

УДК 633.174.1:631.5

UDC 633.174.1: 631.5

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

**АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ СОРГО САХАРНОГО**

**AGRI-ENERGY EFFICIENCY OF CULTIVATION OF NEW VARIETIES AND HYBRIDS OF SWEET SORGHUM**

Метлина Галина Владимировна  
кандидат сельскохозяйственных наук  
РИНЦ SPIN-код: 1445-4246

Metlina Galina Vladimirovna  
Candidate of Agricultural Sciences  
RSCI SPIN-code: 1445-4246

Горпиниченко Светлана Ивановна  
кандидат сельскохозяйственных наук  
РИНЦ SPIN-код: 6511-1212

Gorpinichenko Svetlana Ivanovna  
Candidate of Agricultural Sciences  
RSCI SPIN-code: 6511-1212

Ковтунова Наталья Александровна  
кандидат сельскохозяйственных наук  
РИНЦ SPIN-код: 9532-4990  
e-mail: [n-beseda@mail.ru](mailto:n-beseda@mail.ru)

Kovtunova Natalia Aleksandrovna  
Candidate of Agricultural Sciences  
RSCI SPIN-code: 9532-4990  
e-mail: [n-beseda@mail.ru](mailto:n-beseda@mail.ru)

Васильченко Сергей Александрович  
кандидат сельскохозяйственных наук  
РИНЦ SPIN-код: 2068-9382  
*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И.Г.Калиненко, Россия, 347740, г. Зерноград, Научный городок, 3*

Vasilchenko Sergey Aleksandrovich  
Candidate of Agricultural Sciences  
RSCI SPIN-code: 2068-9382  
*FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G.Kalinenko, Russia, 347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3*

Организация кормления животных в летний период и заготовка кормов на зиму являются острыми проблемами. Наиболее надёжным и стабильным источником кормов даже в районах недостаточно увлажнения могут стать посевы сорго сахарного. Это уникальная по засухоустойчивости культура, которая может использоваться на корм в виде зелёной массы, сена, силоса, сенажа, зерна, монокорма, брикетов. В статье приведены результаты изучения урожайности и качества зелёной массы, абсолютно-сухого вещества и оценка биоэнергетической эффективности возделывания сортов и гибридов сорго сахарного селекции ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г.Калиненко: Зерноградский янтарь, Дебют, Лиственит, Зерсил F<sub>1</sub>, Елисей F<sub>1</sub>. Урожайность зелёной и сухой массы сорго сахарного нового сорта Лиственит и гибрида Елисей была на 7,0-5,0 т/га и 2,30-0,74 т/га выше, чем у стандартов. Технологии возделывания сортов и гибридов сахарного сорго обеспечили высокий чистый энергетический доход – 69,6-121,9 ГДж/га с коэффициентом энергетической эффективности 3,72-5,08. С энергетической точки зрения наиболее рациональным вариантом можно считать технологию возделывания гибрида сахарного сорго Елисей, где получен максимальный чистый энергетический доход в размере 121,9 ГДж/га с коэффициентом энергетической эффективности равным 5,08

The organization of animal feeding in the summer and procurement of fodder for the winter are of great importance. The sowings of sugar sorghum can become a reliable and stable source of fodder even in the regions with insufficient humidity. It is a unique drought tolerant crop, which can be used as green mass, hay, silage, grain, mono fodder, briquettes. The article gives the study results of green mass and absolutely dry substance, and the assessment of cultivation efficiency of such sugar sorghum varieties and hybrids grown in FSBSI 'I.G. Kalinenko ARRIGC' as 'Zernogradsky yantar', 'Debyut', 'Listvenit', 'Zersil F<sub>1</sub>', 'Elisey F<sub>1</sub>'. The productivity of green mass and dry substance of the new variety 'Listvenit' and the hybrid 'Elisey' exceeded the standard variety on 7,0-5,0 t/ha and 2,30-0,74 t/ha respectively. The cultivation technologies of sweet sorghum varieties and hybrids produced the high net energy of 69,6-121,9 GJ/ha with the coefficient of energy efficiency of 3,72-5,08. As for the energy, the cultivation technology of the sweet sorghum hybrid 'Elisey' can be considered as the most efficient variant, as it produced the maximum net energy of 121,9 GJ/ha with the coefficient of energy efficiency of 5,08

