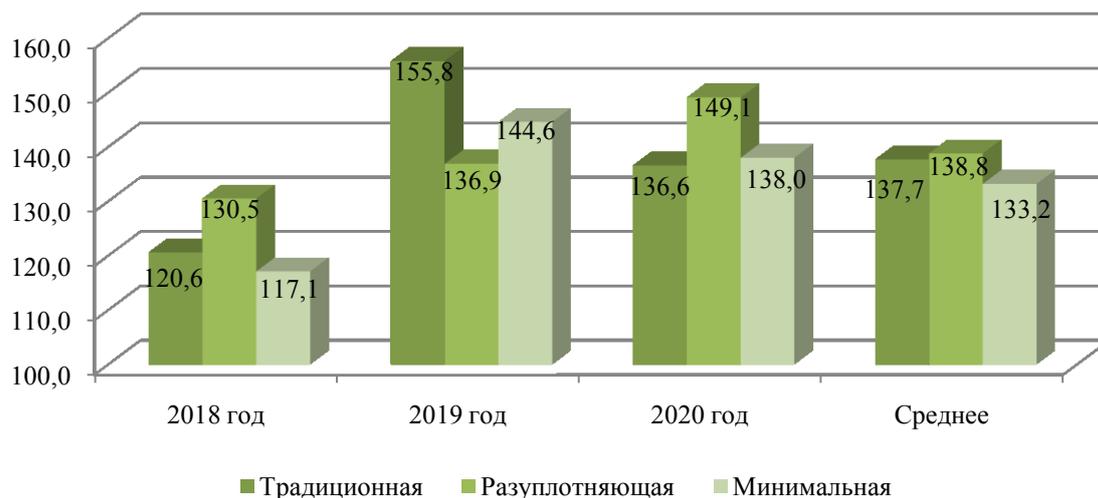


Рис. 1. Запасы продуктивной влаги под посевом подсолнечника в 0-1,0 м слое, в зависимости от системы основной обработки почвы (начало вегетации), мм

Запасы продуктивной влаги в начале вегетации формируются за счет выпавших осадков в осенне-зимний-весенний период. В исследуемые годы наиболее засушливые погодные условия сложились в 2018 году, когда запасы продуктивной влаги не зависели от обработок почвы и в среднем составили 122,7 мм, что на 23,1 мм ниже, чем в 2019 году и на 18,3 мм, чем в 2020 году. Отметим, что за исследуемый период не выявлено закономерной зависимости накопления влаги в почве от изучаемых систем основной обработки. Однако анализ средних данных показал, что на традиционной и разуплотняющей обработках запасов продуктивной влаги накопилось на 4,5 и 5,6 мм выше, чем на минимальной, соответственно.

Данные по запасам продуктивной влаги в конце вегетации озимой пшеницы наглядно представлены на рисунке 2.

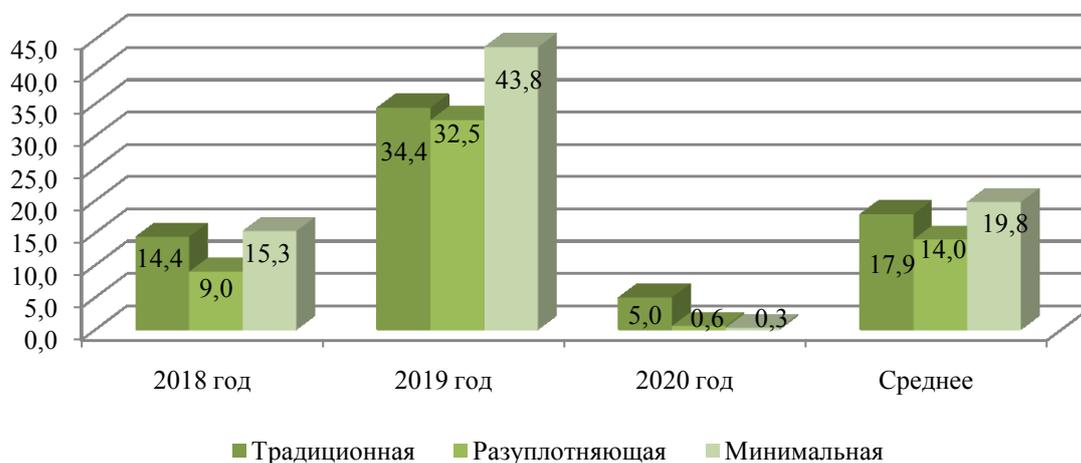


Рис. 2. Запасы продуктивной влаги под посевом подсолнечника в 0-1,0 м слое, в зависимости от системы основной обработки почвы (конец вегетации), мм

К концу вегетации подсолнечника количество продуктивной влаги в почве зависело от погодных условий исследуемого периода. Так, в наиболее засушливом 2020 году запасы продуктивной влаги в 0-1,0 м слое почвы составили в среднем по обработкам 1,97 мм, тогда как в 2018 году их количество выше на 10,93 мм, а в 2019 году – на 34,93 мм. Анализ средних данных по годам выявил, что запасы продуктивной влаги на традиционной системе обработки составили 17,9 мм, что выше разуплотняющей на 3,9 мм и ниже минимальной на 1,9 мм.

