

Э. В. Дыба, А. М. Хартанович

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: dibua-18@mail.ru; Khartanovich7759@gmail.com

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАСОРЕНИЯ ФОРМИРУЕМЫХ ВАЛКОВ СУРЕПИЦЫ

Аннотация. В статье представлены результаты проведенных экспериментальных исследований процесса валкования сурепицы граблями гребенчатого типа в сравнении с традиционно используемыми устройствами, определения величины засорения формируемых валков.

Ключевые слова: гребенчатые грабли, валкование, засорение, потери, анализ, метод, качество, зола, проба, показатель, корм.

E. V. Dyba, A. M. Khartanovich

RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: dibua-18@mail.ru; Khartanovich7759@gmail.com

RESULTS OF STUDIES ON DETERMINATION OF CLOGGING OF FORMED SURITSA ROLLS

Abstract. The article presents the results of experimental studies of the process of rake raking with rakes in comparison with traditionally used devices, determination of the amount of clogging of the formed rolls.

Keywords: comb rake, rolling, clogging, losses, analysis, method, quality, ash, sample, indicator, feed.

Введение

На современном этапе развития сельского хозяйства в Республике Беларусь актуальной задачей является обеспечение населения качественными продуктами питания отечественного производства и их экспорта за рубеж. Одно из важных направлений в решении этой задачи – увеличение производства высокобелковых кормов для животноводства.

В настоящее время при заготовке кормов все большую актуальность приобретает сурепица и кормовые смеси на ее основе из-за высокой питательной ценности. О чем свидетельствует и богатый опыт заготовки этого корма в хозяйствах Республики Беларусь: ежегодно в хозяйствах страны сурепицей засеивается около 51 тыс. га, из которых порядка 50 тыс. га – на корм (ранний корм и белковый концентрат). В семенах сурепицы содержится 33–42 % масла, которое по своим свойствам приближается к маслу рапса. Применяют масло в основном для технических целей в различных отраслях промышленности (мыловаренной, лакокрасочной, металлургической), а также для производства биотоплива. Жмых содержит до 40 % полноценного белка и является хорошим концентрированным кормом для животных [1–4].

Как культура промежуточного посева, она используется для получения зеленой массы в ранневесенний и позднеосенний периоды, это ценный источник полноценного протеина, углеводов, макро- и микроэлементов, витаминов. Ранним летом, когда травы не дают достаточного количества протеина, выручает это масличное растение. Благодаря включению его в рацион повышаются надои.

При высоких урожаях зеленой массы сурепицы в мировой практике практикуется скашивание и укладка в прокос, а не в валок, для ускорения процесса сушки, поэтому все большее количество уборочных комплексов и косилок скашивают убираемую массу в широкие прокосы с последующим их ворошением. Этот прием позволяет ускорить процесс полевой сушки на 25–35 %.

В условиях республики скашивание в прокос и интенсивное ворошение прокоса позволяют получить корма из сурепицы кондиционной влажности в более короткие сроки. Соответственно качество такого корма высокое, в нем максимально сохраняются каротин, протеин, углеводы и другие питательные и витаминные комплексы, влияющие на его энергетическую ценность. Дальнейшее досушивание и сохранение энергетической ценности кормов во многом зависит от качества их сгребания в валки.

Сурепица имеет ряд морфологических и биологических отличий от бобовых и злаковых культур, в частности по жесткости стеблей и наличию боковых ветвей, следовательно, применение граблей при ее валковании невозможно без выполнения конструктивных и технологических настроек и регулировок, параметры которых возможно определить, только проведя теоретические и экспериментальные исследования.

