

УДК 635.655: 631.51

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОИ

Юрий СЫРОМЯТНИКОВ*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. "П. Василенко", Украина*

Abstract. The effectiveness of the local soil loosening for soya was studied in comparison with soil inversion tillage during a three-year experiment. Experimental design: 4 variants of chisel plow treatment and a conventional moldboard plowing with inversion of the soil layer at the depth of 18-20 cm (control). The task of chisel tines is to provide a predetermined stroke depth in conditions of high soil density, as well as to create conditions for improving the accumulation of moisture and air in the soil. Non-inversion soil tillage creates favorable conditions for the growth and development of soya plants and provides higher grain yield compared with plowing. The soil moisture content by the beginning of spring field works in all areas where local soil loosening was carried out since autumn was 0.4–1.3% higher compared to plowing. The highest field germination (76.4%) and plant density (535 thousand/ha) were in the variant of local soil loosening on a depth of 18-20 cm with a spacing of 0,5 m between tines. The difference in soil moisture content between inversion and non-inversion soil tillage was maintained until the flowering phase. During this period, the moisture content in the areas of local soil loosening was 0.6–4.8% higher in comparison with plowing. This improved the conditions for the growth of soybean plants which height was 2.1–3.8 cm more with local soil loosening. In all variants of non-inversion soil tillage, grain yield was by 0.03-0.07 t/ha more than in the control. The highest yield (1.03 t/ha) was obtained in the variants of soil loosening to a depth of 40 cm.

Key words: Local loosening; Moldboard tillage; Soil moisture; Soil density; Crop performance; *Glycine max.*

Реферат. В трехлетнем опыте изучали эффективность локального рыхления почвы под посев сои по сравнению с отвальной обработкой. Схема опыта включала: 4 варианта обработки чизельным плугом и традиционную вспашку с оборотом пласта на глубину 18-20 см (контроль). Задача чизельных лап - обеспечить заданную глубину хода в условиях повышенной плотности почвы, а также создавать условия для улучшения накопления в почве влаги и воздуха. Безотвальная обработка почвы создает благоприятные условия для роста и развития сои и обеспечивает получение высокой урожайности зерна по сравнению со вспашкой. Содержание влаги в почве к началу весенне-полевых работ на всех участках, где проводилось с осени локальное рыхление почвы, было на 0,4-1,3% больше по сравнению со вспашкой. Наибольшая полевая всхожесть (76.4%) и плотность растений (535 тыс./га) были на варианте локального рыхления почвы на глубину 18-20 см с расстановкой лап через 0,5 м. Разница по увлажненности при отвальной и безотвальной обработке почвы сохранялась до фазы цветения. Содержание влаги в этот период на участках локального рыхления почвы было больше на 0,6-4,8% по сравнению со вспашкой. Это улучшало условия роста сои, высота растений которой на этих вариантах была больше на 2,1-3,8 см. На всех вариантах безотвальной обработки почвы урожайность зерна была больше, чем на контроле на 0,03-0,07 т/га. Наибольшая урожайность была на вариантах чизельной обработки почвы на глубину 40 см - 1,03 т / га.

Ключевые слова: Локальное чизелевание; Отвальная обработка; Влажность почвы; Плотность почвы; Урожайность; *Glycine max.*

ВВЕДЕНИЕ

Научными учреждениями земледельческого направления, сельскохозяйственными учебными заведениями и исследовательскими станциями установлено, что безотвальная обработка неоднородно влияет на свойства почвы, условия роста, развития и формирования продуктивности растений. С одной стороны, она обеспечивает высокий почвозащитный эффект, способствует улучшению водного режима почвы и сокращения энергетических затрат; с другой – ухудшает физические свойства почвы и ее фитосанитарное состояние. Но самым существенным недостатком является увеличение засоренности почвы и посевов. Не случайно осуществление безотвальной обработки почвы обязательно сопровождается применением системы гербицидов (Мельник, В.И. 2015; Сыромятников, Ю.Н. 2018).

