

2. Ковзов, В. В. Особенности обмена веществ у высокопродуктивных коров : практ. пособие / В. В. Ковзов. – Витебск : УО ВГАВМ, 2007. – 161 с.
3. Демченко, П. В. Биологические закономерности повышения продуктивности животных / П. В. Демченко. – М. : Колос, 1972. – 295 с.
4. Баканов, В. Н. Кормление сельскохозяйственных животных / В. Н. Баканов, В. К. Менькин – М. : Агропромиздат, 1989. – 511 с.
5. Энергетическая ценность концентрированных кормов в показателях чистой энергии лактации / И. И. Горячев [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2008. – Вып. 10, ч. 1. – С. 8-15.
6. Таранов, М. Т. Биохимия и продуктивность животных / М. Т. Таранов. – М. : Колос, 1976. – 342 с.
7. Татаркина, Н. И. Кормление мясного скота / Н. И. Татаркина // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 1. – С. 19-22.
8. Коростелёв, А. О нормах кормления бычков при интенсивном выращивании и откорме / А. Коростелёв // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 1. – С. 15-17.
9. Ишмуратов, Х. Использование обменной энергии в рационах бычков / Х. Ишмуратов, В. Косолапов, В. Косолапова // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – № 5. – С. 25-26.
10. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / А. П. Калашникова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.
11. Определение растворимости и распадаемости протеина кормов : мет. указания / В. В. Турчинский [и др.]. – Боровск, 1987. – 13 с.

(поступила 19.02.2009 г.)

УДК 636.087.61

В.И. ПЕРЕДНЯ¹, С.Н. ПИЛЮК²

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВЛАЖНЫХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ БЫЧКОВ

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по механизации сельского хозяйства»

²РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

Введение. Опыт молочного животноводства во всём мире показывает, что ни одно успешное хозяйство не обходится без использования заменителей цельного молока (ЗЦМ) для выпаивания телятам молочного периода выращивания. Применение ЗЦМ помогает решить главные задачи – выращивание здорового, крепкой конституции высокопродуктивного стада и получение стабильной прибыли от дополнительной продажи молока. В настоящее время при дефиците молока на выпойку одному телёнку расходуют 250-400, а для племенных животных – 600-800 кг цельного молока. В развитых странах с учётом вто-

ричных молочных продуктов скармливают телятам не более 6-8 % валового производства молока.

С целью экономии цельного молока в республике также начинают выпускать заменители цельного молока. Их основой является сухое обезжиренное молоко и гидрогомонизированный жир с добавками витаминов, что ведёт к увеличению их стоимости и затратам ценного молочного белка. Сократить расход цельного молока и вторичного молочного сырья можно за счёт производства ЗЦМ на основе растительного сырья (гороха, люпина, сои, рапса, льносемени, овса и т. д.) и минеральных обогатительных добавок [1, 2].

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с РУП «Научно-практическим центром Национальной академии наук Беларуси по животноводству» разработали технологию и комплект оборудования для производства ЗЦМ из имеющихся в хозяйстве различных зерновых компонентов.

Материал и методика исследований. Объектом исследований являлось оборудование для приготовления ЗЦМ и зерновые компоненты. В работе использованы традиционные и современные методы исследования.

Результаты эксперимента и их обсуждения. В основу технологии приготовления ЗЦМ положена идея влаготепловой обработки зерна или зерновых продуктов на специальной гидродинамической установке, которая позволяет прямо из зернофуража получать однородную гомогенную мелкодисперсную массу, что очень важно при приготовлении заменителя цельного молока [3, 4].

Технологическая схема такой линии представлена на рисунке 1.

Поскольку данных по исследованию приготовления заменителей цельного молока на основе широкого использования зернофуража в литературе имеется недостаточно, исследования были проведены в два этапа.

В первой серии опытов были проведены поисковые исследования с целью определения возможности получения гомогенной смеси из отдельных видов зернофуража и смеси зернофуража при различных режимах обработки (таблица 1).

После проведения поисковых опытов была проведена вторая серия опытов. Предварительно увлажнённый зернофураж загружался в агрегат тепловой обработки, где измельчался и нагревался. При достижении температуры 90°C агрегат влаготепловой обработки останавливался и производилась выдержка зерносмеси при данной температуре в течение 10-20 минут.

