

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043034**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.04.19**(51) Int. Cl. *A23J 1/14* (2006.01)  
*A23L 11/30* (2016.01)(21) Номер заявки  
**202091274**(22) Дата подачи заявки  
**2018.11.20****(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ БОГАТЫХ БЕЛКОМ СЕМЯН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ**(31) **1760978**(32) **2017.11.21**(33) **FR**(43) **2020.09.15**(86) **PCT/EP2018/081972**(87) **WO 2019/101752 2019.05.31**(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ВАЛОРЕКС (FR)**(72) Изобретатель:  
**Шесно Гийом, Гийэвик Матьё,  
Жермен Антуан, Жюэн Эрве, Лессир  
Мишель, Шапуто Патрик, Нозьер  
Пьер, Бюрель Кристин, Лабусьер  
Этьенн (FR)**(74) Представитель:  
**Хмара М.В., Осипов К.В., Ильмер  
Е.Г., Пантелеев А.С., Липатова И.И.,  
Новоселова С.В., Дощечкина В.В.  
(RU)**

(56) JEZIERNY D ET AL.: "The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review", ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 157, no. 3-4, 11 May 2010 (2010-05-11), pages 111-128, XP027006418, ISSN: 0377-8401 [retrieved on 2010-04-14] abstract paragraphs [0001], [0002],

[02.1] - [02.3], [0004], [04.1] - [04.6], [0006], [06.1] - [06.3], [0007]

PATRICIO SAEZ ET AL.: "Effects of dehulling, steam-cooking and microwave-irradiation on digestive value of white lupin (*Lupinus albus*) seed meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*)", ARCHIVES OF ANIMAL NUTRITION, vol. 69, no. 2, 4 March 2015 (2015-03-04), pages 143-157, XP055472127, US ISSN: 1745-039X, DOI: 10.1080/1745039X.2015.1009613 abstract paragraphs [0001], [02.1] - [02.2], [04.1] - [04.2], [0005] tables 4,5

FR-A1-3040588

FRANCESCO MASOERO ET AL.: "Effect of extrusion, expansion and toasting on the nutritional value of peas, faba beans and lupins", ITALIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, vol. 4, no. 2, 1 January 2005 (2005-01-01), pages 177-189, XP055472125, DOI: 10.4081/ijas.2005.177 abstract page 178, page 186, tables 2-3,8

BOGUSLAW OLKOWSKI: "Lupin as primary protein source in young broiler chicken diets: Effect of enzymes preparations catalyzing degradation of non-starch polysaccharides or phytates", WORLD JOURNAL OF MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, DO, vol. 27, no. 2, 8 June 2010 (2010-06-08), pages 341-347, XP019872085, ISSN: 1573-0972, DOI: 10.1007/S11274-010-0464-X abstract page 342

WO-A1-2015158959

(57) Настоящее изобретение относится к способу обработки семян с высоким содержанием белка, причем эти семена выбраны из одного из следующих семян: бобов обыкновенных, гороха, люпина белого, люпина синего, люпина желтого, отличающемуся тем, что он включает, в частности, приведенные ниже последовательные стадии: а) использование семян по меньшей мере одного из вышеупомянутых видов растений при условии, что эти семена имеют значение содержания белка, и/или крахмала, и/или жира не ниже предварительно определенного значения и по меньшей мере одно из соединений, выбранных из следующей группы: антипитательный фактор (ANF), неочищенная целлюлоза, нейтрально-детергентная клетчатка (NDF), содержание которого ниже предварительно определенного содержания; б) помещение семян со стадии а) в условия с минимальным давлением 10 бар (1000 кПа) на промежуток времени более 10 с до тех пор, пока не будет достигнута температура выше 80°C.

**B1****043034****043034****B1**

### Область изобретения

Настоящее изобретение относится к способу обработки богатых белком семян для повышения их пищевой ценности, в частности, для животных.

#### Предшествующий уровень техники

Вскармливание моногастричных сельскохозяйственных животных, таких как бройлерная и несущая яйца домашняя птица, свиньи и жвачные животные, сильно зависит от введения соевой муки в рационы. Это сырье поступает главным образом из Южной Америки, что не обходится без сложностей с точки зрения автономии по производству кормовых белков и стабильности их поставок, в частности, из-за проблем роста конкурентоспособности в связи с существенными общественными и экологическими пожеланиями.

Благодаря высокому содержанию в ней белка соевая мука широко зарекомендовала себя в качестве источника белка в составе корма для животных. На сегодняшний момент, используемая во Франции соевая мука в основном импортируется и содержит генно-модифицированные организмы (ГМО), и возможность ее оперативного контроля ставится под сомнение (Gourdouvelis и др., 2012).

В то же время во Франции намечаются новые общественные пожелания (с акцентом на разнообразие продуктов питания, происхождение продуктов, воздействие на окружающую среду, качество продуктов), и сегодня использование сои в животноводстве находится под угрозой риска нового социального кризиса (Delanoue и др., 2015).

В животноводстве удовлетворение потребностей в белке имеет важное значение для достижения задач улучшения зоотехнических показателей. Однако, для кормления животных Франция импортирует почти половину богатых белком видов сырья, большая часть из которых соответствует более чем 3 миллионам тонн соевой муки в год (Bouvarel и др., 2014).

Вследствие увеличения поставок продукции, импортируемой из Азии, на доходы фермеров влияют относительный дефицит и волатильность цен на сою. В связи с этим, одна из основных задач для животноводства заключается в достижении меньшей зависимости от поставок соевой муки и, поэтому в обнаружении альтернативных вариантов для уменьшения потребности в ее импорте (Bourin и Bouvarel, 2015), обеспечивая при этом экономическую рентабельность ферм, особенно путем стремления оптимизировать характеристики своих средств производства, а также в большей степени использовать свою продукцию.

Кроме того, что касается домашних питомцев, таких как собаки и кошки, то их владельцы обеспокоены качеством пищи, которую они покупают для них, в частности, в плане придания им энергичности и для защиты их от некоторых заболеваний обмена веществ и пищеварения или аллергических реакций.

В западных странах две трети потребностей человека в белках покрываются белками животного происхождения. Однако с появлением спроса на новые вегетарианские продукты введение богатых белком семян непосредственно в рацион человека становится все более важным критерием. Соевые бобы составляют основную часть этой продукции, но по тем же физиологическим причинам, что и у животных, люди должны иметь возможность доступа к источникам растительных белков в форме семян с улучшенной пищевой ценностью. Ввиду этого, описанное ниже для животных также справедливо и для людей. В приведенных ниже описании и формуле изобретения следует понимать, что человек является частью животных - моногастричных млекопитающих.

Во Франции отсутствует разнообразие культур, которые в основном представляют собой зерновые культуры, и выходы по белку при выращивании которых гарантированно достигаются посредством использования азотных удобрений и пестицидов (Messean и др., 2014). Поэтому фермеры подыскивают высокопроизводительные, экологически безопасные и целесообразные системы земледелия посредством использования новых исходных материалов для севооборота, которые потребляют меньшее количество ресурсов (азотных удобрений, пестицидов) и обеспечивают прибыль, среди прочего.

На повестке дня стоит много задач для удовлетворения многочисленных пожеланий потребителей и населения, а именно:

это должна быть экологически безопасная еда, характеризующаяся преимуществами в плане питания, более существенным приближением к натуральной пище, биологическим разнообразием и полноценной усвояемостью;

это должна быть сельскохозяйственная и пищевая продукция местного производства;

в способах производства не должны использоваться ГМО;

должен быть сделан упор на сохранение окружающей среды с меньшими выбросами парниковых газов, проведение фитосанитарного контроля продуктов и так далее.

Наконец, каждое звено в пищевой цепи отражает пожелания, которые можно обобщить так, как приведено ниже:

фермеров - расширить севообороты, диверсифицировать севооборот, сделать свою систему производства более отлаженной;

животноводов - должно быть местное производство и использование белка в рационах животных;

владельцев домашних животных - иметь сбалансированный и здоровый корм;

потребителей - потреблять продукцию "местного производства", без ГМО, с более высокой питательной плотностью.

Но есть и другие пожелания, имеющие большое влияние и выражаемые: учреждениями - ограничить импорт сои, азотных удобрений и пестицидов и увеличить во Франции и Европе производство растительных белков;

компаниями по всей пищевой цепи - ориентироваться на дифференциацию и получение дополнительной ценности в напряженной экономической ситуации;

компаниями, работающими с агропромышленным комплексом - предоставить широкую сеть услуг и продуктов.

Существует много путей возможного предоставления частичных решений для удовлетворения этих многочисленных пожеланий, в том числе

для потребителя, например:

организация производства экологически чистых продуктов и т.д., но это недостаточно приемлемо по цене, чтобы удовлетворить очень большое количество потребителей;

для животноводов, например:

использование травяных или бобовых кормов в качестве замены кукурузному силосу, но на многих молочных фермах это будет лишь частичной заменой;

использование таких сопродуктов, как зерно или жмых, что также обеспечивает дополнительный белок, но для сохранения эффективности их количество должно быть лимитировано;

использование синтетических аминокислот, что представляет собой другую форму содействия и стратегии, но при этом учитываются первоочередные задачи только фермеров, а не задачи растение- и животноводов и потребителей;

для фермеров, например:

в некоторых регионах для севооборота используют не зерновые культуры и масличные культуры, а другие исходные материалы, такие как свекла, картофель, лен обыкновенный и т.д., но их использование оказывается очень неэффективным, чтобы выполнить пожелания отдельных французских фермеров.

Эти примеры показывают, что каждое звено в пищевой цепи по отдельности может предложить некоторые решения, но они остаются частичными по отношению ко многим упомянутым выше пожеланиям и, прежде всего, не интегрированными вверх и вниз по цепи, что не позволяет придать дополнительной ценности продуктам французских фермеров и животноводов, особенно с точки зрения признания получения выгод для потребителей и населения.

Тем не менее, предлагаемое решение, по-видимому, имеет огромный потенциал для "удовлетворения" своих полей, кормушек и тарелок.

Действительно, использование культур или бобовых растений с высоким содержанием белка может представлять собой интересную стратегию для диверсификации сельскохозяйственных культур (выращиваемых отдельно или вместе с однолетними зерновыми культурами) с одновременным удовлетворением требования ферм и территорий для разведения сельскохозяйственных животных в отношении автономии по производству кормовых белков.

Введение бобовых культур в севообороте вызывает интерес с агротехнической точки зрения как в традиционных, так и в биологических системах земледелия, и способствует ослаблению проблемы глобального потепления (Magrini и др., 2016; Schneider и др., 2017).

Действительно, они обладают способностью фиксировать атмосферный азот в почве благодаря бактериям, содержащимся в клубнях своей корневой системы, что уменьшает использование азотных удобрений, которые ответственны за половину выбросов парниковых газов в результате сельскохозяйственной деятельности.

С другой стороны, бобовые культуры также представляют интерес с точки зрения агротехники и экономики благодаря улучшению продуктивности растений и снижению производственных затрат (Magrini и др., 2016; Schneider и др., 2017). Введение бобовых культур благоприятствует урожайности высеваемых вслед зерновых культур. Таким образом, ограничиваясь только эффектами "урожайности" и "уменьшения количества внесенных азотных удобрений", прирост валовой прибыли от реализации урожая пшеницы после выращивания культуры с высоким содержанием белка (что известно как "пшеница после белка") составляет порядка +160 евро/га по сравнению с выращиванием "пшеницы после пшеницы" (т.е. случае посева пшеницы после предшествующего посева пшеницы) (Terres Univia, 2016; Magrini и др., 2016).

Богатые белком семена представляют собой важный источник белка и энергии, в форме крахмала в случае гороха и бобов обыкновенных. Помимо всего прочего, эти белки богаты такими аминокислотами, как лизин, по сравнению с белками зерновых культур, что усиливает их ценность в сбалансированных рационах животных.

Показатели пищевой ценности богатых белком семян гороха, бобов обыкновенных и люпина представлены в приведенной ниже таблице.

	ГОРОХ	Спелый БОБ ОБЫКН.	ЛЮПИН белый	ЛЮПИН желтый	ЛЮПИН синий
Сухое вещество (%)	86,4	86,5	88,1	88,8	90,3
Неочищенный белок (%)	20,7	25,4	33,4	37,5	30,3
Жировое сырье (%)	1,0	1,3	8,4	4,8	5,4
Неочищенная целлюлоза (%)	5,2	7,9	12,0	14,7	14,2
Сырая зола (%)	3,0	3,3	3,5	4,1	3,2
Крахмал (%)	44,6	38,3	7,1	5,4	4,3
Лизин (% TN)	7,3	6,5	4,9	4,8	5,0
Метионин (% TN)	1,0	0,7	0,8	0,7	0,9
Кальций (г/кг)	1,1	1,4	2,7	3,0	2,6
Фосфор (г/кг)	4,0	4,6	3,8	4,6	3,4
Валовая энергия (ккал/кг)	3770	3870	4460	4245	4380

TN означает общий азот

(Источник: Table de composition et de valeur nutritive des matieres premieres destinees aux animaux d'el-evage, INRA, 2002; Heuze V., Thiollet H., Iran G., Lessire M., Lebas F., 2018. Yellow lupin (*Lupinus luteus*) seeds. Feedipedia, a program by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/23097>. Последнее обновление 17 мая 2018 года, 10:41)).

Тем не менее, несмотря на то, что они обладают перспективным в отношении питания потенциалом, степень использования богатых белком семян остается недостаточной для разных видов вследствие низкой усвояемости и наличия многочисленных антипитательных факторов.

Отслеживая потребление энергии из белка разных семян моногастричными животными и жвачными животными, можно легко увидеть, что существует важный неиспользованный потенциал в отношении питания, порядка 40-50% энергии и 20% белка (в соответствии с INRA (франц. L'Institut national de la recherche agronomique; Национальный институт сельскохозяйственных исследований), 2002).

Эти богатые белком семена содержат много антипитательных факторов, которые могут ограничивать их применение. Их присутствие приводит к ограничениям для включения их в пищевые продукты и к плохим техническим показателям, что можно резюмировать как реальное затруднение в плане конкурентоспособности богатых белком семян по сравнению с другими источниками белка, в особенности для моногастричных видов животных.

Основными описанными антипитательными факторами являются приведенные ниже.

Таннины.

Таннины представляют собой термолabileные фенольные соединения, локализованные в семенной коже, и известно, что они снижают усвояемость белков моногастричными животными, поскольку связываются с белками до расщепления, образуя нерастворимые комплексы.

Содержание таннинов соотносится с окраской семени или даже плодов (Muеr и др., 2001). Включение богатых таннинами бобов приводит к более низкой степени расщепления *in vitro* (Bond, 1976) и более низкой усвояемости *in vivo* у домашней птицы, в то время как не содержащие таннинов сорта характеризуются большей усвояемостью белка и аминокислот (Gatel, 1994; Crepon и др., 2010). У птиц, имеющих однокамерный желудок, таннины ухудшают усвоение азотсодержащей фракции из рациона, что приводит к снижению скорости роста и эффективности использования корма (Carre и Brillouet 1986; Garrido и др., 1988), а также к уменьшению массы яйца (Martin-Tanguy и др., 1977).

Существуют не содержащие таннинов сорта бобов обыкновенных. Однако их агротехнические показатели неудовлетворительны, на сегодняшний момент это делает их введение в продукцию неактуальным.

Содержание таннинов в семенах бобов обыкновенных сильно различается, при этом средняя величина равна 0,49 г/100 г сухого вещества, максимально до 1,70.

В случае семян гороха таннины либо отсутствуют, либо присутствуют со средним уровнем 3,9 г/100 г сухого вещества.

Визин и конвизин.

Семядоли или ядра семян бобов обыкновенных содержат визин и конвизин. Они представляют собой термостабильные гликозиды (Muduuli и др., 1982), которые ответственны за фавизм у групп населения, страдающих дефицитом глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы.

Не показано, что визин и конвизин влияют на усвояемость бобов у свиней, однако имелись сообщения, что они ответственны за снижение массы яйца у кур-несушек (Lesser и др., 2005; Gatta и др., 2013) и степень яйценоскости (Muduuli и др., 1981). С самого начала благодаря исследованиям было установлено, что присутствие визина и конвизина снижало продуктивность кур-несушек по количеству и качеству яиц (Guillaume и др., 1977; Fgu-Nji и др., 2007; Olabogo и др., 1981).

Существуют сорта, не содержащие визина и конвизина. У них есть, в отличие от тех, у которых нет таннинов, преимущество в достижении вполне соответствующих требованиям агротехнических показате-

телей (Duc и др., 1999).

Их уровни, обнаруженные в семенах бобов обыкновенных, варьируют от 0,02 до 1,49 г/100 г (Khamassi и др., 2013).

Антитриптические факторы.

Ингибиторы трипсина и химотрипсина являются ингибиторами протеаз (и амилаз), которые связываются с трипсином в тонком кишечнике, предотвращая расщепление белка. Прием их внутрь сопровождается у крыс, свиней и, в меньшей степени, у цыплят повышенной потерей эндогенного белка в форме комплекса ингибитор-фермент, богатого серосодержащими аминокислотами, который выводится из организма (Liener, 1979). Это явление усугубляет недостаток таких аминокислот в семенах бобовых, и тогда рост животного замедляется. Более низкая концентрация фермента в тонком кишечнике приводит как к гиперактивности, так и к гипертрофии поджелудочной железы. Эти белковые по природе молекулы являются относительно термолabileльными.

В случае гороха ингибиторы трипсина представляют собой основной антипитательный фактор, составляя чуть меньше 2% от содержания белка (необработанные соевые бобы содержат его в количестве, превышающем указанное в 8 раз). Имеются значительные сортовые различия по антитриптическим факторам. Ингибирующая трипсин активность 33 европейских весенних сортов гороха изменялась в диапазоне от 1,69 до 7,56 трипсин-ингибирующих единиц (TIU), в то время как для сортов зимующего гороха составляла 7,34-11,24 TIU (Letermé и др., 1998). В случае бобов обыкновенных содержание ингибиторов трипсина оказывается более низким при среднем значении 2,9 TIU (0,88-6,25).

Пектины.

Эта группа соединений, широко распространенная в царстве растений, очень многообразна. Эти соединения представляют собой термочувствительные гликопротеины, общим признаком которых является их сродство к сахарам, что объясняет наличие у них свойств вызывать агглютинацию эритроцитов крови *in vitro* (лектины объединяются с гликозильными остатками, присутствующими на стенках эритроцитов), в различной степени в зависимости от рассматриваемых типов лектинов и видов животных (Liener, 1986). Они действуют в тонком кишечнике, препятствуя всасыванию конечных продуктов расщепления путем связывания и нарушения функции эпителиальных клеток (Dixon и др., 1992). Их употребление приводит к замедлению роста, малообъяснимому на сегодняшний день.

Они представлены примерно 2,5% в составе белка гороха (Perrot, 1995) и от 2,0 до 13,0% в составе белка боба обыкновенного.

Алкалоиды.

Ранее было признано, что сорта люпина являются горькими. Они содержали токсичный алкалоид (лупанин) и не были рекомендованы для использования в корме для животных без предварительной обработки. Так, известно, что высокие уровни некоторых сортов люпина, содержащих эти алкалоиды, могут вызывать неблагоприятные эффекты, проявляющиеся в снижении показателей роста и потребления корма.

Тем не менее, благодаря достижениям в области генетики были получены сладкие сорта (с низким содержанием алкалоидов), и больше не создается проблем со вкусовыми качествами.

Олигосахариды.

Эти небольшие полимеры имеют углеводную природу и являются термостабильными. Сельскохозяйственные животные и домашние животные не имеют альфа-галактозидазы, фермента, необходимого для гидролиза связи между галактозой и глюкозой, а также между двумя молекулами галактозы. Эти молекулы не проходят через стенку кишечника и поэтому поступают интактными в толстую кишку, где они подвергаются метаболизму под действием присутствующих микроорганизмов, что приводит к ухудшению показателей роста вследствие снижения приема пищи внутрь. В результате ферментации возникает дискомфорт в желудочно-кишечном тракте (метеоризм, диарея), что может замедлить потребление пищи (Díaz и др., 2006, Kausi и Melcion, 1992). Такое ухудшение роста усугубляется при увеличении введения люпина. Результаты экспериментов на свиньях показали, что олигосахариды отрицательно влияют на истинное расщепление белков, жиров и некоторых минеральных веществ. Помимо этого, большие количества олигосахаридов увеличивали собственный вес тонкого кишечника. Поскольку ткани таких органов, как кишечник, являются метаболически очень активными, то для поддержания собственного метаболизма животного необходимо больше энергии, при этом для роста остается меньше энергии.

