

Механизация

УДК 658.562:631.35

DOI:10.31857/S2500262720030175

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЗЕРНА СОИ**

В.Т. Синеговская, академик РАН, **И.М. Присяжная**, кандидат технических наук,
М.О. Синеговский, кандидат экономических наук,
С.П. Присяжная, доктор технических наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт сои,
675027, Амурская область, Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19
E-mail: valsln09@gmail.com*

Рассмотрены проблемы увеличения производства сои в Амурской области за счет оптимизации структуры посевных площадей, укрепления материально-технической базы, восстановления почвенного плодородия и других приемов. Полученные данные химического состава и питательности незерновой части урожая этой культуры подтверждают высокое кормовое достоинство половы (0,56 к.е.), которую следует использовать в животноводстве, а солому измельчать и заделывать в почву. Разработана и предложена конструкция измельчающего устройства с ротационными режущими элементами сегментного типа, размещенными двухзаходно, по винтовой линии и по всей длине измельчающего барабана под углом 36°, вращающимися в вертикальной плоскости и попеременно взаимодействующими с противорежущими сегментами, жестко закрепленными на регулируемом брусе. Такой измельчитель «ИРВС-1200» вследствие равномерного воздействия режущих элементов позволяет снизить затраты мощности на измельчение, обеспечивает качественное измельчение и равномерное распределение измельченной соломы по поверхности поля. При его использовании на зерноуборочном комбайне с жатками более 6 м необходимо увеличить скорость воздушного потока до 7 м/с за счет частоты вращения измельчающего барабана до 40 с⁻¹ и увеличения угла установки направляющих до 70°. Показано, что заделка измельченной соломы в почву дискованием или культивацией улучшает структуру почвы, повышает плодородие и урожайность зерновых культур и сои.

**THE USE OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGIES
IN THE PRODUCTION OF SOYBEAN GRAIN**

**Sinegovskaya V.T., Prisyazhnaya I.M., Sinegovskiy M.O.,
Prisyazhnaya S.P.**

*All-Russian Scientific Research Institute of Soybean,
675027, Amurskaya oblast, Blagoveshchensk, Ignat'evskoye shosse, 19
E-mail: valsln09@gmail.com*

The problems of increasing soybean production in the Amur region through the optimization of the structure of sown areas, strengthening the material and technical base, restoration of soil fertility and other techniques are considered. The obtained results of the chemical composition and nutritive value of the non-cereal part of the soybean yield confirm the high fodder advantages of chaff (0,56 fodder units), which should be used in animal husbandry, and the straw should be chopped and covered with the soil. With a significant difference in the structure, thickness and stiffness of soybean stalks in contrast to grain crops, a design of a grinding device has been developed and proposed. This device is provided with rotary cutting elements of a segment type, placed double-thread along the helix and along the entire length of the shredding drum at an angle of 36°, rotating in a vertical plane and alternately interacting with shearing segments, which rigidly fixed on an adjustable beam. Due to the uniform effect of the cutting elements, such a grinding device allows reducing the cost of power for grinding, provides high-quality grinding and uniform distribution of chopped straw on the field surface. When using "IRVS-1200" on the combine harvester with reapers over 6 m, it is necessary to increase the air flow rate to 7 m/s by means of the rotation speed of the shredding drum up to 40 s⁻¹ and increasing the angle of installation of the guiders to 70°. The embedding of chopped straw into the soil by disking or cultivation improves the structure of the soil, increases the fertility and productivity of grain crops and soybean.

Ключевые слова: соя, солома, химический состав, измельчитель-разбрасыватель-валкообразователь, фракционный состав, повышение плодородия почвы

Key words: soybean, straw, chemical composition, grinder-spreader-roll forming, fractional composition, increasing soil fertility

Развитие растениеводства Амурской области невозможно без оптимизации структуры посевной площади, укрепления материально-технической базы, восстановления залежных земель, использования инновационных методов и технологий, что позволит значительно увеличить объем производства сои, зерновых и кормовых культур, картофеля и овощей. Регион имеет выгодные позиции по наращиванию производства сои. Амурская соя востребована как на внутреннем, так и на внешнем рынке. В настоящее время в области получают чуть более 1 млн тонн бобовых и свыше 350 тонн зерновых, а к 2024 г. запланировано соответствен-

но 2,2 млн и более 1 млн тонн. Для этого необходимо оптимизировать севооборот и значительно увеличить производство сои. Если сейчас соей заняты 78% всех земель, то к 2024 г. ее доля должна составлять 63% со снижением до оптимального уровня – 50% и увеличением доли зерновых и овощных культур. Возрастет также посевы однолетних и многолетних трав [1].