Основная часть

В последние годы на полях Республики Беларусь получила распространение масличная культура из семейства крестоцветных – сурепица, которая характеризуется высокой продуктивностью, скороспелостью и эффективно используется в качестве зеленого концентрата. Сурепица введена в культуру из сорного растения, распространенного во всем северном полушарии. Издавна известна она в Афганистане, Пакистане, Западном Китае, Иране, Турции. В России сурепицу начали высевать в XIX в. Средняя урожайность семян сурепицы составляет 12–18 ц/га, на сортоучастках – до 30 ц/га [2–4]. Скармливают ее небольшими дозами, так как в ней содержатся вредные для организма животных глюкозиды. В зеленой массе сурепицы содержится до 25 % протеина в пересчете на сухое вещество, много витаминов и минеральных веществ и мало клетчатки. В сухом веществе этой культуры содержится: обменной энергии – 11 МДж, сырого протеина – 18–24 г, сахара – 10–14 г, КДК – 22–24 %, НДК – 55–67 %, протеина – до 29 %. Химический состав варьирует в зависимости от сорта, агрофона, времени уборки урожая, фазы вегетации, почвенно-климатических условий [2–4].

По своим ботаническим характеристикам и биологическим особенностям сурепица относится к семейству капустных (*Brassicaceae*) и имеет две формы – яровая (*Brassica campestris* L.) и озимая (*Brassica napa oleifera* D. C.). Растения сурепицы и рапса похожи по внешнему виду, но имеют ряд отличительных признаков (таблица) [5–6]. Это однолетнее травянистое растение с прямостоячим ветвистым стеблем высотой от 0,5 до 1,3 м. Стебель голый, покрыт слабым восковым налетом и лишь внизу опушен. Нижние листья черешковые лировидно-перистонадрезанные, опушенные с нижней стороны, верхние и средние – сидячие, цельно-крайние, голые, обратно-овальные. Цветки желтые, соцветие – кисть. Плод – стручок длиной 3–5 см, прикрепляется к оси соцветия под острым углом, гладкий или слабобугорчатый, с узким длинным носиком. Семена шаровидные, красновато-коричневые, с крупносетчатой поверхностью. Масса 1 000 семян – 2,0–3,5 г.

Морфологические характеристики сурепицы

Наименование показателя	Значение показателя
Семядольные листочки	Симметричные, расположены горизонтально в одной плоскости
Точка роста розетки	Сидячая, приподнята над почвой на 0,5–1,0 см; у озимой сурепицы перед наступлением зимы втягивается в почву
Листья розеточные	Черешковые, светло-зеленые, без воскового налета, опушены жесткими волосками; располагаются горизонтально на почве
Листья стеблевые	Зеленые, без воскового налета и опушения; своим основанием полностью охватывают стебель; верхние – сидячие, удлинненно-треугольной формы
Стебель	Менее прочный и ниже, чем у рапса; высота у яровой составляет 60–110 см, у озимой – 100–140 см; боковые ветви закладываются на высоте 25–40 см от поверхности почвы
Соцветия	В начале цветения – щитковидная кисть; цветки приподняты выше бутонов, более мелкие, чем у рапса
Стручки	Крепятся к стеблю под острым углом косо вверх; длина створок – 4,5–5,5 см; киль конический, длинный
Семена	Окраска красновато-коричневая, у отдельных сортов желтая; диаметр – 1,0–1,9 мм; масса 1 000 шт. – 2–3 г

Сурепица – облигатное перекрестноопыляющееся растение (в отличие от рапса), нетребовательна к условиям произрастания, морозоустойчива. Семена начинают прорастать при температуре 1–3 °С, более дружные всходы появляются при 9–10 °С. Лучшая температура для роста вегетативной массы – 15–20 °С, для цветения и созревания семян – 22–23 °С. Всходы могут переносить заморозки до –5...–8 °С. Для роста, развития и созревания сурепицы необходима сумма среднесуточных температур за вегетацию 1600–1900 °С.

Сурепица – влаголюбивое растение и во все периоды вегетации недостаток влаги переносит плохо. Засуха во время цветения и налива семян приводит к их шуплости и снижению урожая. К почвам сурепица не предъявляет высоких требований, может произрастать почти на всех почвенных разностях, в том числе на глинистых тяжелых почвах. Малопригодны бедные песчаные почвы, однако на них сурепица растет лучше, чем рапс.

