

УДК 631.361.025

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДРОБЛЕНИЕ И ПОТЕРИ ЗЕРНА

¹Брусенцов Анатолий Сергеевич

канд. техн. наук, доцент

Author ID: 700969

SPIN – код: 8664-5403

ORSCID ID: 0009-0004-7933-3402

Scopus ID: 57300646400

Researcher ID: HHC-0668-2022 brusencov.a@edu.kubsau.ru

¹Яковлев Артём Юрьевич

студент каф. Процессы и машины в агробизнесе
Artemjcx@gmail.com

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

Функциональное состояние уборочной техники в частности комбайнов напрямую влияет на качественные показатели процесса уборки зерна, а именно его дробление и потери. Эксплуатационные характеристики основных узлов молотилки, системы очистки, жатвенной части и других узлов требуют непрерывного контроля в процессе уборки на соблюдение агротехнических требований посредством применения датчиков системы автоматического контроля, а также постоянного совершенствования конструкции основных частей зерноуборочного комбайна позволит снизить повреждение зерна при уборке, повысить качество обмолачиваемого зерна и снизить потери

Ключевые слова: КОМБАЙН, ЖАТКА, МОЛОТИЛЬНЫЙ АППАРАТ, ПОДБАРАБАНЫЕ, ИССЛЕДОВАНИЕ, ЗЕРНО, КАЧЕСТВО, КОНСТРУКЦИЯ, РАБОЧИЕ ОРГАНЫ, ШНЕКОВЫЙ ТРАНСПОРТЕР, ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА, УРОЖАЙНОСТЬ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-211-062>

UDC 631.361.025

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

IMPACT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE MAIN PARTS OF THE COMBINE HARVESTER ON THE QUALITY OF GRAIN CRUSHING AND LOSSES

¹Brusentsov Anatoly Sergeevich

Cand.Tech.Sci., associate professor

Author ID: 700969

RSCI SPIN – code: 8664-5403

ORSCID ID: 0009-0004-7933-3402

Scopus ID: 57300646400

Researcher ID: HHC-0668-2022
brusencov.a@edu.kubsau.ru

¹Yakovlev Artem Yurievich

student of the Department of Processes and machines in agribusiness
Artemjcx@gmail.com

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

The functional state of harvesting equipment, in particular combine harvesters, directly affects the performance of the grain harvesting process, namely its crushing and loss. The operational characteristics of the main components of the crushers, cleaning systems, pressed parts and other products require continuous monitoring during the cleaning process for compliance with agricultural requirements through the use of automatic control sensors, as well as a stationary improvement in the design of the main parts of the combine harvester will prevent damage to the grain during harvesting, improve the quality of the milled grain and reduce the weight

Keywords: COMBINE HARVESTER, THRESHING MACHINE, TAMBOUR, RESEARCH, GRAIN, QUALITY, CONSTRUCTION, WORKING PARTS, SCREW CONVEYOR, LAB INSTALLATION, YIELD

Введение. Получение высококачественных семян во многом зависит от технического состояния комбайнов. Особенно сильно травмируется зерно при использовании новых машин. Поэтому, приступая к работе на таких комбайнах, прежде всего удаляют следы механической обработки деталей, острые кромки и заусеницы на бичах, планках подбарабання, лопастях приемного и отбойного битеров и других узлов. Кроме этого, под воздействием трения хлебной массы, имеющей большое количество абразивных частиц (пыли), происходят два вида износа рабочих органов молотильного устройства: скругление передних острых граней планок подбарабання, износ бичей и планок по их длине. Под воздействием ударных нагрузок при неравномерной подаче хлебной массы, особенно повышенной влажности, или при попадании в молотильное устройство твердых предметов (камни, комья земли и т.д.) происходит деформация и прогиб бичей барабана и планок подбарабання. В результате естественного износа и ударных нагрузок все время изменяется состояние поверхностей деталей, соударяющихся с хлебной массой и зерном, и их первоначальные размеры. Это влияет на показатели качества обмолота и уровень травмирования зерна и незначительный недомолот зерна. Чтобы снизить повреждение зерна, обычно увеличивают зазор между барабаном и подбарабанием или уменьшают частоту вращения барабана. При использовании комбайнов с новым молотильным аппаратом (наработка до 100 га), имеющим острые кромки и шероховатости прежде всего на бичах и планках подбарабання наблюдают повышенное повреждение и незначительный недомолот зерна. Чтобы снизить повреждение зерна, обычно увеличивают зазор между барабаном и подбарабанием или уменьшают частоту вращения барабана. После наработки комбайном более 100 га острые кромки на бичах и планках скругляются, повреждение зерна уменьшается, но увеличивается недомолот из-за износа бичей и планок подбарабання. Как бичи, так и планки больше изнашиваются посередине. Чтобы снизить недомолот, уменьшают зазор

