Министерство сельского хозяйства РФ
Российская академия сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно – исследовательский институт
животноводства

МЕТОДИКА

РАСЧЕТА ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ В КОРМАХ НА ОСНОВЕ СОДЕРЖАНИЯ СЫРЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

(для крупного рогатого скота, овец и свиней)

Дубровицы 2008

gost.e-ecolog.ru

Наставление подготовили сотрудники Государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства Россельхозакадемии»: **М.П. Кирилов, Е.А. Махаев, Н.Г. Первов, В.В. Пузанова, А.С. Аникин.**

Наставление рассмотрено, одобрено и рекомендовано к печати Ученым советом ГНУ «ВНИИ животноводства Россельхозакадемии». Протокол № 11 от 29 сентября 2008 г. и секцией «Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов» Россельхозакадемии, протокол № 2 от 10 октября 2008 г.

Рецензент: доктор биологических наук,
профессор **Фомичев Ю.П.**

Наставление предназначено для научных сотрудников в области кормления сельскохозяйственных животных, руководителей хозяйств, зооветспециалистов, работников комбикормовых предприятий и фермеров, а также как учебное пособие в профессиональном обучении работников животноводства.

Авторы могут на договорной основе оказать содействие в освоении и использовании методики для работы на ПК.

© ГНУ «ВНИИЖ Россельхозакадемии»

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	5
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	7
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ (ОЭ)	9
Прямой метод	9
Косвенные методы:	10
Определение ОЭ по переваримым питательным веществам	10
Определение ОЭ по сырым питательным веществам	12
УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ОЭ и ЭКЕ	14
ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ	16
УРАВНЕНИЯ ОЭ для крупного рогатого скота	17
УРАВНЕНИЯ ОЭ для овец	18
УРАВНЕНИЯ ОЭ для свиней	19
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОРМОВАЯ ЕДИНИЦА (ЭКЕ)	21
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	22
ПРИЛОЖЕНИЯ	24

ВВЕДЕНИЕ

Обеспеченность животных энергией является одним из основных факторов, определяющих уровень их продуктивности. В теории кормления сельскохозяйственных животных проблема энергетического питания занимает центральное положение.

Переход на оценку питательности кормов и рационов по обменной энергии позволил по-новому подойти к проблеме энергетического нормирования кормления сельскохозяйственных животных. Обменная энергия обеспечивает все затраты организма на производство продукции, включающие затраты на поддержание жизни, обеспечение процессов, связанных с образованием продукции, с переработкой и усвоением корма, а также включает непосредственно энергию произведенного продукта.

Однако проведение опытов по переваримости питательных веществ отдельных кормов представляет определенные трудности, поэтому ВНИИ животноводства разработал метод определения обменной энергии в кормах по содержанию сырых питательных веществ (протеина, жира, клетчатки и БЭВ) по формулам регрессионного анализа. Сравнение данных содержания обменной энергии, рассчитанной этим методом, показало близкую идентичность, а во многих случаях, полное сходство с данными расчета по переваримым питательным веществам.

В настоящем руководстве изложен метод расчета обменной энергии в кормовых средствах России на основе формул регрессии. Методика позволит более объективно и достоверно оценивать энергетическую питательность используемых кормов и рационов, а также организовать полноценное, сбалансированное кормление животных на фермах.

Общие положения

Оценка питательности кормов и рационов, как и нормирование кормления животных на современном уровне, является комплексной и многофакторной. Биологическая химия, физиология и в целом, зоотехническая наука о кормлении сельскохозяйственных животных накопили большой экспериментальный материал о значении энергии в обмене веществ. Исследования проведены с учетом и многих других факторов, влияющих на использование питательных веществ корма, биосинтез компонентов, необходимых для образования молока, мяса и другой животноводческой продукции.

Исследованиями доказано, что путем введения в кормовые рационы незаменимых аминокислот, микроэлементов и других биологически активных веществ можно существенно влиять на эффективность использования энергии и протеина корма. Продуктивность животных при одном и том же потреблении кормов может значительно различаться в зависимости от сбалансированности и структуры рациона структуры рациона, концентрации и соотношения в нем энергии и питательных веществ, физиологического состояния животного, породных особенностей и условий содержания.

Необходимость замены прежних систем оценки кормов была признана во многих странах. Одним из основных показателей этой оценки является энергетическая ценность используемых кормов и рационов. В настоящее время в большинстве стран с развитым животноводством применяются системы оценки кормов и нормирования соответственно потребностям животных по показателям обменной или чистой энергии.

Система оценки кормов в кормовых единицах на основе чистой энергии в различных вариантах принята в Голландии, Дании, Швеции, Норвегии и ряде других стран. В США, Англии, Франции, Швейцарии осуществлен

переход на оценку энергетической питательности кормов и нормирования потребности животных по чистой энергии на основе использования данных о содержании обменной энергии в кормах. Вместе с тем, в США и ряде других стран, кроме того, используется система оценки кормов по сумме переваримых питательных веществ.

Институт кормления сельскохозяйственных животных им. О.Кельнера (ФРГ) предложил новую систему оценки кормов в энергетических кормовых единицах, где продуктивное действие корма оценивается по чистой энергии жироотложения у разных видов животных. Однако, такой подход не устраняет ряд недостатков «кельнеровской» системы оценки кормов.

В нашей стране была разработана система оценки энергетической питательности кормов, рационов и норм кормления для всех видов сельскохозяйственных животных в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ) на основе обменной энергии (ОЭ) – части энергии корма, которую организм животного использует для обеспечения жизнедеятельности и образования продукции. Пленум отделения животноводства ВАСХНИЛ в 1963 году принял решение оценивать питательность кормов и рационов, а также нормировать энергетические потребности животных в обменной энергии для каждого их вида.

До последнего времени обменную энергию в кормах для различных видов животных во многих случаях определяют по табличным данным или случайным коэффициентам, используя количество их переваримых питательных веществ, что не всегда соответствует фактическому ее содержанию.

Энергетическую питательность и потребность животных в обменной энергии определяют на таком уровне кормления, который обеспечивает

нормальное физиологическое состояние и получение оптимального уровня продуктивности. Ее использование в кормлении животных обеспечивает:

- научно-обоснованное нормирование потребности в энергии разных видов и половозрастных групп животных,

- объективную оценку энергетической питательности кормов для различных видов животных,

- более рациональное использование кормов и повышение эффективности их использования на 10-12%,

Внедрение новой системы находится в прямой зависимости от ее признания практикой, от разработки для практических целей объективных и надежных методов определения обменной энергии в кормах и рационах.

Термины и определения

Энергетическая ценность кормов

Энергия - один из основных показателей питательной ценности корма для животного организма. Для нормальной жизнедеятельности, образования продукции необходимо постоянное поступление в организм энергии. Источниками энергии являются органические вещества корма. Без энергии невозможен обмен веществ в организме.