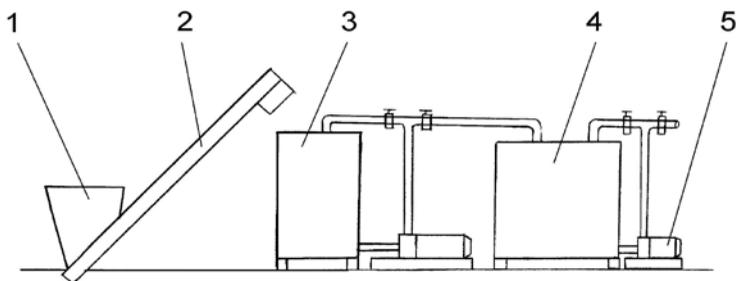


Рисунок 1 – Технологическая схема приготовления ЗЦМ.

1 – весоизмерительное устройство приёма зернофуража; 2 – транспортер подачи зернофуража; 3 – агрегат влаготепловой обработки; 4 – смеситель приготовления ЗЦМ; 5 – насос подачи приготовленного ЗЦМ.

Таблица 1 – Характеристика полученной массы после влаготепловой обработки зернофуража

Ингредиенты	Температура нагрева, °С		
	70	80	90
Ячмень шелушенный	++	+++	+++
Люпин	+	++	+++
Рапс	+	+	++
Люпин, предварительно замоченный в течение 7 часов	++	+++	+++
Зерносмесь (ячмень, люпин, рапс), предварительно замоченная в течение 7 часов	++	+++	+++

+ - неудовлетворительная (неоднородная хлопьевидная масса, имеются фрагменты зерна до 1 мм, при хранении более 30 минут смесь диспергирует); ++ - удовлетворительная (практически однородная смесь с незначительным количеством комочков, рассыпающихся при надавливании); +++ - хорошая (однородная масса, напоминающая жидкую сметану).

В результате влаготепловой обработки смеси зернофураж с помощью установки влаготепловой обработки превращался в пасту, содержащую 25-28 % сухого вещества.

Содержание питательных веществ в сухой смеси зернофуража представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание питательных веществ в сухом веществе зернофуража, г/кг

Показатели	Масса		
	Зерносмесь до обработки	Паста	%
Органическое вещество	969	968,6	99,9
Азот	43,6	42,2	96,7
Протеин	272	266	97,7
Сахар	49,2	75,1	152,6
Жир	131,6	131,7	100
БЭВ	350,9	363,4	103,5
Зола	31,0	31,4	101,3

Как видно из таблицы 2, содержание питательных веществ в зерносмеси и после обработки в агрегате влаготепловой обработки, в основном, осталось почти неизменным, за исключением сахара [5].

Вероятно, в результате воздействия температуры, влаги и времени на клетчатку и белки зерна произошёл распад части белка на более простые составляющие.

Поскольку процесс приготовления ЗЦМ достаточно энергоёмок по известным технологиям [6, 7], то была выдвинута гипотеза об измельчении зерна не в холодной воде, а в предварительно нагретой до 40-50°C, в агрегате же только доизмельчать зерно до пасты, что подтверждается расчётами [5]. Если пренебречь затратами на холостой ход, то затраты энергии на измельчение и нагрев получаемой массы составляют:

$$N = N_{изм} + N_{ц} + N_{в}, \quad (1)$$

где $N_{изм}$ - затраты энергии на измельчение материала;

$N_{ц}$ - затраты энергии, расходуемой на создание циркуляции материала в камере измельчения;

$N_{в}$ - затраты энергии на нагрев воды другим источником.

Затраты энергии на измельчение материала можно определить согласно уравнению:

$$N_{изм} = qA_{изм}, \quad (2)$$

где q – производительность дробилки, кг/с;

$A_{изм}$ – удельная работа на измельчение, Дж/кг.

Работу на измельчение можно определить из уравнения

$$A_{изм} = C_{пр} [C_v \cdot 1g \lambda^3 + C_s \cdot (\lambda - 1)], \quad (3)$$

где C_{np} – коэффициент, учитывающий влажность зерна;

C_v – определяет работу упругих деформаций при принятом методе механических воздействий на материал, отнесённую к единице его массы;

C_s – определяет работу, затрачиваемую на образование новых поверхностей при измельчении и отнесённую к единице массы корма;

λ – степень измельчения.