Наращивание производства зерна и сои будет сопровождаться увеличением не зерновой части урожая – соломы и половы. В настоящее время солома зерновых культур и сои при комбайновой уборке измельчается и вместе с половой (створками) разбрасывается по полю.

**Химический состав и питательность соломы и половы зерновых культур и сои,
% воздушно-сухой массы**

Культура	Кормовая единица	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырая клетчатка	БЭВ	Зола	Кальций, г/кг	Фосфор, г/кг
Пшеница	0,22	84,9	4,6	35,1	36,8	5,9	3,2	0,8
	0,42	84,0	9,8	22,5	37,1	12,0	4,5	0,9
Овес	0,31	70,5	4,0	34,3	39,0	5,0	2,1	1,1
	0,44	0,82	6,2	24,3	40,3	12,2	6,5	1,4
Соя	0,38	82,7	5,4	34,4	37,3	5,0	1,04	1,4
	0,56	87,0	5,7	29,2	40,8	9,1	4,2	1,6

Примечание. Над чертой – солома, под чертой – солома.

Многолетними исследованиями структуры биологической урожайности амурских сортов сои установлено соотношение выхода соломы и половы к зерну, которое составляет соответственно 0,67:1 и 0,49:1. Таким образом, на каждую тонну зерна при возделывании сои одновременно производится 670 кг соломы и 490 кг половы. Кормовое достоинство соевой половы составляет 0,56 кормовых единиц, что в 1,5 раза выше, чем у соломы. Наряду с большим значением сои как белковой и маслянистой культуры, большую кормовую ценность представляет солома, которую необходимо собирать при уборке. Солому следует измельчать и заделывать в почву как удобрение, улучшающее агрофизические свойства почвы и усиливающее биологические процессы в ней.

В задачи исследований входило разработать и проверить в производственных условиях эффективность измельчителя-разбрасывателя-валкообразователя соломы зерновых и сои с равномерным распределением измельченных частиц на поле при заделке дисковыми или культивационными для повышения плодородия почвы.

Интенсивность разложения соломы микроорганизмами в почве зависит прежде всего от химического состава соломы [2]. У большинства злаковых и бобовых растений она представлена в основном клетчаткой, лигнином и пентозанами. Химический состав соевой соломы и половы основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в Амурской области, приведен в таблице. Наибольшую ценность по содержанию минерального фосфора представляет соевая солома. В почве органическая часть соломы и половы подвергается разложению с помощью микроорганизмов.

При разложении соломы наблюдается смена микрофлоры, обусловленная специализацией функций микроорганизмов. В первую очередь разлагаются наиболее доступные компоненты соломы [3]. Позднее в процесс включаются микроорганизмы, разлагающие пектиновые вещества [4], затем начинается интенсивное разложение клетчатки и близких ей соединений. Появляется типичная целлюлозоразрушающая микрофлора. В отличие от пентозанов и белков целлюлоза оказывает более длительное и глубокое воздействие на состояние биологического равновесия почвы. В период наиболее интенсивного разложения соломы в наибольшем количестве образуются гумусовые вещества, а в конце процесса гумификации обильно развиваются актиномицеты, которые способны использовать трудноразлагаемые компоненты растительных тканей, а

также новообразованные гумусовые вещества. Скорость разложения соломы в почве определяется комплексом факторов [5].

Химический состав соломы зерновых культур и сои характеризуется высоким содержанием безазотистых экстрактивных веществ – БЭВ (целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, жира и воска) и относительно низким содержанием белка (азота) и минеральных веществ. Более высокое содержание азота у соевой соломы увеличивает синтез клеточного белка микроорганизмами и ускоряет ее разложение [6]. Плохо влияет на разложение грубая структура соевой соломы, требующая более мелкого измельчения и по возможности расщепления.

