

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

### EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON SUDAN GRASS HERBAGE YIELD IN THE NORTH-WEST OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

**Ключевые слова:** суданская трава, урожайность, дозы удобрений, укос, Кинельская 100, зеленая масса, двухукосная система уборки.

Суданская трава – высокоурожайная кормовая культура. Она удачно вписывается в традиционные схемы кормопроизводства северо-запада Центрального Черноземья (Липецкая область) благодаря своим полезным свойствам и способам использования. Цель исследований – изучение действия различных доз полного минерального удобрения на урожайность зеленой массы суданской травы для обоснования приемов возделывания культуры на выщелоченных черноземах в этом регионе. В качестве объекта исследований был сорт суданской травы Кинельская 100. Установлено, что применение минеральных удобрений под суданскую траву даже на минимальном фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  приводит к повышению урожая на 9,45 т/га зелёной массы в фазу выметывания. На более высоких уровнях минерального питания  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{90}P_{90}K_{90}$  прибавка урожая в сравнении с неудобренным вариантом составила 73,4-82,8%. Выход растительного сырья суданской травы формировался за счет стеблей и листьев всего растения. Показатели растения (линейная высота, длина и ширина листьев, количество листьев на растении, диаметр стебля) находились в прямой зависимости от доз удобрений. Чем богаче фон удобренности, тем выше эти показатели. Так, на фоне  $N_{90}P_{90}K_{90}$  высота растений в фазу созревания зерна составляла 180 см и была на 25 см выше, в сравнении с неудобренным вариантом, облиственность больше на 4,4%, диаметр стебля толще на 0,5 мм. Коэффициент корреляции ( $r=0,67\pm 0,05$ ) указывает, что чем выше растение, тем больше формируется зеленой массы. В условиях Липецкой области наибольшее количество кормовой зеленой массы суданской травы сорта Кинельское 100, интенсивно отрастающего после первого скашивания, приходится на

двухукосную систему использования. Продуктивность 2-го укоса составляет 73-79% от 1-го.

**Keywords:** Sudanese grass (*Sorghum sudanense*), yielding capacity, fertilizer rates, mowing, Kinelskaya 100 variety, herbage, two-cuts harvesting system.

Sudan grass is a high-yielding forage crop. It fits successfully into the traditional forage production schemes of the north-west of the Central Chernozem Region (Lipetsk Region) due to its beneficial properties and methods of use. The research goal was to study the effect of various rates of complete mineral fertilizer on herbage yield of Sudan grass in order to substantiate the growing techniques of this crop on leached chernozems in this region. The research target was the Kinelskaya 100 variety of Sudan grass. It was found that the use of mineral fertilizers for Sudan grass even against minimal background of  $N_{30}P_{30}K_{30}$  increased the yield by 9.45 t ha of herbage at ear emergence stage. At higher levels of mineral nutrition with  $N_{60}P_{60}K_{60}$  and  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , the yield gain compared to the non-fertilized variant made 73.4-82.8%. The yield of plant raw materials of Sudan grass was formed by the stems and leaves of the entire plant. The plant indices - linear height, length and width of leaves, the number of leaves per plant, and stem diameter - were directly dependent on the fertilizer rates. The higher the fertilizer background was, the higher these indices were. Against the background of  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , the plant height at the grain maturation stage was 180 cm and was by 25 cm higher compared to the non-fertilized variant; the foliage was by 4.4% larger, and the stem diameter was larger by 0.5 mm. The correlation coefficient ( $r = 0.67 \pm 0.05$ ) indicates that the taller the plant is, the more herbage is formed. In the Lipetsk Region, the largest amount of forage herbage of Sudan grass of the Kinelskaya 100 variety which grows intensively after the first mowing falls on two-cuts harvesting system. The productivity of the second mowing makes 73-79% of the first mowing.

**Гулидова Валентина Андреевна**, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец, Липецкая обл., Российская Федерация, e-mail: guli49@yandex.ru.

**Захаров Вячеслав Леонидович**, д.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец, Липецкая обл., Российская Федерация, e-mail: zakharov7979@mail.ru.

**Gulidova Valentina Andreevna**, Dr. Agr. Sci., Prof., Bunin Yelets State University, Yelets, Lipetsk Region, Russian Federation, e-mail: guli49@yandex.ru.