Затраты энергии, расходуемой на создание циркуляции материала в камере измельчения, определяется по формуле:

$$N_u = K_e (1 + K_u \mu_u) \mathcal{G}_m, \quad (4)$$

где K_e – коэффициент, учитывающий конструкцию и режим работы молотковой дробилки в режиме вентилятора (обычно принимается $K_e = 0,05$);

K_u – кратность циркуляции материала в рабочей камере;

μ_u – массовая доля зерна в слое материала;

\mathcal{G}_m – окружная скорость по концам молотков, м/с.

Затраты энергии на нагрев воды посторонним специализированным источником можно получить, исходя из формулы:

$$N_B = \frac{Q}{t}, \quad (5)$$

где Q – затраты энергии на нагрев воды, Дж;

t – время нагрева воды.

$$Q = C m T, \quad (6)$$

где C – теплоёмкость воды (равная 4180 Дж/кг);

m – масса нагреваемой воды, кг;

T – температура нагрева воды.

Чтобы уменьшить тепловые потери в окружающую среду была определена ёмкость влаготепловой обработки зерна:

$$V = \frac{\sum (n_i g_i)}{2,5 K_1 K_2} \quad (7)$$

где n_i – количество телят выпивающих i норму ЗЦМ;

g_i – норма выдачи ЗЦМ i животным;

K_1 – кратность кормления животных в сутки;

K_2 – коэффициент учитывающий вместимость смесителя приготовления ЗЦМ животным.

С другой стороны, исходя из технологических потерь, боковая поверхность агрегата влаготепловой обработки кормов должна иметь минимальную поверхность при заданном объёме обработки смеси воды и зернофуража. Для цилиндрического агрегата этому соответствует

отношение диаметра (D) цилиндра к высоте (H) в пропорции $\frac{D}{H}=0,8\dots 1,3$, что следует из графика рисунка 2

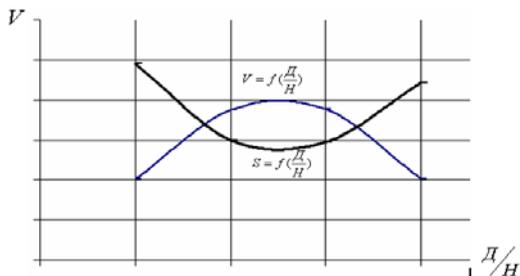


Рисунок 2 – Зависимость поверхности S и объема V цилиндра от отношения D/H .

Учитывая представленное соотношение поверхности цилиндра (S) с его объемом (V), можно определить вместимость агрегата влаго-тепловой обработки по формуле:

$$V = \frac{\pi D^3}{4(0,8\dots 1,3)} \quad (8)$$

Приравняв вместимость агрегата, полученную исходя из количества обслуживаемого поголовья, с вместимостью агрегата, рассчитанную исходя из минимальных потерь тепла, можно определить диаметр или высоту агрегата влаготепловой обработки.

Как показали испытания в производственных условиях, для нагрева воды в количестве 190 литров от 12°C до 90°C с одновременным измельчением 90 кг зерна в установке ТЕК-3СМ (Украина) потребовалось затратить 45 кВт/ч, или 0,5 кВт/ч на 1 кг полученной пасты (рисунок 3).

Для нагрева такого же количества воды с 12°C до 50°C в электронагревателе потребовалось 10,4 кВт·ч, затем для измельчения 90 кг зерновой смеси и нагрева полученной массы от 40°C в агрегате тепловой обработки было затрачено ещё 22,6 кВт·ч (рисунок 4). Значит, общие затраты электроэнергии составили 33 кВт/ч, или 0,37 кВт/ч на 1 кг пасты.

Как видно из рисунков 3 и 4, расход энергии на нагрев и измельчение зерновых компонентов при использовании постороннего водонагревателя позволяет уменьшить время нагревания и набухания зерна, что приводит к уменьшению расхода электроэнергии.

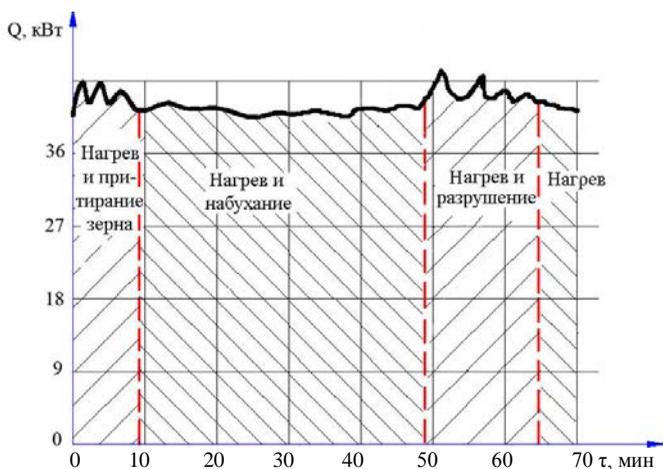


Рисунок 3 – Циклограмма расхода электроэнергии при измельчении зерна с одновременным нагревом массы (зерно и вода с начальной температурой 12°C).

