

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 631.31 (470.44)

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_25

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАДЕЛКИ ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПЛУГАМИ ПЛН И ПБС**

Василий Михайлович Бойков¹, Сергей Викторович Старцев^{2✉}, Андрей Владимирович Павлов³, Евгений Сергеевич Нестеров⁴

^{1, 2, 3, 4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия

¹elenaboikova06@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6933-8216>

²kingofscience@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-3310-0035>

³andrej.pavloff2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-4447-3964>

⁴nesterov21@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0870-7516>

Цель исследований – повышение качества заделки в почву пожнивных и растительных остатков. Приведены результаты экспериментальных исследований заделки пожнивных остатков проса и распределения их по глубине обрабатываемого слоя почвы серийным лемешно-отвальным плугом ПНЛ-8-40 без предплужников и разработанным плугом ПБС-8М. Плуг ПБС-8М конструктивно принципиально отличается от широко применяемого известного плуга ПНЛ-8-40. Корпус плуга ПБС имеет ширину захвата 60 см. На стойке корпуса установлены правый лемех шириной 40 см и левый лемех шириной 20 см, полевая доска отсутствует. К правому лемеху на всю ширину примыкает сплошной отвал. При работе такого корпуса плуга ПБС часть пласта почвы крошится левым лемехом, другая часть крошится правым лемехом, сдвигается, оборачивается и укладывается на раскрошенную левую часть. Вспашка поля после уборки проса комбайнами с измельчителями-разбрасывателями соломы выполнялась плугами в агрегате с тракторами К-701 и К-744РЗ. В первом опыте установлено, что при работе плуга ПНЛ-8-40 солома по глубине уложена рядами различной формы и разной величины. На дневной поверхности поля наблюдались полосы незаделанной соломы в рядах смыкания пластов почвы, которые находились на расстоянии 30-60 см друг от друга. Во втором опыте при работе ПБС-8М стерня и растительные остатки проса были заделаны в пахотный слой также неравномерно как по глубине, так и по ширине захвата плуга. Однако стерня более равномерно перемешана с почвой и находилась на глубине 8-15 см. Толщина слоя соломы на глубине заделки составляла от 5 до 12 см. Технологические показатели плуга ПБС-8М способствуют интенсификации процессов минерализации и гумификации пожнивных остатков в почве.

Ключевые слова: почва, вспашка, пожнивные остатки, стерня, глубина, обрабатываемый слой, профиль борозды, плуг.

Для цитирования: Бойков В. М., Старцев С. В., Павлов А. В., Нестеров Е. С. Результаты исследований заделки пожнивных остатков зерновых культур плугами ПЛН и ПБС // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 25–30. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_25.

Original article

THE RESULTS OF STUDIES OF THE CROP RESIDUES SEALING OF GRAIN CROPS WITH PLN AND PBS PLOWS

Vasiliy M. Boykov¹, Sergey V. Starcev^{2✉}, Andrey V. Pavlov³, Evgeniy S. Nesterov⁴

^{1, 2, 3, 4}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

¹elenaboikova06@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6933-8216>

²kingofscience@yandex.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0003-3310-0035>

³andrey.pavloff2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-4447-3964>

⁴nesterov21@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0870-7516>

The purpose of the work is to improve the quality of embedding crop and plant residues into the soil. The results of experimental studies of the sealing of millet crop residues and their distribution over the depth of the cultivated soil layer by the serial ploughshare plow PNL-8-40 without pre-ploughs and the developed plow PBS-8M are presented. The PBS-8M plow is structurally fundamentally different from the widely used well-known plow PNL-8-40. The body of the PBS plow has a grip width of 60 cm. The right plowshare with a width of 40 cm and the left plowshare with a width of 20 cm are installed on the housing rack, there is no field board. A solid blade is adjacent to the right plowshare for the entire width. When working with such a PBS plow body, part of the soil layer crumbles with the left plowshare, and the other part crumbles with the right plowshare, shifts, turns around and fits on the crumbled left part. The plowing of the field after harvesting millet by combines with shredders-straw spreaders, was carried out by plows in an aggregate with tractors K-701 and K-744R3. In the first experiment, it was found that during the operation of the PNL-8-40 plow, the straw is laid in depth in rows of various shapes and sizes. On the daytime surface of the field, strips of uncultivated straw were observed in the rows of the closure of the soil layers, which were at a distance of 30-60 cm from each other. In the second experiment, when working with PBS-8M, stubble and millet plant residues were embedded in the arable layer also unevenly, both in depth and in the width of the plow grip. However, the stubble is more evenly mixed with the soil and was at a depth of 8-15 cm. The thickness of the straw layer at the depth of the sealing was from 5 to 12 cm. The technological parameters of the PBS-8M plow contribute to the intensification of the processes of mineralization and humification of crop residues in the soil.

