

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1010

EDN: IZICMQ

УДК 631.559:633.15:633.62:636.085.2(470.33)



Научная статья

УРОЖАЙНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КУКУРУЗЫ РЕМОНТАНТНОГО ТИПА (STAY GREEN) И СОРГО САХАРНОГО В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

*А.В. Дронов, С.А. Бельченко, В.В. Дьяченко,
С.М. Сычев, Г.П. Малявко*

Аннотация

Обоснование. Актуальность исследования обусловлена реализацией продуктивного потенциала ремонтантной кукурузы, сорго сахарного и диверсификацией полевого кормопроизводства Центрального региона России.

Цель данной работы - выявить эффективность возделывания и применения ремонтантных гибридов кукурузы и сорго сахарного в условиях Брянской области.

Материалы и методы. Объектами являлись 6 ремонтантных (*stay green*) гибридов кукурузы разного эколого-географического происхождения, 4 отечественных сорта сорго сахарного и 10 сортообразцов сорго компании *Lidea*. Применялись лабораторно-полевые и статистические методы исследований.

Результаты. Выявлены высокоурожайные гибриды ремонтантной кукурузы Воронежский 175 АСВ, Креатив, ЛГ 3285, обеспечивающие более 78-79 т/га зелёной массы или 21,1-22,3 т сухого вещества и зерна до 8,0 т/га. Урожайность надземной массы сортов сорго Лиственит и Сажень составила более 60 т/га или до 15,0 т сухого вещества. Сортообразцы сорго сахарного селекции *Lidea* (№1, 2, 6, 8, 9, 10) формировали 67,0-75,1 т/га зелёной массы или более 16-17 т/га сухой массы. Определена высокая концентрация водорастворимых сахаров в стеблях до 13,5-16,5% в фазу восковой спелости зерна образцов 4, 5, 6, 9, 10.

Закключение. В результате проведенных исследований сделан вывод, что ремонтантность является важным признаком современных генотипов кукурузы и сорго в производстве высокоэнергетических кормов (9,0-10,2 МДж/1 кг сухого вещества). Ремонтантные гибриды Воронежский 175 АСВ, Креатив,

ЛГ 3285 рекомендовать для заготовки качественного силоса и зернофуража, перспективные сортообразцы сорго для дальнейшего испытания.

Ключевые слова: кукуруза ремонтантного типа; сорго сахарное; агроэкологическое испытание; урожайность биомассы; сухое вещество; питательная ценность; водорастворимые сахара

Для цитирования. Дронов А.В., Бельченко С.А., Дьяченко В.В., Сычев С.М., Малявко Г.П. Урожайность и питательная ценность кукурузы ремонтантного типа (*stay green*) и сорго сахарного в условиях Центральной России // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №6. С. 263-285. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1010

Original article

YIELD AND NUTRITIONAL VALUE OF CORN REMONTANT TYPE (STAY GREEN) AND SUGAR SORGHUM IN CONDITIONS OF CENTRAL RUSSIA

*A.V. Dronov, S.A. Belchenko, V.V. Dyachenko,
S.M. Sychev, G.P. Malyavko*

Abstract

Background. The relevance of study is due to realization the productive potential of remountant corn and sugar sorghum and diversification field feed production in the Central region of Russia.

Purpose. The aim of this work was to identify the effectiveness of cultivation and use remountant hybrids of corn and sugar sorghum in conditions of the Bryansk region.

Materials and methods. The objects were 6 remountant (*stay green*) hybrids of corn on different ecological and geographical origin, 4 domestic varieties of sugar sorghum and 10 varieties of sorghum from *Lidea*. Laboratory-field and statistical research methods were used.

Results. High-yielding hybrids of remountant corn Voronezhsky 175 ACV, Creative, LG 3285 have been identified and providing more than 78-79 t/ha of green mass or 21.1-22.3 t of dry matter and grain up to 8.0 t/ha. The yield of aboveground mass sorghum varieties Listvenit and Sazhen amounted to more than 60 t/ha or up to 15.0 t of dry matter. Sugar sorghum cultivars of *Lidea* (No. 1, 2, 6, 8, 9, 10) formed 67.05-75.1 t/ha of green mass or more than 16-17 t/ha of dry mass. High concentration of water-soluble sugars in stems up to 13.5-16.5% was determined in phase of waxy ripeness grain of cultivars No. 4, 5, 6, 9, 10.

Conclusion. It was concluded that remontant type (stay green) is an important feature of modern corn and sorghum genotypes in production of high-energy feed (9.0-10.2 MJ/1 kg of dry matter). Remontant hybrids Voronezhsky 175 ACV, Creative, LG3285 are recommended for harvesting high-quality silage and grain fodder, prospective sorghum varieties for further testing.

Keywords: remontant type corn; sugar sorghum; agroecological testing; biomass yield; dry matter; nutritional value; water-soluble sugars

For citation. Dronov A.V., Belchenko S.A., Dyachenko V.V., Sychev S.M., Malyavko G.P. Yield and Nutritional Value of Corn Remontant Type (Stay Green) and Sugar Sorghum in Conditions of Central Russia. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2024, vol. 16, no. 6, pp. 263-285. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1010

Введение

Высокая значимость и широкое распространение посевов кукурузы и сорго объясняется их высокой продуктивностью и многопрофильностью использования. Эти ценные культуры дополняют друг друга в производстве растительных объёмистых кормов различного хозяйственного направления.

В Российской Федерации кукуруза является базовой (ведущей) зернофуражной культурой, которая используется для заготовки энергонасыщенных растительных кормов. Питательная ценность кукурузы очень высока по сравнению с другими зернокармowymi культурами, её зерно используется в производстве комбикормов для различных видов сельскохозяйственных животных и птицы. При этом отмечается, что при кормлении плющеного, дроблёного или размолотого зерна улучшается его усвояемость [16; 24; 25]. На территории нашей страны кукуруза возделывается как главная кормовая культура на силос, сухое вещество которого должно содержать не менее 10 МДж/1 кг обменной энергии. В кукурузном силосе такая концентрация физиологически доступной энергии достигается при уборке в фазу восковой спелости и при возделывании по зерновой технологии. Технологически правильно заготовленный кукурузный силос характеризуется высокой переваримостью и относится к молокогонному корму с хорошим диетическим качеством.

