



## Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны

© 2021. Е. П. Шкодина✉

ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

*Необходимость восстановления молочного поголовья крупного рогатого скота и кормовой базы в Северо-Западном регионе РФ требует новых источников кормов с высокими показателями урожайности и питательности. Цель работы – изучить возможность интродукции сорго сахарного в регион для использования на кормовые цели. Исследования проводили в 2017-2020 гг. в условиях Новгородской области. На делянках площадью 10 м<sup>2</sup> в третьей декаде мая высевали сорго сахарное (гибрид первого поколения Силосное 88, сорт Галия, линия Ларец), предшественники – картофель (2017, 2018, 2020 гг.) и викоовсяная смесь (2019 г.). Установлена способность сорго сахарного в неблагоприятных погодных условиях останавливаться в развитии и впадать в спячку, при улучшении погоды возобновлять вегетацию. Интенсивный рост растений приходился на конец июля-август со среднесуточным приростом 1,9-5,0 см. К концу августа высота растений достигала 245-280 см, урожайность зеленой массы – 110 т/га (гибрид Силосное 88), 139,2 т/га (сорт Галия), 136 т/га (линия Ларец). В экстремальных условиях 2017 г. урожайность зеленой массы сорго составила 21 т/га. Сбор с 1 га сухого вещества (СВ) достигал 6,8-13,4 т/га. Содержание протеина в СВ составило 8,4-11,5 %, выход кормовых единиц – 0,76-0,82 кг/кг, обменной энергии 9,7-10,1 МДж/кг. Сорго сахарное обладает отавностью, в условиях Новгородской области урожайность зеленой массы от двух укосов (конец июля, август-сентябрь) была ниже (23,3-46,7 т/га), чем от одного в конце августа-сентябре (44,3-139,2 т/га). Линия Ларец вступала в фазы вегетации позже на 5-27 дней, чем гибрид Силосное 88 и сорт Галия. Вегетационный период сорго сахарное заканчивало в фазе «выметывание-цветение». Таким образом, установлена высокая пластичность и приспособляемость сорго сахарного к неблагоприятным климатическим условиям зоны и перспективность для использования в кормопроизводстве.*

**Ключевые слова:** сорго сахарное, интродукция, урожайность, питательность, динамика роста, зеленый конвейер

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (тема № 0681-2019-0001, рег. № НИОКТР АААА-А19-119082290041-7).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Автор благодарит ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» и лично заведующего лабораторией селекции и первичного семеноводства сорго кандидата с.-х. наук А. Б. Володина за предоставленный семенной материал и плодотворное сотрудничество.

**Конфликт интересов:** автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Шкодина Е. П. Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):531-541. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541>

Поступила: 15.03.2021

Принята к публикации: 30.07.2021

Опубликована онлайн: 26.08.2021

## Biological basis of sorghum cultivation in the North-West of the Non-Chernozem zone

© 2021. Elena P. Shkodina✉

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russian Federation

*The need to restore the dairy cattle population and the feed base in the North-West region of the Russian Federation requires new sources of feed with high yield and nutritional values. The purpose of the research is to study the possibility of sugar sorghum introduction into the region for forage use. The research was conducted in 2017-2020 in the conditions of the Novgorod region. On plots with an area of 10 m<sup>2</sup> in the third decade of May sugar sorghum was sown: a hybrid of the first generation Silosnoe 88, the Galia variety, the Laretz line. The predecessors were potato (2017, 2018, 2020) and vetch and oat mix (2019). The ability of sugar sorghum to stop developing and hibernate in unfavorable weather conditions, resuming vegetation when the weather improves, has been established. Intensive plant growth was observed at the end of July-August with the average daily growth of 1.9-5.0 cm. By the end of August, the plant height reached 245-280 cm, the yield of green mass was 110 t/ha (hybrid Silosnoe 88), 139.2 t/ha (variety Galia), 136 t/ha (Laretz line). In the extreme conditions of 2017, the yield of sorghum green mass was 21 t/ha. The yield of dry matter (DM) from 1 ha reached 6.8-13.4 t/ha. The protein content in the DM was 8.4-11.5 %, the yield of feed units was 0.76-0.82 kg/kg, the output of exchange energy was 9.7-10.1 MJ/kg. Sugar sorghum has an ability to grow back after mowing; in the conditions of the Novgorod region, the yield of green mass from two mowing (end of July, August-September) was lower (23.3-46.7 t/ha) than from the one at the*

*end of August-September (44.3-139.2 t/ha). The Laretz line vegetation phases began 5-27 days later than those of the Silosnoe 88 hybrid and Galiya variety. The growing season of sugar sorghum ended in the phase of "heading of panicles - flowering". Thus, a high plasticity and adaptability of sorghum varieties to unfavorable climatic conditions of the zone and their prospects for use in forage production have been established.*

**Keywords:** sugar sorghum, introduction, productivity, nutritional value, growth dynamics, green conveyor

**Acknowledgment:** the work was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal State Budgetary Institution St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Science, Novgorod Scientific Research Institute of Agriculture (theme No. 0681-2019-0001, reg. No. NIOKTR AAAA-A19-119082290041-7).

The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

The author thanks the Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasian Federal Research Center" and personally the head of the Laboratory of Selection and Primary Seed Production of sorghum, PhD in Agricultural Science A. B. Volodin for the provided seed material and fruitful cooperation.

**Conflict of interest:** the author stated no conflict of interest.

**For citations:** Shkodina E. P. Biological basis of sorghum cultivation in the North-West of the Non-Chernozem zone. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):531-541. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541>

Received: 15.03.2021    Accepted for publication: 30.07.2021    Published online: 26.08.2021

Природно-климатические особенности, выгодное положение по отношению к транспортным магистралям и близость обеих столиц обуславливают специализацию агропромышленного комплекса (АПК) Новгородской области на мясомолочном животноводстве, выращивании картофеля и овощей закрытого и открытого грунта. В области по состоянию на январь 2021 года имеется 592 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения, из них 422,3 тыс. га приходится на пашню<sup>1</sup>.