Фазы развития сурепицы: всходы, листообразование, осенне-зимний покой у озимой сурепицы, возобновление вегетации весной, стеблевание, бутонизация, цветение, семяобразование, зеленая спелость, восковая спелость, техническая спелость, полная спелость. Сурепица более низкорослая и скороспелая культура, чем рапс, так как фазы проходят быстрее.

Озимая сурепица зимует в фазе развитой розетки из 6–8 листьев. Розетка имеет приземистый вид, точка роста не вытягивается вверх, а перед наступлением зимы за счет сокращения гипокотили и главного корня втягивается в почву. В связи с этим озимая сурепица обладает более высокой зимостойкостью, чем рапс. Цветение яровой сурепицы начинается через 30–45 дней после появления всходов и продолжается 20–30 дней. Растения озимой сурепицы зацветают на 5–7 дней и созревают на 10–15 дней раньше озимого рапса. Продолжительность вегетационного периода озимой сурепицы составляет 310–330 дней, а яровой – 75–90 дней.

Яровая сурепица – одна из самых скороспелых масличных культур. По урожайности она уступает яровому рапсу на 5–6 ц/га. Выращивание ее оправдано в северных районах республики и на легких почвах. Дает в основном техническое масло. В перспективе – возделывание 000-сорт с низким содержанием эруковой кислоты, глюкозинолатов и клетчатки, что позволит более широко использовать ее на пищевые и кормовые цели.

Важным звеном технологического процесса уборки травяных кормов, в том числе и сурепицы, является операция сгребания высушенной или провяленной массы в валки. Известно, что сохранение энергетической ценности травяных кормов в процессе уборки во многом зависит от качества их сгребания [7]. В зависимости от конструктивных особенностей можно выделить роторные, колесно-пальцевые и грабли-валкователи ленточного типа. Последние являются новинкой и в Республике Беларусь пока широкого применения не получили.

В настоящее время технологическая операция сгребания высушенной или провяленной массы сурепицы в валки выполняется в Республике Беларусь преимущественно роторными граблями (рисунок 1), которые сгребают травяные корма граблями, установленными на вращающихся роторах с шириной захвата от 4 до 7 м (ГВР-420, ГВР-630, ГР-700П – производство ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш»; ГВЦ-6,6, ГВБ-6,2 – производство ОАО «Лидаагропроммаш») [8–10].



Рисунок 1 – Роторные грабли-валкователи

Основные достоинства ротационных граблей-валкователей – это минимальная чувствительность рабочих органов к плотности растительности, ее засорению и препятствиям в виде камней. Однако ротационные грабли-валкователи имеют и существенный технологический недостаток, который заключается в принципе работы самой машины. Дело в том, что процесс сгребания травяной массы ротационными граблями-валкователями происходит путем волочения их по поверхности поля, что увеличивает вероятность увлечения за собой камней и других инородных тел в валок. Кроме того, высокая окружная скорость зубьев граблин (10–15 м/с) и постоянный их контакт с поверхностью почвы приводит к засорению формируемого валка землей и другими механическими включениями (особенно при работе валкователя на сложном рельефе), а также к высоким потерям листьев и соцветий, особенно при многоукосной системе заготовки травяных кормов. Все это приводит и к потере энергетической ценности травяных кормов. Так, исследованиями, проведенными в регионе интенсивного животноводства в Германии, доказано, что при увеличении содержания примесей в сухой массе травяных кормов с 2 до 4 % происходит снижение их энергетической ценности до 4 %, а энергии усваиваемой КРС – до 7,5 %.

В последние годы существенно возросла популярность колесно-пальцевых граблей (рисунок 2) вследствие их надежности и простоты в эксплуатации, высокой производительности, низкой стоимости, а также многофункциональности. Они могут выполнять несколько видов полевых работ: сгребание массы из прокоса в валок, оборачивание валков, ворошение массы в прокосе.