В отношении сорго сахарного следует констатировать, что культура является одной из высокоурожайных и питательно ценных, которое субьективно, но называется «русским сахарным тростником». Сахарное сорго следует рассматривать как альтернатива кукурузе и как эвритопное расте-

ние - с широким ареалом возделывания и универсального применения. По биологическим особенностям сорго сходно с кукурузой и может с успехом возделываться в тех регионах, где высевают кукурузу. Весьма характерной особенностью сорго сахарного является высокая концентрация сахаров в стеблях, их сочность, сохранность зелёных листьев даже к фазе полной спелости зерна.

На сегодня важен такой закономерный факт, что с тенденцией изменения (потепления) климата в мире, в том числе и на территории Российской Федерации участилось количество экстремально высоких летних засух. В этой связи важными биологическими свойствами сорго являются из-за природного и эволюционного развития (родина - Африка): самая высокая жаро- и засухоустойчивость с низким коэффициентом транспирации и обладающая свойством анабиоза, когда температура окружающей среды повышается больше, чем на 35°C растения приостанавливают свой рост, как бы замирают, впадают в анабиоз на 30 дней и более. При выпадении даже незначительных осадков сорго трогается в рост - более чем по 5 см в сутки. Поэтому эту культуру за высокую засухоустойчивость называют «верблюдом» растительного мира. Высокий уровень засухоустойчивости сорго связан с мощной и избирательной способностью корневой системы, строением устьичного аппарата и уплотненного эпидермиса, восковидного белого налёта, который оберегает растение от сильного перегрева и испарения [10; 12].

Известно, что правильный подбор сортов является одним из резервов дальнейшего повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а сортосмена - одним из направлений инновационного процесса в современном земледелии. Однако следует отметить потенциальные возможности сортов и сортосмены в производстве не всегда используются в полной мере. В этой связи сорт (гибрид, популяция), как биологическая система, является важнейшим фактором регулирования продуктивности посевов и качества продукции растениеводства, определяет эффективность и безопасность ведения сельского хозяйства, влияет на состояние окружающей среды [1; 5; 31; 37]. По сведениям учёных-исследователей Дона, Поволжья (Аграрный Научный Центр «Донской», РосНИИСК «Россорго») отмечается высокая способность растений сорго сахарного накапливать в соке стеблей до 18-24 % водорастворимых сахаров. Данное уникальное свойство сорго сахарного дает возможность расширения продуктивного потенциала культуры в производстве различных качественных кормов для зимнего кормления животных, а также для получения новых продуктов пе-

переработки - сиропа, соргового мёда, биоспирта, биотоплива. В состав сахаров сока стеблей входят моносахариды (глюкоза - 70%, фруктоза - 20%) и дисахариды (сахароза - 10%). Передовой опыт и практика показывают, что силос из сорго сахарного, заготовленный в фазе восковой спелости зерна, является высокомолокогонным и ранним кормом (поедается животными в течение 2-4 месяцев от времени заготовки силоса) [2; 6; 14; 15].

Для агроклиматических условий европейской части Нечерноземной зоны РФ сорговые культуры возделываются лишь эпизодически. Однако следует отметить, за последние 5-10 лет накоплен положительный опыт испытания и внедрения сорго сахарного как кормовой культуры в ряде регионов - Брянской, Владимирской, Калужской, Костромской, Новгородской, Смоленской, Ульяновской областях, а также в соседней Республике Беларусь [3; 7; 11; 19; 20; 21; 27].

В данной научной статье, по-нашему мнению, и в связи с изменяющимися условиями климата уделено внимание ремонтантности (*stay green*) или способности кукурузы и сорговых культур в сухих или засушливых условиях сохранять зелёной листостебельную массу растений. По сведениям и научным публикациям как российских, а в большей степени иностранных авторов известно, ремонтантные генотипы обладают повышенной фотосинтетической активностью, что характеризует их высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза и потенциала посевов [13; 29; 30; 35]. В этой связи ремонтантные гибриды кукурузы отличаются рядом таких преимуществ как высокое накопление сухого вещества, разная отдача влаги зерном, устойчивость к засухе, вредителям, стеблевым гнилям, полеганию растений при экстремальных погодных флуктуациях. Поэтому следует отметить, что ремонтантность как важный признак (дескриптор) описания оригинаторами эффекта *stay green*, которым должны на сегодня обладать современные зерновые и силосные гибриды кукурузы, залог высокой урожайности при неблагоприятных условиях возделывания [22].

Зарубежными учёными Австралии, Индии, Пакистана, Кении, Эфиопии в отношении сорго сахарного раскрывается физиологический механизм ремонтантности (сохранения зелёных листьев в условиях дефицита влаги и засушливого стресса). Сохранение зелёного цвета - свойство, которое помогает сорго адаптироваться к засухе после цветения, задерживая старение листьев и повышая урожайность биомассы. Исследования показали, что данное свойство связано с большей концентрацией азота в листьях, уровнем цитокининов и содержанием хлорофилла, что свиде-

тельствует о более медленном темпе старения (усыхания) листовой поверхности. Более того, этот признак связан с улучшением эффективности транспирации, высокой степенью корреляции урожайности надземной массы с фитометрическими показателями растений сорго - высота, диаметр стебля, количество и площадь листьев. При этом экономия воды перед цветением повышает доступность влаги, позволяя растениям сохранять свой фотосинтетический потенциал в течение более длительного периода времени и оставаться зелёными до фазы созревания зерна [32; 33; 34; 36].

Таким образом, ремонтантность (*stay green*) можно рассматривать как механизм засухоустойчивости, который улучшает использование воды, необходимой как для общего роста, так и для формирования высокой продуктивности надземной массы и зерна. Поэтому в данном контексте нами рассмотрены и изучены вопросы продукционного процесса ремонтантных гибридов кукурузы и сортамента сахарного сорго в условиях Нечерноземной зоны.

В ранее проведённых исследованиях аспирантами Брянского государственного аграрного университета по изучению и совершенствованию отдельных элементов агротехнологии сорговых культур показана возможность и перспективность их возделывания при производстве качественных кормов в регионе [4; 8; 23]. В настоящее время дальнейшая научно-исследовательская работа связана с селекционно-технологическим сопровождением реализации продуктивного потенциала ремонтантных гибридов кукурузы и нового сортамента сорго сахарного в условиях серых лесных почв Центральной России (Брянская область).

Научная новизна выполненного нами исследования и представленного материала в данной публикации обоснована тем, что впервые дана сравнительная оценка урожайности и качества биомассы кукурузы ремонтантного типа (*stay green*) и сорго сахарного, получены новые данные по адаптивному потенциалу изучаемых культур в регионе, экспериментально подтверждена целесообразность их возделывания на кормовые цели.

