

условий и рельефа местности, что подтверждается результатами математического моделирования и полевыми испытаниями в условиях Оренбургской области.

Список использованных источников

1. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике. В 2-х кн. Кн. 2. – М.: Мир, 2018. – 325 с.
2. Dorigo, M., Maniezzo, V., & Colorni, A. Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, 26(1), 29–41.
3. Разработка автоматизированной системы управления энергопотреблением беспилотного воздушного судна при выполнении кадастровых и землеустроительных работ / В. Д. Павлидис, М. В. Чкалова, В. А. Шахов [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2025. – № 10(340). – С. 18–21.
4. Павлидис, В. Д. Моделирование системы управления беспилотным воздушным судном / В. Д. Павлидис // Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, Оренбург, 14 ноября 2025 года. – Оренбург: ОГАУ, 2025. – С. 510-514.
5. Документация библиотеки PySolar. – Текст: электронный. – URL: <https://pysolar.readthedocs.io/> (дата обращения: 15.04.2026).
6. Климатические данные Оренбургской области [Электронный ресурс] // ФГБУ «Гидрометцентр России». – URL: <http://meteoinfo.ru/climate-climate-tables1/146-climate-rusfo/7336-climate-oren> (дата обращения: 15.04.2026).
7. Петров, В.М. Влияние переменных атмосферных условий на точность построения ортофотопланов по данным БПЛА-съемки / В.М. Петров, К.Н. Белов // Геодезия и картография. – 2022. – Т. 83, № 4. – С. 27–35.

УДК 633.2:631.524.84(476)

Н.С. Яковчик, *д-р с.-х. наук, д-р экон. наук, профессор*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск*

E-mail: yakovchik.ipk@bsatu.by

Н.Н. Зенькова, *канд. с.-х. наук, доцент,*

О.В. Зенькова, *ст. преподаватель*

*Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск*

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ПРОСО-СОРГОВЫХ КУЛЬТУР

Ключевые слова: однолетние культуры, сорго-суданковый гибрид, африканское просо, урожайность, сырой протеин, обменная энергия

Key words: annual crops, sorghum-sudangrass hybrid, African millet, yield, crude protein, and exchange energy

Аннотация: В почвенно-климатических условиях северного региона Республики Беларусь африканское просообеспечило высокую продуктивность (107,8 ц/га к. ед.) при одноукосном использовании уступив сорго-суданковому гибриду только на 7,5% (116,6 ц/га к. ед.). По содержанию сырого протеина в 1 кг сухого вещества культуры находились на одном не высоком уровне. Зеленая масса, полученная, при одноукосном использовании по своим качественным показателям наиболее подходит в качестве сырья для заготовки консервированного корма. Суммарный сбор кормовых единиц у просо-сорговых культур оказался значительно ниже по сравнению с одноукосным использованием, но с более высоким содержанием протеина, следовательно, зеленую массу, полученную при двухукосном использовании желательнее использовать в качестве подкормки в системе зеленого конвейера.

Abstract: In the soil and climatic conditions of the northern region of the Republic of Belarus, African millet provided high productivity (107.8 kg/ha of feed units) with a single harvest, losing only 7.5% (116.6 kg/ha of feed units) to the sorghum-sudangrass hybrid. The content of crude protein in 1 kg of dry matter was at a similar low level. The green mass obtained from single-cut use is the most suitable for use as a raw material for the production of canned feed. The total yield of feed units from millet-sorghum crops was significantly lower than that from single-cut use, but it had a higher protein content. Therefore, it is advisable to use the green mass obtained from double-cut use as a top dressing in the green conveyor system.

Для повышения эффективности животноводства и увеличения производства продукции необходимо создать прочную кормовую базу. Традиционно для этого используются различные кормовые культуры, но в условиях недостатка влаги и высоких температур особое значение приобретает возделывание засухоустойчивых культур, таких как сорго-суданковый гибрид, суданская трава, чумиза и африканское просо. Эти культуры обладают высокой урожайностью, отавностью и экологической пластичностью. Африканское просо, хотя и мало изучено, имеет большой потенциал продуктивности.

Просо-сорговые культуры ценны благодаря высокой урожайности, засухоустойчивости и малотребовательности к почвам. Они содержат много сахара и могут использоваться как в зеленом виде, так и в консервированном. Эти культуры важны для создания зеленого и сырьевого конвейеров. Они особенно полезны в засушливые годы и подходят для почвенно-климатических условий северного региона Республики Беларусь.

Целью проводимых исследований явилось изучение сравнительной продуктивности и качественного состава зеленой массы африканского

проса с уже используемыми засухоустойчивыми культурами, с целью возможной интродукции культуры в производство.

Объектом исследований явились культуры и сорта: африканское просо (Согур), сорго-суданковый гибрид (Почин 80). Минеральные удобрения (суперфосфат, хлористый калий, карбамид) вносились под предпосевную культивацию из расчета $N_{130}P_{60}K_{90}$. После скашивания проводили подкормку карбамидом с нормой внесения 52 кг/га действующего вещества.

