

## Автоматизация технологических расчётов при использовании программного комплекса «СИЛОС»

**Д.А. Благов**, к.б.н., ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ; **И.В. Миронова**, д.б.н., ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, **Н.И. Торжков**, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ; **А.А. Нигматьянов**, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО Уфимский ГНТУ

Прочная кормовая база является залогом получения качественной животноводческой продукции, сохранения здоровья животных и высокой репродуктивной способности. К сожалению, обеспечить высокое качество выращиваемых и заготавливаемых кормов на зимний период не всегда удаётся. Вследствие этого скот теряет способность максимальной реализации своего генетического потенциала и выхода на оптимальную продуктивность [1–4].

На качество выращиваемых кормов в первую очередь влияет агротехника возделывания, которая и определяет химический состав растений. Но только вырастить зелёную массу летом явно недостаточно, необходимо обеспечить её сохранность для дальнейшего скармливания и в зимний период. Для сохранения питательности зелёной массы, содержащей высокое количество влаги, на практике применяется технология силосования. Силосование относится к сложным микробиологическим процессам консервирования зелёной массы растений. Потери питательных веществ при данной технологии составляют около 10,0–15,0%, а при воздушной сушке сена они редко бывают менее 25,0–40,0%. Преимущество заготовки силоса заключается в возможности возделывания культур, дающих высокий урожай зелёной массы, и их уборки при различных погодных условиях. Силосованные корма являются ценными продуктами питания для животных, так как улучшают пищеварение, что в свою очередь помогает лучше усваивать грубые корма. Также силос обладает молокогонными свойствами, что положительно сказывается на молочной продуктивности коров. Поэтому к качеству заготовки силоса из зелёной массы растений нужно подходить с особой тщательностью [5–7].

Основу любой технологии занимают расчёты, которые позволяют регулировать как качество заготавливаемого корма, так и количество, необходимое для полноценного обеспечения животных кормом. На практике при заготовке силоса применяются следующие показатели: регулирование влажности, закладываемой зелёной массы; обогащение азотистыми препаратами; применение раскислителей (если заданная граница рН ниже рекомендуемой); расчёт максимальной суточной дачи силоса животным [8].

Для сокращения времени проведения необходимых расчётов и оперативного реагирования на

изменения качества заготавливаемого корма нами был разработан программный комплекс «СИЛОС». Данная разработка может применяться как в образовательных целях, так и в крупных и мелких хозяйствах.

### Материал, методы и результаты исследования.

Данный программный комплекс состоит из следующих компонентов: модуль по расчёту влажности силосуемой массы; модуль по раскислению и обогащению силосной массы азотистыми веществами; модуль по расчёту допустимой нормы скармливания силоса; модуль по определению минимального значения рН при силосовании (рис. 1).

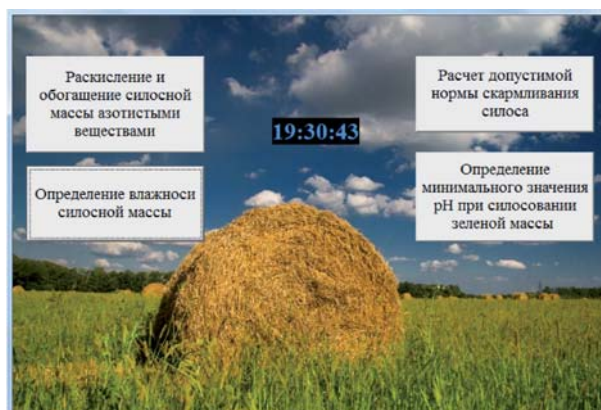


Рис. 1 – Интерфейс программы «СИЛОС»

Как видно по рисунку, интерфейс программы состоит всего из четырёх кнопок управления, при нажатии на которые вызываются вышеперечисленные программы. К преимуществам данной разработки можно отнести её портативность (занимает на носителе менее 1 Mb), мобильность (скомпилирована как exe. файл), благодаря чему пользователь может хранить программный продукт как на компьютере, так и на любом съёмном накопителе.

Первый модуль по расчёту влажности силосной массы применяется для расчёта количественного соотношения между заготавливаемой зелёной массой с высоким содержанием влаги и соломой. Это позволяет получить силос определённой влажности. В основе данного алгоритма лежит расчёт по методу «квадрат Пирсона» [9]. Данный метод широко применяется на производстве, но из-за своей трудоёмкости отнимает значительное время на расчёты, поэтому автоматизация данного процесса является весьма актуальной для зоотехников.