Отличительной особенностью колесно-пальцевых граблей-валкователей от ротационных является то, что сгребание травяных кормов осуществляется с помощью вертикально вращающихся пальцевых рабочих колес, расположенных под углом в 45–50° к линии движения машины. При этом привод пальцевых колес осуществляется не от ВОМ трактора, как у ротационных, а от сил сцепления с растительной массой, расположенной на земле, что положительно отражается не только на стоимости машины, но и на технологическом процессе сгребания травяной массы. Суть в том, что при работе колесно-пальцевых граблей-валкователей окружная скорость пальцев рабочих колес в несколько раз ниже, чем у зубьев ротационных граблей, благодаря чему режимы работы колесно-пальцевых граблей являются щадящими, а, следовательно, их можно применять для валкования бобовых трав и бобово-злаковых смесей с многоукосной системой их заготовки. Кроме того, благодаря наличию в каждом рабочем колесе пружинной подвески пальцы колес хорошо адаптируются к неровностям почвы (включая склоны и холмистые угодья), при этом, в сравнении с ротационными граблями, несколько снижая засорение формируемого валка камнями, землей, пылью и др. Однако полностью исключить засорение формируемого валка при использовании колесно-пальцевых граблей не представляется возможным: им присущ тот же недостаток, что и ротационным граблям, заключающийся в принципе их работы, – волочение.

Таким образом, указанные выше недостатки ротационных и колесно-пальцевых граблей-валкователей привели ряд зарубежных стран к изысканию нового принципа их работы, обеспечивающего получение максимально «чистого» корма. Фирмами RESPIRO (Австрия), ROC (Италия), PLOEGER MACHINES BV (Нидерланды), Kuhn (Франция), SIP (Словения) Oxbo International Corp (США) и другие были разработаны грабли-валкователи ленточного типа [11–20].

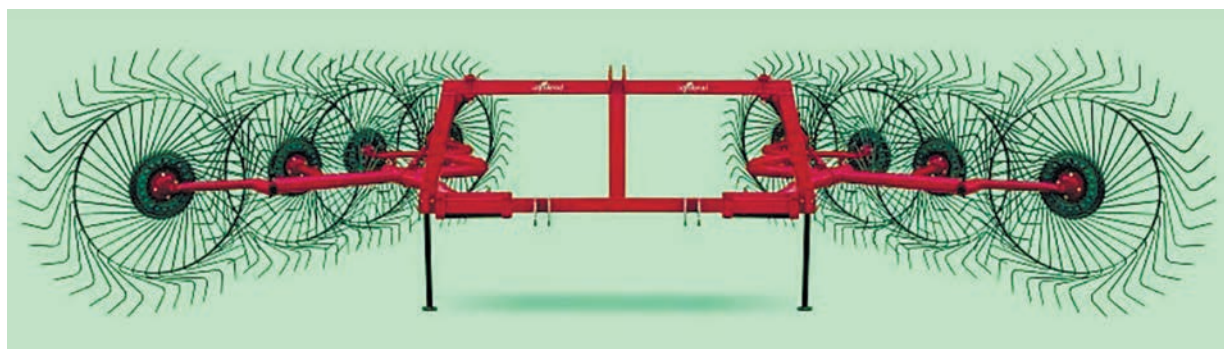


Рисунок 2 – Колесно-пальцевые грабли-валкователи

Принцип действия ленточных валкователей можно сравнить с принципом работы подборщика кормоуборочного комбайна или прицепных косилок с ленточным транспортером – скошенная масса не стягивается в валок по земле, а без дополнительного соприкосновения с почвой подхватывается и укладывается в него (рисунок 3). В этом проявляется первое преимущество рассматриваемых машин. Корма в меньшей степени подвергаются загрязнению в сравнении с другими технологиями валкования, прежде всего, при работе роторными валкообразователями и колесно-пальцевыми граблями. К тому же благодаря этому снижается износ машин во всей последующей уборочной цепочке, независимо от того, какие машины она включает – кормоуборочный комбайн, прицеп-подборщик или пресс-подборщик. Кроме того, в валок попадает меньше камней.