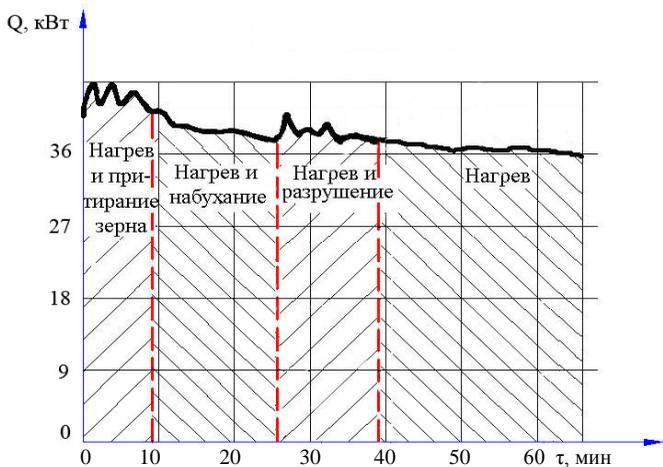


Рисунок 4 – Циклограмма расхода электроэнергии при измельчении зерна с одновременным нагревом массы (зерно и вода с начальной температурой 50-40°C).

Экономическая эффективность использования в рационах телят ЗЦМ, произведённых по технологии с применением эксперименталь-

ной гидродинамической установки, по сравнению с ранее использованными методами их производства, в том числе, приобретаемыми за рубежом сухими кормовыми смесями (Бельгия), представлена в таблице 3.

Из представленных данных видно, что сухой «Микромель Экстра» при разведении в тёплой воде требует расходования её в объёме 90 л на 12,5 кг, а потребность СКК, разработанного нами, составляет 13,2 кг. Это связано с тем, что «Микромель Экстра» в своём составе содержит 96 % сухого вещества, а приготовленный нами СКК – 91 %. В связи с этим, при растворении в воде сухой смеси требуется разное количество влаги для достижения одинакового содержания сухого вещества в полученной смеси. Например, 100 г сухой смеси «Кальволак» содержит 96 г сухого вещества, а сухая кормовая смесь, приготовленная нами, – 908 г. Следовательно, для приготовления 100 л жидкого ЗЦМ необходимо израсходовать 125 г ($12/96 \times 100$), таким образом, $12/90,8 \times 100 = 132$ г. Поскольку использованное нами количество воды в целях соблюдения методики исследований было одинаковым в контрольной и опытной группах, то в результате такого расчёта было достигнуто равное содержание сухого вещества (13 %) при одинаковом расходе воды.

Таблица 3 – Соотношение сухого кормового концентрата (СКК) и воды для смешивания при приготовлении жидких ЗЦМ

Сухой «Микромель Экстра», кг	СКК, кг	Вода, л	ЖЗЦМ, л
0,125	0,132	0,9	1
0,250	0,264	1,8	2
0,375	0,386	2,7	3
0,500	0,518	3,6	4
0,625	0,660	4,5	5
0,750	0,792	5,4	6
0,875	0,924	6,3	7
1000	1,056	7,2	8
1,125	1,188	8,1	9
1,250	1,320	9,0	10
2,500	2,640	18,0	20
3,750	3,860	27,0	30
5,000	5,180	36,0	40
6,250	6,600	45,0	50
12,500	13,200	90,0	100

