

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРКИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ

THE INCREASE OF THE EFFICIENCY OF HARVESTING THE NON-CEREAL PART OF THE CROP FOR THE PREPARATION OF ROUGHAGE

А.С. БРУСЕНЦОВ, К.Т.Н.
М.И. ТУМАНОВА
Я.Б. ЧУЛАКОВ

Кубанский государственный аграрный университет
им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия,
tumanova-kgau@mail.ru

A.S. BRUSENCOV, PhD in Engineering
M.I. TUMANOVA
YA.B. CHULAKOV

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia,
tumanova-kgau@mail.ru

Для полноценного кормления крупного рогатого скота необходимо наличие в рационе животных грубых кормов (сено, солома), так как они имеют высокую питательность. Солома – это сухие стебли, получаемые после обработки злаковых и бобовых культур, содержащие высокое содержание клетчатки. Ее используют для придания рациону необходимого объема, или как добавку к рационам с большим количеством сочных кормов. Также широко используется солома ржаная, овсяная, ячменная в качестве подстилки для животных – она образует замечательный изолирующий и преграждающий слой между холодным, сырым полом и животным. Существует несколько основных технологий уборки незерновой части урожая (НЧУ): копенная, валковая, поточная и другие. Выбранный способ уборки определяет марочный состав уборочно-транспортного звена. Одновременная заготовка грубых кормов в период уборки зерновых и колосовых культур позволит сократить ранее затрачиваемые ресурсы для данной операции. Проведенный патентный поиск анализов конструкций и способов уборки НЧУ показал, что продолжают исследования по совершенствованию способов и технических средств для уборки незерновой части урожая.

В данной работе рассматривается вопрос совмещения нескольких технологических операций, а также повышения качества убираемой незерновой части урожая, повышения культуры поля ввиду ее незасарения семенами сорной растительности. Предлагаемый способ по сравнению с известными способами уборки незерновой части урожая имеет следующие достоинства: снижение эксплуатационных затрат; сокращения времени на одну операцию; снижение себестоимости продукции.

Ключевые слова: полова, незерновая часть, урожай, копнитель, измельчитель, комбайн.

The presence of roughage in the diet of animals (hay, straw) is necessary for the full feeding of cattle. Since they have high nutritional value, they are necessary due to the physiological characteristics of animals. Straw is a dry stalk obtained after processing cereals and legumes containing high fiber content. It is used to give the diet the necessary volume, or as an additive to diets with a large number of succulent feeds. The rye straw oat, barley are used widely as a litter for animals. It forms a wonderful insulating and blocking layer between the cold, wet floor and the animal. There are several basic technologies for harvesting the non-cereal part of the crop (NPC). The selected cleaning method determines the vintage composition of the harvesting and transport link. Simultaneous harvesting of roughage during the harvesting of grain and cereal crops will reduce the previously spent resources for this operation. A patent search of the analysis of structures and methods for harvesting NPC showed that research is ongoing to improve methods and technical means for harvesting the non-grain part of the crop. This paper considers the issue of combining several technological operations, as well as improving the quality of the harvested non-cereal part of the crop, improving the field culture, since it is not littered with weed seeds. The proposed method in comparison with the known methods of harvesting the non-cereal part of the crop has the following advantages: reduction of operating costs, reduction of time for one operation, reduction of production costs.

Keywords: non-grain part, crop, stacker, chopper, combine.

Введение

В процесс уборки зерновых колосовых культур остается незерновая часть урожая (НЧУ), уборка которой требует значительных энергетических, материальных и финансовых затрат по сравнению с уборкой основной культуры. Широкое использование незерновой части урожая возможно, например, в животноводстве.

В рационе кормления сельскохозяйственных животных [1], особенно зимой, большое значение имеют грубые корма (сено, солома). Солому получают из стеблей злаковых после обмолота. Полову стараются собрать полностью и отдельно от соломы, так как солома имеет высокую кормовую ценность [4, 5]. Ис солома широко используется в качестве подстилки для сельскохозяйственных животных [7], она обладает малой теплопроводностью, высокой влагоемкостью. Так, влагоемкость подстилки (%) составляет: для соломы овсяной – 370, соломы ржаной – 450, при этом длина частиц должна составлять 20–30 см [1].

Таким образом, необходимы машины, выполняющие несколько технологических операций. За счет введения новой технологической схемы уборки соломы, половы, а именно включения технологического процесса измельчения и формирования рулонов из соломы. Таким образом, можно уменьшить эксплуатационные затраты работы зерноуборочных комбайнов, выпускаемых серийно. Себестоимость конечного продукта при этом снизится.