Щадящий режим уборки приобретает особое значение при работе на подборе низкоурожайной массы и сведении ее с нескольких прокосов в один валок. В этом контексте ленточные валкователи идеально подходят для работы с люцерной и сурепицей. Благодаря деликатному подбору скошенной массы богатая белками листва люцерны остается на стебле и попадает в валок, что существенно повышает ценность и качество кормов из этой культуры. Также такие машины не повреждают молодые побеги люцерны, которые могут уже начать отрастать в процессе, когда идет валкование. А это ускоряет срок отрастания нового урожая.

Вышеприведенные достоинства и недостатки ротационных, колесно-пальцевых граблей-валкователей, а также ленточных валкователей привели отечественную науку к изысканию нового



Рисунок 3 – Ленточный валкователь Respiro R9 profi в работе



Рисунок 4 – Опытный образец граблей-валкователей гребенчатых ГВГ-9,5

принципа их работы, обеспечивающего получение максимально «чистого» корма. В результате такого поиска лабораторией механизации заготовки кормов РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» были разработаны грабли-валкователи гребенчатого типа ГВГ-9,5 (рисунок 4) в рамках выполнения проекта задания 10 «Обосновать основные параметры, разработать и освоить производство прицепных гребенчатых граблей-валкователей» подпрограммы «Белсельхозмеханизация-2025» ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии», 2021–2025 гг., принцип работы которых основан на минимальном контакте зубьев с поверхностью почвы [21–23]. Исследованиями установлено, что именно благодаря минимальному контакту зубьев с поверхностью почвы земля и камни не поднимаются и не оседают на валке, что снижает риск повреждения рабочих органов кормоуборочного комбайна или пресс-подборщика, а также обеспечивает получение более высокого качества корма.

Согласно техническим условиям, грабли-валкователи гребенчатые ГВГ-9,5 предназначены для сгребания сена, провяленной зеленой массы (бобовых и злаковых культур) и соломы в валок. Планируемая работа предполагает расширение сферы применения граблей-валкователей гребенчатых ГВГ-9,5 за счет использования их не только на валковании сена, провяленной зеленой массы (бобовых и злаковых культур) и соломы, но также сурепицы и кормовых смесей на ее основе, валкование которых в настоящее время осуществляется в республике ротационными и колесно-пальцевыми граблями-валкователями, что приводит к потерям и засорению формируемого валка землей и другими механическими включениями (особенно при работе валкователя на сложном рельефе), а также высоким потерям листьев и соцветий, что в итоге ведет к снижению энергетической ценности кормов.

В результате теоретических исследований были получены аналитические выражения, позволяющие определить основные конструктивные и кинематические параметры рабочих органов граблей-валкователей гребенчатых ГВГ-9,5. Однако теоретические исследования не позволяют сделать вывод о том, что грабли-валкователи будут обеспечивать чистый подпор скошенной массы, так как при теоретическом исследовании невозможно учесть все факторы, влияющие на процесс. Кроме того, при теоретическом обосновании параметров граблей были приняты некоторые допущения.

Программой экспериментальных исследований предусматривалось проверить достоверность полученных математических выражений, исследовать влияние основных конструктивных и кинематических параметров граблей-валкователей на качество валкования скошенной массы сурепицы, определить засорение примесями сгребаемой массы. Экспериментальные исследования проводились в рамках договора от 21.04.2025 г. № 28 о научно-техническом сотрудничестве в производственных условиях с ОАО «Сейловичи». Определяли величину засорения примесью формируемого валка граблями ГВГ-9,5 в сравнении с традиционно используемыми граблями-валкователями (колесно-пальцевыми и роторными).

Отсутствие ТНПА на сурепицу объясняется тем, что технические условия на эту культуру в Республике Беларусь, как правило, разрабатываются для конкретных сортов и целей использования (например, в качестве сидерата или для производства масла, корма) и не являются общими для всех видов. Для характеристики качества валкования по содержанию в скошенной сурепице почвы необходимо было провести испытания по определению содержания в образцах сурепицы сырой золы нерастворимой в соляной кислоте.

Величину засорения формируемых валков сурепицы определяли в лабораторных условиях методом определения содержания в образцах сырой золы, нерастворимой в соляной кислоте. Для этого в полевых условиях осуществляли отбор проб массой 5 кг каждая на поддоны из трех мест валка по всему сечению. Величину засорения формируемых валков сурепицы механическими примесями и почвой определяли методом сравнительного анализа по каждой операции.