между барабаном и подбарабаньем, но тогда по краям молотильного аппарата он становится меньше допустимого и в результате несколько увеличивается повреждение зерна. При наработке более 300—350 га из-за износа бичей и планок подбарабанья недомолот резко возрастает. Для его снижения уменьшают зазор между барабаном и подбарабаньем. Причем, чтобы снизить недомолот до требуемого уровня, приходится настолько уменьшать зазор, что по краям молотильного аппарата он становится чрезмерно мал, в результате увеличивается повреждение зерна. Поэтому на уборке семенного и высококачественного товарного зерна рекомендуется использовать комбайны, молотилки которых наработали не менее 100 и не более 350 га. В этом промежутке наработки комбайна отмечено наилучшее качество обмолота.

Величина износа бичей и планок подбарабанья по их длине зависит от вида убираемой культуры, ее физикомеханических свойств, количества минеральных примесей, попадающих в молотильный аппарат, и их абразивности.

Опыты показали, что затупление передних граней поперечных планок подбарабанья при прочих равных условиях уменьшает дробление зерна в 2 раза, а устранение всех острых выступов на бичах барабана, лопастях приемного и отбойного битеров снижает дробление зерна еще на 1/3.

Поэтому при получении комбайна с заводского конвейера, капитального ремонта или замене узлов и деталей молотильного устройства новыми необходимо напильником затупить острые передние грани планок подбарабанья по радиусу не более 1 мм (большой радиус закругления может привести к повышенным потерям зерна от недомолота) и удалить острые выступы на рабочих элементах молотильных устройств. Это позволит при незначительных затратах труда резко уменьшить травмирование зерна при недомолоте первых 150 – 200 т. Помимо молотильных устройств, зерно травмируется шнеками, элеваторами плавающим транспортером и т.д.

Уровень травмирования зерна зависит также от технического состояния транспортирующих органов. Поэтому следует регулярно проверять и устранять вмятины на кожухах шнеков, забоины и другие повреждения на шнеках, цепях, звездочках, скребках и планках плавающего транспортера. Зазор между спиралью и кожухом шнека должен быть не менее 5 мм.

Одним из источников травмирования зерна является место соединения зернового шнека с головкой зернового элеватора. В процессе эксплуатации соединение ослабляется, и в передней части между торцом спирали шнека и кожухом не остается зазора, что вызывает плющение и дробление зерна. Во избежание этого необходимо следить за креплением шнека и головки зернового элеватора.

Своевременно проверяют натяжение скребковых транспортеров зерновых элеваторов. Транспортеры должны мягко касаться скребками днища элеватора, а скребок отклоняться в обе стороны на угол до 30°. Скребки у которых резиновые накладки изношены и выступают менее чем на 10 мм, заменяют.

При чрезмерном износе накладок острые кромки металлических частей скребка повреждают зерно. Если цепь натянута слабо, зерно попадает между звездочкой и цепью и травмируется.

Необходимо следить за состоянием механизмов привода рабочих органов молотилки. При недостаточном натяжении ремни пробуксовывают, что нарушает режим работы рабочих органов.

Исследование показали, что зерно наиболее интенсивно травмируется при нарушении режима работы очистки. Это обусловлено увеличением выхода свободного зерна в колосовой шнек и подачи его на повторный обмолот. Следовательно, чтобы избежать излишнего травмирования зерна, необходимо следить за техническим состоянием комбайнов и своевременно устранять выявленные дефекты.

