

## ПОКАЗАТЕЛИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ И СИЛОСУЕМОСТИ ЗЕЛеноЙ МАССЫ СИЛЬФИИ ПРОЗЕННОЛИСТНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

**В. А. ЕМЕЛИН**

210026, email: emelinva65@gmail.com

**Б. В. ШЕЛЮТО**

0.10.2023)

17,0%)

%)

### **Ключевые слова:**

*Silphium perfoliatum*, in the raw material conveyor in the flowering phase of plants, can be used for silage for a long time. Green mass for silage must be harvested in the phase of the beginning of flowering of silphium plants (flowering of heads of the 1st order of dichazia), since at this time there is a high concentration of sugars and the greatest productivity of crops is formed. In the early phases of the growing season (the period of the stemming budding phases of plants) green mass of silphium is difficult to ensile due to high humidity, so before canning the green mass must be dried or used as green fodder. The crop from the second cutting of silphium has a low fermentability coefficient, so it is better to use it for green fodder. The highest fermentability coefficient (39.9 44.1) is established in the flowering phase of silphium, a high level of sugars (16.2 17.0 %) during the phases of the beginning of flowering and flowering of plants, dry matter (23.9 %) in the phase of the end of flowering of plants. Freshly cut green mass of silphium in the phase of the beginning of flowering of plants, due to the high humidity of green mass (up to 80 % or more) can be difficult to silage, therefore, to obtain stable silage (without butyric acid), it is necessary to use dry components during the ensiling process chopped straw and preservatives. Subject to generally accepted ensiling rules, silphium silage, in terms of organoleptic evaluation and nutritional composition, satisfies the requirements of good quality feed.

**Key words:** *Silphium perfoliatum*, phases of plant development, ensiling of green mass, nutritional value of silage.

### **Введение**

Важной задачей отрасли растениеводства является обеспечение животноводства качественными сбалансированными кормами, которые на 60–70 процентов определяют уровень производства продукции животноводства. Для обеспечения высокой продуктивности коров (7000 кг молока) и молодняка следует заготавливать корма с содержанием протеина 13–16 % и не менее 10,0 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества, необходимыми аминокислотами, обеспечивающими все жизненно необходимые процессы обмена. Зеленые и пастбищные корма должны содержать 15–17 % сырого протеина и 9,6–10,4 МДж ОЭ, силос из кукурузы – соответственно 7,0–9,0 % и 10,0–10,7 МДж в 1 кг сухого вещества. Производство высококачественных кормов с концентрацией энергии на уровне 0,85–0,95 кормовых единиц в 1 кг сухого вещества и содержанием белка 110 г на 1 кормовую единицу [3, 5, 6, 13].

Сильфия пронзеннолистная – кормовая культура с ценными биологическими свойствами и высокими хозяйственными достоинствами. Ее посевы отличаются высокой урожайностью зеленой массы и устойчивой многолетней продуктивностью [1, 2, 3, 7, 8, 14, 16, 17]. Сильфия отличается высокой питательной ценностью. По содержанию протеина (19,1–24,8 %) она приближается к люцерне. На 1 кормовую единицу в ней приходится 208–248 г переваримого протеина, имеет полный набор аминокислот, среди

которых 44 % – незаменимые, содержит достаточное количество макро- и микроэлементов. В условиях Омской области в среднем за 6 лет при уборке сальфии в фазу цветения сбор зеленой массы составил 49,4 т/га, (в т.ч. за второй укос – 23,4 т/га) корм. ед. – 6,36 т/га, сырого протеина – 2,78 т/га. На 14-м году эта культура имела урожайность 51,1 т/га, а в благоприятные по увлажнению годы – до 61,1–72,5 т/га зеленой массы [15, 18].

