

УДК 631.353.73

UDC 631.353.73

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

УТИЛИЗАЦИЯ РИСОВОЙ СОЛОМЫ ПУТЁМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И РАСЩЕПЛЕНИЯ ШТИФТОВО-НОЖЕВЫМ БАРАБАНОМ

UTILIZATION OF RICE STRAW BY CHOPPING AND SPLITTING WITH A POST-BLADE CYLINDER

Чеботарёв Михаил Иванович
д.т.н., профессор факультета механизации
SPIN – код: 9399-4280
mikhail.chebotarev.2017@mail.ru

Chebotarev Mikhail Ivanovich
Doctor of Technical Sciences, Professor of the faculty of mechanization
SPIN-code: 9399-4280
mikhail.chebotarev.2017@mail.ru

Масиенко Иван Викторович
старший преподаватель факультета механизации
SPIN – код: 9171-0495
ivan.masienko@yandex.ru

Masienko Ivan Viktorovich
senior lecturer at the Faculty of mechanization
SPIN-code: 9171-0495
ivan.masienko@yandex.ru

Масиенко Владимир Викторович
студент факультета механизации
vovamasienko@yandex.ru

Masienko Vladimir Viktorovich
student of the Faculty of mechanization
vovamasienko@yandex.ru

Григорян Гарик Артурович
студент факультета механизации
Garik679992@gmail.com
Кубанский государственный Аграрный Университет, Краснодар, Россия

Grigoryan Garik Arturovich
student of the Faculty of mechanization
Garik679992@gmail.com
Kuban state Agrarian University, Krasnodar, Russia

Статья посвящена утилизации рисовой соломы путем измельчения и расщепления штифтово-ножевым барабаном. В статье указан объём производство риса и рисовой соломы в Краснодарском крае, а также способы утилизации незерновой части урожая риса, а именно сжигание в поле и использования рисовой соломы в качестве органического удобрения. В статье описано проведённое исследование по определению степени гумификации рисовой соломы в естественных условиях при различных параметрах её измельчения и заделки. По полученным экспериментальным результатам был построен график зависимости степени гумификации рисовой соломы по вариантам эксперимента. В статье нами предложена спроектированная конструктивная схема мобильного прицепного измельчителя рисовой соломы из валков. В выводах приводятся основные результаты, достигнутые к настоящему времени

The article focuses on the utilization of rice straw by chopping and splitting with a post-blade cylinder. The amount of rice production and rice straw in the Krasnodar region are specified in the article, as well as methods of utilization of non-grain part of rice harvest of rice, namely, burning in the field and use of rice straw as an organic fertilizer. The article describes a research on determination of the degree of rice straw humification under natural conditions at different parameters of its crushing and patching. According to the experimental results there was constructed a graph of the degree of rice straw humification by variants of the experiment. There was offered the projected constructive scheme of mobile trailer rice straw crusher from rolls in the article. The main results which were obtained to the present moment were shown in conclusions

Ключевые слова: РИСОВАЯ СОЛОМА, МОБИЛЬНЫЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛИ, ШТИФТОВО-НОЖЕВОЙ БАРАБАН, П-ОБРАЗНЫЕ НОЖИ ОБЪЁМНОГО РЕЗАНИЯ, РАСЩЕПЛЕНИЕ, ПОВЫШЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Keywords: RICE STRAW, MOBILE CUTTING BLADES OF VOLUME CUT, SPLITTING, INCREASE OF SOIL FERTILITY

Doi: 10.21515/1990-4665-133-038

Утилизация рисовой соломы путём измельчения и расщепления штифтово-ножевым барабаном

Основным регионом по производству риса в России является Краснодарский край, общая площадь под посевами которого на Кубани занимает более 120 тыс. га. Это связано с благоприятными почвенно-климатическими условиями для возделывания этой культуры, что позволяет получать в производственных условиях при соответствующей технологии урожай до 10 т/га зерна, а по теоретическим подсчётам - 14,0-16,0 т/га.

При реализации программ стабилизации продуктов питания в связи с антироссийскими санкциями и с учётом развития агропромышленного комплекса Российской Федерации в ближайшей перспективе неизбежно встанет вопрос об увеличении площадей риса, его урожайности и, несомненно, в полном использовании всех элементов его урожая, включая рисовую солому [1,2].

Увеличение объёмов производства рисоводческой продукции в настоящее время имеет и негативные последствия, которые препятствуют успешному развитию отрасли. А именно после уборки риса на полях Краснодарского края остаётся огромное количество незерновой части урожая риса.

