

ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ

Татьяна Александровна Трофимова
Сергей Иванович Коржов
Александр Павлович Пичугин
Геннадий Вячеславович Котов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Способы обработки почвы, наряду с системой удобрения, являются важнейшей частью системы земледелия, так как во многом определяют уровень мобилизации потенциального плодородия, биологическую активность почвы, влияют на агрофизические показатели пахотного слоя, доступность сельскохозяйственным растениям питательных веществ, фитосанитарное состояние посевов. Целью проведенных исследований являлось изучение влияния различных приемов основной обработки и удобрений на показатели потенциального плодородия чернозема обыкновенного и выщелоченного в условиях ЦЧР. Исследования проводились в многолетних стационарных опытах по общепринятым методикам. Оставление основной массы растительных остатков на поверхности почвы при минимальных обработках приводит к большей минерализации гумуса по сравнению с их заделкой при отвальной обработке. Содержание гумуса при длительном применении ежегодной плоскорезной обработки составило в пахотном слое почвы 6,37%, на варианте рыхления плугом без отвалов – 6,43%, на варианте вспашки на глубину 20-22 см – 6,56%, а в метровом слое почвы – соответственно 4,88%, 4,84 и 5,04% (независимо от фона удобренности). Существенное снижение содержания гумуса на вариантах минимальных обработок отмечается в нижних горизонтах (20-30 и 30-40 см). Воспроизводство плодородия черноземов возможно при применении комплекса биологических и техногенных приемов (сидеральный пар, пожнивная сидерация, внесение в почву соломы, навоза, дефеката в комплексе с минеральными удобрениями) в сочетании с дифференцированной разноглубинной обработкой в севообороте. Представлены математические модели оценки уровня плодородия черноземов на основании зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от комплекса показателей плодородия при различных приемах и системах основной обработки почвы и уровнях органоминерального питания, применение которых позволяет получить качественные характеристики пашни.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гумус, плодородие, минимальная обработка почвы, вспашка, безотвальная обработка, сидерация.

CHERNOZEM SOIL FERTILITY INDICATORS UNDER THE INFLUENCE OF CONTINUOUS APPLICATION OF DIFFERENT SOIL TREATMENT TECHNIQUES AND FERTILIZERS

Tatiana A. Trofimova
Sergey I. Korzhov
Alexander P. Pichugin
Gennady V. Kotov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Methods of soil treatment in addition to fertilizer system present an essential part of farming systems as to a great extent determine the level of mobilization of potential fertility, soil biological activity, and exercise a decisive influence on agrophysical indicators of topsoil, nutrient availability of agricultural plants, phytosanitary condition of plantings. The goal of the conducted research was to study the influence of different techniques of main soil treatment and fertilizers application on potential fertility indicators of ordinary and leached chernozem under conditions of the Central Chernozem Region. The studies were performed in long-term stationary experiments according to customary methods. Great bulk of plant residues utilization on the soil surface amid minimum tillage leads to greater mineralization of humus as compared to plant residues incorporation amid moldboard plowing. At long-term use of the annual subsurface plowing the content of humus in the topsoil was registered to be equal to

6.37%, on the variant of application of loosening by the plough without earth boards – 6.43%, on the variant of plowing at a depth of 20-22 cm – 6.56%, and in the metre deep layer of soil, respectively, 4.88%, 4.84% and 5.04% (regardless of the level of fertilization). On the variants of minimum tillage the authors registered significant decrease of humus content in subsurface horizons (20-30 cm and 30-40 cm). It is proved that chernozem soil fertility recovery is possible by means of biological and man-made techniques applied in complex (green-manured fallow, crop-residue management, application of straw, manure, defecate and mineral fertilizers) in combination with different depth soil treatment in the rotation. The authors suggest mathematical models for chernozem soil level of fertility evaluation on the basis of defined correlation between agricultural crop yields and suite of fertility indicators when different methods and systems of basic soil treatment and levels of organic & mineral fertilization are implemented. Accounting results allow obtaining qualitative characteristics of arable land in every particular case.

KEY WORDS: humus, soil fertility, minimum tillage, plowing, boardless soil treatment, green-manured fallow.

В ведение

Мониторинг гумусного состояния почв ЦЧР за последние десятилетия показывает увеличение процессов дегумификации пахотного горизонта. Ведение земледелия без внесения рекомендованных доз органических и минеральных удобрений, проведения противоэрозионных мероприятий, использования травосеяния, увеличения площади посевов пропашных культур и т. д. является основной причиной снижения плодородия черноземов [5, 6, 7, 8, 12, 19].

