

УДК 633.174.1

МРНТИ 68.35.47

https://doi.org/10.52269/22266070_2023_4_54

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Богапов И.М.* – докторант, Кокшетауский университет имени Ш.Уалиханова, Казахстан.

Мемешов С.К. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры сельского хозяйства и биоресурсов, Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханова, Казахстан.

Кибальник О.П. – кандидат биологических наук, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов.

Смаилова Г.Т. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и методики преподавания, Кокшетауский университет имени Ш.Уалиханова, Казахстан.

Сахарное сорго и сорго-суданковые гибриды являются малораспространенными культурами в Северном Казахстане. Одним из сдерживающих факторов интродукции является недостаточный ассортимент сортов и гибридов адаптированных к климату региона, характеризующемуся дефицитом тепла, влаги и коротким безморозным периодом. В таких условиях важным фактором является подбор скороспелых сортов и гибридов способных достигать: молочно-восковую спелость (на корм); восковую и полную спелость (на семена). В качестве объектов исследований использовали 9 сортообразцов сахарного сорго и 7 сорго-суданковых гибридов. Опыты проводились в 2020-2022 гг. на опытном поле Кокшетауского университета им. Ш.Уалиханова. В результате исследований выявлены сорта, способные созреть до полной спелости семян: Капитал (вегетационный период в среднем 101 день) и Волонтер (103 дня). Также, определены сорта, вызревающие до восковой спелости: Севилья, Сахара, Волжское 51 и Чайка. В условиях региона оптимальной продолжительностью периода от всходов до цветения следует считать 70-75 дней. Изученные сорго-суданковые гибриды не успевали формировать семена и рекомендуются на сено, зеленый корм. Результаты проведенных исследований указывают на возможность ведения селекции сахарного сорго в условиях Северного Казахстана, и открывают перспективы создания местных сортов.

Ключевые слова: сахарное сорго, сорго-суданковые гибриды, вегетационный период, фенологические фазы, скороспелость.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚҰМАЙ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ СОРТТАРЫ МЕН БУДАНДАРЫНЫҢ ФЕНОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Богапов И.М. – докторант, Ш.Уалиханов атындағы Көкшетау университеті, Қазақстан Республикасы.

Мемешов С.Қ. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ауылшаруашылық және биоресурсар» кафедрасының доценті, Ш.Уалиханов атындағы Көкшетау университеті, Қазақстан Республикасы.

Кибальник О.П. – биология ғылымдарының кандидаты, бас ғылыми қызметкер, «Ресей құмай және жүгері ғылыми-зерттеу және жобалау-технологиялық институты» ФМБФМ, Саратов қ., Ресей Федерациясы.

Смаилова Г.Т. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Биология және Оқыту әдістемесі» кафедрасының доценті, Ш.Уалиханов атындағы Көкшетау университеті, Қазақстан Республикасы.

Қант құмайы мен құмай-судан будандары Солтүстік Қазақстанда сирек кездесетін дақылдар. Оларды аймаққа егуді қиындататын факторлардың бірі – аймақтың солтүстіктегі климаттық жағдайларына бейімделетін сорттар мен будандардың аз түрі. Бұл жағдайлар жылу мен ылғалдың жетіспеушілігімен, сондай-ақ аязсыз қысқа кезеңмен сипатталады. Бұл тұрғыда әр түрлі жетілу деңгейіне жететін сорттар мен будандарды таңдау өте маңызды: сүттің пісуі (жем үшін) және толық пісуі (тұқым үшін). Зерттеу үшін қант құмайының 9 түрі және 7 құмай-суданк буданы пайдаланылды. Эксперименттер 2020-2022 жылдары Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің алаңында жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде тұқымның толық жетілуіне қол жеткізе алатын сорттар анықталды: Капитал (орташа вегетациялық кезең 101 күн) және Волонтер(103 күн). Дәннің уыздалатын сорттары да анықталды: Севилья, Сахара, Волжское 51 және Чайка. Аймақтық жағдайда көшеттер пайда болғаннан бастап гүлденуге дейін 70-75 күнге созылатын вегетациялық кезең оңтайлы болып саналады. Зерттелген құмай суданның

будандарында тұқым түзуге уақыт болмады және шөп немесе жасыл жем ретінде пайдалану үшін ұсынылды. Алынған нәтижелер Солтүстік Қазақстан жағдайында Қант құмайын селекциялау мүмкіндігі туралы айтады және жергілікті сорттарды шығаруға жол ашады.

Түйінді сөздер: қант құмайы, құмай-судан будандары, вегетациялық кезең, фенологиялық фазалар, ерте жетілу.

PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SORGHUM CROP VARIETIES AND HYBRIDS IN NORTHERN KAZAKHSTAN

Bogapov I.M. – PhD student, Sh.Ualikhanov Kokshetau University, Republic of Kazakhstan.

