

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОТОРНОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ РЫХЛИТЕЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕЙ МАШИНЫ
С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ****THE RESULTS OF FIELD TESTS OF A ROTARY TILLAGE RIPPING-SEPARATING MACHINE
WITH EXPERIMENTAL WORKING PARTS**

Ключевые слова: *почвообрабатывающая машина, перераспределение почвы, ротор, сепарирующая решетка, рама, коэффициент структурности, рабочий орган, качественные показатели, глубина, стрельчатая лапа.*

Предметом исследования являются качественные показатели работы почвообрабатывающей роторной рыхлительно-сепарирующей машины. В полевых условиях экспериментально определено, что при изменении частоты вращения ротора машины в нижнем слое почвы при наличии сепарирующей решетки наблюдаются незначительные средние изменения коэффициента структурности почвы по сравнению с контролем. Рост частоты вращения ротора экспериментальной машины влечет за собой рост коэффициента структурности почвы, а динамика изменения коэффициента структурности почвы по слоям при изменении частоты вращения ротора экспериментальной машины носит одинаковый характер при отсутствии сепарирующей решетки и при ее наличии. Качественные показатели работы машины оценивались коэффициентом структурности почвы нижнего и верхнего слоев. Первый слой глубиной 0-0,5 см обработки (поверхностный слой), второй – на глубине от 0,5 см обработки ко дну борозды (нижний слой). Объектом исследования является обрабатываемый почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машиной слой почвы, в результате обработки которого происходит его расслоение. Доказано, что наличие сепарирующей решетки в экспериментальной машине обеспечивает более рациональное перераспределение агрономически ценных комочков почвы по глубине обрабатываемого слоя. Актуальность состоит в том, что применение на почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машине сепарирующей решетки позволяет за один проход агрегата

обеспечить высокое качество обработки почвы, а взаимодействие активно-пассивных рабочих органов позволяет улучшить качество крошения пласта почвы.

Keywords: *tillage machine, soil redistribution, rotor, separating rake, chassis, structural coefficient, working element, quality parameters, depth, duckfoot tine.*

The research targets are the qualitative indices of the operation of the rotary tillage separating machine. In the field, it was experimentally determined that when the rotor speed of the machine changes, in the lower soil layer, in the presence of a separating rake, slight mean changes in the coefficient of soil structure are observed in comparison with the control. An increase in the rotor speed of the experimental machine causes increased coefficient of soil structure, and the dynamics of the change in the coefficient of soil structure along the layers with a change in the rotor speed of the experimental machine is the same in the absence or presence of separating rake. The qualitative performance of the machine was evaluated by the coefficient of soil structure of the lower and upper layers. The first layer tilled to the depth of 0-0.5 cm (surface layer), the second layer - to a depth of 0.5 cm depth to the bottom of the furrow (bottom layer). The research target is a soil layer tilled by the tilling ripping-separating machine, and that is laminated as a result of tillage. It is proved that the presence of a separating rake in the experimental machine provides a more rational redistribution of agronomically valuable soil lumps along the depth of the tilled layer. The topicality is that the application of the separating rake on the tillage ripper-separating machine makes it possible to ensure high quality of tillage in one pass of the unit, and the interaction of active-passive working parts allows improving the quality of tillage.

Сыромятников Юрий Николаевич, аспирант, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Украина. E-mail: gara176@meta.ua.

Syromyatnikov Yuriy Nikolayevich, post-graduate student, Kharkov National Technical University of Agriculture named after P.M. Vasilenko, Kharkov, Ukraine. E-mail: gara176@meta.ua.

Введение

До недавнего времени в сельском хозяйстве широко применялись системы земледелия, в которых для основной обработки почвы использовали вспашку с оборотом пласта. Как известно, такой способ обработки является наиболее энергоемким и оказывает негативное влияние на плодородие почвы путем ее уплотнения, распыления, минерализации и образования при обработке глыб с плотностью, превышающей плотность почвы до обработки [1-3].