Семена люпина белого содержат 7-14%  $\alpha$ -галактозидов, самым преобладающим компонентом среди которых является стахиоза (2,8%), затем идут сахароза (1,8%), раффиноза (0,4%) и вербаскоза (0,3%) (Zdunczyk и др., 1996; Saini, 1989). Уровень олигосахаридов может зависеть от сорта, а также от условий выращивания и сбора урожая (Pisarikova и др., 2009). Существует взаимосвязь между содержанием стахиозы и вербаскозы и явлением метеоризма, при этом раффиноза, по-видимому, оказывает меньший эффект. Они также присутствуют в семенах боба обыкновенного и гороха, хотя и в меньшей степени, как показано в приведенной ниже таблице.

г/100 г сухого вещества (DM)	Стахиоза	Раффиноза	Вербаскоза
Люпин	2,8-5,3	0,4-1,1	1,4-2,0
Горох	2,3-2,6	0,5-0,6	2,2-3,4
Боб обыкновенный	0,8-1,6	0,1-0,4	2,5-3,4

Оразо и др., 2012; Ezierny и др., 2010.

Фитиновая кислота.

Фитиновая кислота представляет собой основную форму хранения фосфора в тканях многих растений. Фосфор в этой форме не усваивается нежвачными животными вследствие отсутствия фермента фитазы, который катализирует отделение фосфора от молекул фитиновой кислоты.

Фитиновая кислота является важным хелатирующим агентом для минеральных веществ, таких как кальций, магний, железо и цинк, и поэтому может вносить вклад в создание недостаточности минеральных элементов. В меньшей степени она также связывается с белком и крахмалом, результатом чего является снижение доступности этих питательных веществ в пищеварительном тракте.

Количество фитиновой кислоты в бобах обыкновенных составляет порядка 0,2-0,7% по сухому весу.

В настоящее время широкое распространение получает использование фитаз путем включения в корм для моногастрических животных, и это представляет собой основной путь регулирования этого антипитательного фактора.

Клетчатка.

Обычно моногастрические животные обладают ограниченной способностью переваривать клетчатку. Содержание неочищенной клетчатки в богатых белком семенах является относительно большим и составляет 5,2%, 7,9% и 11,4% в семенах гороха, бобов обыкновенных и люпина белого, соответственно. Таким образом, эта клетчатка также относится к категории антипитательных факторов, на которые важно обратить внимание, в частности, в случае молодых моногастрических сельскохозяйственных животных, таких как цыплята, поросята и рыба, а также в случае молодых домашних питомцев, таких как собаки и кошки.

Мало того, что эта клетчатка характеризуется низкой усвояемостью, но она также способствует меньшей усвояемости белка и других питательных веществ, так как действует как "укрытие" для пищеварительных ферментов животных, ограничивая их доступность, и как комок в кишечнике, ограничивая потребление питательных веществ.

В итоге, на основании указанного выше следует принимать во внимание совокупность антипитательных факторов, присутствующих в богатых белком семенах, для того, чтобы перейти к более ограниченному использованию этих семян в рационах моногастрических животных и в сторону улучшения их пищевой и метаболической ценности.

Техническая проблема, требующая разрешения.

Ограничения к использованию богатых белком семян для кормления животных отличаются разнообразием и связаны с техническими и экономическими барьерами.

С технической точки зрения задача заключается в снижении влияния антипитательных факторов и в улучшении показателей усвояемости энергии и белка из этих семян.

И с экономической точки зрения, на сегодняшний день ни одно техническое осуществление не преуспело в решении задачи обеспечения экономической целесообразности, ввиду существования примеров лишь крайне недостаточно разработанного использования богатых белком семян для моногастрических животных, как в традиционных, так и в биологических системах земледелия.

Существуют два основных подхода к улучшению пищевой ценности богатых белком семян: селекция растений и технологии обработки семян.

Например, с точки зрения селекции сортов, по некоторым антипитательным факторам уже был применен этот подход, для некоторых сортов успешно, то есть с применением этих сортов фермерами: это относится, в частности, к таннинам в горохе, вицинам и конвизицам в бобах обыкновенных и алкалоидам в люпинах.

Однако в случае многих антипитательных факторов, присутствующих в этих видах растений, важность генетического подхода для данной области еще не доказана. Кроме того, сорта, "обедненные" по некоторым антипитательным факторам, представляют собой малопродуктивные сорта.

Параллельно с работой по селекции сортов в отношении антипитательных факторов были испытаны многие технологические способы, направленные на уменьшение содержания или устранение антипитательных факторов и/или улучшение показателей пищевой ценности и усвояемости семян.

Разные способы, испытанные к настоящему времени, относятся к механическим, или термическим, или термомеханическим, или ферментативным подходам.

Следует отметить, что представленные в литературных источниках данные, касающиеся технологических способов обработки богатых белком семян, являются очень разнородными, неполными, не очень информативными и чаще всего устаревшими.

Во многих опубликованных работах пытались сравнивать одну технологию, в которой применяли необработанный контроль, или другие технологии друг с другом методом парного сравнения или с использо-

ванием зачастую разных методов оценки *in vitro* и/или исследований *in vivo* в различных условиях.

Более того, отдельные результаты, описанные в литературе, устаревают и не успевают за изменениями в технологии, произошедшими за последние 30 лет: и в них представлены только сравнения технологий без реального учета оптимизации этих технологий или, более того, комбинирований технологий.

По этой причине текущая литература не позволяет никаким образом сделать четкие выводы относительно технологий и соответствующих параметров, которые необходимо использовать, в частности, для промышленного применения.

С другой стороны, исследования *in vivo*, которые, как правило, довольно старые, в основном проведены на животных, характеризующихся менее продуктивной генетикой, и с использованием продуктов питания, менее адаптированных к современным системам питания.

Фактически, генетический метод селекции животных, для которых показатель потребления кормов увеличивается в среднем на 2,5% в год, проводится для мирового производства с использованием кормов на основе маиса и сои, которые применяются традиционно (Schmidt и др., 2009; Zuidhof и др., 2014).

Это не позволяет получить оптимальную дополнительную ценность в случае более разнообразных видов сырья в качестве источников энергии и белка, таких как богатые белком семена.

Следовательно, влияние антипитательных факторов (ANF), сортов растений и технологий вероятно может возрасти благодаря существующим в настоящее время животным моделям оценки *in vivo*. Поэтому в такой ситуации сейчас становится все труднее демонстрировать хорошие результаты при использовании богатых белком семян.

Именно в этом смысле, несмотря на то что многие методы технологической обработки были опробованы в прошлом, некоторые из них заслуживают пересмотра в нынешних технических и экономических условиях.

Главными методами обработки, протестированными к настоящему времени на указанных богатых белком семенах, являются приведенные далее.

Методы механической обработки.

Применение "классических" методов механической обработки (измельчения, микронизации) вызывает разрушение первоначальной структуры семян в результате разрушения клеточных стенок и крахмальных гранул. Применение этих методов позволяет осуществить разделение на более мелкие частицы посредством грубого измельчения (до частиц размером 5 мм) или тонкого измельчения (размер ячеек 2-3 мм), т.е. посредством дробления, разрыва (с использованием молотковой мельницы) или применения усилия сдвига (с использованием ножевой мельницы или вальцово-мельницы).

Размер получаемых частиц и степень их разрушения определяют степень воздействия пищеварительных агентов (микроорганизмов рубца или ферментов кишечника) на биохимические компоненты и, следовательно, на скорость их расщепления. Структура ткани в значительной степени сохраняется. Однако, измельчение с использованием размера ячейки 3 мм или даже 1 мм с последующей агломерацией разрушает структуру ткани.

Несмотря на то, что усвояемость, особенно в случае микронизации, может быть улучшена путем повышения усвояемости крахмала (у свиней и домашней птицы) и белка (только у свиней, у домашней птицы изменений не обнаружено), никакого воздействия на антипитательные факторы не обнаружено.

В результате лущения/удаления кожуры, от семени отделяется шелуха или кожура, которая содержит исключительно целлюлозу, клетчатку, некоторые антипитательные факторы и примеси.

Лущение представляет собой метод механического отделения зерна от кожуры, наиболее часто используемый для семян гороха, бобов обыкновенных и соевых бобов. Задача заключается в снижении содержания целлюлозы с целью обогащения сырья и улучшения извлечения семян путем устранения некоторых ANF, присутствующих в оболочке, таких как танины.

Лущение заключается в удалении пленки (тонкой оболочки), находящейся вокруг зерна, и имеет те же преимущества, что и удаление кожуры.

В результате выполнения этих двух способов повышается концентрация некоторых питательных веществ, таких как белок и жир, и отделяется только часть ANF, содержащаяся в этих пленках.

Методы термической обработки.

Методы термической обработки включают гранулирование, обжаривание, расслаивание и автоклавирование: воздействие тепла сочетается с воздействием внешнего увлажнения, используемого в форме воды или пара, при пониженном давлении (длительная влажная варка при умеренной температуре). Эффект обжаривания и автоклавирования может превосходить эффект от расслаивания и гранулирования.

Такие процессы могут оказывать более или менее важное положительное влияние, в частности, на энергетическую ценность, но не получили широкого распространения в изготовлении кормов для животных из-за отсутствия рентабельности.

Что касается запекания и "струйной очистки", сухой и непродолжительной варки при очень высоких температурах с использованием тепла, передаваемого посредством теплопроводности, конвекции и излучения, то никаких доказательств эффективности к настоящему времени не продемонстрировано. Действительно, применение этого способа практически не изменяет гранулометрический состав и, таким образом, целостность тканей семени.

Методы термомеханической обработки.

Экструзия с пропариванием представляет собой сложную процедуру, которая эквивалентна нескольким типовым процессам: перемешиванию, пропариванию и приданию формы. Каждая из этих процедур может быть оптимизирована в зависимости от подлежащего обработке вещества и получаемого продукта посредством соответствующего выбора параметров управления установкой.

Приводимое в движение шнеками, данное вещество подвергается в течение очень короткого промежутка времени (20-60 с) действию высоких температур (100-200°C), высоких давлений (50-150 бар (5-15 МПа)) и более или менее интенсивному усилию сдвига. Под действием этих физических параметров вещество претерпевает физико-химические изменения и гомогенизацию. В результате выхода через головку ему придается окончательная форма. Резкое падение давления во время экструзии вызывает незамедлительное выпаривание присутствующей воды, что может привести к характерному расширению продукта.

Первые варочные экструдеры были одношнековыми. Оборудованием второго поколения являются двухшнековые устройства (с двумя расположенными параллельно, тангенциально или работающими навстречу друг другу шнеками, вращающимися в одном и том же направлении или в противоположных направлениях); они являются более гибкими в применении и позволяют, в частности, работать с большей равномерностью.

Этот способ экструзии с пропариванием позволяет осуществить разрушение части ANF и улучшает усвояемость семян, но результаты остаются вариабельными и не всегда воспроизводимыми, если не контролировать многие используемые параметры (тип устройства (одношнековое/двухшнековое), механические ограничения (тип шнека, замок, скорость, головка и т.д.), связанные с нагреванием ограничения (вода, пар, продолжительность и т.д.), связанные с выходом продукта ограничения (головка для тонких порошков, крокетов и т.д.).

Однако, для большинства культур с высоким содержанием белка применение термомеханических способов не очень известно, и их еще предстоит разработать.

Методы обработки ферментами.

Все животные секретируют ферменты с целью переваривания пищи. Однако, пищеварительный процесс у животных эффективен не на 100%. Например, свиньи и домашняя птица не переваривают от 15 до 25% потребляемой ими пищи. Введение экзогенных ферментов в состав корма для животных, в особенности ферментов моногастричных животных, улучшает усвояемость крахмалов, белков, клетчатки и минеральных веществ. Участие таких ферментов позволяет улучшить показатели роста и уменьшить количество выделяемых в окружающую среду отходов.

Добавление ферментов выполняют, используя выделенный имеющийся в продаже фермент, отобранный по нескольким видам ферментативной активности. В исследованиях показана заинтересованность в этом методе как пути улучшения пищевой ценности культур с высоким содержанием белка, однако этот метод оказался экономически нецелесообразным.

Методы технологической обработки и желатинизация крахмала, денатурация белка и доступность жира для усвоения.

Температура, давление и влажность оказывают влияние на компоненты пищи. Для многих процессов температура является одним из факторов, который способствует дальнейшему разрушению структуры крахмала (Pan и др., 2017; Wang и др., 2016a; Zhang и др., 2014). Тем не менее, если температура нагревания остается неизменной, то в равной степени важную роль в разрушении структур и повышении усвояемости крахмала играют содержание воды или давление (Wang и др., 2017b). Однако, важно учитывать все эти параметры, поскольку одни и те же эффекты, такие как денатурация белка, желатинизация крахмала и реакции взаимодействия с участием крахмала, могут быть получены при разных сочетаниях этих параметров. Например, в крайнем случае желатинизация может быть проведена при комнатной температуре путем обработки под гидростатическим давлением. При постоянных значениях температуры и продолжительности обработки степень желатинизации возрастает при повышении давления. Чем выше температура, тем ниже должно быть давление для полного завершения желатинизации. При постоянных значениях температуры и давления степень желатинизации возрастает при увеличении продолжительности обработки.

Хорошим примером является процесс желатинизации крахмала, который соответствует переходу матрикса из твердого или гранулообразного состояния в стеклообразное состояние, а затем в жидкое состояние (Cui и др., 2003). Такой переход в разные состояния зависит от технологических параметров, таких как давление, температура, время и содержание воды. Температура стеклования может быть разной в зависимости от условий влажности и давления. На этом уровне матрикс претерпевает изменение от твердого состояния к подвижному каучукоподобному состоянию (Keetels, 1995; Behnke, 2001). Аналогичным образом, температура плавления при переходе от стеклообразного к жидкому состоянию также зависит от условий влажности и давления. При этой температуре матрикс становится жидким (Keetels, 1995). Степень превращения зависит главным образом от продолжительности и скорости нагревания (Mariotti и др., 2005; Wang & Copeland, 2013). Промежуток времени, в течение которого поддерживаются эти технологические параметры, приводит к полному превращению матрикса. Следует отметить, что

желатинизация происходит в тех частях данного матрикса, где содержание воды оказывается достаточно высоким (Hoseney, 1994).

Технологические параметры, применяемые в процессе обработки, будут индуцировать физико-химические изменения, такие как желатинизация крахмала или денатурация белка. И наконец, питательные вещества могут взаимодействовать друг с другом, включая такие сложные модификации, как реакции Майяра (Svihus, 2006), или полимеризоваться друг с другом с образованием новой структуры (Svihus и др., 2005).

Желатинизация крахмала и денатурация белка модифицируют структуры и, таким образом, свойства матриксов. Поэтому значения вязкости нативного матрикса и обработанного матрикса отличаются. Эти модификации положительно влияют на усвояемость питательных веществ животным (Champ и Colonna, 1993). При изучении желатинизации крахмала под давлением было продемонстрировано улучшение расщепляемости обработанного крахмала под действием ферментов (Hayashi и Hayashida, 1989).

Доступность жира для усвоения (FA) при использовании липид-содержащих семян представляет собой параметр, который необходимо регулировать, чтобы повысить его значение для животного, и тем более, что они (семена) являются обогащенными по нему. Технологические способы обработки семян с использованием механических и температурных воздействий способствуют разрыву клеточных стенок и плазматических мембран, что приводит к большему уровню высвобождения жира, содержащегося в липидных вакуолях. Таким образом, применение адаптированных методов технологической обработки позволяет максимально усилить такое высвобождение жира. Интерес в последнем для животного связан с улучшением усвояемости липидов (Noblet и др., 2008) и с эффективностью отложения пищевых жирных кислот у свиней (Chesneau и др., 2009), а также с биогидрогенизацией *in vitro* жирных кислот для молочных коров (Enjalbert и др., 2008).

Методы обработки, применяемые лицами, работающими в животноводстве. Результаты наблюдений, полученные в современных занимающихся селекцией организациях, основываются на том, что:

1 - выведенные сорта не имеют своих собственных характеристик с точки зрения пищевого состава кроме агротехнических характеристик;

2 - технологические способы применения семян в селекции являются базовыми, поскольку они включают только методы обработки в виде механического дробления или даже удаления кожуры в случае использования для лососевых, методы термической обработки с целью гранулирования и обжаривания и уникальные методы обработки в виде термомеханической проварки и экструзии.

Действительно, только эти представленные виды применения являются в настоящее время базовыми и поэтому недостаточно разработанными, что объясняется отсутствием технической и экономической эффективности.

В итоге, при использовании генетических подходов могут быть выдвинуты некоторые нормативно-технические ограничения в отношении применения культур с высоким содержанием белка в пище, например, в отношении некоторых антипитательных факторов, таких как антитриптические факторы, танины, вициин и конвицин, в частности.

Другие ограничения могут быть обусловлены такими способами обработки, как удаление кожуры с целью избавления от танинов, содержащихся в оболочке, или способы термической обработки, которые в некоторых условиях могут устранить некоторые термочувствительные антипитательные факторы.

И наконец, механические способы, такие как измельчение, помогают улучшить пищевую ценность семян так же, как и способы термической обработки, такие как обжаривание и гранулирование, или термомеханические способы, такие как экструзия с пропариванием, или ферментативные способы, как например, добавление ферментов.

Поэтому по отдельности, каждый из этих путей: генетическая селекция или технологические способы, о которых сообщается в литературе, предлагает хорошо известные направления для улучшения, связанного с ограничением или устранением антипитательных факторов, с одной стороны, и/или для улучшения значений усвояемости/расщепляемости семян, с другой стороны, но ни один из них не является в достаточной степени технически завершенным и экономически предпочтительным с точки зрения технической и экономической ценности, что показано отсутствием широко распространенной практической реализации в данной области техники.

Исторически, на рынке, где выбор источников растительного белка, присутствующих в рационах животных, основывается по существу на экономических критериях, место богатых белком семян в связи с существующими ограничениями было сведено на нет при очевидном преимуществе, в первую очередь, соевой муки и, во вторую очередь, рапсового семени и подсолнечного жмыха, и даже синтетических аминокислот.

На новом рынке, где существует тенденция не только производить мясо или яйца по конкурентно-способной цене, но также соответствовать пожеланиям потребителей, склонных к получению большей возможности контроля за изготовлением и большей доступности продукции, задача безусловно состоит в том, чтобы иметь конкурентноспособные источники белка, а также источники белка, которые являются продукцией местного производства и могут быть проконтролированы.

Таким образом, культуры люпина, бобов обыкновенных и гороха характеризуются многочисленными

агротехническими преимуществами и экологическими выгодами, обеспечивая хорошо известные экосистемные услуги и признание производителями и потребителями как представляющие интерес культуры.

Для успешного повторного внесения культур с высоким содержанием белка в почву и кормушки экологически безопасным образом существуют благоприятные ситуативные моменты: "политические" меры поощрения (план оказания помощи по использованию культур с высоким содержанием белка, план "EsoPHYIO", помощь в плане инновационного развития и т.д.), агротехнические преимущества (урожайность высеваемых вслед зерновых культур, использование меньшего количества ресурсов и т.д.), возможные ответы на многие агротехнические (автономия по производству кормовых белков, экономическая обоснованность и т.д.) и социальные (организация местного производства, не использование ГМО, использование не содержащего сою сырья, биологическое разнообразие, окружающая среда и т.д.) пожелания.

Однако таких благоприятных условий недостаточно для расширения области применения в пределах метрополии масличных культур и культур с высоким содержанием белка, если системы производства продуктов растениеводства и животноводства во Франции не являются технически обоснованными и экономически целесообразными. Поэтому это расширение должно сопровождаться разработкой новых технических и экономически эффективных технологий, чтобы обеспечить наилучшие решения для сельского хозяйства и животноводства.

Доказательство этого следует искать только в методах технологической обработки, применяемых в настоящее время экономическими участниками в животноводческом секторе. Данное замечание основывается на неоптимальном применении методов технологической обработки в сегодняшнем животноводческом секторе. Как указано ранее, технологические способы применения семян в сельском хозяйстве включают только методы обработки в виде механического дробления или даже удаления кожуры в случае использования для лососевых, только методы термической обработки с целью гранулирования и обжаривания и уникальные методы обработки в виде термомеханической проварки и экструзии.

Действительно, только эти представленные виды применения для кормления моногастричных животных являются в настоящее время базовыми и поэтому недостаточно разработанными, что объясняется отсутствием технической и экономической эффективности. Кроме того, они не действуют как дополнение к генетическому подходу.

Таким образом, в настоящее время существует неразрешенная потребность в разработке способа обработки культур с высоким содержанием белка, который позволит избежать многих недостатков, подробно описанных выше, посредством сочетания разных подходов, объединенных таким образом, что они создают синергетический эффект.