Соя в Амурской области созревает во второй половине сентября. К началу уборки листья растений полностью опадают, а стебель и створки бобов приобретают бурю окраску. Уборку культуры начинают при влажности зерна 14-16%. В момент уборки число растений на одном квадратном метре площади посева составляет 40-60 шт., высота стебля – 45-90 см. Стебель растений сплошной, жесткий, с 2-5 боковыми побегами. Диаметр основного стебля у корневой шейки растения составляет 5-10 мм, в средней части – 4-6 мм и на конце растения – 2-4 мм. Влажность соевой соломы в период уборки достигает 30%. Значительное различие ее структуры, толщины и жесткости по сравнению с соломой зерновых культур ухудшает работу измельчителей-разбрасывателей, устанавливаемых на зерноуборочной технике. На основе анализа многовариантной уборки незерновой части урожая была разработана конструкция измельчителя-разбрасывателя-валкообразователя «ИРВС-1200», включающая измельчающие и рассеивающие узлы и позволяющая укладывать солому в валки [7-15].

Методика. Опытный образец устройства (рис.1) был изготовлен в экспериментальном цехе Дальневосточного НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (г. Благовещенск Амурской области). К месту проведения испытаний – предприятие «Садовое» РАН, а также Амурская машинно-испытательная станция измельчитель-разбрасыватель-валкообразователь соломы «ИРВС-1200» был доставлен в собранном виде автомобильным транспортом. Лабораторно-полевые исследования «ИРВС-1200» проводили в 2008-2010 гг. на полях сельскохозяйственных предприятий в севооборотах с площадью посева сои от 5 до 10 тыс. га. Первый фон включал измельчение соломы на подборе валков пшеницы сорта Арюна, овса сорта Сельма,

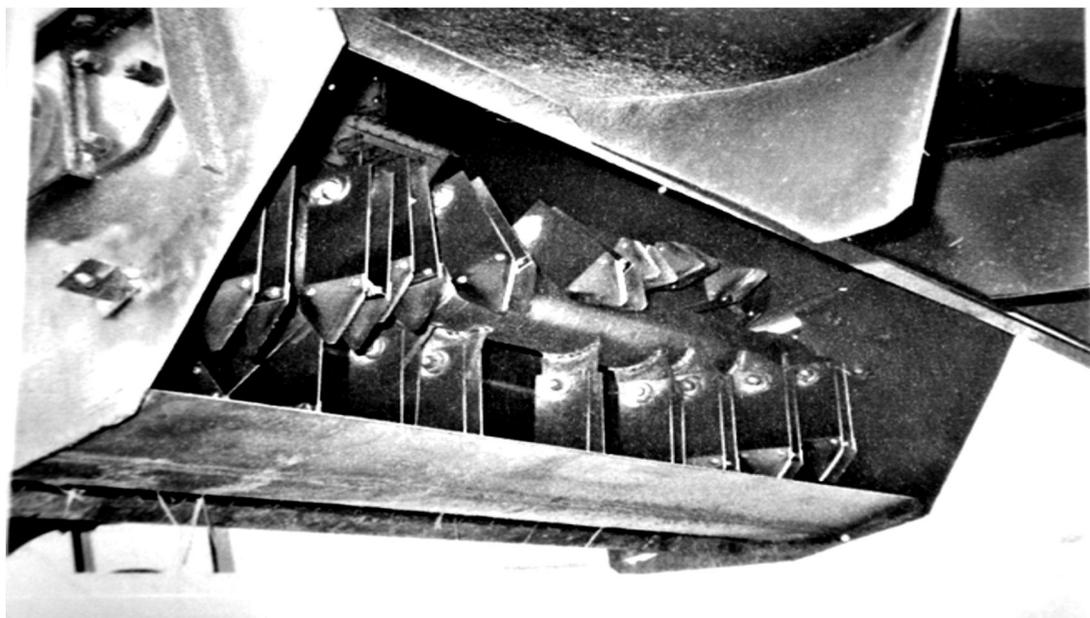


Рис. 1. Измельчитель-разбрасыватель-валкообразователь соевой соломы «ИРВС-1200» (внешний вид).