Установлено, что 1 кг сухого порошка «Микромель Экстра» стоит

3200 рублей, а стоимость опытного кормового концентрата, изготовленного на Могилёвском комбинате хлебопродуктов по нашей заявке, составляет 2089,53 рубля, что на 1110,47 рублей (или на 15 %) дешевле. Однако сухого кормового концентрата нашего приготовления при производстве ЖЗЦМ расходовалось больше на 4,5 %, или на 700 г, в расчёте на 100 л, по сравнению с расходом «Микромель Экстра», завозимым из Бельгии. Несмотря на большой расход СКК по отношению к «Микромель Экстра», 1 л жидкого заменителя цельного молока из ингредиентов собственного производства был дешевле на 124,2 рубля, или на 14,5 %. Это позволило при одинаковом расходе кормовых единиц на центнер прироста живой массы телят получить более дешёвую говядину. Так, среднесуточный прирост телят контрольной группы за четыре месяца составил 681 г, а опытной – 679 г, разница составила 2 г в сутки, что статистически недостоверно. Однако стоимость одной кормовой единицы, израсходованной на каждый килограмм прироста живой массы телят опытной группы, была дешевле на 67,2 рубля. Это позволило получить каждый килограмм прироста живой массы телят в опытной группе по сравнению с контрольной на 254,5 рубля, или на 10,3 %, дешевле.

Таким образом, применение в рационах телят ЗЦМ, изготовленных на основе растительных ингредиентов белково-жирового происхождения, существенно сказывается на уровне себестоимости выращивания телят. При незначительных различиях в общеэнергетических затратах в группах затраты кормов в денежном выражении по группе подопытных телят были 28,1 %. Следовательно, использование в рационах телят ЗЦМ, произведённых по усовершенствованной технологии с применением гидродинамической установки, функционирующей на основе принципа кавитации, экономически наиболее выгодно по сравнению с традиционно используемыми и приобретаемыми заменителями цельного молока за рубежом.

Заключение. 1. Использование влаготепловой обработки зернофуража позволяет получать мелкодисперсную однородную массу, что очень важно при приготовлении заменителя цельного молока.

2. Применение влаготепловой обработки зернофуража не уменьшает количество питательных веществ в полученном продукте, количество сахара даже несколько увеличивается.

3. Использование грубоизмельченных зерновых компонентов и горячей (40-50°C) воды позволяет уменьшить расход электроэнергии на приготовление ЗЦМ.

Литература

1. Исмаилов, И. С. Заменители цельного молока из растительных компонентов / И. С. Исмаилов // Зоотехния. – 1987. – № 11. – С. 32-33.

2. Заменители цельного молока из местных источников питательных веществ / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2006. – Т. 41. – С. 238-243.

3. Пат. 7187 РБ. Способ получения заменителя цельного молока для телят / Голушко В. М. и др. ; заявитель и патентообладатель : Ин-т животноводства НАН Беларуси. – заявл. 14.03.1999 ; опубл. 12.07.2001 // Офиц. бюл. № 3.

4. Пат. № 2313229 РБ. Способ приготовления жидкого зернового корма / Передня В. И., Цой Ю. А. ; заявитель и патентообладатель : Науч.-практ. центр Нац. акад. наук по механизации сельского хоз-ва. – заявл. 12.02.2005 ; опубл. 27.12.2007 // Офиц. бюл. № 4

5. Передняя, В. И. Совершенствование технологии и средств механизации подготовки и скармливания кормов на скотоводческих фермах / В.И. Передняя, А. И. Пунько // Машинные технологии и новая сельскохозяйственная техника для условий Евро-Северо-Востока России : материалы II-ой междунар. науч.-практ. конф. – Киров, 2000. – С. 123-125.

6. Агрегат для приготовления заменителей молока АЗМ-0,8 : каталог с.-х. техники. – М., 1980. – 46 с.

7. Кормоприготовительный агрегат «МРИЯ» : проспект. – Новая Каховка, 2000.

8. Радчиков, В. Ф. Рациональное использование молочной сыворотки / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот. – Минск : УП «Тенопринт», 2004. – 86 с.

(поступила 20.02.2009 г.)

УДК 636.2.087.61

С.Н. ПИЛЮК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РАЦИОНАХ БЫЧКОВ ВЛАЖНЫХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

Введение. Одной из важнейших задач при решении проблемы обеспечения возрастающих потребностей населения в продовольствии является постоянное расширение источников питания, в том числе, увеличение производства продуктов животноводства, в частности, молока. Республика Беларусь входит в число ведущих государств мира, которые обеспечивают, в расчёте на душу населения, увеличение темпов роста производства молока и продуктов его переработки. Однако сельскохозяйственные предприятия нашей страны на производственные нужды при выращивании молодняка животных ежегодно расходуют около 800 тысяч тонн цельного молока, что составляет около 20% от общего надоя. В Соединенных Штатах Америки, например, для выпойки телятам используется в среднем около 2,5 % от валового производства в год, в Нидерландах – 4 %, в Англии и Дании – 7 %. Количество сухого обезжиренного молока, а также завозимого из-за рубежа