

В. И. Передня

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: belagromech@tut.by*

**РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМАХ
(к 70-летию со дня образования
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)**

В статье показано, как совершенствовались планы научных исследований в области механизации молочно-товарных ферм по мере развития сельского хозяйства.

В первые послевоенные годы деятельности института стояла задача исследования и обоснования параметров отдельных машин для механизации наиболее трудоемких процессов на фермах крупного рогатого скота. Экспериментальные установки разрабатывались, испытывались в хозяйственных условиях и затем в местах испытания оставались для эксплуатации.

С 1975 года – начала активного строительства новых ферм, встала задача разработки комплексов машин для механизации технологических процессов.

Поскольку в стране сложилось многокомпонентное кормление и сохранялась низкая продуктивность, то в первую очередь начали разрабатывать комплексы машин для кормоприготовления на основе смесителей периодического действия.

Исследования и испытания машин показали, что такое оборудование малопродуктивно, энерго- и металлоемко. Поэтому было разработано новое научное направление по разработке поточных линий с оптимизацией и совмещением технологических операций в кормоприготовлении.

На основе этих исследований были разработаны механизированные технологии и комплекты машин в области кормоприготовления, доения и раздачи кормов.

В настоящее время для эффективного использования многокомпонентного рациона и сокращения расхода кормов их готовят в виде сбалансированной по питательности кормосмеси с высокой степенью усвояемости.

Ключевые слова: исследования, параметры машин, технологии, комплексы машин, кормоприготовление, поточные линии, сбалансированные кормосмеси.

V. I. Perednya

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: belagromech@tut.by*

**DEVELOPMENT OF RESEARCH ON MECHANIZATION
AND AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES ON DAIRY-TRADE FARMS
(to the 70th anniversary of the founding of RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»)**

The article shows how the plans for scientific research in the field of mechanization of dairy farms were improved as agriculture developed.

In the first post-war years of the institute's activity, the task was to investigate and substantiate the parameters of individual machines for mechanizing the most labor-intensive processes on cattle farms. The experimental installations were developed, tested in economic conditions and then remained in the test sites for operation.

Since 1975 – the beginning of the active construction of new farms, the task was to develop machines for mechanization of technological processes.

Since the country has multicomponent feeding and low productivity, first of all began to develop complexes of machines for feed preparation based on batch mixers.

Research and testing of machines have shown that such equipment is inefficient, energy-intensive and metal-intensive. Therefore, a new scientific direction was developed to develop production lines with the optimization and combining of technological operations in feed preparation.

Based on these studies, mechanized technologies and sets of machines were developed in the field of feed preparation, milking and distribution of feed.

Currently, for the effective use of a multicomponent diet and reduce the consumption of feed, they are prepared in the form of a nutritionally balanced feed mixture with a high degree of digestibility.

Keywords: research, machine parameters, technologies, machine complexes, feed preparation, production lines, balanced feed mixtures.

Введение

Планы научных исследований в области механизации молочно-товарных ферм по мере развития сельского хозяйства постоянно совершенствовались.

Так, в первые годы деятельности института стояла задача исследования и обоснования параметров отдельных машин для механизации наиболее трудоемких процессов на фермах крупного рогатого скота. Экспериментальные установки разрабатывались, испытывались в хозяйственных условиях и затем в местах испытания оставались для эксплуатации.

С 1975 года – начала активного строительства новых ферм, потребовалась разработка комплексов машин для механизации технологических процессов.

Основная часть

В 70-х годах прошлого века особое внимание было уделено кормоприготовлению, поскольку в стране сложилось многокомпонентное кормление и сохранялась низкая продуктивность животных. Начали проектировать и создавать комплекты оборудования на базе смесителей периодического действия. Однако комплекты оборудования периодического действия не нашли широкого применения в связи с малой производительностью, большой металлоемкостью и низкой равномерностью смешивания. Так как в рационы животных вводили длинноволокнистые (силос, солома и т. д.) и мелкоизмельченные корма (комбикорм, концентраты), требовался иной подход к приготовлению кормосмесей. В процессе изучения этой проблемы было разработано новое научное направление по измельчению стебельчатых кормов с использованием встречного резания и одновременного смешивания их с мелкоизмельченными кормами в потоке [1, 2, 3].