Материалы и методы

Исследования и агроэкологическое испытание проведены в течение 2020-2023 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Брянского ГАУ. Объектами являлись 6 ремонтантных (*stay green*) гибридов кукурузы разного эколого-географического происхождения - Воронежский 175 АСВ (ВНИИ кукурузы), Родник 292 МВ (ИПА «Отбор»), Дельфин и Креатив (компания

Lidea), Каролин и ЛГ 3285 (*Limagrain*), 4 отечественных сорта сорго сахарного - Дебют, Лиственит, Сажень, Север и 10 сортообразцов сорго селекции *Lidea* (Воронежская область).

Экспериментальная работа выполнена согласно общепринятым методам сортоиспытания и полевого опыта с кормовыми культурами [17; 18; 26; 28]. Почва опытного поля - серая лесная легкосуглинистая по гранулометрическому составу с содержанием гумуса - 3,5-3,6 % (по Тюрину), структура - комковато-зернистая. Содержание подвижных форм фосфора составляла 285-302 мг/кг и калия - 178-194 мг/кг почвы (по Кирсанову), рН солевой вытяжки - слабокислая (5,5-5,7). Почва имела высокий уровень содержания оснований 85,6% (по Каппену и Гельковицу). Агротехника возделывания одновидовых посевов кукурузы и сорго сахарного в опытах общепринятая для данной зоны.

Предшественники по годам - соя культурная, озимая тритикале, однолетние травы (вика яровая+овёс посевной на зелёный корм). Посев отдельно кукурузы и сорго проводили сеялкой точного высева СПЧ-6 широкорядным способом в оптимальные сроки с рекомендуемыми нормами высева оригинаторами сортов и гибридов испытываемых культур. Размещение вариантов - систематическое. Общая площадь каждой деланки составляла 100 м², учётной - 25 м², повторность - четырёхкратная. При агроэкологическом испытании 10 сортообразцов сорго силосного селекции компании *Lidea* посев осуществляли ручной селекционной сеялкой с рекомендуемой нормой высева 220 тыс. всхожих зёрен на 1 га. Площадь опытной деланки - 20 м², учётной - 10 м², ширина междурядий - 70 см. Размещение вариантов рендомизированное, повторность - 3-х кратная.

В 2020-2021 годах на посевах кукурузы для борьбы с сорняками применяли эффективный почвенный гербицид фирмы «Август» Камелот (норма 4 л/га), в последующие годы - Фултайм (2 л/га). Посевы сорго сахарного в фазу 3-5 листьев обрабатывали препаратом Балерина (0,3 л/га). Биологическую урожайность зелёной массы сорго, кукурузы и зерна определяли с учётной площади каждого варианта (сорт, гибрид) вручную. Оценка биометрических показателей и элементов структуры урожая зерна кукурузы проводили по стандартной методике госсортоиспытания. Для выполнения структурного и химического анализов и определения сухого вещества отбирали пробный сноп зелёной массы 1 кг. Содержание сахаров в стеблях сорго осуществляли с помощью рефрактометра в полевых условиях. Химические анализы растительных образцов выполнены в лицензированной

лаборатории Центра коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по методике Б.А. Доспехова [9].

Результаты и обсуждение

Погодные условия вегетационных периодов кукурузы ремонтантного типа и сортимента сорго сахарного в годы проведения исследования заметно отличались температурным режимом и количеством выпавших осадков. Так, по данным метеорологической станции Брянского ГАУ за четыре года полевых опытов отмечена высокая среднесуточная температура воздуха в период май-сентябрь 2020 г. - 19,3°C и 2023 г. - 18,4°C (по сравнению с климатической нормой 15,2°C), что оказалось благоприятным для созревания зерна кукурузы и наступления восковой-начала полной спелости семян сорго сахарного.

Количество осадков за вегетационные периоды (май-сентябрь 2020-2023 гг.) колебалось от 216,9 до 517 мм при среднемноголетнем значении 312 мм. Отличительной особенностью условий 2022 года были погодные аномалии: посевы пострадали от прошедших проливных дождей в первой декаде июля, шквалистого ветра, сопровождаемого грозой и градом. Обильные осадки в сентябре (120 мм) негативно отразились на продуктивном потенциале исследуемого материала кукурузы и сорго сахарного.

В результате проведения испытаний установлено, что в среднем за 4 года ремонтантные гибриды кукурузы разного эколого-географического происхождения заметно отличались по урожайности надземной массы и зерна. В таблице 1 представлены урожайные данные зелёной массы и нормализованной урожайности сухого вещества изучаемых генотипов кукурузы ремонтантного типа.

При анализе данных таблицы 1 нами отмечены высокопродуктивные гибриды Креатив и ЛГ 3285 с урожайностью зелёной массы 79,41 и 78,20 т/га или нормализованной урожайностью сухого вещества соответственно 22,26 и 21,92 т/га. Отечественный гибрид Воронежский 175 АСВ также характеризовался достаточно высокой урожайностью надземной массы свыше 68,5 т или 21,12 т СВ с 1 га.

Урожайность зерна испытываемых гибридов ремонтантной кукурузы широко варьировала как по годам, так и между генотипами (табл.2). Для формирования высокого урожая зерна с меньшей уборочной влажностью наиболее благоприятным оказался 2023 год.

Таблица 1.

**Урожайность биомассы ремонтантных гибридов кукурузы, т/га
(2020-2023 гг.)**

Гибрид, оригинатор	Урожайность зелёной массы по годам				В среднем за 4 года	Нормализованная урожайность сухого вещества
	2020	2021	2022	2023		
Воронежский 175 АСВ, ВНИИ кукурузы	66,85	65,80	70,25	71,30	68,55	21,12
Родник 292 МВ, ИПА «Отбор»	63,10	67,20	61,05	65,13	64,12	20,94
Дельфин, <i>Lidea</i>	60,63	63,50	61,77	64,18	62,52	20,55
Креатив, <i>Lidea</i>	77,10	78,40	80,94	81,20	79,41	22,26
Каролин, <i>Limagrain</i>	61,54	66,25	63,07	67,14	64,50	18,84
ЛГ 3285, <i>Limagrain</i>	80,25	77,52	75,20	79,24	78,20	21,92
НСР ₀₅	3,7	3,0	3,4	2,9		

Таблица 2.

Урожайность зерна ремонтантных гибридов кукурузы, т/га при 14% влажности (2020-2023 гг.)