Ключевые слова: СОРГО, ГИБРИД, СОРТ, УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО, ЗЕЛЕНАЯ МАССА, ПЕРЕВАРИМЫЙ ПРОТЕИН, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ

Keywords: SORGHUM, HYBRID, VARIETY, PRODUCTIVITY, QUALITY, GREEN MASS, DIGESTIBLE PROTEIN, ENERGY EFFICIENCY, FOOD

В последние годы в мировой практике наряду с традиционными методами оценки эффективности производства сельскохозяйственных продуктов посредством денежных и трудовых показателей всё большее значение приобретает метод энергетической оценки, учитывающий как количество энергии, затраченной на производство сельскохозяйственной продукции, так и аккумулированной в ней. Применение этого метода даёт возможность наиболее точно учесть и в сопоставимых энергетических эквивалентах выразить не только затраты энергии живого и овеществлённого труда на технологические процессы и операции, но также энергию, воплощённую в полученной продукции [2, 3].

Систематическое изменение цен на материалы и услуги сопровождается постоянной инфляцией. В этой связи невозможно дать объективную экономическую оценку эффективности возделывания той или иной культуры, а также использование технологических приёмов [11].

Восточные районы Ставропольского края и прилегающие к ним районы Ростовской области и республики Калмыкия характеризуются чрезвычайно неблагоприятными условиями для создания полноценной кормовой базы животноводства. Набор, пригодных для возделывания кормовых культур ограничен дефицитом осадков, высокими средними температурами воздуха и низким плодородием солонцеватых и песчаных почв. Организация кормления животных в летний период и заготовка кормов на зиму являются острыми проблемами. Наиболее надёжным и стабильным источником кормов здесь могут стать посевы сорго сахарного. Это уникальная по засухоустойчивости культура, которая может использоваться на корм в виде зелёной массы, сена, силоса, сенажа, зерна, моноорма, брикетов [1, 5].

По урожайности зелёной массы на силос сорго сахарное превосходит кукурузу и другие яровые культуры на 18-25%, а по питательной ценности заготавливаемого из него корма при своевременной уборке не уступает им [4, 6, 8, 13].

Однако, должного распространения в производстве Ростовской области сорго сахарное пока ещё не получило. Одной из причин такого состояния является недостаточный подбор сортов и гибридов, адаптированных к определённым почвенно–климатическим условиям, технологиям производства и промышленного семеноводства.

В настоящей статье приведены результаты исследований энергетической эффективности возделывания сортов и гибридов сорго сахарного, их питательной и кормовой ценности.

#### **Объект, условия и методика исследований**

Объектом исследования являлись сорта сорго сахарного Зерноградский янтарь (стандарт), Дебют, Лиственит и гибриды Зерсил (стандарт), Елисей.

Сорт Зерноградский янтарь – среднеспелый (период «всходы – молочно-восковая спелость» – 100-105 дней), высота растений перед уборкой 180-200 см. Содержание сахаров в соке стеблей составляет 15-16%. Внесен в Госреестр селекционных достижений РФ по Северо-Кавказскому региону с 1990 года.

Сорт Дебют – раннеспелый (период «всходы – молочно-восковая спелость» – 95-100 дней), высота растений перед уборкой 180-220 см. Содержание сахаров в соке стеблей составляет 12-14%. Внесен в Госреестр селекционных достижений РФ по Нижневолжскому региону с 2005 года.

Сорт Лиственит – среднеспелый (период всходы – молочно-восковая спелость – 100-105 дней), высота растений перед уборкой 155-165 см. Содержание сахаров в соке стеблей составляет 10-13%. Внесен в Госреестр

селекционных достижений РФ по Северо-Кавказскому региону с 2012 года.

Гибрид Зерсил – среднеспелый (период «всходы – молочно-восковая спелость» – 100-105 дней), высота растений перед уборкой 180-210 см. Содержание сахаров в соке стеблей составляет 12-14%.

Гибрид Елисей – раннеспелый (период «всходы – молочно-восковая спелость» – 95-98 дней), высота растений перед уборкой 180-205 см. Содержание сахаров в соке стеблей составляет 11-12%.