В настоящее время единого мнения о влиянии различных способов обработки почвы на содержание гумуса среди ученых нет. Одними исследователями рекомендуется оставлять на поверхности почвы пожнивные остатки и удобрения, другими – заделывать их в почву на различную глубину [10].

По мнению Т.С. Мальцева (1954), А.Г. Тарарико (1980), Н.К. Шикун (1990), С.В. Богомазова, В.В. Сысоева (2005) и др., для сохранения гумуса почву не следует оборачивать, безотвальная обработка моделирует дерновый процесс почвообразования, а отвальная обработка уменьшает гумусообразование. В своих работах Н.С. Матюк с соавт. (2008), J.A. Stecker et al (1993), И.Н. Шарков (2009) отмечают увеличение гумусонакопления при минимализации основной обработки почвы в связи со снижением темпов минерализации растительных остатков и органических удобрений [3, 13, 14, 17, 20, 24].

Оптимальными гидротермическими условиями гумификации растительных остатков, а также их большой массой объясняют увеличение содержание гумуса по минимальным обработкам почвы А.А. Юскина, В.И. Макарова, А.И. Венчикова (2009). Опытами Н.И. Картамышева и др. (1982), J. Balesdent, A. Mariotti, D. Voisgontier (1990), В.Л. Андреева, С.Л. Демшина, Р.Р. Нуриязнова (2008) доказано положительное влияние безотвальных приемов основной обработки на накопление гумуса в различных почвенно-климатических зонах [2, 9, 21, 22].

А.Ф. Витером, А.М. Новичихиным (1984), G.L. Helms, D. Bailey, T.F. Glover (1987) получены противоположные результаты, свидетельствующие об отсутствии положительного влияния минимальных обработок на процессы гумусообразования [4, 23]. Э. Рюбензам, К. Рауэ (1969) установили, что при поверхностной заделке органического вещества процессы разложения протекают более интенсивно [16].

Опытами Л.Н. Александровой (1980) доказана большая минерализация органических остатков, разлагающихся на поверхности почвы («медленное горение»), по сравнению с растительными остатками, разлагаемыми в более глубоких почвенных горизонтах при вспашке [1]. Л.И. Никифорова (1989) считает, что причина уменьшения гумуса по минимальным обработкам в нижних слоях почвы состоит в том, что основная масса органического вещества при этих обработках поступает в поверхностный слой, а зона активной гумификации органического вещества расположена в более глубоких слоях почвы [15].

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что для сохранения и повышения содержания гумуса одними исследователями рекомендуется оставлять на поверхности почвы растительные остатки и удобрения, другими – заделывать их в почву на различную глубину. Единого мнения по данному вопросу среди ученых нет.

Целью проведенных исследований являлись изучение показателей потенциального плодородия черноземных почв лесостепи ЦЧР в зависимости от различных приемов обработки старопахотных земель, внесения различных норм органических и минеральных удобрений, а также оценка влияния приемов основной обработки на разных подтипах черноземных почв на урожайность полевых культур и затраты техногенной энергии.

Методика эксперимента

Исследования проводились в многолетних стационарных опытах ФГБНУ НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева и ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I» на обыкновенных и выщелоченных черноземах.

Стационарный многофакторный опыт № 1 по изучению влияния различных способов и глубины обработки почвы в 10-польном зернопропашном севообороте на основные показатели плодородия и урожайность сельскохозяйственных культур (заложен А.Ф. Витером в 1968 г.). Почва опытного участка – чернозем обыкновенный. Исследования проводились в 1984-1987 гг.

Стационарный многофакторный опыт № 2 по определению оптимального сочетания биологических и техногенных приемов повышения плодородия и различных способов основной обработки почвы (заложен Н.И. Зезюковым в 1985 г.). Почва – чернозем выщелоченный.

Схема опыта включает 10 вариантов внесения различных доз минеральных удобрений, навоза (Н), запарку соломы озимой пшеницы (Соп) и биомассы сидератов, возделываемых в пару и в пожнивных посевах (Ск), дефеката (Д) в 4-польном севообороте: пар занятый, горчица (Пз); пар сидеральный, горчица (Пс) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень.

Фактор А – пар (занятый и сидеральный); фактор В – приемы основной обработки почвы: 1) дифференцированная разноглубинная обработка почвы, 2) мелкая (минимальная) обработка; фактор С – различные дозы и сочетания минеральных и органических удобрений.