На основании теории измельчения стебельчатых кормов лезвием с встречным резанием был разработан измельчитель-смеситель кормов вертикального типа ИСК-3 [4]. Машина для измельчения кормов методом резания с встречным резанием и одновременным смешиванием многокомпонентного рациона в бывшем Союзе была разработана и поставлена на серийное производство впервые. Всего выпущено более 130 тысяч измельчителей-смесителей кормов ИСК-3 (рисунок 1).

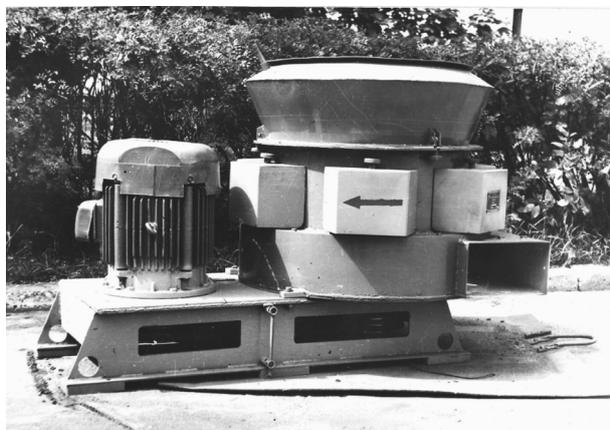


Рисунок 1. – Измельчитель-смеситель кормов ИСК-3

С применением измельчителя-смесителя кормов ИСК-3, работающего в непрерывном режиме, а также в рамках научного направления на основе теории поточности, совмещения операций, оптимизации количества машин в технологических процессах были разработаны поточная технология приготовления кормосмесей и комплект оборудования

КОРК-15 (рисунок 2) [5, 6]. КОРК-15 стал первым в Советском Союзе разработанным и поставленным на производство комплектом оборудования для приготовления рассыпных кормосмесей [7].

Во всей стране функционировало более 100 тысяч комплектов этого оборудования, а для него совместно с ГипроНисельхозом (г. Москва) были разработаны типовые проекты кормоцехов 201-460, 801-6-4-83, 801-6-5-83 [6, 8].

Теория резания лезвием с встречным резанием легла в основу создания поточной линии измельчения стебельчатых кормов ЛИС-3, линии влаготепловой обработки соломы ЛОС-1 и ЛОС-3 (рисунок 3), также поставленных на серийное производство [9, 10].

Так как КОРК-15 применялся не только в Беларуси, но и в регионах с суровым климатом, для надежной работы линии подготовки корнеплодов к скармливанию была разработана специальная линия сухой очистки корнеплодов с сухим способом отделения посторонних примесей ЛОК-10 (рисунок 4) [11].

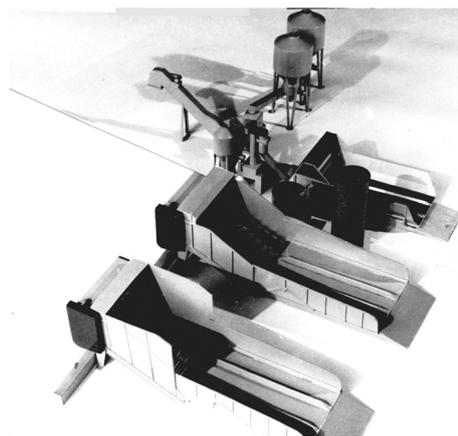
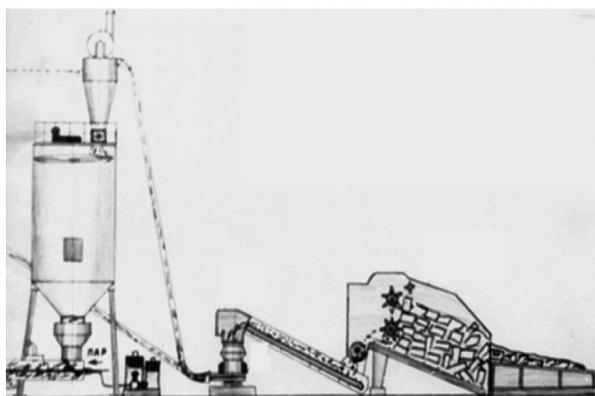
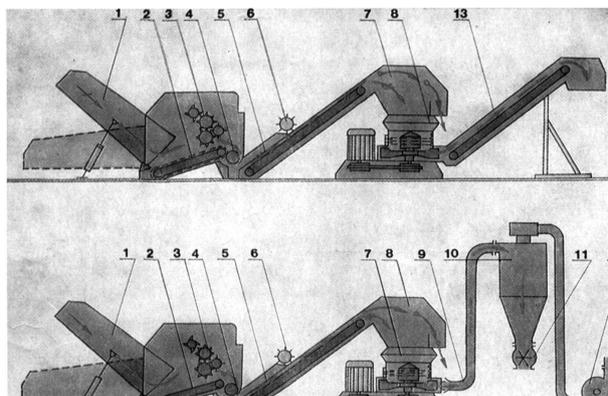


