

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ ЦЧР

В.А. ВОРОНЦОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

Ю.П. СКОРОЧКИН, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: yskorochkin@mail.ru

А.В. ШАБАЛКИН, кандидат экономических наук, E-mail: tniish@mail.ru

М.К. ДРАЧЁВА, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: dracheva_m@mail.ru

ТАМБОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ИМЕНИ И.В. МИЧУРИНА», ТАМБОВ

Цель исследований – изучение влияния различных систем основной обработки почвы на продуктивность и экономическую эффективность зернопропашного, зернопаропропашного и зернопарового севооборотов. Опыты проводили в многолетнем стационаре Тамбовского НИИСХ на чернозёме типичном с содержанием гумуса 6,8...7,0%. Сравнивали четыре системы основной обработки почвы: традиционную отвальную разноглубинную со 100% насыщением вспашкой, ресурсосберегающие: поверхностную (дискование на 10-12 см) и безотвальную разноглубинную; комбинированную отвально-безотвальную (25% отвальная + 75% безотвальная). На фоне обработок под культуры севооборотов применяли удобрения и средства защиты посевов от вредителей, болезней, сорняков. Наибольшая продуктивность гектара пашни в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах отмечена при комбинированной отвально-безотвальной системе основной обработки почвы – 3,41 и 6,21 т/га зерновых единиц, соответственно, при показателях на контроле 3,26 и 6,21 т/га зерновых единиц. В зернопаровом севообороте на фоне комбинированной системы обработки выход зерновых единиц с одного гектара пашни составил 2,78 т, при показателе на контроле 2,79 т/га зерн. ед. По другим вариантам с ресурсосберегающими системами обработки почвы (поверхностной и безотвальной разноглубинной) продуктивность пашни в севооборотах снижалась на 0,29 и 0,14 т/га зерн. ед. – в зернопропашном, на 0,38 и 0,13 т/га – зернопаропропашном и на 0,09 и 0,07 т/га зерн ед. – зернопаровом. В вариантах с комбинированной отвально-безотвальной системой обработки почвы отмечен самый высокий уровень рентабельности производства 1 тонны зерновых единиц (177,8 и 173,3%) в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах и (169,8%) в зернопаровом, что выше контроля на (12,9; 3,3 и 3,2%), соответственно. По поверхностной и безотвальной разноглубинной системам обработки почвы уровень рентабельности снижался, причём в наибольшей мере это проявлялось в варианте с поверхностной системой основной обработки почвы.

Ключевые слова: севооборот, система основной обработки почвы, продуктивность, рентабельность.

Для цитирования: Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П., Шабалкин А.В., Драчёва М.К. Агроэкономическая оценка различных систем основной обработки почвы в севооборотах северо-восточной зоны ЦЧР. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 2(46):156-162. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-156-162

AGROECONOMIC ASSESSMENT OF VARIOUS SYSTEMS OF BASIC TILLAGE IN CROP ROTATIONS OF THE NORTH-EASTERN ZONE OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