Посев культур провели 8 мая. Способ сева – рядовой (30 см), норма высева семян: африканское просо – 2 млн. всхожих семян на 1 га, сорго-суданковый гибрид – 1 млн., всхожих семян на 1 га, глубина заделки семян – 4-5 см.

Уборка при одноукосном использовании проводилась в фазу молочно-восковой спелости зерна, а при двуукосном - в фазу выметывания. Исследования химического состава зеленой массы проведены в НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ по общепринятым методикам зоотехнического анализа.

Отличительной особенностью сорговых культур является высокая требовательность к температурному режиму почвы в период посев-всходы. Учитывая биологические особенности изучаемых культур и почвенно-климатические условия, закладку полевого опыта провели 8 мая. Всходы появились 20-25 мая. Период от посева до всходов в зависимости от вида культуры составил 10-14 дней. Наиболее коротким он оказался у африканского проса 10-12 дней, более продолжительным – у сорго-суданкового гибрида – 14 дней.

Для просо-сорговых культур характерно максимальное накопление питательных веществ в зеленой массе в фазу выметывания метелки. Наиболее коротким межфазный период всходы-выметывание метелки был отмечен у африканского пороса, который составил 62 дня. Более продолжительным этот период отмечен у сорго-суданкового гибрида, который составил 79 дней.

Важными биологическими особенностями изучаемых культур для кормопроизводства являются способность быстро отрастать, формируя два и более полноценных укоса, вегетировать до октября месяца, что особенно актуально в системе зеленого конвейера. Второго укоса эти культуры достигают уборочной спелости в то время, когда другие однолетние культуры и многолетние травы уже убраны, что очень значимо для восполнения недостатка зеленого корма в осенний период.

Изучаемые культуры имеют продолжительный вегетационный период и обладают достаточно высокой кустистостью, от которой зависит количество и качество корма. Все они после укоса образуют новые побеги. При высоте скашивания на уровне первого стеблевого узла (6-8 см от узла ку-

шения) в основном новые побеги (около 78-80 %) образуются из почек от узла кушения, 18-20 % – от первого стеблевого узла и незначительное количество (1,5-2 %) на побегах, отросших из срезанных стеблей. Более низкий срез (2-4 см), и срез выше первого стеблевого узла (10-12 см) отрицательно сказывается на последующем отрастании.

В почвенно-климатических условиях северного региона Беларуси африканское просо при одноукосном использовании достигло уборочной спелости (фаза молочно-восковой спелости зерна) при первом сроке посева за 105 дней. При двуукосном использовании уборочная спелость для первого укоса (фаза выметывания) за 50 дней, Отрастание зеленой массы после первого укоса началось через 6 дней после скашивания. Уборочная спелость (фаза выметывания) для второго укоса наступила через 57 дней после отрастания.

Сорго-суданковый гибрид при одноукосном использовании достиг уборочной спелости (молочно-восковая спелость зерна) за 111 дней. При двухукосном использовании уборочная спелость (выметывание метелки) первого укоса у сорго-суданкового гибрида наступила через 80 дней, второго – через 65 дней после первого.

В ходе исследований установлено, что в начале вегетации прососорговые культуры в связи с интенсивным формированием корневой системы, растут медленно, а в фазу выхода в трубку обеспечивают интенсивный прирост и как показали фенологические наблюдения кроме того они могут находиться в анабиотическом состоянии в период недостатка влаги.

В результате исследований установлено, что наибольшую урожайность зеленой массы обеспечил посев сорго-суданкового гибрида как при одноукосном использовании, убранном в фазу молочно-восковой спелости зерна (530,4 ц/га), так и при двуукосном, убранном его в фазу выметывания метелки (457,0 ц/га).

При двуукосном использовании урожайность зеленой массы сорго-суданкового гибрида в первом укосе составила 310,0 ц/га (67,8 % от общей урожайности), а во втором 147,0 ц/га.

Африканское просо при одноукосном использовании сформировало 520,4 ц/га зеленой массы и незначительно (1,9%) уступило сорго-суданковому гибриду (таблица).

При двуукосном использовании африканское просо в сумме за два укоса обеспечило получение урожайности зеленой массы 447,0 ц/га: в первом укосе сформировалось 300,0 ц/га (67,1% от общей урожайности), во втором – 147,0 ц/га. Питательная ценность кормов во многом зависит от содержания в них сухого вещества. Максимальные показатели сухого вещества отмечены в зеленой массе культур при одноукосном использовании: у сорго-суданкового гибрида его содержание составляло 25,7 %, у африканского проса – 25,0 %.