Валовая энергия (ВЭ) - это суммарная энергия всех органических веществ корма, полученная путем сжигания средней пробы корма в кислородной среде калориметра или расчетным методом по содержанию сырых питательных (органических) веществ с использованием калорических коэффициентов. ВЭ = Э протеина + Э углеводов + Э жира + Э БЭВ (безазотистых экстрактивных веществ).

Переваримая энергия (ПЭ) – энергия переваримого органического вещества корма. Она определяется в опытах на животных и

представляет собой показатель разности между валовой энергией корма и энергией, выделенной животным с калом (Эк). Ее величина находится в зависимости от вида корма и животного, которому скармливают корм. ПЭ = ВЭ – Эк.

Чистая энергия (ЧЭ - продуктивная энергия) характеризует только ту ее часть, которая идет на отложение в продукции (чистая энергия продукции - Эпрод.) и на поддержание жизнедеятельности организма (чистая энергия поддержания - Эпод.) без учета энергии теплоприращения, то есть за вычетом ее из обменной энергии. ЧЭ = $Э_{прод.}$ + $Э_{под.}$

Общая энергия теплопродукции, образуемая в процессе жизнедеятельности организма, - величина непостоянная и сильно колеблется в зависимости от ряда факторов (возраста, живой массы, условий содержания, активности движения животного, температурных условий окружающей среды и др.), которые трудно учесть даже в условиях эксперимента. Для ее определения требуется специальное оборудование.

Обменная энергия (ОЭ) – часть валовой энергии корма, необходимая для обеспечения определенного уровня жизнедеятельности, биосинтеза и отложения в веществах продукции и т.д. По новой системе энергетическая питательность одних и тех же кормов для разных видов животных неодинакова. Грубые корма имеют более высокую (на 10-20%) питательность для жвачных, концентрированные - для моногастричных животных. В связи с этим в новой системе оценки принято выделять обменную энергию крупного рогатого скота (ОЭкрс), овец (ОЭо), свиней (ОЭс), птицы (ОЭп), лошадей (ОЭл).

Обменная энергия представляет собой разность между валовой энергией корма и потерями энергии у животных и птиц с калом и мочой, а у жвачных животных и лошадей, кроме того, в кишечных газах, а так же с теплотой ферментации корма в желудочно-кишечном тракте.

В общем виде ОЭ выражается следующими формулами:

$$ОЭкрс,о,=ВЭ - (Эк+Эм+Эг) \quad (1)$$

$$ОЭс=ВЭ - (Эк+Эм) \quad (2)$$

$$ОЭп=ВЭ - Эп \quad (3)$$

где, ОЭ - обменная энергия, ВЭ - валовая энергия, Эк - энергия кала, Эм - энергия мочи, Эг - энергия газов, Эп- энергия помета.

Концентрация обменной энергии (КОЭ) представляет собой содержание обменной энергии МДж в 1 кг сухого вещества корма или рациона.

Методы определения обменной энергии

Существуют прямые и косвенные методы определения ОЭ.

Прямые методы оценки энергетической питательности кормов предусматривают проведение специальных опытов на животных; косвенные методы позволяют определить энергетическую ценность корма без участия животных, путем расчета по данным химического состава корма, уравнений регрессий, содержания в корме отдельных элементов питания.

Прямым методом обменную энергию кормов определяют:

- в обменных (балансовых) опытах на животных и птице путем определения разности содержания энергии в принятом корме (ВЭ) и выделенной энергии в кале и моче, сжиганием средних проб корма, кала и мочи в калориметрической бомбе. Расчет проводится по формулам 1, 2, 3.

Потери энергии с газами для жвачных и лошадей устанавливают в респирационных опытах или вносят поправку: для концентрированных кормов и корнеклубнеплодов - 5% от валовой энергии, для зеленых и силосованных кормов - 10%, для грубых – 15%;

- в респирационных опытах - по сумме затрат энергии на теплопродукцию и энергию продукции. В данном случае для проведения опытов требуется специальное дорогостоящее оборудование (респирационные камеры), которое имеется только в некоторых крупных институтах;

- в дифференцированном опыте, при оценке питательности конкретного корма на фоне основного рациона.

Энергетическую питательность кормов и потребность животных в ОЭ определяют на таком уровне кормления, который обеспечивает нормальное физиологическое состояние и оптимальный уровень их продуктивности.

Косвенные методы определения энергетической ценности кормов

В производственных условиях, применение прямых методов определения обменной энергии практически исключается из-за отсутствия необходимого оборудования и сравнительно высокой стоимости проведения опытов. В связи с этим возникла необходимость разработки доступных для практики косвенных методов определения ОЭ без проведения специальных опытов на животных.

а) **Определение ОЭ по переваримым питательным веществам**

Наибольшее распространение получил метод определения ОЭ по содержанию в кормах переваримых питательных веществ: протеина, жира, клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) на основе простой и множественной регрессии.

Уравнения множественной регрессии для определения содержания обменной энергии в кормах и рационах по переваримым питательным веществам опубликованы в справочниках "Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных", изданных в 1985 и 2003 г.г. Формулы уравнений следующие:

Для крупного рогатого скота:

ОЭкрс=17,46*пП+31,23*пЖ+13,65*пК+14,78*пБЭВ

Для овец: ОЭо =17,71*пП+37,89*пЖ+13,44*пК+14,78*пБЭВ

Для лошадей: ОЭл =19,46*пП+35,43*пЖ+15,95*пК+15,95*пБЭВ

Для свиней: ОЭс =20,85*пП+36,63*пЖ+14,27*пК+16,95*пБЭВ

Для птицы: ОЭп =17,84*пП+39,78*пЖ+17,71*пК+17,71*пБЭВ,

где: ОЭ-обменная энергия в 1 кг корма, МДж; пП-переваримый протеин, кг; пЖ-переваримый жир, кг; пК-переваримая клетчатка, кг; пБЭВ-переваримые экстрактивные вещества, кг.

Полученные данные по достоверности являются близкими с данными, получаемыми в обменных опытах.

Обоснованность этого утверждения была проверена в сравнительных опытах на свиньях, когда содержание обменной энергии в корме определяли прямым методом в обменных опытах и расчетным по содержанию переваримых питательных веществ. В итоге получены сходные значения: коэффициент корреляции 0,9993, стандартная ошибка 0,327, достоверность свыше 95% при n = 68. Уравнение имело вид:

ОЭ факт = 21,51*пП+37,52*пЖ+12,84*пК+16,82*пБЭВ.

Несмотря на высокую достоверность оценки этого метода его использование в практике, в чистом виде, не имеет широкого применения по причине сложности, трудоемкости и дороговизны, т. к. требует проведения

обменных опытов на животных. В практических условиях провести обменные опыты с целью определения содержания переваримых питательных веществ в отдельных кормах и рационах крайне сложно и дорого, а по времени часто просто невыполнимо (необходимы дифференцированные опыты). В производственных условиях, в этих уравнениях, обычно используют табличные коэффициенты переваримости протеина, жира, клетчатки и БЭВ данного вида корма или близкого к нему по химическому составу, что в конечном итоге приводит к получению недостоверной оценки и, как следствие, к несбалансированному кормлению, со всеми последствиями.