V.A. Vorontsov, Yu.P. Skorochkin, A.V. Shabalkin, M.K. Dracheva

Abstract: *The purpose of the research is to study the influence of various systems of basic tillage on the productivity and economic efficiency of grain-tillage, grain-fallow-tillage and grain-fallow crop rotations. The experiments were carried out in a long-term stationary of the Tambov Research Institute of Agriculture on typical chernozem with a humus content of 6.8...7.0%. Four systems of basic tillage were compared: traditional multi-depth dump with 100% saturation by plowing, resource-saving: surface (disking by 10-12 cm) and non-dump multi-depth; combined dump-non-dump (25% dump + 75% non-dump). Fertilizers and crop protection products from pests, diseases, and weeds were used against the background of treatments for crop rotation crop. The highest productivity of a hectare of arable land in grain-tillage and grain-fallow-tillage crop rotations was noted with a combined dump-free system of basic tillage - 3.41 and 6.21 t/ha of grain units, respectively, with control indicators of 3.26 and 6.21 t/ha of grain units. In the grain-fallow crop rotation against the background of the combined tillage system, the yield of grain units from one hectare of arable land was 2.78 tons, with an indicator of 2.79 tons/ha of grain units at the control. According to other variants with resource-saving tillage systems (surface and non-surface multi-depth), the productivity of arable land in crop rotations decreased by 0.29 and 0.14 t/ha of grain units - in grain-tillage, by 0.38 and 0.13 t/ha - grain-fallow-tillage and by 0.09 and 0.07 t/ha of grain units – grain fallow. In the variants with a combined dump-free tillage system, the highest level of profitability of production of 1 ton of grain units (177.8 and 173.3%) was noted in the grain-tillage and grain-fallow-tillage crop rotations and (169.8%) in the grain-fallow, which is higher than the control by (12.9; 3.3 and 3.2%), respectively. For surface and non-surface multi-depth tillage systems, the level of profitability decreased, and this was most evident in the variant with a surface system of basic tillage.*

Keywords: crop rotation, basic tillage system, productivity, profitability.

Введение. Основой успешного ведения земледелия служит севооборот, обеспечивающий получение устойчивых урожаев полевых культур, высокой продуктивности пашни и сохранение почвенного плодородия [1, 2]. В севообороте применяют различные системы обработки почвы с оборотом пласта и без оборота, а также их сочетание, направленное на снижение производственных затрат в технологических комплексах возделывания сельскохозяйственных культур. От способа и системы основной обработки почвы зависят не только продуктивность культур и выход продукции с гектара пашни, но и экономическая эффективность производства продукции [3, 4, 5].

Выбор той или иной системы основной обработки почвы зависит от её агрофизического состояния и от требования возделываемых культур [6, 7, 8].

Проблемы сохранения плодородия чернозёмов, ресурсосбережения и адаптивности различных систем основной обработки почвы, в конкретных условиях, под конкретные культуры в севооборотах остаются дискуссионными [9, 10, 11]. Многочисленные исследования свидетельствуют о снижении продуктивности пашни и ухудшении экономических показателей производства продукции как при повышении интенсивности обработки почвы, так и чрезмерной минимизации [12, 13, 14, 15].

Материалы и методы

Цель исследований – изучить влияние различных систем основной обработки почвы на продуктивность и экономическую эффективность различных типов севооборотов в условиях северо-востока ЦЧР.

Для достижения поставленной цели в 1989 году был заложен стационарный полевой опыт на опытном поле Тамбовского НИИСХ. Исследования проводили в четырёхпольных севооборотах: 1989-2000 годах – зернопропашном севообороте (горох – озимая пшеница – кукуруза – ячмень); 2001-2011 – зернопаропропашном севообороте (чёрный пар – озимая

пшеница – сахарная свёкла – ячмень); 2013-2020 годах – зернопаровом севообороте с чередованием культур – чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень.

Почва опытного участка – чернозём типичный мощный тяжёлосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном (0-30 см) слое почвы составляло 6,8-7,0 %, подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) – более 170 и 150 мг/кг, соответственно, реакция среды – близкая к нейтральной (рН_{сол.} – 6,15).

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов системы основной обработки почвы:

1. традиционная отвальная разноглубинная на глубину 20-22 см под озимую пшеницу, горох и ячмень, на 25-27 см под кукурузу и сою, на 27-30 см под сахарную свёклу;
2. бессменная поверхностная (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборотов;
3. бессменная безотвальная разноглубинная – на глубину 20-22 см под озимую пшеницу, горох и ячмень, на 25-27 см – под кукурузу и сою и на 27-30 см – под сахарную свёклу;
4. комбинированная отвально-безотвальная (25% отвальная – под кукурузу, сахарную свёклу и сою + 75% безотвальная – под озимую пшеницу, ячмень и горох).