Известно, что при обработке почвы чизельными плугами пласт почвы не оборачивается, а только рыхлится на заданную глубину. Рабочими органами чизельного плуга являются стойки с рыхлительными наральниками. Чизелевание на глубину 20–45 см используют как основную

обработку почвы вместо отвальной вспашки лемешными плугами, а также для обработки на парах. Полосовое чизелевание выполняют на глубину до 60 см вместо щелевания, для борьбы с водной эрозией на склонах, а также для улучшения пастбищ.

Современному земледелию в полной мере отвечает комбинированная система обработки почвы, которая органично сочетает в севообороте чередование разноглубинной отвальной и безотвальной обработок в зависимости от особенностей почвенно-климатических зон и биологических свойств выращиваемых культур.

Качество обработки почвы перед посевом определяется глубиной ее обработки чизельными рабочими органами и расстоянием между ними. При этом эти два параметра связаны между собой. Увеличение глубины обработки ведет к увеличению затрат энергии и ухудшает измельчение почвы. Уменьшение глубины обработки почвы вызывает потребность более плотного расположения чизельных рабочих органов с целью исключения огрехов между ними (Корниенко, С.И. 2014). Это также увеличивает затраты энергии на обработку почвы и увеличивает забивание рабочих органов пожнивными остатками и сорняками.

Деформация почвы под действием наральных чизельных рабочих органов распространяется под углом (Лобачевский, Я.П. 2018). Анализ процесса работы чизельных лап показывает, что их задача обеспечить заданную глубину хода в условиях повышенной плотности почвы, а также создавать условия для улучшения накопления в почве влаги и воздуха. В связи с тем нет необходимости перекрытия деформаций в почве, которые распределяются под действием чизельных лап (Сыромятников, Ю.Н. 2018; Сыромятников, Ю.Н. 2018).

На рис. 1 приведена схема распространения деформаций в почве под действием чизельных рабочих органов.

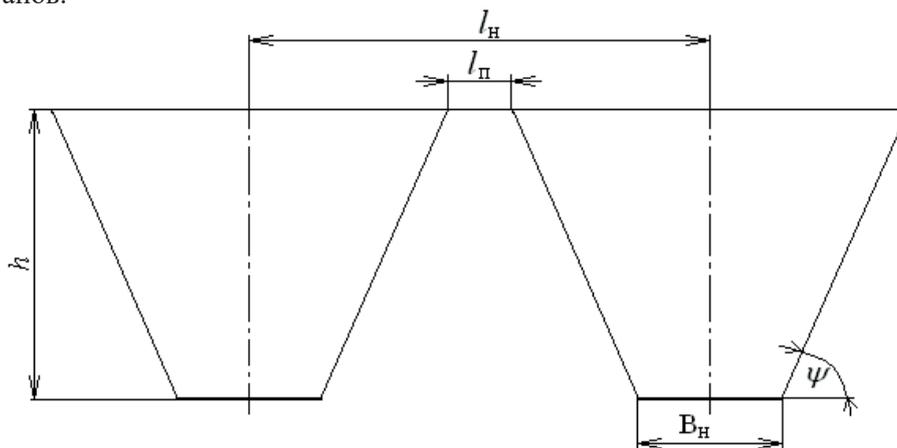


Рисунок 1. Схема к определению расстояния между чизельными рабочими органами

Исходя из приведенной геометрии, можно определить расстояние между чизельными рабочими органами по формуле:

$$l_H = l_n + 2h * ctg\psi + B_H \quad (1)$$

где l_H – расстояние между долотами чизельных рабочих органов;

l_n – расстояние между обработанными полосами на поле;

B_H – ширина долота чизельного рабочего органа;

h – глубина хода чизельного рабочего органа.

Глубина хода чизельных рабочих органов и расстояние между обработанными полосами в условиях локального рыхления почвы определяется природно-климатическими условиями зоны, состоянием почвы и требованиями выращиваемой культуры. С одной стороны увеличение такого расстояния способствует снижению затрат энергии на обработку почвы, с другой – ограничивается необходимостью создания условий для поддержания плодородия почвы.