Материалы и методы. Также существенное влияние на травмирование зерна оказывает не соблюдение режимов обмолота, а именно повышенные скорости вращения молотильного аппарата, якобы для «скорейшего выделения зерна». Наибольшее влияние на травмирование зерна оказывает скорость обмолота, точнее сказать частота его оборотов. Частота вращения бильного барабана комбайна в процессе обмолота определяется значимыми факторами уборки. Низкая частота вращения обеспечивает минимальное повреждение зерна, но также может вызвать недомолот, с ростом окружной скорости зерно в какой-то момент начинает травмироваться и достигает критического значения. В настоящее время все зависимости изучены, но потери дробленным зерном существуют по настоящее время, преобладает в этом случае человеческий фактор так как механизаторы не контролируют режимы работы комбайна в процессе уборке, которые меняются на поле в зависимости агроландшафтных условий, сортовых особенностей. В современных комбайнах за многие режимы работы отвечает электроника, управляемая сигналами получаемых от датчиков, но анализ информации и связь между этими показателями отвечает механизатор. В данном аспекте очень важно контролировать качество процесса уборки и при потребности выполнять обновление параметров и режимов работы автоматических режимов.

Механизаторы часто ссылаются из-за невозможности выполнения этого по причине отсутствия лабораторного оборудования для анализа (весы, разборные доски и т. д.). Выход из этого положения в применении простейшего экспресс-анализа. Комбайнеры, взяв из бункера горсть зерна, отсчитывают из него сто или двести семян без выбора и определяют количество поврежденных. И хотя такой учет не является абсолютно точным, по его результатам можно уловить изменение в размерах и характере травмирования зерна и произвести необходимую регулировку частоты вращения молотильного барабана.

Фактическое число оборотов молотильного барабана можно определить по тахометру или вращая вручную шкив на контрприводном валу (ведущем шкиве вариатора оборотов барабана), передающем движение от двигателя к барабану. Например, у комбайна «Нива Эффект» он делает 760 оборотов в минуту. Если нанести метку на ведущем шкиве и на шкиве вала барабана (ведомом шкиве вариатора) и вручную повернуть ведущий шкив на 7,6 оборота, то, подсчитав, сколько оборотов сделает за это время шкив вала барабана, можно определить частоту вращения барабана. Если за 7,6 оборота ведущего шкива шкив вала барабана сделает 10,5 оборота, то частота вращения барабана будет равна 1050 об/мин. Если такие обороты не устраивают, изменяют диаметры ведущего и ведомого шкивов.

Зазор между молотильным барабаном и подбарабаньем также существенно влияет на появление дробленного зерна в общей уборной массе.

Геометрию на входе и выходе из молотильного барабана устанавливают размерам и влажности убираемого зерна. Используют при этом механизм регулировок управляемые под средством атематических устройств, но можно и выполнять более точную корректировку по средством уменьшения длины регулировочных тяг в течении смены если есть в этом необходимость. При суточной регулировке подбарабанье устанавливают так, чтобы в передней части деки зазор между ее планками и рифами бичей был больше, чем в задней (отбойной, выходной) части деки. Обычно разница в зазорах составляет 12 мм. Если разницу в зазорах увеличивать, то интенсивность воздействия молотильного аппарата на хлебную массу возрастает; наоборот, при уменьшении разницы в зазорах интенсивность воздействия уменьшается, а вместе с тем уменьшается и травмирование зерна. Частота зернового вороха в бункере свидетельствует о качественной настройки молотильного аппарата и обещает полное извлечение зерна из колоса, бобов, соплодий и т.д. И незерновая часть, солома, должна оста-

ваться мало поврежденной, что устраняет перегрузку системы очистки мелким ворохом сбоинами. При обнаружении в бункере целых колосьев или неразрушенных бобов необходимо принимать меры по уменьшению зазоров, это обнаруживается при непрерывном контроле и исправной работе датчиков системы, контроля. При уборке трудно обмолачиваемых культур, например, твердые сорта пшеницы, проблема недомолота остается актуальной так как при увеличении скорости барабана и сокращении входной и выходной величины молотильного зазора появляется дробление, микротравмирование убираемого материала. В связи с этим подбирают оптимальные значения параметров для снижения дробления и микроповреждения особенно при уборке на семена, но 100% исключить это явление не удастся. Специалисты рассуждают так: лучше потерять 0,5–1,0% неполноценного (щуплого) зерна из-за недомолота, чем увеличить на несколько процентов его дробление или микротравмирование.

