

Показатели качества работы почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины

Юрий Николаевич Сыромятников,
аспирант, e-mail: gara176@meta.ua

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко,
г. Харьков, Украина

Предпосевная обработка почвы предусматривает создание структуры, которая позволит повысить урожайность. (*Цель исследований*) Определить качественные показатели экспериментальной почвообрабатывающей роторной рыхлительно-сепарирующей машины для оптимизации пахотного слоя почвы, изменяющей структуру и плотность обрабатываемого слоя почвы в соответствии с требованиями агрономической науки. (*Материалы и методы*) Изучили в полевых условиях физико-механические свойства почвы после весенней обработки ее в условиях черного пара. Проанализировали структурно-агрегатный состав почвы в зависимости от вида обработки, плотность сложения почвы по слоям в различные сроки, динамику изменения влажности почвы по слоям на протяжении двух месяцев после ее весенней обработки. (*Результаты и обсуждение*) Проведены исследования почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины на слое почвы, который после обработки расслаивается на четыре подслоя: надсеменной, семенной, подсеменной и подпахотный. Из надсеменного подслоя полностью удалены глыбистые фрагменты почвы размером более 20 миллиметров. В семенном – образуется наиболее ценная в агрономическом отношении структура почвы, размер отдельных компонентов которой не превышает 3-кратный размер семян, плотность сложения подсеменного до 1,25 грамм на кубический сантиметр. Подпахотный подслоем имеет плотность не выше 1,3 грамм на кубический сантиметр и твердость в плужной подошве – более 3 мегапаскалей, что обеспечивается основной обработкой. Информация для обоснования исследования получена в результате анализа литературных источников. (*Выводы*) Экспериментальная машина для оптимизации агрофизических свойств пахотного слоя почвы позволила повысить коэффициент структурности примерно в 2,5 раза, в сравнении с традиционными культиваторами. Выявили, что обработка почвы с использованием почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины позволяет усовершенствовать методы предпосевной обработки почвы для улучшения ее агротехнических качеств, исключить предпосевное боронование и культивацию и осуществить подготовку почвы к посеву за один проход. **Ключевые слова:** структура почвы, слой, состав, строение, машина, поверхность, обработка, качество.

■ **Для цитирования:** Сыромятников Ю.Н. Показатели качества работы почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. №3. С. 38-44. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-38-44

Qualitative Performance Indicators of a Ripping-and-Separating Machine for Soil Cultivation

Yury N. Syromyatnikov, postgraduate student,
e.mail: gara176@meta.ua

Kharkov National Technical University of Agriculture named after P.M. Vasilenko, Kharkov, Ukraine

Abstract. Pre-sowing soil cultivation aims at forming such a soil structure, which will allow increasing the yield. (*Research purpose*) To determine the qualitative indicators of an experimental soil-cultivating ripping-and-separating rotary machine for optimizing the ploughed soil layer, modifying the structure and density of the cultivated soil layer in accordance with the agronomic requirements. (*Materials and methods*) The author has studied physical and mechanical properties of the soil after its spring cultivation in the conditions of bare (black) fallow. Soil structure and aggregate composition depending on the type of cultivation, the density of soil layers at different times, the dynamics of soil moisture changes in the layers for two months after its spring cultivation have been analyzed as well. (*Results and discussion*) The author has studied the operation of a soil tillage ripping-and-separating machine on the soil layer, which is separated after processing into four sublayers: over-seed, seed, under-seed and subsurface ones. Soil fragments (lumps) of a size larger than 20 mm have been completely removed from the over-seed sublayer. The most valuable soil structure in agronomic terms is formed in the

seed sublayer, where the size of individual components does not exceed three times the size of seeds, the density of the under-seed sublayer is up to 1.25 grams per cubic centimeter. The subsurface sublayer has a density of not more than 1.3 grams per cubic centimeter and a hardness of more than 3 MPa in the plow sole, which is provided by the main tillage operations. The information for the study has been obtained as a result of the analysis of literary sources. (Conclusion) The experimental machine for optimizing the agrophysical properties of the ploughed soil layer allows increasing the structural coefficient by about 2.5 times as compared with traditional cultivators. It has been found that soil cultivation with a ripping-and-separating tillage machine allows to improve the methods of pre-sowing cultivation to improve its agrotechnical characteristics, skip pre-sowing harrowing and cultivation and prepare the soil for sowing in one run.