Поэтому выбор оптимального соотношения между глубиной рыхления и расстоянием между полосами имеет важное эколого-экономическое значение, особенно в условиях минимальных систем обработки почвы.

Для решения этой проблемы возникает необходимость в проведении специальных комплексных агрономических исследований.

Цель статьи. Определить эффективность локального рыхления почвы под посев сои по сравнению с отвальной обработкой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Зона Лесостепи Украины отличается специфической особенностью от других зон тем, что здесь преобладают в основном, черноземы среднего и тяжелосуглинистого состава. Эти почвы способны накапливать большое количество влаги, и в дальнейшем, при особых условиях, много теряют в результате испарения (Сыромятников, Ю.Н. 2018; Пашенко, В.Ф. 2018; Сыромятников, Ю.Н. 2018), а при осадках быстро уплотняются, образуя поверхностную кору, создавая такие условия, которые способствуют быстрому удалению влаги из почвы через капилляры, образующиеся в верхних слоях почвы. Эти капилляры постепенно углубляются и выносят влагу из нижних слоев почвы.

Многочисленные исследования показывают (Пашенко, В.Ф. 2018; Сыромятников, Ю.Н. 2017; Пашенко, В.Ф. 2017; Сыромятников, Ю.Н. 2018; Медведев, В.В. 1991), что плотность черноземных почв и качество измельчения слоя почвы в значительной степени определяется влажностью почвы. При этом плотность почвы как верхних, так и нижних слоев изменяется в пределах близких к оптимальным значениям, в условиях влажности, обеспечивает физическую спелость почвы. Поэтому для поддержания в почве такой влажности, проводить обработку с целью регулирования плотности почвы нет необходимости. В связи с тем, что в условиях Лесостепи Украины наблюдается нерегулярное выпадение осадков, основной задачей обработки является также создание лучших условий для накопления и сохранения в ней влаги.

Обработка почвы является важнейшим приемом в системе традиционных технологий выращивания зерновых культур (Сыромятников, Ю.Н. 2017). Отвальная система обработки базируется на пахоте. Согласно теории академика В. Р. Вильямса, необходимо один раз в вегетационный период выполнять вспашку почвы, которая должна осуществляться после сбора урожая. Главная цель вспашки – сбросить на дно борозды верхний слой почвы, потерявший прочность и вынести на поверхность прочный структурный слой. Как показывают многочисленные исследования, вспашка способствует повышению биологической активности, и содержания питательных веществ в нижней части слоя обрабатываемой поверхности (15–25 см). Поэтому, прежде, в борьбе с сорняками и с целью мобилизации питательных веществ почвы, главная роль принадлежала интенсивной обработке, в частности глубокой вспашке (Карабутков, А.П. 2011; Коржов, С.И. 2010).

Однако, научные исследования, проведенные в последние годы, свидетельствуют о том, что вспашка имеет ряд недостатков. Обобщение этих материалов позволило прийти к выводу, что в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения при такой обработке теряется значительное количество влаги. Коэффициент полезного использования атмосферных осадков в большинстве случаев не превышает 60%.

Интенсивная система обработки почвы, основанная на обороте пахотного слоя, не соответствует современным требованиям повышения противоэрозионной устойчивости почв, особенно в районах действия ветровой эрозии и способствует развитию дефляционных процессов (Parvin, 2014; Денисов, Е.П. 2018).

Данные экспериментальных исследований на протяжении 20 лет (Шарков, И.Н. 2009) показали, что там, где долгое время не применялся плуг, лучше реализуются элементы повышения плодородия, подтверждается получение более высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Почва, которую обрабатывали без оборота пласта, отличалась более высоким содержанием продуктивной влаги, лучшей структурностью, плотностью ближе к оптимальной, более низкой твердостью и менее выраженной плужной подошвой. Безотвальная подготовка, в отличие от плужной не привела к изменениям морфологического строения профиля чернозема, физико-механических свойств, его механического и микроагрегатного состава.

