



О пенсильванских ситах и не только

Одна из ключевых задач кормленца в молочном животноводстве — добиться оптимального соотношения размеров частиц измельченных компонентов кормосмеси. На визуал в данном случае полагаться, к сожалению, не приходится. Именно поэтому для облегчения практических задач в американском университете был создан специальный инструмент — пенсильванское сито (оригинальное название — The Penn State Particle Separator (PSPS), или сепаратор частиц штата Пенсильвания). Сито позволяет сепарировать кормосмесь и таким образом определять массовую и процентную долю разных фракций частиц смеси. Сегодня, спустя более 20 лет после внедрения инструмента в практику, на белорусских молочно-товарных комплексах пенсильванское сито уже не редкость. Желание специалистов детально управлять процессом кормления объяснимо. Но вместе с тем отмечу, что далеко не всегда сито используется корректно, а значит, полученный результат имеет высокую погрешность. Именно это наблюдение натолкнуло на создание гайда по пенсильванским ситам, их использованию и интерпретации данных.

Максим Ухов,
специалист компании Lakrua

О пенсильванских ситах

Несмотря на кажущуюся простоту, за историю существования пенсильванских сит (26 лет) их конструкция несколько раз менялась. Так, первая серия, разработанная в 1996 году в Пенсильванском университете США, имела всего два сита с диаметром отверстий 19 и 8 мм. В 2002 году количество сит выросло до трех — к первоначальной компоновке добавилось сито, отделяющее более мелкую фракцию (Ø ячеек 1,14 мм). Но классический вид, который сегодня вошел в практику, пенсильванские сита приобрели только к 2013 году — это три вида сит (Ø ячеек 19, 8 и 4 мм) плюс поддон. Такое изменение отделяемых нижним ситом фракций было обусловлено недостоверными данными по определению физической нейтрально-детергентной клетчатки (физНДК). Небольшая корректировка диаметра ячеек нижнего сита — и прибор стал более точным и универсальным.

Но это касается исключительно оригинальных сит. Во многих странах (и Беларусь не исключение) появились физические аналоги этого устройства. Визуально очень сложно отличить оригинал от подделки, но «фишка» в том,

что любое точное устройство (и пенсильванские сита в том числе) выполняет свои функции только при определенных заданных условиях. Ну, например, инструкция по использованию оригинального прибора основана на физических характеристиках сита и нюансах работы с ним. Здесь важны материал и масса каждого сита, их площадь, диаметр, расположение и форма ячеек и т. д. Характер движения частиц в ситах зависит в том числе от частоты перемещения сит, разнонаправленного поступательного движения. В результате получается отлаженная система со многими параметрами, где изменение одного влияет на достоверность полученного результата.

Тем не менее, доверяя теории, мы все же решили проверить, насколько критичны на практике отклонения результатов, полученных с оригинальных американских сит и их аналогов. Несмотря на все четко выполненные инструкции, результат отличался на 5–15 %. Это много. Поэтому еще раз подчеркиваю: инструкции по эксплуатации ориентированы на работу с оборудованием, имеющим определенные, четко выверенные и научно обоснованные характеристики. Только в этом случае можно говорить о достоверности полученного результата и об эффективности его дальнейшего использования.

Функционал пенсильванских сит

I. Определение физической нейтрально-дегергентной клетчатки (физНДК). Для этого сумма процентного содержания корма на первых трех ситах умножается на количество НДК в рационе. Это примерное значение физНДК, но достаточное для понимания ситуации и ее корректировки. Чтобы получить более точный результат, необходимо учитывать определенные погрешности. Скажем, на третьем сите остается много зерна крупного помола — при определении физНДК оно не учитывается. Поэтому мой совет: не бойтесь, следуя инструкции, подключать практический опыт и знания по кормлению.