Кроме того, помимо оценки этих способов в плане их применения для животных, имеется заинтересованность в применении данных методов для оценки качества технологической обработки с точки зрения их потенциала для животных.

В этой связи понятно, что для качественной оценки способов, относящихся к основным питательным компонентам крахмалу, белку, жиру, отобраны некоторые методы, и они представлены ниже.

Метод оценки степени желатинизации крахмала или деструкции крахмала.

Структура крахмалов изменяется от природной структуры к желатинизированной и затем к новой структуре в ходе превращения в зависимости от температуры, давления, влажности и продолжительности обработки. И хотя желатинизированная структура подвержена атакам амилазы, и новая структура, и природная структура устойчивы к действию амилазы.

Степень желатинизации крахмала в богатых белком семенах определяли в соответствии с методологией, описанной Chiang и Johnson (1977). В основе этого метода лежит повышение восприимчивости к действию ферментов, т.е. способности крупы желатинизированного крахмала гидролизаться с большей легкостью, чем крупы нативного крахмала. Кратко, общий крахмал гидролизуют под действием амилоглюкозидазы в специфических условиях, согласно которым осуществляется гидролиз только желатинизированного крахмала. Чтобы определить его долю, выполняют определение общего крахмала в соответствии со стандартным методом с использованием ферментов (AFNOR (Французская ассоциация по стандартизации; от франц. Association Francaise de NORmalization), 2005), и это значение служит в качестве базового значения.

Метод оценки солюбилизации белков.

Методы технологической обработки, применяемые к богатым белком семенам, по всей вероятности в определенных условиях приводят к денатурации белков. Такая денатурация проявляется в образовании новых связей между полипептидными цепями (посредством перекрестного сшивания), что приводит к их агрегации и нерастворимости. Образованные связи, обычно затрагивающие остатки лизина и глутаминовой кислоты, устойчивы к ферментативному гидролизу. Такая нерастворимость или меньшая степень солюбилизации белка представляет интерес в области изготовления кормов для животных. Например, снижается аллергенность в результате разрушения некоторых эпитопов (Toullec и др., 1992) и ограничивается процесс разрушения белков у жвачных животных (Benchaag и др., 1992).

Определение растворимости белка проводят путем солюбилизации белков в буферных растворах с разными значениями pH: соответствующими кислот, нейтральной, щелочной областям. После определения содержания белка (методом Кьельдаля) в сырье и белков в разных буферных растворах, оценивают

материальный баланс, чтобы определить долю солубилизованного белка.

Метод оценки доступности жира для усвоения.

Эта собственная методика авторов изобретения основана на оценке доли жира, экстрагированного в растворитель по прошествии заданного промежутка времени. Целью этого анализа является имитация постепенного и постадийного высвобождения жира в разных отделах пищеварительного тракта животных. Кратко, данный анализ проводят за четыре следующие стадии:

подготовка сырья: стадия заключается в грубом измельчении с целью получения смеси неоднородного гранулометрического состава, как в случае измельчения, проводимого в промышленности при производстве кормов для животных;

экстрагирование жира: стадия заключается в приведении предварительно взвешенного сырья в контакт с применяемым для экстрагирования растворителем (например, петролейным эфиром) при регулируемом перемешивании в течение предварительно заданного промежутка времени, в данном случае в течение 10 мин. Также возможно проведение этой фазы экстракции в течение разных промежутков времени, что дает возможность составить представление о кинетике высвобождения жира;

разделение твердого вещества/жидкости фильтрованием: эта стадия заключается в фильтровании измельченного вещества, растворенного в растворителе, с целью извлечения только жидкой фазы, в сухую и предварительно тарированную колбу;

удаление растворителя из экстракта и взвешивание сухого остатка: стадия заключается в выпаривании растворителя, в котором растворен жир. После выпаривания, сушки и охлаждения будет проведено взвешивание колбы. Этот цикл повторяют до получения постоянной массы.

Таким образом, можно охарактеризовать семена по FA, значения чего зависят от условий технологического процесса.

Этот высвободившийся жир, известный как доступный для усвоения, поскольку является быстро усвояемым, будет всасываться через стенку кишечника. Абсорбированный таким образом, он может быть использован животным для своего собственного метаболизма.

В качестве дополнительного и инновационного метода оценки авторы изобретения также выбрали прямой и опосредованный методы образования комплексов белков с углеводами.

Метод оценки расщепляемости белка (ED1).

Расщепляемость белка под действием ферментов (ED1) в богатых белком семенах измеряли согласно Aufreere и др. (1989, 1991). Кратко, образец подвергали гидролизу под действием протеазы в борат-фосфатном буфере при pH 8 и 40°C в течение 1 ч. Определение отщепляемого азота проводят с использованием супернатанта и с отнесением к общему количеству азота в образце.

Метод оценки N-ε-карбоксиметиллизина (СМИ и общего лизина; уровни CML и лизина определяли, используя метод Niquet-Leridon и Tessier (2011). В итоге осуществляют восстановление и затем гидролиз каждого образца в кислой среде, после чего анализируют посредством высокоэффективной жидкостной хроматографии (HPLC) в сочетании с детекцией тандемной масс-спектрометрией (MS/MS). Любые влияния, обусловленные матрицей, корректируют посредством добавления внутреннего стандарта, стабильного изотопа CML (CML-D<sup>2</sup>) и лизина (лизин-<sup>15</sup>N<sub>2</sub>).

В дополнение к этому, нагревание белков в присутствии редуцирующих сахаров (фруктозы, лактозы и т.д.) приводит к образованию многочисленных сложных полимеров, содержащих лизин. Эта реакция, называемая реакцией неферментативного потемнения или реакцией Майяра, также вносит вклад в снижение усвояемости белков.

Метод оценки содержания акриламида.

Акриламид представляет собой общее название для 2-пропенамида (амида акриловой кислоты) эмпирической формулы C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>NO. Акриламид может образовываться, в частности, в процессе пропаривания при высокой температуре богатыми углеводами (крахмалом, сахарами) и белком сырья, которое взаимодействует с аспарагином (в реакции Майяра). По-видимому, на образование акриламида сильное влияние оказывает температура пропаривания, содержание воды в пище и процесс "потемнения" или "карбонизации" продуктов. Акриламид образуется в процессе пропаривания при температурах 120°C или выше.

Кратко, акриламид в образце экстрагируют в воду путем перемешивания и затем, после центрифугирования и извлечения супернатанта, очищают на картридже для твердофазной экстракции (SPE) и далее выполняют количественное определение с использованием сочетания методов UPLC (сверхэффективная жидкостная хроматография) и MS/MS в режиме мониторинга множественных реакций (MRM).

Современное состояние техники в области изобретения представлено следующими документами:

Jezierny D. et al.: "The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review", ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY, vol. 157, № 3-4, 11 мая 2010 г., страницы 111-128, XP027006418, ISSN: 0377-8401 (D1);

Patricio Saez et al.: "Effects of decoating, steam-cooking and microwave-irradiation on digestive value of white lupin (*Lupinus albus*) seed meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*)", ARCHIVES OF ANIMAL NUTRITION, vol. 69, № 2, 4 марта 2015 г. (D2);

FR 3040588 A1 (D3);

Francesco Masoero et al.: "Effect of extrusion, expansion and toasting on the nutritional value of peas, fava

beans and lupins", ITALIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, vol. 4, № 2, 1 января 2005 г. (D4). D1 представляет собой подобие "каталога" независимых методов обработки для богатых белком семян. В данной статье обсуждается возможность снижения уровня антипитательных факторов с использованием метода селекции или с использованием методов, известных per se, таких как методы физической обработки.

D2 касается обработки только единственного семени (*Lupinus albus*) путем удаления кожуры, пропаривания и обработки микроволнами.

D3 относится к способу обработки семян, включающему в себя стадию прорастания семян.

D4 имеет отношение к влиянию экструзии, расширения и запекания на пищевую ценность некоторых богатых белком семян.

#### Краткое описание сущности изобретения

Таким образом, настоящее изобретение относится к способу обработки богатых белком семян для повышения их ценности в качестве продуктов питания, в частности, для животных, причем эти семена выбраны по меньшей мере из одного из следующих семян: боба обыкновенного (*Vicia faba* L.), гороха (*Pisum sativum* L.), люпина белого (*Lupinus albus* L.), люпина синего (*Lupinus angustifolius* L.) и люпина желтого (*Lupinus luteus* L.), отличающемся тем, что он включает приведенные ниже последовательные стадии.

а) Использование семян по меньшей мере одного из вышеупомянутых видов растений при условии, что они имеют значение содержания белка, и/или содержания крахмала, и/или содержания жира, превышающее или равное значениям, указанным в приведенной ниже таблице.

Питательные соединения	Содержание, превышающее		
	Белок (г/100 г DM)	Крахмал (г/100 г DM)	Жир (г/100 г DM)
Боб обыкновенный <i>Vicia faba</i> L.	28	39	
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	22	45	
Люпин белый <i>Lupinus albus</i> L.	35		8
Люпин синий <i>Lupinus angustifolius</i> L.	31		5,5
Люпин желтый <i>Lupinus luteus</i> L.	38		5,0

И по меньшей мере одно из соединений, выбранное из следующей группы: антипитательный фактор (ANF), неочищенная целлюлоза, нейтрально-детергентная клетчатка (NDF), присутствует на уровне, ниже уровня, указанного в приведенной ниже таблице.

Вид	ANF/неочищенная целлюлоза/NDF	Содержание ниже, чем
		(г/100 г DM)
Боб обыкновенный <i>Vicia faba</i> L.	Таннины	0,3
	Вицин, конвицин	0,5
	Альфа-галактозиды	2,5
	Неочищенная целлюлоза	10
	NDF	18
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Таннины	0,01
	Альфа-галактозиды	5
	Неочищенная целлюлоза	7,5
	NDF	18
Люпин белый <i>Lupinus albus</i> L.	Алкалоиды	0,1
	Альфа-галактозиды	10
	Неочищенная целлюлоза	16
	NDF	25
Люпин синий <i>Lupinus angustifolius</i> L.	Алкалоиды	0,2
	Альфа-галактозиды	9

	Неочищенная целлюлоза	18
	NDF	29
Люпин желтый <i>Lupinus luteus</i> L.	Алкалоиды	0,3
	Альфа-галактозиды	12
	Неочищенная целлюлоза	18
	NDF	29

б) Подвержение давлению семян со стадии а) в течение более 10 с при минимальном давлении 10 бар (1000 кПа) до тех пор, пока не будет достигнута температура выше 80°C;

и/или

б1) нагревание семян в течение минимум 15 мин, предпочтительно от 30 мин до 2 ч, при температуре, превышающей 80°C, предпочтительно в диапазоне от 90 до 150°C.

Согласно другим неограничивающим и предпочтительным характеристикам по изобретению:

после осуществления указанной стадии а) их подвергают фракционированию;

после осуществления указанной стадии а), в которой используются семена разных видов и/или с разным содержанием белка, крахмала, жира, антипитательного фактора, неочищенной целлюлозы или нейтрально-детергентной клетчатки (NDF), их перемешивали и фракционировали или фракционировали, а затем перемешивали;

перед стадией б), стадию подготовительной термической обработки семян осуществляют с использованием пара и/или жидкости на водной основе до тех пор, пока не будут достигнуты значения температуры в диапазоне от 30 до 90°C и влажности более 12%, предпочтительно 15%, в течение периода времени более 2 мин, предпочтительно 15 мин;

стадию подготовительной термической обработки осуществляют в присутствии по меньшей мере одного экзогенного фермента, идентифицированного среди следующих семейств: арабинофуранозидаз, бета-глюканаз, целлюлаз, глюкоамилаз, пектиназ, пектин-метилэстераз, фитаз, протеаз, ксиланаз и, предпочтительно, ксиланаз, бета-глюканаз и пектиназ, при этом указанный экзогенный фермент добавляют к семенам или к смеси заранее;

на стадии подготовительной термической обработки в присутствии экзогенного фермента значение влажности устанавливают на уровне более 15%, предпочтительно 25%, и меньшей мере 15 мин в течение по меньшей мере 15 мин, предпочтительно 60 мин;

при выполнении указанной стадии подготовительной термической обработки смесь перемешивают;

когда выполняют перемешивание, а затем фракционирование, то новое перемешивание осуществляют после фракционирования;

указанное фракционирование продолжают до тех пор, пока по меньшей мере 90% указанных семян не будут иметь размер частиц меньше 2000 мкм, предпочтительно меньше 1500 мкм;

указанную стадию б1) осуществляют, используя указанную смесь;

стадия б) или б1) будет остановлена, если уровень по меньшей мере одного из антипитательных факторов, перечисленных в приведенной ниже таблице, будет меньше уровня, также указанного ниже.

Вид	Природа антипитательных факторов	Содержание ниже, чем
Боб обыкновенный <i>Vicia faba</i> L.	Лектины (г/100 г сырья)	0,10
	Антитриптические факторы (TIU/мг сырья)	1,5
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Лектины (г/100 г сырья)	0,10
	Антитриптические факторы (TIU/мг сырья)	1,5

После стадии а) семена подвергают процессу лущения и/или удаления кожуры;

после указанной стадии а) или после указанной стадии лущения и/или удаления кожуры осуществляют специальное фракционирование и разделение указанных семян в соответствии с критерием, выбранным из размера, массы, формы, плотности, аэродинамического, колориметрического или электростатического параметра;

после стадии а) или перед ней указанные семена сортируют в соответствии с критерием, выбранным из размера, массы, формы, плотности, аэродинамического, колориметрического или электростатического параметра;

с указанными семенами перемешивают по меньшей мере один из других видов сырья, выбранных из группы, состоящей из масличных культур и их сопродуктов, масел, сопродуктов богатых белком се-

мян, зерновых культур и их сопродуктов, источников простых и сложных углеводов и жмыха масличных семян;

указанное сырье представляет собой источник липидов, предпочтительно масличное семя; способ включает окончательную стадию, в ходе которой указанные семена охлаждаются.

#### Подробное описание изобретения

Для обоснования настоящего изобретения выполняли тестирование усвояемости на заданных видах моногастрических животных, среди которых были выбраны цыплята, петух, свинья и рыба.

Оценку проводили по следующим параметрам:

использование энергии, в основе чего лежит применение разных подходов в зависимости от конкретного вида: по обменной энергии (МЕ) в случае домашней птицы, по коэффициенту усвояемости (DUC) энергии в случае свиней, коэффициенту истинной усвояемости (DUCa) энергии в случае рыб;

использование белка, в основе чего лежит определение коэффициента усвояемости белка.

Кроме того, на тех же видах, а именно, цыплятах, курах-несушках, свиньях и рыбах, проводили тесты на зоотехнические показатели производства.

В этом случае цель заключается в том, чтобы либо продемонстрировать более высокие показатели роста и/или яйценоскости, либо проверить, идентичны ли показатели роста и/или яйценоскости таковым для контроля, при условии, что значения пищевой ценности продукта, полученного согласно изобретению, происходят из значений, определенных заранее путем тестирования усвояемости.

Способ по настоящему изобретению включает комбинацию приведенных далее стадий.

Стадия а): использование конкретных семян

Рассмотрим случай использования по меньшей мере одного богатого белком семени, подготовленного специально благодаря тому, что оно имеет высокое содержание по меньшей мере одного (1) питательного компонента, предпочтительно двух (2), трех (3) или даже четырех (4), выбранного(ых) из белка, крахмала или жира, и низкое содержание по меньшей мере одного термостабильного антипитательного фактора или питательного компонента с низкой ценностью, такого как неочищенная целлюлоза или нейтрально-детергентная клетчатка (NDF).

Семена с высоким содержанием белка, крахмала и жира рассматриваются как семена, содержащие белок, крахмал и жир в высоких количествах, если их содержание равно или превышает приведенные ниже пороговые значения (правый столбец).

Вид	Питательные соединения	Диапазон изменения		Семя с высоким содержанием (г/кг DM)
		Минимум	Максимум	
Боб обыкновенный <i>Vicia faba</i> L.	TN	25%	33%	> 28%
	КРАХМАЛ	32%	49%	> 39%
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	TN	19%	27%	> 22%
	КРАХМАЛ	41%	58%	> 45%
Люпин белый <i>Lupinus albus</i> L.	TN	32%	40%	> 35%
	MG	8%	12%	> 8%
Люпин синий <i>Lupinus angustifolius</i> L.	TN	26%	44%	> 31%
	MG	4%	8%	> 5,5%
Люпин желтый <i>Lupinus luteus</i> L.	TN	34%	46%	> 38%
	MG	3%	7%	> 5%

В действительности, предпочтительно используют семена, самые богатые по белку и/или энергии (по крахмалу, в особенности в случае семени бобов обыкновенных, *Vicia faba* L.; или семени гороха, *Pisum sativum* L.; и по липидам в случае семени люпина белого, *Lupinus albus* L.; или семени люпина синего, *Lupinus angustifolius* L.; или семени люпина желтого, *Lupinus luteus* L.), чтобы сделать данный способ более конкурентноспособным с технической и экономической точки зрения; это объясняется не только количеством представляющих интерес питательных веществ, но также и положительным взаимовлиянием на уровне биохимических реакций, протекающих в ходе осуществления технологического процесса (синергетический эффект).

Семена с низким содержанием термостабильного ANF или питательного компонента с низкой ценностью рассматриваются как семена, содержащие термостабильный ANF или питательный компонент с низкой ценностью в небольших количествах, если их содержание меньше приведенных ниже пороговых значений (правый столбец).

Вид	Питательные соединения	Диапазон изменения (г/100 г DM)		Семена с низким содержанием (г/100 г DM)
		Минимум	Максимум	
Боб обыкновенный <i>Vicia faba</i> L.	Таннины	0,01	1,25	< 0,30
	Вицин, конвицин	0,03	2,00	< 0,50
	Альфа-галактозиды	1,00	6,20	< 2,50
	Неочищенная целлюлоза	7,00	12,00	< 10
	NDF	12,40	22,10	< 18
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Таннины	0,00	0,74	< 0,01
	Альфа-галактозиды	2,30	11,30	< 5
	Неочищенная целлюлоза	3,70	8,50	< 7,5
	NDF	9,00	22,00	< 18
Люпин белый <i>Lupinus albus</i> L.	Алкалоиды	0,01	3,00	< 0,1
	Альфа-галактозиды	6,00	14,00	< 10
	Неочищенная целлюлоза	13,60	28,10	< 16
	NDF	20,50	35,20	< 25
Люпин синий <i>Lupinus angustifolius</i> L.	Алкалоиды	0,01	3,00	< 0,2
	Альфа-галактозиды	6,00	14,00	< 9,0
	Неочищенная целлюлоза	13,60	28,10	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29
Люпин желтый <i>Lupinus luteus</i> L.	Алкалоиды	0,01	3,00	< 0,3
	Альфа-галактозиды	6	16	< 12,0
	Неочищенная целлюлоза	13,6	28,1	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29

DM означает "сухое вещество"

Вариабельность в составе семян существует в пределах одного и того же вида и обуславливается такими факторами, как сорт, маршрут культур, педоклиматические условия и так далее. Выбор богатых белком семян на основании их питательного качества оказывает влияние на промышленные технологические процессы, выполняемые в дальнейшем. Действительно, присутствие белков, крахмала и липидов в матриксах оказывает влияние на "пригодность для обработки" и поэтому на процесс превращения этих питательных веществ, особенно в анализах желатинизации крахмала, денатурации белка и доступности жира для усвоения, по которым, как известно, предсказывают возможность улучшения усвояемости. Уровни перехода из одного состояния в другое (твердое, стекловидное, жидкое) зависят от доли питательных веществ, упомянутых выше.

Таким образом, два семени одного и того же вида и разных составов будут, при гидротермически одинаковой обработке, реагировать по-разному; а именно, что конкретные семена, отобранные на 1-й стадии способа по изобретению, будут характеризоваться, по окончании той же гидротермической обработки, повышением показателей денатурации белков, желатинизации крахмала и содержания доступного для усвоения жира по сравнению с не отобранными семенами.

С другой точки зрения, для той же задачи, связанной с денатурацией белков, желатинизацией крахмала и доступностью жира для усвоения, в случае конкретной семян, прошедших селекцию на первой стадии по изобретению, потребуются проведение с ними технологического способа при более низких значениях температуры, давления, содержания воды и/или времени, т.е. более эффективного способа, поскольку он требует меньше технологических ограничений.

Кроме того, чем выше содержание крахмала и/или белка в семенах гороха и бобов обыкновенных и

содержание белка и/или жира в семени люпина, тем ниже количество клетчатки. Поэтому такое более низкое включение клетчатки, обладающей низкой ценностью для животного, приводит к более высокому уровню усвояемости, способствуя усвояемости белка и других питательных веществ. Такая клетчатка действует как "укрытие" для пищеварительных ферментов животных, ограничивая их доступность, и регламентирует перегруженность кишечника, что препятствует усвоению питательных веществ.