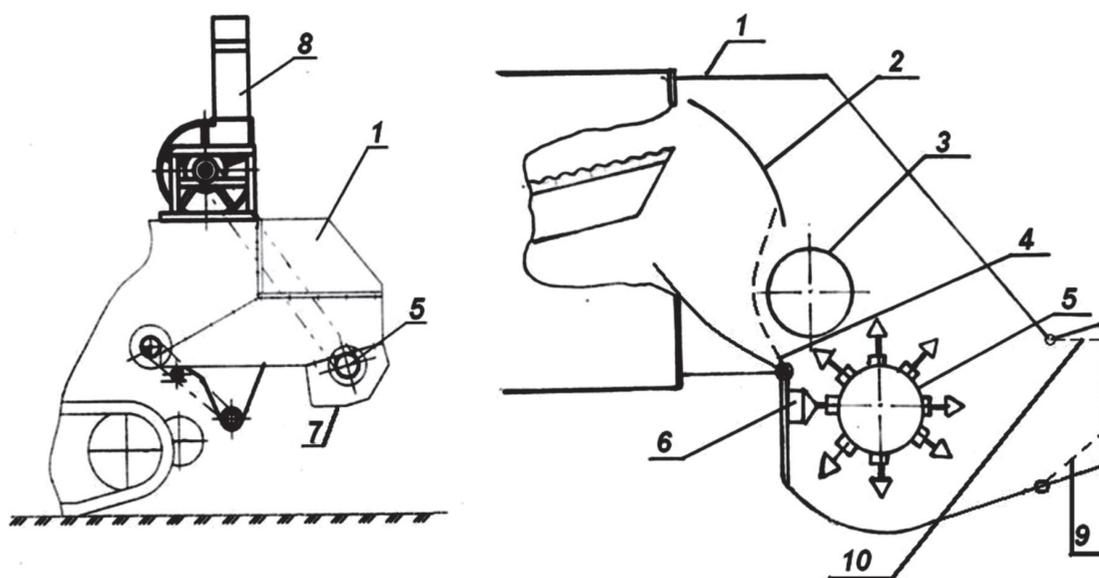


Рис. 2. Схема измельчителя-разбрасывателя-валкообразователя соевой соломы «ИРВС-1200»; 1-10 – в тексте.

второй – прямое комбайнирование сои сорта Даурия. Влажность измельченной соломы составляла 30-35%.

Результаты и обсуждение. Измельчитель состоит из корпуса 1, который устанавливается на зерноуборочном комбайне (рис. 2). В корпусе размещены отражающий экран 2, валец-уплотнитель 3. Имеются направитель соломы 4, измельчающий барабан с жестко закрепленными ножами сегментного типа 5, противорежущий сегментный брус 6, разбрасыватель соломы, вентилятор 8, направляющие щитки разбрасывателя 9,10.

Измельчитель соломы навешивается на зерноуборочный комбайн вместо копнителя и работает в следу-

ющей последовательности. Сходящая с соломотряса соевая солома направляется в корпус 1 с отражающим экраном 2 на направитель соломы 4 и втягивается в зазор между вращающимся валцом-уплотнителем 3, при работе которого обеспечивается поступление стеблей на измельчение. Уплотненная солома поступает и измельчается при поочередном взаимодействии рабочих органов измельчающего барабана с ротационными режущими элементами молоткового типа, попеременно взаимодействующими с противорежущими сегментами, жестко закрепленными на регулируемом бруске. Такой измельчитель за счет равномерного воздействия режущих сегментов позволяет снизить затраты мощ-

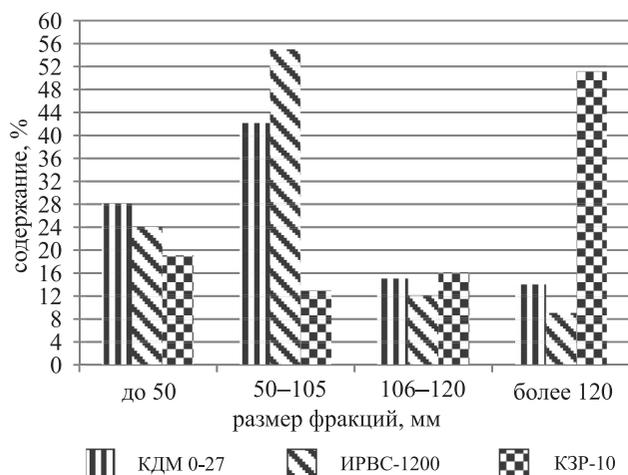


Рис. 3. Фракционный состав измельченной соломы зерновых культур при использовании агрегатов КДМ 0-27, ИРВС-1200 и КЗР-10.

