УДК 631.31
EDN OQLNVK

Пархоменко Г. Г.[1], Божко И. В.[1], Камбулов С. И.[1,2], Бабенко О. С.[2]

КАЧЕСТВО МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПЛОСКОРЕЗНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

[1]ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»;
[2]ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»

Реферат. *Интенсификация сельского хозяйства приводит к физической деградации почвы, вызванной чрезмерным воздействием рабочих органов и средств механизации на обрабатываемую среду. Ресурсосберегающие приёмы обработки почвы способствуют поддержанию продуктивности агроэкосистемы. К таким приёмам относится минимальная обработка почвы. Цель исследований – определить влияние рабочего органа для минимальной обработки почвы на её качество. Исследования проведены в отделе механизации растениеводства Аграрного научного центра «Донской» в 2020–2021 гг. Измерения глубины обработки выполняли щуп-линейкой по следу прохода стоек рабочих органов, погружая её в почву до необработанного слоя. Количество измерений по каждому учетному проходу составляло не менее 50. Погрешность измерения глубины составила ±1 см. Высоту гребня измеряли с помощью рейки и линейки в четырехкратной повторности (две по ходу движения агрегата и две – обратно). Погрешность измерения – ±0,5 см. Число измерений в каждой повторности не менее 10. Рабочий орган соответствует агротехническим требованиям. Среднеквадратическое отклонение глубины составило ±0,45–2,0 см, что не превышает допускаемого (до 2,0 см). Высота гребней незначительная: 3,8–4,0 см, не выходит за пределы допускаемого по агротехническим требованиям (до 4 см), предъявляемым к рабочим органам для мелкой обработки почвы. Коэффициент вариации (2,53–15,21 %) свидетельствует о незначительном разбросе относительно среднего значения глубины обработки почвы рабочим органом. Рабочий орган в составе комбинированного агрегата может выполнять работы по подготовке почвы под озимые после уборки предшественников, по уходу за паром, включая предпосевную обработку.*

Ключевые слова: *рабочий орган, минимальная обработка почвы, плоскорез, гребнистость, равномерность глубины обработки.*

Для цитирования: *Пархоменко Г. Г., Божко И. В., Камбулов С. И., Бабенко О. С. Качество минимальной обработки почвы плоскорезным рабочим органом // Таврический вестник аграрнойнауки. 2022. № 2(30). С. 94–102. EDN: OQLNVK.*

For citation: *Parkhomenko G. G., Bozhko I. V., Kambulov S. I., Babenko O. S. Quality of minimum tillage with a flat-cutting working body // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 2(30). P. 94–102. EDN: OQLNVK.*

Введение

Интенсификация сельского хозяйства способствует увеличению производства продуктов питания и устранению последствий изменения климата [1]. Изменение климата выражается в усилении засух в сельскохозяйственных регионах, что угрожает глобальной продовольственной безопасности [2, 3]. В случаях, когда дополнительных мер по адаптации сельского хозяйства к последствиям глобального изменения климата не требуется, влияние антропогенного фактора, проявляющееся в увеличении потребностей населения в условиях ограниченных ресурсов биосферы,

потребует в агроэкосистемах применения ресурсосбережения [4]. Вместе с этим интенсификация сельского хозяйства приводит к физической деградации почвы, вызванной чрезмерным воздействием рабочих органов и средств механизации на обрабатываемую среду [5].

Существующие концепции оценки деградации [6], формулирующие основные представления о её причинах и последствиях, а также методологические положения по изучению протекания деградационных процессов [7] предусматривают введение оценочных показателей продуктивности агроэкосистемы в условиях интенсификации сельского хозяйства [8].

Установлено, что ресурсосберегающие приёмы обработки почвы способствуют поддержанию продуктивности агроэкосистемы [9]. К таким приёмам можно отнести минимальную обработку почвы, которая позволяет снизить эрозионные процессы на 36 % [10]. При этом обеспечивается более высокое содержание питательных веществ, ила и глины, а также лучшая водопроницаемость почвы и водостойкость почвенных агрегатов [11]. Минимизация обработки почвы привела к увеличению средневзвешенного диаметра водостойких агрегатов [12].