Стадия b): стадия термической обработки под давлением.

Эта стадия заключается в помещении семян в условия с минимальным давлением 10 бар (1000 кПа), предпочтительно 20 бар (2000 кПа), даже 30 бар (3000 кПа), на промежуток времени более 10 с, предпочтительно в диапазоне от 10 с до 2 мин, с целью достижения температуры выше 80°C, предпочтительно выше 100°C или даже в диапазоне от 100 до 150°C и в более предпочтительном случае даже в диапазоне от 110 до 140°C и без превышения 160°C; такая температура предпочтительно обеспечивается самонагреванием, обусловленным усилиями сдвига, трением и прессованием и, помимо этого, возможно за счет подвода тепла извне, посредством конвективного теплообмена (переносающей тепло жидкости, электрического сопротивления, электромагнитных полей и т.д.) или посредством добавления пара.

Неисчерпывающий список оборудования для термической обработки под давлением, с помощью которого можно выполнить эту стадию, приведен ниже: экструдер, варочный экструдер, экспандер, пресс.

И/или.

Стадия b1): стадия термической обработки без применения давления.

Эта стадия заключается в термической обработке без применения давления, продолжительность которой при этом увеличивают по сравнению со стадией b) таким образом, чтобы она составляла больше 15 мин, предпочтительно больше 30 мин или даже в диапазоне от 30 мин до 2 ч, а температура была выше 80°C, предпочтительно выше 90°C или даже находилась в диапазоне от 90 до 150°C. Таким же образом, соответствующим оборудованием для такой термической обработки без применения давления является, например, сушилка, установка для обжарки, термостатируемый шнек.

Цель этой стадии (этих стадий) b) и/или b1) заключается в снижении содержания термочувствительных антипитательных факторов и инактивации эндогенных и/или экзогенных ферментов с одновременным улучшением доступности энергии и/или белка и аминокислот, особенно в случае термической обработки под давлением.

И наконец, это позволяет, в случае необходимости, снизить влажность семян, которая не должна превышать 14% влажности, предпочтительно 12%, чтобы обеспечить хорошие условия для консервации смеси.

Один из способов характеристики эффективности этой стадии (этих стадий) b) и/или b1) заключается в оценке снижения содержания по меньшей мере одного термочувствительного антипитательного фактора, задачи чего представлены в приведенной ниже таблице.

Вид	Антипитательные факторы (ANF) по отношению к сырью	Диапазон изменения для семян с несниженным содержанием ANF		Семена со сниженным содержанием ANF
		Минимум	Максимум	
Боб обыкновенный <i>Vicia faba</i> L.	Лектины (г/100 г)	2,00	13,30	< 0,10
	Антитриптические факторы (TIU/мг)	1,90	10,00	< 1,50
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Лектины (г/100 г)	0,30	1,00	< 0,10
	Антитриптические факторы (TIU/мг)	1,70	15,00	< 1,50

TIU означает трипсин-ингибирующие единицы

Другой способ заключается в том, чтобы с учетом рассматриваемых семян оценить долю желатинизированного крахмала, чтобы она достигала минимального значения 50%, предпочтительно 65%, более предпочтительно 80% в случаях гороха и бобов обыкновенных; или долю белка, солубилизованного при основных значениях pH, чтобы она достигала максимального значения 55%, предпочтительно 40%, более предпочтительно 30% для гороха, бобов обыкновенных и люпина; или долю доступного для усвоения жира, чтобы она достигала минимального значения 40%, предпочтительно 50%, более предпочтительно 60% для люпина; или чтобы расщепляемость под действием ферментов через 1 ч достигала максимального значения 50%, предпочтительно 40%, более предпочтительно 30% для гороха и бобов обыкновенных и максимального значения 60%, предпочтительно 50%, более предпочтительно 40% для люпина; или в случае люпина, долю доступного для усвоения жира, чтобы она достигала минимального значения 40%; или оценить содержание соединений Майяра, таких как Ne-карбоксиметил-лизин (CML) или акриламид. Пороговыми значениями, которые не должны быть превышены, являются 0,020 г/кг су-

хого вещества, предпочтительно 0,018 г; более предпочтительно 0,015 г Nε-карбоксиметил-лизина для бобов обыкновенных и гороха, и 0,025 г/кг сухого вещества, предпочтительно 0,020 г; более предпочтительно 0,018 г Nε-карбоксиметил-лизина для люпина; и 110 г/кг сухого вещества, предпочтительно 90 г; более предпочтительно 70 г акриламида для бобов обыкновенных и гороха и 300 г/кг сухого вещества, предпочтительно 200 г; более предпочтительно 150 г акриламида для люпина.

<i>Критерии оценки</i>	<b>Боб обыкновен.</b> <i>Vicia faba L.</i>	<b>Горох</b> <i>Pisum sativum L.</i>	<b>Люпин</b> <i>Lupinus spp.</i>
Белок, солюбилизованный при основных значениях pH (%)	< 55%	< 55%	<55%
Желатинизированный крахмал (%)	> 50%	> 50%	-
ED1 (%)	< 50%	< 50%	< 60%
FA (%)	-	-	>40
CML (г/кг DM)	< 0,020	< 0,020	< 0,025
Акриламид (г/кг DM)	<110	<110	<300

Конечная стадия: охлаждение.

По окончании стадии термической обработки б) семена оказываются горячими. Поэтому, необходимо их охладить, чтобы снизить температуру семян после осуществления этого процесса до значения, при котором они могут оставаться стабильными во времени и, таким образом, могут быть защищены и сохранены в хорошем состоянии в плане питания до момента потребления.

Например, температура не должна превышать 30°C, быть выше температуры окружающей среды, предпочтительно должна составлять 20°C.

Предшествующие стадии способа по изобретению также могут быть выполнены выгодным образом, в первую очередь, с учетом элементов, описанных ниже.

Перемешивание и фракционирование семян.

Несмотря на то, что эта стадия не является обязательной к исполнению, эффективность способа повышается, если после стадии а) данного способа выполняют стадию фракционирования или даже перемешивания.

Эта стадия заключается в выборе по меньшей мере одной из технологий механического перемешивания, где имеются по меньшей мере два исходных вещества разной природы и/или разного качества, и/или одной из технологий механического фракционирования семян или смеси, отлаженных таким образом, что они позволяют, во-первых, приготовить гомогенную смесь богатых белком семян и любых дополнительных видов сырья и, во-вторых, разрушить семенную кожуру и ядра семян, чтобы сделать питательные вещества более доступными для пищеварительных ферментов и таким образом улучшить усвояемость семян.

Предпочтительным является предварительное перемешивание веществ перед фракционированием. Также можно сначала фракционировать вещества по отдельности и затем перемешивать их, а также можно выполнить две процедуры перемешивания, одну до фракционирования, а другую после него.

Простые и/или комбинированные механические воздействия, применяемые для выполнения этих процедур, могут быть выполнены посредством ударных воздействий, резания, прессования, усилия сдвига или истирания.

Для характеристики процесса фракционирования семян используют измерение размера частиц, при котором определяют размер частиц, получаемых в результате применения этого способа. Предпочтительно, чтобы максимальный размер у 90% частиц, получаемых с применением такого механического фракционирования, составлял меньше 2000 мкм и, более предпочтительно, меньше 1500 мкм.

Такого размера можно добиться, например, с использованием горизонтальной молотковой мельницы в соответствии с приведенными ниже параметрами:

для оборудования с производительностью 10 т/ч и мощностью двигателя 200 кВт, скоростью вращения 2800 об./мин и размером ячеек решетки 3 мм.

Такого размера также можно добиться с применением другого обычного оборудования, такого как молотковые и роликовые мельницы или дробилки, лопастные мельницы.

И наконец, существует другое технологическое оборудование, с использованием которого также может быть выполнена эта процедура: мельница с шлифовальным кругом, дисковая мельница, штифтовая мельница, мельница с режущей головкой, бисерная или шаровая мельница, мельница с лезвиями или маятниковая мельница, молотковая дробилка или ударная мельница и так далее.

Предварительная термическая обработка.

После стадии а) данного способа или стадии фракционирования и/или перемешивания, описанных

ранее, также выгодно приступить к стадии термической обработки.

Также важно помнить, что для этой стадии можно использовать семена после удаления с них кожуры и льняной жмых (другая предпочтительная стадия, описанная позже).

Эта стадия заключается в выборе технологии термической обработки с такими параметрами, чтобы они соответствовали приведенным далее стадиям и характеристикам.

Первый вариант: стадия подготовительной гидротермической обработки.

Эта стадия заключается в пропитке семян водяным паром и/или водой в жидком состоянии для того, чтобы для предварительно фракционированных семян достичь температуры от 30 до 90°C в течение периода времени больше 2 мин и влажности более 12%. В предпочтительном способе рекомендуется пропитывать семена в течение промежутка времени продолжительностью больше 5 мин или 15 мин, даже 30 мин, и предпочтительно меньше 4 ч, даже 8 ч, не превышая 24 ч, для достижения влажности выше 15%, даже 18%, и предпочтительно ниже 40%, не превышая 60%. И в очень предпочтительном способе рекомендуется пропитывать семена в течение промежутка времени продолжительностью больше 1 ч, даже 2 ч, для достижения влажности выше 20%, даже 25%. Этой стадией решается задача, в частности, облегчения проведения последующей стадии термической обработки, под давлением и/или без применения давления, путем улучшения теплопроводной способности, путем активации эндогенных ферментов семян и путем запуска последующей термической обработки.

Оборудованием, с помощью которого можно выполнить эту стадию, является, но не исчерпывается этим: устройство предварительной обработки, предкондиционер и кондиционер, запарник, смеситель, установка для обжарки, пропариватель, устройство для вызревания.

Или.

Второй вариант: стадия подготовительной гидротермической и ферментативной обработки.

Эта подготовительная стадия заключается в выполнении тех же условий подготовки, которые описаны для первого варианта. Она отличается просто тем, что активируют по меньшей мере один экзогенный фермент, не присутствующий в богатых белком семенах, который может быть введен, в частности, в качестве технологической добавки (экстрактов ферментов и т.д.), из вспомогательных веществ, необработанного или ферментированного видов сырья и т.д., и добавлен на одной из предварительных стадий способа или в ходе осуществления данного способа.

Температурные характеристики затем выбирают таким образом, чтобы они соответствовали диапазонам активности выбранных ферментов, но оставались в диапазоне от 30 до 90°C. Необходимыми характеристиками продолжительности и влажности являются те же характеристики, которые описаны для первого варианта, тем не менее, с учетом того, что для этих экзогенных ферментов необходимы более благоприятные условия, чем для эндогенных ферментов, поскольку они не так приближены к своим субстратам в пространственном и временном аспектах. В этом смысле необходимо адаптировать условия пропитки таким образом, чтобы продолжительность пропитки составляла по меньшей мере 15 мин, предпочтительно 60 мин и предпочтительно меньше 4 ч или даже 8 ч, но не превышая 24 ч, для достижения влажности больше 15%, предпочтительно 25% и предпочтительно меньше 40%, но не превышая 60%. Подлежащий(ие) введению фермент (или ферменты) принадлежит (или принадлежат) семействам арабинофуранозидаз, бета-глюканаз, целлюлаз, глюкоамилаз,  $\alpha$ -амилаз, пектиназ, пектин-метилэстераз, фитаз, протеаз, ксиланаз и предпочтительно семействам ксиланаз, бета-глюканаз и пектиназ.

Он (или они) будет(ут) выбран(ы) заранее на основании его (или их) эффективности при гидролизе конкретных химических связей, гидролизе, который в организме животного не может осуществляться совсем или осуществляется не полностью либо недостаточно быстро.

Он также может быть выбран с учетом его способности расщеплять углеводы, которые не гидролизуются или плохо гидролизуются в организме животного, чтобы обеспечить таким образом улучшенный доступ других питательных веществ в таких семенах действию пищеварительных ферментов животного.

Оборудованием, с помощью которого можно выполнить эту стадию, являются, например: устройство предварительной обработки, предкондиционер и кондиционер, запарник, смеситель, установка для обжарки, пропариватель, устройство для вызревания, реактор и так далее.

Следует отметить, что возможное добавление воды, необходимой для улучшения этого способа, может быть проведено в вышеупомянутом оборудовании, а также полностью или частично на стадии перемешивания семян, и что добавление пара, также необходимое для улучшения этого способа, может быть проведено в вышеупомянутом оборудовании, а также полностью или частично на стадии б) этого способа, т.е. на стадии термической обработки под давлением и/или без применения давления.

Стадии способа по изобретению, включая или не включая эти предпочтительные стадии, упомянутые выше, при необходимости также могут быть выполнены с учетом моментов, описанных ниже.

Сортировка.

На данной стадии сортировки семена группируют в соответствии с критериями размера, массы, формы, плотности или в соответствии с аэродинамическими, колориметрическими или электростатическими характеристиками. Инструментами, используемыми для осуществления этих процедур, в частности, являются: сито, сепаратор-очиститель, грохот, рассев, денсиметрический стол, веялка, оптический сортировщик, системы активного вентилирования (воздушный короб, всасывающие системы, вентилятор

и т.д.), магнитные системы.

Цель этой процедуры может состоять в разделении семян разных видов, в удалении примесей, отборе семян идентичных видов и так далее. Семя может быть отделено от семян другого вида, или оно может быть отобрано к семенам того же вида.

Лущение и/или удаление кожуры.

Цель этой стадии, с одной стороны, заключается в повышении содержания белка и запасании энергии в форме крахмала, в частности, в случае бобов обыкновенных и гороха, а также белка и энергии в форме липидов в случае люпина, и, с другой стороны, в уменьшении доли клетчатки и антипитательных факторов, присутствующих в семенной кожуре.

Эту стадию лущения и/или удаления кожуры характеризуют по минимальному выходу, оцененному исходя из эффекта увеличения количества белка в соответствующих семенах, и ниже приведена таблица ожидаемых уровней содержания.

	Содержание белка
Боб обыкновенный	+5%, предпочтительно +15% или даже +20%
Горох	+5%, предпочтительно +12% или даже 15%
Люпин	+5%, предпочтительно +15% или даже +20%

В результате удаления кожуры, которая характеризуется высоким содержанием клетчатки (и очень низким содержанием белка), в семени после удаления с него кожуры будет достигнуто более высокое содержание белка.

Лущение и/или удаление кожуры осуществляют, комбинируя фазу механического воздействия и фазу разделения, затем, при необходимости, проводя возможное повторное увлажнение, перед которым осуществляют фазу предварительной термической обработки для облегчения лущения и/или удаления кожуры.

Методами простого и/или комбинированного механического воздействия, используемыми для выполнения этих процедур, могут быть удар, прессование или истирание. Инструменты, используемые для выполнения этих операций, представляют собой, но не ограничиваются этим: роликовые и молотковые мельницы или дробилки, ударный уплотнитель или ударную мельницу, шлифовальный постав, лопастную мельницу, мельницу с шлифовальным кругом, дисковую мельницу, штифтовую мельницу, мельницу с режущей головкой, бисерную или шаровую мельницу, мельницу с лезвиями или маятниковую мельницу.

Разделение может быть проведено в соответствии с критериями размера, массы, формы, плотности или в соответствии с аэродинамическими, колориметрическими или электростатическими характеристиками. Инструментами, используемыми для осуществления этих операций, в частности, являются: сито, шейкер, сепаратор-очиститель, грохот, камнеудалитель, рассев, денсиметрический стол, веялка, оптический сортировщик, системы активного вентилирования (воздушный короб, всасывающие системы, вентилятор и т.д.), магнитные системы.

Специальная стадия фракционирования и разделения.

Для того, чтобы получить фракции с более высоким содержанием белка, углеводов и/или жира, можно добавить специальную стадию фракционирования и разделения. Она должна быть выполнена на более поздней стадии или вместо стадии лущения/удаления кожуры и/или фракционирования.

Эту стадию характеризуют по минимальному выходу, выраженному в виде содержания белков, углеводов или липидов в одной или более чем одной из полученных фракций. Фракции с высоким содержанием белка, углеводов или липидов предпочтительно должны содержать по меньшей мере более 25% белка, углеводов и/или липидов по сравнению с исходными цельными семенами, предпочтительно 35% или даже 50%.

Такое разделение на фракции, которое упрощается, при необходимости, благодаря проведению стадии лущения/удаления кожуры, будет осуществлено сначала с использованием стадии простого и/или комбинированного механического воздействия, выполненной, например, с применением такого оборудования, как коллоидные мельницы, штифтовые, роликовые, молотковые или ударные мельницы. А затем с использованием стадии разделения в соответствии с критериями размера, массы, формы, плотности или в соответствии с аэродинамическими, колориметрическими или электростатическими характеристиками с применением такого оборудования, как просеиватели, очистители, сепараторы, сита, денсиметрические столы, турбинные сепараторы, селекторы, системы активного вентилирования или магнитные системы.

Использование дополнительного сырья.

Можно получить преимущество, если к богатым белком семенам добавить по меньшей мере еще одно сырье, которое будет выбрано на основании его технологических, и/или пищевых, и/или экономических свойств. Действительно, в зависимости от применения, которое планируется в отношении семян или смеси, полученных согласно данному способу, и от их назначения с точки зрения видов животных и, в частности, стадии физиологического развития, выбор (видов) сырья будет связан особенно с питательными характеристиками и себестоимостью видов сырья.

Но их также необходимо выбирать на основании их технологических преимуществ, в частности, учитывая их механические свойства и, следовательно, их предрасположенность сделать механические ограничения данного способа более выгодными, их реологические и физико-химические свойства и, следовательно, их способность смешиваться с богатыми белком семенами в условиях повышенной влажности и их способность к адсорбции или всасыванию воды, в некоторых случаях их способность связываться с белками, наличие у них ферментативных свойств и, следовательно, их способность усиливать активности ферментов, в частности, для улучшения усвояемости богатых белком семян.

Предпочтительно, если богатые белком семена будут объединены с частью масличных культур, когда технология термической обработки включает стадию термической обработки под давлением.

В качестве примера, добавление жира, предпочтительно поступающего из масличных культур, а не масла, вследствие более диффузной и однородной подачи смазывающего вещества с целью облегчения прохождения через экструдер позволяет лучше обрабатывать богатые белком семена с технологической точки зрения и увеличивать производственные мощности.

И наконец, в более общем случае, в основе выбора дополнительного сырья предпочтительно лежит возможность улучшения пищевых и экономических показателей, что может быть достигнуто с использованием этого способа, применяемого к богатым белком семенам.

Таким образом, среди дополнительных видов сырья предпочтение будет отдано в первую очередь масличным культурам, маслам, зерновым культурам и их сопродуктам, источникам простых или сложных углеводов, затем жмыху масличных семян, затем всем другим видам сырья, обычно используемым для кормления животных.

Перемешивание на стадии предварительной термической обработки На описанной ранее стадии предварительной термической обработки одно из преимуществ заключается в том, что смесь перемешивают таким образом, чтобы она подвергалась одинаковым условиям обработки. Действительно, при перемешивании будет осуществляться:

гомогенизация фракционированных семян вместе с водой и другими возможными дополняющими компонентами с целью, в частности, облегчения функциональных возможностей ферментов после вступления в контакт со своими субстратами;

обеспечение однородного распределения воды и выравнивание температуры семян или смеси;

избегание образования агломератов и, таким образом, облегчение условий для транспортировки семян или смеси.

Как будет показано ниже, применение способа по настоящему изобретению предоставляет возможность достижения технически выгодных результатов относительно предшествующего уровня техники.

Фактически, ни один из способов, широко описанных в литературе, не достигает таких улучшенных в техническом и экономическом отношении результатов, как полученные согласно способу по настоящему изобретению, в частности, это касается современных систем производства продуктов животноводства, характеризующихся значительными генетическими достижениями, адаптированными к системе кормления, основанной главным образом на использовании сои, зерна кукурузы и зерновых культур.