Цель исследований

Вопрос совмещения нескольких технологических операций, а также повышения качества убираемой незерновой части урожая, повышения культуры поля ввиду ее незасорения семенами сорной растительности.

Материалы и методы

В настоящее время существует несколько основных технологий уборки НЧУ (рис. 1) [2, 3], каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Для реализации способов по уборке НЧУ отечественными и зарубежными производителями сельскохозяйственной техники выпускаются разнообразные технические средства, а также ведутся научно-конструкторские исследования, разработка технологий и новых машин.

Копенная технология предусматривает наличие у комбайна адаптера для образования копен [2, 3]. Если расстояние от ферм до места скирдования не превышает 3 км, копны с НЧУ собирают волокушей ВТУ-10, агрегируемой двумя тракторами ДТ-75М или МТЗ-80, и тянут до места скирдования, а затем формируют фронтальными погрузчиками ПФ-0,5, навешанными на МТЗ-80 [6]. По мере потребности в соломе скирду разрезают скирдорезом ТПС-6 или фуражиром ФН-1,2 и грузят в стоговоз ТПС-6 или тележку 2ПТС4-887 [6]. Во втором варианте для зон с повышенной влажностью используют навесные копновозы КНУ-11, КУН-100. Копну транспортируют на край поля и укладывают в скирды, далее фронтальным погрузчиком ПФ-0,5 загружают солому, а затем скирдорез или фуражир. Данная технология приемлема при привязном содержании КРС и употреблении соломы для подстилки животным [2, 3].

Поточный способ уборки предусматривает оборудование комбайна измельчителем [2, 3]. Уборочный комплекс (рис. 2), а включает комбайн, работающий совместно с ПКН-1500Б, для накопления половы, универсальный трактор тягового класса 1,4 кН в сцепке с подборщиком (ПВ-6, ТПФ-45, ПС-1,6 или ПРП-1,6); далее по технологической схеме используется трактор с приспособлением для формирования скирд УСА-10 [2, 3].

Такая технологическая схема считается рентабельной при достаточном количестве транспортных средств, но качество выполняемой операции и собранной продукции ухудшается. Следующая представленная технологическая схема (рис. 2, б), предусматривает сбор собранной соломы в тележку с последующей выгрузкой на поле в форме копен и транспортировки последних транспортной волокушей



Рис. 1. Виды технологических операций уборки НЧУ

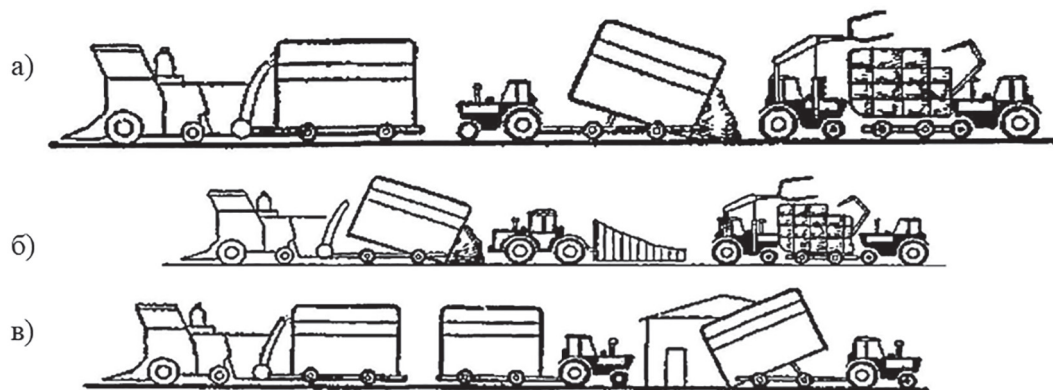


Рис. 2. Виды поточной технологии уборки НЧУ

на край убранного поля или к месту скирдования. В состав такого уборочного звена входят комбайн с адаптером ПУН, транспортная тележка ПКБ-60 в сцепке с трактором 1,4 кН и подборщик (ПВ-6, ТПФ-45, ПС-1,6 или ПРП-1,6) и формировщик скирды УСА-10 [2, 3].