Первую пробу сурепицы срезали на корню, вторую пробу отбирали после прохода косилки КМР-9 из прокосов. Третью пробу отбирали из валка сурепицы, сформированного после прохода граблей-валкователей гребенчатых ГВГ-9,5. Четвертую пробу брали из валка сурепицы, сформированного после прохода граблей роторных ГВБ-6,2. Пятую пробу отбирали из валка сурепицы, сформированного после прохода колесно-пальцевых граблей ГРЛ-9,6-01.

На граблях-валкователях гребенчатых ГВГ-9,5 были осуществлены регулировки по установлению оптимальных конструктивных и кинематических параметров, обеспечивающих стабильную и качественную работу: поступательная скорость движения агрегата – 2,4 м/с, угловая скорость вращения ротора – 1,16 с⁻¹ и угол атаки роторов – 103°.

В результате лабораторных исследований было установлено, что при сравнении гребенчатых граблей с роторными и колесно-пальцевыми наименьшее содержание массовой доли сырой золы (10,51 %) и массовой доли золы нерастворимой в соляной кислоте (0,86 %) оказалось в пробе, отобранной после прохода граблей ГВГ-9,5 (роторные грабли: содержание массовой доли сырой золы – 13,81 % и массовой доли золы нерастворимой в соляной кислоте – 4,61 %; колесно-пальцевые грабли: содержание массовой доли сырой золы – 12,08 % и массовой доли золы нерастворимой в соляной кислоте – 2,79 %).

Полученные результаты показывают, что содержание примеси почвы наибольшее в пробах 4 (после прохода граблей роторных ГВБ-6,2) и 5 (после прохода колесно-пальцевых граблей ГРЛ-9,6-01).

Для образцов 3 и 4 был проведен ситовой анализ, результаты которого показали, что в образце 3 (после прохода граблей-валкователей гребенчатых ГВГ-9,5) содержится менее 0,2 % земли, а в образце 4 – 3,73 %.

Заключение

Таким образом, в результате проведения лабораторных исследований было установлено, что при сравнении гребенчатых граблей с роторными и колесно-пальцевыми наименьшее содержание массовой доли сырой золы (10,51 %) и массовой доли золы нерастворимой в соляной кислоте (0,86 %) оказалось в пробе, отобранной после прохода граблей ГВГ-9,5 (роторные грабли: содержание массовой доли сырой золы – 13,81 % и массовой доли золы нерастворимой в соляной кислоте – 4,61 %; колесно-пальцевые грабли: содержание массовой доли сырой золы – 12,08 % и массовой доли золы нерастворимой в соляной кислоте – 2,79 %).

Согласно техническим условиям, грабли-валкователи гребенчатые ГВГ-9,5 предназначены для сгребания сена, провяленной зеленой массы (бобовых и злаковых культур) и соломы в валок. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования подтвердили возможность эксплуатации граблей гребенчатого типа при валковании сурепицы (масленичных культур) и кормовых смесей на ее основе в соответствии с агротехническими требованиями, предъявляемыми к данному виду работ, тем самым подтвердили гипотезу о расширении функциональных возможностей гребенчатых граблей.

По результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработаны рекомендации по валкованию сурепицы и кормовых смесей на ее основе граблями-валкователями гребенчатого типа ГВГ-9,5.