Переваримость питательных веществ в зеленой массе сальфии хорошая. Усвояемость протеина составляет 83 %, БЭВ – 82 %, клетчатки – 67 %. В 100 г зеленой массы содержится 12–15 кормовых единиц. На одну кормовую единицу приходится 140–160 г переваримого протеина [2]. Зеленая масса сальфии имеет полноценный химический состав. По содержанию белковых веществ и клетчатки сальфия стоит на одном уровне с лучшими травами – клевером и люцерной. В зависимости от условий выращивания, времени уборки и продолжительности жизни в зеленой массе содержится 13–23 % протеина, до 23 % суммы редуцированных сахаров, более 60 % БЭВ, повышенное содержание зольных веществ, аскорбиновой кислоты, каротина и небольшое количество клетчатки [11]. В основных изданиях М. Ф. Томмэ и др., данные о переваримости питательных веществ в силосе из сальфии отсутствуют [12].

Анализ источников литературы показывает, что научные данные по изучению переваримости веществ в силосе и силосуемости зеленой массы сальфии пронзеннолистной отсутствуют. Период цветения сальфии продолжительный (около двух месяцев), поэтому необходимо было изучить не только силосуемость зеленой массы в зависимости от наступления фаз развития растений (стеблевания, бутонизация), а также силосуемость на разных стадиях фазы цветения растений (вначале цветения растений, середине цветения и по окончании цветения растений). Особенно важное научное значение для функционирования сырьевого конвейера имеют исследования по изучению содержания сухого вещества, питательности и силосуемости зеленой массы сальфии в фазу окончания цветения растений. Исследования являются актуальными для кормопроизводства и будут иметь важное хозяйственное значение для пчеловодства.

Цель исследований – теоретическое и практическое обоснование, разработка новых предложений и агротехнических приемов по совершенствованию технологии возделывания сальфии пронзеннолистной на зелёную массу, кормовые цели и семена при рациональном использовании земельных, материальных и энергетических ресурсов в условиях Беларуси. Задача исследований: установить химический и питательный состав зеленой массы и силоса в зависимости от фаз развития растений; изучить показатели питательности и силосуемости зеленой массы сальфии пронзеннолистной в зависимости от фаз развития растений.

#### **Основная часть**

Исследования по изучению питательности и силосуемости зеленой массы сальфии пронзеннолистной проводились из отобранных растений с посевов полевых опытах в почвенно-климатических условиях Витебской области.

Материально-техническим обеспечением и базой для проведения научных исследований являются многолетние опытные посевы сальфии. Исследования химического и питательного состава зеленой массы и силоса сальфии проводились в лаборатории РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси» и УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Объектом исследований является химический и питательный состав зеленой массы сальфии пронзеннолистной (*Silfium perfoliatum* L.) сорт «Первый Белорусский» и фазы развития растений. Почва опытного участка – дерново-подзолистая суглинистая. Весной проводилась азотная подкормка методом разбрасывания под междурядную обработку в фазу начала отрастания растений. Площадь делянок 56 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная, расположение делянок систематическое. Схема размещения растений – 70х40 см. Густота стояния растений – 35714 растений/га, 200 растений (кустов) на делянке.

Схема опыта и варианты фазы развития растений (уборка сальфии на зелёный корм и силос): 1. Стеблевание растений (высота травостоя 100–120 см). 2. Бутонизация растений. 3. Начало цветения растений (цветение корзинок 1-го порядка дихазия). 4. Цветение растений (цветение корзинок 2–3-го порядка). 5. Окончание цветения растений (цветение корзинок 4–5-го порядка дихазия). 6. Отава в фазе начало цветения растений.

Для изучения химического состава и питательной ценности зеленой массы сальфии проведены отборы растительных образцов. Отбор проводился в зависимости от наступления фаз развития растений по схеме, отаву второго укоса отбирали при наступлении фазы начало цветения растений. Скашивание

растений проводили на высоте 20 см. Образцы отбирались путем взятия пробного снопа из типичных растений делянки в день учета (уборки) урожая зеленой массы. Срезанные растения (по 10 побегов с двух повторности) измельчали, перемешивали, отбирали образцы весом по 1 кг для определения сухого вещества [8].