С начала 21 века по настоящее время наблюдается устойчивая тенденция снижения общего объема земель, используемых для производства сельхозпродукции. В период с 2000 по 2020 год возделываемая площадь уменьшилась в два раза, свыше 60 % пашни не используется по назначению, регулярно обрабатывается менее 160 тыс. га. Площадь, занятая под кормовые культуры, снизилась более чем в два раза и составляет на сегодняшний день менее 97 тыс. га. В сельскохозяйственных организациях поголовье дойного стада уменьшилось за 20 лет в 3,6 раза, до 15 тыс. голов. Если потребности населения области в мясе, овощах и картофеле обеспечиваются полностью, то количество производимого молока с трудом покрывает 50 % от необходимой физиологической нормы<sup>2</sup>. Правительством Новгородской области принят закон «О молочном животноводстве»<sup>3</sup>, нацеленный на восстановление

и качественное увеличение поголовья КРС молочного направления. Конечной его целью является насыщение внутреннего рынка собственной молочной продукцией и реализация излишков за пределы региона.

Для восстановления поголовья КРС требуется создать прочную кормовую базу, т. е. возродить пустующие пахотные земли, повысить продуктивность кормового гектара и, как итог, получить в необходимых количествах высококачественные, сбалансированные по питательности корма.

В настоящее время в рационе питания животных, по данным Новгородстата, концентрированные корма составляют более 75 %, в то время как в начале 21 века на их долю приходилось не более 35 %. Увеличение доли концентратов связано с ростом удельного веса свиней и птицы в производстве мясной продукции. Однако нельзя отрицать увеличения объема концентрированных кормов в рационе КРС, что приводит к росту себестоимости мясомолочной продукции.

Агроценозы, создаваемые на пахотных землях из многолетних трав – злаковых, бобовых и их смесей – составляют основу кормовой базы молочного животноводства. Производимые из них корма наиболее универсальные и дешевые, удовлетворяющие основным требованиям по кормовому достоинству [1].

<sup>1</sup>Сайт Министерства сельского хозяйства Новгородской области. [Электронный ресурс].

URL: <https://apk.novreg.ru/> (дата обращения 10.02.2021).

<sup>2</sup>Новгородстат. Официальная статистика. [Электронный ресурс]. URL: <https://novgorodstat.gks.ru/> (дата обращения 15.02.2021).

<sup>3</sup>Закон Новгородской области от 27.10.2017 г. № 170-ОЗ О молочном животноводстве (принят Постановлением Новгородской областной Думы от 25.10.2017 г. № 328-ОД).

При создании зеленого и сырьевого конвейеров, чтобы обеспечить бесперебойное поступление зеленой массы, помимо многолетних трав в структуре посевов требуется наличие однолетних кормовых культур. Традиционно для подкормки используют вико- и горохоовсяные смеси, основной силосной культурой является кукуруза. Интенсификация производства продукции животноводства требует новых подходов в кормопроизводстве: нужны более продуктивные, адаптированные сорта и культуры однолетних трав [2, 3].

Сорго – древний род семейства мятликовые, родиной которого является Африка. Основными регионами производства сорго в настоящее время являются США, страны Африки, Индия, на постсоветском пространстве – Молдавия, Украина, Казахстан, в России – Северо-Кавказский регион и Поволжье. Род сорго включает более 30 видов, которые делят на четыре основные группы по типу использования – зерновое, сахарное, травянистое (суданская трава), веничное [4]. Культура требовательна к теплу, не переносит заморозков, является засухо- и жароустойчивой, в то же время отзывчива к влаге, является растением короткого дня. Для полного цикла требуются суммы активных температур (выше 10 °С), от 2000-2500<sup>4,5</sup> до 2500-3500 °С [5].

Интерес в расширении зоны выращивания на север представляют сорта сорго сахарного, поскольку оно является хорошей кормовой культурой, богатой углеводами, белками, каротином, витаминами, с высокой урожайностью, хорошо поедается скотом [6].

В Российской Федерации основными регионами возделывания сорго являются Северо-Кавказский и Поволжский, в которых находятся научные центры по селекции и семеноводству культуры (Северо-Кавказский ФНАЦ, НИПТИ сорго и кукурузы) [7, 8], АНЦ «Донской», Самарский ФИЦ РАН. Научное сотрудничество и партнерство ведущих НИИ в области селекции и технологий возделывания сорговых культур с другими регионами дало положительные результаты в выращивании сорго на черноземных почвах Мордовии, Красноярского и Алтайского краев, в Центральном районе Нечерноземья, на территории сопредельной Белоруссии.

Так, в условиях Мордовии разработаны элементы технологии для получения зеленой массы и семян сорго сахарного, включающие отвальную вспашку на 20-22 см, посев на зеленую массу в 3-й декаде мая на глубину 4-5 см с нормой высева 0,6-0,8 млн всхожих семян на гектар. Для посева на зеленую массу рационально высевать семена с шириной междурядий 15 и 45 см [9]. Установлено, что лучший по питательности корм из сорго получается при уборке в более ранние фазы развития. После цветения качество корма резко снижается [10].

Алтайскими учеными установлено, что раннеспелые сорта и линии сорго сахарного в крае дают хорошие урожаи качественного зерна, а позднеспелые сорта селекции Северо-Кавказского ФНАЦ обладают высокой продуктивностью при выращивании на корм [11]. В Красноярском крае сорт сорго Кинельское 4 показал в опытах высокую продуктивность зеленой массы 87,4 т/га, питательность составила 17,5 тыс. корм. ед./га, что выше стандарта для региона в 2,5 раза [12]. На юге Нечерноземья разработана технология возделывания сорговых культур для Брянской и Калужской областей на кормовые и семенные цели. Установлено, что в кормосырьевом конвейере сорго сахарное эффективнее использовать на зеленый корм и силос [13, 14]. Ученые Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию считают, что необходимо совершенствовать структуру кормовых площадей, в том числе расширяя посевы сорго сахарного в центральной и южной частях республики, обеспечивающие сбор кормовых единиц с гектара 11,5-12,0 тонн [15].