**Zakharov Vyacheslav Leonidovich**, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Bunin Yelets State University, Yelets, Lipetsk Region, Russian Federation, e-mail: zakharov7979@mail.ru.

### Введение

Основным кормом в зимний период для крупного рогатого скота является консервированный корм, приготовленный из кукурузы. Кукурузный силос – самый распространенный в мире корм для крупного рогатого скота, доля которого составляет не менее 40% от сухого вещества рационов. Этот продукт, в котором высокое содержание сухого вещества, обменной энергии и транзитного крахмала [1], важен для увеличения надоя в период лактации коров. Но кукуруза в наших условиях (северо-западная часть Центрального Черноземья) не всегда дает высокие урожаи, так как для этого требуется достаточное количество продуктивной влаги и тепла [2-4]. При таких условиях альтернативой кукурузе в этом регионе выступает суданская трава и сорго-суданковые гибриды. В отличие от кукурузы сорговые культуры хорошо адаптированы к недостатку продуктивной влаги [5-7]. В засушливых и полусухих регионах они призваны ликвидировать дефицит сочных и грубых кормов, что делает их альтернативным источником высокоэнергетических кормов [8-11].

Помимо этого суданская трава и сорго-суданковые гибриды дают высокие урожаи зеленой массы – 25-50 т/га, сена – 5-10 т/га и семян – 2,0-2,5 т/га [12]. После скашивания или сжатия они имеют высокую восстанавливающую способность отрастать и давать не менее одного укоса за лето. При использовании их как пастбищная культура не страдают от вытаптывания копытными животными. Суданская трава среди однолетних и многолетних мятликовых кормовых культур является рекордсменом по протеину, главному компоненту культур, выращиваемых для корма животных [13, 14]. В кормовой массе сорго травянистого сырого протеина больше, чем в кукурузе (7,6-10,8 против 6,9%) [15]. Устранение дефицита протеина в рационах лактирующих коров является самой главной проблемой в животноводстве. Нехватка белковых компонентов напрямую связано с нерентабельным перерасходом кормов, а самое главное, понижает саму продуктивность животного [16].

В последнее время в связи с изменением климата в сторону потепления и уменьшения выпадающих осадков к суданской траве возрос интерес как к многофункциональной кормовой культуре. Но не только это заставило товаро-

производителей обратить внимание на эту культуру, а также то, что она является предшественником для подсолнечника, площади которого в связи с его высокой маржинальностью из года в год значительно возрастают в средней полосе России. К тому же сорговые культуры способствуют переводу труднодоступных соединений в легкоусвояемые, снижению содержания токсичных веществ. Широкое применение этой культуры в растениеводстве сдерживается несовершенством отдельных элементов агротехнологий, что обусловлено рядом биологических особенностей [2, 17-19].

Научных исследований по биологии и технологии возделывания суданской травы в современных меняющихся климатических и экономических условиях северо-западной части Центрального Черноземья пока недостаточно. В этих условиях возникла необходимость изучить влияние минеральных удобрений на зеленую и семенную продуктивность суданской травы сорта Кинельская 100.

**Цель** исследований – изучить действие различных доз полного минерального удобрения на урожайность зеленой массы суданской травы для обоснования приемов возделывания культуры на выщелоченных черноземах в северо-западной части Центрального Черноземья.

### Условия и методы исследований

Исследования проводили в 2020-2022 гг. на опытном поле института Агробиотехнологий и технических систем Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина. Изучали отзывчивость суданской травы сорта Кинельская 100 на минеральные удобрения. Исследованы четыре фона минерального питания культуры: 1-й фон – без удобрений; 2-й фон –  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 3-й фон –  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; 4-й фон –  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Проведение опытов было в соответствии с Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [20] и методикой полевого опыта Б.А. Доспехова [21].

В качестве основного удобрения использовалась азофоска  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , которая вносилась под предпосевную культивацию, подкормка проводилась в дозе  $N_{34}$  при однократном учёте в фазу 3-4 листьев культуры, при двукратном учёте (многоукосное использование) после первого укоса.