На рисунке 2 представлен модуль программы по регулированию влажности силоса в период его закладки. В представленном примере оптимальная влажность была задана на уровне 75,0% (граница оптимума колеблется от 65,0 до 75,0%), что является нормой для силоса. Кроме того, была задана

влажность закладываемой зелёной массы – 82,0% и соломы – 13,5%. Остаётся ввести количество, на которое необходимо провести расчёт, в данном случае – 135 т, и нажать кнопку «Расчитать». В результате автоматических расчётов программа выдаёт результат. Так, чтобы получить 135 т силоса с массовой долей влаги 75,0% необходимо в 115,29 т зелёной массы добавить 19,70 т соломы. При необходимости проведения серии расчётов следует нажать кнопку «Очистить» и ввести новые показатели.

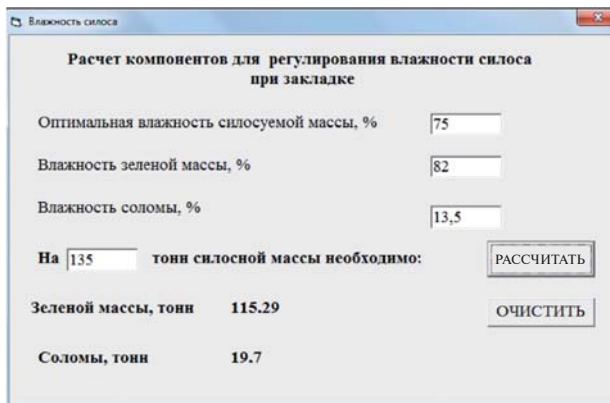


Рис. 2 – Интерфейс программы по регулированию влажности силоса

Следующий модуль позволяет произвести расчёты по раскислению и обогащению силоса азотистыми веществами. Особенностью данной программы является объединение двух независимых расчётов (рис. 3).

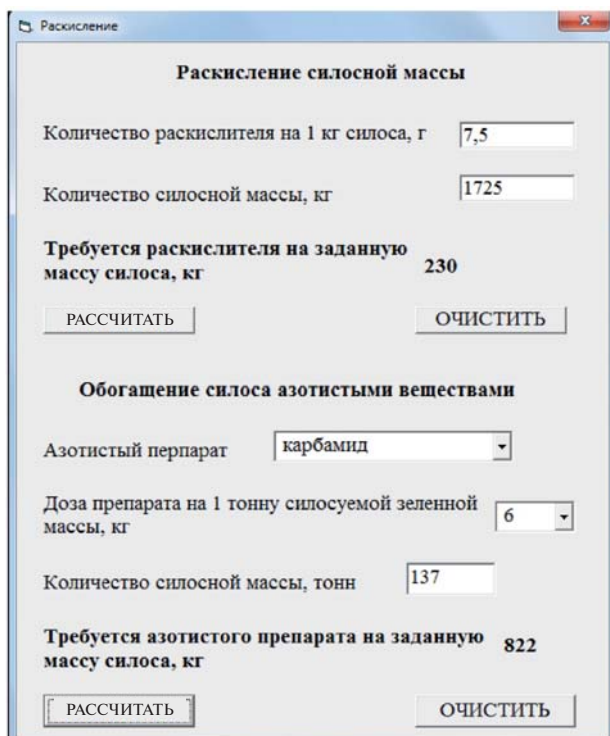


Рис. 3 – Интерфейс программы по раскислению и обогащению силоса

Известно, что раскисление проводят в том случае, если животным скармливается силос с низким уровнем pH или с нарушением соотношения органических кислот. Для раскисления силоса применяются различные реагенты: углекислый натрий, бикарбонат натрия, едкий натр, мел и т.д. Так, мел вводят из расчёта 5–10 г на 1 кг силоса, соду – в количестве 5–10 г.

Раскислённый щелочными реагентами силос можно скармливать через 2 часа после обработки. Программный комплекс позволяет рассчитать количество раскислителя на заданную массу при условии знания нормы ввода реагента в силос. Для примера мы взяли 7,5 г раскислителя на 1 кг силоса с общей массой 1725 кг. После заполнения ячеек произвели расчёт, который установил, что для раскисления заданной массы силоса необходимо использовать реагент в количестве 230 кг.

Обогащение силоса азотистыми добавками осуществляется в том случае, если закладываемая культура обладает низкой протеиновой питательностью. Оптимальная доза введения азотистых добавок составляет 4–7 г на 1 кг силосуемой массы. Их использование позволяет повысить протеиновую питательность в среднем до 40,0%. Применение карбамида и ряда других синтетических азотистых соединений является безопасным и доступным для использования в кормлении скота. В процессе силосования большая часть карбамида превращается в аммонийные соли органических кислот, которые медленно растворяются в содержимом рубца жвачных и лучше используются его микрофлорой для синтеза белка. В этой связи следует проводить точные расчёты по введению азотистых добавок. Пример расчёта массы небелковой добавки для обогащения силоса показан на рисунке 3. В качестве примера мы предлагаем использовать карбамид в количестве 6 кг на 1 т силосуемой зелёной массы. Кроме того, мы задали общий объём – 137 т. Автоматически проведённый расчёт показал результат, что для обогащения 137 т силоса необходимо добавить 822 кг карбамида. Следует отметить, что дозировка азотистых добавок в программе начинается с 1 и заканчивается 10 кг на 1 т силоса, что позволяет проводить различные варианты расчёта.

