

УДК 631.3:636

05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР С ПОСЛЕДУЮЩИМ ПОЛУЧЕНИЕМ КОРМОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Фролов Владимир Юрьевич
д.т.н., профессор

Класнер Георгий Георгиевич
к.т.н., доцент
Scopus Author ID: 57209716710
РИНЦ SPIN-код: 8043-8389
egor.klasner.91@mail.ru

Тарасов Владимир Сергеевич
магистрант
Vladimirtarasov1337@mail.ru

Баранов Вадим Павлович
магистрант
arshavin.2018@inbox.ru
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

В данной работе рассмотрены способы инактивации антипитательных веществ зернобобовых культур посредством предварительной обработки: прожаривания и экструдирования зерна. Установлено, что основным антипитательным веществом зернобобовых культур является ингибитор трипсина. Сделан вывод о невозможности использования зернобобовых культур в качестве корма для животных без предварительной обработки. Рассмотрены вопросы использования зернобобовых культур в рационе питания сельскохозяйственных животных, где в качестве корма применяется: зернобобовая мука, жмых, шрот, молоко из зернобобовых, зеленая масса, сено, сенаж, травяная мука и силос и установлено, что самое перспективное направление подготовки зернобобовых к скармливанию сельскохозяйственным животным - это приготовление жидкой белковой суспензии

Ключевые слова: ЗЕРНОБОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ, АНТИПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ПРОЖАРИВАНИЕ, ЭКСТРУДИРОВАНИЕ, МОЛОКО ИЗ ЗЕРНОБОБОВЫХ

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-157-016>

UDC 631.3:636

05.20.01 - Technology and mechanization of agriculture

ANALYSIS OF METHODS OF TREATMENT OF LEGUMINOUS CROPS WITH SUBSEQUENT PRODUCTION OF FODDERS BASED ON THEM

Frolov Vladimir Yuryevich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Klasner Georgy Georgiyevich
Cand.Tech.Sci., associate professor
Scopus Author ID: 57209716710
RSCI SPIN-code: 8043-8389
egor.klasner.91@mail.ru

Tarasov Vladimir Sergeyevich
undergraduate student
Vladimirtarasov1337@mail.ru

Baranov Vadim Pavlovich
undergraduate student
arshavin.2018@inbox.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

In this article we consider methods of inactivation of anti-nutrient substances of leguminous crops by means of preliminary treatment: melting and extrusion of grain. It has been found that the main anti-nutrient of legumes is a trypsin inhibitor. It is concluded that it is impossible to use leguminous crops as animal feed without preliminary treatment. We have considered issues of use of leguminous crops in feeding farm animals in the form of flour, cake, extraction cake, protein concentrates, milk, green mass, hay, senage, herbal flour and silage, and it has been established that the most promising direction of preparation of leguminous animals for feeding by agricultural animals is preparation of liquid protein suspension

Keywords: LEGUMINOUS CROPS, ANTI-NUTRIENT SUBSTANCES, FRYING, EXTRUSION, LEGUMINOUS MILK

Введение. Зерно бобовых культур содержит как большое количество белка, жизненно важных минеральных веществ и витаминов, обладает повышенной энергетической ценностью, так и антипитательные вещества [3, 8, 10] (танины, ингибиторы, глюкозиды), содержание которых негативно сказывается на протеиновой ценности зерна, что напрямую связано с ухудшенным усвоением белка. В связи с этим, рацион кормления сельскохозяйственных животных не должен включать зернобобовые в исходном виде, необходимо проведение предварительной обработки семян. Подготовка зернобобовых к скармливанию животным заключается в исключении ингибиторов из состава семян и увеличении усвояемости такого органического соединения как протеин. Следует учитывать, что различные группы сельхоз животных имеют особенности строения пищеварительной системы. Известно, что существует несколько вариантов подготовки корма в зависимости от вида сельскохозяйственных животных: способ увеличения доступа к аминокислотам используется для птицы, в то время как для жвачных животных применяют метод, который не допускает распад белка в рубце, дающий доступ аминокислотам к белку в тонком кишечнике животного.