Объектами исследований служил раннеспелый сорт Кинельская 100, который выращивался в агроэкосистеме севооборота: чёрный парозимая пшеница-яровой рапс-суданская трава.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в слое 0-20 см с вариациями за годы исследований от 5,0 до 5,7%,  $pH_{\text{сол}}$  – 5,0-5,4. Уровень гидролитической кислотности – 4,65 мг-экв/100 почвы. Обеспеченность  $P_2O_5$  и  $K_2O$  составила 11,7 и 8,26 мг на 100 г почвы соответственно. По агрохимическим свойствам почва опытного участка соответствует пахотным землям на территории Липецкой области.

Предшественником суданской травы был яровой рапс. Посев осуществлялся в начале второй декады мая. Нормы высева устанавливались из расчета 2,5 млн шт/га семян. Семена заделывали в почву на 4-5 см.

Оценку продуктивного потенциала суданской травы определяли методом сплошного учета двумя способами: однократно и двукратно. При однократной схеме урожайность учитывали в фазу полной спелости семян, при двукратной схеме первый укос проводили в фазу выбрасывания метёлки, второй укос – по мере отрастания отавы путем скашивания и взвешивания зеленой массы. Уборку суданской травы на зерно осуществляли при созревании 85-95% семян на основных метелках растений сплошным обмолотом учетной делянки. Метеорологические условия в годы исследований были характерными для Липецкой области.

Оценку опытных данных и выявление различных взаимосвязей «удобрение-растение» проводили методами дисперсионного анализа [21] с привлечением программы Microsoft Office

Excel, используя в качестве основы разработанные технологические карты.

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате полевых исследований установлено, что изменение урожайности зеленой массы суданской травы зависело как от погодных условий вегетационного периода, так и изучаемых факторов. Применение на выщелоченных чернозёмах лесостепи Липецкой области даже умеренных доз минеральных удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$  под суданскую траву сорта Кинельское 100 вызывает значительное повышение урожайности на 17,6-22,9% в сравнении с неудобренным фоном (табл. 1). Внесение  $N_{60}P_{60}K_{60}$  еще больше увеличивает продуктивность культуры. Максимальная продуктивность суданской травы в наших исследованиях была при внесении удобрений в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . Рост урожайности в сравнении с контрольным вариантом составил от 73,4 до 82,8%. Количество зеленой массы суданской травы формируется за счет стеблей и листьев всего растения. Но эти показатели растения (линейная высота, длина и ширина листьев, количество листьев на растении, диаметр стебля) находились в прямой зависимости от доз удобрений. Чем богаче фон удобренности, тем выше эти показатели. Так, на фоне  $N_{90}P_{90}K_{90}$  высота растений в фазу созревания зерна составляла 180 см и была на 25 см выше, в сравнении с неудобренным вариантом, облиственность больше на 4,4%, диаметр стебля толще на 0,5 мм. Коэффициент корреляции ( $r=0,67 \pm 0,05$ ) указывает, что чем выше растение, тем больше формируется зеленой массы.

Таблица 1

**Урожайность зелёной массы суданской травы в зависимости от доз минерального питания при одноукосной уборке в фазу созревания зерна, т/га**

Год	Вариант опыта						
	без удобрений (контроль)	$N_{30}P_{30}K_{30}$		$N_{60}P_{60}K_{60}$		$N_{90}P_{90}K_{90}$	
		т/га	± к контролю, %	т/га	± к контролю, %	т/га	± к контролю, %
2020	17,54	21,56	22,9	24,87	41,7	31,59	80,1
2021	16,17	19,02	17,6	23,90	47,8	28,05	73,4
2022	16,59	20,33	22,5	24,57	48,1	30,34	82,8
Среднее	16,76	20,30	21,0	24,44	45,8	29,99	78,7
$HCP_{05}$		2,94		2,15		2,73	

Различные дозы минеральных удобрений оказывали влияние и на формирование урожая

зелёной массы при двухукосной уборке. Двухукосная система использования зелёной массы

и двукратный её учёт позволяют оценить интенсивность отрастания отавы суданской травы в зависимости от доз минерального питания во второй половине лета, которое в наших условиях всегда сопровождается недостатком выпадающих осадков. Времени для получения второго укоса достаточно, так как безморозный период (по средним многолетним показателям) в условиях северо-запада Центрального Черноземья составляет 150-158 дней и заканчивается в первой декаде октября. Благодаря высокой засухоустойчивости суданская трава способна