Водный баланс почвы и водообеспеченность под посевом подсолнечника в зависимости от системы основной обработки почвы представлены за 2020 год (табл. 3).

Таблица 3

Водный баланс почвы и водообеспеченность под посевом подсолнечника в зависимости от системы основной обработки почвы, 2020 год

Показатели	Система основной обработки почвы		
	традиционная	минимальная мульчирующая с разуплотнением	минимальная мульчирующая
Запасы продуктивной влаги в начале вегетации в слое 0–100 см, мм	136,6	149,1	138,0
Запасы продуктивной влаги в конце вегетации в слое 0–100 см, мм	5,0	0,6	0,3
Сумма осадков за вегетационный период, мм	189,6	189,6	189,6
Суммарное водопотребление, мм	321,2	338,1	327,3
Урожайность подсолнечника, ц/га	28,0	28,3	24,1
Коэффициент водопотребления, м ³ /ц	114,7	119,5	135,8

Рассмотрим эффективность использования влаги посевами подсолнечника, о которой можно судить по коэффициенту водопотребления. Наиболее рациональное использование влаги на традиционной системе основной обработки почвы: коэффициент водопотребления – 114,7 м³/ц. Этот показатель несколько меньше на 4,8 м³/ц на минимальной мульчирующей с разуплотнением. Следует отметить, что непроизводительное потребление продуктивной влаги подсолнечником отмечено на минимальной мульчирующей обработке, где коэффициент водопотребления на 18,4% выше, чем на традиционной обработке.

В ходе исследований было выявлено, что традиционная система основной обработки почвы способствует снижению содержания органического вещества в почве, уменьшает количество агрономически ценных агрегатов и ее водопрочность. Применение минимальных мульчирующих систем основной обработки почвы позволяет улучшить ее структуру и водопрочность. Следует отметить, что в засушливых условиях 2020 года отмечено снижение урожайности и повышение коэффициента водопотребления на минимальной мульчирующей обработке.

Заключение

Таким образом, при возделывании сельскохозяйственных культур целесообразно придерживаться разуплотняющей системы основной обработки почвы, так как данная обработка позволяет улучшить агрохимические свойства почвы, повышая содержание органического вещества до 3,83%, что выше, чем на традиционной обработке на 0,32%. Отмечено повышение содержания биогенных элементов: N-NO₃ – 12,6% (в среднем по традиционной и минимальной); P₂O₅ – 28,4% (в сравнении с традиционной).

Наблюдения выявили улучшение агрофизических свойств почвы при разуплотняющей системе основной обработки почвы, где идет увеличение содержания агрономически ценных агрегатов на 4,3% и улучшение коэффициента структурности почвы и водопрочности на 1,81 и 63,4%, соответственно. Отмечено переуплотнение почвы в сравнении с традиционной обработкой на 0,5 г/см³, однако полученные данные находятся в пределах допустимых значений.

Урожайность подсолнечника по разуплотняющей технологии такая же, что и по традиционной, но существенно, на 4,2 ц превосходит минимальную обработку. На разуплотняющей технологии коэффициент водопотребления составил 119,5 м³/ц, что на 4,8 м³/ц уступает традиционной и на 163 м³/ц превосходит минимальную обработку почвы.

Литература

- 1 Васюков П. П., Цыганков В. И., Кулик В. А. Система мульчирующей минимальной обработки почвы под озимую пшеницу // Земледелие. – 2011. – № 1. – С. 19-20.
- 2 Кушенов Б. М. Продуктивность кормовых севооборотов в зависимости от обработки почвы // Земледелие. – 2000. – № 6. – С. 15-17.
- 3 Шевченко С. Н., Корчагин В. А. Ресурсосберегающая технология обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья // Земледелие. – 2008. – № 3. – С.26–27.
4. Герасименко Е., Шайкин В., Зайцева И., Бандарь А. При отказе от плуга действуют особые требования к защите растений // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 48-50.
5. Рымарь С. В. Длительное применение основной обработки и плодородие чернозема обыкновенного // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 22–23.
6. Турусов В. И., Гармашов В. М., Шевченко В. А. Возможности минимализации обработки черноземных почв в Воронежской области // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – Т. 28. – № 12. – С. 5-8
7. Максютнов Н. А., Кремер Г. А., Жданов В. М. Зональные особенности основной обработки почвы в Оренбургской области // Земледелие. – 2001. - № 1. – С. 17-18.
8. Черкасов Г. Н., Пыхтин И. Г., Гостев А. В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах. // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 13-16.
9. Бакиров Ф. Г. Влияние ресурсосберегающих систем обработки на агрофизические и почвозащитные свойства чернозема южного и урожайность зерновых // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 19-21.
10. Дитмар Шмидт. Отказ от плуга возможен на любых почвах и культурах // Новое сельское хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 56–59.
11. Качанин А. Л. и др. Обработка почвы и её плодородие // Материалы VII Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 25-28 марта 2003 г. – Ч.1. – Белгород: БелГСХА, 2003. – С. 20-21.
12. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов // М.: – 1973. – 399 с.
13. Качинский, Н. А. Физика почвы. Часть 1. // М.: Высшая школа, 1965. – 257 с.
14. ГОСТ 26213-94. Методы определения органического вещества. Государственный стандарт союза ССР. – М.: 1991. – 8 с.