Keywords: soil, plowing, crop residues, stubble, depth, cultivated layer, furrow profile, plow.

For citation: Boikov, V. M., Startsev, S. V., Pavlov, A. V. & Nesterov, E. S. (2023). The results of studies of the crop residues sealing of grain crops with PLN and PBS plows. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 25–30 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_25.

Агрономическая эффективность использования незерновой части биологического урожая зерновых и зернобобовых культур (солома, стерня, корневая система) имеет важное значение в регулировании баланса органического вещества, поступающего в почву. Органика после перегнивания служит питательным веществом повторно при развитии растений нового урожая. Сокращается число проходов агрегатов по полю, уменьшается уплотнение почвы, в значительной степени улучшается плодородие почвы [1-4].

При возделывании колосовых культур урожайность незерновой части превышает урожайность зерна в 1,5-2 раза [2]. Весь объем побочной продукции необходимо осенью распределить в обрабатываемом слое так, чтобы он смог перегнить к началу посевных работ весной. Многочисленными опытами доказано, минерализация растительных остатков в почве проходит постепенно в течение осенне-зимнего периода и зависит от качества их заделки, влажности и температуры почвы, достатка кислорода [2, 5, 7]. Качество заделки характеризуется равномерным распределением пожнивных остатков на глубине в слое 0-10 см [2, 5, 6]. Наилучшие показатели заделки пожнивных остатков достигнуты при технологическом процессе основной отвальной обработки почвы, выполняемой лемешно-отвальными плугами общего назначения [2, 5, 6, 9]. Среди таких орудий наибольшее распространение получили плуги навесные серии ПЛН, ПНЛ [8]. Для управления заделкой

стерни на раме плуга ПЛН устанавливается предплужник, в корпусе плуга применяются отвалы различной формы: культурный, полувинтовой или винтовой [9].

В ФГБОУ ВО Вавиловский университет разработан навесной лемешно-отвальный плуг серии ПБС, принципиально отличающийся от известного плуга ПЛН. Корпус плуга ПБС имеет ширину захвата 60 см. На стойке корпуса установлены правый лемех шириной 40 см и левый лемех шириной 20 см, полевая доска отсутствует. К правому лемеху на всю ширину примыкает сплошной отвал [10].

При работе такого корпуса плуга ПБС часть пласта почвы крошится левым лемехом, другая часть крошится правым лемехом, сдвигается, оборачивается и укладывается на раскрошенную левую часть [10, 11].

Цель исследований – повышение качества заделки в почву пожнивных и растительных остатков.

Задачи исследований – установить степень и характер заделки стерни и растительных остатков в обрабатываемый пахотный слой почвы лемешно-отвальными плугами общего назначения: серийным ПНЛ-8-40 и разработанным ПБС-8М.

Материал и методы исследований. Перед началом экспериментальных исследований определяли среднюю высоту растительных и пожнивных остатков на поле (рис. 1). Замеры проводились на учетных площадках пяти участков, расположенных по диагонали загона, путем наложения рамки размером 1м×3м. В пределах каждой учетной площадки подсчитывали количество стерни и растительных остатков и производили по 10 измерений с погрешностью $\pm 0,5$ см.



Рис. 1. Измерение высоты стерни проса

До начала движения пахотного агрегата в месте первого прохода на ширину захвата плуга устанавливали с помощью шнура контрольную линию. Шнур располагали горизонтально относительно дневной поверхности поля, который затем служил линией отсчета величин для построения профиля обработанного пласта почвы с распределением стерни по глубине. Глубину заделки растительных остатков измеряли по отвесной стенке вырытой траншеи перпендикулярно направлению движения агрегата. Заделку пожнивных остатков измеряли согласно СТО АИСТ 4.1-2010 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей». На стенке через каждые 10 см (шкала нанесена на шнуре) измеряли расстояние от поверхности почвы до верхней части заделанных в почву пожнивных остатков и расстояние от дна борозды до нижней части пожнивных остатков. По полученным данным

устанавливали среднюю глубину заделки пожнивных остатков, протяженность жнивья и площадь распределения жнивья по профилю обрабатываемого пласта почвы. Затем строили график профиля обработанного слоя почвы с нанесением распределения заделанных пожнивных остатков.