Рисунок 2. – Комплект оборудования КОРК-15



а



б

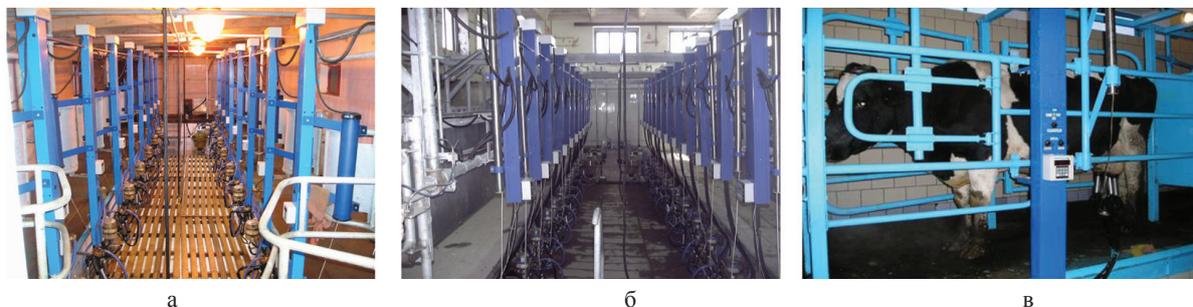
Рисунок 3. – Линия влаготепловой обработки соломы ЛОС-3 (а) и линия измельчения стебельчатых кормов ЛИС-3 (б)



Рисунок 4. – Линия сухой очистки корнеплодов с сухим способом отделения посторонних примесей ЛОК-10

Наряду с кормоприготовлением, не менее остро в 90-х годах прошлого столетия стояла проблема доения коров и первичной обработки молока. Поскольку к этому времени было создано Союзное государство, новые требования рыночной экономики обусловили разработку и утверждение российско-белорусской программы «Развитие производства оборудования для обеспечения качественной молочной продукции».

В соответствии с программой модернизирована доильная установка для доения коров в молокопровод, которую выпустило ОАО «Гомельагрокомплект». Разработаны автоматизированные доильные установки трех типов: «Тандем», «Елочка» и «Параллель» (рисунок 5) [12, 13, 14].



а) «Елочка»; б) «Параллель»; в) «Тандем»

Рисунок 5. – Автоматизированные доильные установки

Впервые в Беларуси разработана, изготовлена и поставлена на производство автоматизированная станция кормления СКА-25 (рисунок 6). Для ее успешного функционирования создан алгоритм кормления коров в зависимости от удоев с индивидуальной выдачей комбикормов и взвешиванием животных.

Автоматизированная станция кормления СКА-25 позволяла производить также раздой коров и включала автоматическую идентификацию животных и компьютерное управление процессом дозирования и выдачи комбикорма.

В начале 2000-х годов потребовалось техническое переоснащение животноводства и особенно молочно-товарных ферм. Модернизация ферм не мыслилась без разработки нового оборудования. Учеными научно-практического центра был разработан и поставлен на производство ряд машин, в числе которых свое достойное место заняли мобильные смесители-раздатчики РСК-12, ПРСК-12, СРК-12, ИСРВ-12 и самоходный ССР-12.