Часто травмирование зерна увеличивается из-за отсутствия внимательного использования суточной регулировки молотильного зазора. В ранние периоды уборки при наличии рос показатель влажности зерна, на его поверхности, увеличен в этом случае следует сократить зазор далее примерно около полудня следует его увеличить в следствии проветривания убираемого поля и последующее увеличение проводят ближе к трем часа дня. Это вызвано ростом сбоин, появляющихся от соломы в результате чрезмерного измельчения перегружается система очистки, забивается и чистое зерно попадает в измельчитель или копнитель комбайна. После пяти вечера зазор в молотильной паре опять сокращают для предотвращения недомолота также надо помнить что для каждой культуры существуют свои значения зазора и в зависимости от условий уборки к примеру, если влажность зерна стала колебаться и также произошло увеличение или уменьшение соломы надо выполнять настройку потока обмолачиваемой массы поступающей на обмолот в молотильный аппарат и сепарацию.

Результаты и их обсуждения. В полевых условиях неравномерность подачи массы устраняют только изменением скорости движения комбайна.

Выбрав значение оптимальной подачи, определяют скорость перемещения комбайна (км/ч) при прямом комбайнировании по формуле:

$$V = \frac{100 \cdot q}{BQ(1+\varepsilon)};$$

при отдельной уборке:

$$V = \frac{q}{d};$$

где Q – урожайность, ц/га; ε – отношение соломы к зерну; q – пропускная способность молотилки, кг/с; B – ширина захвата жатки, м; d – масса погонного метра валка, кг. Рекомендуемые режимы работы молотильного аппарата и очистки приведены в таблице.

Таблица 1– Регулировки молотилок комбайнов

Показатель	Пшени- ца	Рожь	Ячмень	Овес	Гречи- ха	Просо	Горох
Частота вращения первого барабана, об/мин*	850-1100	850-950	800-900	850-950	450-550	500-600	450-550
Зазоры в первом молотильном устройстве, мм*:	20-24 4-8	20-24 4-8	20-24 4-8	20-24 4-8	22-28 10-12	16-22 8-10	32-34 16-18
Частота вращения второго барабана, об/мин	950-1200	900-1200	900-1100	900-1150	500-700	700-800	600-700
Зазоры во втором молотильном устройстве, мм:	12-24 3-6	12-24 3-6	12-24 3-6	12-24 3-6	18-24 6-10	12-18 4-6	20-25 12-15
Частота вращения вентиля	630-750	600-650	600-650	600-650	430-530	500-600	650-700
Расстояние между жалюзи верхнего решета, мм	11-17	13-20	13-17	10-15	9-13	9-13	14-17
Расстояние между жалюзи нижнего решета, мм	5-9	7-11	7-11	7-11	9-13	9-13	17-20
* Только для двухбарабанных комбайнов.							
** У комбайнов с одним молотильным барабаном при уборке проса и гречихи заслонки вентилятора открывают наполовину в других случаях—полностью.							

Порой несложное переоборудование комбайнов в условиях хозяйств приводит к существенному снижению травмирования зерна. Так, чтобы выделить зерно из хлебной массы до молотильного аппарата и подать его

на очистку, рекомендуется под приемным битером вместо камнеулавливателя ставить решетчатую деку. В настоящее время она включена в приспособление ПКК-5 к комбайну «Нива Эффект» для уборки крупяных культур. Дека проста по конструкции и ее можно изготовить в условиях любого хозяйства. Опыты, проведенные при уборке проса, гречихи, вики и фасоли, показали, что при постановке решетчатой деки макроповреждение зерна снижается на 1-2%.

Одним из эффективных приемов снижения травмирования зерна при обмолоте является применение эластичных материалов в молотильных устройствах. Сотрудники кафедры процессы и машины в агробизнесе предложили обернуть стальные бичи резиновой лентой рисунок 1.

