

Научная статья

УДК 631.9

DOI 10.18101/2304-4446-2025-2-143-150

Экономическая устойчивость кормопроизводства в условиях аграрных рисков

© **Саморуков Вячеслав Иванович**

кандидат педагогических наук, доцент,

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

Россия, 196605, г. Санкт-Петербург, Пушкин, Петербургское шоссе, 2

© **Макаренко Евгений Александрович**

кандидат экономических наук, доцент,

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

Россия, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67

Аннотация. В статье рассматриваются основные сельскохозяйственные культуры, применяемые для заготовки объемистых кормов, с акцентом на процессы силосования. Проведен анализ питательной ценности злаковых и бобовых культур, определены ключевые факторы, влияющие на качество силоса: содержание сахаров, буферная емкость, структура растений. Отмечены особенности выбора культур в зависимости от климатических условий. Обоснована необходимость комплексного подхода к подбору и сочетанию силосуемых культур в целях повышения эффективности кормопроизводства и устойчивости аграрных предприятий в условиях рисков. Рассмотрены перспективы оптимизации технологий силосования с применением биотехнологий, контроля качества и адаптации к климатическим изменениям.

Ключевые слова: сельское хозяйство, силос, объемистые корма, питательная ценность, технология силосования, смешанные посевы, биотехнологии, ферментация.

Для цитирования

Саморуков В. И., Макаренко Е. А. Экономическая устойчивость кормопроизводства в условиях аграрных рисков // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2025. № 2. С. 143–150.

Объемистые корма, в частности силос, играют ключевую роль в обеспечении животных питательными веществами, необходимыми для их продуктивности и здоровья. Анализ особенностей силосуемых сельскохозяйственных культур показал, что выбор оптимального сырья зависит от региона, климатических условий, уровня содержания сахаров и буферной емкости растений.

Наиболее легкосилосуемыми культурами являются злаковые, такие как кукуруза, райграс и овсяница, обладающие высоким содержанием легкоферментируемых углеводов. Бобовые культуры, включая люцерну, клевер и вику, имеют более сложный процесс силосования, однако благодаря высокому содержанию протеина они представляют значительную ценность в кормопроизводстве [7]. Совместные посевы злаково-бобовых смесей позволяют повысить питательность силоса и сбалансировать его состав.

Сырьем для силоса обычно являются кормовые культуры, выращиваемые в данной местности и в данном климате. Не существует универсальной силосной культуры, все они различаются своими свойствами, но из всех можно получить так или иначе качественный силос. Качество силоса зависит от содержания и доступности сахаров, буферной емкости, а также фазы развития силосной культуры.

Данные о буферной емкости некоторых культур, используемых на силос, приведены в таблице 1 [8].

Таблица 1

Буферная емкость основных силосных растений

С.-х. культура	Буферная емкость, м/экв. NaOH на 1 кг СВ
Кукуруза, зерновые, сорго	200
Ежа сборная	300
Райграс пастбищный	350
Люцерна изменчивая	520
Клевер луговой (красный)	560

Как видно из таблицы 1, данные, имеющие невысокую буферную емкость и богатые энергией растения, легко силосуются при соблюдении технологии. Высокопротеиновые культуры силосуются хуже. Часто причиной низкого качества силоса являются как раз высокая буферная емкость и низкое содержание доступных сахаров.

К легкосилосуемым растениям относятся те, которые в своем составе имеют достаточное количество сахаров, необходимых для сбраживания, иначе говоря — сахарный минимум порядка 4% в составе сухого вещества, что необходимо и достаточно для начала молочнокислого брожения — основного качественного процесса консервирования при силосовании кормов.

В первую очередь к числу легкосилосуемых сельскохозяйственных культур традиционно относят представители семейства злаковых (*Poaceae*), включая такие виды, как ежа сборная (*Dactylis glomerata*), различные формы райграса — многолетний, многоукосный, высокий, а также межвидовой гибрид райграса и овсяницы луговой, известный под названием фестулолиум (*Festulolium*), кострец безостый (*Bromus inermis*), овсяницу луговую (*Festuca pratensis*) и тимopheевку луговую (*Phleum pratense*). Эти верховые по типу облиственности и чаще всего рыхлокустовые по типу кущения злаковые культуры имеют наибольшее распространение в производстве и именно с их участием составляют сырьевые конвейеры для производства силоса.