Методика исследований. Исследования в области антипитательных веществ свидетельствуют о том, что бобовые культуры содержат большое количество этих факторов, что препятствует нормальному усвоению белка. (Таблица 1).

Таблица 1 – Биохимический состав зернобобовых и злаковых культур

Показатели, %	Зерно сои	Зерно гороха	Просо	Сорго
Содержание питательных веществ				
белок	35,2	28,1	15,9	10,2
жиры	24,9	2,3	3,8	3,6
клетчатка	5,6	5,2	10,0	2,9
сахар	-	3,3	1,2	2,1
БЭВ	26,0	56,0	61,4	61,8
витамин Е, мг/кг с. в.	122,0	113,0	59,6	186,3
Содержание антипитательных веществ				
Ингибитор трипсина, г/кг	42,0	15,0	5,0	3,8
Танины, %	0,44	0,65	1,31	3,40

Наибольшее значение, с точки антипитательной активности, уделяется ингибитору трипсина. Присутствующий в зернобобовых ингибитор трипсина не подвергается расщеплению пепсином желудка.

Он вступает в активное взаимодействие с ферментом поджелудочной железы трипсином, парализуя его работу на 90-95%. В результате переваривание белков зернобобовых прекращается на стадии полипептидов, которые в дальнейшем не всасываются. Параллельно с этим останавливается дальнейшее переваривание и всех других белков несоевого происхождения, присутствующих в рационе.

Не расщепленные до конца полипептиды - отличная питательная среда для условно патогенной и патогенной микрофлоры. Поэтому всякое увеличение концентрации полураспавшихся белков в кишечнике ведет не только к колоссальной потере питательных веществ (в основном белка), но и к усилению массового размножения микроорганизмов с эффектом острых расстройств пищеварения, плохо поддающихся лечению. В результате до 70% молодняка и до 45% взрослых животных и птицы могут погибнуть при пятикратном потреблении рациона с включением необработанных зернобобовых культур.

В связи с этим, применение зернобобовых в рационе сельскохозяйственных животных имеет смысл только при проведении предварительной обработки. (Рисунок 1).