и в этих условиях накапливать хорошую надземную массу. Биологическую продуктивность суданской травы первый раз учитывали в фазу выметывания. Результаты показывают, что применение под суданскую траву небольших доз минеральных удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$  приводит к увеличению урожайности на 9,45 т/га зелёной массы. При более высоких дозах  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{90}P_{90}K_{90}$  прибавка урожая в сравнении с абсолютным контролем была ещё более значительной и составила 12,4 и 14,25 т/га, или на 74-85 % (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность зелёной массы суданской травы первого укоса в зависимости от доз минерального удобрения при двухукосной уборке, т/га**

Вариант опыта	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
Контроль (без удобрений)	16,67	16,15	17,43	16,75
$N_{30}P_{30}K_{30}$	23,87	26,78	27,96	26,20
$N_{60}P_{60}K_{60}$	29,91	28,92	28,62	29,15
$N_{90}P_{90}K_{90}$	31,86	29,61	31,53	31,00
$HCP_{05}$	3,23	2,92	3,30	

Проведенный второй укос через 50 дней после первого показал, что в условиях Липецкой области на черноземных почвах можно сформировать хорошую урожайность суданской травы, для которой климатических ресурсов региона достаточно, чтобы получить два полноценных укоса. Биологическая продуктивность культуры растёт по мере увеличения доз минеральных удобрений. Значительное повышение урожайности зелёной массы на 43% второго укоса наблюдается уже на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . Двукратное повышение фона минерального питания позволило получить прибавку урожая зелёной массы в 7,85 т/га, или 58,8%, трехкратное – 11,08 т/га, или 83,1% (табл. 3). Это даёт основание считать, что в почвенно-климатических

условиях Липецкой области интенсивность минерального питания является значимым фактором формирования урожая отавы суданской травы. Не менее значимым фактором является и наличие продуктивной влаги в почве. На это указывает урожайность второго укоса в 2021 г., когда продуктивность была существенно ниже среднего уровня. Тенденция в урожайности сохранялась: чем богаче фон минерального питания для суданской травы, тем выше продуктивность этой культуры. Следует отметить, что продуктивность второго укоса в сравнении с первым укосом при двухукосной системе уборки в наших условиях была меньше на 20,4% на варианте без удобрений,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – на 27,1%,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – на 27,3%,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  – на 21,1%.

Таблица 3

**Урожайность зелёной массы второго укоса суданской травы в зависимости от доз минерального удобрения при двухукосной уборке, т/га**

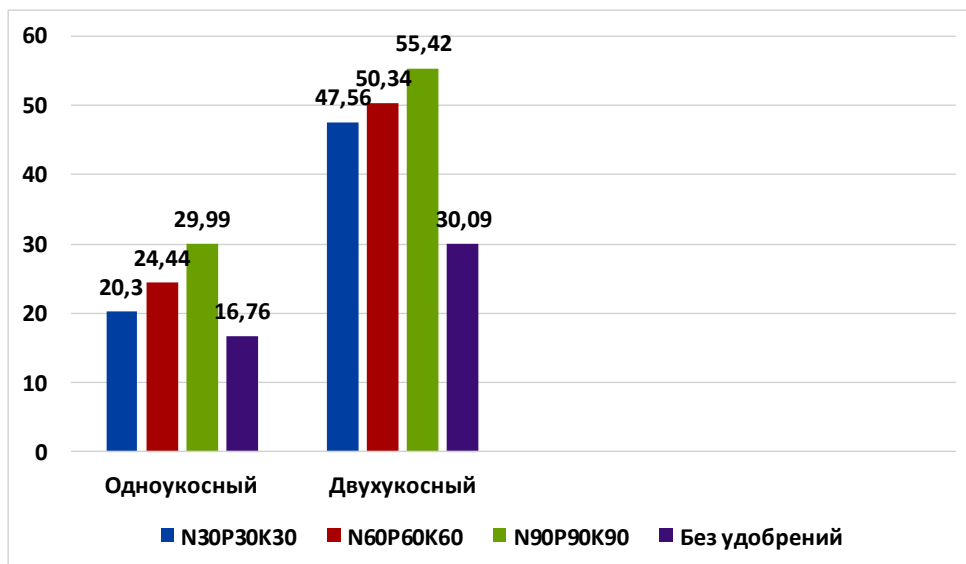
Вариант опыта	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
Контроль (без удобрений)	13,72	12,87	13,42	13,34
$N_{30}P_{30}K_{30}$	21,51	14,57	21,20	19,09
$N_{60}P_{60}K_{60}$	22,51	17,26	23,80	21,19
$N_{90}P_{90}K_{90}$	26,37	22,51	24,38	24,42
$HCP_{05}$	2,70	3,21	2,25	