На территории Новгородской области происходит изменение климата. Количество осадков, выпадающих в течение года, увеличилось за период 1950-2018 гг. с 511 до 681 мм. Среднегодовая температура в 2010 г. составила +6,3 °С, выше на 2,8 °С по сравнению с 1960 г. Анализ метеорологической информации показал увеличение суммы активных температур за последние 60 лет на 240 °С и количества осадков вегетационного периода на 60 мм [16]. Таким образом, отмечается устойчивый тренд на потепление, что позволяет сделать предположения о возможности введения в структуру посевных площадей теплолюбивых культур.

<sup>4</sup>Медведев П. Ф., Сметанникова А. И. Кормовые растения европейской части СССР: справочник. Л.: Колос, 1981. 336 с.

<sup>5</sup>Растениеводство. Под редакцией П. П. Вавилова. Изд. 4-е, доп. и перераб. М.: Колос, 1979. 519 с.

В Северо-Западном регионе Нечерноземья возможность интродукции теплолюбивых сорговых культур до недавних пор не рассматривалась. В 2016 году на опытном поле Новгородского НИИСХ были проведены посевы суданской травы Землячка и сорго-суданкового гибрида Навигатор (селекции Ставропольского НИИСХ). Эксперимент показал возможность выращивания южных культур. Впервые агроэкологические исследования сорговых культур проводятся в Новгородской области с 2017 года, изучаются биологические особенности развития в зоне рискованного земледелия. Отмечена высокая экологическая пластичность изучаемого материала и перспективность для использования на кормовые цели [17].

**Цель исследований** – установить закономерности роста и развития сорго сахарного (*Sorghum saccharatum* Jakushev.) в условиях Новгородской области, определить продуктивность и питательную ценность зеленой массы, потенциальную возможность использования культуры в кормосырьевом конвейере.

**Материалы и методы.** Исследования проводили на опытном поле ФБГНУ Новгородский НИИСХ в 2017-2020 гг. Почвы участка легкосуглинистые дерново-подзолистые (рН<sub>сол.</sub> 5,1-6,6; содержание подвижных соединений калия – 101-229, фосфора – 120-737 мг/кг почвы, органического вещества – 2,81-3,57 %). Фенологические наблюдения, измерения и учеты проводили в соответствии с методическими указаниями<sup>6</sup>. Предшественниками сахарного сорго в исследованиях являлись картофель в 2017, 2018, 2020 гг., в 2019 г. – занятый пар по пласту многолетних бобовых трав ( викоовсяная смесь). Площадь одной деланки 10 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение систематическое.

Объекты исследований – гибрид первого поколения Силосное 88 (включен в Госреестр РФ в 1993 г.), линия Ларец (включена в 2005 г.), сорт Галия (включен в 2012 г.). Согласно характеристикам для зон районирования, сорт Галия является среднеранним, гибрид Силосное 88 и линия Ларец относятся к группе среднеспелых. Семенной материал предоставлен Северо-Кавказским ФНАЦ (г. Ставрополь) в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве.

Посев проводили вручную рядовым способом с междурядьем 20 см во второй половине мая при наступлении оптимальных

условий для прорастания семян, норма высева 20 кг/га. Перед посевом вносили минеральные удобрения по 60 кг NPK на гектар. В период вегетации проводили ручные прополки и рыхление междурядий. Данные исследований обработаны методом дисперсионного анализа<sup>7</sup>.

Пробы на анализ качества зеленой массы сорго сахарного отбирали в поздние стадии фазы «выход в трубку». Анализы проводили в испытательной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Новгородская», аттестаты аккредитации № RA.RU.21ПЧ72 и № RA.RU.10HA147.

**Результаты и их обсуждение.** Вегетационный период 2017 года определяли экстремальные погодные условия. Сумма активных температур выше 10 °С была ниже средней многолетней на 11 %, количество осадков превысило норму в 1,7 раза, ГТК составил 2,9. Наступление фенологических фаз у растений проходило с задержкой до месяца, безморозный период продлился до 21 октября (табл. 1).

В 2018 году до середины мая наблюдались ночные заморозки с низкими дневными температурами и застоем воды на полях, июнь был холодным с заморозками в первой декаде. В течение вегетационного периода ощущался дефицит осадков, безморозный период продлился до 25 сентября.

Особенностью вегетационного периода 2019 года были резкие контрасты водно-воздушного и теплового режимов. В первой декаде мая отмечались ночные заморозки, в третьей декаде мая количество осадков превысило 1,2 месячных нормы. В июне было три дня с осадками ливневого характера, июль – дождливый и холодный. Смерч с ливнем и градом прошел 7 августа. С 18 сентября в течение недели наблюдались ночные заморозки, остановившие вегетацию южных культур.

Вегетационному периоду 2020 года предшествовала аномально теплая зима: отсутствовал снежный покров, среднемесячные температуры были выше нуля, осадки выпадали в виде дождя. В мае температурный фон был ниже среднего многолетнего на 1,5 °С, в июле – на 0,5 °С, июнь жаркий. Безморозный период продлился до 21 октября.

В 2017 году в исследованиях задействованы сорт сорго сахарного Галия и гибрид первого поколения Силосное 88, с 2018 года ассортимент расширен линией сорго сахарного Ларец.

<sup>6</sup>Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИК, 1987. 197 с.

<sup>7</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.



*Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов 2017-2020 гг. /  
Table 1 – Meteorological conditions of the growing seasons of 2017-2020*

Месяц / Month	Осадки, мм / Precipitation, mm						Среднемесячная температура воздуха, °C / Average monthly temperature of air, °C					
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	сред- нее / average	норма / norm	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	сред- нее / average	норма / norm
Май / May	29	24	67	42	40,5	<b>37</b>	9,3	15,2	12,7	10,1	11,8	<b>11,6</b>
Июнь / June	113	43	71	76	75,8	<b>62</b>	13,5	15,3	18,3	19,0	16,5	<b>15,7</b>
Июль / July	180	104	98	67	112,2	<b>71</b>	16,0	19,9	15,7	16,8	17,1	<b>17,3</b>
Август / August	126	65	92	44	81,8	<b>71</b>	16,8	17,9	15,5	16,3	16,6	<b>15,5</b>
Сентябрь / September	68	38	64	24	48,5	<b>60</b>	12,0	13,3	10,7	13,2	12,3	<b>10,3</b>
Σ осадков / Σ precipitation	516	274	392	253	359	<b>301</b>	-					
Σ активных температур >10 °C / Sum of active temperatures >10 °C							1782	2501	2231	2324	2210	<b>2156</b>
ГТК / НТС	2,89	1,09	1,76	1,09	1,62	<b>1,4</b>	-					

Всходы сорго сахарного появлялись через 2-3 недели после посева. В 2018 году из-за недостатка почвенной влаги всходы появились в начале июля после выпадения

осадков. В годы исследований преимущественно к концу июня-началу июля растения находились в фазе кущения (рис. 1). В 2017 году фаза кущения наступила на месяц позже.



*Рис. 1. Посевы сорго сахарного 30.06.2020 г. (слева) и 24.06.2019 г. /  
Fig. 1. Crops of sugar sorghum crops 30.06.2020 (left) and 24.06.2019*

В первый год исследований (2017 г.) различий в прохождении фаз по сортам не отмечено, поскольку май, июнь и июль были аномально холодными и дождливыми. Растения перешли в фазу выхода в трубку только в начале августа. Суммы активных температур вегетационного периода для перехода в следующую фазу развития растениям не хватило. Разница в высоте растений и урожайности была незначительной. В конце августа у гибрида Силосное 88 высота растений составляла 113 см, урожайность зеленой массы 21,0 т/га, у сорта Галия соответственно 96 см и 21,2 т/га.

Последующие годы были более благоприятными для роста и развития растений.

Тем не менее, суммы активных температур не хватило для полного цикла развития растений. К концу вегетации растения находились в фазе выметывания-цветения, в 2020 году завязались семена (табл. 2).

Период от выхода в трубку до выметывания у сорго сахарного наступает во второй половине-конце июля и длится более месяца. Именно в это время начинается интенсивный рост растений (рис. 2) и формирование биологической массы. В условиях региона у сорго Силосное 88 наступление фаз проходит на неделю-две раньше остальных, в 2019 году сорт Галия отличился скороспелостью, линия Ларец вступила в фазы вегетации позже всех.

Таблица 2 – Фазы развития сорго сахарного в 2018-2020 гг. /  
Table 2 – Phases of development phases of sugar sorghum in 2018-2020

Фаза / Phase	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	Силосное 88 / Silosnoe 88	Галия / Galiya	Ларец / Larets	Силосное 88 / Silosnoe 88	Галия / Galiya	Ларец / Larets	Силосное 88 / Silosnoe 88	Галия / Galiya	Ларец / Larets
Дата посева / Date of sowing	22 мая / May 22	05 июля / July 05	18 июля / July 18	22 мая / May 22	05 июля / July 05	18 июля / July 18	22 мая / May 22	05 июля / July 05	18 июля / July 18
Всходы / Seedling stage	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20
Кушение / Tillering	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20
Выход в трубку / Shooting	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20
Выметывание / Heading of panicles	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20
Цветение / flowering	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20
Формирование семян / Seed formation	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20
Созревание / Ripening stage	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20
Дата заморозка / Frost date	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20	24 июля / July 24	28 августа / August 28	20 сентября / September 20