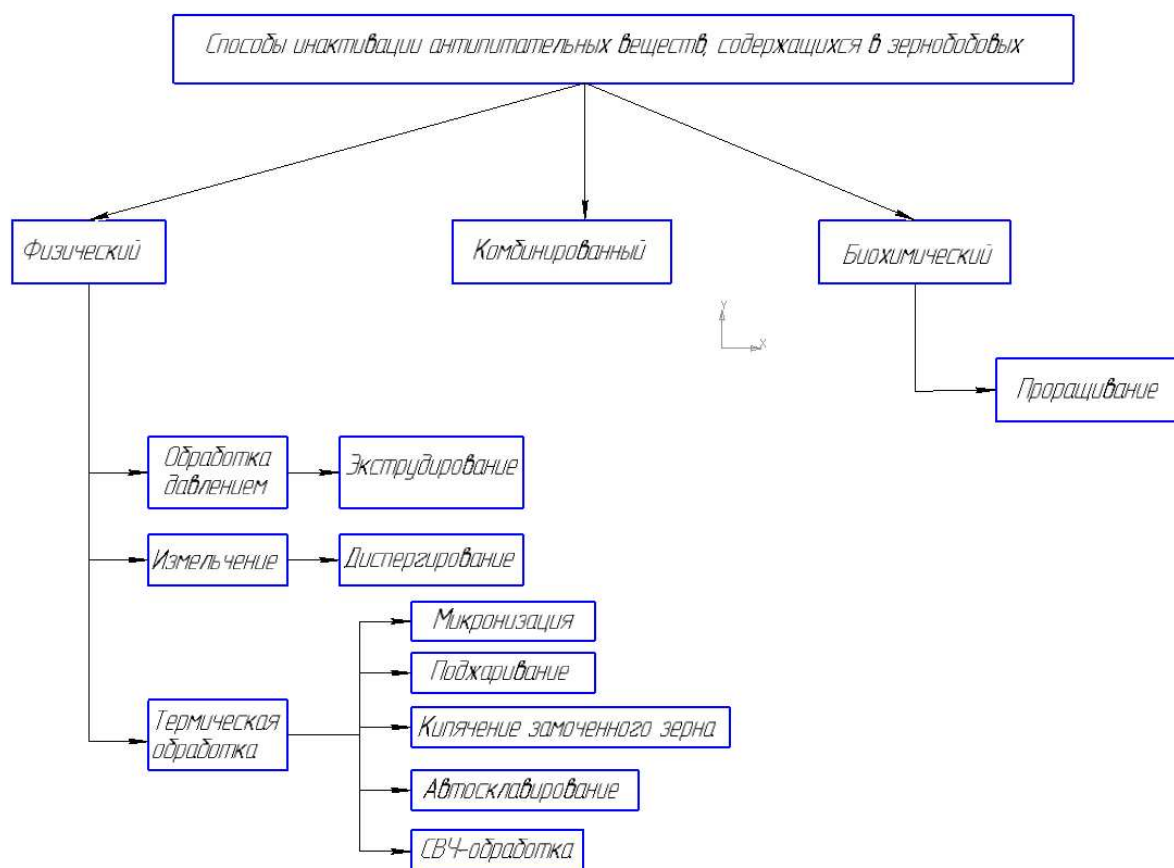


Рисунок 1 – Классификация способов обработки зернобобовых культур.

Увеличить биологическую ценность корма путём уменьшения процентного содержания антипитательных факторов попытались в Италии. Способ заключался в высокотемпературной прожарке и экструдировании [19, 20].

Как следствие, температурное воздействие (прожаривание) зернобобовых культур сделало возможным понижение количества как ингибитора трипсина на 2,4 мг/г, так и уреазы на 0,16 рН, в результате экструдирования зерна снизилось время усвоения белка при сохранении содержания жира.

D.M. Thomason [21, с. 78], пришёл к выводу, что парообработка при компрессии 49 кПа и температуре 120...150 °С совместно с гранулированием зернобобовых культур оказывает положительное влияние на состав обрабатываемого сырья. Важно соблюдать время контакта пара с мукой зернобобовых культур, которое должно находиться в диапазоне от 10 до 15 секунд. По мнению учёного, такая последовательность операций позволяет добиться наибольшей степени усвояемости белка.

В Российской Федерации наиболее часто применяется теплообработка посредством поджаривания зернобобовых при температуре 235 °С в диапазоне времени, который составляет от 5 до 10 минут. Достигается инактивация антипитательных факторов и улучшение органолептических свойств сырья.

Данный способ обработки предусматривает использование таких установок как: А9-КЖА, ВС-10-49 [2]. Температурное воздействие в 128 °С позволяет уничтожить уреазу на 85-95 %, однако такой способ обработки зернобобовых оказывает и негативное воздействие: зерно подгорает, образующаяся зола сокращает процент жира в зерне, снижая её энергетическая ценность. Обработанная таким способом мука зернобобовых культур пригодна для хранения в течение полугода.

Зернобобовые культуры применяются в качестве корма для большинства видов сельскохозяйственных животных. Получили распространение такие виды кормов, как: мука, белковые концентраты, жмых, шрот, молоко, сено, сенаж, травяная мука и силос. (Рисунок 2).