References

1. Vasyukov P. P., Tsygankov V. I. , Kulik V. A. Sistema mul'chiruyushchei minimal'noi obrabotki pochvy pod ozimuyu pshenitsu [Mulching system for minimum tillage for winter wheat]. *Zemledelie*, 2011, no. 1. pp. 19-20.
2. Kushenov B.M. Produktivnost' kormovykh sevooborotov v zavisimosti ot obrabotki pochvy [Productivity of forage crop rotations depending on soil cultivation]. *Zemledelie*, 2000, no. 6, pp. 15-17. (In Russian)
3. Shevchenko S.N., Korchagin V.A. Resursoberegayushchaya tekhnologiya obrabotki pochvy na chernozemakh Srednego Povolzh'ya [Resource-saving tillage technology on chernozems of the Middle Volga region]. *Zemledelie*, 2008, no. 3, pp.26-27. (In Russian)
4. Gerasimenko E., Shaikin V., Zaitseva I., Bandar' A. Pri otkaze ot pluga deistvuyut osobyie trebovaniya k zashchite rastenii [When abandoning a plow, special plant protection requirements apply]. *Novoe sel'skoe khozyaistvo*, 2005, no. 1, pp. 48-50. (In Russian)
5. Rymar' S.V. Dlitel'noe primeneniye osnovnoi obrabotki i plodorodie chernozema obyknovennogo [Long-term use of the main tillage and the fertility of ordinary chernozem]. *Zemledelie*, 2007, no. 3, pp. 22-23. (In Russian)
6. Turusov V.I., Garmashov V. M., Shevchenko V. A. Vozmozhnosti minimalizatsii obrabotki chernozemnykh pochv v Voronezhskoi oblasti [Possibilities of minimizing the cultivation of chernozem soils in the Voronezh region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014, 28, no. 12, pp. 5-8 (In Russian)
7. Maksyutov N.A., Kremer G.A., Zhdanov V.M. Zonal'nye osobennosti osnovnoi obrabotki pochvy v Orenburgskoi oblasti [Zonal features of the main tillage in the Orenburg region]. *Zemledelie*, 2001, no. 1, pp. 17-18. (In Russian)
8. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. Vozmozhnost' primeneniya nulevykh i poverkhnostnykh sposobov osnovnoi obrabotki pochvy v razlichnykh regionakh [Possibility of using zero and surface methods of basic tillage in various regions]. *Zemledelie*, 2014, no. 5, pp. 13-16. (In Russian)
9. Bakirov, F. G. Vliyanie resursoberegayushchikh sistem obrabotki na agrofizicheskie i pochvozashchitnye svoystva chernozema yuzhnogo i urozhainost' zernovykh [Influence of resource-saving tillage systems on agrophysical and soil-protective properties of southern chernozem and grain yield]. *Zernovoe khozyaistvo*, 2005, no. 4, pp. 19-21. (In Russian)
10. Ditmar Shmidt. Otkaz ot pluga vozmozhen na lyubykh pochvakh i kul'turakh [Refusal of the plow is possible on all soils and crops]. *Novoe sel'skoe khozyaistvo*, 2008, no. 1, pp. 56-59. (In Russian)
11. Kachanin A.L. et al. Obrabotka pochvy i ee plodorodie. Materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-proizvodstvennoi konferentsii «Problemy sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva na sovremennom etape i puti ikh resheniya» [Soil cultivation and its fertility. Materials of the VII International Scientific and Production Conference "Problems of Agricultural Production at the Present Stage and Ways to Solve Them"], 25-28 March 2003, Part1, Belgorod: *BelGSKhA*, 2003, pp. 20-21. (In Russian)
12. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv i gruntov [Methods for studying the physical properties of soils and grounds]. Moscow, 1973, pp. 399. (In Russian)
13. Kachinskii N.A. Fizika pochvy. Chast' I [Soil physics. Part I]. Moscow, *Vysshaya shkola*, 1965. 257 p. (In Russian)
14. GOST 26213-94. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva. Gosudarstvennyi standart soyuza SSR [Methods for the determination of organic matter. State standard of the USSR], Moscow, 1991, 8 p. (In Russian)