Водостойкость [13, 14] агрегатов почвы южных чернозёмов в основном обусловлена содержанием кальция независимо от типа обработки почвы, минерализация которого способствует развитию микроагрегации, аналогично протеканию процесса в природных ценозах [15].

При этом не следует противопоставлять минимальную и нулевую технологии обработки почвы. Полученные данные [16] свидетельствуют о разной направленности и интенсивности биологических процессов чернозёмов в условиях нулевой и традиционной технологий обработки почвы.

Принято считать, что обработка почвы связана с повышенной минерализацией почвенного органического углерода, но в последнее время это утверждение является спорным [17]. Так, согласно данным [18] установлено, что на глубине 5–15 см наблюдалась более высокая доступность азота, которая увеличивала потенциал минерализации микробной биомассы и органического азота внутри пласта при традиционной обработке почвы.

При этом, согласно данным [19], варианты с нулевой и традиционной обработкой почвы не показывают статистически значимых различий в содержании азота. Нулевая обработка отрицательно повлияла на пористость и водостойкость агрегатов почвы в слое 10–20 см [1].

Необходимы исследования о влиянии воздействия рабочих органов и средств механизации обработки почвы на её качество [20, 21]. В глобальном масштабе существуют значительные возможности для внедрения приёмов ресурсосбережения, что подтверждает необходимость дополнительных исследований в данном направлении [22].

Цель исследований – определить влияние рабочего органа для минимальной обработки почвы на её качество.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены в отделе механизации растениеводства ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”» в 2020–2021 гг.

Объект исследования: технологический процесс минимальной обработки почвы плоскорезным рабочим органом.

Предмет исследования: влияние плоскорезного рабочего органа на качество выполнения технологического процесса минимальной обработки почвы.

Рабочий орган для минимальной обработки почвы представляет собой плоскорезную лапу в виде двух лемехов, соединённых с долотом, установленных на

вертикальной стойке (рисунок 1). В настоящее время формируется заявка на полезную модель в Федеральный Институт Промышленной Собственности для получения статуса правовой охраны по вышеуказанному рабочему органу.

Измерения глубины обработки выполняли щуп-линейкой по следу прохода стоек рабочих органов, погружая её в почву до необработанного слоя. Количество измерений по каждому учетному проходу составляло не менее 50. Погрешность измерения глубины составила ±1 см. Результаты обрабатывали статистическим методом с получением среднеарифметического значения глубины, стандартного отклонения, коэффициента вариации с округлением до первого десятичного знака. Допускается измерять глубину обработки почвы с применением любых средств измерений, обеспечивающих соответствующую погрешность измерения.

Рисунок 1 – Рабочий орган для минимальной обработки почвы

Гребнистость поверхности почвы характеризует средняя высота гребня. Высоту гребня измеряли с помощью рейки и линейки в четырехкратной повторности (две по ходу движения агрегата и две – обратно). После прохода агрегата по ширине захвата накладывали рейку на вершину гребней в местах, выбранных случайным образом. Измерения проводили от дна борозды между гребнями до нижней грани рейки. Погрешность измерения ±0,5 см. Число измерений в каждой повторности не менее 10. По полученным результатам вычисляли среднее арифметическое значение с округлением до целого числа.

Измерение показателей осуществляли на трёх установочных глубинах мелкой обработки почвы: 8; 12 и 16 см.

Режим работы устанавливали по установочной скорости трактора на соответствующей передаче: 6,84; 8,20 и 11,37 км/ч. Более точное значение скорости агрегата, необходимое для энергетической оценки, определяли посредством измерения времени прохождения зачётного участка.

В качестве фона рассматривали дискованную стерню озимой пшеницы и стерню без предварительной обработки почвы.