Все сорта и гибриды устойчивы к полеганию, вредителям и болезням, предназначены на зелёный корм и силос.

Опыты по изучению сорго сахарного были заложены на полях ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко в лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового. Предшественник – озимая пшеница.

Почва опытных полей представлена чернозёмом обыкновенным, карбонатным, тяжело-суглинистым, с содержанием гумуса в пахотном горизонте – 3,6%. Почва глинистая и суглинистая имеет мелкозернистую структуру, рыхлое сложение, легко поддается обработке, обладает хорошей водопроницаемостью и влагоемкостью, способна накапливать значительные запасы влаги. Содержание общего азота в горизонте А-0,23-0,26%, а общий запас его равен 20-30 т/га, азота легкогидролизуемого 80-110 мг на 1 кг почвы, нитрификационного азота - 30-40 мг/кг почвы [14].

Посев сорго сахарного проводили в оптимальные сроки, широкорядным способом с шириной междурядий 70 см и нормой высева 200 тыс. всхожих зерен на гектар. Уход за посевами осуществляли согласно Рекомендациям по возделыванию сорго сахарного, Методическим указаниям по производству гибридных и сортовых семян сорго в Ростовской области, Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами Ю.К. Новосёлова [9, 10, 12].

Статистическую обработку данных по урожайности проводили методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [7].

Агроклиматические исследования в годы проведения исследований значительно различались как по количеству осадков, так и по температурному режиму.

Так в 2011 году за вегетационный период выпало 215,2 мм осадков, что ниже среднемноголетних значений на 22,8 %. 2012 год отличался жесткими погодными условиями: среднесуточная температура воздуха в период активной вегетации была выше среднемноголетнего значения на 2,7 °С, а количество осадков – ниже на 28,2% (78,6 мм). В 2013 году в осадки в течение периода вегетации выпадали в большинстве случаев в недостаточном количестве и неравномерно по месяцам. В 2014 году повышенный температурный режим, недобор осадков в летние месяцы и высокая почвенная и воздушная засуха отрицательно повлияли на формирование вегетативной массы. Метеорологическое условия в 2015 году сложились весьма благоприятно для роста и развития растений сорго, большое количество осадков в июне способствовали формированию высокой урожайности зеленой массы сорго.

Среднемесячная относительная влажность воздуха в летние месяцы находилась в пределах 54,5-59,5%. В течение летнего периода вегетации отмечалось до 27 суховейных дней, когда относительная влажность воздуха снижалась до 17%.

### **Результаты исследований.**

Проведённые исследования показали, что независимо от складывающихся погодных условий, новый сорт Лиственит и гибрид сорго сахарного Елисей в сравнении со стандартами обладают более высокой и стабильной урожайностью по годам. В среднем за годы исследований при возделывании сорта Лиственит было получено 44,0 т/га зелёной массы и 13,51

т/га сухого вещества, что на 18,9% и 20,5% выше, чем при возделывании стандартного сорта Зерноградский янтарь.

При возделывании гибрида Елисей в среднем за годы исследований (2011-2015 гг) было получено 54,0 т/га зелёной массы на силос и 15,39 т/га сухого вещества, что на 10,2 и 5,1% выше стандарта гибрида Зерсил.

На уровне стандарта получена урожайность зеленой массы и сухого вещества у сорта сорго сахарного Дебют – 34,0 т/га и 10,51 т/га соответственно. Зелёная масса сортов и гибридов сорго сахарного, убранная в фазу молочно-восковой спелости, характеризовалась хорошей кормовой ценностью. Наибольший сбор кормовых единиц с единицы площади получен сортом сорго сахарного Лиственит – 11,57 т/га и гибридом Елисей – 13,77 т/га, с выходом переваримого протеина 0,60 и 0,66 т/га соответственно (табл. 1).