Memeshov S.K. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of agriculture and bioresources, Sh.Ualikhanov Kokshetau University, Republic of Kazakhstan.

Kibalnik O.P. – Candidate of Biological Science, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research and Design Technological Institute for Sorghum and Corn", Saratov, Russian Federation.

Smailova G.T. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biology and teaching methods, Sh.Ualikhanov Kokshetau University, Republic of Kazakhstan.

Sweet sorghum and sorghum-sudangrass hybrids are rare crops in Northern Kazakhstan. One of the constraints to the introduction is the low range of varieties and hybrids adapted to the climate of a region characterized by heat, moisture and a short frost-free period. Now an important factor is the selection of short-season varieties and hybrids able to achieve: milky-wax ripeness (for feed); wax and complete ripeness (for seeds). Nine varieties of sweet sorghum and seven sorghum-sudangrass hybrids were used as research target. Experiments were carried out in 2020-2022 on the experimental field of Sh. Ualikhanov Kokshetau State University. Research has revealed varieties capable of ripening to complete ripeness of seeds: Capital (growing period on average 101 days) and Volunteer (103 days). In addition, varieties ripening to wax ripeness have been defined: Seville, Sahara, Volzhskoye 51 and Chaika. Under regional conditions, the optimum period from seeding to flowering should be considered 70-75 days. Studied sorghum-sudangrass hybrids did not have time to form seeds and are recommended for haymaking, and green feed. The research findings demonstrated the possibility to breed sweet sorghum under the conditions of Northern Kazakhstan, and offered the prospects for breeding local varieties.

Key words: sweet sorghum, sorghum-sudangrass hybrids, growing period, phenological phases, ripeness.

Введение

Сахарное сорго (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) становится все более востребованной кормовой культурой во многих регионах мира [1, с. 84]. Эта тенденция является следствием высокой продуктивности и способности сахарного сорго приспосабливаться к засухе, малоплодородным и солончаковым почвам [2, с. 1107], или к относительно прохладному климату, как в Канаде [3, с. 712] и Северном Казахстане [4, с. 101]. Сахарное сорго является культурой многоцелевого использования: а) силос, сено, зеленая масса для животноводства [5, с. 603]; б) пищевые глюкозно-фруктозный или высокофруктозный сиропы, сахарный сироп [6, с. 884]; в) производство биэтанола в энергетических целях [7, с. 552].

Теплолюбивость и засухоустойчивость сорго обусловлена происхождением из стран Африки (Центрально-Восточный Судан). Древние очаги в Индии и Китае также формировались в засушливых регионах [8; с. 371]. При интродукции культуры в северные регионы, важно учитывать, что недостаток тепла является лимитирующим фактором, оказывающим непосредственное влияние, как на продолжительность вегетационного периода, так и на продуктивность растений сорго [9, с. 012097]. При проведении зонального экологического испытания перспективным направлением должен быть отбор исходного материала на экологическую пластичность и скороспелость. При уборке на силос необходимо достижение сорго фазы молочно-восковой спелости для формирования необходимой концентрации сухого вещества и питательной ценности [10, с. 1216]. На ранних фазах заготовки, силосуемая масса не соответствует необходимым качествам и превышает регламентированную влажность 65-75% [11, с. 74]. Стабильное вызревание до фаз восковой и полной спелости семян, позволит развернуть работу по селекции, а впоследствии и первичному семеноводству сорговых культур. Поэтому целью работы является поиск скороспелых сортов и гибридов сахарного сорго, для вызревания которых на территории Северного Казахстана будет достаточно агроклиматических ресурсов.

Материалы и методы исследований

Изучение сортов и гибридов сорговых культур проводилось в 2020-2022 гг. Опытный участок расположен на территории сопочно-равнинной степи Акмолинской области, Зерендинский район, село Васильковка. Полевые опыты заложены в соответствии с методикой государственного сорто-

испытания сельскохозяйственных культур Республики Казахстан [12, с. 55]. Опыт однофакторный, повторность трехкратная, размещение делянок площадью 28 м² рендомизированное. Почва опытного поля представлена черноземом обыкновенным среднегумусным, среднесуглинистым с мощностью пахотного горизонта 20-22 см. Характеризуется низким содержанием фосфора и повышенным содержанием калия, что является типичным для основных почв сельскохозяйственной зоны. Содержание легкогидролизуемого азота 153,0 мг/кг; фосфора 16,7 мг/кг, калия 666,0 мг/кг, гумуса 4,6 %. Реакция почвенной среды pH = 7,5-7,6. Посев проведен в третьей декаде мая. Способ посева широкорядный с междурядьями 70 см, норма высева 200 тысяч штук семян на 1 га.