Результаты и их обсуждение

Минимальная обработка почвы предусматривает сокращение числа проходов по полю средств механизации и, как следствие, уменьшение воздействия рабочих органов на обрабатываемую среду. Поэтому рабочий орган должен выполнять не только основную обработку почвы под соответствующую культуру, но и предпосевную. Качество предпосевной обработки почвы характеризуется выровненностью

поверхности поля, которая определяется равномерностью глубины хода рабочего органа и высотой гребней (гребнистостью). Поэтому в качестве оценочных показателей качества вышеупомянутые равномерность глубины хода и гребнистость были приняты за основу при условии выполнения агротехнических требований, предъявляемых к рабочим органам для мелкой обработки почвы (8–16 см).

Установлено высокое качество крошения пласта рабочим органом для минимальной обработки почвы: наблюдается преобладание фракций размером менее 25 мм (81–86 % при требуемом не менее 80 %).

Кроме этого, рабочий орган способствует снижению содержания эрозионно-опасных частиц в верхнем слое почвы (0–5 см) и сохраняет имеющуюся влагу внутри пласта, не вынося ее на поверхность поля.

Равномерность глубины хода и гребнистость обработки почвы рабочим органом представлены в таблицах 1, 2.

Диапазон значений показателей обусловлен изменением параметров рабочего органа.

Таблица 1 – Результаты исследования равномерности глубины хода и гребнистости обработки почвы рабочим органом (фон – дискованная стерня озимой пшеницы)

Показатель					
заданная скорость, км/ч	заданная глубина, см	фактическая глубина, см	среднеквадратическое отклонение глубины, ±см	коэффициент вариации глубины, %	гребнистость, см
6,84	8,0	8,6–9,8	0,45–0,89	4,56–10,40	3,7–4,0
	12,0	12,6–13,6	0,45–0,89	3,41–7,06	3,6–4,0
	16,0	16,8–17,8	0,45–2,0	2,53–11,63	3,9–4,0
8,20	8,0	8,6–9,6	0,55–0,89	6,40–10,40	3,6–3,8
	12,0	12,6–13,4	0,71–0,89	5,46–7,06	3,6–3,8
	16,0	17,0–17,8	0,45–2,0	2,53–11,63	3,8–4,0
11,37	8,0	8,4–9,2	0,45–2,0	4,86–15,21	3,7–4,0
	12,0	12,6–13,4	0,45–0,89	3,41–7,06	3,7–3,9
	16,0	16,8–17,8	0,45–2,0	2,62–11,63	3,8–4,0

Таблица 2 – Результаты исследования равномерности глубины хода и гребнистости обработки почвы рабочим органом (фон – стерня озимой пшеницы без предварительной обработки)

Показатель					
заданная скорость, км/ч	заданная глубина, см	фактическая глубина, см	среднеквадратическое отклонение глубины, ±см	коэффициент вариации глубины, %	гребнистость, см
6,84	8,0	8,6	0,55–0,89	6,40–10,40	3,9–4,0
	12,0	12,6–13,4	0,71–0,89	5,46–7,06	4,0
	16,0	16,8–17,8	0,45–1,0	2,53–5,88	3,9–4,0
8,20	8,0	8,6–9,8	0,45–2,0	4,56–15,21	3,8–4,0
	12,0	12,8–13,6	0,45–0,89	3,41–6,56	3,9–4,0
	16,0	16,8–17,8	0,45–1,0	2,53–5,88	4,0
11,37	8,0	8,8–9,2	0,45–2,0	4,26–15,21	3,8–4,0
	12,0	12,6–13,6	0,45–0,89	3,41–7,06	3,9–4,0
	16,0	16,8–17,6	0,45–1,0	2,62–5,88	3,9–4,0

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о том, что при функционировании рабочего органа по фону дискованной стерни озимой пшеницы (рисунок 2 а) рабочий орган соответствует агротехническим требованиям. Среднеквадратическое отклонение фактической глубины от заданной составило ±0,45–2,0 см, что не

превышает допускаемого (до 2,0 см). Высота гребней незначительная: 3,8–4,0 см, что не выходит за пределы допускаемой по агротехническим требованиям, предъявляемым к рабочим органам для мелкой обработки почвы (до 4 см). Коэффициент вариации – 2,53–11,63 % свидетельствует о незначительной степениразброса относительно среднего значения глубины обработки почвы рабочим органом. Это является подтверждением устойчивости глубины обработки почвы рабочим органом.