**1. Урожайность, питательная ценность и кормовые качества сортов и гибридов сорго сахарного (2011-2015 гг)**

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га		Сбор с 1 га, т		Содержание в 1 кг сухого вещества, г		Обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином, г
	зелёной массы	сухого вещества	кормовых единиц	переваримого протеина	кормовых единиц	переваримого протеина	
Зерноградский янтарь, st.	37	11,21	9,81	0,50	0,88	44,60	50,68
Дебют	34	10,51	8,91	0,49	0,85	46,62	54,85
Лиственит	44	13,51	11,57	0,60	0,86	44,41	51,64
Зерсил F <sub>1</sub> , st	49	14,65	12,89	0,64	0,88	43,69	49,65
Елисей F <sub>1</sub>	54	15,39	13,77	0,66	0,89	42,88	48,18
НСР <sub>05</sub>	2,5	0,61	-	-	-	-	-

Расчёты биоэнергетической эффективности возделывания сортов и гибридов сахарного сорго позволяют установить наиболее энергетически эффективные варианты по выходу энергии.

Установлено, что наиболее высокие показатели энергетической эффективности обеспечивает гибрид сорго сахарного Елисей, у которого в сочетании с низкими энергозатратами получен высокий агроэнергетический эффект, где энергии в урожае – 151,8 ГДж/га, чистый энергетический доход – 121,9 ГДж/га с коэффициентом энергетической эффективности равным 5,08 (табл. 2).

## **2. Биоэнергетическая эффективность технологии возделывания сортов и гибридов сорго сахарного**

Сорт, гибрид	Энергосодержание урожая, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Зерноградский янтарь, st.	103,6	26,4	77,2	3,92
Дебют	95,2	25,6	69,6	3,72
Лиственит	123,1	27,8	95,3	4,43
Зерсил, st	137,4	28,2	109,2	4,87
Елисей	151,8	29,9	121,9	5,08

Среди изучаемых сортов наиболее высокие показатели энергетической эффективности получены по сорту Лиственит, где содержание энергии в урожае составило 123,1 ГДж/га, чистый энергетический доход – 95,3 ГДж/га при коэффициенте энергетической эффективности – 4,43.

С точки зрения биоэнергетической оценки технология возделывания сортов и гибридов сорго сахарного является энергетически эффективной, так как получено энергии с урожаем в 3,72-5,08 раза больше, чем затрачено на его производство.

### **Заключение.**

1. Современное материально-техническое и финансовое состояние кормопроизводства Ростовской области позволяет наиболее эффективно использовать сорго сахарное при производстве различных видов кормов (зелёной массы, силоса, сена, сенажа).

2. В годы исследований урожайность зелёной и сухой массы сорго сахарного нового сорта Лиственит и гибрида Елисей была на 7,0-5,0 т/га и 2,30-0,74 т/га выше, чем у стандартов – сорта Зерноградский янтарь и гибрида Зерсил.

3. Максимальный сбор кормовых единиц – 13,77 т/га и переваримого протеина – 0,66 т/га получены по гибриду сорго сахарного Елисей.

4. Питательная ценность 1 кг сухого вещества по всем изучаемым сортам и гибридам составила 0,85-0,89 кормовых единиц с содержанием 42,88-46,62 г переваримого протеина.

5. Технологии возделывания сортов и гибридов сахарного сорго обеспечили высокий чистый энергетический доход – 69,6-121,9 ГДж/га с коэффициентом энергетической эффективности 3,72-5,08.

6. С энергетической точки зрения наиболее рациональным вариантом можно считать технологию возделывания гибрида сахарного сорго Елисей, где получен максимальный чистый энергетический доход в размере 121,9 ГДж/га с коэффициентом энергетической эффективности равным 5,08. Остальные изучаемые сорта можно считать энергетически эффективными.

### **Литература**

1. Алабушев А.В. Основные направления селекционной работы по сахарному сорго/ А.В.Алабушев, Н.А.Ковтунова, Е.А.Шишова // Кормопроизводство. – 2015. – №11. – С.33-36.