II. Оценка настройки кормозаготовительной техники (измельчающие аппараты в пресс-подборщиках и кормоуборочных комбайнах, измельчители соломы, настройка корн-крекеров и т. д.). Понятно, что на фактические результаты повлиять очень сложно, тем не менее зоотехник может формировать техническое задание и участвовать в процессе кормозаготовки в будущем сезоне, корректируя параметры уборки с учетом полученных при инспекции кормового стола данных. Если каждый компонент кормосмеси соответствует зоотехническим требованиям, то с большой долей вероятности проблем со смешиваемостью, поедаемостью и переваримостью кормов не будет. И наоборот, при заготовке компонентов кормосмеси с неоптимальными параметрами возрастают требования к смесителям-кормораздатчикам, есть вопросы с сохранностью кормов, однородностью кормосмеси и т. д.

Однако не забывайте, что нас интересует не только качество измельчения каждого компонента корма, но и состав кормосмеси в целом. Например, если частицы листостебельной массы кукурузы оказались более крупными, имеет смысл компенсировать этот просчет более мелкой фракцией сенажа или увеличить долю концентратов. При этом необходимо ориентироваться на рекомендуемое производителем оптимальное процентное распределение кормосмеси на пенсильванских ситах. Слишком высокое содержание физНДК может привести к снижению потребления животными СВ.

III. Оценка работы смесителя-кормораздатчика. Идеальная работа смесителя-кормораздатчика предполагает примерно одинаковое оптимальное распределение кормосмеси по ситам. На работу машины влияют как технические характеристики и состояние техники (в том числе заточка ножей и их количество), так и качество загружаемых компонентов, влажность, очередность загрузки и время смешивания. С помощью пенсильванских сит можно определить оптимальную очередность загрузки компонентов кормосмеси с учетом длины резки и влажности каждого компонента. Например, нам необходимо сформировать кормосмесь из сенажа, кукурузного силоса и комбикорма. Стандартный подход предусматривает загрузку сначала грубых кормов (солома, сено, сенаж), потом сочных (силос) и концентратов. Но в случае если мы имеем дело с сенажом повышенной влажности и смесителем-кормораздатчиком с горизонтальным шнеком, все же рекомендую исходить из главной цели этой технологической операции — обеспечения равномерного смешивания компонентов. И если вы первым компонентом загрузите влажный сенаж, есть все шансы, что он будет налипать на шнеки и комковаться. Что делать? В первую очередь загружать вид корма с наименьшей влажностью — скажем, измельченную солому или сено, таким образом на начальном этапе смешивания регулируя общую влажность кормосмеси.

IV. Оценка сортировки корма на кормовом столе. Отбор корма с кормового стола производится несколько раз — через каждые 2–3 часа после раздачи и непосредственно перед новой раздачей корма с одновременной оценкой остатков. Полученные данные сравниваются. Чем

Оптимальная степень измельчения кукурузного силоса

1. На первом сите должно оставаться не более 8 % измельченного кукурузного силоса. То есть около 92 % частиц кукурузы должно проходить через сито 19 мм, из них 45–65 % должно задержаться на сите 8 мм. Этот параметр рассчитан для кукурузного силоса, убираемого при оптимальном показателе влажности. В целом действует правило: чем выше влажность убираемой массы, тем больше длина резки. Но это скорее оптимизация требований технологии закладки силоса (при трамбовке слишком влажного корма сок будет вытекать из траншеи, будут проблемы с силосуемостью и стабилизацией корма), нежели зоотехнически обоснованный параметр при кормлении КРС.
2. Настройка работы корн-крекера кормоуборочного комбайна должна производиться таким образом, чтобы в полученной массе отсутствовали неразрушенные зерна кукурузы. В идеале — дробление на четыре части и более.

больше разница, тем выше сортировка корма. Как правило, большей сортировке подвержена кормосмесь с большой долей крупных частиц и неоптимально низкой влажностью (ниже 57 %). Регулировать влажность кормосмеси можно добавлением: воды — для ее повышения; концентратов либо в крайнем случае грубых объемистых кормов с пониженной влажностью (сено, солома) — для ее понижения. Но в последнем случае вы рискуете необоснованно увеличить долю клетчатки и снизить общую переваримость кормосмеси.