Список использованных источников

1. Программный комплекс мер по развитию кормопроизводства на 2021–2025 годы, утв. заместителем Премьер-министра Республики Беларусь от 16 марта 2021 г. № 06/217-261/220.
2. Технология возделывания яровой сурепицы в Нечерноземной зоне (практическое руководство). – М. : РГАУ–МСХА, 2012. – 31 с.
3. Основы ботаники, агрономии и кормопроизводства. Практикум : учеб. пособие / Н. П. Лукашевич, Н. Н. Зенькова, В. И. Поплевко [и др.]. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2010. – 432 с.
4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш, П. А. Саскевич, В. В. Лапа [и др.] ; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки : БГСХА, 2016. – 383 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых и технических растений : сб. отраслевых регламентов / НАН Беларуси, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» ; под ред. В. Г. Гусакова и Ф. И. Привалова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2023. – 506 с.
6. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – 3-е изд., перераб. и доп. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2017. – 688 с.
7. Особенности технологий и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур : сайт РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн., 2017–2026. – URL: <https://belagromech.by/>

news/ osobennosti-tehnologij-i-tehnicheskoe-opes-pechenie-zagotovki-kormov-iz-trav-isilosnyhkultur (дата обращения: 11.03.2025).

8. Грабли колесно-пальцевые ГРЛ-9,6 : оф. сайт ОАО «Минойтовский ремонтный завод». – Гродненская обл., 2026. – URL: <http://mrz.by/catalog/products-catalog.html> (дата обращения: 24.03.2025).

9. Грабли-валкователи колесно-пальцевые ГК-63 : оф. сайт ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйск-АгроМаш». – Бобруйск, 2026. – URL: https://bobruiskagromach.com/catalog/harvesting_equipment/rake_tractor (дата обращения: 24.03.2025).

10. Грабли-ворошилки валкообразователи прицепные ГВВП-6,0 : оф. сайт ОАО «Гомельоблагросервис». – Гомель, 2026. – URL: <http://mrz.by/catalog/products-catalog.html> (дата обращения: 24.03.2025).

11. To create performing machines you need traditional experience: сайт компании Tonutti Wolagri Highlight S.R.L. – 2017–2025. – URL: http://www.tonutti_wolagri.com (дата обращения: 26.03.2025).

12. Машины Эноросси для сенокоса: оф. сайт компании Enoagricola Rossi S.R.L. – Италия, 2023–2026. – URL: http://www.enoagricola_rossi.com (дата обращения: 26.03.2025).

13. Оборудование для сенокоса : сайт компании Repossi Macchine Agricole S.R.L. – Италия, 2026. – URL: <http://www.gerossi.com> (дата обращения: 26.03.2025).

14. Техника POTTINGER : сайт компании POTTINGER. – 2026. – URL: <https://t-snab.com/partners/partner-pottinger/?ysclid=mkgo7atb2a414714292> (дата обращения: 26.03.2025).

15. Agricultural Machinery: сайт компании KUHN. – Италия, 2026. – URL: <http://www.kuhn.com> (дата обращения: 26.03.2025).

16. Oxbo Forage : сайт компании Oxbo International Corp. – 2026. – URL: http://www.oxbo_international_corp.com (дата обращения: 26.03.2025).

17. Роторные грабли: сайт компании KRON. – 2026. – URL: <https://www.krone-Agricultural.com/en/products/rotary-rakes> (дата обращения: 26.03.2025).

18. Машины для зеленых кормов: сайт компании SaMASZ. – 2026. – URL: <https://www.samasz.pl/ru/?ysclid=mkgs25a9bx995019190> (дата обращения: 26.03.2025).

19. RAKES 230/258 // Проспект фирмы New Holland North America (США), 2019. – 8 с.

20. Грабли-валкователи гребенчатые ГВГ-9,5. Технические условия ТУ ВУ 100230575.522-2023 / разработчик РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» // государственная регистрация № 069799 от 07.12.2023 г. – Мн. : РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2023. – 26 с.

21. Грабли-валкователи гребенчатые ГВГ-9,5. Руководство по эксплуатации ГВГ 00.00.000 РЭ / разраб.: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн. : РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2023. – 66 с.

22. Грабли-валкователи гребенчатые ГВГ-9,5. Паспорт ГВГ 00.00.000 ПС / разработчик РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн. : РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2023. – 8 с.

23. Обосновать параметры, разработать и освоить производство прицепных гребенчатых граблей-валкователей : отчет о НИОКР (заключ.) / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» ; рук. Э. В. Дыба. – Мн., 2023. – 295 с. – № ГР 20213721.