Фенологические наблюдения проводили систематически по всем образцам на двух несмежных повторениях, выделяемых для учета до всходов. За дату полной фазы принимали наступление ее не менее чем у 75% растений [12, с. 61]. В период вегетации регистрировали наступление следующих фаз: всходы (при появлении первых развернувшихся листочков); кущение (при появлении первого листочка бокового побега основного стебля); выход в трубку (ВВТ) - появление второго стеблевого узла; выметывание (выход верхушки метелки); цветение (после зацветания первых цветков); молочная спелость (семена в средней части метелки имеют полужидкое содержимое); восковая спелость (семена консистенции воска, при сдавливании пальцами не сжимаются, но ногтем режутся); полная спелость (семена твердые и ногтем не режутся). Продолжительность вегетационного периода рассчитывают от даты полных всходов до полной спелости.

Объект исследований: сорта и гибриды сахарного сорго с периодом вегетации до 120 дней и сорго-суданковые гибриды. В качестве стандарта взят образец гибрида сахарного сорго Славянское Приусадебное (далее СП), включенный в Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Акмолинской области (далее Госреестр) в 2018 году, оригинатор «Всероссийский НИИ сорго и сои» г.Ростов-на-Дону, РФ. Для испытания подобраны сорта Капитал, Волонтер, Чайка, Сахара, Флагман, Севилья, Волжское-51, Флагман и гибрид Калибр, созданные ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (г. Саратов, РФ). На сегодняшний день в Госреестре по Акмолинской области казахстанские сорта или гибриды не зарегистрированы. Селекция сорговых культур на юго-востоке Казахстана основывается на позднеспелых образцах [13, с. 249], которые в условиях области не формируют оптимальные фазы для уборки на силос и семена.

В коллекцию включены 7 сорго-суданковых гибридов: Агат, Анион (ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, РФ); Славянское поле 15 (далее СП 15) и Славянское поле 18 (далее СП 18) (Всероссийский научно-исследовательский институт сорго и сои, г.Ростов-на-Дону, РФ); Ершовский 5 (ООО «Актив Агро», г. Энгельс, РФ); Сосед (ООО «Научно-производственная сельскохозяйственная фирма «НИКАС», Краснодарский край, п. Ботаника, РФ). Стандарт - сорго-суданковый гибрид Солярис (ООО «Агроплазма», г. Краснодар, РФ), включен в Госреестр в 2019 году. Сорго-суданковые гибриды, созданные в Казахстане, в Госреестр по Акмолинской области не включены.

Метеорологические условия. Вегетационный период 2020-го года по общепринятым критериям является засушливым, что подтверждается значением гидротермического коэффициента (ГТК), составляющего 0,43 (таблица 1).

Таблица 1 - Метеорологические условия 2020-2022 гг.

	2020	2021	2022
Сумма активных температур >10°C	2063,8	2065,1	2125,2
Осадки, мм	89,6	109,7	218,8
ГТК	0,43	0,53	1,0
Даты учета	24.V-9.IX	26.V-20.IX	24.V-23.IX