На Кубани в течение длительного времени пожнивные остатки риса (солома, стерня) выжигаются на значительных площадях. Принято считать, что этот приём является наиболее быстрым и дешёвым способом освобождения чеков для проведения последующих агротехнических работ. Исследования последних лет, проведённые учёными ВНИИриса, Кубанского госагроуниверситета и других научных учреждений, показали, что при сжигании рисовой соломы и стерни наносится непоправимый экологический урон природе: усиливается процесс дегумификации почв, изменяется агробиоценоз и состав почвенной биоты, уничтожается ценная ор-

ганическая масса, загрязняется воздушный бассейн. Интенсивное выжигание рисовой соломы и стерни, особенно в последние годы, привело к негативным явлениям не только в сельском хозяйстве, но и в здравоохранении.

Альтернативой сжиганию может быть природоохранный приём использования рисовой соломы в качестве органического удобрения, разработанный наукой ещё в 80-ые годы [3-7].

Следует заметить, что использование рисовой соломы в качестве органического источника повышения почвенного плодородия широко применяется в рисоводстве большинства стран Юго - Восточной Азии, Африки, Латинской Америки, Европы. Так в Индии, Вьетнаме и других странах основная часть рисовой соломы после обмолота, вновь возвращается на рисовой поле, где производится её заделка в жидко - пластичную почву, что позволяет даже без минеральных удобрений получать урожайность 3,0-3,5 т/га, что делает рис высококонкурентным на мировом рынке.

Однако в условиях Краснодарского края использование рисовой соломы в качестве средства повышения плодородия рисовых почв требует изменения существующей технологии уборки риса - переход с валковой технологии на технологию с измельчением и разбрасыванием рисовой соломы по чеку. Этот способ впоследствии может решить вопросы использования рисовой соломы в качестве органического удобрения или в качестве мульчирующего материала, что в сочетании с минимальной обработкой почвы (мульчирующей обработкой почвы) решит комплексную задачу рисоводства - обеспечение экологической безопасности и повышение плодородия почвы, а следовательно, увеличение урожайности и валовых сборов риса [8-9].

Сдерживающим фактором при этом является измельчение и разбрасывание рисовой соломы, из-за отсутствия эффективно работающих измельчителей. Использование измельчителей соломы зерновых колосовых культур на измельчении рисовой соломы затруднительно ввиду специфи-

ческих особенностей строения стебля риса, высокого содержания в нём кремния. Наличие кремния в стеблях риса затрудняет также процесс разложения частиц соломы в почве после их заделки.

Поэтому первоначальным этапом наших исследований было определение степени гумификации рисовой соломы в естественных условиях или приближённых к ним.

Степень гумификации рисовой соломы при различных параметрах её измельчения и заделки, а именно длине резки, степени расщеплённости и обработки гумифицирующим раствором, проводилась на базе ботанического сада Кубанского ГАУ в опытных рисовых лизиметрах в осеннее зимний период 2016-2017 гг.

В процессе проведения эксперимента нами использовалась подготовленная измельчённая солома одного из распространённых сортов риса «Рапан», который занимает более 40% от общей площади посевов риса в Краснодарском крае. Эксперимент был заложен в осенний период через два дня после окончания уборочных работ в трех лизиметрах, разделённых на 3 равные части: в 1-ый лизиметр заделана рисовая солома, измельченная на фракции 50 мм, 100 мм, 150 мм; во 2-ой - заделана рисовая солома, измельченная на фракции 50 мм, 100 мм, 150 мм с расщеплением вдоль волокон; в 3-ой - заделана рисовая солома, измельченная на фракции 50 мм, 100 мм, 150 мм и обработанная раствором водного аммиака из расчёта 5 кг. действующего вещества на 1 га. Перед заделкой соломы в почву проводилось ее взвешивание, также были отобраны пробы и выполнен анализ её химического состава. Подготовленная измельчённая и обработанная рисовая солома была заделана в почву на глубину 0,15-0,18 м и находилось в ней до апреля месяца следующего года, т.е. до начала предпосевных обработок. 20 апреля 2017 г. были отобраны образцы почвы на глубину до 0,2 м и сделан анализ ее химического состава.

По полученным экспериментальным результатам был построен график зависимости степени гумификации рисовой соломы по вариантам эксперимента (рисунок 1). Степень гумификации оценивали отношением массы извлечённой из почвы соломы к общей ее массе перед заделкой в высушенном состоянии.