Сочетание стадий, описанных выше, приводит к получению по меньшей мере одного богатого белком семени, характеризующегося одновременно

более высоким содержанием по меньшей мере одного (1) питательного соединения, предпочтительно двух (2):

Питательные соединения	Содержание, превышающее		
	Белок (г/100 г DM)	Крахмал (г/100 г DM)	Жир (г/100 г DM)
Боб обыкновенный <i>Vicia faba</i> L.	28	39	
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	22	45	
Люпин белый <i>Lupinus albus</i> L.	35		8
Люпин синий <i>Lupinus angustifolius</i> L.	31		5,5
Люпин желтый <i>Lupinus luteus</i> L.	38		5,0

более низким содержанием по меньшей мере одного термостабильного антипитательного фактора или питательного компонента, имеющего низкую ценность, предпочтительно 2-х, более предпочтительно 3-х или даже 4-х:

Вид	Термостабильные антипитательные факторы	Диапазон изменения (г/100 г DM)		Семена с низким содержанием (г/100 г DM)
		Минимум	Максимум	
Боб обыкновенный <i>Vicia faba</i> L.	Таннины	0,01	1,25	< 0,30
	Вицин, конвицин	0,03	2,00	< 0,50
	Альфа-галактозиды	1,00	6,20	< 2,50
	Неочищенная целлюлоза	7,00	12,00	< 9,00
	NDF	12,40	22,10	< 16,00
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Таннины	0,00	0,74	< 0,01
	Альфа-галактозиды	2,30	11,30	< 5,00
	Неочищенная целлюлоза	3,70	8,50	< 5,50
	NDF	9,00	22,00	< 14,00
Люпин белый <i>Lupinus albus</i> L.	Алкалоиды	0,01	3,00	< 0,1
	Альфа-галактозиды	6,00	14,00	< 10
	Неочищенная целлюлоза	13,60	28,10	< 16
	NDF	20,50	35,20	< 25
Люпин синий <i>Lupinus angustifolius</i> L.	Алкалоиды	0,01	3,00	< 0,2
	Альфа-галактозиды	6,00	14,00	< 9,0
	Неочищенная целлюлоза	13,60	28,10	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29
Люпин желтый <i>Lupinus luteus</i> L.	Алкалоиды	0,01	3,00	< 0,3
	Альфа-галактозиды	6	16	< 12,0
	Неочищенная целлюлоза	13,6	28,1	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29

более низким содержанием по меньшей мере одного термочувствительного антипитательного фактора:

Вид	Антипитательные факторы (ANF) по отношению к сырью	Диапазон изменения для семян с несниженным содержанием ANF		Семена со сниженным содержанием ANF
		Минимум	Максимум	
Боб обыкновенный <i>Vicia faba</i> L.	Лектины (г/100 г)	2,00	13,30	< 0,10
	Антириптические факторы (TIU/мг)	1,90	10,00	< 1,50
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Лектины (г/100 г)	0,30	1,00	< 0,10
	Антириптические факторы (TIU/мг)	1,70	15,00	< 1,50

TIU означает трипсин-ингибирующие единицы

Улучшенное содержание по меньшей мере одного критерия оценки.

<i>Критерии оценки</i>	<b>Боб обыкн.</b> <i>Vicia faba L.</i>	<b>Горох</b> <i>Pisum sativum L.</i>	<b>Люпин</b> <i>Lupinus spp.</i>
Белок, солюбилизированный при основных значениях рН (%)*	< 55%	< 55%	<55%
Желатинизированный крахмал (%)	> 50%	> 50%	-
ED1 (%)	< 50%	< 50%	< 60%
FA (%)	-	-	>40
CML (г/кг DM)	< 0,020	< 0,020	< 0,025
Акриламид (г/кг DM)	<110	<110	<300

(\*): здесь и далее термин "солюбилизированный белок" означает "белок, солюбилизированный при основных значениях рН";

улучшенным уровнем усвояемости энергии и/или белка и содержащихся в нем аминокислот для моногастричных животных:

	Усвояемость энергии (% увеличения)			Усвояемость белков/аминокислот (% увеличения)		
	Боб обыкн.	Горох	Люпины	Боб обыкн.	Горох	Люпины
Домашняя птица	ME (ккал)			DUC (%)		
	20%	20%	25%	8%	5%	8%
Свиньи	DUC (%)			DUC (%)		
	20%	10%	15%	8%	5%	8%
Рыба	DUC (%)			DUC (%)		
	25%	15%	18%	12%	8%	12%
Другие виды	% увеличения			DUC (%)		
	20%	10%	15%	8%	4%	6%

(ME: обменная энергия; DUC: коэффициент усвояемости);

для жвачных животных:

	Теоретическая расщепляемость (TD) (%)			Усвояемость в кишечнике (dr) (%)		
	Боб обыкн.	Горох	Люпины	Боб обыкн.	Горох	Люпины
Жвачные животные	< 65	< 65	< 65	>98	>98	>98

Результаты, представленные в приведенных выше таблицах, сопоставимы с результатами для семян, которые прошли только стадию фракционирования, аналогичную описанной выше, и стадию гранулирования при температуре ниже 100°C. Эти результаты также опираются на современные исследования в области генетики животных, т.е. на породы, отобранные на основании их продуктивности.

Они являются результатом изучения усвояемости, выполненного на видах моногастричных животных путем проведения тестирований *in vivo* на цыплятах, рыбах и свиньях и для жвачных животных - путем проведения тестирований *in vivo*. Результаты этих тестирований представлены ниже.

Тестирования усвояемости.

а) Тестирование усвояемости на стандартных бройлерах.

На экспериментальной ферме проводили исследование по определению содержания усвояемого азота и показателя использования энергии для стандартных бройлерных цыплят. Задача заключается в оценке влияния предложенных стадий селекции и технологической обработки семени бобов обыкновенных, как описано в данном изобретении. Использование энергии и усвояемость белка рассчитывают по разнице, как определено Carre и др. (2013).

	Характеристики по изобретению					
	Боб обыкн. А Цельн. Необработ.	Боб обыкн. А Цельн. Про- парен.	Боб обыкн. А Ядро Про- парен.	Боб обыкн. В Цельн. Необработ.	Боб обыкн. В Цельн. Про- парен.	Боб обыкн. В Ядро Про- парен.
Селекция семян	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да
Технологическая обработка семян	Нет	Да	Да	Нет	Да	Да
	<b>Характеристики семян бобов обыкновенных (в форме цельного семени или после удаления кожуры)</b>					
Белок, г/100 г DM	29,2	33,3	33,3	29,1	32	32
Крахмал, г/100 г DM	39,7	46,7	46,7	41,4	49,8	49,8
Таннины, г/100 г DM	8,2	2,1	2,1	5,8	1,7	1,7
Визин + конвизин, г/100 г DM	7,8	9,2	9,2	1,1	0,3	0,3
Альфа-галактозиды, г/100 г DM	5,2	4,6	4,6	3,7	3,1	3,1
Неочищенная клетчатка, г/100 г DM	10,6	0	0	7,2	0	0
NDF, г/100 г DM	15,4	0	0	10,5	0,0	0,0
Лектины, г/100 г DM	7,7	8,5	8,5	7,0	7,7	7,7
Антитриптические факторы, TIU/мг	5,2	4,6	4,6	3,7	3,1	3,1
	<b>Способы обработки семян бобов обыкновенных</b>					
<b>Перемешивание</b>	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<b>Фракционирование</b>	Да	Да	Да	Да	Да	Да
<b>Лушение</b>	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Да
<b>Термическая обработка</b>						
Температура	-	140°C	130°C	-	140°C	130°C
Продолжительность	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Давление	-	30 бар (3 МПа)	25 бар (2,5 МПа)	-	30 бар (3 МПа)	25 бар (2,5 МПа)
	<b>Характеристики обработанных семян бобов обыкновенных</b>					
Лектины*	6,7	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0
Антитриптические факторы**	2,9	0,8	0,5	1,7	0,9	0,3
	<b>Усвояемость питательных веществ</b>					
DUC общего азота	73	76	76	72	79	80
ME по N, ккал/кг сухого вещества (MS (от франц. matière sèche))	2813	3068	3258	2890	3313	3477
DUC общего азота	100	104	104	99	108	110
DUC энергии	100	109	116	103	118	124

Таким образом, путем сочетания самых лучших технологий, от селекции семян до методов механической и термомеханической обработки, авторам изобретения удастся значительно улучшить уровни усвояемости: с увеличением +8% в значении усвояемости белка, с увеличением +18% в значении энергетической ценности у цыплят, высокочувствительного вида с точки зрения усвояемости, что делает их превосходной моделью для моногастричных животных. Если лушение семян бобов обыкновенных выполняют выгодным способом, то после термической обработки отмечается синергетический эффект в отношении потребляемой ценности белка (+10%) и энергии (+24%). Эти эффекты превосходят результат, полученный простым сложением эффектов от селекции семян, лушения семени и адаптированной термической обработки.

b) Тестирование усвояемости на свиньях.

На экспериментальной ферме проводили исследование на предмет определения фекальной и кишечной усвояемости у поросят. Коэффициенты усвояемости каждого тестируемого материала получали, применяя разностный метод, при этом измерения проводили с использованием основного корма и измерения проводили с использованием кормов, содержащих фракцию основного корма и один из тестируе-

мых продуктов.

Чтобы определить фекальную усвояемость у свиней, проводили тестирование согласно схеме, описанной Noblet и др. (1989). Кратко, принцип заключается во введении в основной корм (пшеница + соевая мука) 35% одного из подлежащих тестированию семян и в распределении каждого из полученных таким образом кормов между 5 свиньями.

	Характеристики по изобретению						
	Соев. мука	Боб обычн. Цельн. Необраб.	Боб обычн. Цельн. Про-парен. 1	Боб обычн. Цельн. Про-парен. 2	Боб обычн. Ядро Необраб.	Боб обычн. Ядро Про-парен. 1	Боб обычн. Ядро Про-парен. 2
Селекция семян	-	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Технологическая обработка семян		Нет	Да	Да	Нет	Да	Да
	Характеристики рациона						
МЕ в рационе, ккал/кг	5360 ккал/кг MS						
Усвояемый белок, г/кг	44 г/100 г DM						

Характеристики семян бобов обыкновенных (в форме цельного семени или после удаления кожуры)							
	Соев. мука	Боб обыкн. Цельн. Необраб.	Боб обыкн. Цельн. Про- парен. 1	Боб обыкн. Цельн. Про- парен. 2	Боб обыкн. Ядро Необраб.	Боб обыкн. Ядро Про- парен. 1	Боб обыкн. Ядро Про- парен. 2
Белок, г/100 г MS			31,4			36,1	
Крахмал, г/100 г MS			38,0			43,6	
Таннины, г/100 г MS			0,5			0,4	
Вицин + конвицин, г/100 г MS			0,3			0,3	
Альфа- галактозиды, г/100 г MS			2,6			2,9	
Неочищенная клетчатка, г/100 г MS			7,0			1,4	
NDF, г/100 г MS			13,1			11,1	
Лектины, г/100 г MS			2,0			2,2	
Антитриптические факторы, TIU/мг			1,9			2,1	
Способы обработки семян бобов обыкновенных							
Перемешивание	-	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Фракционир-ние	-	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Лушение	-	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да
Подготовительн. термическая обработка							
Температура	-	-	-	60°C	-	-	60°C
Влажность	-	-	-	14%	-	-	14%
Продолжит-ность	-	-	-	15 мин	-	-	15 мин
Термическая обработка							
Температура	-	-	110°C	140°C	-	110°C	140°C
Продолжит-ность	-	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Давление	-	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)
Характеристики обработанных семян							
Лектины, г/100 г DM	-	6,7	2,2	0,2	6,7	6,7	1,3
Антитриптические факторы, TIU/мг	-	6,6	3,0	2,6	5,6	4,4	2,8
Коэффициент фекальной усвояемости (DUC) продуктов питания							
DUC общего азота	84,9 <sup>bc</sup>	82,1 <sup>a</sup>	84,9 <sup>bc</sup>	84,2 <sup>b</sup>	84,1 <sup>b</sup>	88,3 <sup>d</sup>	88,0 <sup>cd</sup>
Коэффициент фекальной усвояемости (DUC) семян							
DUC общего азота	-	80,1	85,9	84,4	84,5	93,5	92,2

В данном исследовании подчеркивается преимущество метода технологической обработки (подготовительной и термической обработки), применяемого к цельному семени или семени после удаления с него кожуры, как раскрыто в данном изобретении, в отношении достижения уровня усвояемости общего азота и энергии, статистически эквивалентного контрольному рациону на основе соевой муки. Эти два метода термической обработки, примененные к семени, приводят по существу к эквивалентным результатам. С другой стороны, стадия предварительного лушения прошедшего селекцию семени бобов обыкновенных позволяет, когда его не подвергают технологической обработке, достичь значений DUC общего азота и энергии для корма, полученного с использованием соевой муки. Когда же ядро бобов обыкновенных подвергают технологической обработке, как описано с учетом преимущества данного изобретения, то DUC явно и статистически превосходит значение для случая соевой муки.

с) Тестирование усвояемости на радужной форели.

В экспериментальном рыбоводческом хозяйстве проводили исследование на предмет определения использования энергии и белка в результате метаболизма. Использование энергии и усвояемость белка рассчитывают по разнице, как определено в работе Choubert и др., 1982. Данные для прошедших селекцию и обработанных семян бобов обыкновенных и значения их коэффициента усвояемости представлены в приведенной ниже таблице.

Характеристики по изобретению							
	Соев. мука	Боб обычн. Цельн. Необраб.	Боб обычн. Цельн. Про-парен. 1	Боб обычн. Цельн. Про-парен. 2	Боб обычн. Ядро Необраб.	Боб обычн. Ядро Про-парен. 1	Боб обычн. Ядро Про-парен. 2
Селекция семян	-	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Технологическая обработка семян		Нет	Да	Да	Нет	Да	Да
Характеристики семян бобов обыкновенных (в форме цельного семени или после удаления кожуры)							
Белок, г/100 г MS		31,4		36,1			
Крахмал, г/100 г MS		38,0		43,6			
Таннины, г/100 г MS		0,5		0,4			
Вицин + конвицин, г/100 г MS		0,3		0,3			
Альфа-галактозиды, г/100 г MS		2,6		2,9			
Неочищенная клетчатка, г/100 г MS		7,0		1,4			
NDF, г/100 г MS		13,1		11,1			
Лектины, г/100 г MS		2		2,2			
Антитриптические факторы, TIU/мг		1,9		2,1			
Способы обработки семян бобов обыкновенных							
Перемешивание	-	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Фракционир-ние	-	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Лущение	-	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да
<b>Подготовительн. термическая обработка</b>							
Температура	-	-	-	60°C	-	-	60°C
Влажность	-	-	-	14%	-	-	14%
Продолжит-ность	-	-	-	15 мин	-	-	15 мин
<b>Термическая обработка</b>							
Температура	-	-	110°C	140°C	-	110°C	140°C
Продолжит-ность	-	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Давление	-	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)
Характеристики обработанных семян бобов обыкновенных							
	Соев. мука	Боб обычн. Цельн. Необраб.	Боб обычн. Цельн. Про-парен. 1	Боб обычн. Цельн. Про-парен. 2	Боб обычн. Ядро Необраб.	Боб обычн. Ядро Про-парен. 1	Боб обычн. Ядро Про-парен. 2
Лектины, г/100 г DM	-	6,7	2,2	0,2	6,7	6,7	1,3

Антитриптические факторы, TIU/мг	-	6,6	3,0	2,6	5,6	4,4	2,8
Солюбилизов. белок, %	-	71	51	23	58	35	24
Желатинизиров. крахмал, %	-	7	66	83	7	68	85
CML, г/кг DM	-	0,007	0,016	0,021	0,008	0,018	0,023
Акриламид, г/кг DM	-	< 30	35	62	< 30	38	65
ED1, %	-	81	36	35	85	46	39
<b>Коэффициент усвояемости (DUC) сырья</b>							
DUC сухого вещества	83,8 <sup>cd</sup>	53,8 <sup>a</sup>	68,5 <sup>b</sup>	67,9 <sup>b</sup>	72,4 <sup>bc</sup>	71,7 <sup>bc</sup>	78,7 <sup>d</sup>
DUC энергии	84,7 <sup>c</sup>	56,9 <sup>a</sup>	70,8 <sup>b</sup>	71,9 <sup>b</sup>	74,6 <sup>bc</sup>	77,1 <sup>bc</sup>	83,4 <sup>c</sup>
DUC белка	97,4 <sup>c</sup>	83,5 <sup>a</sup>	89,3 <sup>b</sup>	92,5 <sup>bc</sup>	91,1 <sup>b</sup>	93,5 <sup>bc</sup>	96,7 <sup>c</sup>
DUC крахмала	-	74,5 <sup>a</sup>	84,5 <sup>b</sup>	81,4 <sup>b</sup>	75,0 <sup>a</sup>	75,8 <sup>a</sup>	85,0 <sup>b</sup>

Значения, имеющие одни и те же надстрочные буквы в приведенной выше таблице и в последующих таблицах, существенно не отличаются при пороговом значении 5%.

Обработка прошедших селекцию семян бобов обыкновенных с использованием способов подготовительной и термической обработки приводит к улучшению усвояемости сухого вещества, энергии, белка и крахмала по сравнению с необработанными семенами бобов обыкновенных. Эти два способа термической обработки приводят к получению результатов, которые существенно не отличаются друг от друга. Однако существует некоторая численная разница в пользу проведения подготовительной и дальнейшей термической обработки (с точки зрения температуры, давления).

Преимущественное применение лущения семян бобов обыкновенных до проведения термической обработки способствует дальнейшему улучшению усвояемости питательных веществ, таких как энергия и белок, с приближением ее к уровню соевой муки.

В данном исследовании подчеркивается преимущество данного изобретения, обусловленное обработкой семян бобов обыкновенных, в отношении усвояемости питательных веществ, а также подчеркивается преимущественное применение лущения, с целью замены соевой муки.

Следует помнить, что эти результаты внутренней усвояемости семян, при том, что они выражают эффекты, связанные с технологическим способом по изобретению (синергию селекции семян и технологической обработки), не выражают синергетические эффекты изобретения на уровне переваривания пищи животным. Некоторые из результатов усвояемости получены в соответствии с обычными методами, используемыми в предшествующих иллюстративных материалах. С другой стороны, в процесс переваривания пищи животным вовлечены другие явления, и они оказывают влияние на метаболизм у животного. Действительно, если антипитательные факторы могут быть вовлечены в изменение показателя усвояемости семени, то они также являются причиной расстройств пищеварения и обмена веществ, вызывающих снижение потребления и продуктивности, приводящих к физиологическим нарушениям и различным патологиям. Таким образом, способ по настоящему изобретению имеет преимущество не только в достижении высоких уровней так называемой усвояемости богатых белком семян, но также и в избегании низкой эффективности и других проблем со здоровьем, ассоциированных с присутствием значительных количеств антипитательных факторов.

Например, было показано, что наличие вицина и конвицина в бобах обыкновенных снижает массу яйца и степень яйценоскости у кур-несушек. Лектины, с другой стороны, обладают свойствами вызывать агглютинацию эритроцитов крови, что может приводить к замедлению роста. А что касается олигосахаридов, то они метаболизируются микроорганизмами толстого кишечника и вызывают, вследствие своей ферментации, дискомфорт на уровне пищеварительной системы (метеоризм, диарею), что может снизить потребление корма, вызывая ухудшение показателей роста.

Благодаря этим преимуществам реализация данного изобретения приводила к получению зоотехнических результатов, которые ранее не имели себе равных в животноводстве.

Ниже представлены результаты нескольких зоотехнических исследований, которые проводили с использованием разных видов и на разных фермах, что позволяет проверять технические преимущества, полученные с применением данного изобретения, в производственных условиях.

а) Зоотехнический тест на курах-несушках.

На экспериментальной ферме в течение примерно 3 месяцев кур-несушек (породы Иза Браун) кормили с добавлением 15% смеси, содержащей 90% семени бобов обыкновенных и 10% льняного семени, приготовленной разными способами, с определенными заранее значениями ME и DUC N.

С учетом выбранной методологии, используемой для составления кормов для кур-несушек, в диете Isonutrients (обменная энергия, перевариваемые незаменимые аминокислоты, кальций, фосфор и т.д.), и

принимая во внимание оцененные ранее различия в значениях усвояемости, задача этого исследования заключалась в проверке того, благодаря ли синергетическому эффекту снижения содержания антипитательных факторов (влияние которых не увязывают с показателями усвояемости) реализация данного изобретения способствовала достижению более высокого уровня зоотехнических показателей.

Таким образом в приведенной ниже таблице представлены:

питательные характеристики, отобранные для боба обыкновенного, полученного согласно изобретению, с одной стороны, и для стандартного боба обыкновенного, которое просто было подвергнуто дроблению; причем эти значения были определены заранее согласно исследованию их усвояемости в соответствии с обычными протоколами, известными специалисту;

показатели яйценоскости в терминах массы яйца, массы выданных яиц (с учетом количества снесенных яиц) и показателя потребления (эффективности использования корма для получения одного яйца).