Keywords: soil structure, layer, structure, composition, machine, surface, tillage, quality.

For citation: Syromyatnikov Yu.N. Qualitative performance indicators of a ripping-and-separating machine for soil cultivation // *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2018. 12.(3): 38-44. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-38-44. (In Russian)

Технологические операции обработки почвы механическим воздействием направлены на создание благоприятных условий для накопления и сохранения влаги, посева семян, роста и развития растений [1, 2].

Предпосевная обработка почвы заключается в рыхлении верхнего слоя на глубину заделки семян, что обеспечивает мелкокомковатое строение посевного слоя, выравнивание поверхности поля, уплотнение ложа на глубине посева семян, заделку внесенных удобрений, уничтожение проросших сорняков и сохранение влаги в обрабатываемом слое почвы. Обработка почвы направлена также на создание благоприятных условий для работы сельскохозяйственных машин на посевах, при уходе за ними и при уборке урожая [3].

Существует экспериментальная машина для оптимизации агрофизических свойств пахотного слоя почвы, агрегируемая с трактором ХТЗ-17221, рис. 1 [4, 5].



Рис. 1. Экспериментальная машина почвообрабатывающая рыхлительно-сепарирующая в агрегате с трактором ХТЗ-17221

Fig. 1. The experimental soil-cultivating friable-separating machine aggregated with tractor HTZ-17221

Ее используют при возделывании зерновых (озимых и яровых) и технических культур, для выполнения поверхностной и предпосевной обработки почвы, для лущения стерни.

Глубина обработки при работе на полях, пред-

назначенных под посев и находящихся под парами, может регулироваться от 0 до 15 см.

Машина (рис. 2) состоит из шасси, с которым посредством параллелограммного рычажного механизма закреплена рама, которую можно перемещать по вертикали. На ней смонтированы рабочие органы: пассивные – стойки с лемехами и активные – ротор с рыхлителями. Ротор расположен над лемехами и не касается их. Лемехи снабжены сепарирующими решетками.

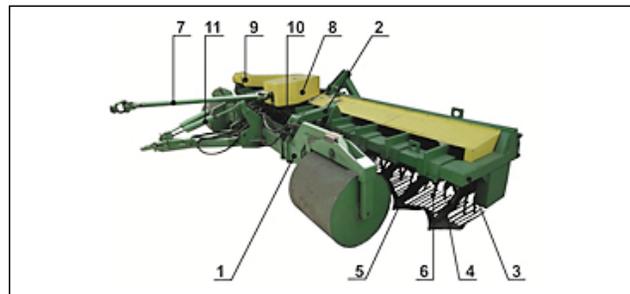


Рис. 2. Экспериментальная почвообрабатывающая рыхлительно-сепарирующая машина:

1 – шасси; 2 – рычажный механизм; 3 – рама; 4 – стойка; 5 – лемех с сепарирующими решетками; 6 – ротор с рыхлителями; 7 – карданная передача; 8 – зубчатая передача; 9 – цепная передача; 10 – механизм регулировки глубины обработки почвы; 11 – механизм регулировки горизонтального положения рамы

Fig. 2. Experimental soil-cultivating friable-separating machine: 1 – the chassis; 2 – the lever mechanism; 3 – frame; 4 – the rack; 5 – plowshare with separating gratings; 6 – rotor with friblers; 7 – cardan gear; 8 – gear transmission; 9 – chain transmission; 10 – mechanism for adjusting the depth of tillage; 11 – mechanism for adjusting the horizontal position of the frame

Подъем и опускание рамы осуществляются с помощью гидравлического привода. Ротор приводится в действие от вала отбора мощности трактора посредством карданной, цепной и зубчатой передач. Машина снабжена механизмом регулировки глубины обработки почвы и механизмом горизон-

тального положения рамы. Соединение шасси машины с маятником тягово-сцепного устройства осуществляется посредством штатных крепежных элементов трактора.