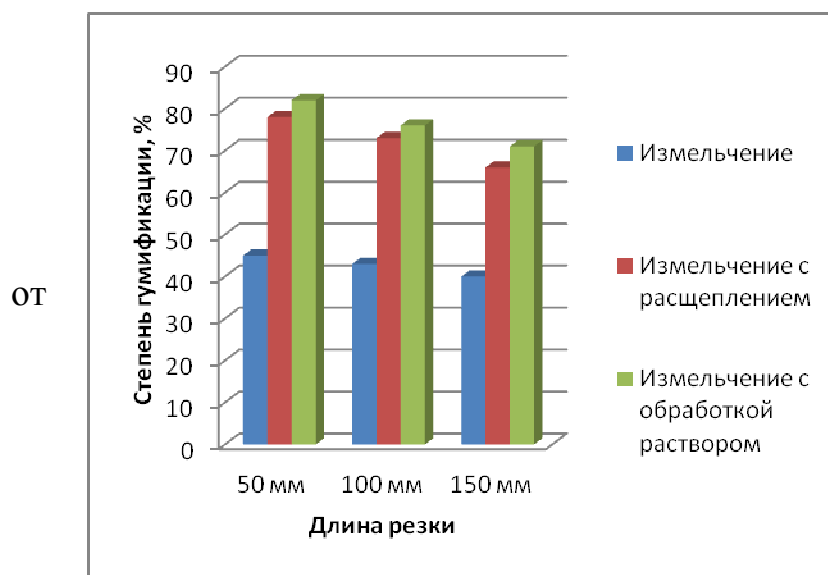


Рисунок 1 - Степень гумификации рисовой соломы в зависимости параметров ее измельчения и расщепления

Полученные результаты показывают, что длина резки на степень гумификации оказывает незначительное влияние, хотя с увеличением ее величины степень гумификации снижается.

Наилучшие показатели степени гумификации отмечены на варианте с измельчением и обработкой рисовой соломы раствором водного аммиака, но отличие ее от измельченной и расщепленной рисовой соломы незначительны (4 - 7%).

Гумификация измельченной рисовой соломы проходит значительно медленнее чем гумификация измельченной и расщепленной и измельченной и обработанной гумифицирующим раствором.

Из анализа построенной гистограммы можно сделать вывод, что для ускорения процесса гумификации рисовой соломы её необходимо измельчать и расщеплять вдоль волокон или же дополнительно обрабатывать гумифицирующим раствором. Длина резки на процесс гумификации влияет незначительно, но рисовая солома с длиной частиц более 80 мм приводит к

налипанию и забиванию рабочих органов почвообрабатывающих машин, осуществляющих её заделку в почву.

С учетом результатов проведённых исследований, при разработке новых измельчителей необходимо, чтобы в их конструкции наряду с измельчающими элементами присутствовали и элементы, позволяющие качественно и с минимальными затратами энергии расщеплять рисовую солому вдоль волокон.

Анализ измельчителей соломы, технологий уборки риса и условий, в которых проходит уборка, показывает, что наибольший интерес для проведения работ по созданию агрегата для измельчения соломы представляют прицепные мобильные агрегаты, измельчающие аппараты которых снабжены ножевыми рабочими органами. Они превосходят агрегаты с молотковыми рабочими органами по энергоёмкости процесса измельчения. Устройства для распределения измельчённых частиц по поверхности поля комбинированного типа являются более перспективными, так как используют механический и пневматический эффекты разбрасывания.

С учётом этого, для измельчения рисовой соломы из валков нами была выбрана конструктивная схема агрегата, за основу в которой принята совмещённая схема подборщика-измельчителя соломы ЗИС-2 и разработанного Бузиковым Ш.В. подборщика-измельчителя соломы [10-12].

Подобный подборщик-измельчитель проходил государственные испытания на уборке риса в 2008 г. на опытном производственном участке ВНИИриса. В ходе испытаний пропускная способность измельчителя была 1,8–2,1 кг/с (по техническому заданию (ТЗ) – 2,5 – 3,0 кг/с). Полнота подбора массы из валка составила 89,4-89,6%, что не отвечало агротребованиям (не менее 98%). Результаты испытаний свидетельствовали также о том, что ряд показателей не соответствовал агротехническим требованиям, предъявляемым к данной технологической операции. Так размер соломенной резки находился в пределах 0,002...0,475 м, средневзвешенный

размер частиц составил 0,196...0,203 м, при этом более половины измельчённой массы (57,68-62,15%) имел размер свыше 0,120 м, неравномерность разброса измельчённой соломы на рабочую ширину составила 80,3-82,9% , практически не происходило расщепления рисовой соломы вдоль волокон. Данные обстоятельства указывают на необходимость дальнейшего совершенствования данной конструктивной схемы.