Исследованиями А.С. Кушнарева и Я.С. Гукова установлено, что при работе плугов плотность глыб превышает исходную величину плотности почвы в 1,24 раза, а твердость дна борозды возрастает в 1,5-2,0 раза. При этом среднеквадратичное отклонение плотности почвы в обработанном слое превышает почти в 2 раза плотность в сравнении с исходным ее состоянием [4, 5]. Длительная обработка почвы в одном направлении и на одну и ту же глубину лемехами плугов и плоскорезов способствует переуплотнению нижних слоев почвы, называемым плужной подошвой, которое резко ограничивает проникновение вглубь корней и миграцию влаги [6].

Существующие почвозащитные технологии, основанные на том, что обработка почвы выполняется без оборота пласта, все более распространяются в мире. Основным направлением совершенствования процессов в земледелии является снижение отрицательного влияния средств механизации на почву. Последнее возможно, как показывает мировая практика, путем сокращения или совмещения технологических операций, уменьшением глубины обработки и т.д., что входит в технологию так называемых минимальных и нулевых обработок почвы [7-9]. Уменьшение уплотнения почвы достигается благодаря значительному сокращению числа проходов МТА по полю, защита почвы от эрозии выполняется благодаря мульчированию ее поверхности растительными остатками, защита от вредителей и сорняков осуществляется химическими способами [10-14]. Ученые, исследуя пахотный слой, доказали, что если водоустойчивых комочков раз-

мером более 0,25 мм находится не менее 40-45%, то показатели плотности, твердости, общей пористости и пористости аэрации находятся в оптимальных пределах. В черноземах пахотный слой таких комочков содержит 55-60%. При таком соотношении структурных частиц растения эффективно используют влагу и элементы питания. Кроме этого было установлено, что максимальный эффект урожайности сельскохозяйственных культур был получен при приблизительно равных размерах семян и частиц почвы семенного слоя, а верхний слой почвы, толщиной до 4 см, должен иметь более крупные частицы почвы размером от 5 до 20 мм.

Изучением влияния на урожайность сельскохозяйственных культур соотношения структурных частиц и допустимых норм их содержания занимались В.Р. Вильямс, П.А. Некрасов, П.А. Пигуевский и др. В последующих опытах, которые проводил В.В. Медведев, был установлен наиболее благоприятный механический состав почвы, который обеспечивает растения питательными веществами и влагой. При этом комочков почвы размером 5-20 мм должно находиться приблизительно 20-25%, агрономически ценных комочков размером 0,25-5,0 мм – 60-65% и не больше 15% комочков меньше 0,25 мм [15].

Качество выполнения поверхностной основной и предпосевной обработок определяется не только глубиной обработки, гребнистостью поверхности, заделкой пожнивных остатков и глыбистостью, но также и структурным составом обрабатываемого слоя. Последний параметр напрямую связан с физическими, физико-механическими и реологическими (пластическими) свойствами почвы. Его величина в обрабатываемом слое должна соответствовать требованиям высеваемых культур [15]. Следовательно, и обрабатываемый слой должен быть дифференцирован по ключевому параметру – структурному составу.

Цель – исследование в полевых условиях рабочих органов роторной почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины, повышающих качество обработки почвы.

Материалы и методы

Работы по поискам путей повышения качества выполнения предпосевной обработки почвы привели к созданию роторной рыхлительно-сепарирующей почвообрабатывающей машины (рис. 1), которая за один проход оптимизирует структурный состав посевного слоя почвы благодаря удалению из него комков значительных размеров и растительных остатков и выбрасыванию их на поверхность поля [16-18].

Такая машина состоит из жесткой рамы с навесным устройством и опорными колесами с механизмами регулировки глубины обработки почвы.



Рис. 1. Общий вид роторной рыхлительно-сепарирующей почвообрабатывающей машины

В задней части рамы расположен ротор (рис. 2), представляющий собой трубу, на которую приварены ножи-сепараторы с шагом в 50 мм.



Рис. 2. Ротор рыхлительно-сепарирующей почвообрабатывающей машины

В передней части рамы (рис. 3) расположены подрезающе-подъемные рабочие органы. Они представляют собой плоскорежущую стрелчатую

лапу с углом крошения 15° с загнутыми концами крыльев. Указанные крылья приварены к кронштейну с наральником.



