УДК 633.2/.3:631.65.034

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА УКОСОВ НА ПИТАТЕЛЬНУЮ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ СИЛЬФИИ ПРОНЗЁННОЛИСТНОЙ В СРАВНЕНИИ С ЛЮЦЕРНОЙ ПОСЕВНОЙ И КУКУРУЗОЙ

ЧЖАО СЮЭПИН, Б. В. ШЕЛЮТО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 13.07.2026)

В статье представлены результаты исследований, проведенные в Профессионально-техническом колледже сельскохозяйственного университета Внутренней Монголии Китай г. Баотоу по сравнительной питательности и кормовой ценности сильфии пронзеннолистной, люцерны посевной и кукурузы в зависимости от количества скашиваний.

Проведение количества скашиваний сильфии, люцерны и кукурузы оказывает большое влияние на изменение как питательной, так и кормовой ценности культур. Результаты исследований показали, что с увеличением частоты уборки урожая содержание сырого протеина в сильфии с первого до третьего укосов снизилось с 16, 7 % до 15,3 % (-8,38 %), в то время как содержание сырой клетчатки увеличилось с 15,5 % до 20,0 % (+29,03 %), а содержание углеводов увеличилось с 60,1 % до 64,8 %. Энергетическая ценность снизилась с 10,51 до 10,19 МДж/кг (-3,04 %), содержание кормовых единиц снизились с 0,884 до 0,831 (-6,00 %), переваримого протеина с 117,8 до 105,4 г/кг (-10,53 %), а валовая энергия увеличилась с 17,20 до 17,67 МДж/кг. По сравнению с люцерной, сильфия имела более низкое содержание сырого и переваримого протеина, но значительно более низкое содержание сырой клетчатки и более высокое содержание энергетической ценности и кормовых единиц. По сравнению с кукурузой она превосходила её по всем показателям питательной и энергетической ценности в каждом укосе. В целом, сильфии представляет собой высококачественный грубый корм с «низким содержанием клетчатки, высокой энергетической эффективностью и средним или высоким содержанием белка» на ранних стадиях уборки. Рекомендуется использовать первые два укоса в качестве основного грубого корма для животных, а при использовании третьего укоса дополнять его белковым кормом.

***Ключевые слова**: сильфия, люцерна, кукуруза, количество укосов, питательные компоненты, энергетическая ценность, сырой и переваримый протеин, грубые корма.*

This article presents the results of research conducted at the Vocational and Technical College of Inner Mongolia Agricultural University, Baotou, China, on the comparative nutritional and feed value of silphia perfoliate, alfalfa, and corn depending on the number of mowings.

The number of mowings of silphia, alfalfa, and corn has a significant impact on both the nutritional and feed values of the crops. The research results showed that with the increase in the harvesting frequency, the crude protein content in silphium from the first to the third cuttings decreased from 16.7 % to 15.3 % (-8.38 %), while the crude fiber content increased from 15.5 % to 20.0 % (+29.0 %), and the carbohydrate content increased from 60.1 % to 64.8 %. The energy value decreased from 10.51 to 10.19 MJ/kg (-3.04 %), the content of feed units decreased from 0.884 to 0.831 (-6.00 %), digestible protein from 117.8 to 105.4 g/kg (-10.53 %), and gross energy increased from 17.20 to 17.67 MJ/kg. Compared to alfalfa, silphium had lower crude and digestible protein content, but significantly lower crude fiber content and higher energy value and feed units. Compared to corn, it was superior in all nutritional and energy value parameters in each cutting. Overall, silphium is a high-quality forage with "low fiber, high energy efficiency, and medium to high protein content" in the early stages of harvest. It is recommended to use the first two cuttings as the main roughage for animals, and supplement it with protein feed in the third cutting.

***Key words**: silphium, alfalfa; corn, number of cuttings, nutritional components; energy value; crude and digestible protein, roughage.*

Введение

Сильфии, многолетнее высокорослое травянистое растение семейства Астровых, широко считается высокоадаптивным и высококачественным кормовым ресурсом благодаря своим комплексным преимуществам, таким как высокие растения, обильная листва, высокое содержание сырого протеина, низкое содержание сырой клетчатки, небольшое соотношение стеблей к листьям, большое соотношение свежего и сухого вещества и высокая усвояемость. В условиях производственного выращивания период его устойчивого использования может достигать 10–15 лет, а урожайность свежей травы на единицу площади обычно составляет 7–12 тонн на му, что свидетельствует о значительном производственном потенциале [1]. Этот вид травы обладает высокой способностью к регенерации и, как правило, может быть собран каждые 20–30 дней, с частотой уборки 5–6 раз в год. Эта характеристика закладывает прочную основу для его крупномасштабного применения в системе животноводства [2]. Как ключевое звено управления производством кормов, проектирование системы уборки урожая оказывает решающее влияние на конечный урожай и качество корма. Многочисленные исследования подтвердили, что увеличение интервала между скашиваниями значительно повышает соотношение стеблей к листьям и содержание сырой клетчатки в кормовых травах, в то время как это