Гибрид, оригинатор	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	В среднем за 4 года
Воронежский 175 АСВ, ВНИИ кукурузы	7,64	8,02	7,26	7,90	7,71
Родник 292 МВ, ИПА «Отбор»	6,44	6,67	7,06	7,37	6,90
Дельфин, <i>Lidea</i>	6,07	7,09	6,25	7,78	6,78
Креатив, <i>Lidea</i>	7,01	7,37	8,21	7,70	7,57
Каролин, <i>Limagrain</i>	7,59	8,10	6,33	8,57	7,65
ЛГ 3285, <i>Limagrain</i>	6,94	6,22	6,52	7,68	6,84
НСР ₀₅	1,1	1,8	1,7	1,2	

В этом плане можно отметить среднеранний гибрид Каролин селекции *Limagrain* (ФАО 230), урожайность зерна которого составила свыше 8,57 т/га, раннеспелый гибрид Воронежский 175 АСВ (ФАО 180) - 7,90 т/га и Дельфин компании *Lidea* (ФАО 190) - 7,78 т/га. В среднем за четыре года испытания нами выделены высокоурожайный отечественный гибрид Воронежский 175 АСВ (7,71 т/га) и 2 гибрида зарубежной селекции - Каролин (7,65 т/га), Креатив - 7,57 т/га зерна с 1 га.

По результатам сортоиспытания (2020-2022 гг.) сорго сахарного - Дебют, Лиственит, Сажень, Север дана оценка продуктивного потенциала и в среднем за 3 года выявлены высокоурожайные посевы сортов Лиственит и Сажень (60,1-61,0 т/га зелёной массы или 14,90-14,09 т сухого вещества с 1 га соответственно). Содержание сахаров в стеблях (фаза молочно-восковой

спелости) составило соответственно сорт Дебют - 13,8%; Лиственит - 11,0; Сажень - 16,0; Север - 12,5% (табл.3).

Таблица 3.

**Оценка продуктивного потенциала сортимента сорго сахарного,
2020-2022 гг.**

Сорт	Урожайность надземной массы, т/га				Урожайность сухого вещества, т/га	Содержание сахаров в соке стеблей %
	2020	2021	2022	в среднем за 3 года		
Дебют, АНЦ «Донской»	47,4	45,0	42,8	45,1	10,69	13,8
Лиственит, АНЦ «Донской»	62,8	58,1	59,4	60,1	14,90	11,0
Сажень, «Агроплазма»	63,6	60,4	59,0	61,0	14,09	16,0
Север, «Агроплазма»	59,4	56,4	52,0	55,9	13,70	12,5
НСР ₀₅	3,1	3,4	3,7			

На основании данных урожайности зелёной массы и содержания сахаров в соке стеблей 4-х сортов сорго нами проведён расчёт выхода сахаров с единицы площади и их содержание в 1 кг СВ (табл.4).

В результате анализа урожайности и оценки питательности надземной массы сорго установлено, что перспективный и высокосахаристый сорт Сажень селекции компании «АГРОПЛАЗМА» характеризовался большим выходом сахаров 4,880 т/га и их содержанием 346 г в 1 кг сухого вещества.

Таблица 4.

**Урожайность и кормовая ценность надземной массы сортов сорго
сахарного в среднем за 3 года**

Сорт, оригинатор	Урожайность сухого вещества, т/га	Сбор кормовых единиц, т/га	Количество сахаров в зелёной массе, * т/га	Содержание сахаров в 1 кг СВ, г
Дебют, АНЦ «Донской»	10,69	8,19	3,600	337
Лиственит, АНЦ «Донской»	14,90	10,91	4,808	323
Сажень, «Агроплазма»	14,09	11,09	4,880	346
Север «Агроплазма»	13,70	13,70	4,472	326

Примечание: * - выход сахаров из расчёта 8% от урожая зелёной массы (методика ВИРа)

При проведении агроэкологического испытания в почвенно-климатических условиях Брянской области 10 новых сортономеров (образцов) сорго сахарного селекции *Lidea* (Воронежская область, г. Павловск) в среднем за три года выявлена высокая урожайность зелёной массы 67,0-75,1 т/га или от 14,51 до 18,22 т/га сухой массы сортообразцов СО-№1, 2, 6, 8, 9, 10. Повышенная концентрация сахаров в соке стеблей 13,5-16,5% отмечено в фазу восковой спелости зерна сортообразцов СО-№4, 5, 6, 9 (табл.5).

Таблица 5.

Урожайность сортообразцов сорго сахарного селекции *Lidea*, 2021-2023 гг.

Наименование сортообразца	Урожайность зелёной массы по годам, т/га				Выход сухой массы, т/га	Содержание сахаров в соке стеблей, %
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	в среднем за 3 года		
СО - 1	68,3	63,2	72,8	68,1	15,81	10,0
СО - 2	67,6	65,4	68,0	67,0	14,51	12,0
СО - 3	58,4	55,7	60,5	58,2	13,87	8,0
СО - 4	65,0	59,9	69,5	64,8	17,10	13,5
СО - 5	65,4	63,7	7,7	65,6	17,64	16,5
СО - 6	67,3	65,0	70,2	67,5	17,18	15,0
СО - 7	58,7	56,3	62,0	59,0	14,05	11,5
СО - 8	69,7	67,2	75,5	70,8	16,53	9,7
СО - 9	68,8	65,4	74,3	69,5	17,38	14,0
СО - 10	74,8	69,6	80,7	75,1	18,22	13,5
НСР ₀₅	3,1	2,7	4,3			

Из полученных данных химического состава надземной массы ремонтантных гибридов кукурузы (табл.6) следует, что высокое содержание сырого протеина установлено у следующих гибридов: Родник 292 МВ (ИПА «Отбор») - 8,5%, ЛГ 3285 (Лимагрен) - 8,4% и Креатив (Лидеа) - 8,3% или сбор сырого протеина в урожае сухой массы составил 1,780, 1,841 и 1,848 т/га соответственно.

По энергетической оценке сухого вещества корма с наибольшей концентрацией обменной энергии (10,25 МДж/1 кг) выделился ремонтантный гибрид ЛГ 3285, который отличился высокой долей початков в структуре урожая (41,6%) и меньшим содержанием сырой клетчатки (22,7%). Следует отметить, что отечественный гибрид Родник 292 МВ по химическому составу имел высокое содержание безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) свыше 62% по сравнению с другими гибридами.

Таблица 6.

Химический состав и энергетическая ценность сухого вещества зелёной массы ремонтантных гибридов кукурузы (2020-2022 гг.)