б) Определение обменной энергии по сырым питательным веществам

Изложенные выше методы определения содержания обменной энергии в кормах основаны на данных о переваримости питательных веществ. То есть на показателях, получение которых связано с необходимостью проведения обменных опытов на животных или с использованием случайных табличных коэффициентов переваримости питательных веществ кормов, далеко не всегда достоверных для данных кормов. Поэтому возникла необходимость в разработке более простого и достаточно объективного метода энергетической оценки.

Учеными некоторых зарубежных и отечественных научных учреждений были разработаны уравнения регрессии для расчета обменной энергии по содержанию сырой клетчатки и сырого протеина или по всему ряду сырых питательных органических веществ: протеину, жиру, клетчатке и БЭВ.

Одним из самых известных является уравнение Дж. Аксельсона:
У= 73,1- 0,766*Х, где У - обменность энергии корма, %, Х-содержание сырой клетчатки в сухом веществе корма, %. В основу этого уравнения заложена

зависимость содержания обменной энергии в корме от уровня в нем клетчатки. Однако, проверка этой зависимости показала значительные расхождения в определении содержания обменной энергии от вида кормов. Известно, что клетчатка различных кормов далеко не равноценна в энергетическом отношении. Например, клетчатка соломы и сена и клетчатка корнеклубнеплодов. Отсюда и ошибки в определениях.

В последующие годы сотрудники Ленинградского СХИ разработали уравнения регрессии для определения содержания обменной энергии по видам кормов: сено и солома, трава, силос, сенаж, травяная мука, корнеклубнеплоды и концентраты с содержанием до 20% протеина, и концентратов с содержанием свыше 20% протеина, - для крупного рогатого скота и свиней. В основе этих уравнений лежит валовая энергия, сырая клетчатка и сырой протеин.

Свои уравнения регрессии по расчету концентрации обменной энергии (КОЭ) в сухом веществе рациона на основе содержания только сырой клетчатки, КОЭ в травянистых (объемистых) кормах на основе сырой клетчатки и сырого протеина, КОЭ на основе сырой золы и сырой клетчатки, разработали и ученые ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса.

При сравнении содержания обменной энергии по уравнениям Ленинградского СХИ с данными, полученными на этих же кормах по переваримым питательным веществам, установлено удовлетворительное совпадение по зерну злаковых и бобовых (достоверность прогнозирования ± 5%) и значительные отклонения для жмыхов, корнеклубнеплодов (± 20%) и травы (± 30%).

Определение ОЭ по формуле ВНИИ кормов на основе сырой золы и клетчатки, по мнению многих специалистов, не может быть достоверным из-за учитываемого содержания золы в корме. Расчеты по формуле показывают

значительные расхождения данных ВНИИ кормов по многим кормовым средствам со средними данными по обменной энергии, опубликованными в Справочном пособии «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных», 2003 г.

В уравнениях регрессии указанных учреждений по определению содержания обменной энергии в кормах и рационах для крупного рогатого скота и свиней по валовой энергии, сырому протеину и сырой клетчатке используется много расчетных величин, что отрицательно отражается на достоверности определения. В практических условиях имеются реальные возможности прямого определения в кормах содержания сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и сырых БЭВ, как носителей энергии, и на этой основе определять содержание обменной энергии. Решение этого вопроса находится в прямой зависимости от корреляции фактического содержания обменной энергии в однотипных кормах с возможностью и достоверностью ее прогнозирования по сырым питательным веществам: содержанию сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатке, сырым безазотистым экстрактивным веществам.

Уравнения регрессии для расчета обменной энергии (ОЭ) и энергетической кормовой единицы (ЭКЕ)

Энергетическая ценность кормов и рационов обусловлена, главным образом, химической характеристикой корма и предполагает, что характеристика корма ограничивает энергетическую доступность. Состав целого рациона и потребления сухого вещества имеет заметное влияние на переваримость и последующую энергетическую ценность. Корма, которые не способствуют оптимальной рубцовой ферментации, в результате будут переоценены по энергетической ценности. Например, если переваримость

рационов сдерживается отсутствием рубцового доступного протеина (или низким pH), вызванным скармливанием рационов с низким содержанием клетчатки (или избытком безазотистых экстрактивных веществ - БЭВ), рассчитанные значения энергии будут недостаточно достоверными. В случае, когда корм, содержащий клетчатку, добавляется в рацион с недостаточным количеством клетчатки, энергетическая ценность этого корма может быть выше, чем величина, рассчитанная по уравнению из-за улучшенного рубцового переваривания.

Сотрудники отдела кормления ВНИИ животноводства разработали уравнения множественной регрессии для расчета ОЭ в кормах по содержанию сырых органических питательных веществ: протеин, жир, клетчатка, БЭВ.

Основная задача при разработке уравнений множественной регрессии для определения обменной энергии в кормах состояла в использовании достоверных экспериментальных данных по химическому составу, переваримости питательных веществ, фактической энергетической ценности кормов для разных видов животных. А также в выявлении взаимосвязи содержания в отдельных однотипных кормах сырых питательных веществ с фактическим содержанием в этих кормах обменной энергии для данного вида животных в виде уравнений. В приведенных ниже уравнениях эти требования, по возможности, были учтены.

Уравнения для расчета ОЭ в кормах по содержанию сырых протеина, жира, клетчатки и БЭВ для разных видов животных рассчитаны методом линейной множественной регрессии.

Линейная регрессия рассчитывает статистику для ряда с применением метода наименьших квадратов, чтобы вычислить прямую линию, которая наилучшим образом выражает вероятность имеющихся данных. Функция

возвращает массив, на основе которого получена прямая. Поскольку возвращается массив значений, функция должна задаваться в виде формулы массива.

Уравнение для прямой линии имеет следующий вид:

y = m1x1 + m2x2 + ... + b (в случае нескольких диапазонов значений x),

где зависимое значение y — функция независимого значения x, значения m — коэффициенты, соответствующие каждой независимой переменной x, а b — постоянная. Необходимо сказать, что y, x и m могут быть векторами. Функция ЛИНЕЙН возвращает массив {mn;mn-1;...;m1;b}. ЛИНЕЙН может также возвращать дополнительную регрессионную статистику.

При расчете уравнения используется следующая регрессионная статистика:

Величина	Описание
Se1,se2,...,sen	Стандартные значения ошибок для коэффициентов m1,m2,...,mn.
Seb	Стандартное значение ошибки для постоянной b.
R2	Коэффициент детерминированности. Сравниваются фактические значения **y** и значения, получаемые из уравнения прямой; по результатам сравнения вычисляется коэффициент детерминированности, нормированный от 0 до 1. Если он равен 1, то имеет место полная корреляция с моделью, т. е. нет различия между фактическим и оценочным значениями **y**. В противоположном случае, если коэффициент детерминированности равен 0, то уравнение регрессии неудачно для предсказания значений **y**.
Sey	Стандартная ошибка для оценки y.