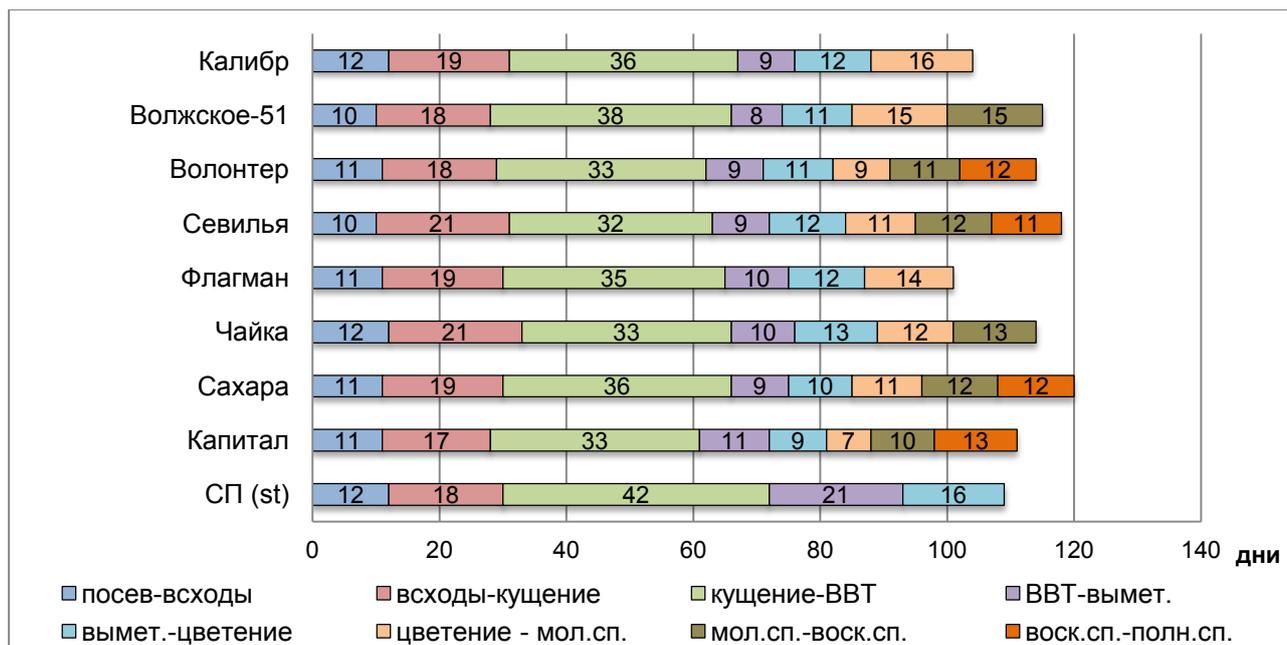
Запасов продуктивной влаги в предпосевной период было достаточно для получения дружных всходов и укоренения растений. В течение всего периода вегетации количество осадков составило 89,6 мм, в том числе за июль выпало 51,8 мм. При этом июльский максимум совпал с фазой выхода в трубку, то есть с наиболее ответственным периодом водопотребления у сахарного сорго. Сумма активных температур (выше 10°C) за период «посев-уборка» составила 2063,8°C, что является ниже среднемноголетнего уровня. 2021 год был засушливым (ГТК составлял 0,53), относительно прохладным по сравнению с предыдущим годом и более продолжительным. При относительно позднем прогревании почвы и наступлении устойчивых активных температур в мае месяце общая их сумма за период вегетации сахарного сорго оставалась на уровне прошлого года за счёт прихода тёплого фронта с активными температурами в сентябре месяце и относительно позднего наступления осенних заморозков, первый из которых отмечен 21 сентября. Период вегетации 2022 года отличается от предыдущих более равномерным и обильным выпадением осадков, особенно в июле

месяце, когда выпало более половины осадков летнего периода. (ГТК 1,0). Первый кратковременный заморозок наступил 23 сентября, что значительно увеличило вегетационный период.

Результаты исследований

За период исследований установлено, что образцы сахарного сорго незначительно отличались по фазам развития на начальных этапах вегетации. Наблюдалось равномерное развитие до фазы выхода в трубку. Вероятно, это обусловлено тропическим происхождением культуры, которое является типичным представителем короткого светового дня [14, с. 21], и быстрее развивается во второй половине лета. При интродукции в более северные регионы происходит значительная дифференциация сортообразцов по фотопериодической реакции.

Продолжительность периода «посев - всходы» составил 10-12 дней. Период от всходов до кущения продолжался от 17 до 21 дня. Быстрее фаза кущения наступала у сорта Капитал – 17 дней, более растянутым оказался у сортов Чайка и Севилья – 21 день. На данном этапе фенологического развития существенного различия между образцами не наблюдалось (рисунок 1).



Примечание: Сахара – восковая спелость за 2021, 2022 гг.; Чайка – восковая спелость за 2020, 2022 г.; Сахара, Севилья – полная спелость за 2021 г.

Рисунок 1 - Продолжительность межфазных периодов у сахарного сорго (2020-2022 гг.)

Самый продолжительный период «кущение – выход в трубку» имел существенную амплитуду между сортами 32-42 дня. При этом, данный период наиболее растянулся у стандарта СП. Наименьшая продолжительность отмечена у сортов Севилья – 32, Волонтер, Капитал, Чайка – 33 дня. Как показали исследования уже на данном этапе, при испытании сорговых культур, можно делать выбраковку, если период растянулся более чем на 40 суток. Оптимальной продолжительностью можно считать 30-35 дней.

Межфазный период «выход в трубку - выметывание» колебался в пределах 8-21 день. Как и предыдущий, наиболее растянутым этот период оказался у стандарта – 21 день. У остальных сортов прохождение этапа было равномерным и не имело существенных различий – 8-11 дней.

Сортообразцы Капитал, Сахара, Волонтер, Волжское-51, Калибр преодолели период «выметывание - цветение» за 9-11 суток. Наименьшая продолжительность была у сорта Капитал – 9 дней. Растянулся период у гибрида СП до 16 дней, который не достиг следующей фазы, остановив свое развитие. Таким образом, гибрид-стандарт не может быть использован в качестве исходного материала для селекции скороспелых сортов или гибридов сорго в условиях Северного Казахстана. За период исследования гибрид не преодолел фазу цветения, и может использоваться только в кормовых целях (сено, зеленая масса).