Рис. 3. Подрезающе-подъемные рабочие органы рыхлительно-сепарирующей почвообрабатывающей машины

К крылу плоскорежущей стрелчатой лапы приварены прутья сепарирующей решетки с таким шагом, чтобы ножи-сепараторы ротора входили между прутьями сепарирующей решетки.

Чизельные стойки закреплены на кронштейнах на раме позади оси вращения ротора, что обеспечивает их качественную очистку от пожнивных остатков и почвы ножами ротора. Каждая отдельная чизельная стойка удерживает один подрезающе-подъемный рабочий орган. Такое крепление рабочих органов обеспечивает жесткость и надежность конструкции при обработке предварительно не подготовленных почв, а также легкость и удобство замены рабочего органа в случае необходимости.

Рабочие органы подрезают почву на глубине обработки и поднимают ее. При этом обеспечивается предварительное измельчение пласта, который далее подается на сепарирующую решетку рабочего органа. Ножи вращающегося ротора с относительно малой частотой вращения подхватывают слой почвы и перемещают ее дальше по решетке. При этом обеспечиваются активное измельчение почвы и ее сепарация. Комочки почвы мелкой фракции просыпаются через сепарирующую решетку и оказываются на глубине подрезанного слоя. Более крупные комочки разбиваются ножами ротора и просыпаются через решетку,

занимая положение над мелкой фракцией. Комочки, линейные размеры которых больше, чем шаг сепарирующей решетки идут сходом с нее и занимают положение на поверхности обработанной почвы. Здесь оказываются и подрезанные пожнивные остатки и корневища растений, которые покрывают поверхность почвы, образуя растительную мульчу.

Так как ножи ротора входят между прутьями сепарирующей решетки, то обеспечивается их взаимная очистка от сорняков и почвы. При этом ножи ротора не достают до дна борозды, оставляя его уплотненным.

Качественные показатели работы почвообрабатывающей машины изучались в зависимости от изменения глубины обработки почвы, частоты вращения ротора при постоянном значении его кинематического параметра и при изменении скорости движения агрегата. С целью определения влияния на качественные показатели работы машины наличия сепарирующей решетки эксперименты проводились с помощью установки, в которой две лапы ее имели, а на двух лапах решетка отсутствовала (рис. 4).



Рис. 4. Общий вид рабочих органов экспериментальной установки:

- 1 – плоскорежущая стрелчатая лапа с сепарирующей решеткой;**
- 2 – плоскорежущая стрелчатая лапа без сепарирующей решетки**

Качественные показатели работы машины оценивались коэффициентом структурности почвы. Эксперименты проводились на участке поля после

уборки зерновых культур. Для выравнивания условий в эксперименте мы разбивали участки вдоль движения комбайна между следами колес.

Чтобы определить сепарирующую способность экспериментальной полевой установки, пробы грунта брались из двух уровней по глубине обработки почвы. Для этого слой обработанного грунта после прохода экспериментальной установки был разделен на два горизонта по глубине. Первый горизонт глубиной 0-0,5 см глубины обработки (поверхностный слой), второй – на глубине от 0,5 глубины обработки до дна борозды (нижний слой).

По слоям пробы грунта брались в одном месте одна за другой: снимался верхний слой и, после проведения с ним операций просева и взвешивания, нижний слой. Для определения влияния наличия сепарирующей решетки на качественные показатели обработки пробы грунта брались по ходу движения экспериментальной полевой установки в зоне наличия или отсутствия сепарирующей решетки.

Условиями проведения эксперимента по определению влияния изменения скорости движения агрегата на коэффициент структурности почвы было обеспечение постоянной глубины обработки почвы и одинаковой частоты вращения ротора экспериментальной полевой установки независимо от скорости движения последней. Чтобы обеспечить постоянство частоты вращения ротора экспериментальной машины, нужно было обеспечить постоянство частоты вращения коленчатого вала двигателя трактора во всех точках эксперимента, обеспечивалось с помощью электронного тахометра трактора Т-150К-09.

Для определения структурно-агрегатного состава почвы использовался метод просеивания ее на ситах с круглыми отверстиями. При этом проба бралась в трехкратной повторности массой не менее 2,5 кг, доводилась до воздушно-сухого состояния и просеивалась через сита путем их покачивания. Распределенная на ситах почва взвешивалась и вычислялась относительная масса каждой фракции по формуле

$$\Phi = \frac{m}{M} \cdot 100\%,$$

где m – масса фракции, кг;

M – масса поступившего на анализ образца, кг.