Машина работает следующим образом. При движении по полю лемехи подрезают пласт почвы, далее при его перемещении вдоль поверхностей лемеха и прутьев сепарирующей решетки он крошится, при этом мелкокомковатая фракция, не превышающая трех размеров высеваемых семян, просыпается сквозь решетку, формируя семенной подслоя. Дальнейшее формирование семенного подслоя происходит при воздействии на пласт рыхлителей ротора, которые крошат и рыхлят пласт, перемещая его вдоль сепарирующей решетки. Крупнокомковатая фракция с фрагментами не более 20 мм идет сходом с решетки, образуя надсеменной подслоя с параметрами, соответствующими оптимальному водно-воздушному режиму. Кроме этого, рыхлители ротора в процессе взаимодействия с пластом вычесывают из него сорные растения, не нарушая их целостности, и транспортируют их на поверхность надсеменной подслоя, а также очищают стойки лемехов от растительных остатков и сорняков [6].

Качество выполнения поверхностной основной и предпосевной обработок определяется не только глубиной обработки, гребнистостью поверхности, заделкой пожнивных остатков и глыбистостью, но также и структурным составом и плотностью сложения обрабатываемого слоя. Последние два параметра напрямую связаны с физическими, физико-механическими и реологическими (пластическими) свойствами почвы. Их величины в обрабатываемом слое должны соответствовать требованиям высеваемых культур [14]. Следовательно, и обрабатываемый слой должен быть для разных культур дифференцирован по ключевым параметрам почвы – структурному составу и плотности сложения.

Цель исследования. Проведение сравнительных испытаний работы экспериментальной почвообрабатывающей машины и культиватора КПС-4 с зубовыми боронами в производственных условиях, изучение качественных показателей работы машины.

Материалы и методы. Исходя из условий прорастания и развития растений структура оптимального обрабатываемого слоя перед посевом должна отвечать следующим требованиям (рис. 3):

- обрабатываемый слой должен состоять из четырех подслоев: надсеменного, семенного, подсеменного и подпахотного;

- из надсеменного подслоя должны быть полностью удалены глыбистые фрагменты почвы размером более 20 мм. Наличие таких фрагментов сво-

дит на нет все преимущества, созданные структурой обрабатываемого слоя;

- в семенном подслое должна быть сосредоточена наиболее ценная в агрономическом отношении структура. Размер отдельных фрагментов не должен превышать 3-кратный размер семян;

- плотность сложения подсеменного подслоя не должна превышать $1,25 \text{ г/см}^3$;

- подпахотный подслоя не должен иметь плотность выше $1,3 \text{ г/см}^3$ и твердость в плужной подошве более 3 МПа, что обеспечивается основной обработкой [17].

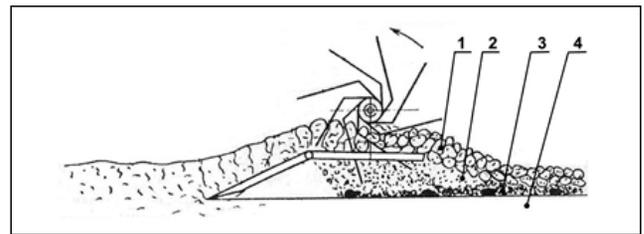


Рис. 3. Структура обрабатываемого слоя: 1 – надсеменной слой; 2 – семенной слой; 3 – подсеменной слой; 4 – подпахотный слой

Fig. 3. Structure of the processing layer: 1 – over-seed layer; 2 – the seed layer; 3 – under-seed layer; 4 – subsurface layer

Выполнение указанных требований обеспечит хороший контакт семян с почвой, быстрое их набухание, прорастание и беспрепятственное развитие корней вглубь почвы, экономное расходование влаги, накопленной за осенне-зимний период (вследствие слоистого сложения), эффективное усвоение растениями элементов питания из удобрений [16].

Гранулометрический состав почвы определяется количественным соотношением в ней четырех основных фракций: песчаной (размер частиц 2,00-0,05 мм); пылевой (размер частиц менее 0,002 мм); крупнозернистой супеси с размером частиц от 2 до 25 мм, и комков с частицами более 25 мм [7].

Для определенной культуры обрабатывают поле до получения необходимой рыхлости почвы, но с учетом уменьшения затрат используемой энергии. При незначительной засоренности поля сорняками, хорошем состоянии почвы не всегда необходимо применять традиционные системы обработки, которые включают в себя лущение стерни, вспашку, предпосевную обработку. Эти методы можно заменить на обработку почвы с одновременным посевом [8, 9]. Такая комбинированная обработка производится быстрее с наименьшими энергетическими затратами и экономией времени.