Исследования проводили на удобренном фоне, составляющим: в зернопропашном севообороте на 1 га пашни – N₆₀P₆₀K₆₀, в том числе под каждую культуру (горох, озимую пшеницу, кукурузу и ячмень) по N₆₀P₆₀K₆₀; в зернопаропропашном – N₈₀P₈₀K₈₀, в том числе под озимую пшеницу и ячмень по N₆₀P₆₀K₆₀, под сахарную свёклу – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀; в зернопаровом – N₆₀P₆₀K₆₀ кг д.в., в том числе под каждую культуру севооборота (озимую пшеницу, сою и ячмень) по N₆₀P₆₀K₆₀. В качестве удобрений использовали азофоску 16 : 16 : 16, которые вносили вручную (вразброс) на посевную площадь делянки.

Система защиты состояла из протравливания семян + фунгициды, инсектициды и гербициды по вегетации культур севооборотов.

Повторность в опыте трёхкратная с последовательным размещением вариантов. Площадь делянки: посевная – 374 м² (52 м на 7,0 м), учётная – 230 м² (46 м на 5,0 м).

Агротехника выращивания культур в опыте – общепринятая для зоны исследований, за исключением изучаемых вариантов основной обработки почвы.

Сумма осадков за май-август при норме 204 мм, в годы исследований изменялась от 102 до 424 мм, среднесуточная температура воздуха – от 14,7 до 21,7°С, ГТК (по Селянинову) – от 0,40 до 1,54, при среднемноголетней его величине 1,00.

Результаты исследований

Исследования показали, что изучаемые системы основной обработки почвы в севооборотах оказывали неодинаковое влияние на влагообеспеченность почвы, физико-химические параметры, фитосанитарное состояние полевых культур, что соответствующим образом отразилось на продуктивности гектара пашни в севооборотах (табл. 1).

Сравнивая между собой продуктивность севооборотов, следует отметить, что преимущество по выходу продукции с гектара пашни имели севообороты с наличием пропашных культур, в зернопропашном – кукурузы, в зернопаропропашном – сахарной свёклы. При этом наиболее высокий показатель продуктивности был сформирован в зернопаропропашном севообороте. Выход зерновых единиц в этом севообороте по вариантам основной обработки почвы варьировал в пределах 5,83-6,33 т/га. Самая низкая продуктивность гектара пашни отмечалась в зернопаровом севообороте – 2,70-2,79 т/га зерн. ед.

Применение агротехнологических комплексов возделывания культур в севооборотах, основанных на поверхностной обработке почвы (дискование на 10-12 см) под все культуры вызывало значительное снижение продуктивности пашни. При этом наиболее существенное снижение выхода продукции с одного га пашни наблюдалось в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах – 0,29 и 0,38 т/га зерн. ед., по сравнению с традиционной отвальной разноглубинной системой основной обработки почвы.

Таблица 1

Продуктивность севооборотов при различных системах основной обработки почвы

Системы основной обработки почвы	Севооборот					
	Зернопропашной (1989-2000 гг)		Зернопаропропашной (2001-2011 гг)		Зернопаровой (2013-2020 гг)	
	Выход зерн. ед. с 1га пашни, т	Отклонения от контроля +/- т/га	Выход зерн. ед. с 1га пашни, т	Отклонения от контроля +/- т/га	Выход зерн. ед. с 1 га пашни, т	Отклонения от контроля +/- т/га
Традиционная отвальная разноглубинная (контроль)	3,26	–	6,21	–	2,79	–
Поверхностная (дискование на 10-12 см)	2,97	-0,29	5,83	-0,38	2,70	-0,09
Безотвальная разноглубинная	3,12	-0,14	6,08	-0,13	2,72	-0,07
Комбинированная (отвально-безотвальная)	3,41	0,15	6,33	0,12	2,78	-0,01

Обусловлено это отрицательной реакцией пропашных культур (кукурузы и сахарной свёклы) в этих севооборотах на поверхностную обработку почвы, по которой урожайность этих культур снижалась на 4,1 и 5,0 т/га, что и приводило к снижению продуктивности севооборотов в целом.

Использование в технологиях безотвальной разноглубинной системы обработки почвы также приводило к снижению продуктивности севооборотов, но несколько меньшей степени, на 0,14 и 0,15 т/га зерн. ед.