А Б

Рисунок 2 – Сравнение фона до и после обработки почвы рабочим органом

Примечание. *А – дискованная стерня озимой пшеницы, Б – стерня озимой пшеницы без предварительной обработки.*

На стерневом фоне без предварительной обработки почвы (см. таблицу 2, рисунок 2 б) рабочий орган показал аналогичные результаты, что также соответствует агротехническим требованиям. Несколько выше коэффициент вариации (до 15,21 %), что также свидетельствует об относительно незначительной степениразброса относительно среднего значения глубины обработки почвы рабочим органом и её устойчивости. Увеличение максимального значения коэффициента вариации от 11,63 % до 15,21 % в отдельных вариантах на стерневом фоне без предварительной обработки почвы объясняется наличием неровностей поверхности поля и неоднородностью обрабатываемой среды. При этом применение рабочего органа, способного качественно функционировать по стерневому фону, позволит уменьшить воздействие на обрабатываемую среду за счёт сокращения числа проходов для выравнивания поля и измельчения пожнивных остатков, что положительно повлияет на почвенное плодородие и приведёт к снижению затрат. При этом дополнительное дискование почвы для подготовки поля не требуется. Рабочий орган в составе комбинированного агрегата может выполнять работы по подготовке почвы под озимые сразу же после уборки предшественников, по уходу за паром, включая предпосевную обработку.

Выводы

Разработана конструкция рабочего органа для минимальной обработки почвы. В ходе исследований установлено, что рабочий орган оказывает положительное влияние на качество минимальной обработки почвы. Качественные показатели технологического процесса минимальной обработки почвы соответствуют агротехническим требованиям. Среднеквадратическое отклонение фактической глубины от заданной ±0,45–2,0 см и гребнистость 3,8–4,0 см не выходят за пределы допускаемых по агротехническим требованиям. Коэффициент вариации 2,53–15,21 % свидетельствует о небольшом разбросе относительно среднего значения глубины обработки почвы рабочим органом. Рабочий орган в составе комбинированного агрегата может выполнять работы по подготовке почвы под озимые сразу же после уборки предшественников, по уходу за паром, включая предпосевную обработку.