Известно, что при содержании в пахотном слое не менее 40-45% водоустойчивых агрегатов размером более 0,25 мм показатели плотности, твердости, общей пористости и пористости аэрации находятся в оптимальных пределах. В пахотном слое



черноземов таких агрегатов содержится 55-60% [9].

Перенасыщение состава почвы крупными агрегатами и глыбами приводит к увеличению степени аэрации, преобладание в составе мелкозема фракции пыли способствует ветровой эрозии. И то, и другое ведет к иссушению почвы и потере гумуса.

Влияние на урожайность сельскохозяйственных культур соотношения структурных частиц почвы и допустимых норм их содержания отражено в работах В.Р. Вильямса, П.А. Некрасова, П.А. Пигуевского и др. [10-13]. В исследованиях В.В. Медведева установлен наиболее благоприятный гранулометрический состав почвы, который обеспечивает растения питательными веществами и влагой. При этом агрегатов почвы размером 5-20 мм должно быть около 20-25%, агрономически ценных агрегатов почвы размером 0,25-5,0 мм – 60-65%, и мельче 0,25 мм – менее 15% [14].

При таком соотношении структурных почвенных агрегатов растения эффективно используют влагу и элементы питания. Также установлено, что максимальная урожайность сельскохозяйственных культур была получена при близких размерах семян и частиц почвы семенного слоя, а верхний слой почвы толщиной до 4 см должен иметь более крупные агрегаты почвы размером 5-20 мм [14].

На развитие растений в вегетационный период влияет плотность поверхностного слоя почвы, которая в засушливые годы увеличивается на $0,08 \text{ г см}^3$, а во влажные годы – уменьшается на $0,05 \text{ г/см}^3$. Поэтому для поддержания оптимальной плотности почвы в верхнем слое пахотного горизонта целесообразно проводить уплотнение или рыхление ее.

Исследованиями многих ученых показано, что при содержании в пахотном слое почвы до 40-45% агрономически ценных структурных агрегатов, его плотность, твердость и пористость находятся в оптимальных пределах.

Для сохранения влаги и снижения температуры поверхности почвы применяют мульчирование ее поверхности растительными остатками [15, 16]. Мульчирование почвы может быть создано во время сбора зерновых культур путем разбрасывания измельченной соломы по поверхности поля.

Опираясь на результаты проведенных исследований, можно сделать вывод, что наиболее благоприятные условия для растений создаются при дифференциации обрабатываемого слоя почвы по структурному составу. При этом в поверхностном слое почвы должны преобладать агрегаты размером от 5 до 20 мм, а в зоне заделки семян – 0,25-10 мм.

Современные средства механизации для обработки почвы в отвальной, безотвальной и минимальных системах обеспечивают необходимые условия для выращивания сельскохозяйственных культур. Однако для создания физико-механиче-

ских свойств почвы, близких к оптимальным, а также для борьбы с сорными растениями необходимо проводить относительно большое количество механических обработок, зачастую с использованием гербицидов для очищения полей.

Для получения мелкокомковатой структуры почвы в зоне расположения семян не обязательно интенсивно ее крошить и тем самым увеличивать энергоемкость процесса. Нужная структура может быть получена при совмещении операции крошения почвы и фракционного ее распределения по глубине обработки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. В полевых условиях качественные показатели работы машины для оптимизации пахотного слоя почвы оценивали по структуре, плотности и влажности почвы. Опытный участок площадью 1 га был вспахан осенью на глубину 25-27 см и разделен на две части. Одну часть участка (контроль) весной обработали культиватором КПС-4 с зубowymi бородами на глубину 10 см, вторую – на такую же глубину обрабатывали экспериментальной машиной.

Физико-механические свойства почвы при проведении экспериментов определяли в соответствии с ОСТ 70.2.15-73.

Влажность почвы определяли методом термической сушки в пятикратной повторности. Образцы почвы массой 0,03-0,04 кг укладывали в алюминиевые стаканчики, взвешивали и сушили в шкафу при температуре $105 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение восьми часов. После сушки образцы почвы снова взвешивали. Влажность почвы определяли по формуле:

$$W_a = \frac{m_v - m_c}{m_c} 100\%, \quad (1)$$

где m_v , m_c – соответственно масса влажной и сухой почвы, кг.