Изучаемые культуры – сахарная свекла и ячмень. Исследования проводились в блоке с сидеральным паром в 2008-2015 гг.

Результаты и их обсуждение

Длительное применение безотвальных обработок способствовало повышению экземплярной насыщенности микроорганизмами верхних слоев почвы по сравнению с ежегодным оборачиванием почвы в связи с поверхностным распределением органических остатков, что вызывало изменения гумусного состояния чернозема обыкновенного (опыт № 1, табл. 1).

Длительное сельскохозяйственное использование черноземных почв приводит к уменьшению содержания гумуса в слое 0-40 см по сравнению с его количеством в начале первой ротации севооборота (7,64%). Ежегодная убыль гумуса в слое 0-40 см составила 0,06%, что явилось результатом мобилизации питательных элементов в почве при ее обработке без внесения достаточного количества органических удобрений. Исследования показали, что основная причина уменьшения содержания гумуса в старопахотных почвах – это ежегодное отчуждение большей части вновь созданного урожая, с которым выносятся основная часть питательных элементов [11].

Длительная минимальная обработка почвы способствует снижению содержания гумуса в слое 0-40 см по сравнению со вспашкой на 20-22 см (контроль). Достоверное

снижение содержания гумуса по безотвальным обработкам наблюдалось в нижних горизонтах, так как из-за размещения в верхнем слое почвы (0-10 см) удобрений, растительных остатков, корневой системы растений происходит уменьшение содержания органического вещества в более глубоких слоях почвы. Большая интенсивность и глубина трансформации органического вещества по глубокой вспашке, а также вовлечение в пахотный горизонт менее гумусированных слоев почвы сопровождалось снижением содержания гумуса по данному варианту.

Таблица 1. Содержание гумуса в зависимости от различных способов и глубины основной обработки почвы в сочетании с удобрениями (опыт № 1), %

Вариант опыта		Слой почвы, см				
		0-40	40-60	60-80	80-100	0-100
Отвальная обработка на глубину 20-22 см	С удобрениями	6,56	4,31	2,88	2,00	5,06
	Без удобрений	6,57	4,20	2,74	2,00	5,03
Отвальная обработка на глубину 25-27 см	С удобрениями	6,62	4,19	2,77	2,07	5,07
	Без удобрений	6,66	4,41	2,80	1,95	5,11
Отвальная обработка на глубину 30-32 см	С удобрениями	6,62	4,57	3,03	2,26	5,19
	Без удобрений	6,42	4,35	3,02	2,02	5,01
Отвальная обработка на глубину 35-37 см	С удобрениями	6,24	4,24	2,63	1,91	4,82
	Без удобрений	6,25	4,19	2,61	1,88	4,81
Комбинированная обработка, под горох вспашка на глубину 20-22 см	С удобрениями	6,58	4,38	2,96	1,98	5,09
	Без удобрений	6,54	4,16	2,37	1,71	4,92
Разноглубинная плоскорезная обработка, под горох вспашка на глубину 20-22 см	С удобрениями	6,39	4,18	2,76	2,25	4,96
	Без удобрений	6,35	3,90	2,55	1,74	4,79
Рыхление плугом без отвалов на глубину 25-27 см	С удобрениями	6,47	4,06	2,60	1,83	4,91
	Без удобрений	6,39	3,74	2,61	1,59	4,78
НСП ₀₅ , %, обработка	Частный эффект	0,27	0,50	0,54	0,43	0,31
	Главный эффект	0,19	0,35	0,3	0,30	0,20
НСП ₀₅ , %, удобрение	Частный эффект	0,15	0,46	0,44	0,33	0,20
	Главный эффект	0,06	0,17	0,17	0,13	0,09
Залежь косимая		7,34	4,72	2,80	1,74	5,52
Залежь некосимая		8,36	5,06	3,16	2,08	6,25

Внесение минеральных удобрений в дозе 60 кг/га д. в. НРК не оказало существенного влияния на повышение содержания гумуса в почве (навоз вносился два раза за первую ротацию севооборота в дозе 30 т/га). Высокий уровень элементов минерального питания может способствовать интенсивному разложению гумусовых соединений. Необходимо учитывать, что не всегда из-за интенсивного выноса питательных веществ с урожаем увеличение количества растительных остатков при внесении минеральных удобрений может компенсировать потери гумуса.