Рассмотрим характеристику злаковых культур в связи с их пригодностью к силосованию.

1. **Рапс яровой и озимый** (*Brassica napus L.*). Среди растений семейства Крестоцветные важное кормовое значение имеют рапс и сурепица. На корм и зеленую массу достаточно широко используют рапс яровой. Масса богата минеральными веществами и используется для получения консервированных кормов: силоса, сенажа.

Согласно данным, представленным в таблице 2, максимальное содержание незаменимых аминокислот и сырого протеина характерно для зеленой массы ярового рапса, скошенного в период начала фазы цветения.

Таблица 2

Химический состав зеленой массы ярового рапса и сурепицы,
% в сухом веществе (по данным СибНИИСХ)

Культура	Сырой протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Яровой рапс	17,5	3,5	23,5	43,8
Яровая сурепица	18,0	2,9	27,8	38,6

По мнению сибирских ученых СибНИИСХ, Курганский НИИЗХ, зеленая масса ярового рапса является хорошим сырьем для приготовления силоса. Оптимальная фаза уборки рапса на силос приходится на цветение растений. При скашивании рапса массу измельчают до 7–10 см и при необходимости (при повышенной влажности) в силос добавляют солому. В 1 кг силоса из рапса содержится 0,18 к. е. 24 г переваримого протеина и 5 мг каротина.

2. Горох посевной и полевой (пелюшка) (*Pisum sativum*, *arvense* L). Отличное кормовое растение. В связи с тем, что растения гороха и вики имеют стелющийся стебель, их возделывают не в одновидовом посеве, а в смеси с соломыстыми злаковыми растениями, выполняющими роль «поддерживающих» культур и обеспечивающих дополнительную питательную ценность кормосмеси. В смеси со злаковыми поддерживающими культурами (овес, ячмень) горох и вика возделываются для получения зеленого корма и сырья для приготовления силоса. В сухом веществе зеленой массы в период начала цветения гороха содержится до 16–18% сырого протеина и до 200–250 мг/кг каротина. По качеству силос из горохово-злаковых смесей превосходит кукурузный из-за содержания в нем больше белка и каротина.

Таблица 3

Содержание белка в зеленой массе кормовых культур и его полноценность

Культура	Содержание сырого протеина, % в СВ	Полноценность белка, %
Зерновые бобовые в фазу налива семян		
Горох посевной	18	80
Горох полевой	17	70
Вика яровая	21	80
Вика озимая	21	80
Люпин узколистный	17	70
Злаковые культуры в фазу молочной спелости зерна		
Овес	11	71
Сорго	10	67
Кукуруза	9	60
Смешанные посевы		
Горох + овес	15	78
Вика яровая + овес	16	75
Вика озимая + овес	16	75

Высеваемые вместе с бобовыми культурами злаки содержат меньше сырого протеина (табл. 3), но они богаче сахаром, что важно для обеспечения сахарного минимума при молочнокислом брожении. Поэтому в производственных условиях распространены смеси однолетних зернобобовых культур с овсом и ячменем. В последнее время все чаще в качестве злакового компонента для смесей стали использовать тритикале озимую (в смеси с озимой викой) и яровую (в смеси с яровой викой и горохом). Кормовые сорта тритикале в зеленой массе в фазу молочной спелости зерна содержат достаточно большое количество сырого протеина и сахара.

3. **Тритикале** (*Triticale*) представляет собой интерспецифический гибридный злак, полученный путем направленной гибридизации пшеницы (*Triticum*) и ржи (*Secale*), в результате чего удалось объединить в одном виде наиболее ценные хозяйственно-полезные свойства исходных культур: высокое хлебопекарное качество зерна, характерное для пшеницы, и повышенную зимостойкость с адаптивной пластичностью, присущую ржи. К числу значимых агрономических преимуществ тритикале относятся крупнозерновая структура с повышенным содержанием сырого протеина (в диапазоне 13–18%), наличие лизина в составе белка, выраженная устойчивость к широкому спектру грибных заболеваний, высокий потенциал урожайности, а также способность к устойчивому развитию на малоплодородных почвах. В аграрной практике культивируются как озимые, так и яровые формы данной культуры. Урожайность при возделывании на зеленую массу достигает 500–700 ц/га при соблюдении всех технологических требований, а на зерно в производственных условиях — до 50–70 ц/га.