Литература

1. Sattolo T. M. S., Pereira L. M., Otto R., Francisco E., Duarte A. P., Kappes C., Prochnow L. I., Cherubin M. R. Effects of land use, tillage management, and crop diversification on soil physical quality in Cerrado agricultural systems // Soil Science Society of America Journal. 2021. Vol. 85. Iss. 5. P. 1799–1813. DOI: 10.1002/saj2.20306.
2. Cruz M. G., Hernandez E. A., Uddameri V. Vulnerability assessment of agricultural production systems to drought stresses using robustness measures // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. Art. No. 21648. DOI: 10.1038/s41598-021-98829-5.
3. Савельев Ю. А., Кухарев О. Н., Ларюшин Н. П., Ишкин П. А., Добрынин Ю. М. Снижение потерь почвенной влаги на испарение // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 1. С. 42–47. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-1-42-47.
4. Gusev Ye. M., Dzhogan L. Ya., Nasonova O. N., Kovalev E. E. Scenario projections of the changes in water availability to wheat crops in the steppe Crimea in the 21st century and some measures increasing the efficiency of its cultivation // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 763–771. DOI: 10.1134/S1064229321050100.
5. Пархоменко Г. С., Пархоменко С. Г., Пархоменко Г. Г. Моделирование на ПЭВМ по программному комплексу «МВТУ» усовершенствованной силовой САР трактора МТЗ-80 // Материалы XLIII научно-технической конференции. Челябинск: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Федеральное агентство по сельскому хозяйству. ФГОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет», 2004. С. 22–26.
6. Masoudi M., Elhaeesahar M., Cerdà A. Risk assessment of land degradation (RALDE) in Khuzestan Province, Iran // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 1228–1240. DOI: 10.1134/S1064229321080135.
7. Tsvetnov E. V., Makarov O. A., Strokov A. S., Tsvetnova O. B. The Role of Soils in Land Degradation Assessment: A Review // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 441–447. DOI: 10.1134/S1064229321030169.
8. Беспамятнова Н. М., Бельц А. Ф., Босенко Н. С. Структурный синтез многофункциональных агрегатов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2001. №5. С. 10–13.
9. Amorim H. C. S., Ashworth A. J., Brye K. R., Wienhold B. J., Savin M. C., Owens P. R., Silva S. H. G. Soil quality indices as affected by long-term burning, irrigation, tillage, and fertility management // Soil Science Society of America Journal. 2020. Vol. 85. Iss. 2. P. 379–395. DOI: 10.1002/saj2.20188.
10. Rodríguez B. C., Zuazo V. H. D., Rodríguez M. S., Ruiz B. G., Gercia-Tejero I. F. Soil erosion and the efficiency of the conservation measures in Mediterranean hillslope farming (SE Spain) // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 792–806. DOI: 10.1134/S1064229321050069.
11. Komissarov M. A., Klik A. The impact of no-till, conservation, and conventional tillage systems on erosion and soil properties in Lower Austria // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. P. 503–511. DOI: 10.1134/S1064229320040079.
12. Dubovik E. V., Dubovik D. V., Shumakov A. V. Influence of primary tillage practices on the macrostructure of typical chernozem // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 1485–1495. DOI: 10.1134/S1064229321100057.
13. Nakhaei M., Tafreshi A. M., Tafreshi G. M. A New approach in comparison and evaluation of the overall accuracy of six soil-water retention models using statistical benchmarks and fuzzy method // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 716–728. DOI: 10.1134/S1064229321050136.
14. Niu G., Shao L. T., Sun D. A., Guo X. A simplified directly determination of soil-water retention curve from pore size distribution // Geomechanics and Engineering. 2020. Vol. 20. No. 5. P. 411–420. DOI: 10.12989/gae.2020.20.5.411.
15. Belobrov V. P., Yudin S. S., Yaroslavtseva N. V., Yudina A. V., Dridiger V. K., Stukalov R. S., Kluev N. N., Zamotaev I. V., Ermolaev N. R., Ivanov A. L., Kholodov V. A. Changes in physical properties of chernozems under the impact of no-till technology // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. P. 968–977. DOI: 10.1134/S1064229320070029.
16. Nikitin D. A., Ivanova E. A., Zhelezova A. D., Semenov M. V., Gadzhiumarov R. G., Tkhakakhova A. K., Chernov T. I., Ksenofontova N. A., Kutovaya O. V. Assessment of the impact of no-till and conventional tillage technologies on the microbiome of southern agrochernozems // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. P. 1782–1793. DOI: 10.1134/S106422932012008X.
17. Gómez-Muñoz B., Jensen L. S., Munkholm L., Olesen J. E., Hansen E. M., Bruun S. Long-term effect of tillage and straw retention in conservation agriculture systems on soil carbon storage // Soil Science Society of America Journal. 2021. Vol. 85. Iss. 5. P. 1465–1478. DOI: 10.1002/saj2.20312.
18. Parajuli B., Ye R., Luo M., Ducey T. F., Park D., Smith M., Sigua G. Contrasting carbon and nitrogen responses to tillage at different soil depths: An observation after 40-year of tillage management // Science Society of America Journal. 2021. Vol. 85. Iss. 4. P. 1256–1268. DOI: 10.1002/saj2.20277.
19. Kholodov V. A., Belobrov V. P., Yaroslavtseva N. V., Yashin M. A., Yudin S. A., Ermolaev

N. R., Dridiger V. K., Ilyin B. S., Lazarev V. I. Influence of no-till system on the distribution of organic carbon and nitrogen by aggregate size fractions in protocalcic, endocalcic, and pantocalcic chernozems // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 285–290. DOI: 10.1134/S1064229321020071.