Кроме этого как показал анализ, к недостаткам конструкции прицепного измельчителя соломы из валков следует отнести:

- измельчающий аппарат производит измельчение исходного материала только в одной плоскости, тем самым не учитывается хаотичное распределение стеблей соломы в валке, что приводит к неравномерности гранулометрического состава продуктов измельчения.

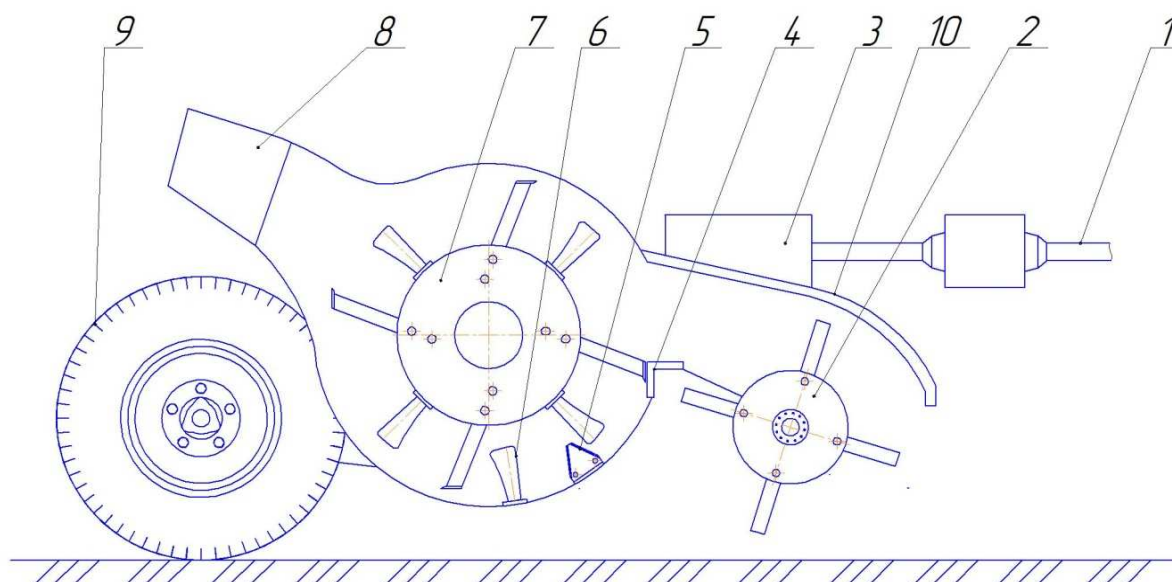
- в конструкции измельчителя не предусмотрено технических решений для расщепления или перетирания стебля.

Перечисленных недостатков лишена предложенная и спроектированная нами конструктивная схема мобильного прицепного измельчителя рисовой соломы из валков (рисунок 2).

Мобильный прицепной измельчитель рисовой соломы, содержит раму 10, на которой последовательно смонтированы роторный подбирающий аппарат 2, противорежущий горизонтальный брус 4, противорежущая вертикальная пластина в виде сегмента 5, дека штифтовая 6, измельчающий штифтово-ножевой барабан 7 с жёстко закреплёнными П - образными ножами объёмного резания и расщепляющими штифтами, выгрузной дефлектор 8 с расположенными в нём направляющими . Все элементы измельчителя смонтированы на раме 10 с пневматическим колёсным ходом 9, привод рабочих органов осуществляется от ВОМ трактора 1 посредством редуктора 3.

Мобильный прицепной измельчитель рисовой соломы работает следующим образом.

При движении агрегата по рисовому валку солоmistая масса при помощи роторного подбирающего аппарата 2 подаётся к противорежущему горизонтальному брусу 5, где вращающимся штифтово-ножевым барабаном 7 с помощью П - образных ножей объёмного резания и расщепляющих штифтов при прохождении через противорежущую вертикальную пластину-сегмент и штифтовую деку интенсивно измельчается и расщепляется вдоль стебля. Далее измельченная рисовая соломенная резка поступает в выгрузной дефлектор 8, где, двигаясь по направляющим, равномерно распределяется по поверхности поля.