Варьирование между образцами в 7-16 дней отмечено при сравнении межфазного периода «цветение-молочная спелость». Сорт Флагман и гибрид Калибр завершали свое развитие, не достигая фазы восковой спелости, поэтому не рекомендуются для включения в селекционный процесс. Наименьшая продолжительность зафиксирована у сортов Капитал – 7 дней и Волонтер – 9. У остальных образцов период был 11 и более дней (11-16), самый растянутый у гибрида Калибр – 16.

При достижении образцом сахарного сорго восковой спелости, в совокупности с другими показателями, его можно рекомендовать в качестве исходного материала. Так, за период 2020-2022 гг., восковой спелости достигали следующие сорта: Капитал, Волонтер, Сахара, Чайка, Севилья и Волжское-51. Период «молочная спелость-восковая спелость» установлен в пределах 10-15 дней. У сорта Капитал прохождение данного межфазного периода проходило в течение 10 дней и календарно отмечено в 2020 г. – 22 августа; 2021 г. – 2 сентября; 2022 г. – 5 сентября. У сорта Волонтер – 11 дней (2020 г. – 23 сентября; 2021 г. – 6 сентября; 2022 г. – 11 сентября). У остальных сортообразцов – 12-15 дней.

Также за период исследований наблюдалась нестабильность наступления фазы восковой спелости у отдельных сортов. Сорт Сахара достигал восковой спелости в 2021-2022 гг., тогда как в 2020 г. остановил развитие в фазе молочной спелости семян, а сорт Чайка достиг восковой спелости только в 2020 и 2022 гг.

Полной спелости достигали 4 сортообразца. У сорта Волонтер вегетационный период в 2020 г. составил 98 дней (полная спелость – 7 сентября), в 2021 г. – 102 (полная спелость – 17 сентября), в 2022 г. – 108 (полная спелость – 21 сентября).

Капитал достигал фазы полной спелости 5 сентября 2020 г., 14 сентября 2021 г., 19 сентября 2022 г. В исследуемой коллекции выделился скороспелостью: вегетационный период составил 96-107 дней. Этот сорт рекомендуется для включения в селекционный процесс.

Сорт Севилья не достиг фазы полной спелости в 2020 г., очевидно из-за раннего наступления заморозков (9 сентября). В условиях 2022 г. у сорта отмечено развитие до фазы восковой спелости зерна. В 2021 г., который отличился засухой, растения достигли полной спелости 18 сентября, период «всходы-полная спелость» – 105 дней.

Сорт Сахара в 2020 г. и 2022 г. закончил вегетацию в фазе восковой спелости семян, а в 2021 г. достиг полной спелости 20 сентября, вегетационный период составил 106 дней.

Данные сорта можно считать приспособленными к выращиванию в условиях Северного Казахстана и целесообразны для включения в качестве исходного материала по параметрам скороспелости и адаптивности к местным условиям.

Продолжительность межфазных периодов у сорго-суданковых гибридов, также как и у сахарного сорго, в начале вегетации различалась незначительно. Период «посев-всходы» составил 9-12 дней; «всходы-кущение» – 16-21 день. Сильно растянут был межфазный период «кущение-выход в трубку» – 32-60 дней, где наименьшая продолжительность отмечена у гибрида Анион, наибольшая у гибрида Ершовский 5. Период «выход в трубку-выметывание» варьировал в пределах 10-16 дней. На данном этапе остановили развитие гибриды Ершовский 5, Сосед, а также стандарт Солярис в 2021 и 2022 гг. Сорго-суданковые гибриды Анион, Агат, СП 15, СП 18, Солярис преодолевали период «выметывание-цветение» за 10-27 дней. Наиболее скороспелым был гибрид Анион, который за период 2020-2022 гг. останавливал развитие на молочной спелости семян. Гибриды Агат, СП 15 и СП 18 достигали фазы молочной спелости в отдельные годы. Все исследуемые образцы сорго-суданковых гибридов не достигали в 2020-2022 гг. фазы восковой спелости и в качестве исходного материала не рассматриваются, но могут рекомендоваться для возделывания на кормовые цели в данном регионе (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сорго-суданковые гибриды на опытном поле Кошкетауского университета им. им. Ш.Уалиханова, 2020 г.

Продолжительностью периода «всходы-цветение» в условиях региона, значительно выделяется стандарт – 97 дней (таблица 2). Сорты Капитал и Волонтер прошли этот период за 70 и 71 день, что меньше стандарта на 27,8 и 26,8 %.

По средним данным за период исследований, у всех сортообразцов сахарного сорго, кроме стандарта, период «всходы-цветение» варьировал в пределах 70-77 дней. Наиболее растянут он был в 2022 г. – 73-85 дней, возможно это связано с дефицитом тепла в начале вегетации.

Таблица 2 – Продолжительность периода «всходы-цветение» сорговых культур (2020-2022 гг.)