Результаты исследований. Исследования проводили в степной почвенно-климатической зоне Левобережного района Саратовской области в условиях хозяйства с. Степное Энгельсского района. Первый опыт включал выполнение технологии основной отвальной обработки почвы агрегатом из трактора К-701 и лемешно-отвального плуга ПНЛ-8-40 без предплужников (рис. 2, а).



Рис. 2. Исследование заделки стерни:
а – вспашка плугом ПНЛ-8-40; б – профиль пахотного слоя

Агрофоном выбрано поле после уборки проса комбайнами с измельчителями-разбрасывателями соломы [8]. Рельеф поля был ровный, микрорельеф маловыраженный, не засоренный камнями. Влажность почвы по глубине обрабатываемого слоя 0-24 см составляла 20,2-22,0%.

Масса пожнивных и растительных остатков составляла в среднем 436 г/м^2 , высота стерни 18 см. Заделку в почву соломы и стерни проводили после выполнения нескольких проходов агрегата К-701+ПНЛ-8-40 по полю с рабочей скоростью 8,6 км/ч. Профиль обработанного слоя почвы на установочную глубину 24 см в среднем был равномерным (рис. 2, б).

Дневная поверхность обработанного поля имела волнистую форму. Величина высоты гребней составляла не более 9,0 см. Вспушенность обрабатываемого пласта почвы в среднем составляла 8,0 см. Крупных глыб и комков нераскрошенной почвы не наблюдалось. При исследовании профиля было установлено, что незерновая часть урожая – стерня и растительные остатки проса были заделаны в пахотный слой неравномерно как по глубине, так и по ширине захвата плуга (рис. 2, б). Солома уложена рядами различной формы и различной величины. Расстояние между рядами соломы на глубине заделки 12-20 см составляло от 20 до 30 см.

На дневной поверхности поля наблюдались частицы соломы в рядах смыкания пластов почвы на расстоянии 30-60 см. При этом стерня и солома на этой глубине находилась в наклоненном и в горизонтальном положении.

Во втором опыте исследовали технологические показатели плуга ПБС-8М на этом же поле аналогично исследованиям плуга ПНЛ-8-40. Плуг ПБС-8М агрегатировался с трактором тягового класса 5 К-744РЗ (рис. 3, а). При исследовании технологических показателей плуга ПБС-8М при ширине захвата 4,8 м (у плуга ПНЛ-8-40 3,2 м), установочной глубине 24 см и скорости движения агрегата 7,9 км/ч были получены следующие показатели.



а



б

Рис. 3. Исследование заделки стерни:
а) вспашка плугом ПБС-8М; б) профиль пахотного слоя

Стерня и растительные остатки проса были заделаны в пахотный слой также неравномерно как по глубине, так и по ширине захвата плуга (рис. 3, б). Однако стерня более равномерно перемешана с почвой и находилась на глубине 8-15 см. Толщина слоя соломы на глубине заделки составляла от 5 до 12 см. Дневная поверхность пашни не перемешана с органикой, стерня уложена горизонтально и ближе к поверхности пашни.

Заключение. В результате проведенных экспериментальных исследований, включающих основную отвальную обработку почвы в первом опыте агрегатом К-701+ПНЛ-8-40 и во втором опыте агрегатом К-744РЗ+ПБС-8М, установлены глубина и характер распределения незерновой части урожая проса по профилю пахотного слоя. Полученное сечение обработанного пласта плугом ПБС-8М на глубину 24 см в вертикально-поперечной плоскости почвы свидетельствует о распределении стерни слоем 5-12 см на глубине 8-15 см. Технологические показатели заделки стерни плуга ПБС-8М способствуют лучшей интенсификации процессов минерализации и гумификации.