Анализируя результаты проведенных исследований можно сделать вывод о том, что применение безотвальной обработки почвы позволяет частично устранить недостатки вспашки с оборотом пласта (Yoo, G. 2008; Fiedler, S.R. 2016). При этом повышается производительность

агрегатов, снижается на 30–35% затраты энергии на обработку почвы, уменьшаются потери органических веществ и влаги.

Среди почвенно-климатических зон Украины наиболее эродированные и эрозионно опасные почвы (66,4%), находятся в Степи, в результате чего там ежегодно недобирают значительное количество урожая зерна.

Применение агротехнических приемов, таких как контурная, гребнистая, микрокулисная, прерывистое боронование, локальное рыхление, лункование зяби и пара дают повышение урожайности на 2–3 ц/га. Важное место в этом принадлежит локальному рыхлению почвы. Как показывают результаты исследований, применение локального рыхления при обработке почвы способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Для определения эффективности локального рыхления почвы под посев сои заложено трехлетний эксперимент с использованием трактора марки ХТЗ и чизельного плуга ПЧ-2,5.

С целью установления влияния локальной обработки на условия роста, развития и формирования продуктивности растений и энергетических затрат на выращивание по сравнению с традиционной обработкой, полевые опыты проводили на опытном поле по методике Б.А. Доспехова. Почва в севообороте, на которой закладывались полевые опыты, чернозем типичный слабо смытый малогумусный тяжело-суглинистый на карбонатном лессе. Рельеф поля, на котором располагались опытные участки, имеет равное водораздельное плато со слабо пологим склоном.

Сумма эффективных температур за 2014–2017 годы исследований колебалась от 1714 °С до 2776 °С. Общий период с температурой более +5 °С составляет 202–205 дней, с температурой более 10 °С – 168 дней. Переход средней температуры через 0 °С наблюдался во второй декаде марта и в третьей декаде ноября; граница перехода через +5 °С – это первая декада апреля и третья декада октября; через 10 °С – третья декада апреля – первая декада октября; через 15 °С – вторая декада мая и первая декада сентября. Первый заморозок отмечается в среднем 25–30 сентября, последний – 15–20 мая. Абсолютный температурный максимум воздуха приходится на июль (38 °С), минимум – на январь (-34,6 °С). Общая сумма влаги, которая испаряется за вегетационный период, составляет в среднем 440–520 мм. Относительная влажность воздуха в районе исследований самая высокая в декабре (84–90%) и наименьшая в мае (26–33%). Средняя многолетняя сумма осадков составляет 478,6 мм. Две трети годовой суммы осадков выпадает в виде дождей. Наибольшее количество осадков выпадает в мае–июне, наименьшая – в марте–апреле. На теплый период (апрель–ноябрь) приходится 320–330 мм, на холодный (декабрь–март) – 80–90 мм. За вегетационный период в среднем выпадает 287 мм, или 61,4% от общего количества осадков в год. Две трети годовой суммы осадков выпало в виде дождей. В целом почвенно-климатические условия данного района благоприятны для культивирования сельскохозяйственных культур.

Технология выращивания сои в опытах, исключая исследуемые факторы, была общепринятой для восточной Лесостепи Украины. Сев проводили селекционной сеялкой ССФК-7 с шириной междурядий 45 см при постоянном прогреве почвы на глубине заделки семян до 10–12 °С. Норма высева составила 700 тыс. всхожих семян на гектар. В период вегетации растений в посевах проводили два ручных пропалывания междурядий до смыкания рядков. Учет урожая проводили сплошь поделянковым методом прямым комбайнированием комбайном «Sampro-500» в фазе уборочной спелости сои (влажность семян 16–18%).