Название гибрида	Содержание, %					Обменная энергия, МДж/ кг СВ
	сырой протеин	сырой жир	сырая зола	сырая клетчатка	БЭВ	
Воронежский 175 АСВ	8,1	2,5	4,7	23,7	61,0	10,06
Родник 292 МВ	8,5	2,2	4,1	22,9	62,3	10,19
Дельфин	7,9	2,4	4,4	23,6	61,7	10,08
Креатив	8,3	2,3	4,8	23,2	61,4	10,09
Каролин	8,1	2,7	4,9	24,8	59,8	9,95
ЛГ 3285	8,4	2,8	4,5	22,7	61,6	10,25

Изучение химического состава надземной массы перспективных сортов сорго сахарного показало, что содержание питательных веществ изменялось и заметно варьировало по фазам развития (табл.7). Данные химического анализа выполнены и представлены в научном докладе аспирантом кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянского ГАУ Васькиной Т.И. [4].

Таблица 7.

Химический состав и питательность надземной массы перспективных сортов сорго сахарного по фазам развития (данные Васькиной Т.И., Брянский ГАУ, 2020-2021гг.) [4]

Сорт	Фаза развития	Содержание в сухом веществе, %					Содержание в 1 кг СВ		
		сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатки	сырая золы	БЭВ	МДж ОЭ	к.ед.	п.п., г
Лиственит	Вымётывание	11,4	2,5	29,5	8,9	47,7	9,2	0,69	83,2
	Восковая спелость	6,4	2,4	30,5	4,8	55,9	9,4	0,72	46,7
Сажень	Вымётывание	7,6	1,5	31,8	4,5	54,6	9,0	0,66	53,2
	Восковая спелость	6,5	1,4	33,5	3,0	55,6	8,8	0,63	45,5

Так, сорт сахарного сорго Лиственит в фазу вымётывания выделился содержанием сырого протеина (11,4%), сырой золы (8,9%), и сырой клетчатки - 29,5% (из-за высокой облиственности побегов сорта). При переходе растений сортов сорго к фазе восковой спелости зерна наблюдалось

снижение сырого протеина (6,4-6,5%) и заметное повышение клетчатки (до 33,5%) и БЭВ (55,6-55,9%). Содержание сырого жира в кормовой массе изменялось в пределах 1,4-2,5%. Содержание обменной энергии в 1 кг СВ кормовой массы перспективных сортов сорго сахарного составило 8,8-9,4 МДж в фазу восковой спелости зерна (уборка на силос).

Выводы

В результате проведенных исследований сделан вывод, что ремонтантность является важным признаком современных генотипов кукурузы и сорго в производстве высокоэнергетических кормов (9,0-10,2 МДж/1 кг сухого вещества). Выявлены высокоурожайные гибриды ремонтантной кукурузы Воронежский 175 АСВ, Креатив, ЛГ 3285, обеспечивающие более 78-79 т/га зелёной массы или 21,1-22,3 т сухого вещества и зерна до 8,0 т/га. Урожайность надземной массы сортов сорго Лиственит и Сажень составила более 60 т/га или до 15,0 тонн сухого вещества. Перспективный и высокосахаристый сорт Сажень характеризовался большим выходом сахаров 4,880 т/га и их содержанием 346 г в 1 кг сухого вещества. Сортообразцы сорго сахарного селекции *Lidea* (№1,2,6,8,9,10) формировали 67,0-75,1 т/га зелёной массы или более 16-17 т/га сухой массы. Определена высокая концентрация водорастворимых сахаров в стеблях до 13,5-16,5% в фазу восковой спелости зерна образцов 4,5,6,9,10. Таким образом, ремонтантные гибриды кукурузы Воронежский 175 АСВ, Креатив, ЛГ 3285 следует рекомендовать для заготовки качественного силоса и зернофуража (корнажа). Высокоурожайные посевы сортов Лиственит и Сажень и выделенные перспективные сортообразцы сорго сахарного рекомендуются для дальнейшего испытания и производственной апробации в агроклиматических условиях региона.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской помощи.

Благодарности. Авторы выражают благодарность студентам-дипломникам выпускающей кафедры агрономии, селекции и семеноводства, аспирантам Свист М.Е., Дьяченко Вит. В., Васькиной Т.И., Верхоламочкину С.В., Ланцеву В.В. за исследования по усовершенствованию элементов агротехнологии кукурузы, сорго кормового и сахарного, в проведении химического анализа растительных образцов сотрудникам Центра коллек-

тивного пользования научным оборудованием Брянского государственного аграрного университета.

Список литературы

1. Алабушев А.В., Шишова Е.А., Романюкин А.Е., Ермолина Г.М., Горпиниченко С.И. Происхождение сорго и развитие его селекции // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2017а. № 127. С. 281-294. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-127-017>
2. Алабушев А.В., Ковтунова Н.А., Романюкин А.Е., Горпиниченко С.И., Ермолина Г.М. Основные факторы повышения урожайности и качества зеленой массы сорго // Успехи современного естествознания. 2017б. №6. С. 50-55. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36498> (дата обращения: 25.02.2024).
3. Бельченко С.А., Дронов А.В., Васькина Т.И. Особенности биологии, опыт возделывания и перспективы переработки сорго сахарного на юго-западе Центральной России // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. №2(46). С. 24-32. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2019-2-24-32>
4. Васькина Т.И. Агроэкономическое обоснование возделывания кормового (сахарного) сорго в условиях юго-запада Центрального региона России: научный доклад об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации). Брянск, 2021. 29 с.
5. Вертикова Е.А. Селекция зернокармливых культур в условиях Поволжья // В мире научных открытий. 2016. №9(81). С. 74-93. <https://doi.org/10.12731/wsd-2016-9-74-93>
6. Вертикова Е.А., Кузнецова А.Н. Изучение селекционных линий сахарного сорго по комплексу признаков в условиях Нижнего Поволжья // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2018. Т.10. №1. С. 12-29. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-1-12-29>
7. Верхоламошкин С.В., Бельченко С.А., Васькина Т.И. Агроэкологическое испытание сортов и гибридов сорго кормового [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] в условиях юго-западной части Центральной России // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 3. С. 27-38.
8. Верхоламошкин С.В. Формирование высокопродуктивных посевов сорго кормового в условиях Центрального региона России: дис. ... канд. с.-х. наук. Брянск, 2022. 130 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. М.: Альянс, 2014. 351 с.