приводит к значительному снижению ключевых показателей питательной ценности, таких как сырой протеин и сырая зола [3].

Для сильфии питательный состав демонстрирует четкую динамическую закономерность изменения в процессе роста: содержание сырого протеина снижается по мере развития периода роста, при этом содержание сырого протеина на стадиях бутонизации и цветения на 31,59 % и 22,25 % выше, чем на стадии плодоношения соответственно [4]. Этот вывод подчеркивает важность своевременного скашивания для поддержания высокой питательной ценности. Что касается конкретных стратегий управления скашиванием, исследования показали, что если скашивание проводится на стадии листовой розетки в первый год посадки, то, хотя это может оказывать определенное ингибирующее воздействие на биомассу в последующие годы, каждая культура все же может сохранять высокую питательную ценность [1]. Другие исследования также показали, что более раннее проведение первого скашивания способствует получению лучшего питательного качества. Напротив, если первое скашивание откладывается с ранней стадии вегетативного роста до стадии созревания семян, это приведет к значительному снижению содержания сырого протеина, а значит и ухудшению качества корма [5]. Все эти выводы указывают на ключевую точку зрения: выбор времени уборки урожая является ключевым фактором регулирования кормовой ценности сильфии. Хотя сильфия обладает большим потенциалом развития как высококачественный нетрадиционный грубый корм, все еще отсутствует систематическая информация о количестве полевых испытаний, определяющая количественную зависимость между количеством уборок урожая и его питательной ценностью [3]. Чтобы восполнить этот пробел в знаниях, в данном эксперименте были установлены три ключевых периода уборки урожая в 2025 году в условиях единого выращивания и управления: середина июня (первая уборка урожая), конец июля – начало августа (вторая уборка урожая) и середина-конец сентября (третья уборка урожая).

Цель наших исследований состоит в том, чтобы точно выявить влияние количества укосов на питательные компоненты корма и энергетическую ценность сильфии, а также провести сравнение с традиционными кормовыми культурами, возделываемыми в Китае, люцерной посевной и кукурузой, путем систематического измерения традиционных питательных компонентов, таких как влажность, зола, сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, безазотистый экстракт и углеводы в каждой партии образцов, а также путем расчета показателей энергетической ценности и содержания протеина, таких как общая энергия (GE), метаболизируемая энергия (ME), кормовые единицы (FU) и усваиваемый сырой протеин (DCP).

Основная часть

Это исследование не только предоставит важные данные для научной разработки и использования сильфии в качестве нетрадиционного грубого корма для жвачных животных, но и предложит прямую теоретическую основу и практическое руководство для разработки рациональной системы уборки урожая, которая уравновешивает урожайность и качество в северной части Китая. Количественная оценка динамики питательных веществ при различных циклах уборки урожая может обеспечить научное руководство для точного кормления и оптимизации управления пастбищами, тем самым максимизируя экономические и экологические выгоды от этого высококачественного кормового ресурса.

Для изучения влияния количества уборок урожая на питательный состав и энергетическую ценность сильфии в качестве корма, в Профессионально-техническом колледже сельскохозяйственного университета Внутренней Монголии Китай г. Баотоу был заложен опыт и проведен эксперимент. Управление водными ресурсами и удобрениями было единообразным (70 % полевой влагоемкости, азот 120 кг/га, фосфор 60 кг/га, калий 90 кг/га). Уборка урожая сильфии и люцерны проводилась трижды: в середине июня, в конце июля – начале августа и в середине-конце сентября. Уборка кукурузы – в сентябре в фазу молочно-восковой спелости зерна. Для каждой уборки урожая измерялся традиционный питательный состав, рассчитывались валовая энергия (ВЭ), усваиваемая энергия (УЭ), кормовые единицы (КЕ) и усваиваемый сырой протеин (УСП), которые сравнивались с люцерной и кукурузой.