Список источников

1. Новиков А. А., Кисаров О. П. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах // Научный журнал КубГАУ. №78(04). 2012. С. 1–10.
2. Научные основы применения соломы в качестве органического удобрения [Электронный ресурс]. Сельское хозяйство. Агрономия, земледелие, сельское хозяйство [сайт]. universityagro.ru. URL: <https://universityagro.ru/agrokhimiya/soloma/> (дата обращения 15.04.2023).
3. Волобуев В. А., Ревенко В. Ю. Способ заделки в почву пожнивных и стерневых остатков растений льна масличного // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2015. Вып. 1 (161). С. 96–100.
4. Еремин Д. И., Ахтямова А. А. Скорость разложения соломы яровой пшеницы при различных системах основной обработки почвы в лесостепной зоне Зауралья // Агрохимия. 2015. №1(28). С. 16–21.
5. Русакова И. В. Теоретические основы и методы управления плодородием почв при использовании растительных остатков в земледелии. Владимир : ФГБНУ ВНИИОУ, 2016. 130 с.
6. Малахов Н. В. Эффективность разноглубинной заделки пожнивного сидерата и соломы в повышении плодородия почвы и продуктивности севооборота в условиях ЦРНЗ : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Москва, 2019.
7. Темпы разложения сидеральных культур [Электронный ресурс] URL: <http://racechrono.ru/biologizaciya-zemledeliya/4802-tempy-razlozheniya-sideralnyh-kultur.html>. (дата обращения 15.04.2023).
8. Сравнительный анализ технического уровня плугов по результатам испытаний на машиноиспытательных станциях. Солнечногорск : ФГБУ ГИЦ, 2014. 110 с.
9. Бойков В. М., Старцев С. В., Чурляева О. Н. Результаты исследований заделки стерни в пахотный слой при различных способах основной обработки почвы // Аграрный научный журнал. 2016. № 7. С. 43–45.
10. Пат. №179168 РФ. МПК А 01В 15/00. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия / Бойков В. М., Бойкова Е. В., Старцев С. В., Пронин В. В. №2017126955 ; заявл. 26.07.2017 ; опубл. 03.05.2018. Бюл. №13.

11. Пат. №190266 РФ. МПК А 01В 3/30, А 01 В 3/42. Трехкорпусный лемешно-отвальный плуг / Бойков В. М., Бойкова Е. В., Старцев С. В., Агеев А. В., Карпов М. В. №2019108862 ; заявл. 26.03.2019 ; опубл. 25.06.2019. Бюл. №18.

References

1. Novikov, A. A. & Kisarov, O. P. (2012). Substantiation of the role of root and crop residues in agrocenoses. *Nauchnyi zhurnal KubGAU (Scientific Journal of KubSAU)*, 78(04), 1–10 (in Russ.).
2. Scientific foundations of the use of straw as an organic fertilizer. *Agricultural industry. Agronomy, agriculture, agriculture*. Retrieved from: <https://universityagro.ru/агрохимия/солома/> (in Russ.).
3. Volobuev, V. A. & Revenko, V. Yu. (2015). Method of embedding crop and stubble residues of oilseed flax plants into the soil. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' VNIIMK (Oilseeds. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds)*, 1 (161), 96–100 (in Russ.).
4. Eremin, D. I. & Akhtyamova, A. A. (2015). The rate of decomposition of spring wheat straw under different systems of basic tillage in the forest-steppe zone of the Trans-Urals. *Agrokhimiya (Agrochemistry)*, 1 (28), 16–21 (in Russ.).
5. Rusakova, I. V. (2016). *Theoretical foundations and methods of soil fertility management when using plant residues in agriculture*. Vladimir: All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat (in Russ.).
6. Malakhov, N. V. (2019). Efficiency of multi-depth sealing of crop soderate and straw in increasing soil fertility and productivity crop rotation in the conditions of the central areas of the Non-Chernozem zone. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow (in Russ.).
7. *Rates of decomposition of sideral crops*. Retrieved from: <http://racechron.ru/biologizaciya-zemledeliya/4802-tempy-razlozheniya-sideralnyh-kultur.html> (in Russ.).
8. *Comparative analysis of the technical level of plows according to the results of tests at machine testing stations* (2014). Solnechnogorsk: Federal State budgetary institution State Testing Center (in Russ.).
9. Boikov, V. M., Startsev, S. V. & Churlyayeva, O. N. (2016). Results of studies of stubble embedding in the arable layer with various methods of basic tillage. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal (Agrarian Scientific Journal)*, 7, 43–45 (in Russ.).
10. Boikov, V. M., Boikova, E. V., Startsev, S. V. & Pronin, V. V. (2018). The working element of the tillage tool. *Patent 179168, Russian Federation. №2017126955* (in Russ.).
11. Boikov, V. M., Boikova, E. V., Startsev, S. V., Ageev, A. V. & Karpov, M. V. (2019). Three-hull ploughshare plough. *Patent 190266, Russian Federation. №2019108862* (in Russ.).

Информация об авторах:

В. М. Бойков – доктор технических наук, профессор;
С. В. Старцев – доктор технических наук, профессор;
А. В. Павлов – кандидат технических наук, доцент;
Е. С. Нестеров – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

V. M. Boikov – Doctor of Technical Sciences, Professor;
S. V. Startsev – Doctor of Technical Sciences, Professor;
A. V. Pavlov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
E. S. Nesterov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 11.03.2023; одобрена после рецензирования 11.04.2023; принята к публикации 20.04.2023.

The article was submitted 11.03.2023; approved after reviewing 11.04.2023; accepted for publication 20.04.2023.