10. Дронов А.В. Агробιοлогические обоснование интродукции сорговых культур в юго-западный регион Нечерноземья России: дис. ... д. с.-х. наук. Брянск, 2007. 404 с.
11. Дронов А.В., Бельченко Д.С. Урожайность кормовой массы сорго сахарного (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers) в зависимости от плотности посева на юго-западе Нечерноземья // Сахарная свекла. 2023. №5. С. 28-31. <https://doi.org/10.25802/SB.2023.56.52.006>
12. Дьяченко В.В. Научное сопровождение возделывания суданской травы в юго-западной части Нечерноземной зоны: дис. ... д. с.-х. наук. Брянск, 2009. 448 с.
13. Кагермазов А.М., Хачидогов А.В. Механизмы засухоустойчивости кукурузы // Инновации и продовольственная безопасность. 2018. №2. С. 62-65. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2018-0-2-62-65>
14. Каменева О.Б., Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Калинин Ю.А. Сахарное сорго как сахаронос и альтернативный источник биоэнергии (обзор) // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2021. №5. <https://doi.org/10.51419/20216602>
15. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В. Использование сорго сахарного в качестве источника питательных веществ для человека (обзор литературы) // Зерновое хозяйство России. 2019. №3. С. 3-9. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-3-9>
16. Кузнецова Л.В., Мазуров В.Н. Технология возделывания кукурузы для получения консервированного плющеного зерна (на примере Калужской области) // Кормопроизводство. 2021. № 5. С. 26-30.
17. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. М.: Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1989. 197 с.
18. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса, 1997. 156 с.
19. Никифорова С.А., Власов В.Г. Продуктивность и кормовая ценность сорговых культур в Ульяновской области: монография. Ульяновск: Изд-во Ульяновский государственный технологический университет, 2021. 124 с.
20. Персикова Т.Ф., Блохина Е.А. Возделывание сорго в Беларуси: монография. Горки: Изд-во Белорусская ГСХА, 2018. 144 с.
21. Пигарев И.Я., Степкина И.И., Салтык И.П. Эффективность выращивания сорго на корм в условиях лесостепи России. Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIV междунар. науч. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. С. 512-515.

22. Ремонтантность - залог высокой урожайности при неблагоприятных условиях выращивания. URL: <https://www.agrodialog.com.ua> (дата обращения: 29.02.2024).
23. Свист М.Е. Совершенствование элементов технологии возделывания сорговых культур на серых лесных почвах юго-западной части Центрального региона России: дис. ... канд. с.-х. наук. Брянск, 2011. 167 с.
24. Солнцева О.И. Действие гербицидов на химический состав корма из кукурузы // Агрохимический вестник. 2019. № 2. С. 65-67. <https://doi.org/10.24411/0235-2516-2019-10031>
25. Ториков В.Е., Бельченко С.А., Дронов А.В., Дьяченко В.В., Ланцев В.В. Кукуруза и сорго в интенсивном земледелии юго-запада Центрального региона России: монография. Брянск, Брянский ГАУ, 2018. 208 с.
26. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L. Павловск: Типография ВИР, 1977. 80 с.
27. Шкодина Е.П. Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. №22(4). С. 531-541. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541>
28. Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняи Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench. Л.: ВИР, 1982. 36 с.
29. Abebe T., Belay G., Tadesse T., Keneni G., Stay-green genes contributed for drought adaptation and performance under post-flowering moisture stress on sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) // Journal of Plant Breeding and Crop Science, 2021, vol.13, no. 4, pp. 190-202. <https://doi.org/10.5897/JPCS2020.0894>
30. Arshad A., Abbas A., Rehman A.U. Mechanism of drought stress tolerance in maize // Biol. Agri. Sci. Res. J., 2022, vol. 1, no. 3. <https://doi.org/10.54112/basrj.v2022i1.3>
31. Belous N.M., Belchenko S.A., Dronov A.V., Zaitseva O.A., Mameev V.V. Influence of growth regulators on the development and productivity of soybean (*Glycine max* (L.) and sorghum crops (*Sorghum* spp.) // Journal of Critical Reviews. China (Taipei), 2020, vol. 7, issue 12, pp. 1925-1935. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.12.296>
32. Galyuon I.K., Gay A.P., Hash C.T., Bidingier F.R., Howarth C.J. A comparative assessment of the performance of a stay-green sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) introgression line developed by marker-assisted selection and its parental lines // African Journal of Biotechnology, 2019, vol. 18, no. 26, pp. 548-563. <https://doi.org/10.5897/AJB2019.16826>
33. George-Jaeggli B., Mortlock M.Y., Borrell A.K. Bigger is not always better: Reducing leaf area helps stay-green sorghum use soil water more slowly // En-

- viron. Exp. Bot., 2017, vol. 138, pp. 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.03.002>
34. Kazungu F.K., Muindi E. M., Mulinge J. M. Overview of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.), its Economic Importance, Ecological Requirements and Production Constraints in Kenya // *International Journal of Plant & Soil Science*, 2023, vol. 35, no. 1, pp. 62-71. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i12744>
35. Sheoran S., Kaur Y., Kumar S., Shukla S., Rakshit S., Kumar R. Recent advances for drought stress tolerance in maize (*Zea mays* L.): present status and future prospects // *Front. Plant Sci.*, 2022, no. 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.872566>
36. Tiwari M., Singh S., Kumar S., Chauhan R. S., Tiwari U., Pushpendra, Singh A. Study on Correlation and Path Analysis in Forage Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] // *International Journal of Plant & Soil Science*, 2024, vol. 36, no. 4, pp. 52-59. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2024/v36i44452>
37. Tonapi V.A., Talwar H.S., Are A.K., Bhat B.V., Reddy Ch. R., Dalton T.J. Sorghum in the 21st Century: Food - Fodder -Feed - Fuel for a Rapidly Changing World(eBook). Springer, 2020. 932 p.