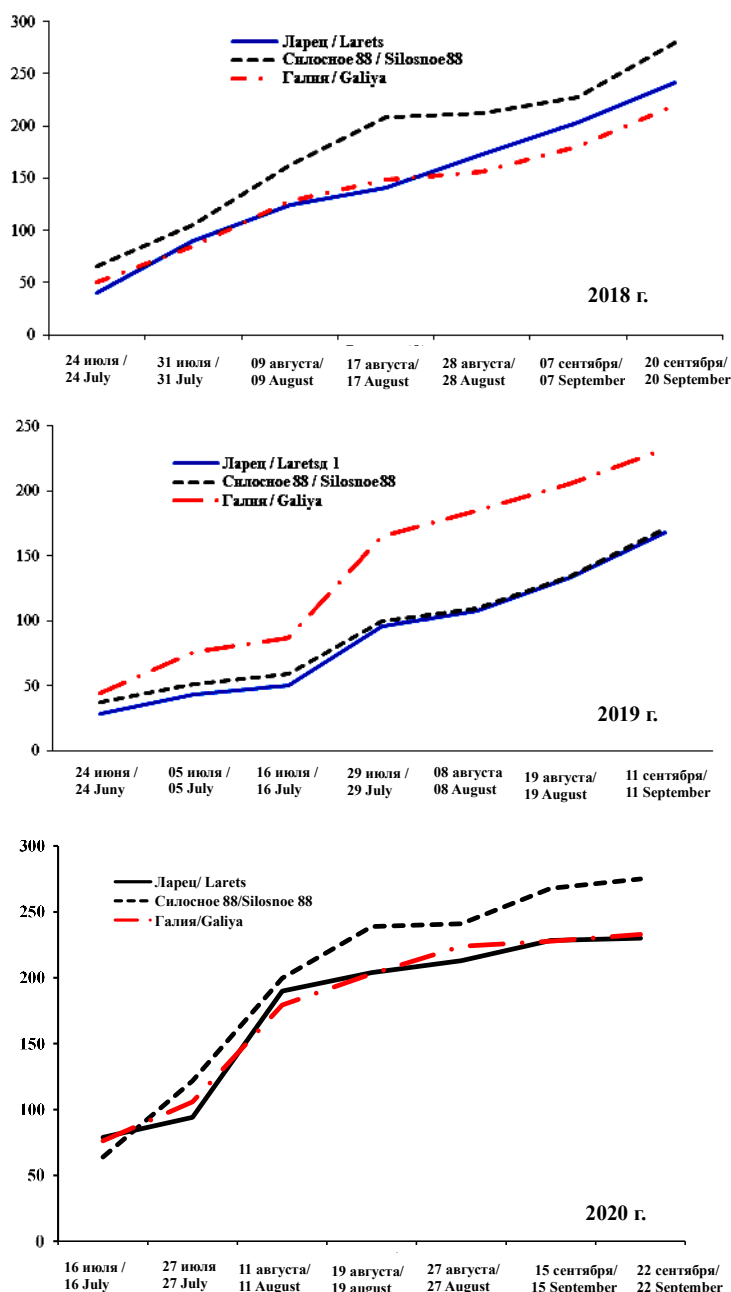


Рис. 2. Динамика роста сорго сахарного, см  
(2018-2020 гг.) /  
Fig. 2. Growth dynamics of sugar sorghum  
varieties, cm (2018-2020)

В 2018 году среднесуточный прирост у гибрида Силосное 88 в период фазы «выход в трубку» составил 3,8 см, сорта Галия 2,3 см, линии Ларец 1,9 см, в 2019 году соответственно 2,4 см, 3,8 и 2,7 см, в 2020 году – 5,0 см, 3,6 и 3,6 см. В 2020 году в фазу «выметывание» рост замедляется и прекращается, когда растениям хватило тепла для перехода в фазы «цветение» и «формирование семян». К сентябрю высота растений достигла двух метров и более, максимальная отмечена у гибрида Силосное 88 – 275-280 см. У сорта Галия высота составила 220-240 см, у линии Ларец – 170-245 см (рис. 3).



Рис. 3. Высота растений сорго сахарного 11.09.2019 г.: 1 – Галия; 2 – Ларец; 3 – Силосное 88 /  
Fig. 3. Height species of sugar sorghum 11.09.2019: 1 – Galiya; 2 – Laretz; 3 – Silosnoe 88

Для определения динамики формирования зеленой массы проводили контрольные укосы еженедекадно. Анализ полученных данных позволяет сделать выводы, что интенсивное накопление вегетативной массы также приходится на период фазы «выход в трубку»

(табл. 3). В эту фазу сорго можно убирать на зеленый корм и сено, то есть период заготовки может длиться до одного-полутора месяцев. В начале периода урожайность зеленой массы находится на уровне 6-22 т/га, достигая к концу августа показателей в 44-139 т/га.

Таблица 3 – Динамика формирования зеленой массы сорго сахарного, т/га (2017-2020 гг.) /  
Table 3 – Dynamics of sorghum green mass formation, t/ha (2017-2020)

Декада / Decade	Силосное 88 / Silosnoe 88				Галия / Galiya				Ларец / Laretz		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Июль / July											
1 декада / 1 decade	-	-	6,1	-	-	-	20,2	-	-	7,1	-
2 декада / 2 decade	-	8,8	11,4	15,0	-	8,9	22,2	15,9	9,3	10,8	13,0
3 декада / 3 decade	-	30,8	17,1	29,9	-	18,2	72,9	23,2	18,2	27,5	36,1
Август / August											
1 декада / 1 decade	8,4	33,9	22,2	44,8	7,0	39,9	79,2	41,0	29,9	35,1	48,5
2 декада / 2 decade	12,8	47,3	25,0	64,8	8,5	43,3	138,0	54,1	40,2	40,2	75,8
3 декада / 3 decade	15,3	68,3	44,3	110,2	11,4	44,8	139,2	78,6	46,0	44,0	136,5
Сентябрь / September											
1 декада / 1 decade	-	71,0	58,1	-	-	55,6	100,4	-	70,6	25,7	-
2 декада / 2 decade	21,0	72,8	-	71,3	21,2	67,5	-	59,1	77,2	-	106,2
НСР <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	1,9	2,5	4,4	3,9	1,9	2,5	4,4	3,9	2,5	4,4	3,9



Поскольку в условиях Новгородской области даже цветение наступает не каждый год, то до наступления заморозков сорго можно убирать на силос. Растения остаются сочными и зелеными до конца вегетации. После выметывания увеличение вегетативной массы сорго останавливается, в фазу «цветение» наблюдается снижение влажности зеленой массы и, как следствие, уменьшение урожайности в сыром виде. В 2017 году урожайность зеленой массы была на уровне 21 т/га из-за чрезвычайных погодных условий. Благоприятным для роста и развития сорта Галия сложился 2019 год, в июле урожайность зеленой массы составляла 73 т/га, к концу августа вегетативная масса достигла 139 т/га. Гибрид Силосное 88 способен стабильно давать в августе от 45-68 до 110 т/га, линия Ларец – от 30-75 до 136 т/га зеленой массы.

Характерной особенностью сорго, в отличие от стандартной силосной культуры куку-

рузы, является его способность к отавности. Отава отрастала к сентябрю при проведении первого укоса до конца июля, продуктивность второго укоса находилась в пределах 9-15 т. В наших исследованиях урожайность зеленой массы от двух укосов была меньше, чем при проведении первого укоса в конце августа-сентябре. У гибрида Силосное 88 сбор зеленой массы за два укоса составил 23,3-40,1 т/га, у сорта Галия 31,5-36,5 т/га, у линии Ларец 43,6-46,7 т/га. Проведение двух укосов оправдано при дефиците других источников зеленых кормов. В этом случае первый укос и отаву целесообразно использовать на подкормку с предварительным подвяливанием во избежание отравления животных.