Силосуемость исходного сырья (зеленой массы) или степень пригодности силфий для силосования определяли в зависимости от фазы развития растений. Изменение химического состава определяется двумя факторами: уровнем сухого вещества (СВ) и отношением уровня сахара (С) к буферной емкости, т.е. буферности (Б) (С:Б). Буферная емкость установлена по А. А. Зубрилину путем титрования сырья молочной кислотой до рН 4,0. Обобщенное (суммарное) влияние этих показателей на силосуемость, выражается коэффициентом сбраживаемости (КСб), который рассчитывается по уравнению зависимости (регрессии):  $КСб = СВ + 8х(С:Б)$ . Также рассчитывался минимальный необходимый уровень сухого вещества для получения стабильного силоса (без масляной кислоты) [10].

В табл. 1 представлены данные химического состава зеленой массы силфий в зависимости от фазы развития растений и средние показатели за четыре года. Исследованиями установлено, что в фазе стеблевания растений уровень сухого вещества был самым низким (12,8 %) в остальные фазы развития показатели были выше (бутонизация – 15,7 %, цветения – 19,0 %). В фазе стеблевания установлена наиболее высокая концентрация сырого протеина в среднем 12,9 % СВ (по годам от 11,0 % до 14,4 %). Также в эту фазу установлен высокий (55,4 %) уровень безазотистых экстрактивных веществ, жира (3,32 %), золы (12,3 %) и низкое – клетчатки (18,0 %).

Таблица 1. Питательный состав зеленой массы силфий в зависимости от фаз развития растений (среднее 2019–2022 гг.)

Фаза развития растений	Содержание, % на абсолютно сухое вещество					Корм. ед. в 1 кг СВ	ОЭ, МДж/кг в 1 кг СВ	ПП, г/1 КЕ	Каротин, мг/кг
	СП	СЖ	СК	96,5	БЭВ				
Стеблевания	12,9	3,32	18,0	90,1	53,8	1,11	11,7	96,5	77,8
Бутонизация	10,1	2,62	23,3	81,0	54,3	0,93	10,7	90,1	71,6
Цветения	8,1	2,86	27,3	9,3	52,9	0,83	10,2	81,0	67,4

По мере наступления фаз бутонизации и цветения растения показатели химического состава и питательности снижаются. Средние показатели за весь период (два месяца) от начала цветения растений и до окончания цветения силфий получили следующие: сырого протеина (8,1 %), жира (2,86 %), золы (9,3 %) и БЭВ (52,9 %), концентрация сухого вещества (19,0 %) и клетчатки (27,3 %).

Ранее нашими исследованиями было установлено, что с увеличением возраста посевов силфий, в загущенных посевах, из-за формирования большого количества побегов и высыхания нижних листьев в трех–четырёх узлах стебля качество зеленой массы в фазу цветения растений снижается. Из-за высокой доли стеблей в урожае зеленой массы установлено увеличение клетчатки и уменьшение сырого протеина. На третий год жизни в фазе начала цветения растений концентрация сырого протеина в сухом веществе 13,2 %, по многолетним данным – 10,9 % [4].

Наиболее высокая обеспеченность кормовой единицы проворимым протеином (96,5 грамм) была установлена в фазу стеблевания растений (переваримости протеина 83 %). Зеленая масса силфий имеет высокий уровень обменной энергии (11,7 ОЭ, МДж/кг в 1 кг СВ), кормовых единиц (1,11) и каротина (77,8 мг/кг) в фазе стеблевания растений. При наступлении бутонизации и цветения растений показатели обменной энергии (до 10,7 и 10,2 ОЭ, МДж/кг в 1 кг СВ), кормовых единиц (0,93–0,83) и каротина (71,6 и 67,4 мг/кг) снижаются.

Силосуемость – это степень пригодности кормовых культур для консервирования зеленой массы, которая определяется концентрацией сухого вещества и отношением уровня сахара к буферной емкости. Силосуемость зеленой массы определяется спецификой химического состава растений и основными двумя факторами: 1. Уровнем сухого вещества (СВ). 2. Отношением уровня сахара (С) к буферной емкости, т.е. буферности (Б) - (С:Б) (табл. 2). Теория «сахарного минимума» (буферность  $\times 1,7$ ) отражает лишь уровень влияния одного (второго) фактора (С:Б) и действительна при уровне СВ, близком к 25 %, который соответствует оптимальному для силосования свежескошенного сырья. Она не учитывает влияние другого, изменяющегося фактора, уровня сухого вещества (СВ). Уровень изменяется не только по мере вегетации растений, но и в результате проявлявания. В ранние фазы вегетации, силосуемость культур ухудшается из-за низкого уровня сухого вещества (10–15 %).