References

1. Alabushev A.V., Shishova E.A., Romanyukin A.E., Yermolina G.M., Gorpichenko S.I. Proiskhozhdeniye sorgo i razvitiye yego selektsii [The origin of sorghum and the development of its breeding]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal KubGAU* [Polythematic Online Electronic Scientific Journal of KubGAU], 2017a, no.127, pp. 281-294. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-127-017>
2. Alabushev A.V., Kovtunova N.A., Romanyukin A.E., Gorpichenko S.I., Yermolina G.M. Osnovnyye faktory povysheniya urozhaynosti i kachestva zelenoy massy sorgo [The main factors of increasing the yield and quality of sorghum green mass]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2017b, no. 6, pp. 50-55. <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36498> (accessed February 25, 2024).
3. Bel'chenko S.A., Dronov A.V., Vas'kina T.I. Osobennosti biologii, opyt vozde-lyvaniya i perspektivy pererabotki sorgo sakharnogo na yugo-zapade Tsen-tral'noy Rossii [Features of biology, cultivation experience and prospects of processing of sugar sorghum in the south-west of Central Russia]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2019, no. 2(46), pp. 24-32. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2019-2-24-32>

4. Vas'kina T.I. *Agroekonomicheskoye obosnovaniye vozdeleyvaniya kormovogo (sakharnogo) sorgo v usloviyakh yugo-zapada Tsentral'nogo regiona Rossii* [Agro-economic justification of forage (sugar) sorghum cultivation in conditions of south-west Central region of Russia]. Scientific report on the main results of scientific qualification work (dissertation). Bryansk, 2021, 29 p.
5. Vertikova E.A. Seleksiya zernokormovykh kultur v usloviyakh Povolzhya [Breeding of grain feed crops in the conditions of the Volga region]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the World of Scientific Discoveries], 2016, no. 9(81), pp. 74-93. <https://doi.org/10.12731/wsd-2016-9-74-93>
6. Vertikova E.A., Kuznetsova A.N. Izucheniye selektsionnykh liniy sakharnogo sorgo po kompleksu priznakov v usloviyakh Nizhnego Povolzhya [The study of breeding lines of sugar sorghum by a complex of characteristics in the conditions of the Lower Volga region]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2018, vol.10, no. 1, pp. 12-29. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-1-12-29>
7. Verkholamochkin S.V., Bel'chenko S.A., Vas'kina T.I. Agroekologicheskoye ispytaniye sortov i gibridov sorgo kormovogo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] v usloviyakh yugo-zapadnoy chasti Tsentral'noy Rossii [Agroecological testing of varieties and hybrids of forage sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] in the conditions of the south-western part of Central Russia]. *Vestnik Kurskoy GSKHA* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2021, no. 3, pp. 27-38.
8. Verkholamochkin S.V. *Formirovaniye vysokoproduktivnykh posevov sorgo kormovogo v usloviyakh Tsentral'nogo regiona Rossii* [Formation of highly productive forage sorghum crops in conditions of the Central region of Russia]. Dissertation ... candidate of agricultural sciences. Bryansk, 2022, 130 p.
9. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Alliance, 2014, 351 p.
10. Dronov A.V. *Agrobiologicheskoye obosnovaniye introduktsii sorgovykh kul'tur v yugo-zapadnyy region Nechernozem'ya Rossii* [Agrobiological rationale for introduction of sorghum crops into the southwestern of Non-Black Earth Region of Russia]. Dissertation ... doctor of agricultural sciences. Bryansk, 2007, 404 p.
11. Dronov A.V., Bel'chenko D.S. Urozhaynost' kormovoy massy sorgo sakharnogo (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers) v zavisimosti ot plotnosti poseva na yugo-zapade Nechernozem'ya [The yield of feed mass sugar sorghum (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers) depending on the density of sowing in south-west of the Non-Chernozem region]. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet], 2023, no. 5, pp. 28-31. <https://doi.org/10.25802/SB.2023.56.52.006>

12. D'yachenko V.V. *Nauchnoye soprovozhdeniye vozdeleyvaniya sudanskoy travy v yugo-zapadnoy chasti Nechernozemnoy zony* [Scientific support for cultivation of Sudanese grass in southwestern part of the Non-Chernozem Zone]. Dissertation ... doctor of agricultural sciences. Bryansk, 2009, 448 p.
13. Kagermazov A.M., Khachidogov A.V. Mekhanizmy zasukhoustoychivosti kukuruzy [Mechanisms of corn drought resistance]. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'* [Innovation and food security], 2018, no. 2, pp. 62-65. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2018-0-2-62-65>
14. Kameneva O.B., Kibalnik O.P., Yefremova I.G., Semin D.S., Kalinin YU.A. Sakharoye sorgo kak sakharonos i alternativnyy istochnik bioenergii (obzor) [Sugar sorghum as a sugar-bearing and alternative source of bioenergy (review)], *AgroEkoInfo: Elektronnyy nauchno-proizvodstvennyy zhurnal*, 2021, no. 5. <https://doi.org/10.51419/20216602>
15. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V. Ispolzovaniye sorgo sakharogo v kachestve istochnika pitatelnykh veshchestv dlya cheloveka (obzor literatury) [The use of sugar sorghum as a source of nutrients for humans (literature review)]. *Zernovoye khozyaystvo Rossii* [Grain farming in Russia], 2019, no. 3, pp. 3-9. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-3-9>
16. Kuznetsova L.V., Mazurov V.N. Tekhnologiya vozdeleyvaniya kukuruzy dlya polucheniya konservirovannogo plyushchenogo zerna (na primere Kaluzhskoy oblasti) [Technology of corn cultivation for the production of canned flattened grain (on the example of the Kaluga region)]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder Production], 2021, no. 5, pp. 26-30.
17. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kultur. Vy-pusk 2* [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 2]. Moscow: State Commission for variety testing of agricultural crops, 1989, 197 p.
18. *Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami* [The methodology of the state variety testing of agricultural crops]. Moscow: V.R. Williams Institute of Feed, 1997, 156 p.
19. Nikiforova S.A., Vlasov V.G. *Produktivnost' i kormovaya tsennost' sorgovykh kul'tur v Ul'yanovskoy oblasti* [Productivity and feed value of sorghum crops in the Ulyanovsk region]. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Technological University Publ, 2021, 124 p.
20. Persikova T.F., Blokhina E.A. *Vozdeleyvaniye sorgo v Belarusi* [Sorghum cultivation in Belarus]. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy Publ, 2018, 144 p.
21. Pigarev I.Ya., Stepkina I.I., Saltyk I.P. Effektivnost' vyrashchivaniya sorgo na korm v usloviyakh lesostepi Rossii [Efficiency of growing sorghum for fodder in the conditions of the forest-steppe of Russia]. *Agroekologicheskiye aspekty*