Рисунок 6. – Автоматизированная станция кормления СКА-25

Беларусь традиционно специализируется на производстве молока и молочных продуктов. Уже несколько лет белорусское животноводство является экспортно ориентированной отраслью.

Страна продает за границу порядка 56 % производимого молока и молокопродуктов. В условиях рыночной экономики основная цель производственной деятельности любого хозяйства – получение прибыли за счет производства конкурентоспособного молока, последнее должно иметь меньшую стоимость и высокое качество, что возможно только при высоких удоях.

Для получения высоких удоев необходимо кормить животных сбалансированными по питательности кормами. Это лучше всего осуществлять с помощью полнорационных комбикормов. В стране 60 % комбикормов выпускается на крупных специализированных комбикормовых заводах, а остальные 40 % – в хозяйственных цехах.

Производство комбикормов непосредственно в хозяйствах дает возможность сократить транспортные расходы на перевозку исходного сырья и готового продукта, из-за чего, по данным Института аграрной экономики НАН Беларуси, ежегодная экономия только на перевозках составляет 25–30 тыс. тонн топлива.

В целях уменьшения стоимости получаемых в хозяйствах комбикормов, а главное, обеспечения разрозненных небольших ферм сбалансированными по питательности комбикормами разработан мобильный комбикормовый завод производительностью 4 т/ч (рисунок 7) [15].



Рисунок 7. – Мобильный комбикормовый завод производительностью 4 т/ч

Как показали исследования, в хозяйствах экономически выгоднее применять такие мобильные комбикормовые установки. Они имеют ряд преимуществ:

- производство дешевого комбикорма за счет более низкой стоимости оборудования и устранения транспортных расходов по перевозке зерна и комбикорма;
- в комбикорм можно добавлять все компоненты, которые есть на данный момент в хозяйстве;
- качественное приготовление комбикорма за счет двухстадийного смешивания и послойной подачи в смеситель;
- комбикорм можно готовить в любом удобном месте, поскольку не требуется подвод электроэнергии;
- возможность использовать как в передвижном, так и в стационарном варианте;
- при отключении энергии можно использовать как временный источник электроэнергии.

Существенным недостатком при производстве в условиях хозяйств является низкая обеспеченность комбикормов белковым сырьем. Потребность в белковом сырье до последнего времени удовлетворялась только на 60–65 %, что влекло за собой перерасход зерна и повышение нормы расхода кормов на единицу продукции.

Основными источниками кормового белка остаются корма растительного происхождения. Хорошим источником протеина могут быть семена рапса и продукты их переработки.

В связи с этим в НПЦ по механизации был разработан комплект оборудования для производства белково-витаминных добавок на основе жмыха рапса (рисунок 8).

Производство белково-витаминных добавок (БВМД) на основе жмыха рапса – реальная возможность наиболее экономичного решения проблемы кормового белка.

Разработанные технология и комплект оборудования для производства БВМД на основе рапсового жмыха позволяют сократить расходы кормов на 10–16 %, снизить себестоимость продукции животноводства на 12–15 % и значительно сократить закупки импортных БВМД.

Комплект оборудования позволяет принимать зернобобовые культуры и рапс прямо из самосвального транспорта и дальше в автоматическом режиме осуществлять дозирование, измельчение, тепловую обработку методом экструзии, смешивание с комплексными минеральными добавками и премиксом, взвешивание и затаривание в мешки 20, 30, 50 кг.