В зернопаровом севообороте с чередованием культур – чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень, в отличие от зернопропашного и зернопаропропашного севооборотов, замена в технологиях возделывания культур традиционной отвальной разноглубинной обработки почвы на ресурсосберегающие системы обработки (поверхностную и безотвальную разноглубинную) существенно не повлияла на продуктивность севооборота, которая по вариантам опыта варьировала в пределах 2,70-2,79 т/га зерн. ед., что всего лишь на 0,09 и 0,07 т/га меньше по сравнению с традиционной отвальной разноглубинной системой.

В зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах наилучших результатов по продуктивности пашни удалось достичь с использованием технологий возделывания культур на основе комбинированной отвально-безотвальной системы основной обработки почвы, где чередуется вспашка под пропашные культуры с безотвальной обработкой под зерновые и зернобобовые культуры. Применение таких технологий обеспечило прибавку продуктивности севооборотов на уровне 0,12-0,15 т/га зерн. ед. по сравнению с традиционной отвальной системой основной обработки почвы.

В зернопаровом севообороте технологии, основанные на комбинированной системе основной обработки почвы, способствовали формированию продуктивности севооборота на уровне контроля с традиционной отвальной системой обработки – 2,78 т/га зерн. ед., при показателе на контроле – 2,79 т/га зерн. ед.

Исучаемые в севооборотах системы основной обработки почвы при возделывании культур оказывали определённое влияние на уровень рентабельности, который по вариантам заметно различался (табл. 2).

Экономическая эффективность полевых севооборотов в зависимости от систем основной обработки почвы

Системы основной обработки почвы	Севооборот					
	Зернопропашной (1989-2000 гг)		Зернопаропропашной (2001-2011 гг)		Зернопаровой (2013-2020 гг)	
	Рентабельность %	Отклонения от контроля +,- %	Рентабельность %	Отклонения от контроля +,- %	Рентабельность %	Отклонения от контроля +,- %
Традиционная отвальная разноглубинная (контроль)	164,9	–	170,0	–	166,6	–
Поверхностная (дискование на 10-12 см)	142,3	-22,6	152,8	-17,2	167,0	0,4
Безотвальная разноглубинная	154,3	-10,6	160,0	-10,0	165,4	-1,2
Комбинированная (отвально-безотвальная)	177,8	12,9	173,3	3,3	169,8	3,2

Наиболее высокий уровень рентабельности в зернопропашном севообороте получен в технологии, на основе комбинированной отвально-безотвальной системы обработки почвы – 177,8%, что выше контроля на 12,9%.

В зернопаропропашном и зернопаровом севооборотах, на фоне комбинированной обработки почвы, рентабельность производства одной тонны зерн. ед. – 173,3 и 169,8%, что выше контроля на 3,3 и 3,2%.

Использование технологий, основанных на ресурсосберегающих системах основной обработки почвы (поверхностной и безотвальной разноглубинной) в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах приводило к снижению уровня рентабельности на 22,6 и 10,6% и 17,2 и 10,0%, соответственно вариантам основной обработки почвы. В зернопаровом севообороте применение данных технологий заметного влияния на уровень рентабельности не оказывало. Разница с контролем к повышению или снижению находилась на уровне тенденций.

Заключение

Таким образом, в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах наибольшая продуктивность гектара пашни получена в вариантах с комбинированной отвально-безотвальной системой основной обработки почвы. В зернопаровом севообороте продуктивность пашни по комбинированной отвально-безотвальной обработке находилась на уровне контроля с традиционной отвальной разноглубинной системой. При использовании менее затратных зяблевых обработок в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах, продуктивность гектара пашни снижалась, особенно при поверхностной (дискование на 10-12 см) системе. В зернопаровом севообороте по ресурсосберегающим системам обработки отмечалась всего лишь тенденция к снижению продуктивности пашни. Более высокий уровень рентабельности производства одной тонны зерновых единиц в севооборотах обеспечивала комбинированная отвально-безотвальная система основной обработки почвы, при которой проводили вспашку под кукурузу, сахарную свёклу и сою, а безотвальную обработку – под горох, ячмень и озимую пшеницу. Экономически наименее выгодными были технологии возделывания полевых культур с ресурсосберегающими системами основной обработки почвы, особенно в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах – поверхностной (дискование на 10-12 см) и безотвальной разноглубинной на 25-30 см под пропашные культуры и сою, на 20-22 см под зернобобовые и зерновые культуры.