F	F-статистика, или F-наблюдаемое значение. Fстат. используется для определения того, является ли наблюдаемая взаимосвязь между зависимой и независимой переменной случайной или не).
Df	Степени свободы. Степени свободы полезны для нахождения F-критических значений в статистической таблице. Для определения уровня надежности модели нужно сравнить значения в таблице с F-статистикой, возвращаемой функцией линейной регрессии.
Ssreg	Регрессионная сумма квадратов.
Ssresid	Остаточная сумма квадратов.

Для примера расчетов взята база кормов в количестве 2531 кормовых средств. Уравнение регрессии выглядит следующим образом:

ОЭ = 0,0190762*СП + 0,0145618*СЖ + 0,0001868*СК + 0,0117589* БЭВ + 0,1477364

Статистика: seСП = 0,0003993; seСЖ = 0,0009221; seСК = 0,0001467; seБЭВ = 0,0001146; seb = 0,0322091; r2 = 0,9398402; sey = 0,7234729; F = 9861,63; Df = 2525,00; Ssreg = 20646,82; Ssresid = 1321,62

Разработаны следующие уравнения регрессии по видам кормов:

Уравнения ОЭ для крупного рогатого скота:

1. Зеленые корма (травы естественных и сеяных лугов и пастбищ и др.):

ОЭ = 0,0166*СП + 0,0172*СЖ + 0,00286*СК + 0,01159* БЭВ

2. Грубые корма (сено, сенная резка, сенаж, солома, силос до 50% влаги и др.

грубые корма):

ОЭ = 0,0212*СП + 0,020486*СЖ + 0,00159*СК + 0,0105* БЭВ

3. Сочные корма (корнеклубнеплоды, силос высокой влажности):

ОЭ = 0,0151*СП + 0,01378*СЖ + 0,00328*СК + 0,01265* БЭВ

4. Концентрированные корма (зерно злаков и бобовых культур, дерть, мука):

ОЭ = 0,02085*СП + 0,01715*СЖ - 0,001865*СК + 0,01226* БЭВ

5. Технические отходы перерабатывающей промышленности (жмыхи, шроты, дробина, барда, сухие корнеплоды, отруби и др.)

ОЭ = 0,02157*СП + 0,01667*СЖ - 0,003772*СК + 0,01074* БЭВ

6. Корма животного и микробного происхождения (молочные, мясные, рыбные продукты, дрожжи и др.)

ОЭ = 0,02461*СП + 0,02025*СЖ - 0,009769*СК + 0,00671* БЭВ

Уравнения ОЭ для овец:

1. Зеленые корма (травы естественных и сеяных лугов и пастбищ и др.):

ОЭ = 0,017264*СП + 0,022874*СЖ + 0,003833*СК + 0,011353* БЭВ

2. Грубые корма (сено, сенная резка, сенаж, солома, силос до 50% влаги и др. грубые корма):

ОЭ = 0,021448*СП + 0,022583*СЖ + 0,001497*СК + 0,011299* БЭВ

3. Сочные корма (корнеклубнеплоды, силос высокой влажности):

ОЭ = 0,01486*СП + 0,012728*СЖ + 0,0044*СК + 0,01278* БЭВ

4. Концентрированные корма (зерно злаков и бобовых культур, дерть, мука):

ОЭ = 0,021098*СП + 0,021532*СЖ - 0,00159*СК + 0,012906* БЭВ

5. Технические отходы перерабатывающей промышленности (жмыхи, шроты, дробина, барда, сухие корнеплоды, отруби и др.)

ОЭ = 0,018789*СП + 0,013435*СЖ + 0,004658*СК + 0,01023* БЭВ

6. Корма животного и микробного происхождения (молочные, мясные, рыбные продукты, дрожжи и др.)

ОЭ = 0,025029*СП + 0,020237*СЖ + 0,006512*СК + 0,006383* БЭВ

Уравнения для свиней:

1. Зерно злаков:

   ОЭ = 0,01693*СП + 0,02802*СЖ – 0,02181*СК + 0,01694*СБЭВ

2. Зерно бобовых:

   ОЭ = 0,01677*СП + 0,03545*СЖ – 0,0273*СК + 0,01603*СБЭВ

3. Шроты, жмыхи и др.,:

   ОЭ = 0,01673*СП +0,03352*СЖ – 0,01283*СК + 0,01955*СБЭВ

4. Продукты мукомольной промышленности:

   ОЭ = 0,01782*СП + 0,03179*СЖ – 0,02584*СК + 0,01685*СБЭВ

5. Корма животного происхождения:

   ОЭ = 0,01968*СП + 0,02842*СЖ + 0,01464*СК – 0,00084*СБЭВ

6. Молочные корма:

   ОЭ = 0,01689*СП + 0,04301*СЖ + 0,01661*СЛ

7. Корнеклубнеплоды:

   ОЭ = 0,01602*СП +0,04534*СЖ – 0,00204*СК + 0,01612*СБЭВ

8. Зеленые корма (трава бобовых, стадия бутонизации)

   ОЭ = 0,02213*СП + 0,01948*СЖ – 0,00408*СК + 0,01364*СБЭВ

9. Полнорационные комбикорма:

   ОЭ = 0,01924*СП + 0,03597*СЖ – 0,01430*СК +0,01494*СБЭВ

   где ОЭ - обменная энергия МДж в 1 кг корма, СП, СЖ, СК, СБЭВ - сырые протеин, клетчатка, жир, безазотистые экстрактивные вещества в граммах.

Уравнения обеспечивают достаточно высокую точность определения ОЭ в кормах. Показатели обменной энергии, получаемые по этим формулам, достаточно высоко коррелируют с показателями содержания обменной

энергии в кормах, полученных в опытах по переваримости питательных веществ на крупном рогатом скоте (приложение 1).

Исследование по определению содержания обменной энергии в кормах для свиней было начато с определения достоверности содержания обменной энергии в однотипных кормах и полнорационных комбикормах по сырым и переваримым питательным веществам в опытах на растущих и откармливаемых свиньях с использованием уравнений регрессии. Данные прямых опытов и расчета содержания обменной энергии в кормах по переваримым и сырым питательным веществам приведены в приложении 2.

Сопоставление данных по фактическому содержанию в отдельных кормах и комбикормах для свиней обменной энергии с данными, полученными расчетным способом с использованием приведенных уравнений показало хорошие совпадения: при n=45 коэффициенты корреляции находились в пределах 0.994 – 0,999; P=0.95.

При расчетах ОЭ по кормам животного и микробного происхождения могут быть несколько большие отклонения значений из-за различного содержания в них сырых питательных веществ.