Твердость почвы определяли с помощью твердомера ВИСХОМа в пятикратной повторности.

Плотность почвы определяли в трехкратной повторности методом режущего кольца по Н.А. Кочинскому.

Для определения структурно-агрегатного состава почвы использовали метод просеивания ее на ситах с круглыми отверстиями. Пробу массой не менее 2,5 кг (в трехкратной повторности) довели до воздушно-сухого состояния и просеивали через сита покачиванием. Выделенную на ситах почву взвешивали и вычисляли относительную массу каждой фракции по формуле:

$$\Phi = \frac{m}{M} 100\%, \quad (2)$$

где m – масса фракции, кг;

M – масса поступившего на анализ образца, кг.

Коэффициент структурности почвы вычисляли

Table 1		Таблица 1					
СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО (АПРЕЛЬ), КОЛИЧЕСТВО АГРЕГАТОВ, % STRUCTURAL COMPOSITION OF BLACK SOIL TYPICAL (APRIL), NUMBER OF UNITS IN, %							
Размеры агрегатных, мм Aggregate dimensions, mm	Глубина, 10 ⁻² м Depth, 10 ⁻² m						
	контроль Control			экспериментальный вариант / Experiment			
	0-5	5-10	15-25	0-5	5-10	15-25	
Сухое просеивание / Dry sifting							
>10	45,01	43,40	46,0	11,4	26,9	47,2	
10-7	8,31	10,27	10,4	5,2	9,5	10,6	
7-5	7,45	6,77	7,9	4,4	7,0	8,1	
5-3	9,93	9,36	9,6	7,0	8,0	10,5	
3-2	9,15	8,52	8,1	11,7	11,3	8,4	
2-1	12,90	15,28	11,9	34,6	2,0	9,0	
1-0,5	1,50	1,36	1,4	3,4	2,7	1,4	
0,5-0,25	3,34	2,94	2,7	11,6	10,9	2,6	
<0,25	2,38	2,10	2,2	1,3	1,7	1,6	
10-0,25	57,61	54,50	51,8	87,3	73,1	51,2	
K _{стр}	1,27	1,20	1,08	3,41	2,72	1,05	
Влажное просеивание / Wet sifting							
7-5	0,58	0,56	0,13	0,30	0,66	0,08	
5-3	1,08	1,53	0,23	0,05	1,11	0,14	
3-2	1,10	1,01	0,56	0,08	1,10	0,40	
2-1	3,27	2,94	2,62	0,77	3,58	2,66	
1-0,5	16,08	13,12	12,28	7,13	7,75	14,90	
0,5-0,25	40,85	39,48	44,60	44,73	14,25	43,95	
>1	6,03	6,02	3,54	1,15	6,44	3,28	
>0,25	62,96	58,62	60,41	53,06	58,43	62,12	
K _{стр}	0,65	0,60	0,62	0,60	0,60	0,63	

по формуле:

$$K_{cmp} = \frac{K_{10-0,25}}{K_{>10} + K_{<0,25}}, \quad (3)$$

где $K_{10-0,25}$ – процент содержания агрономически ценных фракций почвы в пробе;

$K_{>10}$, $K_{<0,25}$ – процент содержания фракций почвы в пробе, соответственно больше 10 мм и меньше 0,25 мм.

Физико-механические свойства почвы определены в два этапа после весенней обработки в условиях черного пара: в апреле и в июле (табл. 1 и 2).

Из таблицы 1 видно, что после обработки почвы



Рис. 4. Участок поля, обработанный экспериментальной машиной
Fig. 4. A section of the field processed by an experimental machine