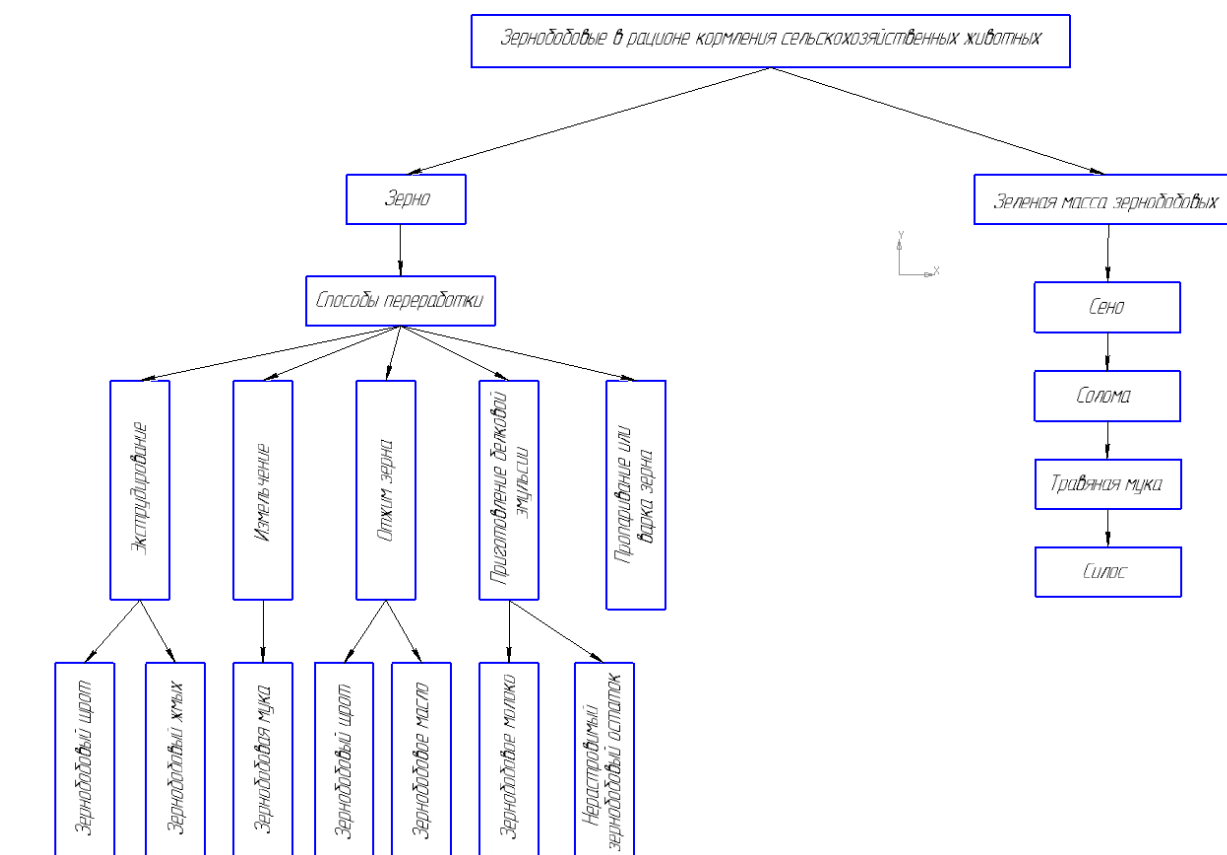


Рисунок 2 – Классификация кормов, полученных с использованием зернобобовых.

Стебли зернобобовых культур активно применяются для кормления многих видов сельскохозяйственных животных. Использование зелёных стеблей не ограничивается применением сыром виде, имеет место быть и одновременное применение с другими культурами. 100 кг зеленых стеблей зернобобовых включает в себя 22 кормовые единицы и около 3,0-3,2 кг белка [11, 16]. Содержание протеина в зернобобовых культурах в 3-5 раз превышает таковое в злаковых культурах. Сено из зернобобовых культур ничем не уступает клеверному. Таким образом, в 100 кг сена зернобобовых содержится 46-53 кормовые единицы и 11-15 кг белка. Солома, обладая большим количеством полезных свойств, также используется в кормлении сельскохозяйственных животных. Например, 100 кг соломы включает в себя: 40,5 кормовых единиц, 3,2–6,0 % белка, 2,6–4,1 % жира.