Литература

1. Фёдоров В.А., Скорочкин Ю.П., Вислобокова Л.Н., Воронцов В.А., Брюхова З.Я., Фролова Р.И. Севооборот – основа земледелия. – Тамбов: ОАО «Тамбовполиграфиздат», – 2008. – 100 с.
2. Лошаков В.Г. Севооборот и другие биологические факторы воспроизводства плодородия почвы. Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии. / Владимир: «Агронаучсервис», – 2013. Т. 1. – С. 148-159.
3. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Экономические аспекты минимизации основной обработки почвы. //Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 18-20.
4. Сабитов М.М., Шарипова Р.Б. Эффективность способов обработки почвы и средств химизации в зернопаровом севообороте. //Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 10. – С. 31-34.
5. Турусов В.И., Гармашов В.М., Дронова И.В. Эффективность систем обработки почвы и средств интенсификации при возделывании озимой пшеницы в условиях ЦЧЗ. //Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 7. – С. 68-70.
6. Кирюшин В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследования. //Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 3-6.
7. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Перспективы технологий No-till в Сибири. //Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 16-19.
8. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории Европейской части Российской Федерации. //Земледелие. – 2017. – № 2. – С.10-14.
9. Трофимова Т.А. Обработка чернозёмов: анализ и перспективы развития. //Германия: LAP Lambert Academic Publishing. – 2014. – 311 с.
10. Сабитов М.М. Экономическая эффективность возделывания культур в зернопаровом севообороте. //Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т.35. – № 2. – С. 13-18. DOI 10.24411/0235-2451-2021-10202.
11. Черкасов Г.Н., Дубовик Д.В., Шутов Е.В. и др. Способ основной обработки почвы, урожай и качество зерна. //Земледелие. – 2011. – № 5. – С. 18-19.
12. Victor Vorontsov, Yuri Skorochkin, Olga Ivanova, Alexey Shabalkin, and Elena Dudova. Computation of Typical Chernozem in Long-Run Response to Primary Tillage Operations //J. Comput. Theor. Nanosci. 16, 250–254 (2019).
13. Боронтов О.К., Косякин П.А., Елфимов М.Н. и др. Эффективность основной обработки почвы под сахарную свёклу в ЦЧЗ. //Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 20-23.
14. Воронцов В.А. Концепция технологии основной обработки чернозёмных почв на основе энерго-и ресурсосберегающих приёмов в северо-восточном регионе Центрального Черноземья. //Тамбов: Принт-сервис, – 2018. –74 с.
15. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия. //Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1130-1139. DOI:10.1134/S0032180X19070062.

References

1. Fedorov V.A., Skorochkin Yu.P., Vislobokova L.N., Vorontsov V.A., Bryukhova Z.Ya., Frolova R.I. Sevooborot – osnova zemledeliya [Crop rotation is the basis of agriculture]. Tambov: ОАО «Tambovpoligrafizdat» Publ., 2008, 100 p. (In Russian)
2. Loshakov V.G. Sevooborot i drugie biologicheskie faktory vosproizvodstva plodorodiya pochvy. Sistemy ispol'zovaniya organicheskikh udobrenii i vozobnovlyaemykh resursov v landshaftnom zemledelii [Crop rotation and other biological factors of soil fertility reproduction. Systems for the use of organic fertilizers and renewable resources in landscape farming]. V.1. Vladimir: «Agronauchservis» Publ., 2013, pp. 148-159. (In Russian)
3. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Iodko L.N. Ekonomicheskie aspekty minimizatsii osnovnoi obrabotki pochvy [Economic aspects of minimizing the main tillage]. *Zemledelie*, 2006, no. 4, pp. 18-20. (In Russian)