№	Образец	2020	2021	2022	среднее
<i>сахарное сорго</i>					
1	СП (st)	89	100	102	97
2	Капитал	66	72	73	70
3	Севилья	74	72	76	74
4	Чайка	69	74	87	77
5	Волжское 51	66	77	83	75
6	Волонтер	67	72	73	71
7	Калибр	71	72	84	76
8	Сахара	71	69	82	74
9	Флагман	70	71	85	75
	<i>Ффакт</i>	<i>185,20*</i>	<i>231,15*</i>	<i>315,00*</i>	<i>13,53</i>
	<i>НСР₀₅</i>	<i>1,56</i>	<i>1,87</i>	<i>1,48</i>	<i>6,42</i>
<i>сорго-суданковые гибриды</i>					
10	Солярис (st)	100	-	-	100
11	Анион	68	74	80	74
12	Агат	70	79	90	80
13	СП 15	69	86	99	85
14	СП 18	84	86	89	86
	<i>Ффакт</i>	<i>915,62*</i>	<i>50,48</i>	<i>95,4</i>	<i>3,14</i>
	<i>НСР₀₅</i>	<i>1,47</i>	<i>2,70</i>	<i>2,78</i>	<i>10,61</i>

Учитывая первостепенную важность отбора исходного материала по скороспелости, оптимальной продолжительностью периода от всходов до цветения следует считать 70 дней. Сортообразцы, у которых этот период растянулся до 75 и более дней не достигали фазы восковой спелости семян.

Заключение

Таким образом, в течение 2020-2022 гг. по скороспелости выделились сорта Капитал и Волонтер, стабильно вызревающие до полной спелости семян. Продолжительность вегетации 101 и 103 дня, соответственно. Данные сорта отличаются адаптивностью к условиям региона и могут использоваться в качестве родительских форм. Также, полной спелости достигали сорта Севилья и Сахара. Результаты проведенных исследований указывают на возможность ведения селекции сахарного сорго в условиях Северного Казахстана, и открывают перспективы создания местных сортов. Изученные сорго-суданковые гибриды не отличались стабильностью вызревания и рекомендуются в кормовых целях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Qu H., Li X.B., Dong C.F., Lu X.Y., Shen Y.X. **Field performance and nutritive value of sweet sorghum in eastern China** [Text] / H. Qu, X.B. Li, C.F. Dong, X.Y. Lu, Y.X. Shen //Field Crops Research. – 2014. – Vol. 157. – P. 84-88.
2. Getachew G., Putnam D.H., De Ben C.M., De Peters E.J. **Potential of sorghum as an alternative to corn forage** [Text] / G. Getachew, D.H. Putnam, C.M. De Ben, E.J. De Peters //American Journal of Plant Sciences. – 2016. – Vol. 7. – Issue 7. – pp. 1106-1121.
3. Alix H., Tremblay G.F., Chantigny M.H., Bélanger G., Seguin P., Fuller K.D., Vanasse A. **Forage yield, nutritive value, and ensilability of sweet pearl millet and sweet sorghum in five Canadian ecozones** [Text] / H. Alix, G.F. Tremblay, M.H. Chantigny, G. Bélanger, P. Seguin, K.D. Fuller, A.Vanasse //Canadian Journal of Plant Science. – 2019. – Vol. 99. – Issue 5. – P. 701-714.
4. **Богапов И.М., Мемешов С.К., Костиков И.Ф., Кибальник О.П. Важнейшие аспекты агроклиматического районирования сахарного сорго силосного назначения в сопочно-равнинной степи Северного Казахстана** [Текст] / И.М. Богапов, С.К. Мемешов, И.Ф. Костиков, О.П. Кибальник //3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация. – 2023. – №1. – С.96-103.