Шрот из зернобобовых используется в комбикормовом производстве. Высокое содержание жира и протеина в шроте сказывается на том, что

поедаемость животными данного вида корма находится на высоком уровне. Растительный белок шрота из зернобобовых культур легок в усвоении для сельскохозяйственных животных. Кроме того, его биологическая ценность равно ценности белка животного происхождения, что позволяет использовать шрот в качестве заменителя животного белка, что снижает затраты на кормление животных. Экспорт шрота в Аргентину – тренд современного отечественного животноводства.

При использовании технологии переработки зернобобовых культур на масло, в 2-2,3 раза увеличивается выход масла. Масленичные культуры (рапс, подсолнечник) уступают по этому показателю зернобобовым культурам.

Обменная энергия, которая выделяется в результате расщепления кормовой единицы животным шрота из зернобобовых и масленичных культур, имеет следующее соотношение: 1,34 к 1,00 (2580 ккал/кг к 1875 ккал/кг). Несмотря на лидирующее положение шрота из зернобобовых культур в этом компоненте, следует сказать, что содержание клетчатки в зернобобовом шроте к содержанию в подсолнечном составляет 0,6 к 1,0.

Зернобобовый жмых – это побочный продукт, образующийся в процессе получения масел. В сельском хозяйстве он применяется в качестве компонента для комбинированных кормов. Его пищевая ценность достаточно велика: шрот содержит 35-40 % белка и 25-30 % жиров.

Полезные качества жмыха обусловлены его химическим составом, который имеет различия для разных культур. Тем не менее, в состав любого жмыха входят: вода (максимальное значение – 11 %), протеин (30-40%), жир/масло (6,5-9,6 %). Норма кормления в рационе животных определяется исходя из возраста и вида сельскохозяйственных животных. Превышение дозировки имеет негативные последствия, выражающиеся в возникновении проблем со здоровьем животных.

Белок, содержащийся в зернобобовом жмыхе, имеет способность к высокой усвояемости для сельскохозяйственных животных. Помимо этого, высокое содержание таких микроэлементов как: кальций, железо, фосфор, марганец, цинк делают его незаменимым в рационе животных.

Добавление 15-20 % зернобобового жмыха в рацион сельскохозяйственных животных, по мнению специалистов, положительно скажется на обменных процессах животных.

Зернобобовая мука – результат переработки таких видов корма, как: шрот, жмых, семена [1, 4, 5]].

Мука из зернобобовых культур содержит примерно вдвое больше белка, чем мука из злаков, и позволяет удовлетворять растущий спрос на питательные продукты, богатые белком. Такая мука естественным образом не содержит глютен, что позволяет производить высокопитательные безглютеновые корма для питания сельскохозяйственных животных.

Кормление поросят месячного возраста зернобобовой мукой из расчета 115-145 г в расчете на одно животное в сутки способно добиться прироста массы поросят-отъемышей на 15%.

Одно из самых перспективных направлений подготовки зернобобовых к скармливанию сельскохозяйственным животным - приготовление жидкой белковой суспензии, то есть молока, не уступающему цельному молоку по биологической ценности..

Молоко из зернобобовых культур является ценным по биохимическому составу продуктом. Литр молока из зернобобовых культур обладает высокой энергетической ценностью [6, 7, 9]: 1,70-1,75 МДж, содержание легкодоступного протеина составляет 25-30 г, что превышает этот показатель у обезжиренного молока. Помимо этого, в молоке из зернобобовых культур содержится сырая клетчатка в объеме 0,38-0,44 % [2, 27], что благоприятно влияет на работу пищеварительной системы животных. Содержание аргинина, глицина, лизина в составе

молока из зернобобовых культур превышает таковое в обезжиренном цельном молоке в 2,5 раз, 2,68 раза, 1,1 раза соответственно [12, 15].

Приучение телят к рациону, включающему молоко из зернобобовых культур, происходит постепенно, начиная с 0,220-0,255 кг молока в сутки в расчете на одного животного, что способствует своевременной адаптации пищеварительной системы животного при изменениях в рационе (содержанию в нём растительного белка). Ускоренное задействие пищеварительной железы, что является следствием повышение выделения ферментов, отвечающих за пищеварение животных, - положительное влияние перехода на молоко из зернобобовых культур. Следует отметить, что приоритетным действием является слежка за содержанием фосфора и кальция в рационе животных, так как в зернобобовых культурах эти компоненты обладают пониженной доступностью.