Таким образом, установлено, что снижение темпов минерализации органического вещества имеет место при равномерном распределении растительных остатков и удобрений в наиболее биологически активном пахотном горизонте (20-25 см). Создание гомогенного пахотного слоя почвы с высоким уровнем биологической активности при отвальной обработке на глубину 20-22 см (максимум на глубину 25-27 см) способствует образованию большего количества новообразованных гуминовых кислот. Выяв-

лена сильная степень коррелятивной связи между содержанием в почве свободных гуминовых кислот и содержанием гумуса в пахотном слое почвы ($r = 0,85$).

В условиях дефицита органических удобрений рационально применять другие источники повышения плодородия, увеличивающие поступление в почву свежего органического вещества. В проведенных исследованиях применялись следующие биологические приемы воспроизводства плодородия:

- использование соломы в качестве удобрения;
- замена чистых паров на сидеральные;
- посев промежуточных культур на сидерат;
- внесение навоза, дефеката.

Внесение повышенных норм минеральных удобрений увеличивало массу поступающих в почву послеуборочных остатков.

В стационарном опыте № 2 в четырехпольном севообороте (сидеральный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень) увеличение поступления в почву свежего органического вещества достигалось за счет внесения навоза и дефеката, использования соломы озимой пшеницы на удобрение, замены чистого пара на сидеральный, пожнивного посева горчицы сарептской на сидерат, а также за счет внесения возрастающих норм минеральных удобрений – от (NPK)100 до (NPK)350.

Биологические приемы воспроизводства плодородия (сидеральный пар, пожнивная сидерация, внесение в почву соломы озимой пшеницы, навоза, дефеката) в комплексе с минеральными удобрениями существенно повышали содержание гумуса в пахотном слое почвы по сравнению с контрольным вариантом (Ск) (табл. 2).

Таблица 2. Содержание гумуса в пахотном слое почвы (0-30 см) в зависимости от приемов основной обработки почвы и удобрений под сахарную свеклу (опыт № 2), %

Приемы обработки почвы (фактор В)	Удобрения (фактор С)	Исходное содержание гумуса, 1986 г.	Годы исследований			
			2008	2009	2010	Среднее
Мелкая (минимальная) обработка в севообороте, под сахарную свеклу дискование на глубину 8-10 см	Контроль (Ск)	4,11	3,90	4,0	4,06	4,0
	(NPK)100 + Н + Ск + Соп	4,18	4,22	4,36	4,11	4,23
	(NPK)200 + Ск + 2Соп	4,15	4,04	4,49	4,12	4,22
	(NPK)150 + Д + Ск + Соп	4,24	4,16	4,18	4,52	4,29
Дифференцированная обработка в севообороте, под сахарную свеклу вспашка на глубину 25-27 см	Контроль (Ск)	4,11	4,13	3,98	4,22	4,21
	(NPK)100 + Н + Ск + Соп	4,18	4,13	4,18	4,31	4,21
	(NPK)200 + Ск + 2Соп	4,15	4,54	4,35	4,28	4,39
	(NPK)150 + Д + Ск + Соп	4,24	4,35	4,24	4,85	4,48
НСР ₀₅ , частный эффект, %			0,41	0,26	0,40	-
НСР ₀₅ , главный эффект, фактор В, %			0,25	0,10	0,30	-
НСР ₀₅ , главный эффект, фактор С, %			0,38	0,22	0,35	-

Поступление в почву дополнительной массы свежего органического вещества не всегда сопровождалось увеличением содержания гумуса в пахотном слое. Это можно объяснить большими дозами вносимых минеральных удобрений, усиливающих биологическую активность и интенсивность трансформации гумусовых соединений, а также

высокой долей сахарной свеклы в структуре севооборота (25%), повышающих минерализацию органического вещества в почве.

В проведенных исследованиях влияние фактора В (обработки почвы) на содержание гумуса было несущественным. В опыте с сахарной свеклой получены результаты, которые показывают тенденцию уменьшения содержания гумуса на варианте с минимальной обработкой в севообороте в слое почвы 0-30 см (независимо от удобрений) по сравнению с вариантом применения комбинированной обработки. Максимальное содержание гумуса в пахотном слое почвы наблюдалось на вариантах внесения (NPK)150 + Д + Ск + Соп под отвальную обработку.