20. Artemyeva Z. S., Danchenko N. N., Kirillova N. P., Masyutenko N. P., Dubovik E. V., Kuznetsov A. V., Kogut B. M. The effect of erosion processes on the content and composition of organic matter in macro-and microaggregates of haplic chernozem // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 1659–1667. DOI: 10.1134/S1064229321110028.

21. Hedayatipoor A., Alamooti M. Y. Effect of conservative tillage on physical properties of soil and yield of rainfed wheat // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2020. Vol. 22. No. 1. P. 48–53.

22. Al-Kaisi M. M., Lal R. Aligning science and policy of regenerative agriculture // Soil Science Society of America Journal. 2020. Vol. 84. Iss. 6. P. 1808–1820. DOI: 10.1002/saj2.20162.

References

1. Sattolo T. M. S., Pereira L. M., Otto R., Francisco E., Duarte A. P., Kappes C., Prochnow L. I., Cherubin M. R. Effects of land use, tillage management, and crop diversification on soil physical quality in Cerrado agricultural systems // Soil Science Society of America Journal. 2021. Vol. 85. Iss. 5. P. 1799–1813. DOI: 10.1002/saj2.20306.

2. Cruz M. G., Hernandez E. A., Uddameri V. Vulnerability assessment of agricultural production systems to drought stresses using robustness measures // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. Art. No. 21648. DOI: 10.1038/s41598-021-98829-5.

3. Savelyev Yu. A., Kukharev O. N., Laryushin N. P., Ishkin P. A., Dobrynin Yu. M. Soil moisture loss reduction owing to evaporation // Agricultural machinery and technologies. 2018. Vol. 12. No. 1. P. 42–47. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-1-42-47.

4. Gusev Ye. M., Dzhogan L. Ya., Nasonova O. N., Kovalev E. E. Scenario projections of the changes in water availability to wheat crops in the Steppe Crimea in the 21st century and some measures increasing the efficiency of its cultivation // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 763–771. DOI: 10.1134/S1064229321050100.

5. Parkhomenko G. S., Parkhomenko S. G., Parkhomenko G. G. Simulation on a PC using the MVTU software package of an improved power ACS of the MTZ-80 tractor // Materials of the XLIII Scientific and Technical Conference, Chelyabinsk: Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Federal Agency for Agriculture. FSEI HPE “Chelyabinsk State Agroengineering University”, 2004. P. 22–26.

6. Masoudi M., Elhaeesahar M., Cerdà A. Risk assessment of land degradation (RALDE) in Khuzestan Province, Iran // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 1228–1240. DOI: 10.1134/S1064229321080135.

7. Tsvetnov E. V., Makarov O. A., Strokov A. S., Tsvetnova O. B. The role of soils in land degradation assessment: a review // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 441–447. DOI: 10.1134/S1064229321030169.

8. Bespamyatnova N. M., Belts A. F., Bosenko N. S. Structural synthesis of multifunctional units // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva. 2001. No. 5. P. 10–13.

9. Amorim H. C. S., Ashworth A. J., Brye K. R., Wienhold B. J., Savin M. C., Owens P. R., Silva S. H. G. Soil quality indices as affected by long-term burning, irrigation, tillage, and fertility management // Soil Science Society of America Journal. 2020. Vol. 85. Iss. 2. P. 379–395. DOI: 10.1002/saj2.20188.

10. Rodríguez B. C., Zuazo V. H. D., Rodríguez M. S., Ruiz B. G., Gercia-Tejero I. F. Soil erosion and the efficiency of the conservation measures in Mediterranean hillslope farming (SE Spain) // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 792–806. DOI: 10.1134/S1064229321050069.