В моей практике был случай, когда доля концентратов в остатках корма перед новой раздачей оказывалась больше, чем в начальной кормосмеси. При этом длина резки и соотношение отдельных компонентов кормосмеси были оптимальными. Причина оказалась в низкой влажности смеси, из-за чего при поедании и подталкивании смеси на кормовой стол происходило просеивание мелких концентратов. Проблему решили добавлением в кормосмесь воды.

Оценивая остатки корма на кормовом столе перед новой раздачей, ориентируйтесь не на единичные, а на 2–3-дневные наблюдения. На ферме огромное количество факторов, способных повлиять на поведение животных и потребление ими корма. К примеру, обрезка копыт, профилактические ветеринарные мероприятия, перегруппировка и т. д. Поэтому не торопитесь сразу же корректировать рацион или пересматривать объем раздачи. Только когда фиксируется некая закономерность, можно действовать.

Отбор проб

Порядок отбора пробы корма с кормового стола зависит от цели, которую вы преследуете. Например, если ваша цель — оценить качество кормосмеси, то нужно отобрать пробу из одной точки. Отбор проб из нескольких точек и последующее формирование средней пробы для оценки явно не лучший вариант: так вы заведомо получите усредненный результат и с большой долей вероятности не сможете увидеть имеющиеся проблемы.



Три пинты

В случае если вы хотите оценить работу кормораздатчика, пробы корма нужно отбирать из разных точек кормового стола (как правило, из четырех точек: одной в начале, двух в середине и одной в конце кормового стола) и исследовать их отдельно друг от друга. Все значения по каждой пробе заносятся в таблицу, а затем анализируется график нормального распределения. При этом результаты анализа проб, отобранных в разных точках кормового стола, не должны отличаться более чем на 5 %. Что важно: сравнивать нужно не процентные пункты, а разницу в натуральных значениях массы.

Итак, первый шаг — отбор пробы. И первая часто совершаемая практиками ошибка — формирование средней пробы по весу. Инструкцией Пенсильванского университета предусматривается отбор проб по объему — примерно три пинты (около 1,4 л). Почему важен именно объем, а не масса?

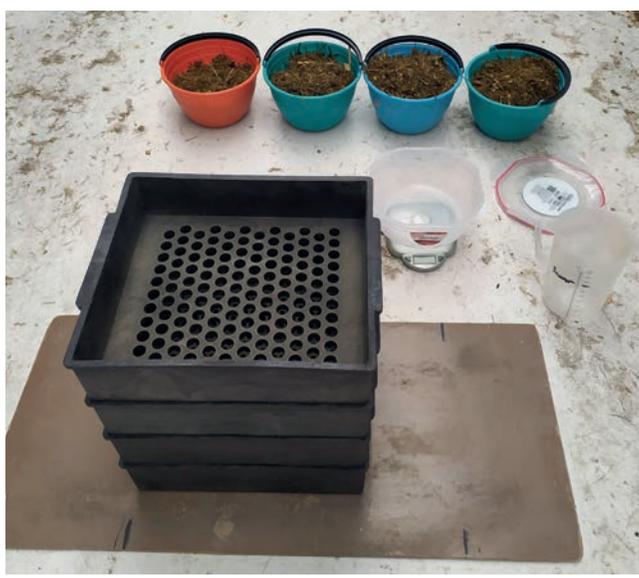


Рис. 1. Разметка диапазона движения сит

Полномешанный рацион (ПСР) при неизменной массе может иметь разную влажность и плотность и, соответственно, нестабильную объемную величину. В то же время объем сита — величина константная. Рубец у коровы — тоже емкость, и задача кормленца — правильно его заполнить, или, другими словами, получить максимум допустимой плотности в единице объема ПСР. От количества потребленного коровой СВ зависит молочная продуктивность животного.

Следующий шаг — оценка пробы на пригодность к исследованию. Главный критерий — процентное содержание СВ. В стандартах минимальное значение указывается как 45 %, но на практике может быть до 43 %. Если вы не укладываетесь в этот параметр, то не сможете с помощью пенсильванских сит правильно оценить содержание физНДК, при этом остальные опции останутся доступными.