	Характеристики по изобретению					
	Соевая мука	Боб обычн. А Необраб.	Боб обычн. А Про-парен. 1	Боб обычн. А Про-парен. 2	Боб обычн. В Необраб.	Боб обычн. В Про-парен. 2
Селекция семян	-	Нет	Нет	Нет	Да	Да
Технологическая обработка семян		Нет	Да	Да	Нет	Да
	Характеристики рациона					
МЕ в рационе, ккал/кг	2800					
Перевариваемый лизин, г/кг	6,9					
	Характеристики семян бобов обыкновенных					
Белок, г/100 г MS		29,2		29,1		
Крахмал, г/100 г MS		39,7		41,4		
Таннины, г/100 г MS		0,82		0,58		
Визин + конвизин, г/100 г MS		0,78		0,11		
Альфа-галактозиды, г/100 г MS		3,0		2,4		
Неочищенная целлюлоза, г/100 г MS		10,6		7,2		
NDF, г/100 г MS		18,9		15,4		

Лектины, г/100 г MS			5,2		2,0	
Антириптические факторы, TIU/мг			5,2		3,7	
<b>Способы обработки семян бобов обыкновенных</b>						
	Соевая мука	Боб обыкн. А Необраб.	Боб обыкн. А Про-парен. 1	Боб обыкн. А Про-парен. 2	Боб обыкн. В Необраб.	Боб обыкн. В Про-парен. 2
<b>Перемешивание</b>	-	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<b>Фракционирование</b>	-	Да	Да	Да	Да	Да
<b>Предварительная термическая обработка</b>						
Температура	-	-	-	60°C	-	60°C
Влажность	-	-	-	14%	-	14%
Продолжительность	-	-	-	15 мин	-	15 мин
<b>Термическая обработка</b>						
Температура	-	-	90°C	140°C	-	140°C
Продолжительность	-	-	20 с	20 с	-	20 с
Давление	-	-	15 бар (1,5 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	30 бар (3 МПа)
<b>Характеристики обработанных семян бобов обыкновенных</b>						
ME/семя бобов обыкновенных, ккал/кг		2813	2983	3068	2890	3313
DUC N/семя бобов обыкновенных, %		73	75	76	72	79
Лектины, г/100 г DM		5,2	5,2	0,0	2,0	0,0
Антириптические факторы, TIU/мг		2,9	2,4	0,8	3,7	0,9
<b>Продуктивность кур-несушек</b>						
Масса яиц, г	61,9 <sup>bc</sup>	62,2 <sup>ab</sup>	62,2 <sup>ab</sup>	62,1 <sup>ab</sup>	62,6 <sup>a</sup>	62,8 <sup>a</sup>
Масса выданных яиц, г/сут	61,0 <sup>ab</sup>	60,5 <sup>b</sup>	59,7 <sup>c</sup>	61,1 <sup>ab</sup>	60,2 <sup>b</sup>	62,0 <sup>a</sup>
Показатель потребления	1,92 <sup>c</sup>	1,97 <sup>ab</sup>	2,00 <sup>a</sup>	1,94 <sup>b</sup>	1,97 <sup>ab</sup>	1,92 <sup>c</sup>

По сравнению с контрольной партией с использованием соевой муки, которая уже очень хорошо зарекомендовала себя в плане значений усвояемости и продуктивности, создается впечатление, что:

результаты, полученные при использовании стандартного семени бобов обыкновенных, которое не получено согласно данному изобретению, уступают контролю "соевая мука", что подчеркивает негативное влияние антипитательных факторов на показатели яйценоскости кур. Фактически, основной вывод

заключается в том, что у кур в этой группе была более низкая масса снесенных яиц несмотря на то, что масса одного яйца была такой же или даже слегка большей, и это означает, что они откладывали меньше яиц, а также, что они должны были потреблять больше корма для получения такого же количества яиц, что является признаком уменьшения эффективности использования корма (увеличения показателя потребления);

результаты, полученные при использовании стандартного семени бобов обыкновенных, подвергнутого технологической обработке, но с меньшей интенсивностью, чем в соответствии с данным изобретением, говорят о более низкой продуктивности. Метод технологической обработки, примененный в отношении не подвергнутого селекции семени, не является достаточно эффективным в плане уменьшения содержания антипитательных факторов и, следовательно, в плане существенного повышения пищевой ценности семени;

результаты, полученные при использовании прошедшего селекцию, но не подвергнутого технологической обработке семени бобов обыкновенных, говорят о показателях, которые, несмотря на более высокую собственную пищевую ценность, чем у не подвергнутого селекции семени, остаются ниже показателей для контрольной партии с использованием соевой муки. Семя бобов обыкновенных не может удовлетворительно усваиваться курами-несушками без технологической обработки;

несмотря на то, что пищевая ценность боба обыкновенного, полученного согласно изобретению (в "исследовании семени бобов обыкновенных") уже была значительно выше, чем у стандартного боба обыкновенного, результаты, полученные с использованием семени бобов обыкновенных по изобретению, показывают улучшение в плане массы яйца и массы выданных яиц, без изменения показателя по-

требления.

Именно в этом можно увидеть преимущество селекции и способа по данному изобретению. Мало того, что богатое белком семя, обработанное в соответствии с указанным способом, характеризуется более высокой пищевой ценностью по результатам так называемых исследований усвояемости, но его применение также позволяет ограничить проявление вредных эффектов антипитательных факторов и одновременно достичь более высоких значений продуктивности, чем в случае соевой муки, что является признаками синергетического эффекта, обнаруживаемыми на стадии усвоения животным.

б) Тестирование зоотехнических и экономических показателей на цыплятах-бройлерах Label Rouge.

На образцовой ферме для выращивания цыплят птицы типа Label Rouge в количестве 4400 цыплят, содержащиеся в двух идентичных помещениях, получали корм в соответствии с 2-мя программами кормления. Обычную программу, основанную на использовании соевой муки, сравнивают с программой использования корма, основанного на богатых белком семенах по изобретению и не содержащего сои.

Технические и экономические показатели оценивали с учетом потребления, массы животного, роста, конверсии корма, смертности и стоимости корма.

В этом исследовании оценку пищевой ценности боба обыкновенного, используемого в составе пищи, проводили не на основании значений так называемой усвояемости, а на основании литературных значений. Поэтому задача состояла в проверке того, действительно ли зоотехнические показатели для этих цыплят превосходили таковые в контрольной партии, и если это имело место быть, то в проведении расчетов на предмет того, насколько выше должны быть значения пищевой ценности семян бобов обыкновенных. Эти сведения представлены ниже.

	Характеристики по изобретению	
	Соевая мука	Боб обыкновенный, пропаренный
Селекция семян	-	Да
Технологическая обработка семян		Да
	Характеристики рациона	
МЕ в рационе, ккал/кг	2800	
Перевариваемый лизин, г/кг	6,9	
	Характеристики семян бобов обыкновенных	
Белок, г/100 г MS	51,6	29,2
Крахмал, г/100 г MS	5,7	41,8
Таннины, г/100 г MS	0,69	0,49
Вицин + конвицин, г/100 г MS	-	0,15
Альфа-галактозиды, г/100 г MS	4,0	2,2
Неочищенная клетчатка, г/100 г MS	5,9	7,3
NDF, г/100 г MS	12,5	13,0
Лектины, г/100 г MS	-	2,4
Антитриптические факторы, TIU/мг	20,0	3,0
	Способы обработки семян бобов обыкновенных	

	Соевая мука	Боб обыкновенный, пропаренный
<b>Перемешивание</b>	-	Нет
<b>Фракционирование</b>	-	Да
<b>Предварительная термическая обработка</b>		
Температура	-	60°C
Влажность	-	14%
Продолжительность	-	15 мин
<b>Термическая обработка</b>		
Температура	-	140°C
Продолжительность	-	20 с
Давление	-	30 бар (3 МПа)
	<b>Характеристики обработанных семян бобов обыкновенных</b>	
МЕ/семя бобов обыкновенных, ккал/кг	-	3305
DUC N/семя бобов обыкновенных, %	-	78
Лектины, г/100 г DM	-	0,0
Антитриптические факторы, TIU/мг	-	0,8
	<b>Производственные показатели по цыплятам</b>	
Возраст забоя, сут	82	82
Окончательная масса, кг	2,184	2,349 ***
Среднесуточный прирост массы, г/сут	26,63	28,65 ***
Экономический показатель потребления	2,913	2,740 ***
Кг продуктов/м <sup>2</sup>	23,46	25,10 **
Соотношение вода/корм	1,40	1,43 *
Показатель продуктивности	89,3	101,5 ***
Стоимость программы кормления, евро/т	295,00	300,80
Общая стоимость кормов, исходя из 100%	100	102,63
Корм - предельное значение для цыплят, исходя из 100%	100	121,10

Таким образом, технические результаты, полученные благодаря данному изобретению, продемонстрировали существенную компенсацию дополнительных затрат на корма.

Так, замена соевой муки на продукт, предложенный согласно данному изобретению, в количестве до 8% от корма включительно привела к существенному улучшению технических (масса +7,5%, среднесуточный прирост массы (GMQ; от франц. Gain Moyen Quotidien) +7,6%, технический показатель потребления (CI; от англ. Consumption Index) -5,9% и показатель продуктивности +13,9%) и экономических показателей.

В соответствии с результатами этих зоотехнических тестов невозможно объяснить улучшение показателей только значениями усвояемости продукта по изобретению. В действительности, несмотря на то, что по расчетным оценкам результаты усвояемости составляли 3313 ккал для обменной энергии и 79% для коэффициента усвояемости белка, полученные таким образом показатели позволяют оценить увеличение обменной энергии на 11% (т.е. 3675 ккал), а коэффициента усвояемости белка на 5% (т.е. 83%).

Это является показателем синергетического эффекта, связанного с улучшенным проявлением на уровне метаболизма у животного, и который может быть ассоциирован с уменьшением содержания антипитательных факторов.

с) Тестирование зоотехнических, экологических и экономических показателей на стандартном бройлерном цыпленке.

На экспериментальной ферме проводили исследование на предмет определения показателей роста бройлерных цыплят. Это исследование проводили на петушках (ROSS PM3), получавших корм, в котором основными источниками белка были соевая мука или не прошедшие селекцию и не подвергнутые технологической обработке семена бобов обыкновенных (обозначенные как "необработанный боб обыкновенный") или семена бобов по изобретению (прошедшие селекцию и технологическую обработку), обозначенные как "боб пропаренный".

Эти источники белка вводили в количестве до 15% включительно в состав корма для роста (МЕ: 2950 ккал/кг; перевариваемый лизин: 11 г/кг) и 20% в состав финишного корма (МЕ: 3000 ккал/кг; перевариваемый лизин: 10 г/кг). Эти корма имели те же питательные характеристики что и СОЯ. Указывали зоотехнические показатели и определяли воздействия этих продуктов на окружающую среду

(ECOALIM) и экономику (экономическую ситуацию 2018 года).

Характеристики по изобретению			
	Соевая мука	Боб обыкновен., необработ.	Боб обыкновенный, пропаренный
Селекция семян		Нет	Да
Технологическая обработка семян		Нет	Да
Характеристики рациона			
МЕ в рационе, ккал/кг	Для роста: 2950   финишного откорма: 3000		
Перевариваемый лизин, г/кг	Для роста: 11   финишного откорма: 10		
Характеристики семян бобов обыкновенных			
	Соевая мука	Боб обыкновен., необработ.	Боб обыкновенный, пропаренный
Белок, г/100 г MS		29,2	Да
Крахмал, г/100 г MS		39,7	43,2
Таннины, г/100 г MS		0,82	0,54
Визин + конвизин, г/100 г MS		0,78	0,29
Альфа-галактозиды, г/100 г MS		3,0	2,4
Неочищенная клетчатка, г/100 г MS		10,6	8,8
NDF, г/100 г MS		18,9	18,7
Лектины, г/100 г MS		5,2	3,0
Антитриптические факторы, TIU/мг		5,2	2,5
Способы обработки семян бобов обыкновенных			
<b>Перемешивание</b>	-	Нет	Нет
<b>Фракционирование</b>	-	Да	Да
<b>Предварительная термическая обработка</b>			
Температура	-	-	60°C
Влажность	-	-	14%
Продолжительность	-	-	15 мин
<b>Термическая обработка</b>			
Температура	-	-	140°C
Продолжительность	-	--	20 с
Давление	-		30 бар (3 МПа)
Характеристики обработанных семян бобов обыкновенных			
МЕ/семя бобов обыкновенных, ккал/кг		2813	3313
DUC N/семя бобов обыкновенных, %		73	79
Лектины, г/100 г DM		5,2	0
Антитриптические факторы, TIU/мг		2,9	0,9
Продуктивность выращивания цыплят			
Показатель потребления	1,456	1,460	1,444
Экологические показатели			
Потребление фосфора	100	79	64
Потребление энергии из органических остатков	100	84	79
Изменение климата	100	72	59
Подкисление	100	82	83
Эвтрофикация	100	102	99
Землепользование	100	119	114
Экономические показатели			
Затраты на корма для получения 100 кг живой массы	40,20 евро	39,03 евро	39,45 евро
Годовые затраты на потребление цыплятами	7,64 евро	7,42 евро	7,50 евро

Показатели роста цыплят в группах "соевая мука", "необработанный" и "пропаренный боб", потреблявших корм с одинаковой питательной ценностью, статистически идентичны. Показатели потребления, хотя и несущественно отличаются, показывают значения, которые в числовом выражении отдадут

предпочтение бобу обыкновенному по изобретению. Последний имеет более низкий показатель потребления (1,444), чем партии с соевой мукой (1,456) и необработанными бобами обыкновенными (1,460). Получение идентичных показателей роста, наблюдаемых, когда стандартным бройлерам в их кормушки предоставляют корм с одинаковой питательной ценностью, означает, что составы этих кормов были оценены правильно по их питательному компоненту. Эти результаты подтверждают содержание усвояемой МЕ и перевариваемого LYS в исследуемых бобах обыкновенных, и особенно в бобах по изобретению. Авторы изобретения подчеркивают, что синергетический эффект данного изобретения проявляется в отношении показателей продуктивности и состояния животных, хоть и в меньшей степени, чем у кур-несушек.

Воздействие на окружающую среду при производстве цыплят с использованием корма по изобретению на основе бобов обыкновенных является положительным в отношении изменения климата (-41%), потребления фосфора (-36%), потребления энергии из органических остатков (-22%) и подкисления (-18%); нейтральным в отношении эвтрофикации (-2%) и отрицательным в отношении землепользования (+13%). Такое же воздействие на окружающую среду при производстве цыплят с использованием бобов обыкновенных, не имеющих отношения к данному изобретению, характеризуется промежуточными значениями.

Экономический эффект при производстве бройлеров, оцениваемый в отношении связанной с кормом части, которая составляет около двух третей себестоимости продукции, равен разнице между 40,20 евро и 39,45 евро/100 кг живой массы, т.е. имеется уменьшение на 1,9%. Исходя из потребления французами цыплят, которое составляет 19,0 кг/год, этот эффект является объективно нейтральным, поскольку экономия составляет 0,14 евро/год. Экономический эффект при производстве и потреблении цыплят, вскармливаемых семенами, не имеющими отношения к данному изобретению, составляет меньшее значение.

В этом исследовании продемонстрировано двойное преимущество данного изобретения, связанное с селекцией семян бобов обыкновенных и использованием адаптированной технологической обработки. Это преимущество связано как с использованием стандартным бройлерным цыпленком бобов обыкновенных, полученных согласно изобретению, так и с благоприятным влиянием изобретения для окружающей среды, а также его экономическим влиянием для французского потребителя. Таким образом, введение богатых белком семян, полученных согласно изобретению, подтверждено на стандартном бройлерном цыпленке.

d) Тестирование технологии животноводства на радужной форели.

В экспериментальном хозяйстве проводили исследование на предмет определения показателей роста радужной форели. Пищевую ценность семян бобов обыкновенных, прошедших селекцию так, как описано в изобретении, подвергнутых или не подвергнутых технологической обработке так, как описано в изобретении, и после или без удаления с них кожуры, предварительно оценивали на молоди радужной форели, разводимой при 17°C в рыбоводческом хозяйстве.

Корма, характеризующиеся одинаковыми значениями энергии (23-24 кДж/г DM) и содержания азота (43-45% DM), содержали в качестве источника белка 21% рыбной муки и 25% подлежащих тестированию семян бобов обыкновенных или 25% соевой муки. После перемешивания и измельчения сырья, входящего в состав корма для рыб, этот корм для рыб подвергали процессу термопропаривания в двухшнековом экструдере и затем подвергали гранулированию. Эти корма распределяли между группами форели, без ограничения, в течение 84 суток.

	Характеристики по изобретению						
	Соев. мука	Боб обыкн. Цельн. Необраб.	Боб обыкн. Цельн. Про-парен. 1	Боб обыкн. Цельн. Про-парен. 2	Боб обыкн. Ядро Необраб.	Боб обыкн. Ядро Про-парен. 1	Боб обыкн. Ядро Про-парен. 2
Селекция семян	-	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Технологическая обработка семян	-	Нет	Да	Да	Нет	Да	Да
	Характеристики рациона						
МЕ в рационе, ккал/кг	5360 ккал/кг MS						
Усвояемый белок, г/кг	44 г/100 г DM						

Характеристики семян бобов обыкновенных (в форме цельного семени или после удаления кожуры)							
	Соев. мука	Боб обыкн. Цельн. Необраб.	Боб обыкн. Цельн. Про- парен. 1	Боб обыкн. Цельн. Про- парен. 2	Боб обыкн. Ядро Необраб.	Боб обыкн. Ядро Про- парен. 1	Боб обыкн. Ядро Про- парен. 2
Белок, г/100 г MS		31,4			36,1		
Крахмал, г/100 г MS		38,0			43,6		
Таннины, г/100 г MS		0,5			0,4		
Вицин + конвицин, г/100 г MS		0,3			0,3		
Альфа- галактозиды, г/100 г MS		2,6			2,9		
Неочищенная целлюлоза, г/100 г MS		7,0			1,4		
NDF, г/100 г MS		13,1			5,5		
Лектины, г/100 г MS		2,0			2,2		
Антитриптические факторы, TIU/мг		1,9			2,1		
<b>Способы обработки семян бобов обыкновенных</b>							
<b>Перемешивание</b>	-	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<b>Фракционир-ние</b>	-	Да	Да	Да	Да	Да	Да
<b>Лушение</b>	-	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да
<b>Подготовительн. термическая обработка</b>							
Температура	-	-	-	60°C	-	-	60°C
Влажность	-	-	-	14%	-	-	14%
Продолжит-ность	-	-	-	15 мин	-	-	15 мин
<b>Термическая обработка</b>							
Температура	-	-	110°C	140°C	-	110°C	140°C
Продолжит-ность	-	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Давление	-	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)
<b>Характеристики обработанных семян бобов обыкновенных</b>							
DUC белка, %	97,4	83,5	89,3	92,5	91,1	93,5	96,7
DUC энергии, %	84,7	56,9	70,8	71,9	74,6	77,1	83,4
Лектины, г/100 г DM	-	6,7	2,2	0,2	7,3	6,7	1,3
Антитриптические факторы, TIU/мг	-	6,6	3,0	2,6	7,2	4,4	2,8
						35	24

	Продуктивность разведения форели						
	Соев. мука	Боб обычн. Цельн. Необраб.	Боб обычн. Цельн. Про-парен. 1	Боб обычн. Цельн. Про-парен. 2	Боб обычн. Ядро Необраб.	Боб обычн. Ядро Про-парен. 1	Боб обычн. Ядро Про-парен. 2
Показатель потребления	3,17	3,18	3,17	3,18	3,49	3,14	3,20
Относительное ежесуточное потребление	1,24 <sub>ab</sub>	1,33 <sup>b</sup>	1,26 <sup>b</sup>	1,28 <sup>ab</sup>	1,36 <sup>ab</sup>	1,20 <sup>bc</sup>	1,20 <sup>a</sup>
Эффективность использования корма	1,13 <sub>ab</sub>	1,05 <sup>a</sup>	1,11 <sup>ab</sup>	1,11 <sup>ab</sup>	1,11 <sup>ab</sup>	1,14 <sup>ab</sup>	1,19 <sup>b</sup>
Эффективность использования белка	2,65 <sub>ab</sub>	2,52 <sup>ab</sup>	2,69 <sup>a</sup>	2,67 <sup>ab</sup>	2,58 <sup>ab</sup>	2,73 <sup>ab</sup>	2,88 <sup>b</sup>

Никакой разницы в зоотехнических показателях по сравнению с контролем, где использовали СОЮ, обнаружено не было, однако методы технологической обработки оказывают существенное влияние на потребление корма и эффективность использования корма в случае корма, содержащего семена по изобретению: (1) предварительная и термическая обработка, которые описаны в данном изобретении, улучшают эффективность использования корма и эффективность использования белка, связанные с уменьшением потребления корма; (2) лущение в сочетании с термической обработкой также улучшает эффективность использования корма.