Разработана математическая модель, позволяющая рассчитать уровень плодородия чернозема обыкновенного при различных приемах основной обработки почвы на основании зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от комплекса агрофизических, агрохимических и биологических показателей плодородия (1).

$$Y = 51,5 - 14,85X_1 + 0,049X_2 - 0,403X_3 + 0,596X_4 + 10,78X_5 + 0,018X_6 + 27,6X_7 + 0,001X_8 + 0,139X_9 + 0,193X_{10} + 0,173X_{11}, \quad (1)$$

где Y – урожайность гороха, т/га;

X_1 – плотность почвы в слое 0-30 см, г/см³;

X_2 – запас доступной влаги в слое 0-100 см, мм;

X_3 – содержание структурных агрегатов в слое 0-30 см, %;

X_4 – содержание гумуса в слое 0-30 см, %;

X_5 – содержание гуминовых кислот в слое 0-30 см, %;

X_6 – содержание легкогидролизуемого азота в слое 0-30 см, %;

X_7 – содержание валового азота в слое 0-30 см, %;

X_8 – биомасса микроорганизмов в слое 0-30 см, кг/га;

X_9 – содержание нитратного азота в слое 0-30 см, мг на кг абс. сухой почвы;

X_{10} – содержание подвижного фосфора в слое 0-30 см, мг на 100 г абс. сухой почвы;

X_{11} – содержание обменного калия в слое 0-30 см, мг на 100 г абс. сухой почвы.

Результаты расчетов урожайных данных с использованием предлагаемой математической модели близки к показателям фактической урожайности.

Предложена блочная математическая модель, позволяющая рассчитать уровень плодородия чернозема выщелоченного при различных приемах основной обработки почвы и уровнях удобрений (2). Данное уравнение описывает зависимость между урожайностью сахарной свеклы и агрофизическими и агрохимическими показателями плодородия чернозема выщелоченного.

$$Y = 43,3 - 196,1X_1 + 0,52X_2 + 0,74X_3 + 2,13X_4 + 0,88X_5 + 29,4X_6, \quad (2)$$

где Y – урожайность сахарной свеклы, т/га;

X_1 – плотность почвы в слое 0-30 см, г/см³;

X_2 – запас доступной влаги в слое 0-100 см, мм;

X_3 – содержание нитратного азота в слое 0-30 см, мг на кг абс. сухой почвы;

X_4 – содержание подвижного фосфора в слое 0-30 см, мг на 100 г абс. сухой почвы;

X_5 – содержание обменного калия в слое 0-30 см, мг на 100 г абс. сухой почвы;

X_6 – содержание гумуса в слое 0-30 см, %.

Выводы

1. Для снижения процессов деградации черноземов необходимо применять комплекс биологических и техногенных приемов, способствующих повышению плодородия почв.

2. Поверхностное распределение удобрений и растительных остатков при проведении минимальных обработок почвы приводит к увеличению нерациональных потерь по сравнению с отвальной обработкой на глубину 20-22 см.

3. Биологические приемы воспроизводства плодородия (сидеральный пар, пожнивная сидерация, внесение в почву соломы озимой пшеницы, навоза, дефеката) в комплексе с минеральными удобрениями существенно повышают содержание гумуса в пахотном слое почвы. Максимальное содержание гумуса в слое почвы 0-30 см наблюдалось при внесении удобрений на вариантах комбинированной разноглубинной обработки в севообороте.

Библиографический список

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – Ленинград : Наука (Ленингр. отд-ние), 1980. – 287 с.
2. Андреев В.Л. Ресурсосбережение при основной обработке почвы / В.Л. Андреев, С.Л. Демшин, Р.Р. Нуризянов // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 22-23.
3. Богомазов С.В. Выбор оптимальных систем явлевой обработки почвы под ячмень в замыкающем поле зернопаропропашного севооборота / С.В. Богомазов, В.В. Сысоев // Науч. тр. ПГСХА. – Пенза : Пензенская ГСХА, 2005. – С. 180-181.
4. Витер А.Ф. Изменение плодородия обыкновенного чернозема ЦЧЗ под влиянием приемов основной обработки / А.Ф. Витер, А.М. Новичихин // Вестник с.-х. науки. – 1984. – № 1. – С. 77-85.
5. Воронин В.И. Глобальный и региональный мониторинг состояния почв России / В.И. Воронин, П.С. Русинов. – Воронеж, 2008. – 80 с.
6. Дедов А.В. Приемы биологизации и воспроизводство плодородия черноземов / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Н.Н. Хрюкин // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 4-7.
7. Дедов А.В. Биологизация земледелия: современное состояние и перспективы / А.В. Дедов, Н.В. Слаук, М.А. Несмеянова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – Вып. 3 (34). – С. 57-65.
8. Иванов В.Д. Потери элементов питания растений и гумуса от эрозии почв на пашне в Воронежской области / В.Д. Иванов, В.И. Воронин, Е.В. Кузнецова // Агрохимия. – 2001. – № 12. – С. 5-12.
9. Картамышев Н.И. Почвозащитная обработка почвы в Центрально-Черноземном районе / Н.И. Картамышев [и др.] // Науч. тр. ВНИИЗХ : Всесоюз. науч.-исслед. ин-т зернового хоз-ва, 1982. – С. 116-122.
10. Коржов С.И. Изменение физических свойств чернозема выщелоченного при сельскохозяйственном использовании / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, А.С. Черников // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 3. – С. 34-36.