Коэффициент структурности почвы вычисляли по формуле

$$K_{\text{стр}} = \frac{K_{10-0,25}}{K_{>10} + K_{<0,25}},$$

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 0,25 мм и меньше 10 мм.

Для определения коэффициентов структурности было проведено четыре повторности опыта при разных частотах вращения ротора экспериментальной машины: 1,58; 2,07; 2,53; 3,00 с⁻¹. При этом поступательная скорость движения подбиралась таким образом, чтобы кинематический па-

раметр работы ротора был близким к постоянной величине. В пределах каждой повторности было взято по три пробы почвы в зоне рабочих органов без сепарирующей решетки (для контроля) и по три пробы в зоне рабочих органов с решеткой. Пробы почвы брались в двух слоях обработанной почвы, которая разделялась по глубине на две равные части.

Результаты и обсуждение

После составления таблиц и обработки данных подсчитаны средние значения коэффициентов структурности почвы (табл.). Достоверность полученных результатов составила не менее 80%. Доля влияния частоты вращения на структуру почвы – 5,66%, наибольшую долю влияния имело наличие сепарирующей решетки – 43,35%. Доля влияния сепарирующей способности машины на структурный состав почвы составила 35,40%.

Таблица

Зависимость коэффициента структурности почвы от частоты вращения ротора и наличия сепарирующей решетки

Частота вращения ротора, с ⁻¹	Номер повторности	Коэффициенты структурности				В % к работе машины без решетки	
		рабочие органы без решетки		рабочие органы с решеткой		верхний слой	нижний слой
		верхний слой	нижний слой	верхний слой	нижний слой		
1,58	1	0,40	0,50	0,70	1,00		
	2	0,40	0,80	0,60	1,10		
	3	0,50	0,70	0,70	1,13		
	Сред.	0,43	0,66	0,67	1,08	155,8	163,6
2,07	1	0,40	0,80	0,60	1,30		
	2		0,60		1,30		
	3	0,40		0,70	1,30		
	Сред.	0,40	0,70	0,65	1,30	162	185
2,53	1	0,50	0,87	0,80	1,10		
	2	0,60	0,80	0,60	1,26		
	3	0,50	0,80	0,80	1,10		
	Сред.	0,53	0,86	0,73	1,15	137	133
3,00	1	0,70		0,90	1,17		
	2	0,60	0,80		1,50		
	3	0,73		0,70	1,17		
	Сред.	0,68	0,80	0,80	1,28	117,6	160

По полученным результатам опытов были построены графики (рис. 5, 6) влияния частоты вращения ротора экспериментальной машины на коэффициент структурности почвы. Из графиков видно, что с ростом частоты вращения коэффициент структурности почвы увеличивается во всех контрольных точках эксперимента. Однако в верхнем слое почвы величины коэффициентов структурности близки между собой, за небольшим преимуществом в случае с сепарирующей решеткой. Динамика изменения коэффициента структурности почвы при линейном изменении частоты вращения ротора в обоих случаях имеет вогнутый характер.

Из графика видно, что с увеличением частоты вращения ротора более $2,05 \text{ с}^{-1}$ увеличивается

разрыв в качестве обработки почвы, более того, в варианте с установленной сепарирующей решеткой коэффициент структурности почвы повышается на 88%.

В нижнем слое почвы наблюдается значительное преимущество рабочих органов с сепарирующей решеткой. Коэффициент структурности почвы при использовании рабочих органов с сепарирующей решеткой в 1,5 раза выше по отношению к рабочим органам без решетки, что обеспечивает более благоприятные условия для заделки в почву семян (рис. 6). При этом в обоих случаях характер изменения коэффициента структурности почвы носит выпуклый характер.