В контексте этого исследования введение в корм 25% семян бобов обыкновенных, полученных согласно изобретению, по сравнению с соевой мукой и в составе композиций с одинаковой питательной ценностью, позволило достичь тех же уровней показателей роста форели. И даже скорее всего, что определенные предпочтительные сочетания методов технологической обработки оказали положительное влияние на семена бобов обыкновенных путем улучшения их показателя эффективности использования корма в такой степени, что они превосходят соевую муку. В более общем плане этот пример показывает синергетический эффект изобретения в отношении усвояемости, которую животное смогло продемонстрировать в случае таких прошедших селекцию и обработанных семян.

Таким образом, эти результаты показывают, что семена бобов обыкновенных, полученные согласно изобретению, являются хорошими кандидатами в отношении замены соевой муки в кормах для форели. Кроме того, хотя корма для аквакультуры готовят путем экструзии с пропариванием, используя термическую обработку под давлением, по-видимому, способ по изобретению, применяемый к цельным семенам бобов обыкновенных или после удаления с них кожуры, обеспечивает реальную дополнительную ценность с целью улучшения пищевой ценности этих семян.

е) Исследование зоотехнических показателей на убойных свиньях.

На образцовой ферме для свиней на откорме авторы изобретения сравнивали показатели роста в двух группах свиней, корм которых отличался только добавлением продукта, полученного согласно данному изобретению.

Ростовой и финишный корма в обеих группах характеризовались значениями потребления с одинаковой питательной ценностью (в отношении чистой энергии и усваиваемых аминокислот). Указанный продукт был представлен 10% включительно в фазе роста и 5% в заключительной фазе вместо содержащих белок жмыхов и масличных культур.

Поскольку значения пищевой ценности боба обыкновенного, используемого в кормовой композиции, были основаны на значениях усвояемости, цель состояла в том, чтобы проверить, были ли зоотехнические показатели животных одинаковыми и, если они были выше, чтобы увидеть, был ли возможен синергетический эффект, связанный с улучшением, отражающимся на уровне метаболизма у животного.

В приведенной ниже таблице показаны полученные данные, относящиеся к техническим показателям.

Характеристики по изобретению	
	Соевая мука
	Боб обыкновенный, пропаренный
Селекция семян	Да
Технологическая обработка семян	Да
Характеристики рациона	
	Соевая мука
	Боб обыкновенный, пропаренный

МЕ в рационе, ккал/кг	Для роста: 2300   финишного откорма: 2150	
Перевариваемый лизин, г/кг	Для роста: 7,5   финишного откорма: 6,5	
<b>Характеристики тестируемого сырья</b>		
Белок, г/100 г MS		29,2
Крахмал, г/100 г MS		41,8
Таннины, г/100 г MS		0,49
Вицин + конвицин, г/100 г MS		0,15
Альфа-галактозиды, г/100 г MS		2,2
Неочищенная целлюлоза, г/100 г MS		7,3
NDF, г/100 г MS		13,0
Лектины, г/100 г MS		2,4
Антитриптические факторы, TIU/мг		3,0
<b>Способы обработки семян бобов обыкновенных</b>		
<b>Перемешивание</b>	-	Нет
<b>Фракционирование</b>	-	Да
<b>Предварительная термическая обработка</b>		
Температура	-	60°C
Влажность	-	14%
Продолжительность	-	15 мин
<b>Термическая обработка</b>		
Температура	-	140°C
Продолжительность	-	20 с
Давление	-	30 бар (3 МПа)
<b>Характеристики обработанных семян бобов обыкновенных</b>		
МЕ/семя бобов обыкновенных, ккал/кг		3305
DUC N/семя бобов обыкновенных, %		78
Лектины, г/100 г DM		0,0
Антитриптические факторы, TIU/мг		0,8
<b>Эффективность выращивания свиней</b>		
Среднесуточный прирост массы, г/сут	773	804 **
Экономический показатель потребления	2,78	2,80 *

Технические показатели, указанные в этом исследовании, демонстрируют увеличение среднесуточного прироста массы, обусловленное более удовлетворительным потреблением и равно удовлетворительным дополнительным эффектом, выражаемым в приросте массы на один килограмм корма.

Это указывает на наличие синергетического эффекта между хорошей усвояемостью семян, с одной стороны, и положительным влиянием на потребление, с другой стороны, при этом последний эффект может быть связан с уменьшением содержания антипитательных факторов, о негативном влиянии которых на потребление пищи регулярно сообщается, в частности, вследствие расстройств пищеварения, которые они вызывают.

Как упомянуто выше, последствия переваривания питательных веществ, таких как белок и источники энергии, могут проявляться у животных после потребления ими растительного сырья, в зависимости от того, является или не является оно сырьем по данному изобретению. В опубликованной ранее работе сообщалось о снижении производственных показателей в результате изменения физиологических функций и/или усвояемости. Среди этих, связанных со здоровьем изменений, могут иметь место аллергические реакции. Для богатых белком семян задокументировано много случаев таких реакций после потребления этих семян в связи с присутствием в данных семенах основных аллергенов.

f) Тестирование аллергенности на собаках.

Задача этой работы заключается в изучении аллергенности необработанных или обработанных семян бобов обыкновенных в разных условиях. Аллергенность (или реактивность) оценивали методом иммуноблоттинга, используя образцы сыворотки собак с повышенной чувствительностью к пище.

После экстрагирования белка из семян и отбора сывороток крови у чувствительных к пище собак, тех, которые реагируют образованием иммуноглобулина типа E, или IgE, на богатые белком семена, изучают реактивность методом иммуноблоттинга. Экстрагированные белки инкубируют в присутствии образцов сыворотки, содержащих IgE. Если присутствует аллергенный белок, то он связывается с IgE в

сыворотке, и на мембране появляется специфическая зона, как показано на чертеже.

	Характеристики по изобретению			
	Соевая мука	Боб обыкновен. Цельный Необраб.	Боб обыкновен. Цельный Пропаренный	Боб обыкновен. Ядро Пропаренный
Селекция семян	-	Да	Да	Да
Технологическая обработка семян		Нет	Да	Да
<b>Характеристики семян бобов обыкновенных (в форме цельного семени или после удаления кожуры)</b>				
Белок, г/100 г MS		29,2		36,1
Крахмал, г/100 г MS		41,8		43,6
Таннины, г/100 г MS		0,49		0,4
Вицин + конвицин, г/100 г MS		0,15		0,3
Альфа-галактозиды, г/100 г MS		2,2		2,9
Неочищенная целлюлоза, г/100 г MS		7,3		1,4
NDF, г/100 г MS		13,0		5,5
Лектины, г/100 г MS		2,4		2,2
Антитриптические факторы, TIU/мг		3,0		2,1
<b>Способы обработки семян бобов обыкновенных</b>				
<b>Перемешивание</b>	-	Нет	Нет	Нет
<b>Фракционирование</b>	-	Да	Да	Да
<b>Подготовительная термическая обработка</b>				
Температура	-	-	60°C	60°C
Влажность	-	-	14%	14%
Продолжительность	-	-	15 мин	15 мин
<b>Термическая обработка</b>				
Температура	-	-	140°C	130°C
Продолжительность	-	-	20 с	20 с
Давление	-	-	30 бар (3 МПа)	25 бар (2,5 МПа)
<b>Характеристики обработанных семян бобов обыкновенных</b>				
	Соевая мука	Боб обыкновен. Цельный Необраб.	Боб обыкновен. Цельный Пропаренный	Боб обыкновен. Ядро Пропаренный
Лектины, г/100 г DM		6,7	0,2	1,3
Антитриптические факторы, TIU/мг		6,6	0,8	2,8

Необработанные семена бобов обыкновенных демонстрируют множество очень интенсивных зон, т.е. сильную реактивность в отношении аллергенов. С другой стороны, семена, полученные согласно изобретению из цельных семян или из семян после удаления с них кожуры, не демонстрируют никакой реактивности (нет видимых зон). По-видимому, IgE-реактивность, изначально присущая данным семенам, значительно снижается или даже подавляется после окончания применения способа по изобретению.

г) Тестирование зоотехнических параметров у молочных коров.

На экспериментальной молочной ферме проводили исследование с целью изучения влияния данного изобретения на защиту белков бобов обыкновенных и семян люпина в рубце и на их усвояемость в кишечнике.

Данное исследование выполняли на восьми дойных коровах голштинской породы с введенной в рубец канюлей. План эксперимента представлял собой двойной латинский квадрат 4×4. Коров кормили два раза в сутки рационом, состоящим на 60% из кормовых растений и на 40% из концентратов. Кормовые растения представляли собой смесь кукурузного силоса (33% рациона по DM), силоса из злаковых культур (17%), сена (10%) и сухого свекловичного жома (10,75%). В состав концентрата включали молотую кукурузную и соевую муку для контрольных рационов. Жмых заменяли в соответствии с указанными обработками на цельные семена бобов, соответственно, семена люпина белого, необработанные (БОБ-

ЦЕЛЬН. - НЕОБРАБОТАН. и ЛЮПИН-ЦЕЛЬН. - НЕОБРАБОТАН.) или обработанные согласно изобретению (БОБ-ЦЕЛЬН. - ИЗОБРЕТЕНИЕ и ЛЮПИН-ЦЕЛЬН. - ИЗОБРЕТЕНИЕ) или обработанные согласно альтернативному способу, при котором температура обработки выходит за пределы рекомендаций данного изобретения (БОБ-ЦЕЛЬН. - АЛЬТЕРН. и ЛЮПИН-ЦЕЛЬН. - АЛЬТЕРН.). Рационы готовили одинаковыми по содержанию общего азота (TN) (146 г/кг DM) и источника чистой энергии (0,99 кормовых единиц молока (от франц. Unite Fourragere Lait; UFL)/кг DM), а концентрат обеспечивал 40% TN из рациона.

	Характеристики по изобретению						
	СОЯ	БОБ-ЦЕЛЬН-НЕ-ОБРАБОТАН.	БОБ-ЦЕЛЬН-АЛЬТЕРН.	БОБ-ЦЕЛЬН-ИЗОБРЕТЕНИЕ	ЛЮПИН-ЦЕЛЬН-НЕ-ОБРАБОТАН.	ЛЮПИН-ЦЕЛЬН-АЛЬТЕРН.	ЛЮПИН-ЦЕЛЬН-ИЗОБРЕТЕНИЕ
Селекция семян	Соев.	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Технологическая обработка семян	мука	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Да
<b>Характеристики рациона</b>							
TN, г/кг MS	146						
Чистая энергия, UFL/кг MS	0,99						
Белок, перевариваемый в кишечнике (PDI), г/кг	92	80	99	91	80	100	92
Баланс белка в рубце (BalProRU), г/кг	3,47	14,82	-2,33	5,5	15,54	-2,61	5,71
Белок, перевариваемый в кишечнике из пищи (PDIF), г/кг	44	30	51	42	30	52	42
Разлагаемый в рубце крахмал, г/кг	155	162	153	153	123	123	123
Перевариваемый лизин, % от PDI	6,82	7,18	7,09	7,1	6,85	6,51	6,44
Перевариваемый метионин, % от PDI	2,53	2,62	2,29	2,38	2,67	2,31	2,42
<b>Характеристики семян бобов обыкновенных или люпина</b>							
	СОЯ	БОБ-ЦЕЛЬН-НЕ-ОБРАБОТАН.	БОБ-ЦЕЛЬН-АЛЬТЕРН.	БОБ-ЦЕЛЬН-ИЗОБРЕТЕНИЕ	ЛЮПИН-ЦЕЛЬН-НЕ-ОБРАБОТАН.	ЛЮПИН-ЦЕЛЬН-АЛЬТЕРН.	ЛЮПИН-ЦЕЛЬН-ИЗОБРЕТЕНИЕ
Белок, г/100 г DM	51,6	29,3			33,3		
Крахмал, г/100 г DM	5,7	39,1			-		
Жир, г/100 г DM	1,6	7,0			13,3		
Таннины, г/100 г DM	0,69	0,8			-		
Вицин + конвицин, г/100 г DM	-	0,10			-		
Алкалоиды, г/100 г DM	-	-			0,02		

Альфа-галактозиды, г/100 г DM	4,0	2,3			0,93		
Неочищенная клетчатка, г/100 г DM	5,9	10			12,9		
NDF, г/100 г DM	12,5	18,7			18,3		
Лектины, г/100 г DM	-	66,7			-		
Антитриптические факторы, TIU/мг	20,0	2,5			-		
<b>Способы обработки семян</b>							
<b>Перемешивание</b>	-	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<b>Фракционирование</b>	-	Да	Да	Да	Да	Да	Да
<b>Предварительная термическая обработка</b>							
Температура	-	-	60°C	60°C	-	60°C	60°C
Влажность	-	-	14%	14%	-	14%	14%
Продолжительность	-	-	15 мин	15 мин	-	15 мин	15 мин
<b>Термическая обработка</b>							
Температура	-	-	160°C	140°C	-	160°C	140°C
Продолжительность	-	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Давление	-	-	40 бар (4 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	30 бар (3 МПа)	20 бар (2 МПа)
<b>Характеристики обработанных семян</b>							
Лектины, г/100 г DM	-	66,7	28,6	13,3	-	-	-
Антитриптические факторы, TIU/мг	-	2,5	1,0	0,9	-	-	-
	30	82	35	35	84	53	47
Акриламид, г/100 г DM	34	35	39	69	34	507	175
CML, г/100 г DM	0,123	0,008	0,023	0,017	0,009	0,029	0,023
<b>Показатели для обработанных семян бобов обыкновенных</b>							
		БОБ-ЦЕЛЬНЫЕ-ОБРАБОТАН.	БОБ-ЦЕЛЬНЫЕ-АЛЬТЕРН.	БОБ-ЦЕЛЬНЫЕ-ИЗОБРЕТЕНИЕ	ЛЮ-ПИН-ЦЕЛЬНЫЕ-ОБРАБОТАН.	ЛЮ-ПИН-ЦЕЛЬНЫЕ-АЛЬТЕРН.	ЛЮ-ПИН-ЦЕЛЬНЫЕ-ИЗОБРЕТЕНИЕ
Истинная усвояемость N, г/г	0,63 (боб) /0,66 (люп)	0,64	0,63	0,66	0,68	0,64	0,68
Общее содержание аминокислот, мкМ (в плазме)	2662 (боб) /2642 (люп)	2401	2858	2985	2608	2411	2921
Незаменимые аминокислоты, мкМ (в плазме)	1034 (боб) /956 (люп)	898	1125	1164	774	914	1024
NH <sub>3</sub> , мг/л (в соке рубца)	119 (боб) /120 (люп)	145	130	133	140	125	140
Выход молочного белка: обнаружено - ожидаемо, г/сут	11,3 (боб) /-2,7 (люп)	-65,0	-56,9	5,1	-68,6	-67,9	-29,7

Более низкие уровни NH<sub>3</sub> в рубце в случае использования семян по изобретению, чем в случае необработанных семян, демонстрируют защиту азотсодержащих соединений от расщепляемости в рубце, возрастающую при повышении температуры обработки, тогда как использование соевой муки приводит к получению самых низких значений. Такая защита азотсодержащих соединений, обусловленная технологической обработкой, также подтверждается тем, что при обработке в течение 1 ч ферментами их расщепляемость у семян, полученных согласно данному изобретению, уменьшается по сравнению с необра-

ботанными семенами.

Содержание соединений Майяра в семенах, полученных согласно данному изобретению, выше, чем в необработанных семенах, в частности, с более выраженным влиянием на содержание акриламида и СМЛ в случае люпина.

Кроме того, содержание СМЛ в соевой муке в четыре-семь раз выше по сравнению с таковым в семенах, полученных по изобретению.

В эксперименте с бобами обыкновенными с применением методики латинского квадрата содержание СМЛ в фекалиях оказывалось меньшим в случае использования рационов с бобами обыкновенными, чем в случае контрольного рациона, содержащего соевую муку. В количественном отношении большее содержание соединений Майяра было обнаружено в фекалиях при использовании семян из альтернативных рационов, чем семян по изобретению. Это означает, что в альтернативных способах реакции Майяра с большей долей вероятности достигали необратимой стадии в сычуге, что приводило к чрезмерной защите азотсодержащих соединений.

Это подтверждается уменьшением истинной усвояемости азота, наблюдаемой при использовании семян из альтернативных способов по сравнению с семенами по изобретению. Кроме того, более высокое содержание в плазме крови аминокислот при использовании семян, полученных согласно изобретению, по сравнению с семенами из альтернативных способов, с одной стороны, и соевой мукой, с другой стороны, демонстрирует лучшее усвоение в кишечнике белков из семян, полученных согласно изобретению; таким образом, наблюдается более низкая доступность для животного белков из семян, полученных согласно альтернативным способам или белков из соевой муки, поскольку более высокая доля последних будет избегать не только расщепления в рубце, но также расщепления и всасывания в кишечнике.

Эти результаты подтверждают, что реакции Майяра протекали после осуществления методов технологической обработки семян бобов обыкновенных и люпина в различных соотношениях. В случае семян, полученных согласно изобретению, эти реакции обеспечивают защиту азотсодержащих соединений от избыточного расщепления в рубце и являются обратимыми в условиях кислых значений pH сычуга, что позволяет осуществлять таким образом оптимальное всасывание аминокислот в тонком кишечнике. С другой стороны, после обработки при высокой температуре (160°C) эти реакции перестают быть обратимыми в сычуге, и белки, таким образом "излишне" защищенные, больше не всасываются в кишечнике.

Наконец, в зоотехнических терминах, семена, полученные согласно изобретению, являются единственными, которые могут конкурировать с соевой мукой, поскольку они предоставили возможность выразить потенциал для количества вырабатываемого молочного белка коров. Это не имеет отношения к необработанным семенам и семенам из альтернативных способов.

h) Исследование экономических преимуществ способа по настоящему изобретению.

Для того, чтобы провести такой экономический анализ, использовали программное обеспечение для приготовления кормовой композиции с соответствующей информацией о доступном для усвоения сырье, пищевой ценности сырья, ценах на эти виды сырья и связанных с питанием ограничениях по кормам для бройлеров и кур-несушек на разных стадиях физиологического развития.

Таким образом, после сбора информации относительно пищевой ценности и возможных цен на самые лучшие комбинации по изобретению данное изобретение оценивали на предмет экономической целесообразности.

С использованием этого же подхода также можно было провести оценку цен на представляющее интерес сырье, разработанное на основе наилучшего сочетания способов, реализуемых согласно данному изобретению. И исходя из этого было обнаружено, что изобретение оказалось вполне экономически релевантным, особенно с учетом формулирования ограничений по составу, связанных с конкретными спецификациями (рассматриваются спецификации, относящиеся к обязательству иметь в составе кормовых композиций виды сырья, не содержащие ГМО, не импортируемые или которые являются сырьем местного производства).

Ниже представлены данные относительно трех кормовых композиций для выращивания бройлеров, демонстрирующие экономическую пользу с учетом продукта, полученного согласно изобретению (смеси семян бобов обыкновенных и соевых бобов в соотношении 90% и 10%, соответственно), ввиду его технико-экономического приоритета с точки зрения его включения в плане оптимизации в состав не содержащих ГМО композиций, по сравнению с известными видами сырья предшествующего уровня техники (в данном случае соевой мукой и зерновыми культурами).

Таблица сравнения данных трех не содержащих ГМО кормовых композиций для выращивания бройлеров: одной, приготовленной без использования продукта по изобретению, и двух других, приготовленных на основе, полученного согласно изобретению.

	Стандартная композиция, БЕЗ использован. предложенного продукта по изобретению	Исследуемая композиция 1, С использован. предложенного продукта по изобретению	Исследуемая композиция 2, С использован. предложенного продукта по изобретению
<b>Состав композиций</b>			
Соевая мука без ГМО	21,0%	8,3%	
<b>Продукт по изобретению (90% семени бобов обыкновенных + 10% сои)</b>		13,5%	20,0%
Рапсовый жмых		6,3%	8,0%
Пшеница	41,9%	45,0%	45,0%
Ячмень			11,1%
Кукуруза	25,0%	14,3%	1,3%
Глютен кукурузный	5,2%	5,7%	7,6%
Соевое масло	4,0%	4,0%	4,0%
Минеральные вещества и витамины	2,3%	2,3%	2,3%
Аминокислоты	0,6%	0,6%	0,7%
<b>Питательные характеристики</b>			
Обменная энергия	3100 ккал	3100 ккал	3100 ккал
Белок	19,5%	19,5%	19,5%
Перевариваемый лизин	10,3 г/кг	10,3 г/кг	10,3 г/кг
Кальций	0,79%	0,79%	0,79%
Фосфор	0,40%	0,40%	0,40%
Себестоимость производства продукции	289,5 евро/тонна	287,1 евро/тонна	288,5 евро/тонна

Благодаря данному эксперименту с композициями можно видеть, что количество продукта по изобретению в не содержащей ГМО кормовой композиции для выращивания бройлерного цыпленка оптимизировано и составляет 13,5% в исследуемой композиции 1, в результате чего содержание рапсовой муки составляет 6,3% и значительно уменьшается содержание соевой муки и кукурузной муки на 12,7% и 10,3%, соответственно.