Помимо урожайности, объективным показателем при производстве кормов является качественная характеристика получаемой зеленой массы (табл. 4).

**Таблица 4 – Качественные характеристики зеленой массы сорго сахарного в пересчете на сухое вещество (СВ) в 2017-2020 гг. /**

**Table 4 – Quality characteristics of green mass of sugar sorghum in terms of dry matter (DM) in 2017-2020**

Показатель качества/ Quality indicator	Силосное 88/ Silosnoe 88	Галия / Galiya	Ларец / Laretz	ГОСТ 27978-88 (для кукурузы) / GOST 27978-88 (for corn)
Массовая доля СВ при натуральной влажности, % / Mass fraction of dry matter at natural humidity, %	14,2-20,6	12,8-16,9	12,6-32,9	-
Урожайность зеленой массы, т/га / Productivity of green mass, t/ha	21,0-44,8	39,9-79,2	29,9-48,5	-
Содержание в сухом веществе (СВ) / Content in dry matter (DM)				
Сырого протеина, % / Crude protein, %	5,4-10,2	8,3-11,5	7,9-8,4	9
Клетчатки, % / Fiber, %	27,4-29,8	29,7-31,0	28,6-29,2	-
Обменной энергии, МДж/кг / Exchange energy, MJ/kg	9,6-10,1	9,4-9,7	9,7-9,9	10,1
Кормовых единиц, кг/кг / Feed units, kg/kg	0,75-0,82	0,72-0,76	0,77-0,79	0,86
Сахара, % (2019 г.) / Sugar, % (2019)	3,40	9,47	9,42	-
Сбор с 1 га / Yield from 1 hectare				
СВ, т/га / DM, t/ha	3,9-6,8	4,0-13,4	3,8-11,6	-
Сырого протеина, кг/га / Crude protein, kg/ha	212-687	331-1547	299-972	-
Клетчатки, т/га / Fiber, t/ha	1,07-2,0	1,19-4,15	1,08-3,37	-
Обменной энергии, ГДж/га / Exchange energy, GJ/ha	37,5-68,3	37,6-129,9	36,6-114,4	-
Кормовых единиц, т/га / Feed units, t/ha	2,93-5,54	2,88-10,17	2,9-9,12	-
Сахара, кг/га (2019 г.) / Sugar, kg/ha (2019)	155,4	1267,1	1088,0	-



Содержание в сухом веществе кормовых единиц и обменной энергии у сортов сорго сахарного во все годы исследований было ниже ГОСТа для кукурузы. При этом с гектара можно собрать до 9-10 тонн кормовых единиц и получить до 130 ГДж обменной энергии. У линии Ларец содержание сырого протеина (СП) ниже уровня ГОСТ, однако, выход СП с гектара выше, чем у гибрида Силосное 88, отвечающего требованиям стандарта. У сорта Галия количество СП в сухом веществе находилось на уровне 9,8 % и выше. С одного гектара посевов сорго сахарного можно собрать до 1,5 тонн сырого протеина.

Содержание сахара в СВ в фазе «выход в трубку» у сорта Галия и линии Ларец выше 9 %. Известно, что интенсивность накопления сахаров в стеблях увеличивается после цветения, а максимум приходится на период восковой и полной спелости зерна, поэтому в наших условиях максимум недостижим. Однако этого количества сахаров вполне достаточно для получения силоса высокого качества с показателями выше, чем у кукурузы [18]. Очевидно, что перспективно совместное силосование сорго сахарного с бобовыми трудносилосуемыми культурами, такими как клевер луговой, козлятник восточный, люцерна изменчивая и другие, что приведет к увеличению протеиновой составляющей корма.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлена возможность возделывания сорго сахарного на кормовые цели в Новгородской области. За время испытаний гибрид сорго Силосное 88, сорт Галия и линия Ларец показали высокую пластичность и адаптивность к неблагоприятным условиям:

- являясь теплолюбивыми и засухоустойчивыми, положительно реагировали на достаточное увлажнение при умеренном тепле;

- в условиях избыточного увлажнения растения не полегали, сохраняли зеленую окраску и сочность листьев и стеблей до конца вегетации, то есть до заморозков;

- в условиях низкого естественного плодородия почвы давали стабильно высокие урожаи зеленой массы. В конце августа урожайность гибрида Силосное 88 по годам была в диапазоне 34-110 т/га, сорта Галия 45-139 т/га, линии Ларец 44-136 т/га.

Установлено, что в Новгородской области вегетационный период сорго сахарного заканчивается в фазе «выметывание-цветение» с наступлением заморозков. Гибрид Силосное 88 показал относительную скороспелость по отношению к остальным объектам изучения, линия Ларец отличилась позднеспелостью, сорт Галия занял промежуточное положение.

Гибрид сорго сахарного Силосное 88, сорт Галия, линию Ларец можно рекомендовать для использования в кормопроизводстве Северо-Западного региона Нечерноземной зоны. Актуальный период, занимаемый культурой в кормосырьевом конвейере – с конца июля до окончания вегетационного периода, т. е. до конца сентября или октября в зависимости от погодных условий. Сорго сахарное в целом по результатам исследований является перспективной культурой для интродукции и внедрения в кормопроизводство региона в качестве альтернативы традиционной силосной культуре – кукурузе.