Известна также технология раздельной уборки половы и соломы, когда полова собирается в транспортные тележки, прицепленные за комбайном, а солома разбрасывается по полю (рис. 2, в). При такой технологии полову используют в качестве высококалорийной добавки на корм скоту, а распределенную по полю солому заделывают в почву в качестве органического удобрения [2, 3]. Технология называется поточной; требует меньше затрат по сравнению с предыдущими и позволяет экономить до 20 % на использовании транспортных средств, повышает культуру земледелия, уменьшая степень риска засева полей семенами сорной растительности, прошедшая измельчитель солома равномерно распределяется тем самым повышая коэффициент заполнения бункера транспортного средства [2, 3]. У рассмотренной технологии также есть недостатки, которые выражаются в дополнительных затратах мощности комбайна на измельчение соломы, снижая производительность на операции до 30 %, а увеличение времени технологических простоев для смены заполненной тележки увеличивает общее время уборочного процесса.

Технология уборки незерновой части в валок, образованный за комбайном, оборудованного капотом, представлена (рис. 3, а). В этом случае полова вместе с соломой укладываются на поверхности поля в виде валка [2, 3]. Сформированный таким образом валок половы и соломы собирают с одновременным прессованием в виде прямоугольного тюка. Размеры и плотность прессования тюка обусловлены конструктивными особенностями

применяемого пресс-подборщика. Сформированные тюки собирают с поверхности убранного поля и перемещают к месту складирования в специальных тележках. На (рис. 3, б) изображена схема уборки незерновой части урожая в рулоны. Рулонный пресс-подборщик ПРП-1.6 подбирает и прессует НЧУ в форме рулонов. Рулоны с поверхности поля собирают в тележки 2ПТС-4-887А, используя для этого приспособление ППУ-0.5. Далее подборщик СПТ-60 из рулонов формирует стога, которые транспортируются на край поля или к месту хранения стоговозом СП-60, и завершает компоновку стога стогометателем [2, 3].

Для последующего использования соломы применяют фуражир ФН-1,4 (на рисунке не показана данная операция), который отделяет часть соломы из скирды и грузит в транспортную тележку [2, 3].

При следующей операции (рис. 3, в) незерновую часть урожая которая, остается за комбайном, подбирает подборщик-уплотнитель ПВ-6 или ТПФ-45 в агрегате с транспортной тележкой 2ПТС-4-887А в копна увеличенного объема, скирдую последние агрегатом УСА-10 и двумя погрузчиками стогометателями ПФ-0,5. При необходимости солому также измельчают фуражиром ФН-1,2 из скирды и перевозят в транспортных тележках 2ПТС-4-887А [2, 3]. Достоинства описанной выше технологии уборки НЧУ заключаются в легкости управления комбайном ввиду его маневренности и менее затратной по сравнению с измельчением или сбором в копнитель.

Рассмотренные технологические операции по уборке незерновой части урожая после зерновых колосовых культур подразумевают наличие специализированных технических транспортных средств в составе уборочных звеньев, а также оборудование комбайнов одним из приспособлений гидрофицированным копнителем,

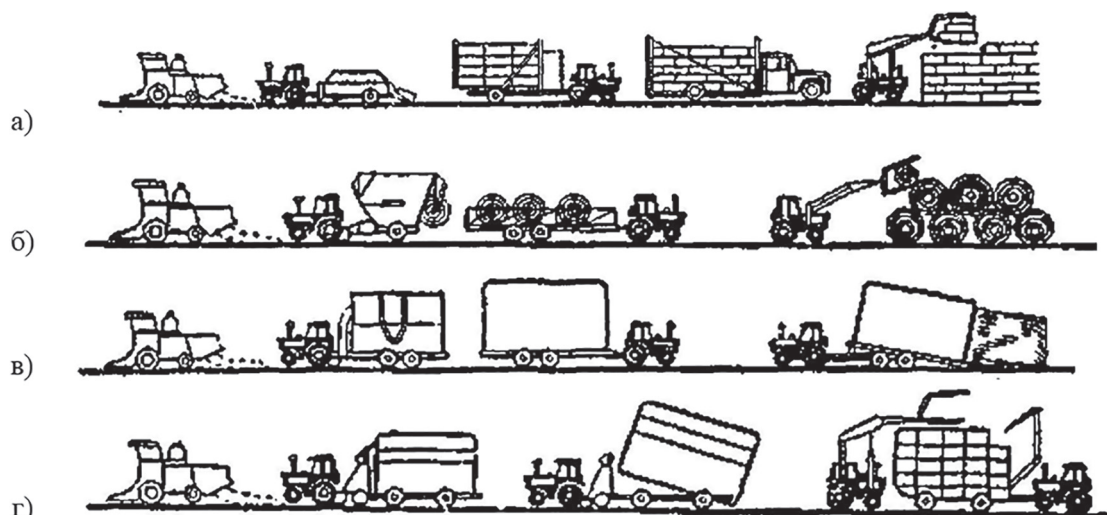


Рис. 3. Виды валковой технологии уборки НЧУ

измельчителем, измельчителем-разбрасывателем соломы [2, 3] и валкообразователем.