5. Xie Q., Xu Z. Sustainable agriculture: from sweet sorghum planting and ensiling to ruminant feeding [Text] / Q. Xie, Z. Xu // *Molecular plant*. – 2019. – Vol. 12. – Issue 5. – P. 603-606.
6. Asikin Y., Wada K., Imai Y., Kawamoto Y., Mizu M., Mitsuura M., Takahashi M. Compositions, taste characteristics, volatile profiles, and antioxidant activities of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) syrups [Text] / Y. Asikin, K. Wada, Y. Imai, Y. Kawamoto, M. Mizu, M. Mitsuura, M. Takahashi // *Journal of Food Measurement and Characterization*. – 2018. – Vol. 12. – Issue. 884-891.
7. Balat M., Balat H., Öz C. Progress in bioethanol processing [Text] / M. Balat, H. Balat, C. Öz // *Progress in energy and combustion science*. – 2008. – Vol. 34. – Issue 5. – P. 551-573.
8. Smith O., Nicholson W.V., Kistler L., Mace E., Clapham A., Rose P., Allaby R.G. A domestication history of dynamic adaptation and genomic deterioration in Sorghum [Text] O. Smith, W.V. Nicholson, L. Kistler, E. Mace, A. Clapham, P. Rose, R.G. Allaby // *Nature plants*. – 2019. – Vol. 5. – Issue 4. – P. 369-379.
9. Shkodina E.P., Lashkova T.B., Bezv S.Y. Adaptation of Sorghum Crops in the North-West of the Non-Black Earth Zone [Text] / E.P. Shkodina, T.B. Lashkova, S.Y. Bezv // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – IOP Publishing, 2021. – Vol. 852. – Issue 1. – P. 012097.
10. Faria Júnior W.G., Gonçalves L.C., Ribeiro Júnior G.O., Carvalho W.T.V., Maurício R.M., Rodrigues J.A.S., Borges A.L.C.C. Effect of grain maturity stage on the quality of sorghum BRS-610 silages [Text] / W.G. Faria Júnior, L.C. Gonçalves, G.O. Ribeiro Júnior, W.T.V. Carvalho, R.M. Maurício, J.A.S. Rodrigues, A.L.C.C. Borges // *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. – 2011. – Vol. 63. – P. 1215-1223.
11. Костиков И.Ф., Богатов И.М. Интродукция новых и малораспространённых культур в Северном Казахстане. Часть 2 – Сахарное сорго [Текст] / И.Ф. Костиков, И.М. Богатов – Кокшетау, 2015. – 153 с.
12. Методика проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений [Текст]. Утверждена приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от «13» мая 2011 года № 06-2/254. – 126 с.
13. Baiseitova G., Moraru G., Sarsenbayev B., Kirshibayev E., Kenenbayev S. Biological characteristics and productivity of sweet sorghum varieties in the arid conditions of Southeastern Kazakhstan [Text] / G. Baiseitova, G. Moraru, B. Sarsenbayev, E. Kirshibayev, S. Kenenbayev // *OnLine Journal of Biological Sciences*. – 2021. – Vol. 21. – Issue 2. – P. 245-252.
14. Clerget B., Dingkuhn M., Chantereau J., Hemberger J., Louarn G., Vaxsmann M. Does panicle initiation in tropical sorghum depend on day-to-day change in photoperiod? / B. Clerget, M. Dingkuhn, J. Chantereau, J. Hemberger, G. Louarn, M. Vaxsmann // *Field Crops Research*. – 2004. – Vol. 88. – Issue 1. – P. 21-37.

REFERENCES:

1. Qu H., Li X.B., Dong C.F., Lu X.Y., Shen Y.X. Field performance and nutritive value of sweet sorghum in eastern China. *Field Crops Research*, 2014, vol. 157, pp. 84-88.
2. Getachew G., Putnam D.H., De Ben C.M., De Peters E.J. Potential of sorghum as an alternative to corn forage. *American Journal of Plant Sciences*, 2016, vol. 7, iss. 7, pp. 1106-1121.
3. Alix H., Tremblay G.F., Chantigny M.H., Bélanger G., Seguin P., Fuller K. D., Vanasse A. Forage yield, nutritive value, and ensilability of sweet pearl millet and sweet sorghum in five Canadian ecozones. *Canadian Journal of Plant Science*, 2019, vol. 99, iss. 5, pp. 701-714.
4. Bogatov I.M., Memeshov S.K., Kostikov I.F., Kibalnik O.P. Vazhnejshie aspekty' agroklimaticheskogo rajonirovaniya sahnogo sorgo silosnogo naznacheniya v sopochno-ravninnoj stepi Severnogo Kazakhstana [Most important aspects of agro-climatic zoning of sweet sorghum for silage purposes in the hilly-plain steppe of Northern Kazakhstan]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2023, no.1, pp.96-103. (In Russian).
5. Xie Q., Xu Z. Sustainable agriculture: from sweet sorghum planting and ensiling to ruminant feeding. *Molecular plant*, 2019, vol. 12, iss. 5, pp. 603-606.
6. Asikin Y., Wada K., Imai Y., Kawamoto Y., Mizu M., Mitsuura M., Takahashi M. Compositions, taste characteristics, volatile profiles, and antioxidant activities of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) syrups. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2018, vol. 12, pp. 884-891.
7. Balat M., Balat H., Öz C. Progress in bioethanol processing. *Progress in energy and combustion science*, 2008, vol. 34, iss. 5, pp. 551-573.
8. Smith O., Nicholson W.V., Kistler L., Mace E., Clapham A., Rose P., Allaby R.G. A domestication history of dynamic adaptation and genomic deterioration in Sorghum. *Nature plants*, 2019, vol. 5, iss. 4, pp. 369-379.
9. Shkodina E.P., Lashkova T.B., Bezv S.Y. Adaptation of Sorghum Crops in the North-West of the Non-Black Earth Zone. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021, vol. 852, iss. 1, 012097 p.