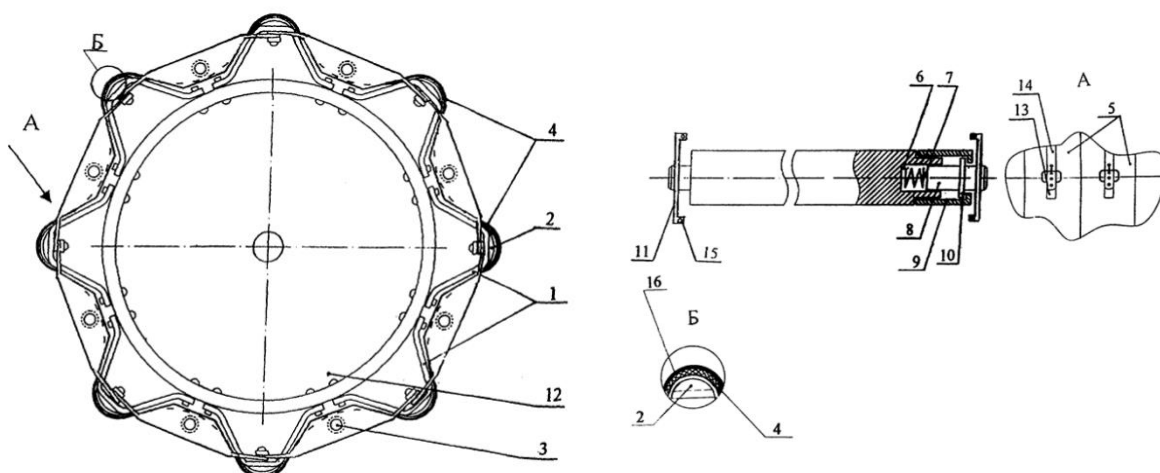


Рисунок 1 – Переоборудование молотильного барабана по патенту RU2250595

1 – подбичник; 2 – бичи; 3 – съемные подбичники; 4 – прокладки;
5 – продольные полосы; 6 – отверстия; 7 – пружины; 8 – подвижный
наконечник; 9 – втулка; 10 – стопорный буртик; 11 – кронштейн;
12 – боковина; 13 – пряжка; 14 – ремни; 15 – проушины; 16 – полиуретан.

Сущность переоборудования по рисунку¹ где схематично изображен бильный молотильный барабан, переоборудованный по патенту схематично показан подбичник, закрепленный в кронштейнах, установленных на боковинах бильного барабана; далее - схематично изображено соединение торцов ленты пряжками и ремнями. Также показан слой полиуретана на прокладках, вид Б на рисунке 1. Молотильный барабан, включает подбичник 1, бичи 2, имеющие рифленую поверхность, дополнительные съемные подбичники 3, выполненные в форме стержней, прокладки 4, в виде ленты состоящей из продольных полос 5. Дополнительный съемный подбичник 3, выполненный в форме круглого стержня, по торцам имеет отверстия 6. В отверстия 6 устанавливаются пружины 7 и подвижные наконечники 8, фиксируемые резьбой втулкой 9. Подвижный наконечник удерживается от самопроизвольного выпадения с помощью буртика 10. Дополнительные съемные подбичники 3 своими подвижными наконечниками 8, крепятся в кронштейнах 11, которые закреплены между подбичниками 1 на боковинах 12. Концы прокладок 4 в форме ленты снабжены пряжками 13 с одной стороны и ремнями 14 с другой стороны. Кронштейны 11 имеют проушины 15. Прокладки 4 в виде полос 5 имеют слой полиуретана 16. Пример конкретного выполнения. Переоборудование молотильного устройства проводится в следующей последовательности. От комбайна отсоединяется жатка с наклонной камерой. Через образованное при этом окно в передней панели молотилки открывается доступ к бильному барабану, откручиваются гайки крайних болтов крепления бичей к подбичникам с обеих сторон барабана. Болты при этом не удаляются из своих посадочных мест. К ним крепим кронштейны 11 своими проушинами 15. На каждый болт устанавливается по две проушины 15, направленные в разные стороны к смежным подбичникам, после чего фиксируются гайкой. По мере установки кронштейнов 11 проворачивают барабан. Край полос 5 укладывают на один из бичей 2 таким образом, чтобы боковые стороны соединялись в стык и вре-