На вариантах без внесения удобрений, когда используется только естественное плодородие выщелоченного чернозёма, выход раститель-

ного сырья суданской травы в сумме за два укоса был высокий – свыше 30,09 т/га зелёной массы (рис.). Внесение полного минерального

питания на этих почвах доказывает, что суданская трава сорта Кинельская 100 хорошо отзывается на минеральные удобрения и способна формировать наибольшую урожайность при двухукосной схеме за счет высокого выхода отавы. В сравнении с одноукосной системой использования минеральные удобрения в нормах  $N_{30}P_{30}K_{30}$  позволяют сформировать допол-

нительную урожайность зеленой массы – 27,26 т/га,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 25,9 и  $N_{90}P_{90}K_{90}$  – 25,43 т/га. Результаты опытов указывают на целесообразность использования под суданскую траву в агроклиматических условиях Липецкой области полного минерального удобрения.



**Рис. Урожайность зеленой массы суданской травы при одноукосной и двухукосной системе использования, т/га**

### Заключение

Для экономических и почвенно-климатических условий северо-западной части Центрального Черноземья (Липецкая область) суданская трава высокоурожайная кормовая культура. Она удачно вписывается в традиционные схемы кормопроизводства региона, благодаря своим полезным свойствам и способам использования, что обеспечивает высокое производство сочных полноценных кормов и повышает рентабельность их производства.

Применение минеральных удобрений под суданскую траву даже на минимальном фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  приводит к повышению урожая на 9,45 т/га зелёной массы в фазу выметывания. На более высоких уровнях минерального питания  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{90}P_{90}K_{90}$  прибавка урожая в сравнении с неудобренным вариантом составила 73,4-82,8%. В условиях Липецкой области наибольшее количество кормовой зеленой массы суданской травы сорта Кинельское 100, интенсивно отрастающего после первого скашивания, приходится на двухукосную систему использования.

### Библиографический список

1. Модель формирования максимального урожая сухого вещества кукурузы на Среднем Урале / Н. Н. Зенин, М. А. Намятов, В. Р. Лаптев, В. В. Кравченко. – Текст: непосредственный // Кормопроизводство. – 2014. – № 11. – С. 27-28.
2. Гулидова, В. А. Сахарное сорго – альтернатива кукурузе / В. А. Гулидова, Ю. С. Гусева. – Текст: непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 15-20.
3. Kiziloglu, F., Sahin, U., Kuslu, Y., Tunc, T. (2008). Determining water-yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region. *Irrigation Science*. 27. 129-137. DOI: 10.1007/s00271-008-0127-y.
4. Casa, A., Pressoir, G., Brown, P., et al. (2008). Community Resources and Strategies for Association Mapping in Sorghum. *Crop Science*. 48. DOI: 10.2135/cropsci2007.02.0080.
5. Merrill, S., Tanaka, D., Krupinsky, J., et al. (2007). Soil Water Depletion and Recharge under Ten Crop Species and Applications to the Princi-



ples of Dynamic Cropping Systems. *Agronomy Journal*. 99. DOI: 10.2134/agronj2006.0134.

6. Marsalis, M., Angadi, S., Contreras, F. (2010). Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. *Field Crops Research*. 116. 52-57. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.11.009.

7. Sowiński, J. and Szydelko, E. (2011). Growth rate and yields of a Sorghum-Sudangrass hybrid variety grown on a light and a medium-heavy soil as affected by cutting management and seeding rate. *Polish Journal of Agronomy*. 4: 23-28.

8. Урожайность образцов суданской травы различного эколого-географического происхождения / Н. А. Ковтунова, Е. А. Шишова, А. Е. Романюкин [и др.]. – Текст: непосредственный // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 1 (55). – С. 56-61.

9. Сорго как кормовая культура / А. Е. Романюкин, Н. А. Ковтунова, Е. А. Шишова [и др.]. – Текст: непосредственный // *Фермер. Поволжье*. – 2018. – № 3. – С. 40-41.