Работа с пенсильванским ситом

После отбора пробы приступаем к просеиванию, встряхивая сита по горизонтали влево-вправо согласно указанной в инструкции схеме. Обратите внимание, что движение сит должно производиться на идеально ровной поверхности. Это значит, что, например, кафельная плитка на полу не подойдет из-за наличия швов. Самый простой вариант — использовать в качестве такой поверхности гладкий лист ДВП. Размера 120 × 50 см достаточно. Сита необходимо встряхивать с частотой 1,1 Гц. Как определить нужную частоту? Я работаю так: на поверхности ДВП отмечаю точку начала движения сит по внешнему краю и точку окончания движения сит на расстоянии 17 см от противоположного края (рис. 1) — это и есть диапазон движения сита. Встряхивание сит провожу со скоростью 1 движение за 1,1 секунды. То есть за 5,5 секунды я произвожу 5 движений и повторяю так 8 раз, возвращая сито (на каждую сторону по два пятикратных встряхивания, итого два круга сита).

От частоты встряхивания и скорости перемещения сит зависят направление и скорость движения частиц корма, а соответственно, и характер их просыпания в нижние сита. К слову, именно поэтому важна определенная влажность кормосмеси (не более 57 %), иначе происходит налипание частиц на сито, ухудшается их просеивание, а значит, более высокая погрешность полученного результата.

Анализируем результат

Итак, рассчитываем процентное содержание отобранной пробы кормосмеси на каждом из сит и оцениваем, соответствует ли фактический результат рекомендуемому наукой (табл. 1).

Обратите внимание на допустимый коридор между процентным содержанием на ситах: разница между минимальным и максимально допустимым значением — до 20 % (II сито). Поэтому после определения процентного содержания кормосмеси на пенсильванских ситах необходим

Таблица 1. Рекомендуемое распределение фракций кормосмеси на каждом из сит (Пенсильванский университет, США*)

Сито	Допустимая норма, %	Содержание НДФ	Содержание жира, крахмала, протеина
I	2–8	↓	↑
II	30–50		
III	10–20		
IV	30–40		
Итого	100	От первого сита к последнему уменьшается	От первого сита к последнему увеличивается

* Распределение корма по ситам напрямую зависит от типа кормления. Например, немецкие нормы отличаются от принятых в США. В Германии в рационах КРС преобладают сенажи, в Штатах — силосно-концентратный тип кормления. Длина резки этих видов кормов разная. Поэтому нормы распада будут серьезно отличаться, в некоторых случаях сами сита могут быть конструктивно разными.

Таблица 2. Примеры распределения частиц корма по ситам

Сито	Пример 1			Пример 2		
	масса, г	доля от общей массы пробы, %	доля частиц на нижних ситах, %	масса, г	доля от общей массы пробы, %	доля частиц на нижних ситах, %
I	40,0	8	92	15,0	3	97
II	160,0	32	60	250,0	50	47
III	100,0	20	40	50,0	10	37
IV (поддон)	200,0	40	—	185,0	37	—
Итого	500,0	100		500,0	100	

Таблица 3. Примеры распределения частиц корма по ситам

Сито	Пример 1 (высокое содержание физНДК)			Пример 2 (нормальное содержание физНДК)		
	масса, г	доля от общей массы пробы, %	доля частиц на нижних ситах, %	масса, г	доля от общей массы пробы, %	доля частиц на нижних ситах, %
I	133,0	28	72	21,0	4	96
II	195,0	41	31	253,0	45	51
III	53,0	11	20	62,0	11	40
IV (поддон)	96,0	20	—	222,0	40	—
Итого	477,0	100		558,0	100	
физНДК, % (при НДК 34 %)	27 %			20,4 %		

дальнейший, более детальный анализ. Так, для начала просчитаем средний размер частиц кормосмеси. Рекомендуемое значение — 0,22–0,32 дюйма (0,56–0,81 см). Далее полученные значения заносим в таблицу, и на их основании формируется график — логарифмически нормальная функция распределения (логнормальное распределение). Прямая на графике (рис. 2) характеризует не только попадание фактических данных в заданный коридор оптимальных значений, но и их взаимосвязь. Так, например, если на первом сите вы получили допустимые 8 %, а на втором — верхнюю оптимальную норму 50 %, несмотря на то что оба параметра теоретически допустимы, вероятнее всего, ваша кормосмесь требует корректировки. Об этом и говорит функция логнормального распределения. Для наглядности приведу пример (табл. 2).