Результаты и обсуждение

Таким образом, приготовление грубых кормов непосредственно в период уборки незерновой части урожая позволит существенно снизить трудозатраты, металлоемкость на операции уборки НЧУ и сохранить качество убираемой соломы. Сокращение числа машин в уборочном комплексе также снизит воздействие от движителей машин на почву.

Проведенный обзор научно-технической литературы и патентный поиск конструкций и способов уборки НЧУ показал, что рядом авторов предложены и разработаны способы и варианты технических решений для уборки НЧУ адаптерами к зерноуборочным комбайнам, которые имеют схожие недостатки. Например, в известной схеме уборки соломы и полова при помощи универсального приспособления ПУН-5 сбор измельченной соломы и полова осуществляется в сменную тележку. При этом размер соломины не соответствует зоотехническим требованиям.

Нами предлагается предварительно дополнить технологическую схему работы серийного зерноуборочного комбайна [6] дополнительной операцией подготовки НЧУ в соответствии с зоотехническими требованиями к готовому кормовому сырью для сельскохозяйственных животных. Технологический процесс работы комбайна (рис. 4) осуществляется следующим образом. С клавиш соломотряса ворох соломы 2 после обмолота подается на дополнительно установленные измельчающие барабаны 4 с сегментами, которые вращаются на встречу друг другу. Сегменты измельчающих барабанов за-

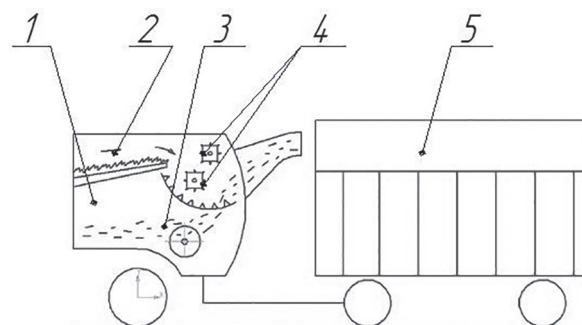


Рис. 4. Технологическая схема уборки НЧУ с измельчением в тележку:

- 1 – комбайн; 2 – солома; 3 – полова;
- 4 – измельчающие барабаны; 5 – тележка с измельченной массой

хватывают порцию соломы, протягивают ее в зазор и при этом измельчают.

Особенность конструкции измельчающих барабанов заключается в том, что они представляют собой битеры с режущими сегментами [3, 4] и противорежущей декой, которая позволяет фиксировать размеры срезаемого вороха соломы.

Также при уборке НЧУ в копнитель комбайна с выгрузкой копен на поле и последующей уборкой их с поля требуется определенный комплекс машин. Для снижения трудозатрат и металлоемкости на операцию по уборке НЧУ предлагаем также изменить технологическую схему работы комбайна с копнителем – заменить копнитель прессовальной камерой для приготовления рулонов (рис. 5), причем рулоны могут оставаться на поле или убираться в тележку. Предлагаемая технологическая операция уборки незерновой части урожая зерновых и колосовых культур выполняется по схеме, приведенной на рис. 5.

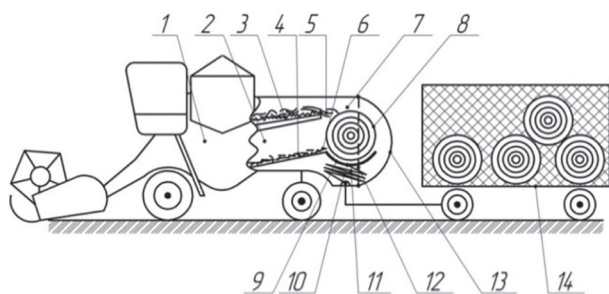


Рис. 5. Альтернативный способ уборки НЧУ:

- 1 – зерноуборочный комбайн; 2 – молотилка;
- 3 – соломотряс; 4 – верхнее решето; 5 – солома;
- 6 – солома; 7 – прессовальная камера; 8 – рулон;
- 9 – подвижное дно прессовальной камеры;
- 10 – кронштейн; 11 – телескопический механизм;
- 12 – выгрузное окно; 13 – задняя стенка корпуса;
- 14 – тележка

Комбайн, двигаясь по полю, скашивает хлебную массу, транспортирует для обмола с последующим разделением на фракции товарное зерно, солому и мелкие сбины, образуемые в процессе взаимодействия молотильного барабана и обмолачиваемой хлебной массы. После системы очистки листостебельная масса, которая не содержит зерно, транспортируется для последующей операции формирования рулона методом прессования. Для реализации предлагаемой дополнитель-

ной операции непосредственно за корпусом молотилки зерноуборочного комбайна монтируется специальная прессовальная камера. Принцип работы этой камеры заключается в следующем: с верхних клавиш соломотряса солома, очищенная от зерна, падает на дно камеры, а с жалюзийных решет под действием воздушного потока мелкие сбины также попадают в прессовальную камеру. В ходе уборки рабочие органы прессовальной камеры находятся в режиме движения, воздействуя на поступающую массу соломы и формируя рулон. Размеры рулона и плотность прессования регулируются в зависимости от урожайности листостебельной массы, типа убираемых культур (короткостебельных или длинностебельных) и класса зерноуборочного комбайна.

Таким образом, сформированный рулон по сигналу от датчиков, которые следят за заполнением прессовальной камеры и отвечают за процесс формирования рулона, автоматически выгружается через образованное окно в прессовальной камере при раскрытии створок в прикрепленную за комбайном тележку. После выгрузки рулона механизм работает в обратной последовательности, а операция формирования рулона осуществляется по описанной схеме. Схема процесса уборки хлебной листостебель-

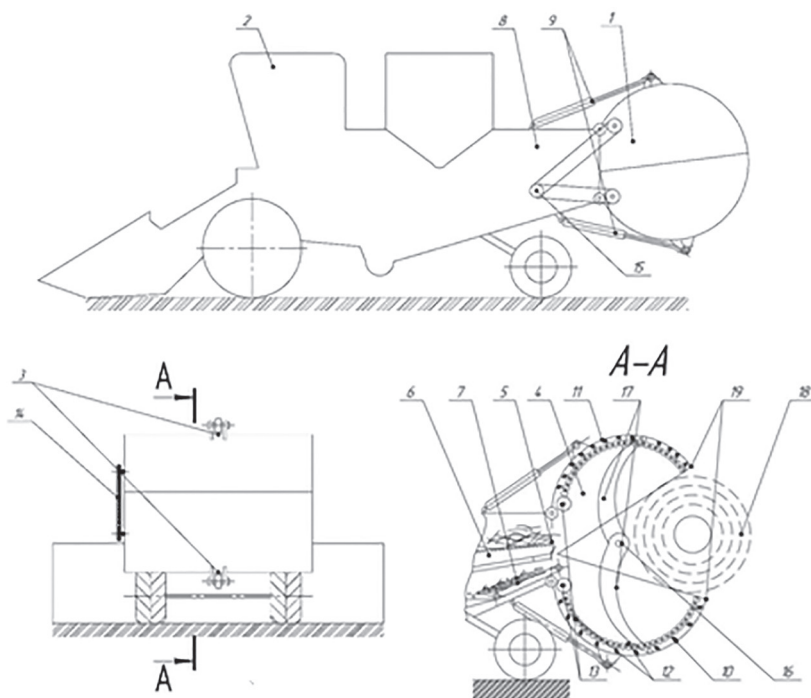


Рис. 6. Работа копнителя зерноуборочного комбайна:

- 1 – копнитель; 2 – комбайн; 3 – корпус; 4 – прессовальная камера; 5 – загрузочное окно;
- 6 – соломосепаратор; 7 – транспортер; 8 – корпус молотилки; 9 – гидроцилиндр; 10 – нижняя створка;
- 11 – верхняя створка; 12 – ролики; 13 – крайние ролики; 14 – привод; 15 – гидромотор;
- 16 – толкатель; 17 – пластина; 18 – рулон; 19 – проем

ной массы, не содержащей зерна, в рулоны без сборки последних в тележку показана на рис. 6. Для выполнения технологической операции по представленной схеме предлагается конструкция, работающая следующим образом. После обмолота в корпусе молотилки 8 солоmistый ворох разделяется на солому, поступающую на соломосепаратор и полову, собирающуюся на подающем транспортере.