#### *Список литературы*

1. Золотарев В. Н., Переправо Н. И., Кошен Б. М. Организационные, агроэкологические и технологические основы сортового семеноводства многолетних трав в России. Монография. Нур-Султан: Алтын кітап, 2020. 78 с.
2. Ступаков И. А., Шумаков А. В. Зеленый конвейер. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013;(5):57-59. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20891774>
3. Тиво П. Ф., Саскевич Л. А., Бут Е. А. О конвейерном производстве кормов на мелиорированных минеральных почвах в условиях зернотравянопропашного севооборота. Мелиорация. 2019;(2(88)):47-58. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39152208>
4. Алабушев А. В., Шишова Е. А., Романюкин А. Е., Ермолина Г. М., Горпиниченко С. И. Происхождение сорго и развитие его селекции. Научный журнал КубГАУ. 2017;(127(03)):281-294. DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-127-017>
5. Кибальник О. П., Ефремова И. Г., Боцкарева Ю. В., Прахов А. В., Семин Д. С. Продуктивность сорговых культур в зависимости от агротехнических приемов возделывания в регионах Российской Федерации (обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(2):155-166. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166>
6. Дронов А. В., Дьяченко В. В., Бельченко С. А., Симонов В. Ю. Сорговые культуры в зелёном и сырьевом конвейерах регионального кормопроизводства. Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2016;(2(54)):52-58. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25775455>
7. Горбунов В. С. Результаты инновационной деятельности ФГБНУ РосНИИСК «РОССОРГО». Кукуруза и сорго. 2016;(3):3-5.

8. Матвиенко Е. В. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сорго в России и Самарской области. *Аграрный вестник Урала*. 2019;191(12):9-18. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2019-191-12-9-18>
9. Артемьев А. А., Таракин И. П. Адаптивная технология возделывания сорго сахарного (*sorghum moench.*) в Республике Мордовия. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2016;(5 (54)):36-41. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26605310>
10. Артемьев А. А., Кузнецов И. С. Урожайность и качество массы зеленых растений сорго сахарного в зависимости от сроков уборки. *Современные технологии в животноводстве: проблемы и пути их решения: мат-лы Международ. научн.-практ. конф.* Под общ. ред. В. А. Солопова. Мичуринск, 2017. С. 6-8. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35584299>
11. Шукис Е. Р., Володин А. Б., Шукис С. К., Дробышев А. П. Реализация продуктивного потенциала различными по скороспелости сортообразцами сорговых культур в условиях Алтайского края. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020;(5 (187)): 69-77. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42880945>
12. Аветисян А. А., Колесников В. А., Аветисян А. Т. Питательность и продуктивность перспективных видов кормовых культур в лесостепи Восточной Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2017;(10 (133)): 22-32. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30513494>
13. Верхоламочкин С. В. Сорта и гибриды сорговых культур для агроклиматических условий Калужской области. *Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства*. 2016;1(9):20-23. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27114760>
14. Бельченко С. А., Дронов А. В., Ториков В. Е. Формирование высокопродуктивных агроценозов кукурузы и сорговых культур на агросерых почвах Брянского Ополья. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018;(3 (43)):46-53. DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-3-46-53>
15. Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н. Кормовое поле Беларуси: состояние и резервы. *Земледелие и селекция в Беларуси*. 2016;(52):165-171. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27714641>
16. Балун О. В., Яковлева В. А. Влияние способа осушения на водно-воздушный режим мелиорируемых почв. *Современные тенденции в научном и кадровом обеспечении АПК: мат-лы Всеросс. научн.-практ. конф. с международ. участием. Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого*, 2020. С. 272-277. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42923285>
17. Shkodina E., Balun O., Kapustin S., Volodin A., Kapustin A. Agroecological testing of sugar sorghum, Sudanese grass and sorghum-sudanese hybrids in the natural conditions of the Novgorod region. *Indo-American journal of pharmaceutical sciences*. 2019;6 (7):13810-13815.
18. Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Абраскова С. В., Шестак Н. М., Романович А. Н. Урожайность и качество силоса из сорго сахарного. *Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: мат-лы Международ. научн.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию"*. Минск: изд-во ИВЦ Минфина, 2017. С. 160-163. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30116028>

#### References

1. Zolotarev V. N., Perepravo N. I., Koshen B. M. *Organizatsionnye, agroekologicheskie i tekhnologicheskie osnovy sortovogo semenovodstva mnogoletnikh trav v Rossii: monografiya*. [Organizational, agroecological and technological foundations of varietal seed production of perennial grasses in Russia: monograph]. Nur-Sultan: Altyn kitap, 2020. 78 s.
2. Stupakov I. A., Shumakov A. V. *Zelenyy konveyer*. [Green conveyor]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2013;(5):57-59. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20891774>
3. Tivo P. F., Saskevich L. A., But E. A. *O konveyernom proizvodstve kormov na meliorovannykh mineral'nykh pochvakh v usloviyakh zernotravyanopropashnogo sevooborota*. [On the conveyor production of feed on the reclaimed mineral soils in terms of grain and grass-growing crop rotation]. *Melioratsiya* = *Land reclamation*. 2019;(2(88)):47-58. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39152208>
4. Alabushev A. V., Shishova E. A., Romanyukin A. E., Ermolina G. M., Gorpichenko S. I. *Proiskhozhdenie sorgo i razvitiye ego seleksii*. [Origin of sorghum and development of its breeding]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*. 2017;(127(03)):281-294. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-127-017>
5. Kibal'nik O. P., Efremova I. G., Bochkareva Yu. V., Prakhov A. V., Semin D. S. *Produktivnost' sorgovykh kul'tur v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priemov vozdel'yvaniya v regionakh Rossiyskoy Federatsii (obzor)*. [Productivity of sorghum crops depending on agrotechnical methods of cultivation in the regions of the Russian Federation (review)]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(2):155-166. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166>
6. Dronov A. V., Dyachenko V. V., Belchenko S. A., Simonov V. Yu. *Sorgovye kul'tury v zelenom i syr'evom konveyerakh regional'nogo kormoproizvodstva*. [Sorghum crops in the green and raw material conveyors of the regional forage production]. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2016;(2(54)):52-58. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25775455>
7. Gorbunov V. S. *Rezultaty innovatsionnoy deyatel'nosti FGBNU RosNIISK «ROSSORGO»*. [Results of innovative activity FGBNU RosNIISK Rossorgo]. *Kukuruza i sorgo*. 2016;(3):3-5. (In Russ.).