Сравнение содержания обменной энергии в кормах для свиней по переваримым (опыты по переваримости) и сырым питательным веществам (МДж/кг корма) приведено в приложении 3.

Сопоставление данных по фактическому содержанию обменной энергии в отдельных комбикормах для свиней с данными, полученными расчетными методами с использованием приведенных уравнений регрессии, показало хорошие совпадения: при n=68, коэффициент регрессии составлял 0,9993, P=0,95 при стандартной ошибке 0,327.

Сравнение оценочного коэффициента при определении ОЭ в комбикормах с использованием уравнения регрессии (в прямых опытах) с

расчетными (по содержанию сырых питательных веществ: протеин, жир, клетчатка и БЭВ) показало их незначительные различия: 1,002 при стандартной ошибке 0,003.

Поэтому было решено целесообразным содержание обменной энергии в отдельных кормах, комбикормах и рационах определять по их фактическому химическому составу: содержанию в них сырых протеина жира, клетчатки и БЭВ на основе использования уравнений регрессии.

Достоверность прогнозирования содержания обменной энергии в кормах и рационах для свиней, рассчитанная по выше приведенным уравнениям ГНУ ВНИИ животноводства, находилась в пределах ±5%, что нужно признать допустимым для использования в условиях производства.

Энергетическая кормовая единица (ЭКЕ)

Энергетическая питательность кормов и энергетические потребности животных в нашей стране до 1985 года выражались в кормовых единицах, а с 1986 года еще и по обменной энергии. За 1 кормовую единицу условно была принята питательность 1 кг овса, измеряемая по жироотложению и равная 150 г жира, что соответствует 1414 ккал чистой энергии или 0.6 крахмального эквивалента, по содержанию которых производили расчет кормовых единиц.

На Пленуме отделения животноводства ВАСХНИЛ в 1963 г. было принято решение оценивать питательность кормов и рационов, а также нормировать энергетические потребности животных в обменной энергии для каждого их вида. Она определяется, как было показано выше, в прямых балансовых опытах, но также и расчетным путем, используя данные химанализа по сырым питательным веществам.

За энергетическую кормовую единицу (ЭКЕ) принято 10 МДж ОЭ.

На основе полученных уравнений регрессий разработана компьютерная программа расчета содержания ОЭ в кормах по видам животных, которая позволяет значительно упростить задачу расчета содержания в кормах или рационах обменной энергии, а также перевода ОЭ в энергетические кормовые единицы (ЭКЕ) и наоборот.

Энергетическую питательность кормов выражают в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ) по видам животных:

ЭКЕ крс - для крупного рогатого скота;

ЭКЕ о - для овец;

ЭКЕ с/з - для свиней и зверей;

ЭКЕ л - для лошадей;

ЭКЕ п - для птицы

В соответствии с международной системой СИ энергетическую ценность выражают в Джоулях. Один Джоуль равняется 0,2388 калорий, а одна калория - 4,1868 Джоуля. Для практических целей рекомендовано ОЭ выражать в ЭКЕ. 1 ЭКЕ ровна 10 Мега Джоулям (МДж) обменной энергии.

Нормативные ссылки

1. ОСТ/ВКС-6333 - 33 Система оценки энергетической питательности кормов и рационов в овсяных кормовых единицах (корм. ед.).

2. ГОСТ 9867 – 61 Международная система физических единиц.

3. ГОСТ 24230 – 80 Метод оценки переваримости кормов in vitro.

4. ГОСТ 27262 – 87 Корма растительного происхождения. Методы отбора проб.

5. ГОСТ 27773 – 88 Скотоводство. Термины и определения.

6. ГОСТ 27774 – 88 Свиноводство, Термины и определения.

7. ГОСТ Р 51419 – 99 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Подготовка испытуемых проб.

8. ГОСТ Р 52254 – 2004 Комбикорма для крупного рогатого скота. Номенклатура показателей.

9. ГОС Р 52254 – 2004 Комбикорма для свиней. Номенклатура показателей.

10. ГОСТ 51038 – 97 Корма растительные и комбикорма. Метод определения содержания обменной энергии с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области.

11. Энергетическое питание сельскохозяйственных животных. /ВАСХНИЛ – М. Колос, 1982.

12. Косвенные методы определения обменной энергии в кормах и рационах/ Методические рекомендации – М. 1991.

Содержание обменной энергии в кормах для крупного рогатого скота

1.

	Корм	Сырой протеин, г	Сырой жир, г	Сырая клетчатка, г	БЭВ, г	ОЭ по перев. питат. в-вам	ОЭ по сырм питат. в-вам	Отклонение % ±
	Трава естественных угодий							
1	Суходольного луга	36.00	10.50	74.70	116.00	2.40	**2.34**	2.65
2	Лесная	33.00	8.10	69.10	97.00	2.00	**2.01**	0.45
3	Мятлика (колошение)	31.00	6.00	104.00	200.00	3.10	**3.23**	4.30
	Трава посевных злаков							
4	Овес м/в спелости	20.20	11.20	80.00	113.80	2.11	**2.08**	1.63
5	Овес	28.00	8.00	80.00	122.00	2.30	**2.25**	2.38
6	Ежа сборная	28.00	6.00	91.80	110.00	2.10	**2.11**	0.26
7	кукуруза м/в спелости	22.70	5.80	56.20	153.30	2.56	**2.41**	5.70
8	Кукуруза мол-восковая	25.00	6.40	66.40	151.00	2.34	**2.47**	5.35
9	Трава злаковых культур	29.20	7.70	74.20	109.00	2.10	**2.09**	0.35
10	Ячмень	43.00	7.00	59.00	96.00	2.16	**2.12**	2.06
11	Гречиха	105.00	25.40	72.80	567.00	8.70	**8.96**	2.98
	Трава посевных бобовых							
12	Эспарцет, цветение	36.00	7.90	89.10	119.00	2.43	**2.37**	2.57
13	Донник белый	35.60	7.00	82.10	111.80	2.29	**2.24**	2.10
14	Донник белый, цветение	42.00	6.60	71.00	103.00	2.20	**2.21**	0.34
15	Клеверная отава	41.00	7.00	50.00	99.00	2.13	**2.09**	1.81
16	Бобы кормовые	37.00	6.00	54.00	95.00	1.97	**1.97**	0.15
	Трава смешанных культур							
17	Горохово-пшеничная	38.20	9.50	93.00	152.00	2.70	**2.83**	4.64
18	Горохо-овсяная	37.70	8.60	89.10	135.00	2.60	**2.59**	0.26
19	Люцерно-злаковая	32.00	12.00	84.30	136.00	2.50	**2.55**	2.20
20	Клевер+тимофеевка	38.00	7.40	85.10	140.00	2.60	**2.62**	0.93
21	Клеверо-злаковая	41.00	7.80	57.10	106.00	2.10	**2.21**	5.08
	Ботва							
22	Кормовой свеклы	26.00	3.80	23.00	57.00	1.20	**1.22**	1.95
23	Сахарной свеклы	43.00	5.90	37.40	79.00	1.90	**1.84**	3.27
24	Брюквы	14.00	5.10	20.00	40.00	0.80	**0.84**	5.11
	Сено естественных угодий							
25	Травы, цветение	75.45	18.10	298.40	371.00	6.68	**6.34**	5.09
26	Луговое	81.60	18.20	257.00	422.00	6.70	**6.94**	3.62
27	Злаковое колошение	73.00	18.20	306.90	379.40	6.31	**6.39**	1.30
28	Злаковое цветение	76.60	19.70	289.70	396.40	6.75	**6.65**	1.48
29	Злаковое	74.20	18.60	268.00	441.00	7.30	**7.01**	3.96
30	Злаково-осоковое	72.60	18.40	272.20	434.00	6.90	**6.91**	0.08