11. Коржов С.И. Оценка различных способов использования черноземов / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 3. – С. 27-29.
12. Коротких Е.В. Пути сохранения плодородия черноземов / Е.В. Коротких // Экологизация адаптивно-ландшафтных систем земледелия : матер. междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж : Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2013. – С. 161-164.
13. Мальцев Т.С. О методах обработки почвы и посевах, способствующих получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур : докл. на Всерос. совещании / Т.С. Мальцев. – Москва, 1954. – 45 с.
14. Матюк Н.С. Урожайность культур и плодородие почвы в зависимости от ее обработки и удобрения / Н.С. Матюк [и др.] // Плодородие. – 2008. – № 1. – С. 38-40.
15. Никифорова Л.И. Безотвальная обработка и гумусовое состояние эродированного чернозема / Л.И. Никифорова // Земледелие. – 1989. – № 3. – С. 27-29.
16. Рюбензам Э. Земледелие / Э. Рюбензам, К. Пауэ; пер. с нем. А.М. Лыкова. – Москва : Колос, 1969. – 520 с.
17. Тарарико А.Г. Влияние обработки чернозема на его устойчивость к эрозии / А.Г. Тарарико, Г.И. Миронов, В.В. Заика [и др.] // Земледелие. – 1983. – № 12. – С. 16-18.
18. Шарков И.Н. Минимализация обработки и ее влияние на плодородие почвы / И.Н. Шарков // Земледелие. – 2009. – № 3. – С. 24-25.
19. Щербаков А.П. Антропогенная эволюция черноземов / А.П. Щербаков, И.И. Васенев. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – 412 с.
20. Шидула Н.К. Почвозащитная бесплужная обработка полей / Н.К. Шидула. – Москва : Знание, 1990. – 62 с.
21. Юскин А.А. Влияние систем обработки почвы и севооборотов на фракционный состав гумуса / А.А. Юскин, В.И. Макаров, А.И. Венчиков // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 20-21.
22. Balesdent J. Effect of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from ¹³C abundance in maize fields / J. Balesdent, A. Mariotti, D. Boisgontier // Journal of Soil Science. – 1990. – Vol. 41, Issue 4, December. – P. 587-596.
23. Helms G.L. Government programs and adoption of conservation tillage practices on non-irrigated wheat farms / G.L. Helms, D. Bailey, T.F. Glover // American Journal of Agricultural Economics. – 1987. – Vol. 69. – No. 4. – P. 786-795.
24. Stecker J.A. Application placement and timing of nitrogen solution for no-till corn / J.A. Stecker, D. Buchholz, R.G. Hanson, N.C. Wollenhaupt, K.A. McVey // Agronomy Journal. – 1993. – Vol. 85. – P. 645-650.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Татьяна Александровна Трофимова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-77-61, E-mail: Korzem@mail.ru.

Сергей Иванович Коржов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-77-61, E-mail: Korzem@mail.ru.

Пичугин Александр Павлович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-77-61, E-mail: Korzem@mail.ru.

Геннадий Вячеславович Котов – аспирант кафедры земледелия и агроэкологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-77-61, E-mail: zemleled@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 08.09.2016

Дата принятия к печати 20.09.2016

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Tatiana A. Trofimova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Arable Farming, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-77-61, E-mail: Korzem@mail.ru.

Sergey I. Korzhov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Arable Farming, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-77-61, E-mail: Korzem@mail.ru.

Alexander P. Pichugin – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Arable Farming, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-77-61, E-mail: Korzem@mail.ru.

Gennady V. Kotov – Post-graduate Student, the Dept. of Arable Farming and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-77-61, E-mail: zemleled@agronomy.vsau.ru.

Date of receipt 08.09.2016

Date of admittance 20.09.2016