Солома и полова проходят через загрузочное окно 5 и накапливаются в нижней дугообразной створке, заполняя пространство прессовальной камеры 4 до верхней дугообразной створки. Створки сомкнуты и крепятся к корпусу молотилки 8 шарнирно, раскрытие створок осуществляется с помощью гидроцилиндров. По мере заполнения прессовальной камеры и увеличения объема соломы и половы в работу включается механизм регулировки плотности рулона, оказывая давление обрезиненными подпружиненными роликами, которые вращаются под воздействием сил трения, передающихся, от крайних роликов, принудительно вращающихся приводом гидромотора. После того как рулон окончательно сформирован, происходит его выгрузка через проем, который образуется при размыкании нижней дугообразной створки верхней дугообразной створки в этот момент пластины толкателя приходят в движение.

Стороны пластин, соединенные шарнирно, начинают смещаться в сторону, противоположную движению комбайна, принудительно выталкивая рулон из прессовальной камеры в тележку (условно не показано) или на поле. Далее нижняя и верхняя дугообразные створки и копнителя закрываются, образуя прессовальную камеру, и процесс формирования рулона из соломы половы повторяется, как описано выше.

Выводы

Таким образом, изменение технологической схемы серийно выпускаемых зерноуборочных комбайнов способствует сокращению эксплуатационных затрат, связанных с приготовлением грубых кормов, а также сокращению агротехнических сроков уборки НЧУ, что отражается на себестоимости конечного продукта.

Предлагаемый способ по сравнению с существующими вариантами имеет ряд преимуществ: значительное снижение трудозатрат, энергоемкости и металлоемкости, сохранение качества убираемого материала, повышение КПД уборочного агрегата и производительности.

Литература

1. Требования к подстилочным материалам. URL: https://studbooks.net/1102059/agropromyshlennost/trebovaniya_podstilochnym_materiala (дата обращения 01.04.2019).
2. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. М.: Колос, 1983. 495 с.
3. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. М.: КолосС, 2004. 624 с.
4. Использование соломы и половы на корм. URL: <http://www.activestudy.info/ispolzovanie-solomy-i-polovy-na-korm> (дата обращения 01.04.2019).
5. Повышение качества и питательности соломы и половы. URL: <http://farmnambe1.ru/zh/zh.kachestvo.solom.i.polov.html> (дата обращения 01.04.2019).
6. Уборка соломы зерновых культур и ее использование на корм. URL: https://studref.com/450894/agropromyshlennost/uborka_solomy_zernovyh_kultur_ispolzovanie_korm (дата обращения 01.04.2019).
7. Tumanova M.I., Frolov V.Yu., Sysoev D.P., Sarbatova N.Yu. Experimental Aspects Of Crushing Of The Stalk Forage With A Disk Cone-Shaped Working Organ With Combined Segments // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. № 9 (3). P. 958–967.

References

1. Trebovaniya k podstilochnym materialam. URL: https://studbooks.net/1102059/agropromyshlennost/trebovaniya_podstilochnym_materiala (accessed 01.04.2019).
2. Karpenko A.N., Halanskij V.M. Sel'skohozyajstvennye mashiny [Agricultural machines]. Moscow: Kolos Publ., 1983. 495 p.
3. Halanskij V.M., Gorbachev I.V. Sel'skohozyajstvennye mashiny [Agricultural machines]. Moscow: KolosS Publ., 2004. 624 p.
4. Ispol'zovanie solomy i polovy na korm. URL: <http://www.activestudy.info/ispolzovanie-solomy-i-polovy-na-korm>. (accessed 01.04.2019).
5. Povyshenie kachestva i pitatel'nosti solomy i polovy. URL: <http://farmnambe1.ru/zh/zh.kachestvo.solom.i.polov.html> (accessed 01.04.2019).
6. Uborka solomy zernovyh kul'tur i ee ispol'zovanie na korm. URL: https://studref.com/450894/agropromyshlennost/uborka_solomy_zernovyh_kultur_ispolzovanie_korm. (accessed 01.04.2019).
7. Tumanova M.I., Frolov V.Yu., Sysoev D.P., Sarbatova N.Yu. Experimental Aspects Of Crushing Of The Stalk For-age With A Disk Cone-Shaped Working Organ With Combined Segments // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. № 9 (3). P. 958–967.