31	Злако-осоко-разнотравное	81.80	17.30	258.10	392.00	6.40	**6.61**	3.36
32	Бобово-разнотравное	73.00	18.90	257.80	415.00	6.60	**6.70**	1.55
33	Разнотравное	81.10	17.80	253.30	417.00	6.60	**6.67**	4.02
34	Лесное	74.90	13.70	253.40	419.00	6.40	**6.67**	4.23
	Сено посевное злаковое							
35	Злаковое	73.00	18.20	306.90	379.40	6.32	**6.39**	1.14
36	Овсяница луговая	64.10	17.30	319.40	381.60	6.27	**6.23**	0.67
37	Ежа сборная	79.60	27.30	254.70	414.80	7.41	**7.01**	5.44
38	Тимофеевка, цветение	64.60	14.30	311.60	391.40	6.60	**6.27**	5.04
39	Лисохвост луговой	78.60	20.80	241.90	432.00	7.10	**7.01**	1.22
40	Овсяница луговая	64.10	17.30	319.40	381.60	6.27	**6.23**	0.67
41	Райграс пастбищный	72.20	17.70	276.90	383.00	6.50	**6.36**	2.23
42	Рожь озимая	90.80	21.80	253.40	389.00	6.90	**6.86**	0.59
43	Ячменное	72.70	18.20	248.00	383.00	6.50	**6.33**	2.62
	Сено посевное бобовое							
44	Вики	109.00	17.10	250.10	453.00	7.70	**7.62**	1.50
45	Люцерны	115.00	19.00	258.00	376.00	6.90	**7.19**	4.14
46	Лядвенец рогатый	83.60	19.70	257.50	435.00	7.50	**7.15**	4.63
47	Донника	99.00	18.00	269.00	373.00	6.50	**6.84**	5.29
48	Эспарцета	107.00	19.20	240.00	410.00	7.60	**7.35**	3.31
	Сено посевное смешанное							
49	Ежа+тимофеевка	74.00	11.50	323.90	367.70	6.29	**6.18**	1.74
50	Ежа+кострец+овсяница	80.50	22.50	291.50	387.00	6.90	**6.69**	2.98
51	Кострец+овсян.+тимоф.	80.20	20.00	323.70	340.00	6.40	**6.19**	3.21
52	Овсяница+ кострец	97.40	16.50	297.60	340.00	6.60	**6.45**	2.33
53	Тимофеевка+ кострец	88.10	15.90	317.50	381.00	7.00	**6.70**	4.30
54	Тимофеевка+ мятлик	72.20	14.90	295.20	410.00	6.90	**6.61**	4.20
55	Тимофеевка+ райграс	82.70	18.20	270.40	394.00	6.70	**6.65**	0.72
56	Злаково-бобовое	91.00	21.00	237.00	382.00	6.50	**6.75**	3.80
57	Злаково-клеверное	75.60	16.00	287.70	398.00	6.70	**6.57**	1.99
58	Клеверо-овсяно-тимофеев.	75.90	18.80	303.30	375.00	6.60	**6.41**	2.82
59	Клевер+райграс	94.80	18.30	223.60	390.00	7.00	**6.84**	2.35
60	Клевер+тимофеевка	75.60	16.00	287.70	398.00	6.70	**6.57**	1.99
61	Люцерно-злаковое	98.00	18.00	288.00	330.00	6.70	**6.37**	4.94
62	Люцерна+тимофеевка	88.20	14.80	284.40	382.00	6.70	**6.64**	0.95
	Травяная мука, гранулы							
63	Злаковых травосмесей	101.10	24.20	333.40	371.80	6.83	**7.07**	3.56
64	Гранулы ежи сборной	71.80	30.70	274.70	440.50	6.86	**7.21**	5.15
65	Бобовых	125.90	26.80	230.10	405.00	8.00	**7.84**	2.04
66	Люцерна	130.10	26.10	241.60	389.00	7.60	**7.76**	2.12
67	Горох+клевер	114.70	32.50	198.90	423.00	8.00	**7.86**	1.81
68	Горох+люпин	145.30	23.30	196.00	413.00	8.20	**8.21**	0.07
69	Люцерна+клевер	171.50	25.90	270.80	364.00	8.20	**8.42**	2.67
70	Кукуруза	120.60	27.90	273.00	354.00	7.30	**7.28**	0.28
71	Рожь+пшеница	165.10	20.10	230.30	357.00	8.30	**8.03**	3.29
72	Люпин+овес	88.70	26.40	216.30	489.00	8.20	**7.90**	3.66
73	Клевер+злаки	119.30	24.70	270.00	397.00	7.80	**7.63**	2.14
74	Люцерно-злаковая	132.60	37.40	221.20	410.00	7.90	**8.23**	4.23
	Сенаж							