Таблица 2. Требования при оценке силосуемости зеленой массы

№ п/п	Показатели силосуемости	Оценка силосуемости		
		отсутствие	трудная	хорошая
1	Содержание сахара (С)	х	х	х
2	Буферность (Б)	х	х	х
3	Сахаро-буферное отношение (С:Б):			
	- при уровне сухого вещества 10%	менее 2,5	2,5–4,0	более 4,0
	- при уровне сухого вещества 15%	менее 2,2	2,2–3,5	более 3,5
	- при уровне сухого вещества 25%	менее 1,1	1,1–1,7	более 1,7
4	Коэффициент сбраживаемости: КСб = СВ % + 8(С:Б)	менее 35*	35–44	45 и более
	* При КСб менее 25 обычные химические консерванты (в рекомендуемых дозах) не в состоянии обеспечить получение силоса, свободного от масляной кислоты.			

Для достижения успеха силосования требуется более высокое сахаро-буферное отношение (С:Б) по сравнению с оптимальным для силосования уровнем сухого вещества – около 25 %. Проявление кормовых растений в ранние фазы вегетации является основным фактором улучшения силосуемости. У каждого растения, с учетом указанных выше показателей можно определить необходимый минимальный уровень СВ (СВmin), обеспечивающий получение стабильного силоса (без масляной кислоты) [10].

В результате исследований было установлено, что концентрация сухого вещества, сахаров и показатели силосуемости зеленой массы силфии зависели от фазы развития растений (табл. 3). Сухое вещество увеличивалось от фазы стеблевания растений (13,5 %) к фазе окончания цветения (23,9 %, фаза цветения корзинок 4–5 порядка дихазия). Максимальный уровень сахаров (17,0 %) установлен в фазе массового цветения растений. Одновременно отмечается снижение буферности (до 5,6) вследствие уменьшения доли листьев (из-за высыхания) в структуре урожая зеленой массы по мере старения растений.

Таблица 3. Показатели силосуемости зеленой массы силфии в зависимости от фазы развития растений

Фаза развития растений	Содержание, % на абсолютно сухое вещество		С:Б	СВ, %	КСб	СВmin
	Сахар (С)	Буферность (Б)				
2019 г.						
Стеблевание	11,4	6,8	1,67	13,5	26,9	31,6
Бутонизация	19,2	5,5	3,49	17,5	45,4	17,1
Начало цветения	17,4	6,2	2,81	17,0	39,5	22,5
Цветения	19,3	5,0	3,86	18,7	49,6	14,1
Окончания цветения	17,2	5,5	3,13	23,2	48,2	19,9
2020 г.						
Стеблевание	16,4	6,91	2,39	12,8	31,8	25,8
Бутонизация	15,6	6,01	2,59	13,2	33,9	24,2
Начало цветения	14,6	5,75	2,57	15,5	36,0	24,2
Цветения	15,0	5,0	2,99	16,5	40,7	21,1
Окончание цветения	15,3	5,2	3,00	20,5	39,3	21,0
Отава	11,6	10,2	1,14	15,5	24,6	35,9
2021 г.						
Стеблевание	15,0	8,7	1,72	15,1	28,9	31,2
Бутонизация	13,9	6,9	2,01	19,2	35,3	28,9
Начало цветения	19,0	6,5	2,92	22,3	45,7	21,6
Цветения	14,2	6,9	2,06	24,2	40,7	28,5
Окончание цветения	12,6	6,6	1,91	23,3	38,6	29,7
Отава	10,3	7,5	1,37	18,4	29,4	34,0
2022 г.						
Стеблевание	13,0	7,9	1,65	12,4	25,6	31,8
Бутонизация	14,5	6,5	2,23	14,5	32,3	27,2
Начало цветения	13,8	5,7	2,42	19,1	38,5	25,6
Цветения	-	-	-	-	-	-
Окончание цветения	14,5	5,4	2,69	28,6	50,1	23,5
Отава	15,6	7,7	2,03	19,4	35,6	28,8
Среднее						
Стеблевание	14,0	7,6	1,86	13,5	28,3	30,1
Бутонизация	15,8	6,2	2,58	16,1	36,7	24,4
Начало цветения	16,2	6,0	2,68	18,5	39,9	23,5
Цветения	17,0	5,6	2,97	19,8	43,7	21,2
Окончание цветения	14,9	5,7	2,68	23,9	44,1	23,5
Отава	12,5	8,5	1,51	17,8	29,9	32,9
Примечание: при уровне СВ в зеленой массе около 15% она хорошо силосуется при С:Б – более 3,5 ; трудно – 2,2–3,5, не силосуется вообще – при С:Б – менее 2,2.						