В табл. 1 представлено содержание основных питательных веществ в изучаемых культурах в зависимости от количества укосов. Как видно из данных таблицы, проведение количества скашиваний сильфии, люцерны и кукурузы оказывает большое влияние на изменение питательной ценности культур.

Таблица 1. **Содержание основных питательных компонентов у сильфии, люцерны и кукурузы в зависимости от количества скашиваний**

Количество укосов	Кормовая трава	Влажность (%)	Зола (%)	Сырой протеин (%)	Сырой жир (%)	Сырая клетчатка (%)	БЭВ (%)	Углеводы (%)
Первый укос (июнь)	Сильфия	83.0	11.6	16.7	5.8	15.5	44.4	60.1
	Люцерна	80.0	9.3	19.4	3.0	25.0	41.7	67.6
Второй укос (июль–август)	Сильфия	82.0	11.8	16.0	5.6	18.0	44.6	62.6
	Люцерна	78.0	9.5	18.8	2.9	27.0	41.8	68.7
Третий укос (сентябрь)	Сильфия	81.0	12.0	15.3	5.4	20.0	44.8	64.8
	Люцерна	76.0	9.7	18.3	2.8	28.0	41.9	69.8
Изменение (I→III, %)	Сильфия	-2.41	+3.45	-8.38	-6.90	+29.03	+0.90	+7.82
	Люцерна	-5,26	+ 4,30	-5,67	-6,67	+10,70	+0,47	+3,25
Сбор урожая (сентябрь)	Кукуруза	62.0	4.5	9.3	3.4	24.0	49.8	73.8

С увеличением частоты уборки урожая содержание сырого протеина в сильфии снизилось от первого к третьему укосу с 16,7 % до 15,3 % (-8,38 %), в то время как содержание сырой клетчатки увеличилось с 15,5 % до 20,0 % (+29,03 %), а содержание углеводов возросло до 64,8 % (+7,82 %), что указывает на значительное снижение качества. За тот же период содержание сырого протеина в люцерне снизилось всего на 5,67 %, в то время как содержание сырой клетчатки увеличилось на 10,70 %, что свидетельствует о значительно более быстром ухудшении качества сильфии по сравнению с люцерной. По сравнению с кукурузой, у сильфии при первой уборке урожая было значительно более высокое содержание сырого протеина (16,7 % против 9,3 %) и сырого жира (5,8 % против 3,4 %) и значительно более низкое содержание сырой клетчатки (15,5 % против 24,0 %), что демонстрирует превосходное общее питательное качество. Однако к третьему укосу содержание сырой клетчатки увеличилось до 20,0 %, что значительно снизило её качество.

Поэтому первые два укоса сильфии пронзеннолистной целесообразно использовать в качестве основного грубого корма для животных, а при использовании третьего укоса дополнять его белковым кормом.

Таким образом, снижение качества корма от первого к третьему укосу у сильфии по сравнению с люцерной посевной по наиболее главным показателям качества корма, т.е. содержанию сырого протеина и сырой клетчатки было более существенным.

Сравнивать укосы сильфии с урожаем кукурузы по содержанию питательных компонентов корма не имеет смысла, так как это целесообразнее делать по энергетической и кормовой ценности корма, представленного в табл. 2.

Таблица 2. **Энергетическая и кормовая ценность сильфии, люцерны и кукурузы по укосам**

Количество укосов	Культуры	Валовая энергия (МДж/кг) (GE)	Обменная энергия (МДж/кг) (ME)	Кормовые единицы (FU)	Переваримый протеин (г/кг) (DCP)
Первый укос (июнь)	Сильфия	17.20	10.51	0.884	117.8
	Люцерна	18.15	9.77	0.764	141.7
Второй укос (июль–август)	Сильфия	17.49	10.35	0.857	111.6
	Люцерна	18.39	9.62	0.740	136.4
Третий укос (сентябрь)	Сильфия	17.67	10.19	0.831	105.4
	Люцерна	18.44	9.51	0.723	131.9
Сбор урожая (сентябрь)	Кукуруза	17.11	9.34	0.698	52.3

С увеличением частоты сбора урожая общая энергия (GE) сильфии увеличилась с 17,20 до 17,67 МДж/кг (+2,73 %), но усваиваемая энергия (ME) снизилась с 10,51 до 10,19 МДж/кг (-3,14 %), кормовые единицы (FU) уменьшились с 0,884 до 0,831 (-6,37 %), а перевариваемый сырой протеин (DCP) снизился со 117,8 до 105,4 г/кг (-11,76 %). Увеличение GE было обусловлено накоплением сырой клетчатки, в то время как снижение ME и FU было связано с подавлением использования энергии в рубце сырой клетчаткой. Значительное снижение DCP отражает комбинированный эффект снижения содержания белка и фиксированных метаболических потерь.