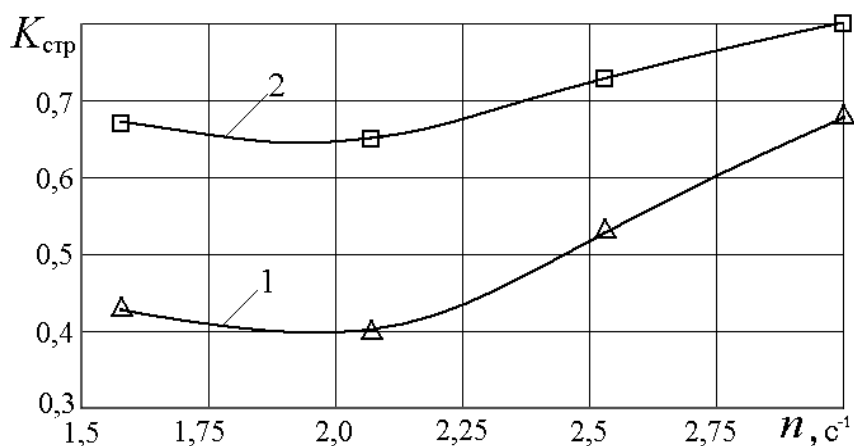


Рис. 5. Зависимость коэффициента структурности почвы от частоты вращения ротора в верхнем слое: 1 – без решетки; 2 – с решеткой

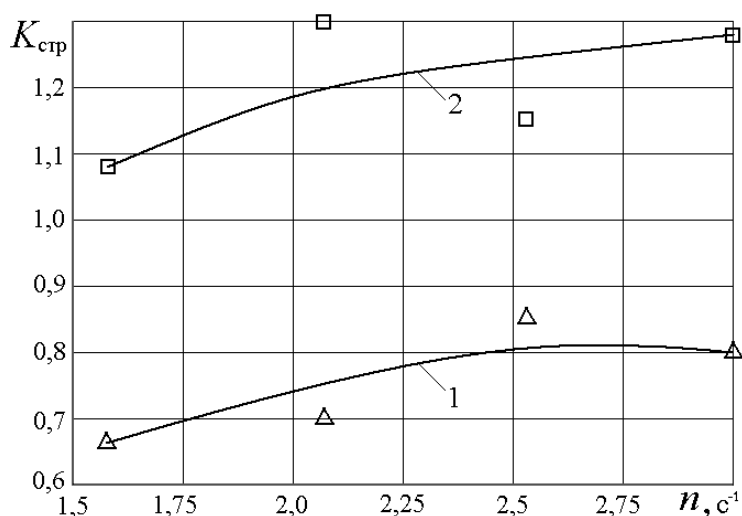


Рис. 6. Зависимость коэффициента структурности почвы от частоты вращения ротора в нижнем слое: 1 – без решетки; 2 – с решеткой

Эксперимент показал, что наличие сепарирующей решетки в составе рабочих органов экспериментальной машины положительно влияет на качественные показатели обработки почвы, хотя от наличия сепарирующей решетки в меньшей степени зависит коэффициент структурности почвы поверхностного слоя. При изменении частоты вращения ротора машины в нижнем слое почвы, при наличии сепарирующей решетки, наблюдаются незначительные изменения коэффициента структуры почвы сравнительно с рабочим органом без решетки. Однако при наличии в машине сепарирующей решетки коэффициент структурности почвы в среднем на 60% выше, чем без решетки.

Увеличение частоты вращения ротора экспериментальной машины способствует увеличению коэффициента структурности почвы, а динамика изменения коэффициентов структурности почвы по слоям при изменении частоты вращения ротора экспериментальной машины носит одинаковый характер и при отсутствии сепарирующей решетки, и при ее наличии.

При сравнении коэффициентов структурности почвы в нижнем слое почвы при работе машины без сепарирующей решетки и с ней разница между коэффициентами структурности составляет от 1,2 до 2 раз.

Следовательно, увеличение частоты вращения ротора от 1,1 до 2,3 с⁻¹ способствует увеличению коэффициента структурности почвы в нижнем слое примерно на 10% и в верхнем – не более чем на 2,3%. Сравнение качества работы машины без сепарирующей и с сепарирующей решетками свидетельствует о преимуществе использования машины по второму варианту.

Вывод

Использование сепарирующей решетки в составе рабочих органов комбинированной почвообрабатывающей машины способствует повышению качества обработки почвы. Повышение частоты вращения ротора машины существенного влияния на качество обработки не имеет, хотя приводит к повышению энергозатрат.