Схему опытов принимали такой: традиционная вспашка с оборотом пласта на глубину 18–20 см; обработка чизельным плугом Т-150К-09 + ПЧ-2,5 на глубину 18–20 см с расстоянием между стойками 0,5 м; обработка чизельным плугом на глубину 18–20 см с расстоянием между стойками 1 м; обработка чизельным плугом на глубину 20–22 см с расстоянием между стойками 3 м; обработка чизельным плугом на глубину 40 см с расстоянием между стойками 3 м (рис. 2, 3).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Наблюдение за содержанием влаги в почве показали, что к началу весенне-полевых работ на всех участках, где проводилось с осени локальное рыхление почвы, содержание влаги было на 0,4–1,3% больше по сравнению с вспашкой (табл. 1). На время сева содержание влаги на пахоте в слое 0–10 см было меньше, чем на вариантах локального рыхления почвы на 0,6–1,3%. Это несколько ухудшало условия прорастания семян сои, и на этом варианте опыта полевая всхожесть



Рисунок 2. *Обработка почвы чизельным плугом с разным расстоянием между стойками*



Рисунок 3. *Общий вид почвы после обработки чизельным плугом ПЧ-2,5*

семян была меньше на 0,4–0,9% по сравнению с другими вариантами (табл. 2). Такая тенденция сохранялась и в период всходов сои – содержание влаги в десятисантиметровом слое почвы, наиболее важном для формирования всходов, было на пахоте меньше на 2,3–5,6%. В связи с этим густота растений на этом варианте опыта была меньше, чем на вариантах с безотвальной обработкой. Наибольшая плотность растений и полевая всхожесть наблюдались на варианте локального рыхления почвы на глубину 40 см с расстановкой лап через один метр – 76,6%. Это

можно объяснить тем, что в разрыхленной и замульчированной почве после локального рыхления почвы замедляются капиллярные испарения из глубоких слоев, уменьшается поверхностное высушивание почвы, лучше сохраняется влага осадков. Все это способствует более активному прорастанию семян сои.

Разница по увлажненности на отвальной и безотвальной обработке почвы сохранялась до фазы цветения, которая является критической в росте и развитии сои. Содержание влаги в этот период на участках локального рыхления почвы было больше на 0,6–4,8% по сравнению со вспашкой, это улучшало условия роста сои, высота растений которой на вариантах локального рыхления почвы была больше на 2,1–3,8 см по сравнению с растениями на контроле.

Полевую влажность почвы рассчитывали по формуле:

$$W = 100 a / y, \quad (2)$$

где W – полевая влажность, %

a – масса влаги, испарившейся, г

y – масса сухой почвы, м

Содержание влаги по нашим наблюдениям выравнивалось к сбору урожая, и было в этот период практически одинаковым на всех вариантах опыта.

Таблица 1. Влажность почвы в зависимости от основной обработки в разные периоды роста и развития сои, % (в среднем по 2015, 2016, 2017)

Варианты	Слой почвы	До начала полевых работ	Сев сои	Всходы	Цветение	Сбор
вспашка, 18–20 см	0–10	23,6	23,5	15,5	10,5	25,5
	10–20	26,6	25,2	17,6	12,9	24,4
	20–30	26,2	25,6	19,6	14,5	24,7
	30–40	27,5	26,2	23,3	16,8	26,5
	40–50	27,9	27,5	23,7	17,8	26,4
чизель, 18–20 см (лапы через 0,5 м)	0–10	23,6	24,1	17,8	12,3	25,7
	10–20	27,1	25,0	19,3	12,2	25,5
	20–30	27,6	25,7	20,0	14,7	25,2
	30–40	27,7	25,8	22,2	15,0	25,0
	40–50	27,3	26,6	22,0	16,0	26,5
чизель, 18–20 см (лапы через 1,0 м)	0–10	26,3	24,5	19,1	17,9	26,7
	10–20	26,4	24,4	19,8	18,2	25,9
	20–30	27,0	24,9	21,2	18,4	25,4
	30–40	27,5	26,7	21,8	19,6	25,2
	40–50	27,1	27,7	22,9	22,2	25,0
чизель, 20–22 см (лапы через 3,0 м)	0–10	26,3	23,6	18,4	12,3	25,8
	10–20	26,6	24,6	20,0	13,8	25,6
	20–30	27,0	24,3	20,9	14,2	24,7
	30–40	27,7	24,7	23,5	17,5	23,7
	40–50	27,8	24,9	23,7	18,3	25,8
чизель, 40 см (лапы через 3,0 м)	0–10	25,3	24,8	19,1	11,1	25,9
	10–20	25,6	25,0	20,5	14,0	23,5
	20–30	26,2	25,8	21,6	17,3	22,7
	30–40	27,0	26,1	23,3	19,2	25,2
	40–50	27,1	26,6	23,6	20,1	25,5