Модуль по определению минимального значения pH позволяет дать дополнительную оценку корма во время силосования. Он характеризует степень подкисления, а соответственно и устойчивость корма к развитию аэробных и анаэробных гнилостных бактерий. Минимально необходимый уровень pH для подавления маслянокислых и энтеробактерий рассчитывается по формуле, предложенной Вайсбахом и Споэнли [10]:

$$Y = 3,71 + 0,0257 \cdot X, \quad (1)$$

где Y – минимальное значение pH;

X – фактическое содержание сухого вещества в силосуемой массе.

Представленная формула Вайсбаха и Споэнли легла в основу программного комплекса по определению рН (рис. 4).

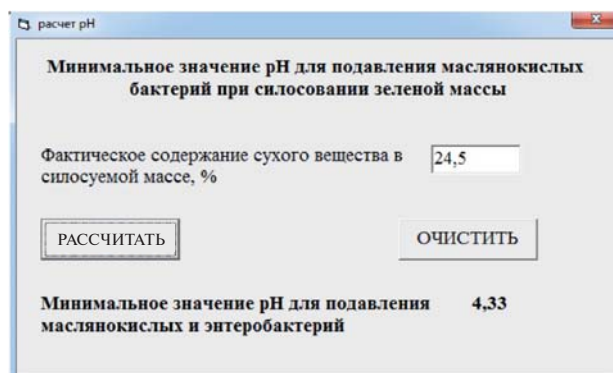


Рис. 4 – Интерфейс программы по определению рН

Для расчёта в данной программе пользователь задаёт только фактическое содержание сухого вещества в силосуемой массе. В качестве примера для силосования возьмём траву козлятника восточного. В данной культуре содержание сухого вещества составляет 24,5% (245 г). Результат расчёта показал, что минимальное значение рН для силоса из козлятника восточного составляет 4,33. Этот расчётный показатель является ценным в практическом применении. Например, если фактический показатель рН выше расчётного, это указывает на то, что корм не в полной мере прошёл процесс консервации и в нём продолжают идти нежелательные процессы брожения. Такой корм во избежание потерь питательности не следует хранить длительное время. Причинами недостаточного подкисления могут быть высокая влажность, попадание почвы или навоза в силосуемую массу, низкая эффективность вносимых консервантов или же их отсутствие. Высокое значение рН наблюдается в кормах, которые подвергались интенсивному разогреву и порче при изъятии и скармливании животным. В таком случае снижение кислотности вызывается аэробной микрофлорой, которая питается молочной кислотой. Фактическое снижение уровня рН ниже расчётного свидетельствует о накоплении в корме значительного количества органических кислот, отрицательно сказывается на поедаемости силоса и может приводить к развитию ацидоза рубца. Таким образом, по величине рН можно судить о доброкачественности заготавливаемого силоса.

Определение суточной дачи силоса позволяет планировать общую потребность в данном виде корма, а также оценить уровень кормления в целом.

Программный комплекс «СИЛОС» даёт возможность провести два вида расчёта: по максимальной даче силоса как без раскислителей, так и с ними. На рисунке 5 представлен внешний вид программы с введёнными для примера данными.

Для проведения расчёта нужно ввести такие параметры, как живая масса коровы, содержание

органических кислот в 1 кг силоса, количество органических кислот на 1 кг массы животного, максимальная суточная дача раскислителя и количество раскислителя для нейтрализации на 1 г кислоты. Для примера по первому алгоритму ввели массу коровы, равную 537 кг; содержание органических кислот в 1 кг силоса – 25 г (по умолчанию), органических кислот на 1 кг массы – 1 г. Если содержание уксусной и масляной кислот составляет 25,0% и меньше от суммы всех кислот, то дойным коровам можно скармливать силос без раскисления до тех пор, пока на 1 кг живой массы не будет задано около 2 г кислот в переводе на молочную кислоту. При высоком содержании уксусной и масляной кислот (до 50,0% и более суммы всех кислот) дойным коровам удаётся скормить силос без раскисления в количестве около 1 г кислот в переводе на молочную кислоту. Поэтому для примера было взято 1 г органических кислот, хотя в программе имеется показатель в 2 г. Расчёт показал, что корове массой 537 кг можно скармливать силос в количестве 21,48 кг без вреда для её здоровья.