Table 2		Таблица 2					
СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО (ИЮЛЬ, СУХОЕ ПРОСЕИВАНИЕ), КОЛИЧЕСТВО АГРЕГАТОВ, % STRUCTURAL COMPOSITION OF BLACK SOIL TYPICAL (JULY, DRY SIFTING), NUMBER OF UNITS IN, %							
Размеры агрегатных, мм Aggregate dimensions, mm	Глубина, 10 ⁻² м Depth, 10 ⁻² m						
	контроль Control			экспериментальный вариант / Experiment			
	0-5	5-10	15-25	0-5	5-10	15-25	
>10	5,6	28,0	34,8	7,1	24,8	30,3	
10-7	4,2	8,3	10,6	3,3	7,2	9,5	
7-5	4,1	8,2	8,7	4,1	7,6	10,3	
5-3	6,8	11,5	11,7	6,4	9,2	14,3	
3-2	11,1	12,3	10,9	10,1	10,8	13,2	
2-1	36,4	20,5	15,5	37,6	22,5	14,6	
1-0,5	3,8	1,9	1,5	3,1	2,3	1,6	
0,5-0,25	12,3	5,3	3,4	11,7	7,3	3,9	
<0,25	15,7	4,0	2,9	16,6	8,4	3,3	
10-0,25	71,9	68,0	62,3	76,3	66,8	66,4	
K _{стр}	2,55	2,14	1,73	3,26	2,02	2,42	

экспериментальной машиной количество почвенных агрегатов размером более 10 мм в сравнении с контролем в слое 0-5 меньше в 4 раза и в слое 5-10 – почти в 2 раза. Количество агрономически ценных почвенных агрегатов (10-0,25 мм) в экспериментальном варианте на 30% больше, чем на контроле. Коэффициент структурности обработанного слоя почвы (0-10 см) экспериментальной машиной примерно в 2,5 раза выше по сравнению с контролем.

Влажное просеивание почвы показало, что разница в коэффициентах водоустойчивости комочков почвы в обоих вариантах практически отсутствует. В структурно-агрегатном составе почвы через два месяца после ее обработки (табл. 2) различия между опытным и контрольными участками сглаживаются.

Разница в плотности почвы по слоям в различные сроки не превышала 3-4% (табл. 3).

На рис. 4 показано качество обработки участка поля экспериментальной машиной.

Данные о динамике изменения влажности почвы по слоям представлены в таблице 4. Практически во всех слоях почвы по глубине в варианте



Рис. 5. Результат обработки черного пара экспериментальной машиной
Fig. 5. The result of black fallow processing by an experimental machine



Table 3 Плотность сложения почвы, г/см ³ DENSITY OF SOIL COMPOSITION, g/cm ³				
Глубина, 10 ⁻² м Depth, 10 ⁻² m	Апрель / April		Июль / July	
	контроль Control	экспериментальный вариант Experiment	контроль Control	экспериментальный вариант Experiment
0-5	1,06	1,05	1,10	1,11
5-10	1,14	1,15	1,19	1,16
15-25	1,19	1,18	1,12	1,19
30-40	1,18	1,12	1,13	1,13

Table 4 Влажность почвы по слоям, % SOIL MOISTURE CONTENT IN LAYERS, %				
Глубина, 10 ⁻² м Depth, 10 ⁻² m	Апрель / April		Июль / July	
	контроль Control	экспериментальный вариант Experiment	контроль Control	экспериментальный вариант Experiment
0-5	16,33	18,19	15,59	17,95
5-10	21,33	23,46	20,25	21,37
15-25	25,03	24,29	21,37	23,70
30-40	23,34	25,18	22,34	24,86



Рис. 6. Сорняки на поверхности поля с неповрежденной корневой системой

Fig. 6. Weed on the surface of the field with an intact root system

обработки почвы экспериментальной машиной в сравнении с контрольным вариантом влажность почвы на протяжении двух месяцев после ее весенней обработки была выше на 1-2%, причем разница во влажности почвы сохранялась и в июле.

Чтобы установить, каким образом экспериментальная машина влияет на засоренность поля, черный пар был обработан в середине мая. Результаты применения экспериментальной машины представлены на рис. 5.

Сорные растения, в том числе и корнеотпрысковые выбрасываются на поверхность поля с неповрежденной корневой системой (рис. 6), при условии недопущения самосева исключаются затраты на внесение гербицидов.