Таблица – Сравнительная продуктивность просовых культур, ц/га

Культура	Урожайность зеленой массы	Сбор сухого вещества	Выход к.ед.,	Сбор сырого протеина	Сбор переваримого протеина	Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином, г	
Африканское просо (одноукосное использование)							
	520,4	130,0	107,8	14,20	9,51	73	
Африканское просо (двуукосное использование)							
Укос	1-й	300,0	33,0	26,7	3,73	2,50	76
	2-й	147,0	13,4	10,9	1,71	1,15	86
Всего	447,0	46,4	37,6	4,44	3,65	79	
Сорго-суданковый гибрид (одноукосное использование)							
	530,4	136,2	116,6	14,43	9,70	71	
Сорго-суданковый гибрид (двуукосное использование)							
Укос	1-й	310,0	34,1	27,9	3,14	2,10	75
	2-й	147,0	13,2	11,8	1,27	0,80	85
Всего	457,0	47,3	39,7	4,41	2,90	78	

Следует отметить, что высокое содержание сухого вещества в зеленой массе дает возможность использовать ее в качестве сырья для заготовки консервированных кормов.

Преимущество по данному показателю у изучаемых культур имело одноукосное использование: сбор сухого вещества у сорго-суданкового гибрида составил 136,2 ц/га, африканского проса – 130,0 ц/га.

Двуукосное использование культур способствовало снижению сухого вещества в зеленой массе. При этом наибольшее его содержание в изучаемых культурах приходилось на первый укос. Суммарный сбор сухого вещества у сорго-суданкового гибрида оказался ниже на 64,4 %, африканского проса – 64,3 ц/га по сравнению с одноукосным использованием.

Обобщающим показателем продуктивности и кормового достоинства является выход кормовых единиц и сбор сырого протеина с единицы площади. При этом в системе комплексной оценки питательности кормов особая роль принадлежит протеину.

Наибольшим выходом кормовых единиц с единицы площади характеризовались посевы сорго-суданкового гибрида при одноукосном использовании – 116,6 ц/га корм.ед. и 39,7 ц/га при двуукосном использовании. Африканское просо по этому показателю уступило сорго-суданковому гибриду на 7,6% (107,8 ц/га) и 5,3% (37,6 ц/га), соответственно.

Зеленая масса просо-сорговых культур характеризуется сравнительно не высоким содержанием сырого протеина. Так, у сорго-суданкового гибрида в фазу молочно-восковой спелости зерна его содержание составляло 10,5 %, африканского проса – 10,9%, а в фазу выметывания метелки – 9,3% и 9,5%, соответственно.

Сбор переваримого протеина зависел от урожайности кормовых культур и его содержания в зеленой массе. Одноукосное использование сорго-суданкового гибрида позволило обеспечить сбор переваримого протеина 9,70 ц/га, африканское просо – 9,51 ц/га. Двукосное использование просо-сорговых культур уступило одноукосному на 61,6% (3,65 ц/га) африканского проса и 70.1% (2,90 ц/га) у сорго-суданкового гибрида.

Обеспеченность кормовой единицы зеленой массы сорговых культур переваримым протеином культур, используемых одноукосно, была ниже по сравнению с двукосным использованием. В одной кормовой единице сухого вещества сорго-суданкового гибрида, при одноукосном использовании содержался 71 г переваримого протеина, африканского проса – 73 г, что на 3% выше. При двукосном использовании этот показатель составил 78 г и 79 г, соответственно.

В почвенно-климатических условиях северного региона Республики Беларусь африканское просообеспечило высокую продуктивность (107,8 ц/га к. ед.) при одноукосном использовании уступив сорго-суданковому гибриду только на 7,5% (116,6 ц/га к. ед.). По содержанию сырого протеина в 1 кг сухого вещества культуры находились на одном не высоком уровне. Зеленая масса, полученная, при одноукосном использовании по своим качественным показателям наиболее подходит в качестве сырья для заготовки консервированного корма.

Суммарный сбор кормовых единиц у просо-сорговых культур оказался значительно ниже по сравнению с одноукосным использованием, но с более высоким содержанием протеина, следовательно, зеленую массу, полученную при двукосном использовании желательнее использовать в качестве подкормки в системе зеленого конвейера.

Список использованной литературы

1. Зенькова, Н. Н. Влияние фазы вегетации и укоса на качественный состав зеленой массы галеги восточной / Зенькова Н.Н., Микуленок В. Г., Шлапунов В. Н. Аналитический обзор. Минск, 2003.
2. Зенькова Н.Н. учебное пособие Основы ботаники, агрономии и кормопроизводства / Н.Н. Зенькова, Н.П. Лукашевич, В. Н. Шлапунов. – Минск, 2009.
3. Зенькова Н.Н. Влияние соотношений компонентов, доз азотного удобрения, сроков уборки на продуктивность и качество вико-овсяных смесей в условиях северной части Беларуси: автореф... дис. кан. с.-х. наук. – Жодино.: 2000. – 16 с.
4. Микуленок, В. Г. Резервы молочного скотоводства / В. Г. Микуленок, Н. Н. Зенькова // Ветеринарный журнал Беларуси – 2016.- № 1. (3) – С. 21–24.