Наибольший коэффициент сбраживаемости (39,9–44,1) установлен в фазу цветения сивльфии, высокий уровень сахаров (16,2–17,0 %) – в период фаз начала цветения и цветения растений, сухого вещества (23,9 %) – в фазу окончания цветения растений. Наибольшее сахаро-буферное отношение было в фазу цветения растений (3,0), наименьшее – в фазу стеблевания (1,8). При содержании сухого вещества 15 % и при показателях С:Б менее 2,2 зеленая масса сивльфии не силосуется. При содержании сухого вещества 23,9 % в конце цветения растений установлен наибольший коэффициент сбраживаемости (КСб=44,1). При уровне коэффициента сбраживаемости 45 и более зеленая масса силосуется хорошо. Отава сивльфии имеет низкий коэффициент сбраживаемости (1,5) поэтому ее лучше использовать на зеленый корм.

В условиях жаркого и засушливого лета (2021 г) уровень сухого вещества сивльфии был наиболее высоким, из-за чего получен высокий коэффициент сбраживаемости. Максимальное его значение (КСб = 45,7) было выявлено в фазе начала цветения растений, характеризуя сивльфию как хорошо силосуемую культуру. В дождливый прохладный год (2020) наибольший коэффициент сбраживаемости также приходился на эту фазу, однако этот показатель (КСб = 36) был низким, означая трудности при силосовании культуры.

Таким образом, свежескошенная зеленая масса сивльфии в фазе начала цветения растений из-за повышенной влажности зеленой массы может быть трудносилосуемой, поэтому для получения стабильного силоса (без масляной кислоты) необходимо в процессе силосования использовать измельченную овсяную солому, подвяленные травы и консерванты.

### **Заключение**

В условиях Витебской области сивльфия на зеленый корм может использоваться в период фаз стеблевания–начало цветения растений в рационах крупного рогатого скота, в том числе высокопродуктивных животных. Наибольшая концентрация сырого протеина (12,9 %) и каротина (77,8 мг/кг), уровень обменной энергии (11,7 МДж/кг в 1 кг СВ) и кормовых единиц (1,11) установлены в фазе стеблевания растений, сухого вещества (23,9 %) в фазе окончания цветения, сахаров (16,2–17,0 %) – в период фаз начало цветения растений и цветения. От фазы стеблевания (18,0 %) к фазе цветения растений (27,3 %) количество клетчатки увеличивается, оставаясь в пределах уровня близкого к оптимальному.

У сивльфии в ранние фазы вегетации (период фаз стеблевания – бутонизация растений) зеленая масса из-за высокой влажности трудно силосуется, поэтому перед ее консервированием необходимо провяливать или использовать в качестве зеленого корма. Отава второго укоса сивльфии имеет низкий коэффициент сбраживаемости, поэтому ее лучше использовать на зеленый корм. Наибольший коэффициент сбраживаемости (39,9–44,1) установлен в фазу цветения сивльфии. Максимальное сахаро-буферное отношение было в фазу цветения растений (3,0), минимальное – в фазу стеблевания (1,8).