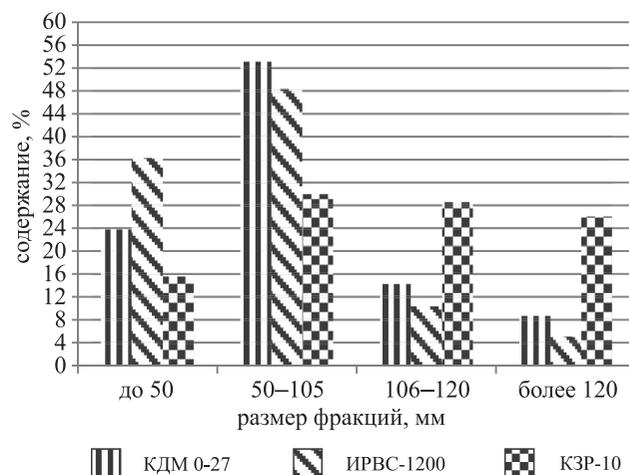


Рис. 4. Фракционный состав измельченных стеблей и створок бобов сои при использовании агрегатов КДМ 0-27, ИРВС-1200 и КЗР-10.

ности на измельчение и обеспечивает требуемую длину соевой соломы. Измельченная масса поступает в направлятель-распределитель, выносится и разбрасывается с помощью воздушного потока, создаваемого измельчителем соломы. При необходимости сбора соломы на уборке зерновых культур измельчитель работает по схеме валкообразователя. Для этого направлятель соломы 4 устанавливаются в обратное положение, и сходящая с соломотряса солома укладывается в валок для последующего подбора и формирования рулонов.

Показатели измельчения соломы с помощью разработанного устройства «ИРВС-1200, установленного на комбайне «СЗК-1200Р», при сложившихся агротехнических условиях можно отнести к качественным, так как длина измельченных частей соломы от 0 до 120 мм достигала на зерновых культурах 90,7, на сое – 94,8% (рис. 3). Эти показатели несколько различались: у комбайна «Енисей-1200РМ» с измельчителем КДМ 0-27 на зерновых культурах составляли 85,4%, у комплекса КЗР-10 – 48,9%. При уборке сои доля фракций до 120 мм с измельчителем КДМ 0-27 достигала 91,2%, а у комплекса КЗР-10 – 74% (рис. 4). В соответствии с агротехническими требованиями измельчение соломы до такого размера фракций должно быть не менее 85%.

Использование измельчителя «ИРВС-1200» создавало более высокую и равномерную скорость выхода потока измельченных частиц соломы и обеспечивало равномерное разбрасывание. Скорость частиц соломы на выходе из измельчителя изменялось от 3,0 до 7,0 м/с при установке частоты вращения ротора-измельчителя 26,6-40 с⁻¹. Рабочие органы ротора-измельчителя «ИРВС-1200» с режущими ножами-сегментами размещены на ведущем вращающемся роторе равномерно, по двухзаходной винтовой линии, на расстоянии 50 мм друг от друга и с углом поворота на 36°. У базового измельчителя «КДМ-0,27» режущие ножи размещены на расстоянии 60 мм друг от друга и с углом поворота на 90°. Ширина разбрасывания измельченных частиц соевой соломы при скорости на выходе 3-7 м/с за счет установки направлятелей с углом 20-70° возрастала от 4,9 до 7,9 м. Естественную поправку на уменьшение ширины разбрасывания вносил боковой ветер.

Таким образом, для оптимизации посевной площади сои в Амурской области и увеличения ее производства необходимо обратить особое внимание на ис-

пользование не зерновой части урожая сои – соломы, достаточно богатой азотом, для улучшения структуры и повышения плодородия почвы. В связи с этим разработанный измельчитель-разбрасыватель-валкообразователь соевой соломы «ИРВС-1200» к комбайнам типа «Енисей» позволяет улучшать качество работы комбайнов, не отвечающих исходным требованиям по измельчению и разбрасыванию соевой соломы. Качественное измельчение соевой соломы и равномерное распределение по поверхности поля при заделке в почву обеспечивает улучшение ее структуры, повышение плодородия и урожайности зерновых культур и сои.