Средний размер частиц в первом примере — 0,22 дюйма, во втором — 0,24 дюйма; стандартное отклонение — 0,099 и 0,095 соответственно. Несмотря на то что все данные соответствуют норме, в первом образце суммарное количество

О переваримости клетчатки

Помимо количества физНДК, для правильного составления рациона важно учитывать переваримость клетчатки. Эти показатели зависят от особенностей вида растительного сырья и, в свою очередь, влияют на выбор крайнего варианта референтного значения при составлении рациона. Как правило, среднее значение содержания НДК находится в пределах 22–32 % от СВ и коррелирует с переваримой клетчаткой. Впрочем, это довольно индивидуальный параметр. В моей практике были фермы, где доля НДК в СВ не опускалась ниже 34 %. При этом в одном случае наблюдалось снижение потребления корма и приходилось снижать НДК, во втором — у коров начиналась диарея и необходимо было увеличить количество клетчатки до 36–38 %.

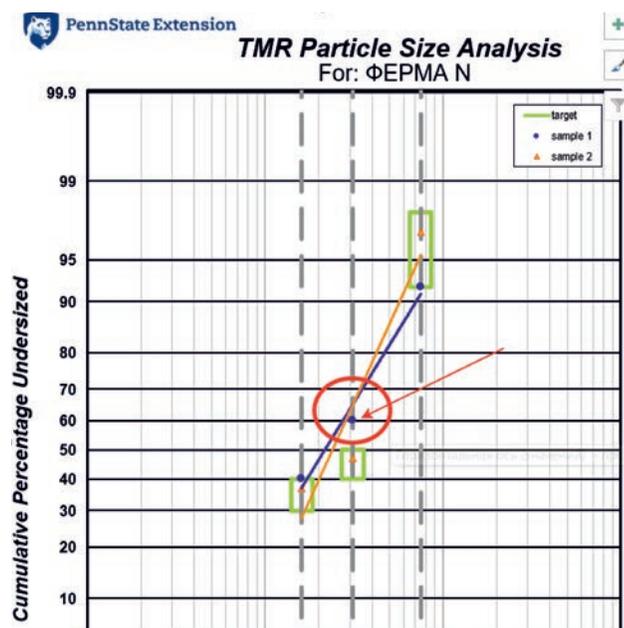


Рис. 2. График нормального распределения частиц — логнормальное распределение

мелких частиц будет больше оптимального (см. рис. 2). Еще раз повторяюсь: здесь идет речь о кормосмеси с оптимальными показателями НДК (НДК грубых кормов, % от ЖМ; НДК грубых кормов, % от НДК; НДК, % от СВ).

Для того чтобы понять, как физНДК и степень измельчения компонентов кормосмеси влияют на переваримость, предлагаю рассмотреть следующий пример из практики (табл. 3).

Средний размер частиц в первом примере — 0,4 мм, во втором — 0,22 мм; стандартное отклонение — 0,102 и 0,097 соответственно.

График на рис. 2 говорит о том, что в первом варианте слишком большое количество крупных частиц корма, что неизбежно приведет к сортировке корма и снижению переваримости (рис. 3); второй вариант — практически идеальная ситуация (рис. 4).

Чем опасно снижение переваримости корма? Ответ на этот вопрос — на ситах для промывки навоза. Чем больше доля фракции на верхнем сите, тем ниже переваримость и тем больше корма проходит через организм животного транзитом. Фактически животное потребляет корм, затрачивает энергию на его пережевывание и переваривание, но отдачи в виде высвободившейся энергии и питания нет.