Таблица 2. Влияние обработки почвы на плотность, полевую всхожесть и высоту растений сои (в среднем за 2015, 2016, 2017)

Варианты	Густота, тыс./га	Полевая всхожесть, %	Высота растений, см
вспашка, 18–20 см	530	75,7	83,5
чизель, 18–20 см (лапы через 0,5 м)	535	76,4	85,6
чизель, 18–20 см (лапы через 1,0 м)	534	76,3	86,2
чизель, 20–22 см (лапы через 3,0 м)	533	76,1	87,0
чизель, 40 см (лапы через 3,0 м)	534	76,3	87,3

Урожайность сои в зависимости от вариантов опыта колебалась в пределах от 0,96 до 1,03 т/га (табл. 3). На всех вариантах безотвальной обработки почвы урожайность зерна была больше, чем на контроле на 0,03–0,07 т/га. Наибольшей урожайностью была на вариантах безотвальной обработки почвы на глубину 40 см – 1,03 т/га.

Таблица 3. Урожайность сои в зависимости от основной обработки почвы, т/га

Вариант	Год			Среднее	Разница
	2015	2016	2017		
вспашка, 18–20 см	0,86	0,96	1,06	0,96	–
чизель, 18–20 см (лапы через 0,5 м)	1,04	0,99	0,94	0,99	0,03
чизель, 18–20 см (лапы через 1,0 м)	1,06	0,90	1,05	1,00	0,04
чизель, 20–22 см (лапы через 3,0 м)	1,20	0,80	1,03	1,01	0,05
чизель, 40 см (лапы через 3,0 м)	1,15	1,05	0,89	1,03	0,07
НСР ₀₅ , ц	0,31	0,42	0,37		

Итак, исследуемые способы безотвальной обработки почвы создают благоприятные условия для роста и развития сои и обеспечивают получение урожайности зерна несколько выше по сравнению со вспашкой.

ВЫВОДЫ

Локальное рыхление почвы способствовало увеличению полевой всхожести семян на 0,4–0,9% и густоты всходов – на 3–6 тыс./га. Урожайность зерна сои на вариантах безотвальной обработки почвы была больше на 0,03–0,07 т/га по сравнению со вспашкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДЕНИСОВ, Е.П. и др. (2018). Влияние энергосберегающих обработок на биологическую активность почвы в посевах ячменя. В: *Зерновое хозяйство России*, № 1, с. 111-118. ISSN 2079-8725.
2. КАРАБУТОВ, А.П., УВАРОВ, Г.И. (2011). Изменение агрохимических показателей чернозема при длительном применении удобрений и обработок. В: *Достижения науки и техники АПК*, № 7, с. 25-28. ISSN 0235-2451.
3. КОРЖОВ, С.И. (2010). Влияние обработки почвы на биологические процессы. В: *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, № 3, с. 14-17. ISSN 2071-2243.
4. КОРНИЕНКО, С.И., ПАЩЕНКО, В.Ф., МЕЛЬНИК, В.И., ОГУРЦОВ, Е.Н. (2014). Обоснование параметров чизельных рабочих органов. У: *Инженерія природокористування*, № 2, с. 74-79. ISSN 2311-1828.
5. ЛОБАЧЕВСКИЙ, Я.П., СТАРОВОЙТОВ, С.И. (2018). Оптимальный профиль передней поверхности чизельного рабочего органа. В: *Сельскохозяйственные машины и технологии*, № 12(2), с. 26-30. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-2-26-30
6. МЕДВЕДЕВ, В.В. (1991). Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур. Киев: Урожай. 173 с.
7. МЕЛЬНИК, В.И. (2015). Эволюция систем земледелия – взгляд в будущее. В: *Земледелие*, № 1, с. 8-12. ISSN 0044-3913.
8. ПАЩЕНКО, В.Ф., СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Почвообрабатывающая приставка к зерновой сеялке в технологиях «No till». В: *Аэкономика: экономика и сельское хозяйство*, № 3(27), 6 с. ISSN(e) 2500-0861.
9. ПАЩЕНКО, В.Ф., СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н., ХРАМОВ, Н.С. (2018). Качественные показатели работы почвообрабатывающей машины с применением гибкого рабочего органа в системах «органического земледелия». У: *Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах: зб. тез міжнар. наук.-практич. конф., 25 липня 2018 р., сел. Селекційне Харківської обл. Харків: Плеяда*, с. 94–100.
10. ПАЩЕНКО, В.Ф., СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н., ХРАМОВ, Н.С. (2017). Физическая сущность процесса взаимодействия с почвой рабочего органа с гибким элементом. В: *Сельское хозяйство*, № 3, с. 33-42. DOI 10.7256/2453-8809.2017.3.24563.
11. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н., ХРАМОВ, Н.С., ВОЙНАШ, С.А. (2018). Гибкий элемент в составе рабочих органов роторной почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины. В: *Тракторы и сельхозмашины*, № 5, с. 32-40. ISSN 0321-4443.
12. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Исследование процесса работы экспериментального культиватора