75	Луговой	38.00	10.70	119.60	148.00	2.90	**2.77**	4.52
76	Ячменя	32.20	9.50	140.50	157.00	2.80	**2.75**	1.82
77	Гороха	53.80	16.90	129.70	138.00	3.20	**3.14**	1.81
78	Люцерны	50.00	18.60	125.90	174.00	3.40	**3.47**	2.01
79	Многолетних злаковых	42.40	19.50	152.90	205.80	3.86	**3.70**	4.08
80	Злаково-бобовый	46.00	19.10	148.40	201.90	3.64	**3.72**	2.26
81	Злако-бобово-разнотравн.	48.40	12.40	124.30	164.00	3.20	**3.20**	0.01
82	Вико-овсяно-ячменный	34.40	14.30	119.50	195.00	3.30	**3.26**	1.22
83	Клевер+овсяница	43.30	16.10	127.90	181.00	3.30	**3.35**	1.57
84	Овсяно-гороховый	47.60	12.30	128.80	166.00	3.30	**3.21**	2.76
85	Однолетних трав	42.90	14.50	139.00	170.00	3.30	**3.21**	2.65
	Солома							
86	Ржаная озимая	38.80	11.90	390.40	365.70	5.33	**5.53**	3.69
87	Овсяная	39.00	11.70	324.00	379.00	5.72	**5.56**	2.78
88	Ежи сборной	33.50	13.70	361.30	350.00	5.10	**5.24**	2.75
89	Овсяницы луговой	38.00	19.00	361.00	317.00	5.30	**5.10**	3.82
90	Тимофеевки луговой	49.00	16.30	342.50	399.00	6.10	**6.11**	0.11
91	Ячменая	49.00	13.70	338.10	343.00	5.60	**5.46**	2.53
92	Вико-овсяная	47.90	12.80	355.00	346.00	5.40	**5.48**	1.39
93	Гречишная	43.00	10.90	324.00	389.00	5.50	**5.73**	4.26
	Силос							
94	Кукуруза+овес	21.10	13.60	88.90	95.60	2.04	**2.01**	1.62
95	Клевер+тимофеевка	29.50	12.80	87.90	97.60	2.11	**2.14**	1.65
96	Многолетних трав	27.00	9.80	98.70	90.90	2.03	**2.02**	0.67
97	Мн.злаки+люцерна	40.10	14.70	80.20	91.60	2.17	**2.23**	2.76
98	Рожь+овес	27.50	15.70	85.40	97.10	2.04	**2.14**	4.90
99	Кострец безостый	24.00	6.10	116.60	117.00	2.30	**2.31**	0.39
100	Овсяный	25.20	8.90	84.60	87.00	1.90	**1.88**	0.99
101	Ячменный	23.70	8.70	98.80	82.00	1.80	**1.84**	2.17
102	Борщевика Сосновского	26.70	6.70	79.70	81.00	1.80	**1.78**	1.02
103	Ботвы свеклы	27.00	4.50	51.40	50.00	1.30	**1.27**	2.25
104	Соломы пшеничной	19.30	5.50	103.50	82.00	1.70	**1.74**	2.59
105	Ботва картофеля+кукуруза	24.80	19.30	73.20	47.00	1.50	**1.48**	1.66
106	Вико-овсяно-ячменный	21.10	11.60	99.80	98.00	2.10	**2.05**	2.60
107	Вико-овсяный	30.20	9.90	85.60	85.00	2.00	**1.95**	2.58
108	Вико-овсяно-подсолнечный	23.80	6.90	82.30	71.00	1.60	**1.62**	1.41
109	Горохо-овсяно-ячменный	28.50	10.20	97.90	119.00	2.30	**2.40**	4.23
110	Клевер+овсяница луговая	27.80	10.00	79.00	98.00	1.90	**2.06**	8.23
111	Клеверо-подсолнечный	26.20	5.70	80.70	84.00	1.80	**1.80**	0.08
112	Клеверо-ячменный	28.00	13.30	101.00	154.00	3.00	**2.89**	3.82
113	Кукурузо-разнотравный	25.80	7.40	83.70	68.00	1.70	**1.63**	4.34
114	Кукурузо-соломенный	19.20	19.20	78.60	83.00	1.70	**1.86**	9.54
115	Люпино-вико-овсяный	33.10	9.70	74.00	77.00	2.00	**1.85**	7.49
116	Люпино-овсяный	27.00	7.70	65.50	86.00	1.90	**1.82**	4.39
117	Люпино-подсолнечный	26.50	9.10	72.40	81.00	1.80	**1.79**	0.69
118	Овсяно-гороховый	28.20	8.60	89.70	104.00	2.20	**2.15**	2.08
119	Овсяно-горох.-подсолнечн.	24.70	11.00	71.60	88.00	1.80	**1.87**	4.03
120	Подсолнечно-гороховый	29.00	8.00	73.00	56.00	1.50	**1.50**	0.27
121	Рожь озимая+клевер	26.10	13.00	90.40	94.00	2.10	**2.06**	1.96
122	Однолетних трав	27.30	7.80	81.90	83.00	1.80	**1.84**	2.13

	Корнеплоды							
123	Свекла сахарная	16.00	2.00	12.50	188.00	2.80	**2.69**	3.99
	Зерно							
124	Пшеница яровая	122.00	14.20	19.00	678.50	11.28	**11.14**	1.23
125	Пшеница озимая	121.00	16.40	18.60	679.00	11.32	**11.16**	1.38
126	Пшеница, в среднем	113.50	16.80	29.60	652.00	10.90	**10.70**	1.80
127	Пшеница щуплая	130.00	13.00	43.00	675.00	11.61	11.29	2.76
128	Овес	105.00	46.00	103.00	606.00	11.08	10.60	4.33
129	Ячмень без пленок	122.00	25.00	22.00	685.00	11.92	11.41	4.27
130	Ячмень	113.00	21.00	59.00	631.00	10.80	**10.56**	2.20
131	Тритикале	121.00	26.00	25.00	688.00	11.73	11.45	2.38
132	Рожь озимая	106.00	17.00	37.00	675.00	10.70	**10.85**	1.37
133	Вика	263.80	14.60	57.40	489.40	11.73	**11.86**	1.09
134	Горох	184.90	10.10	20.90	574.70	11.19	**11.11**	0.69
135	Люпин	257.00	41.70	154.00	309.00	10.40	**10.15**	2.41
136	Овес+горох	122.00	30.40	83.00	552.00	9.80	**9.99**	1.91
137	Кукуруза с початками	82.00	43.00	34.00	675.00	10.70	**10.79**	0.80
138	Зерно вика+овес	129.00	31.00	85.00	580.00	10.50	**10.49**	0.09
	Мука, дерть							
139	Мука пшеничная	115.00	20.50	27.70	648.00	11.00	**10.75**	2.31
140	Мука пшенично-овсяная	112.00	26.80	59.30	616.00	10.00	**10.46**	4.58
141	Мука ячменная	105.00	17.70	58.80	643.00	10.50	**10.49**	0.14
142	Дерть ячменная	118.00	15.10	84.10	613.20	10.29	**10.39**	1.01
143	Дерть овес+ячмень	78.00	49.80	102.50	583.80	9.77	**9.83**	0.60
144	Дерть ячмень+овес	98.10	37.20	83.20	602.90	9.96	**10.23**	2.71
145	Дерть овес+ячмень+рожь	98.40	36.30	100.70	591.50	10.35	**10.11**	2.28
146	Дерть пшеничная	112.80	21.70	42.80	624.00	10.80	**10.45**	3.20
	Отруби, шелуха							
147	Овса	45.90	23.80	131.70	619.10	8.58	**8.17**	4.77
148	Рисовая мучка	70.70	28.20	244.20	383.70	6.79	**6.49**	4.36
149	Пшеничные	134.00	33.20	86.00	542.00	8.90	**9.35**	5.04
150	Зародыш пшеничный	299.00	109.00	30.00	376	12.52	12.77	1.99
151	Ячменные	102.00	19.50	85.10	615.00	9.30	**9.15**	1.56
	Жмыхи							
152	Жмых соевый	360.00	58.00	73.00	359.00	12.50	13.04	4.31
153	Жмых кукурузный	220.00	72.00	65.00	491.00	11.70	11.96	2.25
154	Жмых подсолнечный, 26% СП	260.00	115.00	260.00	208.00	9.97	10.43	4.60
155	Жмых подсолнечный, 30% СП	300.00	155.00	220.00	170.00	10.81	11.41	5.53
156	Рапсовый	328.00	87.00	113.00	229.00	11.34	**11.35**	0.08
	Шроты							
157	шрот подсолнечный, 26% СП	260.00	19.00	240.00	302.00	9.84	9.90	0.58
158	Шрот подсолнечный, 30% СП	300.00	17.00	220.00	286.00	9.97	10.46	4.95
	Дрожжи							
159	Пекарские влажные	112.00	5.70	0.00	97.00	3.30	**3.52**	6.75
160	Кормовые влажные	34.00	2.10	8.40	114.00	1.70	**1.73**	1.54
	Дробина, барда, жом, патока							
161	Дробина пивная сухая	253.00	34.00	153.00	439.00	10.89	11.53	5.84
162	Барда пшеничная сухая	201.00	76.00	105.00	471.00	10.69	**11.06**	3.43