8. Matvienko E. V. Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhaynost' sorgo v Rossii i Samarskoy oblasti. [Sowing area, gross fees and sorghum yield in Russia and Samara region]. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2019;191(12):9-18. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2019-191-12-9-18>

9. Artemyev A. A., Tarakin I. P. *Adaptivnaya tekhnologiya vozdeleyvaniya sorgo sakhnarogo (Sorghum moench.) v Respublike Mordoviya*. [Adaptive technology of sweet sorghum (*Sorghum moench.*) cultivation in the republic of Mordovia]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2016;(5 (54)):36-41. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26605310>

10. Artemyev A. A., Kuznetsov I. S. *Urozhaynost' i kachestvo massy zelenykh rasteniy sorgo sakhnarogo v zavisimosti ot srokov uborki*. [Yield and quality of green plants of sorghum sugar depending on cleaning time]. *Sovremennye tekhnologii v zhivotnovodstve: problemy i puti ikh resheniya: mat-ly Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf.* [Modern technologies in animal husbandry: problems and solutions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. *Pod obshch. red. V. A. Solopova*. Michurinsk, 2017. pp. 6-8. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35584299>

11. Shukis E. R., Volodin A. B., Shukis S. K., Drobyshev A. P. *Realizatsiya produktivnogo potentsiala razlichnymi po skorospelosti sortoobraztsami sorgovykh kul'tur v usloviyakh Altayskogo kraya*. [The realization of the productive potential of sorghum crop candidate varieties of different ripening duration under the conditions of the Altai region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2020;(5 (187)):69-77. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42880945>

12. Avetisyan A. A., Kolesnikov V. A., Avetisyan A. T. *Pitatel'nost' i produktivnost' perspektivnykh vidov kormovykh kul'tur v lesostepi Vostochnoy Sibiri*. [Nutritiousness and efficiency of perspective types of forage crops in the forest-steppe of eastern Siberia]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2017;(10 (133)):22-32. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30513494>

13. Verkholamochkin S. V. *Sorta i gibridy sorgovykh kul'tur dlya agroklimaticheskikh usloviy Kaluzhskoy oblasti*. [Varieties and hybrids of sorghum to agro-climatic conditions of the Kaluga region]. *Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovtsevodstva i kozovodstva*. 2016;1(9):20-23. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27114760>

14. Belchenko S. A., Dronov A. V., Torikov V. E. *Formirovanie vysokoproduktivnykh agrotsenozov kukuruzy i sorgovykh kul'tur na agro-serykh pochvakh Bryanskogo Opol'ya*. [Formation of high-productive agrocenoses of corn and sorghum crops on agro grey soils of Bryansk high plains]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2018;(3 (43)):46-53. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-3-46-53>

15. Shlapunov V. N., Lukashevich T. N. *Kormovoe pole Belarusi: sostoyanie i rezervy*. [Fodder field in Belarus: state and resources]. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi*. 2016;(52):165-171. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27714641>

16. Balun O. V., Yakovleva V. A. *Vliyanie sposoba osusheniya na vodno-vozdushnyy rezhim melioriruemyykh pochv*. [The influence of the drainage method on the water-air regime of the reclaimed soils]. *Sovremennye tendentsii v nauchnom i kadrovom obespechenii APK: mat-ly Vseross. nauchn.-prakt. konf. s mezhdunarod. uchastiem*. [Modern trends in scientific and personnel support of the agro-industrial complex: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Velikiy Novgorod: *Novgorodskiy gosudarstvennyy universitet imeni Yaroslava Mudrogo*, 2020. C. 272-277. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42923285>

17. Shkodina E., Balun O., Kapustin S., Volodin A., Kapustin A. *Agroecological testing of sugar sorghum, Sudanese grass and sorghum-sudanese hybrids in the natural conditions of the Novgorod region*. *Indo-American journal of pharmaceutical sciences*. 2019;6 (7):13810-13815.

18. Shlapunov V. N., Lukashevich T. N., Abraskova S. V., Shestak N. M., Romanovich A. N. *Urozhaynost' i kachestvo silosa iz sorgo sakhnarogo*. [Yield and quality of sweet sorghum silage]. *Strategiya i priority razvitiya zemledeliya i selektsii polevykh kul'tur v Belarusi: mat-ly Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf. posvyashch. 90-letiyu so dnya osnovaniya RUP "Nauchno-prakticheskiy tsentr NAN Belarusi po zemledeliyu"*. [Modern trends in scientific and personnel support of the agro-industrial complex: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Minsk: *izd-vo IVTs Minfina*, 2017. pp. 160-163. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30116028>

#### **Сведения об авторе**

✉ Шкодина Елена Петровна, старший научный сотрудник отдела кормопроизводства и растениеводства, ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Парковая, д. 2. Новгородская обл., Новгородский р-н, дер. Борки, Российская Федерация, 173516, e-mail: [info@spcras.ru](mailto:info@spcras.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4057-9910>, e-mail: [kriempereoal@mail.ru](mailto:kriempereoal@mail.ru)

#### **Information about the author**

✉ Elena P. Shkodina, senior researcher, the Department of Fodder and Crop Production, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS), Novgorod Research Agriculture Institute, 2, Parkovaya st., Borki vlg, Novgorod Region, Russian Federation, 173516, e-mail: [info@spcras.ru](mailto:info@spcras.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4057-9910>, e-mail: [kriempereoal@mail.ru](mailto:kriempereoal@mail.ru)

✉ – Для контактов / Corresponding author