Применение молока из зернобобовых культур для выпойки поросят имеет место быть. Приучение происходит в течение 10-14 дней. Отпаивание возможно как с концентратами, так и без, при этом важную роль играет дозировка, которая составляет 1,8-3 кг молока за 24 часа в расчете на одно животное. Молоко из зернобобовых культур рационально включать в рацион поросят в возрасте 3-8 месяцев. Доза молока должна быть в пределах от 420 до 510 литров [12, 13, 14].

Молоко из зернобобовых допускается для кормления молочного скота, исключая высокоуглеводные добавки [7, 17, 18].

Результаты исследований Результаты поджаривания зерна в зависимости от режимов температуры представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели зернобобовой муки

показатели	мука зернобобовых		
	без обработки	температура обработки	
		105	130
Различие по цвету	светло-желтоватый	тёмно-желтоватый	светло-коричневый
Различие по запаху	специфическо-соевый	кофейные зерна	шоколадный
Содержание влаги, %	10,5	4,5-6,0	1,2–1,4
Активность уреазы, ед.	25–33	следы	отсутствие
содержание протеина, %			
альбумины	8,1	2,7	2,3
глобулины	11,2	9,5	9,5
проламины	3,2	6,7	6,8
неизвлекаемый остаток	8,9	13,0	11,9

Выводы.

1. При обжаривании зернобобовых культур при температуре 160°C и времени обработки 5...10 минут с последующим экструдированием почти полностью исчезают антипитательные вещества и улучшаются органолептические свойства зернобобовых.

2. Проведённые исследования свидетельствуют, что вследствие включения в рацион кормления коров на ранних стадиях лактации муки из термообработанных зернобобовых культур при дозировке в 70-80 грамм на килограмм молока, увеличились надои молока на 15 % в среднем в сравнении с надоем без использования в рационе кормления муки из зернобобовых.

3. Использование молока из зернобобовых в рационе кормления молочного стада положительно сказывается на общем увеличении в раннем лактационном периоде как процента жирности, так и количества молока. За счет включения в рацион молока из зернобобовых культур увеличивается содержание жира на 1–2 %, образование молока на ранней стадии лактации на 1,5–2,7 литра, улучшается пищеварение животных.

Таким образом, скармливание молока из зернобобовых культур является экономически оправданным.