10. Faria Júnior W.G., Gonçalves L.C., Ribeiro Júnior G.O., Carvalho W.T.V., Maurício R.M., Rodrigues J.A.S., Borges A.L.C.C. Effect of grain maturity stage on the quality of sorghum BRS-610 silages. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2011, vol. 63, pp. 1215-1223.

11. Kostikov I.F., Bogapov I.M. *Introdukciya novy'h i malorasprostranyonny'h kul'tur v Severnom Kazahstane. Chast' 2 – Saharnoe sorgo* [Introduction of new and less common crops in Northern Kazakhstan. Part 2 – Sweet sorghum]. Kokshetau, 2015, 153 p. (In Russian).

12. *Metodika provedeniya sortoispy'taniya sel'skohozyajstvenny'h rastenij* [Methodology for variety testing of agricultural plants]. Date of adoption: 13 May 2011. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazakhstan, no. 06-2/254, 126 p.

13. Baiseitova G., Moraru G., Sarsenbayev B., Kirshibayev E., Kenenbayev S. Biological characteristics and productivity of sweet sorghum varieties in the arid conditions of Southeastern Kazakhstan. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 2. pp. 245-252.

14. Clerget B., Dingkuhn M., Chantereau J., Hemberger J., Louarn G., Vaxsmann M. Does panicle initiation in tropical sorghum depend on day-to-day change in photoperiod? *Field Crops Research*, 2004, vol. 88, iss. 1, pp. 21-37.

Сведения об авторах:

Богатов Ильдар Маратович – докторант, НАО «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова», Казахстан, 020000, г. Кокшетау, ул. Абая 76; тел.: 87051025547, e-mail: ildar.maratovich@bk.ru.

Мемешов Сансызбай Койшыбаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры сельского хозяйства и биоресурсов, Руководитель департамента академического развития, НАО «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова», Казахстан, 020000, г. Кокшетау, ул. Абая 76; тел.: 87028641458; e-mail: memeshov@mail.ru.

Кибальник Оксана Павловна – кандидат биологических наук, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», Российская Федерация, 410050, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, 4 (пос. Зональный); тел.: +79271191840; e-mail: kibalnik79@yandex.ru.

Смаилова Гульсара Таужановна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и методики преподавания, НАО «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова», Казахстан, 020000, г. Кокшетау, ул. Абая 76; +77014608422; gulsara-smailova@mail.ru.

Богатов Ильдар Маратович – докторант, «Ш.Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 020000, Көкшетау қ., Абай к., 76; тел.: 87051025547, e-mail: ildar.maratovich@bk.ru.

Мемешов Сансызбай Қойшыбайұлы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Ауылшаруашылық және биоресурстар кафедрасының доценті, Академиялық даму департаментінің басшысы, «Ш.Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 020000, Көкшетау қ., Абай к., 76; тел.: 87028641458; e-mail: memeshov@mail.ru.

Кибальник Оксана Павловна – биология ғылымдарының кандидаты, бас ғылыми қызметкер, «Ресей құмай және жүгері ғылыми-зерттеу және жобалау-технологиялық институты» ФМБФМ, Ресей Федерациясы, 410050, Саратов қ., 1-ші институт өткелі, 4 (Зональный кенті); тел.: +79271191840; e-mail: kibalnik79@yandex.ru.

Смаилова Гульсара Таужановна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Биология және оқыту әдістемесі кафедрасының доценті, «Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 020000, Көкшетау қ., Абай к., 76; +77014608422; e-mail: gulsara-smailova@mail.ru.

Bogapov Ildar Maratovich – PhD student, Sh.Ualikhanov Kokshetau University NLC, Republic of Kazakhstan, 020000 Kokshetau, 76 Abay Str., tel.: 87051025547, e-mail: ildar.maratovich@bk.ru.

Memeshov Sansyzbai Koishybayevich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of agriculture and bioresources, Head of the Department of academic development, Sh.Ualikhanov Kokshetau University NLC, Republic of Kazakhstan, 020000 Kokshetau, 76 Abay Str., tel.: 87028641458, e-mail: memeshov@mail.ru.

Kibalnik Oksana Pavlovna – Candidate of Biological Science, Chief Researcher, FSBSI "Russian Research and Design Technological Institute for Sorghum and Corn", Russian Federation, 410050 Saratov, 1st Institute passage, 4 (Zonalny village), tel.: +79271191840, e-mail: kibalnik79@yandex.ru.

Smailova Gulsara Tauzhanovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biology and teaching methods, Sh.Ualikhanov Kokshetau University NLC, Republic of Kazakhstan, 020000 Kokshetau, 76 Abay Str., tel.: +77014608422, e-mail: gulsara-smailova@mail.ru.