- для сплошной обработки почвы. В: Аэкономика: экономика и сельское хозяйство, № 4 (28), с. 4. ISSN(e) 2500-0861.
13. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Обоснование профиля рыхлительной лапы методом вариационного исчисления. В: Агротехника и энергообеспечение, № 3(20), с. 76-84. ISSN 2410-5031.
 14. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Обоснование формы наральника минимального тягового сопротивления. У: Сільськогосподарські машини, № 39, с. 117-132. ISSN 2307-1699.
 15. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2017). Повышение эффективности технологического процесса движения почвы по лемеху почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины. В: Сельское хозяйство, № 1, с. 48-55. DOI: 10.7256/2453-8809.2017.1.22037.
 16. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Показатели качества работы почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины. В: Сельскохозяйственные машины и технологии, 12(3), с. 38-44. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-38-44
 17. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2017). Пути снижения удельного давления колесных движителей на почву. В: Сельское хозяйство, № 4, с. 95-103. DOI 10.7256/2453-8809.2017.4.26797.
 18. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Рабочие органы для подрезания и подъема почвы почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины. В: Вестник аграрной науки Дона, № 3(43), с. 49-56. ISSN 2075-6704.
 19. ШАРКОВ, И.Н. (2009). Минимизация обработки и ее влияние на плодородие почвы. В: Земледелие, № 3, с. 24-27. ISSN 0044-3913.
 20. FIEDLER, S.R., LEINWEBER, P., JURASINSKI, G., ECKHARDT, K.-U., GLATZEL, S. (2016). Tillage-induced short-term soil organic matter turnover and respiration. In: SOIL, nr. 2, pp. 475-486. DOI 10.5194/soil-2-475-2016.
 21. PARVIN, Nargish, PARVAGE, Mohammed Masud, ETANA, Ararso (2014). Effect of mouldboard ploughing and shallow tillage on sub-soil physical properties and crop performance. In: Soil science and plant nutrition, vol. 60(1), pp. 38-44. ISSN 0038-0768.
 22. YOO, G., WANDER, M.M. (2008). Tillage Effects on Aggregate Turnover and Sequestration of Particulate and Humified Soil Organic Carbon. In: Soil Science Society of America Journal, vol. 72, pp. 670-676. DOI 10.2136/sssaj2007.0110
 23. ZHENG, H., LIU, W., ZHENG, J., LUO, Y., LI, R., WANG, H. et al. (2018). Effect of long-term tillage on soil aggregates and aggregate-associated carbon in black soil of Northeast China. In: PLoS ONE, vol. 13(6), art. e0199523. DOI 10.1371/journal.pone.0199523

Data prezentării articolului: 17.04.2019

Data acceptării articolului: 19.05.2019