1 - привод от ВОМ трактора; 2 - роторный подбирающий аппарат; 3 - редуктор привода рабочих органов; 4 - противорежущий горизонтальный брус; 5 - противорежущая вертикальная пластина в виде сегмента; 6 - дека штифтовая; 7 - измельчающий штифтово-ножевой барабан; 8 - дефлектор; 9 - пневматическое опорное колесо; 10 - рама прицепного измельчителя.

Рисунок 2 - Конструктивная схема мобильного прицепного измельчителя рисовой соломы из валков

Использование в измельчающем аппарате мобильного прицепного измельчителя П - образных ножей объёмного резания, наклонённых относительно радиуса-вектора, проходящего через ось вращения, позволяет измельчать исходный материал с меньшей энергоёмкостью в двух взаимноперпендикулярных плоскостях, что должно обеспечивать получение более выровненного гранулометрического состава продуктов измельчения, а дополнение конструкции штифтами позволит производить полное объёмное расщепление рисовой соломы вдоль стебля.

Затраты мощности в процессе работы штифтово-ножевого измельчающего барабана мощность расходуется на измельчение и перетирание (расщепление) рисовой соломы и можно записать в следующем виде:

$$N = N_c + N_n, \quad (1)$$

где N - суммарная мощность на работу измельчающего барабана, кВт;

N_c - мощность, затрачиваемая на измельчение рисовой соломы, кВт;

N_n - мощность, затрачиваемая на перетирание (расщепление) рисовой соломы, кВт;

Таким образом, предложенная схема мобильного прицепного измельчителя рисовой соломы устранит недостатки, присущие измельчителям, разработанным для измельчения соломы зерновых культур, снизить энергоёмкость процесса измельчения и обеспечить улучшение качества агротехнических показателей по длине резки и расщепляемости стеблей. Его применение позволит решить проблему утилизации рисовой соломы, обеспечить условия для пополнения почвы рисовых систем свежим органическим веществом, что в конечном итоге приведёт к повышению почвенного плодородия. Освобождение рисоуборочного комбайна от функции измельчения соломы обеспечит увеличение производительности убо-

рочных работ, сокращения парка уборочных машин, снижение затрат на производство риса.

Список литературы

1. Кузнецов Е.В. Оценка эффективности севооборотов на существующих и восстановленных рисовых полях для разработки сбалансированной рисовой оросительной системы// Кузнецов Е.В., Чеботарев М.И., Приходько И.А.// Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 28. С. 149-152.

2. Организация инженерно-технической инфраструктуры регионального АПК/ Савин И.Г., Чеботарев М.И., Андреев А.В. и др.// Краснодар, 2017.

3. Масиенко И.В. Качественные показатели измельчения рисовой соломы роторными комбайнами/ Масиенко И.В., Чеботарёв М.И.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. Отв. за вып. А. Г. Коцаев. 2017. С. 580-581.

4. Погодин В.Р. Разработка конструкции многофункционального плуга/ Погодин В.Р., Масиенко И.В.// В сборнике: Развитие науки в современном мире Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Под общей редакцией А.И. Вострецова. 2017. С. 64-68.

5. Павлов С.Н. Разработка модернизированной конструкции жатки для зерноуборочных комбайнах/ Павлов С.Н., Масиенко И.В.// В сборнике: Проблемы и перспективы развития науки и образования материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. 2017. С. 67-70.

6. Масиенко И.В. Разработка модернизированной конструкции навесного плуга с поворотным брусом/ Масиенко И.В., Погодин В.Р.// В сборнике: Роль инноваций в трансформации современной науки сборник статей Международной научно-практической конференции: в 6 частях. 2017. С. 87-90.

7. Масиенко И.В. Разработка модернизированной конструкции комбайна "TORUM - 740"/ Масиенко И.В., Павлов С.Н.// В сборнике: Роль инноваций в трансформации современной науки сборник статей Международной научно-практической конференции: в 6 частях. 2017. С. 90-92.

8. Чеботарёв М.И. Мобильный измельчитель рисовой соломы/ Чеботарёв М.И., Масиенко И.В.// В сборнике: Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 233-238.

9. Чеботарев М.И. Эффективность различных способов утилизации рисовой соломы/ Чеботарев М.И., Масиенко И.В., Масиенко В.В.// В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал - 2016". 2016. С. 304-311.

10. Масиенко И.В. Технологические аспекты утилизации рисовой соломы в рисоводстве краснодарского края/ Масиенко И.В., Павлов С.Н.// В сборнике: В мире науки и инноваций сборник статей Международной научно-практической конференции: в 3-х частях. 2016. С. 53-58.