Кроме того, если стремиться к полному удалению не содержащей ГМО соевой муки из исследуемой композиции 2, то количество продукта по изобретению составит 20%, при этом себестоимость данной композиции по сравнению с исходной стандартной композицией станет ниже на 1 евро из расчета за одну тонну.

Это исследование композиций демонстрирует техническую и экономическую целесообразность изобретения.

И наконец, с точки зрения применений, способ, составляющий объект данного изобретения, направлен на продвижение включения богатых белком семян в рацион моногастричных животных в качестве вещества, замещающего другие источники белка, такие как соевая мука или другая импортируемая мука, и, следовательно, на удовлетворение потребностей животноводов в получении большей автономии по производству кормовых белков на территориальном уровне, а также потребностей потребителей в отношении обеспечения более экологически безопасными продуктами животноводства, при этом корм для животных должен быть не должен содержать ГМО, а продукты питания должны являться продукцией местного производства.

Область приложения способа по настоящему изобретению может касаться двух типов применения для животноводства.

Применение для подготовки сырья.

Подготовка концентрата, основанного на культурах с высоким содержанием белка в качестве сырья с целью включения в состав полного или дополняющего корма для моногастричных животных и предназначенного для промышленных и/или сельскохозяйственных производителей. В этом случае минималь-

ная доля введения указанных прошедших селекцию семян составляет 20%, предпочтительно 40%.

Другие виды сырья, входящие в состав этого концентрата, могут быть подвергнуты всем стадиям или части стадий указанного способа по изобретению, тем более, если это дает преимущество этим видам сырья.

Таким образом, предпочтительно, чтобы сырье представляло собой семена или любой другой крахмалсодержащий продукт, такой как зерновые культуры и масличные культуры, неограничивающим образом.

Применение для подготовки кормового продукта.

Подготовка полного или дополняющего корма на основе зерновых культур для специалистов по разведению сельскохозяйственных животных с целью кормления своих моногастричных животных. В этом, отличающемся случае минимальная доля введения указанных прошедших селекцию семян составляет 5%, предпочтительно 10%.

Кроме того, продукты питания, полученные согласно изобретению, различаются в соответствии с потребностями производителей продуктов питания и животных в зависимости от того, позиционируются ли они как не содержащие ГМО, являются ли продукцией местного производства, французских секторов или секторов для производства не содержащей сои продукции, с одной стороны, или для сектора, называемого "Bleu Blanc Coeur" (зарегистрированная торговая марка), с другой.

Действительно, что касается потребностей французов в белках, то предпочтительно обрабатывать бобы обыкновенные вместе с выращиваемой в пределах метрополии соей. Принимая во внимание соответствие требованиям "Bleu-Blanc-Coeur", авторы изобретения заинтересованы в сочетании их с семенами льна.

В первом случае для повышения содержания белка в продукте используют сою. Во втором случае наличие омега-3 жирных кислот, которые отслеживаются и гарантируются, обеспечивает льняное семя. Этот подход имеет преимущество, в рамках применения производителями продуктов питания, в том, что нет необходимости в дополнительном хранилище, но необходима замена на другой продукт на основе льна, что зачастую связано с закупкой сырья без больших технических преимуществ (пшеничных отрубей, зерновых культур и т.д.).

Здесь же приведен пример композиций.

1) Составы для не содержащих ГМО/белок-содержащих цепей потребления пищи местного производства:

из расчета 90% семян бобов обыкновенных и 10% сои; из расчета 70% семян бобов обыкновенных и 30% сои.

2) Составы для подхода "Bleu-Blanc-Coeur":

из расчета 75% семян бобов обыкновенных и 25% льняных семян;

из расчета 50% семян бобов обыкновенных и 50% льняных семян;

из расчета 25% семян бобов обыкновенных и 75% льняных семян.

Семена, получаемые согласно изобретению, также могут быть полезны для домашних животных и жвачных животных. Несмотря на то, что они были разработаны для кормления моногастричных сельскохозяйственных животных, семена, обработанные согласно изобретению, полностью пригодны для кормления домашних животных, таких как собаки и кошки, и жвачных животных.

В предпочтительном способе применения для жвачных животных интерес к использованию, с одной стороны, углевод-расщепляющих ферментов, а, с другой стороны, источников так называемых редуцирующих сахаров может быть сохранен. Действительно, помимо теплового эффекта, один из путей защиты белка от его расщепления в рубце при одновременном улучшении его усвояемости в кишечнике состоит: 1) в добавлении на стадии способа, заключающейся в гидротермической и ферментативной подготовительной обработке, ферментов, способных гидролизовать углеводы до глюкозных звеньев или других более простых редуцирующих сахаров, которые являются реакционноспособными в отношении белка; и/или 2) в отборе на дополнительной стадии, основанной на применении дополнительного сырья, источников в той или иной степени редуцирующих сахаров.

Специалисту известно, что для усвоения богатых белком семян у жвачных животных необходимо, в частности, снижение степени расщепления их белка в рубце, и что один из путей достижения этого состоит в стимулировании первых стадий реакции Майяра между функциональными аминокетонами белков и редуцирующими функциональными группами сахаров.

Цель данного изобретения заключается в создании новых условий для осуществления этих реакций, которые являются обратимыми, что позволяет обеспечить отличную усвояемость белков в кишечнике.

Интерес также представляет применение семян, полученных согласно изобретению, в контексте кормления домашних питомцев. С одной стороны, полученные таким путем богатые белком семена предоставляют источник разнообразного и высокоусвояемого белка и энергии, характеризующийся более низким содержанием антипитательных факторов, и источник белка со сниженным аллергическим потенциалом, с другой. Действительно, специалисту известно, что благодаря биохимическим реакциям, протекающим на одной из относящихся к термической обработке стадий способа, риск развития аллергических реакций существенно снижается (Franck и др., 2008).

И наконец, применение этого способа также может быть распространено на рынки продуктов питания для человека ввиду дополнительной пищевой ценности, которую привносят растительные белки, и в настоящее время ожидается, что их потребление людьми в составе рационов для населения развитых стран будет возрастать, тем более, что риск развития аллергических реакций от употребления этих растительных белков снижается.

Действительно, Французским национальным агентством безопасности питания ANSES (от франц. Agence nationale de securite sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail) рекомендовано восстановить баланс между источниками животных и растительных белков в рационе человека и таким образом, чтобы перейти от соотношения 70/30 к соотношению 50/50.

Известные для моногастричных животных ограничения по питательности богатых белком семян, по-иному известных как зернобобовые культуры, являются такими же, как и у людей, поскольку они тоже имеют однокамерный желудок. Вот почему авторы изобретения считают, что данное изобретение в конечном итоге предназначено как для отраслей животноводства (для выращивания моногастричных и жвачных животных), так и для отраслей, связанных с преобразованием растительных белков для непосредственного потребления человеком.

Ниже подробно описаны библиографические ссылки, процитированные в данном документе.

Bond., 1976. *Journal of Agricultural Science*, 86, 561-566.

Bourin et al., 2015. *JRA*.

Carré et al., 1986. *J. Sci. Food Agric.*, 37, 341-351.

Carre et al., 2013. *Anim.* 7, 1246-1258.

Champ et al., 1993. *INRA Prod. Anim.*, 6, 185-198.

Choubert et al., 1982. *Aquaculture*, 29, 185-189.

Crépon et al., 2010. *Field Crops Research*, 115(3), 329-339.

Cuq et al., 2003. *Food Sci. Tech.*, 37,759-766.

Delanoue et al., 2015. *Renc. Rech. Ruminants*, 22, 171-178.

Diaz et al., 2006. *Italian J. Anim. Sci.*, 5(1): 43-53.

Dixon et al., 1992. *Nutr. Res. Rev.*, 5: 19-43.

Duc et al., 1999. *Journ. of Agr. Sci.*, 133(02), 185-196.

Fru-Nji et al., 2007. *The Journal of Poultry Science*, 44(1), 34-41.

Garrido et al., 1988. B: *Recent adv. of rech. in antinutritional factors in legume*  
297-300.

Gatel, 1994. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 45, 317-348.

Gatta et al., 2013. *Arch. Anim. Nutr.*, 67(3): 235-247.

Gourdouvelis et al., 2012. *Journ. Agr. Sci. and Technology A 2*.

Guillaume et al., 1977. *British Poultry Science*, 18, 573-583.

Hayashi et al., 1989. *Agr. Biol. Chem.*, 52: 2543-2544.

Jezierny et al., 2010. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 157, 111-128.

Kaysi et al., 1992. *INRA Prod. Anim*, 5(1), 3-17.

Keetels, 1995. *Landbouwniversiteit te Wageningen*.

- Khamassi et al., 2013. *Plant Genetic Resources*, 11, 250-257.
- Laplace et al., 1994. *Livestock Production Science*, 40, 313-328.
- Leclercq et al., 1989. *INRA Prod. Anim.*, 2, 129-136.
- Lessire, 2001. *INRA Prod. Anim.*, 14, 365-370.
- Leterme et al., 1998. *Proc. 3rd Int. Workshop on Antinutritional factors in Legume Seeds and Rapeseed*. EAAP Publication, № 93, 121-124.
- Liener et al., 1986. Eds Academic Press, Orlando, 600 pp.
- Liener, 1979. *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, 56, 121-129.
- Magrini et al., 2016. *Ecological Economics*, 126, 152-162.
- Messéan et al., 2014. *Quae*.
- Muduuli et al, 1981. *Can Jour of Animal Science*, 61(3), 757-764.
- Muduuli et al., 1982. *British Journal of Nutrition*, 47, 53-60.
- Myer et al., 2001. *B: Swine Nutrition*, pp. 1-26.
- Noblet et al., 1989. INRA Editions, Paris, 106 p.
- Olaboro et al., 1981. *J. Sci. Food Agric.*, 32, 1163-1171.
- Opazo et al., 2012. *PloS one* 7, e44783.
- Perrot et al. 1995. *INRA Prod. Anim.*, 8(3): 151-164.
- Písařiková et al., 2009. *Acta Veterinaria Brno*, 78(3): 399-409.
- Saini, 1989. *Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds*. Pudoc, Wageningen, pp. 329-341.
- Sauvant et al., 2002: *Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons*. INRA.
- Schmidt et al., 2009. *Poult. Sci.*, 88, 2610-2619.
- Schneider et al., 2017. *OCL*.
- Svihus et al., 2005. *Anim. Feed Sci. Technology*, 122(3): 303-320.
- Svihus, 2006. *Avian gut function in health and disease*, 28: 183-194.
- Terres Inovia, 2016. [www.terresinovia.fr/feverole/cultiver-de-la-feverole/varietes/print.pdf?print=1](http://www.terresinovia.fr/feverole/cultiver-de-la-feverole/varietes/print.pdf?print=1), по данным на 2 марта 2017 года.
- Terres Univia, 2016.  
[http://www.terresunivia.fr/sites/default/files/articles/publications/marches/terres-univia\\_chiffres-cles-legumineuses.pdf](http://www.terresunivia.fr/sites/default/files/articles/publications/marches/terres-univia_chiffres-cles-legumineuses.pdf), по данным на 20 марта 2016 года.
- Terres Univia, 2016.  
[http://www.terresunivia.fr/sites/default/files/articles/publications/marches/terres-univia\\_chiffres-cles-legumineuses.pdf](http://www.terresunivia.fr/sites/default/files/articles/publications/marches/terres-univia_chiffres-cles-legumineuses.pdf). По данным на 20 марта 2016 года.

Terries Inovia, 2016. <http://www.terresinovia.fr/debouches-chiffres/transformation-desgraines/usines-et-filieres-courtes/>, по данным на 25 июня 2017 года.

Van Der Poel et al. 1977. В: "Protein quality for leguminous crops"; EUR 5686 EN, p. 162-179.

Zdunczyk et al., 1996. J. Anim. Feed Sci., 5: 281-288.

Zuidhof et al., 2014. Poult. Sci., 93, 2970-2982.

AFNOR, 2005. ISO, 15914: 2004.

Akraïm et al., 2006. Anim. Res., 55, 261-271.

Behnke, 2001. Feed Tech., 5(4): 19-22.

Benchaar et al., 1992. Première conférence européenne sur les protéagineux, Angers, France, 491-492.

Chesneau et al., 2009. Journ. Rech. Porcine, 41, 63-64.

Enjalbert et al., 2008. Renc. Rech. Ruminants, 15.

Hoseney, 1994. Principles of cereal science and technology. 2 ed. St. Paul: AACC, 1994. 378 p.

Hurtaud et al., 2006. Renc. Rech. Ruminants, 13, 332.

M. Champ et al., 1993, 6(3), pp.185-198.

Mariotti et al., 2005. Starch - Starke, 57(11), 564-572.

Martin et al., 2008. J. Anim. Sci., 86(10): 2642-50.

Noblet et al., 2008. Journ. Rech. Porcine, 40, 203-208.

Normand et al., 2005. Renc. Rech. Ruminants, 12, 359-366.

Pan et al., 2017. Food Hydrocolloids, 66, 227-236.

Perrot, 1995. INRA Prod. Anim., 8, 151-164.

Toullec et al., 1992. Première conférence européenne sur les protéagineux. Angers, France, 497-498.

Wang et al., 2013. Food & Function, 4(11), 1564-1580.

Wang et al., 2016. Food & Function, 7(4), 407e-418.

Wang et al., 2017b. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65(1), 156-166.

Zhang et al., 2003. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(9), 2801-2805.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ обработки богатых белком семян для повышения их ценности в качестве продуктов питания, причем указанные семена выбраны по меньшей мере из одного из следующих семян: боба обыкновенного (*Vicia faba* L.), гороха (*Pisum sativum* L.), люпина белого (*Lupinus albus* L.), люпина синего (*Lupinus angustifolius* L.) и люпина желтого (*Lupinus luteus* L.),

отличающийся тем, что он включает следующие последовательные стадии:

а) использование семян по меньшей мере одного из вышеуказанных видов растений при условии, что они имеют значение содержания белка, и/или содержания крахмала, и/или содержания жира, превышающее или равное указанным ниже значениям, г/100 г сухого вещества (DM):

боб обыкновенный (*Vicia faba* L.): белка - 28, крахмала - 39;

горох (*Pisum sativum* L.): белка - 22, крахмала - 45;

люпин белый (*Lupinus albus* L.): белка - 35, жира - 8;

люпин синий (*Lupinus angustifolius* L.): белка - 31, жира - 5,5;

люпин желтый (*Lupinus luteus* L.): белка - 38, жира - 5,0;

и содержат по меньшей мере одно из соединений, выбранных из следующей группы: антипитательный фактор (ANF), неочищенная целлюлоза, нейтрально-детергентная клетчатка (NDF), в количестве, которое находится на более низком уровне, чем указанные ниже значения, г/100 г DM:

боб обыкновенный (*Vicia faba* L.): таннины - 0,3, вицин, конвицин - 0,5, альфа-галактозиды - 2,5,

неочищенная целлюлоза - 10, NDF - 18;

горох (*Pisum sativum* L.): танины - 0,01, альфа-галактозиды - 5, неочищенная целлюлоза - 7,5, NDF - 18;

люпин белый (*Lupinus albus* L.): алкалоиды - 0,1, альфа-галактозиды - 10, неочищенная целлюлоза - 16, NDF - 25;

люпин синий (*Lupinus angustifolius* L.): алкалоиды - 0,2, альфа-галактозиды - 9, неочищенная целлюлоза - 18, NDF - 29;

люпин желтый (*Lupinus luteus* L.): алкалоиды - 0,3, альфа-галактозиды - 12, неочищенная целлюлоза - 18, NDF - 29;

b) подвергание давлению семян со стадии а) в течение более 10 с при минимальном давлении 10 бар (1000 кПа) до тех пор, пока не будет достигнута температура выше 80°C;

и/или b1) нагревание семян в течение минимум 15 мин при температуре, превышающей 80°C.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что после осуществления указанной стадии а) их подвергают фракционированию.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что после осуществления указанной стадии а), и если используют семена разных видов и/или с разным содержанием белка, крахмала, жира, антипитательного фактора, неочищенной целлюлозы или нейтрально-детергентной клетчатки (NDF), их перемешивают и фракционируют или фракционируют, а затем перемешивают.

4. Способ по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что перед стадией b) стадию подготовительной термической обработки семян осуществляют с использованием пара и/или жидкости на водной основе до тех пор, пока не будут достигнуты значения температуры в диапазоне от 30 до 90°C и влажности более 12%, предпочтительно 15%, в течение периода времени более 2 мин, предпочтительно 15 мин.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что стадию подготовительной термической обработки осуществляют в присутствии по меньшей мере одного экзогенного фермента, идентифицированного из следующих семейств: арабинофуранозидаз, бета-глюканаз, целлюлаз, глюкоамилаз, пектиназ, пектинметилэстераз, фитаз, протеаз, ксиланаз, и предпочтительно ксиланаз, бета-глюканаз и пектиназ, при этом указанный экзогенный фермент добавляют к семенам или к смеси заранее.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что на стадии подготовительной термической обработки в присутствии экзогенного фермента значение влажности устанавливают на уровне более 15%, предпочтительно 25%, и подготовительную термическую обработку проводят в течение по меньшей мере 15 мин, предпочтительно 60 мин.

7. Способ по одному из пп.4-6, отличающийся тем, что при выполнении указанной стадии подготовительной термической обработки смесь перемешивают.

8. Способ по одному из пп.3-7, отличающийся тем, что когда выполняют перемешивание, а затем фракционирование, то новое перемешивание осуществляют после указанного фракционирования.

9. Способ по одному из пп.2-8, отличающийся тем, что указанное фракционирование продолжают до тех пор, пока по меньшей мере 90% указанных семян не будут иметь размер частиц менее 2000 мкм, предпочтительно менее 1500 мкм.

10. Способ по одному из пп.3-9, отличающийся тем, что указанную стадию b1) осуществляют на указанной смеси.

11. Способ по одному из пп.1-10, отличающийся тем, что осуществление стадии b) или b1) останавливают, если содержание по меньшей мере одного из антипитательных факторов, перечисленных ниже, имеет более низкое значение по сравнению со значением, также указанным ниже:

боб обыкновенный (*Vicia faba* L.): лектины - 0,10 г/100 г сырья, антитриптические факторы - 1,50 ТПУ/мг сырья;

горох (*Pisum sativum* L.): лектины - 0,10 г/100 г сырья, антитриптические факторы -1,50 ТПУ/мг сырья.

12. Способ по одному из пп.1-11, отличающийся тем, что после стадии а) указанные семена подвергают лущению и/или удалению кожуры.

13. Способ по одному из пп.1-12, отличающийся тем, что после указанной стадии а) или после указанной стадии лущения и/или удаления кожуры осуществляют специальное фракционирование и разделение указанных семян в соответствии с критерием, выбранным из размера, массы, формы, плотности, аэродинамического, колориметрического или электростатического параметра.

14. Способ по одному из пп.1-13, отличающийся тем, что после стадии а) или перед ней указанные семена сортируют в соответствии с критерием, выбранным из размера, массы, формы, плотности, аэродинамического, колориметрического или электростатического параметра.

15. Способ по одному из пп.1-14, отличающийся тем, что с указанными семенами смешивают по меньшей мере один из других видов сырья, выбранных из группы, состоящей из масличных культур и их сопродуктов, масел, сопродуктов богатых белком семян, зерновых культур и их сопродуктов, источников простых и сложных углеводов и жмыха масличных семян.

16. Способ по одному из пп.1-15, отличающийся тем, что указанное сырье представляет собой источник липидов, предпочтительно масличное семя.

17. Способ по одному из пп.1-16, отличающийся тем, что он включает окончательную стадию, в ходе которой указанные семена охлаждают.

Характеристики обработанных семян бобов обыкновенных				
	Соевая мука	Боб обыкновен. Цельный Необраб.	Боб обыкновен. Цельный Пропаренный	Боб обыкновен. Ядро Пропаренный
Аллергическая реактивность собак				
Качество реакции	Сильная	Сильная	Нет	Нет
Иммуноблот				



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2