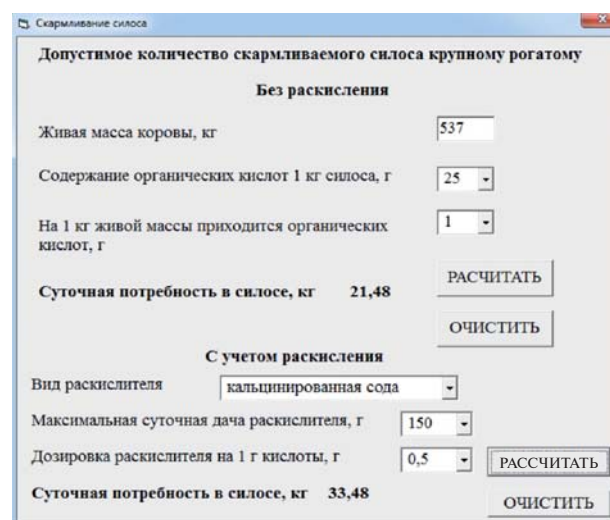


Рис. 5 – Интерфейс программы по расчёту суточной дачи силоса

Кислоты, поступающие в организм коровы сверх нормы, необходимо нейтрализовать путём раскисления силоса кальцинированной содой или едким натром, задавая на 1 г кислоты (в пересчёте на молочную) 0,5 г едкого натра или 0,6 г кальцинированной соды. Применяя раскислитель, можно увеличить суточную дачу силоса. Для этого необходимо выбрать собственно вид реагента, его максимальную суточную дачу, а также количество, которое способно нейтрализовать 1 г органических кислот.

В сутки корове можно скормить до 150 г одного из названных препаратов с учётом потребности её в натрии. В качестве примера была выбрана кальцинированная сода. Второй алгоритм расчётов показал, что, применяя раскислитель в рационе,

увеличивается суточная дача силоса до 33,48 кг, или на 12 кг (55,86%).

**Вывод.** Программный комплекс «СИЛОС» является актуальной разработкой в области цифровых технологий и автоматизации производственных процессов. Его использование позволяет зоотехникам и фермерам получать необходимую информацию при заготовлении зелёных кормов на силос.

### Литература

1. Тагиров Х.Х. Качественные показатели молочной продуктивности при скармливании коровам пробиотика «Биогумитель-Г» / Х.Х. Тагиров, Ф.Ф. Вагапов, Н.Ш. Никулина [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 8. С. 28 – 30.
2. Гизатова Н.В. Эффективность использования питательных веществ рациона телками казахской белоголовой породы при скармливании им пробиотической добавки Биодарин / Н.В. Гизатова, И.В. Миронова, Г.М. Долженкова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 104 – 106.
3. Данилин А.Н., Торжков Н.И. Повышение молочной продуктивности за счёт силосов, приготовленных из различных травосмесей // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. № 2 (22). С. 85 – 87.
4. Миронова И.В. Методические рекомендации по использованию пробиотических, энергетических, витаминных и минеральных добавок в кормлении сельскохозяйственных животных / И.В. Миронова, Х.Х. Тагиров, Г.М. Долженкова [и др.] / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Башкирский государственный аграрный университет. Уфа, 2016.
5. Шарифьянов Б.Г. Заготовка, хранение и выемка силоса и сенажа из бобовых культур / Б.Г. Шарифьянов, Ф.С. Хазиахметов, А.Т. Набиев [и др.] // Актуальные проблемы и пути развития животноводства: матер. Всерос. науч.-практич. конф. в честь 75-летия основания кафедры физиологии и биохимии животных, памяти профессора П.Я. Гущина. Уфа, 2009. С. 246–250.
6. Миронова И.В. Потребление и характер использования энергии рационов коровами чёрно-пёстрой породы при введении в рацион пробиотической добавки «Ветоспорин-актив» / И.В. Миронова, В.И. Косилов, А.А. Нигматьянов [и др.] // Ғылым және білім. 2016. № 4 (45). С. 30–34.
7. Благов Д.А. Продуктивность коров при скармливании витаминно-минерального премикса ПКК-60-3А // Наука молодых – инновационному развитию АПК: матер. IX Всерос. науч.-практич. конф. молодых учёных. Уфа, 2016. С. 208–212.
8. Торжков Н.И., Майорова Ж.С., Благов Д.А. Программный комплекс «РАЦИОН 2+» для составления и балансирования рационов для сельскохозяйственных животных // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 5–2. С. 216–217.
9. Фаритов Т.А. Корма и кормовые добавки для животных: учеб. пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2010. 304 с.
10. Носов Н.М., Малинин И.И. Проблемы клостридиальной порчи корма // Сельскохозяйственные вести. 2012. № 1. С. 26–28.