Выводы. Полевые исследования показали, что рыхлительно-сепарирующая машина обеспечивает повышение коэффициента структурности почвы в 1,7 раза, лучшее накопление

и сохранение влаги на 3-4% выше по сравнению с контрольным вариантом. Предпосевная обработка почвы с использованием машины позволяет исключить предпосевное боронование и культивацию, а также осуществить подготовку почвы к посеву за один проход. Известная машина для оптимизации агрофизических свойств пахотного слоя почвы позволяет, в сравнении с традиционными культиваторами, повысить коэффициент структурности примерно в 2,5 раза, поддерживать в летний период влажность почвы на 1-2% выше, чем на контроле, и существенно снизить засоренность обработанного слоя почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пашенко В.Ф., Сыромятников Ю.Н., Храмов Н.С. Физическая сущность процесса взаимодействия с почвой рабочего органа с гибким элементом // *Сельское хозяйство*. 2017. N3. С. 33-42.
2. Пашенко В.Ф., Сыромятников Ю.Н. Почвообрабатывающая приставка к зерновой сеялке в технологиях «No till» // *Аэкономика: экономика и сельское хозяйство*. 2018. N3. (27).
3. Мельник В.И. Эволюция систем земледелия – взгляд в будущее // *Земледелие*. 2015. N1. С. 8-12.
4. Сыромятников Ю.Н. Повышение эффективности технологического процесса движения почвы по лемеху почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины // *Сельское хозяйство*. 2017. N1. С. 48-55.
5. Сыромятников Ю.Н. Обоснование профиля лемеха с направляющими дисками почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины // *Сельское хозяйство*. 2017. N2. С. 18-29.
6. Пашенко В. Ф., Ким В. В., Батулин А. А. Теоретические исследования технологического процесса почвообрабатывающей машины // *Инженерия природо-користування*. 2015. N1. С. 79-83.
7. Качинский Н.А. Структура почвы. М.: МГУ, 1963. 100 с.
8. Круть В.М., Пабат И.А., Рашко Н.Н. Влагосберегающие приемы обработки почвы и ухода за черным паром // *Земледелие*. 1987. N10. С. 40-42.
9. Кузнецов Н.Г. Сохранение плодородия почвы при воздействии на нее ходовых систем тракторов и рабочих органов машин // *Вестник сельскохозяйственных наук*. 1978. N7. С. 115-118.
10. Некрасов П.А. Работа фрезы и плуга. М.: 1931. 64 с.
11. Пабат И.А. Грунтозащитная система землеробства. К.: Урожай, 1992. 158 с.
12. Пигулевский М.Х. Пути и методы изучения физи-

ко-механических свойств почвы в целях правильного конструктивного оформления и рациональной эксплуатации средств механизации почвообработки // Физика почв в СССР. М.: Сельхозгиз, 1936. С. 209-233.

13. Пигулевский М.Х. Результаты воздействия на почву сохи, плуга и фрезы. М.: Сельхозгиз, 1930. 46 с.

14. Медведев В.В. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур. К.: Урожай, 1991. 173 с.

15. Бондарев А.Г. Заключение / А.Г. Бондарев, В.А. Рusanов, В.В. Медведев // Переуплотнение пахотных почв.

М.: Наука, 1987. С. 205-210.

16. 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.

17. Mazitov N.K., Lobachevsky Ya.P., Dmitriev S.Yu., Sakhapov R.L., Sharafiev L.Z., Rakhimov I.R. Upgraded technology and equipment for soil processing and sowing in extreme conditions // *Russian Agricultural Sciences*. 2015, Vol. 41; 1: 75-79.

REFERENCES

1. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Yu.N., Khramov N.S. Fizicheskaya sushchnost' protsessa vzaimodeystviya s pochvoy rabocheho organa s gibkim elementom [The physical background of the interaction process of a working unit with a flexible element with soil] // *Sel'skoe khozyaystvo*. 2017. №3: 33-42. (In Russian)

2. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Yu.N. Pochvoobrabatyvayushchaya pristavka k zernovoy seyalkе v tekhnologiyakh "No till" [Soil-tillage attachment to a grain seed drill in "No till" technologies] // *Aekonomika: ekonomika i sel'skoe khozyaystvo*, 2018. №3: 27. (In Russian)

3. Melnik V.I. Evolyutsiya sistem zemledeliya – vzglyad v budushchee [Evolution of farming systems – a look into the future] // *Zemledelie*. 2015. №1. (In Russian)