- ustoychivogo razvitiya APK* [Agroecological aspects of sustainable development of agro-industrial complex]: materials of the XIV International scientific conf. Bryansk: Bryansk GAU Publ, 2017, pp. 512-515.
22. Remontant type is a key to high yields under unfavorable growing conditions. [https:// www.agrodialog.com.ua](https://www.agrodialog.com.ua)
 23. Svist M.E. *Sovershenstvovaniye elementov tekhnologii vozdeleyvaniya sorgovykh kul'tur na serykh lesnykh pochvakh yugo-zapadnoy chasti Tsentral'nogo regiona Rossii* [Improving elements of technology for cultivating sorghum crops on gray forest soils in southwestern part of the Central region of Russia]. Dissertation ... candidate of agricultural sciences. Bryansk, 2011, 167 p.
 24. Solntseva O.I. Deystviye gerbitsidov na khimicheskiy sostav korma iz kukuruzy [The effect of herbicides on the chemical composition of corn feed]. *Agrokhimicheskiy Vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2019, no. 2, pp. 65-67. <https://doi.org/10.24411/0235-2516-2019-10031>
 25. Torikov V.E., Bel'chenko S.A., Dronov A.V., D'yachenko V.V., Lantsev V.V. *Kukuruza i sorgo v intensivnom zemledelii yugo-zapada Tsentral'nogo regiona Rossii* [Corn and sorghum in intensive agriculture in the south-west of the Central region of Russia]. Bryansk, Bryansk GAU Publ, 2018, 208 p.
 26. *Shirokiy unifikatsionnyy klassifikator SEV i mezhdunarodnyy klassifikator SEV vidov Zea mays L.* [The wide unified classifier of CMEA and the international classifier of CMEA species *Zea mays* L.]. Pavlovsk: VIR Publ, 1977, 80 p.
 27. Shkodina E.P. Biologicheskiye osnovy vyrashchivaniya sorgo na Severo-Zapade Nechernozemnoy zony [Biological basis of sorghum cultivation in the North-West of the Non-Chernozem zone]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science of the Euro-Northeast], 2021, no. 22(4), pp. 531-541. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541>
 28. Yakushevsky E.S., Varadinov S.G., Korneychuk V.A., Banyai L. *Shirokiy unifikatsionnyy klassifikator SEV i mezhdunarodnyy klassifikator SEV vozdeleyvayemykh vidov roda Sorghum Moench* [The broad unified classifier of CMEA and the international classifier of CMEA of cultivated species of the genus *Sorghum Moench*]. Leningrad: VIR, 1982, 36 p.
 29. Abebe T., Belay G., Tadesse T., Keneni G., Stay-green genes contributed for drought adaptation and performance under post-flowering moisture stress on sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 190-202. <https://doi.org/10.5897/IPBCS2020.0894>
 30. Arshad A., Abbas A., Rehman A.U. Mechanism of drought stress tolerance in maize. *Biol. Agri. Sci. Res. J.*, 2022, vol. 1, no. 3. <https://doi.org/10.54112/basrj.v2022i1.3>
 31. Belous N.M., Belchenko S.A., Dronov A.V., Zaitseva O.A., Mameev V.V. Influence of growth regulators on the development and productivity of soybean (Gly-

- cine max (L.) and sorghum crops (*Sorghum* spp.). *Journal of Critical Reviews*, 2020, vol.7, issue 12, pp. 1925-1935. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.12.296>
32. Galyuon I.K., Gay A.P., Hash C.T., Biding F.R., Howarth C.J. A comparative assessment of the performance of a stay-green sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) introgression line developed by marker-assisted selection and its parental lines. *African Journal of Biotechnology*, 2019, vol. 18, no. 26, pp. 548-563. <https://doi.org/10.5897/AJB2019.16826>
33. George-Jaeggli B., Mortlock M.Y., Borrell A.K. Bigger is not always better: Reducing leaf area helps stay-green sorghum use soil water more slowly. *Environ. Exp. Bot.*, 2017, vol. 138, pp. 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.03.002>
34. Kazungu F.K., Muindi E.M., Mulinge J.M. Overview of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.), its Economic Importance, Ecological Requirements and Production Constraints in Kenya. *International Journal of Plant & Soil Science*, 2023, vol. 35, no. 1, pp. 62-71. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i12744>
35. Sheoran S., Kaur Y., Kumar S., Shukla S., Rakshit S., Kumar R. Recent advances for drought stress tolerance in maize (*Zea mays* L.): present status and future prospects. *Front. Plant Sci.*, 2022, no. 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.872566>
36. Tiwari M., Singh S., Kumar S., Chauhan R. S., Tiwari U., Pushpendra, Singh A. Study on Correlation and Path Analysis in Forage Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *International Journal of Plant & Soil Science*, 2024, vol. 36, no. 4, pp. 52-59. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2024/v36i44452>
37. Tonapi V.A., Talwar H.S., Are A.K., Bhat B.V., Reddy Ch. R., Dalton T.J. *Sorghum in the 21st Century: Food - Fodder - Feed - Fuel for a Rapidly Changing World* (eBook). Springer, 2020, 932 p.

ВКЛАД АВТОРОВ

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

The authors contributed equally to this article.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Дронов Александр Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
dronov.bsgha@yandex.ru

Бельченко Сергей Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область,
243365, Российская Федерация
sabel032@rambler.ru

Дьяченко Владимир Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрономии, селекции и семеноводства
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область,
243365, Российская Федерация
vvd16777@yandex.ru

Сычев Сергей Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область,
243365, Российская Федерация
bgsha@bgsha.com

Малявко Галина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область,
243365, Российская Федерация
MalyavkoGP@bgsha.com

DATA ABOUT THE AUTHORS

Alexander V. Dronov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University
2a, Sovetskaya Str., Kokino village, Vygonichsky district, 243365, Bryansk region, Russian Federation
dronov.bsgha@yandex.ru
SPIN-code: 7580-0523
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5398-4822>

Sergei A. Belchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University
2a, Sovetskaya Str., Kokino village, Vygonichsky district, 243365, Bryansk region, Russian Federation
sabel032@rambler.ru
SPIN-code: 1938-4203
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7467-8314>

Vladimir V. Dyachenko, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University
2a, Sovetskaya Str., Kokino village, Vygonichsky district, 243365, Bryansk region, Russian Federation
vvd16777@yandex.ru
SPIN-code: 7970-2041
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6302-9113>

Sergei M. Sychev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University
2a, Sovetskaya Str., Kokino village, Vygonichsky district, 243365, Bryansk region, Russian Federation
bgsha@bgsha.com
SPIN-code: 9450-7299
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

Galina P. Malyavko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology
Bryansk State Agrarian University
2a, Sovetskaya Str., Kokino village, Vygonichsky district, 243365, Bryansk region, Russian Federation
MalyavkoGP@bgsha.com
SPIN-code: 8679-6466
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2844-3324>

Поступила 29.03.2024

После рецензирования 02.06.2024

Принята 26.06.2024

Received 29.03.2024

Revised 02.06.2024

Accepted 26.06.2024