11. Komissarov M. A., Klik A. The impact of no-till, conservation, and conventional tillage systems on erosion and soil properties in Lower Austria // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. P. 503–511. DOI: 10.1134/S1064229320040079.

12. Dubovik E. V., Dubovik D. V., Shumakov A. V. Influence of primary tillage practices on the macrostructure of typical chernozem // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 1485–1495. DOI: 10.1134/S1064229321100057.

13. Nakhaei M., Tafreshi A. M., Tafreshi G. M. A new approach in comparison and evaluation of the overall accuracy of six soil-water retention models using statistical benchmarks and fuzzy method // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 716–728. DOI: 10.1134/S1064229321050136.

14. Niu G., Shao L. T., Sun D. A., Guo X. A simplified directly determination of soil-water retention curve from pore size distribution // Geomechanics and Engineering. 2020. Vol. 20. No. 5. P. 411–420. DOI: 10.12989/gae.2020.20.5.411.

15. Belobrov V. P., Yudin S. S., Yaroslavtseva N. V., Yudina A. V., Dridiger V. K., Stukalov R. S., Kluev N. N., Zamotaev I. V., Ermolaev N. R., Ivanov A. L., Kholodov V. A. Changes in physical

properties of chernozems under the impact of no-till technology // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. P. 968–977. DOI: 10.1134/S1064229320070029.

16. Nikitin D. A., Ivanova E. A., Zhelezova A. D., Semenov M. V., Gadzhiumarov R. G., Tkhakakhova A. K., Chernov T. I., Ksenofontova N. A., Kutovaya O. V. Assessment of the impact of no-till and conventional tillage technologies on the microbiome of southern agrochernozems // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. P. 1782–1793. DOI: 10.1134/S106422932012008X.

17. Gómez-Muñoz B., Jensen L. S., Munkholm L., Olesen J. E., Hansen E. M., Bruun S. Long-term effect of tillage and straw retention in conservation agriculture systems on soil carbon storage // Soil Science Society of America Journal. 2021. Vol. 85. Iss. 5. P. 1465–1478. DOI: 10.1002/saj2.20312.

18. Parajuli B., Ye R., Luo M., Ducey T. F., Park D., Smith M., Sigua G. Contrasting carbon and nitrogen responses to tillage at different soil depths: an observation after 40-year of tillage management // Science Society of America Journal. 2021. Vol. 85. Iss. 4. P. 1256–1268. DOI: 10.1002/saj2.20277.

19. Kholodov V. A., Belobrov V. P., Yaroslavtseva N. V., Yashin M. A., Yudin S. A., Ermolaev N. R., Dridiger V. K., Ilyin B. S., Lazarev V. I. Influence of no-till system on the distribution of organic carbon and nitrogen by aggregate size fractions in protocalcic, endocalcic, and pantocalcic chernozems // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 285–290. DOI: 10.1134/S1064229321020071.

20. Artemyeva Z. S., Danchenko N. N., Kirillova N. P., Masyutenko N. P., Dubovik E. V., Kuznetsov A. V., Kogut B. M. The effect of erosion processes on the content and composition of organic matter in macro-and microaggregates of haplic chernozem // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 1659–1667. DOI: 10.1134/S1064229321110028.

21. Hedayatipoor A., Alamooti M. Y. Effect of conservative tillage on physical properties of soil and yield of rainfed wheat // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2020. Vol. 22. No. 1. P. 48–53.

22. Al-Kaisi M. M., Lal R. Aligning science and policy of regenerative agriculture // Soil Science Society of America Journal. 2020. Vol. 84. Iss. 6. P. 1808–1820. DOI: 10.1002/saj2.20162.

UDC 631.31

Parkhomenko G. G., Bozhko I. V., Kambulov S. I., Babenko O. S.