4. Sabitov M.M., Sharipova R.B. Effektivnost' sposobov obrabotki pochvy i sredstv khimizatsii v zernoparovom sevooborote [Efficiency of soil tillage methods and chemicalization means in grain-fallow crop rotation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2015, V. 29, no. 10, pp. 31-34. (In Russian)
5. Turusov V.I., Garmashov V.M., Dronova I.V. Effektivnost' sistem obrabotki pochvy i sredstv intensivatsii pri vozdelevanii ozimoi pshenitsy v usloviyakh TsChZ [Efficiency of tillage systems and means of intensification in the cultivation of winter wheat in the conditions of the CCR]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015, V. 29, no. 7, pp. 68-70. (In Russian)
6. Kiryushin V.I. Problema minimalizatsii obrabotki pochvy: perspektivy razvitiya i zadachi issledovaniya [The problem of minimizing tillage: development prospects and research objectives]. *Zemledelie*, 2013, no. 7, pp. 3-6. (In Russian)
7. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkikh N.A. Perspektivy tekhnologii No-till v Sibiri [Prospects for No-till technologies in Siberia]. *Zemledelie*, 2014, no. 1, pp. 16-19. (In Russian)
8. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. Areal primeneniya nulevykh i poverkhnostnykh obrabotok pri vozdelevanii kolosovykh kul'tur na territorii Evropeiskoi chasti Rossiiskoi Federatsii [The area of application of zero and surface tillage in the cultivation of spiked crops in the territory of the European part of the Russian Federation]. *Zemledelie*, 2017, no. 2, pp.10-14. (In Russian)
9. Trofimova T.A. Obrabotka chernozemov: analiz i perspektivy razvitiya [Chernozem tillage: analysis and development prospects]. Germaniya: LAP Lambert Academic Publishing, 2014, 311 p. (In Russian)
10. Sabitov M.M. Ekonomicheskaya effektivnost' vozdelevaniya kul'tur v zernoparovom sevooborote [Economic efficiency of crop cultivation in grain-fallow crop rotation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021, V. 35, no. 2, pp. 13-18. DOI 10.24411/0235-2451-2021-10202. (In Russian)
11. Cherkasov G.N., Dubovik D.V., Shutov E.V. et al. Sposob osnovnoi obrabotki pochvy, urozhai i kachestvo zerna [Method of basic tillage, yield and grain quality]. *Zemledelie*, 2011, no. 5, pp. 18-19. (In Russian)
12. Victor Vorontsov, Yuri Skorochkin, Olga Ivanova, Alexey Shabalkin, and Elena Dudova. Computation of Typical Chernozem in Long-Run Response to Primary Tillage Operations. *J. Comput. Theor. Nanosci.* 16, 250-254 (2019).
13. Borontov O.K., Kosyakin P.A., Elfimov M.N. et al. Effektivnost' osnovnoi obrabotki pochvy pod sakharnuyu sveklu v TsChZ [Efficiency of the main tillage for sugar beet in the CCR]. *Zemledelie*, 2013, no. 4, pp. 20-23. (In Russian)
14. Vorontsov V.A. Kontsepsiya tekhnologii osnovnoi obrabotki chernozemnykh pochv na osnove energo-i resursosberegayushchikh priemov v severo-vostochnom regione Tsentral'nogo Chernozem'ya [The concept of technology for the main cultivation of chernozem soils based on energy and resource-saving methods in the northeastern region of the Central Chernozem region]. Tambov: Print-servis, 2018, 74 p. (In Russian)
15. Kiryushin V.I. Upravlenie plodorodiem pochv i produktivnost'yu agrotsenozov v adaptivno-landshaftnykh sistemakh zemledeliya [Management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive-landscape farming systems]. *Pochvovedenie*, 2019, no. 9, pp. 1130-1139. DOI:10.1134/S0032180X19070062. (In Russian)