Литература

1. Батурин, А.К. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ. под общ. ред. А.К. Батурина. СПб.: Профессия, 2006. - 416 с.
2. Бегеулов, М.Ш. Основы переработки сои. М.: Делипринт, 2006. - 181с.
3. Высоцкий, В.Г. Медико-биологические аспекты пищевого использования соевых белковых продуктов: Сб. докладов форума «Пищевые ингредиенты». М. -2001.- С. 48-49.
4. Доценко, С.М. Повышение эффективности подготовки концентрированных кормов к скармливанию животным / С.М. Доценко, И.В. Бибик // Сборник научных трудов «Технология и механизация производства и переработки сельскохозяйственной продукции». – Благовещенск, 1997. – С. 22-39.
5. Доценко, С.М. Технология и техническое обеспечение производства соевого белкового гранулята для птицы / Доценко С.М., Ковалева Л.А. // Кормопроизводство. 2008. № 5. С. 22.
6. Доценко, С.М., Иванов С.А., Морозова Е.И. Технологическая линия по производству белкового компонента. Журнал «Комбикорма» № 3 2002 с.
7. Кирилов, М.П. Соя-основа кормов высокопродуктивных коров / М.П. Кирилов, В.А. Крохина, С.В. Кумарин // Достижения науки и техники.-1993.-№4.-С. 9-11.
8. Кокаева, Ф. Ферментированный соевый жмых в комбикормах для карпа / Ф. Кокаева, Л. Стамболиди // Комбикорма.- 2009.- № 6.- С.81.
9. Комлацкий, В. Соевое «молоко» в кормлении свиней / В. Комлацкий, Л. Величко, Р. Смолкин // Свиноводство.- 2004.- № 8.- С.14-17.
10. Класнер, Г.Г. Совершенствование процесса приготовления высокобелковых кормов на основе соевого зерна / Класнер Г.Г., Фролов В.Ю., Сысоев Д.П. // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Ответственный за выпуск: А.Г. Кошаев. 2016. С. 346-347.
11. Класнер, Г.Г. Эффективность кормления животных и птицы высокобелковыми кормами на основе зерна сои / Класнер Г.Г., Фролов В.Ю., Сысоев Д.П. // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Ответственный за выпуск: А.Г. Кошаев. 2016. С. 1159-1160.
12. Коваленко, В. П. Механизация животноводства / В.П. Коваленко, В.Ю. Фролов, Т.А. Сторожук, Д.П. Сысоев // Краснодар, 2012. – 190 с.
13. Мошкutelо, И.И. Использование в составе комбикормов для свиней полножировой инактивированной (термообработанной) сои. И.И. Мошкutelо // Рекомендации.- Подольск: Асося,- 2002. 10 с.
14. Пилипенко, А.М. Механизация переработки и приготовления кормов в личных подсобных хозяйствах. / Пилипенко А.М. Тимаповский Л.В. // — М.: Росагропромиздат,1989. 145 с.
15. Стабо, И.Д. Заменители молозива для телят / И.Д. Стабо // Новые достижения в исследовании питания жвачных.- М.: Агропромиздат,1986.- С.17.

16. Чичкина, В. Полножирная соевая мука для кур-несушек в комбикормах / В. Чичкина // Животноводство России.- 2004,- №1.- С. 18-20.
17. Шатков, А. Добрый корм — с витаминами // Сельский механизатор. — 2001.-№12.-С. 30-31.
18. Шулаев, Г. Микронизированная соя в кормах для молодняка свиней / Г. Шулаев, А. Бетин, В. Добрынин // Комбикорма.- 2010.- №2.- С.78.
19. Aguirre R. Continuous flowing portable separator for cleaning and upgrading bean seeds and grains / R. Aguirre, A. E. Garay // Agr. Mech / Afr. And Lat. Amer. - 1999. - V. 30, №1. - P. 59-63. (англ.)
20. Anazodo U.G.N. Corn physical and mechanical properties as related to combine cylinder performance / U.G.N. Anazodo, G.L. Wall, E.R. Norris // Canadian agricultural engineering, 1981. – № 23. – P. 23–30.
21. Thomason, D.M. Whole (fullfat) soybean use in broiler diets / D.M. Thomason // Technical Report of the American Soybean Association. – St. Louis Mo., USA, 1986.