В сырьевом конвейере сивльфия может использоваться на силос в фазе цветения растений (период фаз цветения корзинок 1-го порядка дихазия – цветения корзинок 5-го порядка) длительное время. Зеленую массу на силос лучше убирать в фазе начала цветения растений (цветение корзинок 1-го порядка дихазия), так как в это время высокая концентрация сахаров, протеина и наибольший урожай зеленой массы. По совокупности показателей (среднее за период цветения растений: сахара – 16,2 %, обменной энергии – 10,2 МДж/кг в 1 кг СВ, кормовых единиц – 0,83, сырого протеина – 8,1 %, каротина – 67,4 мг/кг) сивльфия имеет хорошее качество зеленой массы.

1. Абрамов, А. А. Сивльфия пронзеннолистная в кормопроизводстве / А. А. Абрамов; Центральный ботанический сад им. Н. Н. Гришко. – Киев: Наукова думка, 1992. – 155 с.

2. Вавилов, П. П. Новые кормовые культуры / П. П. Вавилов, А. А. Кондратьев. – Москва: Россельхозиздат, 1975. – 351 с.

3. Емелин, В. А. Биология и технология возделывания сивльфии пронзеннолистной на корм и семена в Витебской области: рекомендации / В. А. Емелин, Б. В. Шелюто, Н. И. Гавриченко. Витебск: ВГАВМ, 2022. – 37 с.

4. Емелин, В. А. Приемы технологии возделывания сивльфии пронзеннолистной на кормовые цели в условиях Витебской области / В. А. Емелин. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 56 с.

5. Заяц, Л. К. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики / Л. К. Заяц // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 3–5.

6. Корзун, О. С. Экологические аспекты кормопроизводства: пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. Гродно: ГГАУ, 2013. – 143 с.

7. Медведев, П. Ф. Кормовые растения Европейской части СССР / П. Ф. Медведев, А. М. Сметанникова. – Ленинград: Колос, 1981. – 336 с.

8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / МСХ СССР, ВНИИК им. В. Р. Вильяма. – М., 1983. – 197 с.

9. Моисеев, К. А. Малораспространённые силосные культуры / К. А. Моисеев, В. С. Соколов, В. П. Мищуров. – Ленинград: Колос, 1979. – 328 с.
10. Отчет о НИР по теме договора № 1/ИФ-5/2019 (заключ.) / «Разработать эффективные приемы возделывания и размножения силфий пронзеннолистной на зеленый корм, силос и семена в почвенно-климатических условиях Витебской области»: УО Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины; рук. В. А. Емелин; исполн.: В. В. Петров, С. С. Цвырко, М. М. Алексин, О. Ф. Ганущенко, А. К. Глод, М. А. Трофименко, О. А. Володченко. – Витебск, 2022. – 153 с. – Рег. № 20193013.
11. Павлов, В. С. Новые и малораспространенные кормовые культуры / В. С. Павлов; Ленинградский ветеринарный институт. – Ленинград, 1974. – 49 с.
12. Переваримость кормов / М. Ф. Томмэ [и др.]; Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук, Всесоюзный научно-исследовательский институт животноводства. – Москва: Колос, 1970. – 463 с.
13. Привалов, Ф. И. Стратегия развития кормопроизводства до 2020 года / Ф. И. Привалов // Земледелие и защита растений, 2017. – № 1. – С. 6–8.
14. Сидоров, Ф. Ф. Силосные культуры. Северо-Запад РСФСР / Ф. Ф. Сидоров. – Ленинград: Лениздат, 1972. – 155 с.
15. Степанов, А. Ф. О продуктивности и питательной ценности силфий пронзеннолистной в условиях Западной Сибири / А. Ф. Степанов, М. П. Чупина // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2015. – № 9. – С. 40–47.
16. Ткаченко, Ф. М. Силосные культуры / Ф. М. Ткаченко, А. П. Сеницына, Г. В. Чубарова. – Москва: Колос, 1974. – 287 с.
17. Утеуш, Ю. А. Новые перспективные кормовые культуры / Ю. А. Утеуш; Академия наук Украины, Центральный республиканский ботанический сад. – Киев: Наукова думка, 1991. – 192 с.
18. Чупина, М. П. Аминокислотный, макро- и микроэлементный состав силфий пронзеннолистной / М. П. Чупина, А. Ф. Степанов // Главный зоотехник. – 2015. – С. 25–30.