По сравнению с сильфией, у люцерны наблюдалось несколько более высокое значение GE (18,15→18,44), но ее ME (9,77→9,51) и FU (0,764→0,723) были неизменно ниже, чем у сильфии. Снижение содержания усвояемой энергии у люцерны было меньшим, чем у сильфии (-2,66 % против -3,14 %). Напротив, DCP люцерны (141,7→131,9) был неизменно выше, чем у сильфии, с еще мень-

шим снижением (-7,43 % против -11,76 %), что указывает на более высокое качество третьего укоса люцерны по сравнению с сильфией.

По сравнению с кукурузой у сильфии были значительно более высокие значения ME, FU и DCP во все периоды сбора урожая. Содержание обменной энергии ME составило у кукурузы 9,34 МДж/кг, кормовых единиц FU 0,698 и переваримого протеина DCP 52,3 г/кг.

В целом, сильфия обеспечивает большую энергетическую ценность, чем люцерна и кукуруза, но содержание белка в ней ниже, чем в люцерне. Кроме того, её эффективная усвояемость снижается по мере уборки урожая, особенно это касается переваримого протеина (DCP). В первую очередь следует использовать урожай первых двух укосов, а урожай третьего укоса следует дополнить белковыми кормами.

Заключение

Результаты исследований показали, что с увеличением частоты уборки урожая традиционные питательные компоненты сильфии неуклонно снижались: содержание сырого протеина уменьшилось на 8,38 %, содержание сырой клетчатки увеличилось на 29,03 %, а содержание углеводов увеличилось на 7,82 %. Что касается энергетических показателей, то, хотя общая энергия незначительно увеличилась, усваиваемая энергия снизилась на 3,14 % и кормовые единицы на 6,37 %. Наибольшее снижение наблюдалось в усваиваемом сыром протеине 11,76 %, это указывает на то, что более поздняя уборка урожая значительно снизила эффективную энергетическую ценность и доступность белка в корме.

По сравнению с люцерной, сильфия в первом укосе имеет более низкое содержание сырого протеина (16,7 % против 19,4 %) и переваримого протеина (117,8 против 141,7 г/кг), но значительно более низкое содержание сырой клетчатки (15,5 % против 25,0 %), более высокое содержание усваиваемой энергии (10,51 против 9,77 МДж/кг) и кормовых единиц (0,884 против 0,764). Оба корма имеют свои преимущества и могут использоваться взаимодополняющим образом. По сравнению с кукурузой, сильфия превосходит кукурузу по всем показателям питательной ценности в каждом укосе уборки урожая.

В целом, сильфия – это высококачественный грубый корм на ранней стадии уборки урожая, характеризующийся «низким содержанием клетчатки, высокой усвояемостью энергии и средневысоким содержанием протеина». Его энергетическая ценность превосходит ценность люцерны и кукурузы, но содержание белка в нем ниже, чем в люцерне и качество значительно быстрее ухудшается при более поздних сроках уборки урожая. В процессе производства оптимальный период использования следует контролировать в течение первых двух урожаев. Третий урожай следует дополнять белковыми кормами для достижения баланса между урожайностью и качеством.

ЛИТЕРАТУРА

1 Peni D., Stolarski M.J., Bordiean A., et al. Silphium perfoliatum – A Herbaceous Crop with Increased Interest in Recent Years for Multi-Purpose Use. Agriculture, 2020.

2 Gansberger M., Montgomery L.F.R., Liebhard P. Botanical characteristics, crop management and potential of Silphium perfoliatum L. as a renewable resource for biogas production: A review. Industrial Crops and Products, 2015.

3 Kowalska G., Baj T., Kowalski R., et al. Characteristics of Selected Silphium Species as Alternative Plants for Cultivation and Industry with Particular Emphasis on Research Conducted in Poland: A Review. Sustainability, 2022.

4 Kowalska G., Pankiewicz U., Kowalski R. Evaluation of Chemical Composition of Some Silphium L. Species as Alternative Raw Materials. Agriculture, 2020.

5 Shalyuta B.V., Kostitskaya E.V. The Yield of Silphium Perfoliatum L. Depending on the Conditions of Cultivation. Agricultural Engineering, 2018.