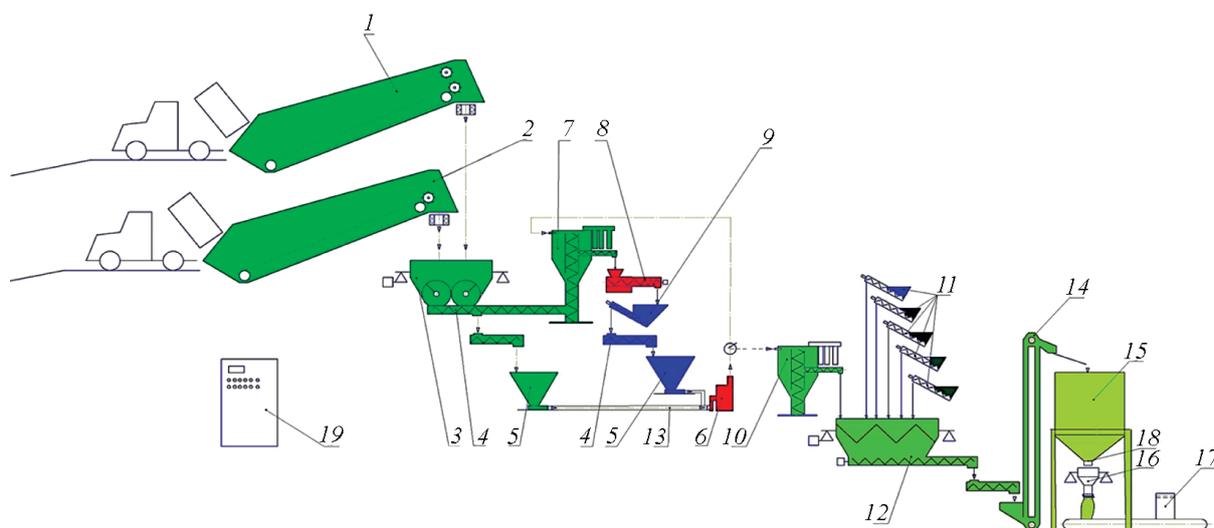


Рисунок 8. – Комплект оборудования для производства белково-витаминных добавок на основе жмыха рапса

Согласно зоотехническим исследованиям, молочная продуктивность коров закладывается на этапе их выращивания и зависит более чем на 60 % от условий содержания и кормления. В связи с этим встает проблема эффективного кормления телят молочного периода.

Основным кормом телят молочного периода в хозяйствах Беларуси является цельное молоко. В настоящее время, при дефиците молока, на выпойку одного теленка расходуют до 400 литров цельного молока, что в итоге составляет около 12–16 % его валового производства. В развитых странах скармливают не более 6–8 % молока, компенсируя остальное количество заменителем.

В зернах злаковых, бобовых и масленичных культур содержится большое количество белков, жиров, углеводов, но перевариваемость их без углубленной переработки невысока.

Зерна злаковых культур наряду с белками содержат много крахмала, который у животных усваивается медленно. Как показывают исследования, усвояемость питательного потенциала крахмала в природной форме не превышает 20–25 %, в зависимости от вида культур.

Воздействие тепла и влаги на зернобобовую смесь вызывает в ней биохимические процессы, в результате которых происходят ферментативное расщепление, декстринизация, желатинизация крахмала и другие процессы. В процессе обработки крахмал зернобобовых гидролизуется до мальтозы, дающей после присоединения воды две молекулы глюкозы. Кроме того, в качестве промежуточного продукта образуются полисахариды с разной молекулярной массой – декстрины. В зависимости от степени гидролиза их молекулярная масса понижается и они все больше приближаются к сахарам.

Исходя из приведенных выше исследований, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» разработана технология приготовления жидких легкоусвояемых кормов на базе местных зерновых культур, таких как узколиственный люпин, рапс, горох, овес, льносемя, в сочетании с другими обогатительными добавками и витаминно-минеральным комплексом для скармливания телятам после 30-дневного возраста [16, 17].

В основу технологии приготовления жидких легкоусвояемых кормов положена идея влаготепловой обработки зернофуража на специальной гидродинамической установке, которая позволяет прямо из зерновых компонентов получить однородную гомогенную мелкодисперсную массу. Этому способствует процесс кавитации, а после смешивания с водой продуктов, полученных при обработке белково-жирового сырья растительного происхождения на гидродинамической установке, получают высокопитательные влажные кормосмеси или заменители цельного молока, необходимые при выращивании телят. Содержание питательных веществ в получаемых кормосмесях приведено в таблице 1.