10. Awad, A., Hafiz, S., Hammada, M., et al. (2013). Grain yield production of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) as influenced by cutting numbers, potassium rates, and intrarow spacing in a semiarid environment. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 37. 657-664. DOI: 10.3906/tar-1208-53.

11. Bibi, A., Zahid, I., Sadaqat, H., et al. (2016). Correlation analysis among forage yield and quality components in Sorghum sudangrass hybrids under water stress conditions. *Global Journal of Bioscience and Biotechnology*. 5 (4): 444-448.

12. Технология производства продукции растениеводства / В. А. Федотов, А. Ф. Сафонов, С. В. Кадыров [и др.]. – Москва: КолосС, 2010. – С. 286-288.

13. Агафонов, В. А. Суданская трава в агроценозах – надежный источник кормов в Прибайкалье / В. А. Агафонов. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-38-44. – Текст: непосредственный // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2021. – № 9. – С. 38-44.

14. Ковтунова, Н. А. Продуктивный и питательный потенциал суданской травы / Н. А. Ковтунова, Е. А. Шишова. – Текст: электронный // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2023. – № 24 (4). – С. 646-655. – URL: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.4.646-655>.

15. Ковтунова, Н. А. Гетерозис в селекции сахарного сорго / Н. А. Ковтунова, А. Б. Володин, В. В. Ковтунов. – Текст: непосредственный // *Зерновое хозяйство России*. – 2017. – № 1 (49). – С. 11-17.

16. Гулидова, В. А. Сахарное сорго – источник кормового белка (протеина) для сельскохозяйственных животных / В. А. Гулидова, Ю. С. Гусева. – Текст: непосредственный // *Инновации в сельском хозяйстве и экологии: материалы III Международной научно-практической конференции*, Рязань, 15 января 2025 года / ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2025. – С. 77-81.

17. Клоков, А. А. Установление оптимальных сроков посева суданской травы по уровню температурного режима почвы / А. А. Клоков, В. А. Гулидова. – Текст: непосредственный // *Кормопроизводство*. – 2016. – № 1. – С. 19-21.

18. Гулидова, В. А. Влияние микроэлементов на продуктивность и урожайность сахарного сорго / В. А. Гулидова, Ю. С. Гусева. – Текст: непосредственный // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2018. – № 1 (56). – С. 50-55.

19. Гусева, Ю. С. Управление продуктивностью растений – основа высококорентабельного производства сорго / Ю. С. Гусева, В. А. Гулидова. – Текст: непосредственный // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2019. – № 2. – С. 112-116.

20. Новоселов, Ю. К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов, Г. Д. Харьков, Н. С. Шеховцова. – Москва: РАСХН, 1997. – 156 с. – Текст: непосредственный.

21. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва: Альянс, 2011. – 351 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19517484>.

## References

1. Zenin, N.N. Model formirovaniia maksimalnogo urozhaiia sukhogo veshchestva kukuruzy na Srednem Urale / N.N. Zenin, M.A. Namiatov, V.R. Laptev, V.V. Kravchenko // *Kormoproizvodstvo*. – 2014. – No. 11. – S. 27-28.

2. Gulidova, V.A. Sakharное sorgo – alternatiiva kukuruze/V.A. Gulidova, Iu.S. Guseva // *Vestnik Kurskoi GSKhA*. – 2020. – No. 3. – S.15-20.