References

1. Baturin, A.K. Himicheskij sostav i jenergeticheskaja cennost' pishhevych produktov: spravocnik MakKansa i Uiddousona / per. s angl. pod obshh. red. A.K. Baturina. SPb.: Professija, 2006. - 416 s.
2. Begeulov, M.Sh. Osnovy pererabotki soi. M.: Deliprint, 2006. - 181s.
3. Vysockij, V.G. Mediko-biologicheskie aspekty pishhevo go ispol'zovanija soevyh belkovyh produktov: Sb. dokladov foruma «Pishhevye ingredienty». M. -2001.-S. 48-49.
4. Docenko, S.M. Povyshenie jeffektivnosti podgotovki koncentrirovannyh kormov k skarmlivaniju zhivotnym / S.M. Docenko, I.V. Bibik // Sbornik nauchnyh trudov «Tehnologija i mehanizacija proizvodstva i pererabotki sel'skohozjajstvennoj produkcii». – Blagoveshhensk, 1997. – S. 22-39.
5. Docenko, S.M. Tehnologija i tehni cheskoe obespechenie proizvodstva soevogo belkovogo granuljata dlja pticy / Docenko S.M., Kovaleva L.A. // Kormoproizvodstvo. 2008. № 5. S. 22.
6. Docenko, S.M., Ivanov S.A., Morozova E.I. Tehnologicheskaja linija po proizvodstvu belkovogo komponenta. Zhurnal «Kombikorma» № 3 2002 s.
7. Kirilov, M.P. Soja-osnova kormov vysokoproduktivnyh korov / M.P. Kirilov, V.A. Krohina, C.B. Kumarin // Dostizhenija nauki i tehniki.-1993.-№4.-S. 9-11.
8. Kokaeva, F. Fermentirovannyj soevyj zhmyh v kombikormah dlja karpa / F. Kokaeva, JI. Stambolidi // Kombikorma.- 2009.- № 6.- S.81.
9. Komlackij, V. Soevoe «moloko» v kormlenii svinej / V. Komlackij, JI. Velichko, R. Smolkin // Svinovodstvo.- 2004.- № 8.- S.14-17.
10. Klasner, G.G. Sovershenstvovanie processa prigotovlenija vysokobelkovyh kormov na osnove soevogo zerna / Klasner G.G., Frolov V.Ju., Sysoev D.P. // V sbornike: Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Sbornik statej po materialam IX Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh. Otvetstvennyj za vypusk: A.G. Koshhaev. 2016. S. 346-347.
11. Klasner, G.G. Jeffektivnost' kormlenija zhivotnyh i pticy vysokobelkovymi kormami na osnove zerna soi / Klasner G.G., Frolov V.Ju., Sysoev D.P. // V sbornike: Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Sbornik statej po materialam IX Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh. Otvetstvennyj za vypusk: A.G. Koshhaev. 2016. S. 1159-1160.
12. Kovalenko, V. P. Mehanizacija zhivotnovodstva / V.P. Kovalenko, V.Ju. Frolov, T.A. Storozhuk, D.P. Sysoev // Krasnodar, 2012. – 190 s.

13. Moshkutelo, I.I. Ispol'zovanie v sostave kombikormov dlja svinej polnozhirovoj inaktivirovannoj (termoobrabotannoj) soi. I.I. Moshkutelo // Rekomendacii.- Podol'sk: Assoja,- 2002. 10 s.
14. Pilipenko, A.M. Mehanizacija pererabotki i prigotovlenija kormov v lichnyh podsobnyh hozjajstvah. / Pilipenko A.M. Timapovskij L.V. // — M.: Rosagropromizdat,1989. 145 s.
15. Stabo, I.D. Zameniteli moloziva dlja teljat / I.D. Stabo // Novye dostizhenija v issledovanii pitaniya zhvachnyh.- M.: Agropromizdat,1986.- S.17.
16. Chichkina, V. Polnozhirnaja soevaja muka dlja kur-nesushek v kombikormah / V. Chichkina // Zhivotnovodstvo Rossii.- 2004,- №1.- S. 18-20.
17. Shatkov, A. Dobryj korm — s vitaminami // Sel'skij mehanizator. — 2001.-№12.-S. 30-31.
18. Shulaev, G. Mikronizirovannaja soja v kormah dlja molodnjaka svinej / G. Shulaev, A. Betin, V. Dobrynin // Kombikorma.- 2010.- №2.- S.78.
19. Aguirre R. Continuous flowing portable separator for cleaning and upgrading bean seeds and grains / R. Aguirre, A. E. Garay // Agr. Mech / Afr. And Lat. Amer. - 1999. - V. 30, №1. - P. 59-63. (angl.)
20. Anazodo U.G.N. Corn physical and mechanical properties as related to combine cylinder performance / U.G.N. Anazodo, G.L. Wall, E.R. Norris // Canadian agricultural engineering, 1981. – № 23. – R. 23–30.
21. Thomason, D.M. Whole (fullfat) soybean use in broiler diets / D.M. Thomason // Tec-hial Report of the American Soybean Association. – St. Louis Mo., USA, 1986.