Библиографический список

1. Стрекалова Т.А., Стрекалова В.А., Меренкова Е.С. Мероприятия, снижающие вредное воздействие отвалов на окружающую среду // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 4. – С. 118-121.
2. Глушко А.Я. Обоснование системы почвозащитной обработки пахотных земель юга России, подверженных водной и ветровой эрозии // European Social Science Journal. – 2011. – № 11. – С. 393-401.
3. Медведев В.В. Физические свойства и характер залегания плужной подошвы в разных типах пахотных почв // Почвоведение. – 2011. – № 12. – С. 1487-1487.
4. Гуков Я.С. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України: автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Глеваха, 1998. – 33 с.
5. Кушнарев А.С. Механика почв: задачи и состояние работ // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – № 3. – С. 9-13.
6. Кушнарев А.С., Пупонин А.И., Матюк Н.С. Агротехнические приемы разуплотнения почв // Переуплотнение пахотных почв. – М.: Наука, 1987. – С. 158-166.
7. Пащенко В.Ф., Сыромятников Ю.Н. Почвообрабатывающая приставка к зерновой сеялке в технологиях «No till» // Аэкономика: экономика и сельское хозяйство. – 2018. – № 3 (27). – Режим доступа: URL:<http://aeconomy.ru/science/agro/pochvoobratyvayushchaya-pristavka/>.
8. Черемисинов Д.А. и др. Оценка эффективности использования комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и посева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 1 (32).
9. Пащенко В.Ф., Сыромятников Ю.Н., Храмов Н.С. Физическая сущность процесса взаимодействия с почвой рабочего органа с гибким элементом // Сельское хозяйство. – 2017. – № 3. – С. 33-42. – Режим доступа: DOI: 10.7256/2453-8809.2017.3.24563. URL: http://e-notabene.ru/sh/article_24563.html.

10. Каруев Б.Т., Беляева Б.И. Противозерозионные методы обработки почвы // Сборник трудов молодых ученых, аспирантов и студентов Калмыцкого государственного университета. – 2011. – С. 182-184.

11. Гасанова З.У., Желновакова В.А. К вопросу о дефляции и физической эрозии гумуса // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 4. – С. 27-27.

12. Кузыченко Ю., Кулинцев В. Оптимизация систем основной обработки почвы в полевых севооборотах на различных типах почв Центрально- и Восточного Предкавказья. – Litres, 2018.

13. Мельник В.И. Эволюция систем земледелия – взгляд в будущее // Земледелие. – 2015. – № 1. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-sistem-zemledeliya-vzglyad-v-budushee>.

14. Мельник В.И., Лукьяненко А.В., Смицкая С.В. Аргументированный выбор поверхностно-активного вещества для внутрисочвенного внесения химических средств защиты растений // Якість технологій та освіти. – 2011. – № 2. – С. 117-119.

15. Медведев В.В. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур. – Киев: Урожай, 1991. – 173 с.

16. Пащенко В.Ф., Корниенко С.И., Храмов Н.С. Машина для поверхностной обработки почвы // Механізація сільськогосподарського виробництва. – 2016. – № 173. – С. 75-82.

17. Сыромятников Ю.Н. Обоснование профиля лемеха с направляющими дисками почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины // Сельское хозяйство. – 2017. – № 2. – С. 18-29. – Режим доступа: DOI: 10.7256/2453-8809.2017.2.23150. URL: http://e-notabene.ru/sh/article_23150.html.

18. Сыромятников Ю.Н. Повышение эффективности технологического процесса движения почвы по лемеху почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины // Сельское хозяйство. – 2017. – № 1. – С. 48-55.

References

1. Strekalova T.A., Strekalova V.A., Merenkova Ye.S. Meropriyatiya, snizhayushchie vrednoe vozdeystvie otvalov na okruzhayushchuyu sredu // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2013. – № 4. – С. 118-121.

2. Glushko A.Ya. Obosnovanie sistemy pochvozashchitnoy obrabotki pakhotnykh zemel yuga Rossii, podverzhennykh vodnoy i vetrovoy erozii // European Social Science Journal. – 2011. – № 11. – С. 393-401.