Преимущества смесей фуражных культур по сравнению с одновидовыми посевами очевидны. В смесях не только устраняется недостаток протеина в кормах, но и восполняется дефицит таких минеральных элементов, как кальций, фосфор, которые жизненно необходимы организму животного [3]. Смеси продлевают период заготовки кормового сырья, продляя тем самым время получения качественного исходного сырья для приготовления силоса и зерносенажа.

4. **Кукуруза** (*Zea mays* L.) выступает в качестве ключевой силосной культуры в большинстве аграрных зон РФ. По питательной ценности 1 кг силосной массы, включающей початки, содержит в среднем от 0,25 до 0,32 кормовых единиц и от 14 до 18 г переваримого протеина. В то же время следует отметить, что кукурузный силос характеризуется относительно низким содержанием общего белка, а также неблагоприятным аминокислотным составом, особенно в части незаменимых аминокислот. Повысить белковость корма рекомендуется совместным возделыванием кукурузы с высокостебельными культурами, например соей.

Результаты агротехнологических экспериментов, проведенных учеными Воронежского государственного аграрного университета, демонстрируют положительный эффект от использования чередующегося размещения посевов по схеме: два ряда кукурузы чередуются с одним рядом сои. Заготовку кукурузной массы на силос целесообразно осуществлять в период, когда зерновая часть початков достигает стадии молочно-восковой либо восковой спелости, при этом листостебельная масса еще сохраняет зеленую окраску, а уровень влажности составляет порядка 70–75%. Наилучшие результаты при силосном использовании демонстрируют гибридные формы кукурузы как универсального, так и специали-

зированной (силосного) направления, в числе которых можно выделить сорта: Алмаз, Анджело, Арабики, Бемо 201 СВ, Молдавский 205 АЛСВ, РОСС 185 МВ, Машук 355 МВ и др. Для созревания кукурузы до фазы образования початков и молочно-восковой спелости требуется климат с определенной обеспеченностью теплом (сумма активных температур за вегетационные период не менее 1 950 °) [5]. Поэтому в регионах, не обеспеченных достаточным теплом, рекомендуется выращивать на силос раннеспелые гибриды, районированные в соответствующих условиях. Для Северо-Запада это линейные гибриды (Ж6010 3, НА 231 ВС), среднеранние (Ж 69233, ГК 175ХГК 159 и др.).

5. **Суданская трава** и сорго-суданковые гибриды представляют значительный интерес для кормопроизводства как источник качественного силосного сырья. Современные гибриды получены путем скрещивания сорго и суданки, что позволило благодаря эффекту гетерозиса повысить урожайность зеленой массы и сена более чем в 1,5 раза по сравнению с исходными формами. Гибриды отличаются мощным развитием, устойчивостью и морфологически занимают промежуточное положение между родительскими видами.

Селекция с применением отдаленной гибридизации дает возможность формировать высокопродуктивные формы, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков. Благодаря высокой урожайности, питательности и адаптивности сорго-суданковые гибриды активно используются в производстве силоса.

Суданская трава — самая раннеспелая среди сорговых культур. За счет многократных укосов она обеспечивает наибольший выход кормопротеиновых единиц с гектара. Ее зеленую массу, как и массу гибридов, применяют для сена, сенажа и силоса. Корм отличается высоким содержанием клетчатки (до 44,4%), БЭВ (27,3%), сырого протеина (до 16–18% на абсолютно сухое вещество) и около 100 г переваримого протеина на 1 кормовую единицу.

В условиях засухи сорго по урожаю зеленой массы превосходит кукурузу в 1,3–1,9 раза. Суданская трава дает 300–350 ц/га при 2–3 укосах, а при орошении — до 600–700 ц/га. Гибриды формируют 450–650 ц/га зеленой массы (90–130 ц/га сухого вещества). Однако протеиновая питательность их вегетативной массы остается умеренной — 67–78 г на 1 к. ед. (табл. 4).