QUALITY OF MINIMUM TILLAGE WITH A FLAT-CUTTING WORKING BODY

Summary. *The intensification of agriculture leads to the physical degradation of the soil caused by the excessive impact of operating elements and mechanization on the cultivated environment. Resource-saving methodsof soil tillage contribute significantly to the maintenance of the agroecosystem productivity. These practices include minimum tillage. The purpose of the research was to determine the influence of the working body for minimal tillage on soil tillage quality. The studies were carried out in 2020–2021 at the Department of Mechanization of Crop Production of the Agricultural Research Center "Donskoy". The tillage depth was measured with a dipstick-ruler along the working bodies track; the device was inserted vertically down into the soil profile just to the untreated layer. For each experimental track, there were at least 50 measurements.The depth measurement error was ±1 cm. The height of the ridge was measured with a rail and a ruler; fourfold replication (forward-facing – twice; against the working body movement – twice). Measurement error – ±0.5 cm. There were at least 10 measurements in each replication. The operating element meets agrotechnical requirements. The standard deviation of the depth was ±0.45–2.0 cm, which does not exceed the allowable value (up to 2.0 cm). The height of the ridges is insignificant (3.8–4.0 cm) and does not go beyond the limits allowed by agrotechnical requirements (up to 4 cm) for operating elements for surface tillage. The coefficient of variation (2.53–15.21 %) indicates a small fraction of the spread relatively to the average value of the tillage depth by the operating element. The use of the operating element will decline the impact on the cultivated environment by reducing the number of passes for leveling the field and crushing crop residues, which will positively affect soil fertility and lead to cost reduction. The operating element as part of the combined unit can prepare the soil for winter crops after harvesting theprevious one or perform necessary operations on fallow fields including pre-sowing cultivation.*

Keywords: *working body, minimum tillage, flat cutter, ridgeness, tillage depth*

uniformity.

Пархоменко Галина Геннадьевна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела механизации растениеводства, структурное подразделение «СКНИИМЭСХ», ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 14; e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru.

Божко Игорь Владимирович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела механизации растениеводства, структурное подразделение «СКНИИМЭСХ», ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 14; e-mail: i.v.bozhko@mail.ru.

Камбулов Сергей Иванович, доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела механизации растениеводства, структурное подразделение «СКНИИМЭСХ», ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 14; профессор кафедры "Технологии и оборудование переработки продукции АПК" ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», 344003, Россия, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина 1; e-mail: kambulov.s@mail.ru.

Бабенко Ольга Сергеевна, ассистент кафедры "Технологии и оборудование переработки продукции АПК, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», 344003, Россия, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина 1; e-mail: lelya.babenko.90@mail.ru.

Parkhomenko Galina Gennadievna, Cand. Sc. (Tech.), leading researcher of the Department of mechanization of crop production, structural unit SKNIIMESH, SSE Agricultural Research Center “Donskoy”; 14, Lenina Str., Zernograd, Rostov Region, 347740, Russia; e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru.

Bozhko Igor Vladimirovich, Cand. Sc. (Tech.), senior researcher of the Department of mechanization of crop production, structural unit SKNIIMESH, SSE Agricultural Research Center “Donskoy”; 14, Lenina Str., Zernograd, Rostov Region, 347740, Russia; e-mail: i.v.bozhko@mail.ru.

Kambulov Sergey Ivanovich, Dr. Sc. (Tech.), chief researcher of the Department of mechanization of crop production, structural unit SKNIIMESH, SSE Agricultural Research Center “Donskoy”; 14 Lenina Str., Zernograd, Rostov Region, 347740, Russia; professor of the Technologies and Equipment for Agricultural Products Processing Department, FSBEI of HE “Don State Technical University”; 1, Gagarin Square, Rostov-on-Don, Rostov Region, 344003, Russia; e-mail: kambulov.s@mail.ru.

Babenko Olga Sergeevna, assistant of the Technologies and Equipment for Agricultural Products Processing Department, FSBEI of HE “Don State Technical University”; 1, Gagarin Square, Rostov-on-Don, Rostov Region, 344003, Russia; e-mail: lelya.babenko.90@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 28.03.2022.
Дата принятия к печати – 10.04.2022.