3. Kiziloglu, F., Sahin, U., Kuslu, Y., Tunc, T. (2008). Determining water-yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region. *Irrigation Science*. 27. 129-137. DOI: 10.1007/s00271-008-0127-y.
4. Casa, A., Pressoir, G., Brown, P., et al. (2008). Community Resources and Strategies for Association Mapping in Sorghum. *Crop Science*. 48. DOI: 10.2135/cropsci2007.02.0080.
5. Merrill, S., Tanaka, D., Krupinsky, J., et al. (2007). Soil Water Depletion and Recharge under Ten Crop Species and Applications to the Principles of Dynamic Cropping Systems. *Agronomy Journal*. 99. DOI: 10.2134/agronj2006.0134.
6. Marsalis, M., Angadi, S., Contreras, F. (2010). Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. *Field Crops Research*. 116. 52-57. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.11.009.
7. Sowiński, J. and Szydelko, E. (2011). Growth rate and yields of a Sorghum-Sudangrass hybrid variety grown on a light and a medium-heavy soil as affected by cutting management and seeding rate. *Polish Journal of Agronomy*. 4: 23-28.
8. Urozhainost obraztsov sudanskoi travy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniia / N.A. Kovtunova, E.A. Shishova, A.E. Romaniukin, V.V. Kovtunov, N.N. Sukhenko // *Zernovoe khoziaistvo Rossii*. – 2018. – No. 1 (55). – S. 56-61.
9. Sorgo kak kormovaia kultura / A.E. Romaniukin, N.A. Kovtunova, E.A. Shishova, S.I. Gorpinichenko, G.M. Ermolina // *Fermer. Povolzhe*. – 2018. – No. 3. – S. 40-41.
10. Awad, A., Hafiz, S., Hammada, M., et al. (2013). Grain yield production of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) as influenced by cutting numbers, potassium rates, and intrarow spacing in a semiarid environment. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 37. 657-664. DOI: 10.3906/tar-1208-53.
11. Bibi, A., Zahid, I., Sadaqat, H., et al. (2016). Correlation analysis among forage yield and quality components in Sorghum sudangrass hybrids under water stress conditions. *Global Journal of Bioscience and Biotechnology*. 5 (4): 444-448.
12. Tekhnologiya proizvodstva produktsii rasteniievodstva / V.A. Fedotov, A.F. Safonov, S.V. Kadyrov, D.I. Shchedrina, R.G. Nozdracheva, S.Ia. Mukhortov. – Moskva: KolosS, 2010. – S. 286-288.
13. Agafonov, V.A. Sudanskaia trava v agrotsenozakh – nadezhnyi istochnik kormov v Pribaikale / V.A. Agafonov // *Vestnik KrasGAU*. – 2021. – No. 9. – S. 38-44. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-9-38-44.
14. Kovtunova, N.A. Produktivnyi i pitatelnyi potentsial sudanskoi travy / N.A. Kovtunova, E.A. Shishova // *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*. – 2023. – No. 24 (4). – S. 646-655. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.4.646-655>.
15. Kovtunova, N.A. Geterozis v selektsii sakharnogo sorgo / N.A. Kovtunova, A.B. Volodin, V.V. Kovtunov // *Zernovoe khoziaistvo Rossii*. – 2017. – No. 1 (49). – S. 11-17.
16. Gulidova, V.A. Sakharnoe sorgo – istochnik kormovogo belka (proteina) dlia selskokhoziaistvennykh zhivotnykh / V.A. Gulidova, Iu.S. Guseva // *Innovatsii v selskom khoziaistve i ekologii: materialy III mezhdunarodnoi nauchno prakticheskoi konferentsii* (15 ianvaria 2025 goda, g. Riazan, FGBOU VO RGATU). – Riazan: FGBOU VO RGATU, 2025. – S. 77-81.
17. Klov, A.A. Ustanovlenie optimalnykh srokov poseva sudanskoi travy po urovniu temperaturnogo rezhima pochvy / A.A. Klov, V.A. Gulidova // *Kormoproizvodstvo*. – 2016. – No. 1. – S. 19-21.
18. Gulidova, V.A. Vliianie mikroelementov na produktivnost i urozhainost sakharnogo sorgo / V.A. Gulidova, Iu.S. Guseva // *Vestnik VoronezhGAU*. – 2018. – No. 1 (56). – S. 50-55.
19. Guseva, Iu.S. Upravlenie produktivnostiu rastenii – osnova vysokorentabelnogo proizvodstva sorgo / Iu.S. Guseva, V.A. Gulidova // *Vestnik Michurinskogo GAU*. – 2019. – No. 2. – S. 112-116.
20. Novoselov, Iu.K. Metodicheskie ukazaniia po provedeniiu polevykh opytov s kormovymi kulturami / Iu.K. Novoselov, G.D. Kharkov, N.S. Shekhovtsova. – Moskva: RASKhN, 1997. – 156 s.
21. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki issledovaniia): uchebnik dlia studentov vysshikh selskokhoziaistvennykh uchebnykh zavedenii po agromicheskim spetsialnostiam / 6-e izd., ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. – Moskva: Alians, 2011. – 351 s. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19517484>.