Таблица 4

Питательная ценность кормов сорго-суданковых гибридов и суданской травы

Корма	Фаза развития растения	В 1 кг корма содержится		
		кормовая единица	переваримый протеин	каротин
Сорго-суданковый гибрид	Выход в трубку	0,21	18,3	45
	Выбрасывание метелки	0,26	18,0	24
	Молочно-восковая спелость зерна	0,30	16,5	17
Кукуруза	Выбрасывание метелки	0,15	16,3	32
	Цветение	0,18	16,0	25
	Молочная спелость	0,20	15,2	24
	Молочно-восковая спелость зерна	0,23	14,4	31

Для оптимизации энергетико-протеинового баланса кормов на основе сорговых культур целесообразно применять совместные посевы с высокобелковыми компонентами — соей, люцерной, амарантом, клевером. В рамках сырьевого конвейера однолетних культур возделывание суданской травы и сорго-суданковых гибридов остается экономически эффективным.

Во-первых, благодаря способности к интенсивному отрастанию после скашивания данные культуры обеспечивают 2–3 укоса на богаре (400–500 ц/га) и до 4 укосов на орошении (свыше 1000 ц/га зеленой массы).

Во-вторых, посевная норма семян сорго-суданковых гибридов значительно ниже: в 3–5 раз меньше, чем у кукурузы, и почти в 10 раз меньше по сравнению со злако-бобовыми смесями, при этом урожайность выше [1, 2]. В фазе начала выметывания такие гибриды содержат 14–16% сырого протеина и 0,20–0,21 к. ед. на 1 кг зеленой массы.

Режим скашивания влияет на качество корма: более ранняя уборка повышает содержание протеина, а поздняя — клетчатки. Максимальное накопление питательных веществ наблюдается при скашивании через 20 дней после начала фазы трубкования [6].

Следует учитывать, что в зеленой массе сорго может присутствовать незначительное количество синильной кислоты. В связи с этим при использовании культуры на зеленый корм предпочтительны специально селекционированные сорго-суданковые гибриды с пониженным содержанием цианогенных соединений.

Селекционные программы, направленные на создание специализированных гибридов для сена, силоса и зеленой массы, позволили получить продуктивные формы, пригодные для разных регионов страны (табл. 5).

Таблица 5
Оптимальные фазы развития культур, используемых на силос

Культура	Фаза вегетации	Содержание обменной энергии, МД ж/кг СВ
Кукуруза	Восковая спелость зерна или полное формирование початка	9,5–9,7
Сорго-суданковый гибрид	Выбрасывание метелок	8,5–8,6
Однолетние бобово-злаковые смеси	Восковая спелость зерна в двух нижних ярусах бобов	7,4–7,6
Многолетние бобовые и злаково-бобовые травосмеси	Бутонизация бобовых	9,2–9,5
Многолетние злаковые травы	Выход в трубку-колошение	9,2–9,3
Люпин узколистный	Блестящие бобики	7,0–7,4
Озимая вика с тритикала	Колошение тритикале	6,8–7,0

В Госреестре РФ на 2021 г. районировано 30 сорго-суданковых гибрида. Из них достаточно давно (1978–1980 гг.) районированные гибриды: Северокавказский 5, Новатор 151, Надежный, Саркин и сравнительно новые — Амулет, Сабантуй, Агат, Анион. В любом случае при создании травостоев с сорго-

суданковыми гибридами в качестве источников зеленой массы и сырья для силосования надо обращать внимание на условия районирования тех или иных сортов. В основном это растения теплолюбивые, возделывать их необходимо там, где сумма активных температур за вегетационный период составляет не менее 2 000 °С.

Объемистые корма, в частности силос, играют ключевую роль в обеспечении животных питательными веществами, необходимыми для их продуктивности и здоровья. Анализ особенностей силосуемых сельскохозяйственных культур показал, что выбор оптимального сырья зависит от региона, климатических условий, уровня содержания сахаров и буферной емкости растений [4].

Наиболее легкосилосуемыми культурами являются злаковые, такие как кукуруза, райграс и овсяница, обладающие высоким содержанием легкоферментируемых углеводов. Бобовые культуры, включая люцерну, клевер и вику, имеют более сложный процесс силосования, однако благодаря высокому содержанию протеина они представляют значительную ценность в кормопроизводстве. Совместные посевы злаково-бобовых смесей позволяют повысить питательность силоса и сбалансировать его состав.