4. Syromyatnikov Yu.N. Povyshenie effektivnosti tekhnologicheskogo protsessa dvizheniya pochvy po lemekhu pochvoobrabatyvayushchey rykhlytel'no-separiruyushchey mashiny [Increasing the efficiency of the soil motion technological process along the share of a soil cultivating ripping-and-separating machine] // *Sel'skoe khozyaystvo*. 2017. №1: 48-55. DOI: 10.7256 / 2453-8809.2017.1.22037. (In Russian)

5. Syromyatnikov Yu.N. Obosnovanie profilya lemekha s napravlyayushchimi diskami pochvoobrabatyvayushchey rykhlytel'no-separiruyushchey mashiny [Justification of a share profile with guide discs of a soil cultivating ripping-and-separating machine] // *Sel'skoe khozyaystvo*. 2017. №2: 18-29. DOI: 10.7256 / 2453-8809.2017.2.23150. (In Russian)

6. Pashchenko V.F., Kim V.V., Batulin A.A.. Teoreticheskie issledovaniya tekhnologicheskogo protsessa pochvoobrabatyvayushchey mashiny [Theoretical studies of the technological process of a tillage machine] // *Inzheneriya prirodokoristivannyya*. 2015. №1: 79-83. (In Russian)

7. Kachinsky N.A. Struktura pochvy [Soil structure] / N.A. Kachinsky. Moscow: MGU, 1963: 100. (In Russian)

8. Krut V.M., Pabat I.A., Rashko Kh.Kh. Vlagosberegayushchie priemy obrabotki pochvy i ukhoda za chernym parom [Moisture-saving methods of soil cultivation and bare (black) fallow processing] // *Zemledelie*. 1987. №10: 40-42. (In Russian)

9. Kuznetsov N.G. Sokhraneniye plodorodiya pochvy pri

vozdeystvii na nee khodovykh sistem traktorov i rabochikh organov mashin [Preservation of soil fertility under the influence of running gears of tractors and machine working parts] // *Vestnik sel'skokhozyaystvennykh nauk*. 1978. №7: 115-118. (In Russian)

10. Nekrasov P.A. Rabota frezy i pluga [Operation of a rotary plow and a plow]. Moscow: 1931: 64. (In Russian)

11. Pabat I.A. Gruntozakhisna sistema zemlerobstva [Soil protection system in agriculture]. Kiev: Urozhay, 1992: 158. (In Ukrainian)

12. Pigulevsky M.Kh. Puti i metody izucheniya fiziko-mekhanicheskikh svoystv pochvy v tselyakh pravil'nogo konstruktivnogo oformleniya i ratsional'noy ekspluatatsii sredstv mekhanizatsii pochvoobrabotki [Ways and methods of studying the physical and mechanical properties of soil in order to properly design and rationally use the mechanization means of soil cultivation] // *Fizika pochv v SSSR*. Moscow: Sel'hozgiz, 1936: 209-233. (in Russian)

13. Pigulevsky M.Kh. Rezul'taty vozdeystviya na pochvu sokhi, pluga i frezy [Results of the effect on the soil of a wooden plow, a plow and a rotary plow] / M.Kh. Pigulevsky. Moscow: Sel'khozgiz, 1930: 46. (In Russian)

14. Medvedev V.V. Pochvenno-ekologicheskie usloviya vzdelyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Soil-ecological conditions for cultivating agricultural crops] / V.V. Medvedev. Kiev: Urozhay, 1991: 173. (In Russian)

15. Bondarev A.G., Rusanov V.A., Medvedev V.V. Zaklyuchenie [Conclusion] // *Pereuplotneniye pakhotnykh pochv*. Moscow: Nauka, 1987: 205-210. (In Russian)

16. Savel'ev Yu.A., Kukharev O.N., Laryushin N.P., Ishkin P.A., Dobrynin Yu.M. Snizheniye poter' pochvennoy vlagi na ispareniye [Reducing soil moisture loss caused by evaporation]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2018. Vol. 12; 1: 42-47. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-42-47 (In Russian)

17. Mazitov N.K., Lobachevsky Ya.P., Dmitriev S.Yu., Sakhapov R.L., Sharafiev L.Z., Rakhimov I.R. Upgraded technology and equipment for soil processing and sowing in extreme conditions // *Russian Agricultural Sciences*. 2015, Vol. 41; 1: 75-79. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 04.04.2018

Статья принята к публикации 03.06.2018

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.