Таблица 1. – Содержание питательных веществ, г/кг

Показатели	Масса		
	Зерносмесь до обработки	Паста	%
Органическое вещество	969	968,6	99,9
Азот	43,6	42,2	96,7
Протеин	272	266	97,7
Сахар	49,2	75,1	152,6
Клетчатка	121,7	58,8	48,3
Жир	131,6	131,7	100
БЭВ	319,9	363,4	113,6
ЗОЛ	31,0	31,4	101,3

Влаготепловая обработка зернофуража позволяет получать мелкодисперсную однородную массу, которая вполне может быть использована вместо заменителя цельного молока при кормлении телят после 30-дневного возраста.

В результате влаготепловой обработки зернофуража количество питательных веществ в полученном продукте не уменьшается, количество сахара и свободных аминокислот даже несколько увеличивается, а клетчатки – уменьшается.

Как видно из таблицы 1, для сохранения количества витаминов целесообразно температурный режим приготовления зернофуража ограничить 75 °С.

В настоящее время продолжают исследования по автоматизации параметров гидродинамического способа обработки зернофуража в легкоусвояемый корм.

Заключение

В первые годы после образования лаборатории механизации молочно-товарных ферм проводились исследования по обоснованию параметров отдельных машин для механизации трудоемких процессов.

Начиная с 80-х годов, когда активизировалось строительство новых ферм, потребовались комплекты машин. Были разработаны научное направление по созданию поточных линий с совмещением отдельных операций и оптимизацией комплектов машин, а также новая теория резания стебельчатых кормов с встречным резанием и одновременным смешиванием их с другими кормами. На основании разработанной теории был поставлен на производство ряд комплектов машин.

В 2000 году встал вопрос о разработке доильного оборудования, поскольку последнее не выпускалось в Беларуси. Были проведены исследования и создана совместная российско-белорусская программа «Молоко», что позволило разработать и поставить на производство современное автоматизированное доильное и холодильное оборудование.

В настоящее время Беларусь выходит на мировой рынок по производству молока и молочных продуктов. Для получения конкурентоспособной продукции необходимо иметь высокие удои с низкими затратами, что возможно главным образом при эффективном использовании кормов. Поэтому новым актуальным направлением в научных исследованиях является задача о переработке кормов в легкоусвояемые полнорационные кормосмеси.

Литература

1. Передня, В. И. Кормоцех по приготовлению полнорационных кормосмесей с поточной линией термохимической обработки соломы / В. И. Передня, В. А. Жебко. – Минск: Ураджай, 1979. – 7 с.
2. Передня, В. И. Механизация приготовления полноценных кормосмесей в поточных линиях для эффективного использования кормов на скотоводческих фермах: дис. ... д-ра техн. наук / В. И. Передня. – Минск, 1984. – 320 с.
3. Передня, В. Методические рекомендации по оптимизации комплектов машин и оборудования для реконструируемых животноводческих ферм с использованием математических методов и ЭВМ / В. Передня, Д. Пешко, В. Рабштына. – Запорожье, 1998. – 60 с.
4. Измельчитель-смеситель кормов: а. с. 677722 А1 СССР, МПК А01F 29/00 (2000.01) / С. И. Назаров, В. И. Передня, В. А. Жебко; заявитель ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. – № 2565509; заявл. 05.01.1978; опубл. 05.08.1979 // БИ. – 1979. – № 29. – 6 с.