2. Базаров Е.И. Агроэнергетика / Е.И. Базаров. – М.: Агропромиздат, 1987. – 156 с.
3. Булаткин Г.А. Энергетическая эффективность удобрений / Г.А.Булаткин // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – №8. – С.31-38.
4. Володин А.Б. Потенциальные возможности сахарного сорго / А.Б. Володин, М.П. Жукова // Кормопроизводство. – 2002. - №4. – С.11-15.
5. Володин А.Б. Новые сорта и гибриды сахарного сорго для возделывания на силос и зелёный корм / А.Б. Володин // Кормопроизводство. – 2015. – №4. – С.16-20.
6. Горпиниченко С.И. Сорго – культура для аридных территорий / С.И. Горпиниченко, П.И. Ляшов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. Перспективы развития аридных территорий РФ через интеграцию и практику. – М., 2008. – С. 232-236.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 335 с.
8. Малиновский Б.Н. Сорго на Северном Кавказе/Б.Н. Малиновский. – Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1992. – 208 с.
9. Методические указания по производству гибридных и сортовых семян сорго в Ростовской области. – Ростов-н/Д: ЗАО «Книга», 2014. – 56 с.
10. Новосёлов Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новосёлов, Г.Д. Харьков, Н.С. Шеховцова. – М.: Полиграфия ВИК, 1983. – 198 с.
11. Посыпанов Г.С. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов. – М.: МСХА, 1995. – 32 с.
12. Рекомендации по возделыванию сорго сахарного. – Ростов-н/Д: ЗАО «Книга», 2013. – 24 с.
13. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика) / А.В. Алабушев, Л.Н. Анипенко, Н.Г. Гурский и др. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2003. – 368 с.
14. Южно-Российские технологии ячменя / А.В.Алабушев, Н.Н.Коломийцев, И.Н.Лысенко и др. – Ростов-н/д: ООО «ТерраПринт», 2008. – 272 с.

### References

1. Alabushev A.V. Osnovnye napravlenija selekcionnoj raboty po saharному sorго/ A.V.Alabushev, N.A.Kovtunova, E.A.Shishova // Kormoproizvodstvo. – 2015. – №11. – S.33-36.
2. Bazarov E.I. Agrojenergetika / E.I. Bazarov. – М.: Agropromizdat, 1987. – 156 s.
3. Bulatkin G.A. Jenergeticheskaja jeffektivnost' udobrenij / G.A.Bulatkin // Hi-mizacija sel'skogo hozjajstva. – 1990. – №8. – S.31-38.
4. Volodin A.B. Potencial'nye vozmozhnosti saharного sorго / A.B. Volodin, M.P. Zhukova // Kormoproizvodstvo. – 2002. - №4. – S.11-15.
5. Volodin A.B. Novye sorta i gibridy saharного sorго dlja vzdelyvanija na si-los i zel-jonyj korm / A.B. Volodin // Kormoproizvodstvo. – 2015. – №4. – S.16-20.
6. Gorpinichenko S.I. Sorго – kul'tura dlja aridnyh territorij / S.I. Gorpini-chenko, P.I. Ljashov // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk. Perspektivy razvitija aridnyh territorij RF cherez integraciju i prak-tiku. – М., 2008. – S. 232-236.
7. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta/ B.A. Dosphehov. – М.: Kolos, 1985. – 335 s.

8. Malinovskij B.N. Sorgo na Severnom Kavkaze/B.N. Malinovskij. – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta, 1992. – 208 s.
9. Metodicheskie ukazanija po proizvodstvu gibridnyh i sortovyh semjan sorgo v Rostovskoj oblasti. – Rostov-n/D: ZAO «Kniga», 2014. – 56 s.
10. Novosjolov Ju.K. Metodicheskie ukazanija po provedeniju polevyh opy-tov s kormovymi kul'turami / Ju.K. Novosjolov, G.D. Har'kov, N.S. Shehovcova. – M.: Poligrafija VIK, 1983. – 198 s.
11. Posypanov G.S. Jenergeticheskaja ocenka tehnologii vzdelyvanija pole-vyh kul'tur / G.S. Posypanov, V.E. Dolgodvorov. – M.: MSHA, 1995. – 32 s.
12. Rekomendacii po vzdelyvaniju sorgo saharnogo. – Rostov-n/D: ZAO «Kniga», 2013. – 24 s.
13. Sorgo (selekcija, semenovodstvo, tehnologija, jekonomika) / A.V. Alabu-shev, L.N. Anipenko, N.G. Gurskij i dr. – Rostov-na-Donu: ZAO «Kniga», 2003. – 368 s.
14. Juzhno-Rossijskie tehnologii jachmenja / A.V.Alabushev, N.N.Kolomijcev, I.N.Lysenko i dr. – Rostov-n/d: OOO «TerraPrint», 2008. – 272 s.