Современные агротехнологии и селекционные разработки способствуют улучшению качества силоса за счет оптимизации сроков уборки, использования консервантов и заквасок, а также внедрения новых гибридов, обладающих высокой урожайностью и питательной ценностью. Важным направлением дальнейших исследований является разработка методов повышения эффективности силосования культур с высокой буферной емкостью, а также внедрение более устойчивых к климатическим изменениям сортов.

Литература

1. Бондаренко В. П. Направления по разработке технологии возделывания сорго в Крыму // Научные труды КГАУ: сборник материалов. Симферополь, 1999. Вып. 58, ч. 1. С. 35–36. Текст: непосредственный.
2. Бондаренко В. П. Перспективы разработки экологически чистой технологии возделывания сорго // С/х производство и экономика Крыма. Симферополь, 1992. Ч. 11. С. 39–46. Текст: непосредственный.
3. Митрофанова И. В. Условия и факторы обеспечения продовольственной безопасности региона / И. В. Митрофанова, С. Г. Пьянкова, О. Т. Ергунова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Т. 10, № 7–1. С. 169–190. DOI 10.34670/AR.2020.77.15.019. Текст: непосредственный.
4. Трофимова Н. Н. Мероприятия по обеспечению устойчивого развития и их последствия / Н. Н. Трофимова // Этносоциум и межнациональная культура. 2022. № 10(172). С. 113–120. Текст: непосредственный.
5. Klochkov Yu., Klochkova E., Skripnuk D. et al. Development of Methods for Business Modeling. *International Conference on Infocom Technologies and Unmanned Systems: Trends and Future Directions, ICTUS 2017* (Dubai, Desember 18–20), Dubai, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018, pp. 366–369. DOI 10.1109/ICTUS.2017.8286034.
6. Aytasova A., Seleznyova Z., Belinskaya I., Evdokimov K. Development of the Process Map "Research and Development" for Agricultural Organizations. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Scientific-Practical Conference on Quality Management and Reliability of Technical Systems* (St. Petersburg, June 20–21, 2019), St. Petersburg, Institute of Physics Publ., 2019, v. 666, pp. 012072. DOI 10.1088/1757-899X/666/1/012072.

7. Bozhuk S. G., Pletneva N. A., Evdokimov K. V., Maslova T. D. Problems and Perspectives of Sustainable Marketing Development on the Russian Food *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Scientific-Practical Conference on Quality Management and Reliability of Technical Systems* (St. Petersburg, June 20–21, 2019), St. Petersburg, Institute of Physics Publ., 2019, v. 666, pp. 012040. DOI 10.1088/1757-899X/666/1/012040.

8. Driehuis F., Wilkinson J. M., Jiang Y. et al. Silage Review: Animal and Human Health Risks from Silage. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101 (5): 4093–4110.

Статья поступила в редакцию 18.02.2025; одобрена после рецензирования 21.04.2025; принята к публикации 21.04.2025.

Economic Sustainability of Forage Production in the Presence of Agricultural Risks

Vyacheslav I. Samorukov

Cand. Sci. (Education), A/Prof.,

Saint-Petersburg State Agrarian University

2 Peterburgskoe Shosse Pushkin, 196605, Saint-Petersburg, Russia

Evgeny A. Makarenko

Cand. Sci. (Econ.), A/Prof.,

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67 Bolshaya Morskaya St., Saint-Petersburg 190000, Russia

Abstract. The article considers the main agricultural crops used for harvesting bulky feed with an emphasis on the ensilage processes. It presents an analysis of the nutritional value of cereals and legumes, determines key factors influencing the quality of silage: sugar content, buffer capacity, plant structure. We have distinguished the features of crop selection depending on climatic conditions. It is substantiated the necessity of an integrated approach to selection and combination of silage crops in order to increase the efficiency of forage production and sustainability of agricultural enterprises under risk conditions. We also considered the prospects for optimizing silage technologies using biotechnology, quality control and adaptation to climate change.

Keywords: agriculture, silage, bulky feed, nutritional value, silage technology, mixed crops, biotechnology, fermentation.

For citation

Samorukov V. I., Makarenko E. A. Economic Sustainability of Forage Production in the Presence of Agricultural Risks. *Bulletin of Buryat State University. Economy and Management*. 2025; 2: 143–150 (In Russ.).

The article was submitted 18.02.2025; approved after reviewing 21.04.2025; accepted for publication 21.04.2025.