5. Передня, В. И. Комплект оборудования для приготовления кормосмесей / В. И. Передня, Л. Я. Степук, В. А. Жабко // Сб. Проблемы создания оборудования кормоцехов. – Вильнюс, 1980.
6. Передня, В. И. Инженерные основы построения технологических линий приготовления кормовых смесей / В. И. Передня // Сб. тезисов докладов на Всесоюзной НТК «Проблемы комплексной механизации и автоматизации кормопроизводства, приготовления и раздачи кормов животным». – М.: ВАСХНИЛ, 1981.
7. Технологическая линия для приготовления рассыпных кормосмесей: а. с. 1138106 А1 СССР, МПК А23N 17/00 (2000.01) / В. И. Передня, В. В. Шумакарис, З. М. Кучинская, В. А. Жабко, Л. Я. Степук, А. В. Матеюнас, Р. П. Гашка, В. А. Мартынов, В. С. Сыманович, Э. Е. Левин, В. И. Мандрик; заявитель ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. – № 3427645; заявл. 19.04.1982; опубл. 07.02.1985 // БИ. – 1984. – № 5. – 8 с.
8. Передня, В. И. Комплект оборудования для поточной линии приготовления кормосмесей / В. И. Передня, В. А. Жабко, Р. П. Гашка. – М., 1981. – 81 с.
9. Установка для измельчения грубых кормов: а.с. 908275 А1 СССР, МПК А01F 29/00 (2000.01), А01F 29/10 (2000.01) / М. М. Севернев, В. И. Передня, В. А. Жабко, В. В. Шумакарис, И. Н. Трайнис, Р. П. Гашка, Ю. К. Гаспарюнас, В. А. Мартынов; заявители: ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР; Головной экспериментально-конструкторский институт по машинам для переработки травы и соломы; Литовское производственное объединение «Нерис». – № 2938997; заявл. 09.06.1980; опубл. 28.02.1982 // БИ. – 1982. – № 8. – 7 с.
10. Установка для термохимической обработки соломы: а. с. 912135 А1 СССР, МПК А23N 17/00 (2000.01) / В. И. Передня, Л. Я. Степук, Р. П. Гашка, В. А. Мартынов, Ю. К. Гаспарюнас, В. А. Жабко, К. К. Сивакова, В. С. Сыманович; заявители: ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР; Головной экспериментально-конструкторский институт по машинам для переработки травы и соломы. – № 2993465; заявл. 08.10.1980; опубл. 15.03.1982 // БИ. – 1982. – № 10. – 7 с.
11. Способ подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию и устройство для его осуществления: а. с. 1613100 А1 СССР, МПК А23К 1/00 (2000.01) / В. И. Передня, В. В. Пусвашкис, В. Н. Полобок, М. Д. Зеленченко, И. А. Осинкин, К. К. Сивакова, В. А. Мартынов, В. Н. Трухоновец, В. И. Рига, А. В. Уткин, А. Т. Забашта; заявитель ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. – № 4600301; заявл. 11.08.1988; опубл. 15.12.1990 // БИ. – 1990. – № 46. – 7 с.
12. Передня, В. И. Пути модернизации доильного оборудования для доения коров в Беларуси / В. И. Передня, В. Романюк // Сб. тр. V Междунар. науч. конф. – Варшава, 1999.
13. Передня, В. И. Переоснащение молочно-товарных ферм и комплексов Республики Беларусь новым доильным и холодильным оборудованием / В. И. Передня, В. О. Китиков, Э. П. Сорокин // Труды 10 международного симпозиума по машинному доению животных и переработке молока. – Переславль-Залесский, 2000.
14. Передня, В. И. Современное энергосберегающее оборудование для эффективного доения коров в залах / В. И. Передня, В. О. Китиков, Э. П. Сорокин // Энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. 2-й Междунар. НТК к 70-летию ВИЭСХ. – М.: ВИЭСХ, 2000.
15. Мобильный агрегат для приготовления комбикорма: а.с. 20107 ВУ, МПК А23N17/00 (2006.01) / В. И. Передня, В. И. Хруцкий, А. М. Тарасевич, А. А. Кувшинов; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № а20121200; заявл. 14.08.2012; опубл. 30.04.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 62–63.
16. Способ приготовления жидкого зернового корма: а. с. 2313229 С1, РФ, МПК А23К 1/00 (2006.01), А23К 1/14 (2006.01) / Ю. А. Цой, И. Э. Мильман, А. И. Зеленцов, В. И. Передня, А. Д. Селезнев, В. И. Хруцкий, А. В. Китун; заявитель ГНУ ВИЭСХ. – № 2006118933/13; заявл. 31.05.2006; опубл. 27.12.2007 // Изобретения. Полезные модели / Официальный бюллетень ФГУ ФИПС. – 2007. – № 36. – 5 с.
17. Новая технология производства ЗЦМ / И. И. Горячев [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 8. – С. 45–47.