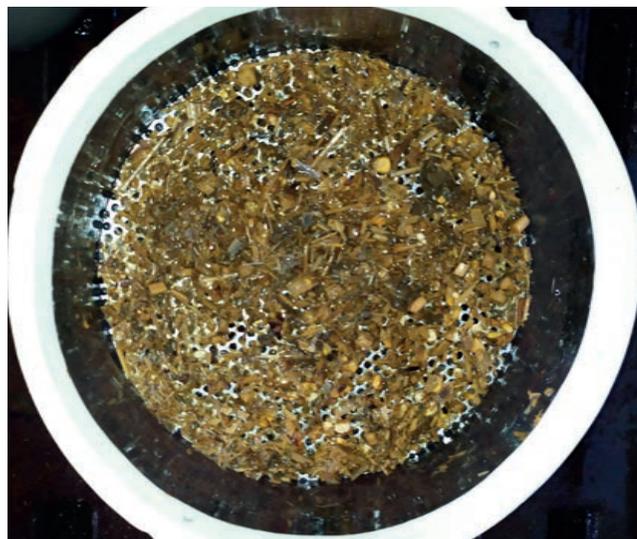


Рис. 3. Так выглядят 28 % корма на верхнем сите... а вот так — в навозном проходе



Рис. 4. На верхнем сите 4 % пробы... и в навозном проходе

Как часто нужно использовать пенсильванские сита?

Периодичность контроля зависит от цели. Чтобы отследить динамику потребления кормов, достаточно проводить подобные исследования 2–3 раза в месяц. Но это при условии, что все идет ровно. Как только появляются изменения в рационе, вводятся новые компоненты или меняется траншея с кормом, частоту контрольных измерений надо увеличить. Кроме того, имеет смысл проанализировать состав кормосмеси при падении удоев или наоборот, если вы решили поднять «молочную планку» на новый уровень. Тогда без анализа кормов не обойтись. Не стоит забывать и о периодическом мониторинге — на всякий случай: времени это займет немного, но владение дополнительной информацией о кормах — штука полезная. В любом случае специалист должен четко понимать, что происходит на комплексе и как влияет введение в рацион того или иного компонента на потребление и переваримость.

Кому вы вмените в обязанности проведение оценки корма, зависит от размера предприятия, количества ферм и, разумеется, самих работников. За получение первичных данных может отвечать, например, заведующий фермой, зоотехник или любой другой ответственный работник животноводческого комплекса. Главное, чтобы все действия производились строго согласно инструкции.

Еще один важный момент: все значения нужно оценивать в динамике, особенно если вы хотите кардинально поменять рацион. Единичные данные не могут служить базой для принятия решения. Так, следует оценивать не только качество кормосмеси, уровень потребления и переваримости кор-

мов, но и молочную продуктивность. Правда, в этом случае стоит оценивать информацию из доильного зала как минимум за одну неделю, прошедшую с момента смены рациона. При этом, отмечу, речь не идет о выпадении критического для животного компонента (например, резкое уменьшение доли кукурузного силоса и вместе с ним падение уровня энергии в корме). Реакция животного также будет зависеть от уровня обеспеченности организма элементом, содержание которого вы регулируете. Скажем, некий элемент находится в дефиците, тогда при его введении в рацион эффект будет моментальным. В то же время даже при средней обеспеченности организма дополнительное введение в рацион этого элемента вряд ли вызовет «вау-эффект» — скорее это будет медленное поступательное движение вверх.

Для каких групп животных можно оценивать корма с помощью пенсильванских сит?

В первую очередь такой мониторинг кормовой смеси целесообразно проводить в группах дойного поголовья. Но определенно не стоит забывать о телках на выращивании и быках на откорме. Здесь пенсильванские сита также станут отличными помощниками в оптимизации потребления сухого вещества и в контроле содержания физической нейтрально-детергентной клетчатки в рационе. Исключение сортировки на кормовом столе тоже актуальный параметр для любых групп животных. Таким образом, пенсильванские сита — универсальный инструмент. Главное — умение анализировать и правильно интерпретировать полученные результаты. ■