3. Medvedev V.V. Fizicheskie svoystva i kharakter zaleganiya pluzhnoy podshvy v raznykh tipakh pakhotnykh pochv // Pochvovedenie. – 2011. – № 12. – С. 1487-1487.

4. Gukov Ya.S. Mekhaniko-tehnologichne obruntuvannya energozberigayuchikh zasobiv dlya mekhanizatsii obrobitku gruntu v umovakh Ukraini: avtoref. dis. ... dokt. tekhn. nauk. – Glevakha, 1998. – 33 s.

5. Kushnarev A.S. Mekhanika pochv: zadachi i sostoyanie rabot // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva. – 1987. – № 3. – С. 9-13.

6. Kushnarev A.S., Puponin A.I., Matyuk N.S. Agrotekhnicheskie priemy razuplotneniya pochv // Pereuplotnenie pakhotnykh pochv. – M.: Nauka, 1987. – С. 158-166.

7. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Yu.N. Pochvoobratyvayushchaya pristavka k zernovoy seyalke v tekhnologiyakh «No till» // Aekonomika: ekonomika i selskoe khozyaystvo. – 2018. – № 3 (27). URL: <http://aeconomy.ru/science/agro/pochvoobratyvayushchaya-pristavka/>.

8. Cheremisinov D.A. i dr. Otsenka effektivnosti ispolzovaniya kombinirovannogo agregata dlya predposevnoy obrabotki pochvy i poseva // Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka. – 2013. – № 1 (32).

9. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Yu.N., Khramov N.S. Fizicheskaya sushchnost protsessa vzaimodeystviya s pochvoy rabocheho organa s gibkim elementom // Selskoe khozyaystvo. – 2017. – № 3. – С. 33-42. DOI: 10.7256/2453-8809.2017.3.24563. URL: http://e-notabene.ru/sh/article_24563.html.

10. Karuev B.T., Belyaeva B.I. Protivoerozionnye metody obrabotki pochvy // Sbornik trudov molodykh uchenykh, aspirantov i studentov Kalmytskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2011. – С. 182-184.

11. Gasanova Z.U., Zhelnovakova V.A. K voprosu o deflyatsii i fizicheskoy erozii gumusa // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2005. – № 4. – С. 27-27.

12. Kuzychenko Yu., Kulintsev V. Optimizatsiya sistem osnovnoy obrabotki pochvy v polevykh sevooborotakh na razlichnykh tipakh pochv Tsentralnogo i Vostochnogo Predkavkazya. – Litres, 2018.
13. Melnik V.I. Evolyutsiya sistem zemledeliya – vzglyad v budushchee // Zemledelie. – 2015. – № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-sistem-zemledeliya-vzglyad-v-budushee>.
14. Melnik V.I., Lukyanenko A.V., Smitskaya S.V. Argumentirovannyi vybor poverkhnostno-aktivnogo veshchestva dlya vnutripochvennogo vneseniya khimicheskikh sredstv zashchity rasteniy // Yakist tekhnologiy ta osviti. – 2011. – № 2. – S. 117-119.
15. Medvedev V.V. Pochvenno-ekologicheskie usloviya vzdelyvaniya selskokhozyaystvennykh kultur. – K.: Urozhay, 1991. – 173 s.
16. Pashchenko V.F., Kornienko S.I., Khramov N.S. Mashina dlya poverkhnostnoy obrabotki pochvy // Mekhanizatsiya silskogospodarskogo virobnitstva. – 2016. – № 173. – S. 75-82.
17. Syromyatnikov Yu.N. Obosnovanie profilya lemekha s napravlyayushchimi diskami pochvo-obrabatyvayushchey rykhlytelno-separiruyushchey mashiny // Selskoe khozyaystvo. – 2017. – № 2. – S. 18-29. DOI: 10.7256/2453-8809.2017.2.23150. URL: http://e-notabene.ru/sh/article_23150.html.
18. Syromyatnikov Yu.N. Povyshenie effektivnosti tekhnologicheskogo protsessa dvizheniya pochvy po lemekhu pochvoobrabatyvayushchey rykhlytelno-separiruyushchey mashiny // Selskoe khozyaystvo. – 2017. – № 1. – S. 48-55.