менно фиксируют зажимами к бичу 2. Далее продольным стержнем 3 с подвижными наконечниками 8 прогибают прокладки 4 внутрь межбичевого пространства до попадания подвижных наконечников 8 в отверстия 6 кронштейнов 11. После установки первого дополнительного подбичника 3 барабан проворачивается и операция установки очередного дополнительного подбичника 3 повторяется. После установки последнего дополнительного подбичника 3 временные зажимы, удерживающие на биче края полос, расфиксируются. Края всех полос 5 застегиваются ремнями 14 и пряжками 13 между собой. Бильный барабан готов к работе. Подсоединяется жатка. Устанавливаются требуемые молотильные зазоры и частота вращения бильного барабана. Для демонтажа ленты или замены ее изношенной поверхности на новую необходимо отсоединить жатку, поочередно снять стержни 3, утапливая подвижный наконечник 8, расстегнуть ремни 14 и пряжки 13 полос 5, после чего удаляют полосы 5 через образовавшееся окно в передней панели молотилки или, сместив прокладки 4 над бичами, снова их фиксируют, как при монтаже прокладок 4 в виде полос 5. Использование предлагаемого способа переоборудования барабана бильного молотильного устройства в сравнении с известными способами позволяет: снизить трудоемкость и затраты времени при замене рабочей поверхности обмолачивающих элементов бильного барабана молотильного устройства. Кроме этого, отпадает необходимость в изготовлении и хранении комплектов бичей с эластичной рабочей поверхностью.

Выводы Неправильная настройка молотильного аппарата (зазор между барабаном и подбарабаньем, обороты барабана) может привести к дроблению зерна, особенно при неполной загрузке или неблагоприятных условиях уборки.

Недостаточная очистка зерна от примесей и сорной травы может привести к увеличению травмирования зерна при дальнейшей транспорти-

ровке и хранению.

Износ или неисправности в других системах (например, транспортеры, элеваторы) могут приводить к увеличению потерь зерна и его повреждению.

Покрытие рабочей поверхности молотильного барабана резиновой лентой в среднем снижает дробление зерна в три-четыре раза при частоте вращения барабана от 250 до 500 мин⁻¹.

Список использованных источников

1. Брусенцов А.С. Снижение дробления зерна барабаном с упругим покрытием // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. №4. С. 35-36.
2. Брусенцов А.С. К вопросу совершенствования измельчителя соломы на зерноуборочном комбайне// в сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса Сборник статей по материалам 71-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2015 год. Ответственный за выпуск: А.Г. Коцаев. 2016. С. 196-197.
3. Волошин М.И., Лебедь Д.В., Брусенцов А.С. Результаты интродукции нового бобового растения - гуара (*suamopsis tetragonoloba* (L) taub) // Труды Кубанского Государственного аграрного университета. 2016. № 58. С 84 – 91.
4. Курасов В.С., Плешаков В.Н., Брусенцов А.С. К определению оптимальных сроков замены технических средств механизации полевого эксперимента в селекции кукурузы // Труды Кубанского Государственного аграрного университета. Краснодар, 2010. №27. С 154 – 157.
5. Михеенко А.А., Брусенцов А.С. Энергосберегающие технологии при уборке не зерновой части урожая зерновых и зернобобовых культур// в сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Ответственный за выпуск: А.Г. Коцаев. 2016. С. 372.

List of sources used.

1. Brusencov A.S. Snizhenie droblenija zerna barabanom s uprugim pokrytiem // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2007. №4. S. 35-36.
2. Brusencov A.S. K voprosu sovershenstvovanija izmel'chitelja solomy na zerno-uborochnom kombajne// v sbornike: Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Sbornik statej po materialam 71-j nauchno prakticheskoj konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2015 god. Otvetstvennyj za vypusk: A.G. Koshhaev. 2016. S. 196-197.
3. Voloshin M.I., Lebed' D.V., Brusencov A.S. Rezul'taty introdukcii novogo bobovogo rastenija - guara (cyamopsis tetragonoloba (L) taub) // Trudy Kubanskogo Gosu-darstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 58. S 84 – 91.
4. Kurasov V.S., Pleshakov V.N., Brusencov A.S. K opredeleniju optimal'nyh srokov zameny tehniceskikh sredstv mehanizacii polevogo jeksperimenta v selekcii ku-kuruzy // Trudy Kubanskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Krasnodar, 2010. №27. S 154 – 157.
5. Miheenko A.A., Brusencov A.S. Jenergosberegajushhie tehnologii pri uborke ne zernovoj chasti urozhaja zernovyh i zernobobovyh kul'tur// v sbornike: Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Sbornik statej po materialam IX Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh. Otvetstvennyj za vypusk: A.G. Koshhaev. 2016. S. 372.