При изготовлении измельчителей рекомендуется использовать предложенную конструкцию измельчающего барабана с ротационными режущими элементами сегментного типа, размещенными двухзаходно по винтовой линии по всей длине барабана под углом $\gamma = 36^\circ$, вращающимися в вертикальной плоскости и попеременно взаимодействующими с противорежущими сегментами, жестко закрепленными на регулируемом бруске. Установка измельчающих молотков по спирали за счет равномерного воздействия режущих сегментов позволяет снизить затраты мощности на измельчение, а с взаимодействием сегментного противорежущего бруса – обеспечить продольное расщепление измельченных стеблей и необходимое измельчение соевой соломы на 94,8% до 0-120 мм. При использовании «ИРВС-1200» на зерноуборочных комбайнах, работающих с жатками с шириной захвата более 6 м, следует увеличить скорость воздушного потока до 7 м/с за счет частоты вращения измельчающего барабана до 40 с⁻¹ и увеличения угла установки направлятелей до 70°, что положительно влияет на качество распределения измельченной соломы. Внедрение разработанных устройств позволит при использовании соответствующего оборудования обеспечить сбор половы в достаточном объеме для животноводства, а качественное измельчение, разбрасывание и заделка соломы в почву повысят урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Соя стратегического назначения // Амурская правда, 17 октября 2019 года. – №102 (28871).
2. Жалнин Э.В., Совченко А.Н. Характеристика физи-

- ко-химических свойств соломы и половы. // *Технология уборки зерновых комбайновыми агрегатами: Сб. науч. тр.* – М.: Россельхозиздат, 1985. – 207с.
3. Банецкая Е.В. *Сезонная динамика микробоценоза почвы в повторных посевах сои и монокультуре/ Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы: Сб. науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию образования Всероссийского НИИ сои, 2018.* – С.95-100.
 4. Банецкая Е.В., Прокопчук В.Ф. *Численность основных физиологических групп микроорганизмов черноземовидной почвы Приамурья в зависимости от системы удобрения в севообороте/Агроэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Материалы 51-й Международной научной конференции. ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова / Под редакцией В.Г. Сычева, 2017.* – С.4-8.
 5. Орлова О.В., Андронов Е.Е., Воробьев Н.И. *Состав и функционирование микробного сообщества при разложении соломы злаковых культур в дерново-подзолистой почве// Сельскохозяйственная биология.* – 2015. – №3. – Т. 50. – С.305-314
 6. Нагимова Р.Г., Сергеев В.С. *Влияние пшеничной соломы, азотного удобрения и микробиологического препарата «Стерня» на показатели плодородия чернозема выщелоченного // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии.– 2017. – №3(52). – С.29-33.*
 7. Присяжная И.М., Присяжная С.П. *Технологические особенности растений и семян сои/Закономерности развития технических и технологических наук: сб. статей международной научно-практической конференции.* – Уфа: АЭСТЕРНА, 2017. – С.67-70.
 8. Присяжная С.П., Присяжный М.М., Панасюк А.Н., Присяжная И.М. *Совершенствование технологии сбора половы с измельчением и разбрасыванием соломы при комбайновой уборке сои: монография.– Благовещенск: ДальГАУ, 2013.* – 202 с.
 9. Синеговская В.Т., Асеева Т.А. *Инновационные разработки для решения задач импортазамещения // Вестник Российской сельскохозяйственной науки.* – 2018.– №2. – С.24-37.
 10. Скоряков В.И. *Совершенствование оценок зерноуборочных комбайнов с измельчителями соломы // Техника и оборудование для села.* – 2015. – №11. – С.15-18.
 11. Ягельский М.Ю., Родимцев С.А. *Тенденции развития и классификация соломоизмельчителей-разбрасывателей современных зерноуборочных комбайнов// Вестник ОрелГау.– 2016 – № 3(60). – С.73-86.*
 12. Канделя М.В., Канделя Н.М., Земляк В.Л., Бумбар И.В. *Пути совершенствования технологии уборки зерновых культур и сои // Дальневосточный аграрный вестник.* – 2019. – №2(50). – С.98-109.
 13. *The New Holland forage harvester that revolutionized silage//Farm Machinery Journal.* – 2015.–N15. –P.94.
 14. *Wiedermann A., Harms H.-H. Messungen an einem Mahdrescherhacksler mit Exaktschnitt //Landtechnik.– 2009. – Vol.64.– N3. –P.191-193.*
 15. Синеговская В.Т., Неробелова С.С. *Формирование фотосинтетического и симбиотического аппарата сои в зависимости от технологий ее возделывания. // Сб. науч. тр.: Селекция и технология производства сои, 1997.* – С. 77-83.

Поступила в редакцию 29.01.20
После доработки 10.02.20
Принята к публикации 20.02.20