	Молочные продукты, рыба							
163	**Молоко регенерир., ЗЦМ**	240.00	250.00	0.00	380.00	13.36	**13.52**	1.19
164	**Молоко цельное сухое**	245.00	259.00	0.00	356.00	13.30	**13.66**	2.73
165	**Обрат сухой**	370.00	11.00	0.00	460.00	12.31	**12.42**	0.85
166	**Пахта сухая**	382.00	57.00	0.00	361.00	13.39	**12.98**	3.08
167	**Рыбный фарш**	141.00	120.00	0.00	13.00	5.81	**5.99**	3.05

2. Содержание обменной энергии на основе прямых опытов и расчетного метода по сырым питательным веществам в комбикормах для свиней

Сырые питательные вещества	Коэффициент Оценки	Стандартная ошибка	Отклонения	
			минимальные	Максимальные
Прямые опыты на свиньях				
Протеин	18,497	1,189	16,09	20,89
Жир	23,334	4,745	13,74	32,91
Клетчатка	3,036	3,551	-4,14	10,20
БЭВ	14,424	0,346	13,73	15,12
Расчетный метод по переваримым питательным веществам				
Переваримый протеин	20,847	0,005	20,84	20,85
Переваримый жир	36,635	0,022	36,59	36,62
Переваримая клетчатка	14,285	0,033	14,22	14,35
Переваримые БЭВ	14,950	0,001	16,95	16,95
Расчетный метод по сырым питательным веществам				
Протеин	18,152	1,167	15,79	20,51
Жир	25,111	4,660	15,70	34,52
Клетчатка	-0,924	3,487	-7,97	6,12
БЭВ	14,711	0,339	14,02	15,40

3. Химический состав и содержание ОЭ в кормах для свиней

№	Корма	СВ %	Сырые питательные вещества, г/кг				ОЭ, МДж по:		% отклонения, ±
			протеин	жир	клетчатка	БЭВ	переваримым пит. в-вам	сырым пит в-вам	
1	Ячмень	87	99.2	20.0	43.0	683.0	12,33	12,40	0.6
2	Пшеница	87	132.2	20.0	17.4	681.2	13,85	13,96	0.8
3	Овес	87	113.1	47.9	94.0	584.6	10,94	11,11	1.5
4	Бобы кормовые	87	269.7	11.3	74.8	447.6	12,31	12,68	3.0
5	Горох	87	214.0	13.1	62.6	551.6	13,20	13,06	1.0
6	Вика	87	295.8	15.7	55.7	468.9	13,01	13,18	1.3
7	Жмых подсолнечный	92	300.0	115.0	240	190.0	9,85	9,51	3.5
8	Жмых льняной	90	319.5	111.0	81.0	327.6	13,92	14,42	3.6
9	Жмых соевый	90	414.0	76.5	52.2	300.6	15,50	14,70	4.2
10	Шрот подсолнечный	90	340.0	17.0	220.0	247.0	8,12	8,26	1.8
11	Шрот льняной	90	340.0	17.1	96.3	380.7	12,43	12,43	0
12	Шрот соевый	90	439.2	27.0	69.1	311.4	14,56	14,47	0.6
13	Отруби пшеничные	87	147.0	43.0	102.0	540.0	10,13	10,45	3.2
14	Мясо-костная мука	90	325.0	18.0	0	54.0	7.62	7,61	0.2
15	Мясная мука	90	549.9	90.0	0	54.0	12,88	13,24	2.8
16	Рыбная мука	90	621.0	18.0	0	53.1	13,18	13,44	1.9
17	Картофель сырой	20	16.6	0.8	5.5	164.0	2,86	2,93	2.6
18	Картофель	22	18.2	0.9	6.1	180.5	3,32	3,23	2.7
19	Свекла кормовая	10.0	1.0	8.0	8.0	71.0	1,29	1,33	3.1
20	Свекла полусахарная	18	11.4	0.7	9.2	145.0	2,47	2,53	2.5
21	Морковь	12	10.9	1.8	11.3	87.1	1.61	1.64	1.7
22	Комбисилос	23	26.2	1.4	23.7	163.3	3.07	3,07	0.2
23	Клеверная мука	90	139.5	25.2	238.5	415.8	7,38	7,63	3.4
24	Люцерновая мука	90	171.0	25.2	274.5	339.3	7.56	7,45	1.3
25	Клевер-злаков. мука	90	117.0	22.5	252.0	427.5	7,11	7,20	1.4
26	Трава клеверная	20	36.9	7.0	51.1	92.1	1,93	2,00	3.7
27	Трава люцерны	17	36.7	5.6	43.3	61.9	1,65	1,59	1.6
28	Обрат свежий	9	33.25	0.95	0	48.45	1.47	1,41	4.4
29	Сыворотка свежая	7	9.24	1.4	0	53.2	1,09	1,10	0.4
30	Комбикорм	87	150.2	16.3	44.5	615.5	12,65	12,65	0

**М.П. Кирилов, Е.А. Махаев, Н.Г. Первов,
В.В. Пузанова, А.С. Аникин**

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА
ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ В КОРМАХ
НА ОСНОВЕ СОДЕРЖАНИЯ СЫРЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Дизайн обложки *Осадчей О.Ю.*

Издательство ВНИИ животноводства Россельхозакадемии
142132 Московская обл., Подольский р-н, п. Дубровицы,

Заказ № 30. Тираж 400 экз. Объем: 1,0 уч.-изд. л.
Подписано в печать 27.10.2008

Отпечатано в ООО «Угрешская типография»
Москва, ул. Оренбургская 15 б

gost.e-ecolog.ru