11. Чеботарёв М.И. Выбор рационального способа измельчения рисовой соломы/ Чеботарёв М.И., Масиенко И.В., Метлев И.В.// В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК XI Международная научно-практическая конференция, посвященная 65-летию факультета механизации сельского хозяйства, в рамках XVII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал-2015". 2015. С. 53-56.

12. Чеботарёв М.И. Проблемы утилизации рисовой соломы/ Чеботарёв М.И., Масиенко И.В.// Сельский механизатор. 2015. № 2. С. 18-19.

References

1. Kuznecov E.V. Ocenka jeffektivnosti sevooborotov na sushhestvujushhих i vosstanovlennyh risovyh poljah dlja razrabotki sbalansirovannoj risovoj orositel'noj sistemy// Kuznecov E.V., Chebotarev M.I., Prihod'ko I.A.// Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 28. S. 149-152.

2. Organizacija inzhenerno-tehnicheskoy infrastruktury regional'nogo APK/ Savin I.G., Chebotarev M.I., Andreev A.V. i dr.// Krasnodar, 2017.

3. Masienko I.V. Kachestvennye pokazateli izmel'chenija risovoj solomy roturnymi kombajnami/ Masienko I.V., Chebotarjov M.I.// V sbornike: Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa. Sbornik statej po materialam H Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh, posvjashhennoj 120-letiju I. S. Kosenko. Otv. za vyp. A. G. Koshhaev. 2017. S. 580-581.

4. Pogodin V.R. Razrabotka konstrukcii mnogofunkcional'nogo pluga/ Pogodin V.R., Masienko I.V.// V sbornike: Razvitie nauki v sovremennom mire Materialy Mezhdunarodnoj (zaочноj) nauchno-prakticheskoy konferencii. Pod obshhej redakciej A.I. Vostrecova. 2017. S. 64-68.

5. Pavlov S.N. Razrabotka modernizirovannoj konstrukcii zhatki dlja zernouborochnyh kombajnah/ Pavlov S.N., Masienko I.V.// V sbornike: Problemy i perspektivy razvitija nauki i obrazovanija materialy Mezhdunarodnoj (zaочноj) nauchno-prakticheskoy konferencii. 2017. S. 67-70.

6. Masienko I.V. Razrabotka modernizirovannoj konstrukcii navesnogo pluga s povrotnym brusom/ Masienko I.V., Pogodin V.R.// V sbornike: Rol' innovacij v transformacii sovremennoj nauki sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 6 chastjah. 2017. S. 87-90.

7. Masienko I.V. Razrabotka modernizirovannoj konstrukcii kombajna "TORUM - 740"/ Masienko I.V., Pavlov S.N.// V sbornike: Rol' innovacij v transformacii sovremennoj nauki sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 6 chastjah. 2017. S. 90-92.

8. Chebotarjov M.I. Mobil'nyj izmel'chitel' risovoj solomy/ Chebotarjov M.I., Masienko I.V.// V sbornike: Nauchnoe obespechenie proizvodstva sel'skohozjajstvennyh kul'tur v sovremennyh uslovijah Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. 2016. S. 233-238.

9. Chebotarev M.I. Jeffektivnost' razlichnyh sposobov utilizacii risovoj solomy/ Chebotarev M.I., Masienko I.V., Masienko V.V.// V sbornike: Aktual'nye problemy nauchno-tehnicheskogo progressa v APK Sbornik nauchnyh statej XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, v ramkah XVIII Mezhdunarodnoj agropromyshlennoj vystavki "Agrouniversal - 2016". 2016. S. 304-311.

10. Masienko I.V. Tehnologicheskie aspekty utilizacii risovoj solomy v risovodstve krasnodarskogo kraja/ Masienko I.V., Pavlov S.N.// V sbornike: V mire nauki i innovacij sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 3-h chastjah. 2016. S. 53-58.

11. Chebotarjov M.I. Vybor racional'nogo sposoba izmel'chenija risovoj solomy/ Chebotarjov M.I., Masienko I.V., Metlev I.V.// V sbornike: Aktual'nye problemy nauchno-tehnicheskogo progressa v APK XI Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija, posvjashhennaja 65-letiju fakul'teta mehanizacii sel'skogo hozjajstva, v ramkah XVII Mezhdunarodnoj agropromyshlennoj vystavki "Agrouniversal-2015". 2015. S. 53-56.

12. Chebotarjov M.I. Problemy utilizacii risovoj solomy/ Chebotarjov M.I., Masienko I.V.// Sel'skij mehanizator. 2015. № 2. S. 18-19.