

Влияние метеорологических условий на продуктивность и качество зерна сорго зернового

А.К. Антимонов, к.с.-х.н., **Л.А. Косых**, к.с.-х.н., **Л.Ф. Сыркина**, к.с.-х.н., **О.Н. Антимопова**, к.с.-х.н., Поволжский НИИСС – филиал ФГБУН СамНЦ РАН

Сорго зерновое – это высокоустойчивая к абиотическим и биотическим факторам культура, которая даже в неблагоприятных условиях формирует высокие урожаи зерна [1]. Характерной отличительной особенностью культуры является способность приостанавливать свой рост в период неблагоприятных для развития условий, а при выпадении осадков восстанавливать свой жизненный цикл.

Для построения единицы сухого вещества сорго расходует 300 частей воды, что намного меньше, чем другие культуры (кукуруза – 388, пшеница – 515, ячмень – 534, овёс – 600, люцерна – 830, подсолнечник – 895).

Несмотря на высокую засухоустойчивость, сорго положительно реагирует на влагообеспеченность и даёт высокую прибавку урожая [2].

Для создания новых сортов, наиболее полно отвечающих требованиям современного земледелия, необходимо более тщательно подбирать исходный материал, предварительно проверив и изучив его способность формировать высокую урожайность в конкретной почвенно-климатической среде [3].

Цель исследования – выявить изменения урожайности и качества зерна сорго зернового в зависимости от метеорологических условий Самарской области.

Материал и методы исследования. Исследование проводили на полях Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова в лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур в 2007–2017 гг.

Объектом исследования являлся сорт сорго зернового Рось (оригинатор ФГБНУ Поволжский НИИСС). Сорт Рось относится к виду сорго «кафрское», раннеспелый, низкорослый, до 130 см высотой. Зерно округлое, цвет желтовато-белый. Масса 1000 семян – 20–26 г. Сорт засухоустойчив, пластичен, холодостоек в начальный период роста. Случаев поражения пыльной и твёрдой головней не наблюдалось. Устойчив к полеганию, ломкости стеблей и метёлок при перестое, осыпанию зерна. Используется на кормовые и пищевые цели [4].

Зона проведения исследования характеризуется резко выраженной континентальностью климата с большими амплитудами колебания температуры, сухостью воздуха, недостаточностью

осадков и неравномерностью их распределения по месяцам и отдельным годам, а также чередованием жарких и засушливых лет с прохладными и дождливыми. Среднемноголетнее количество осадков за вегетационный период (май – сентябрь) составляет 225 мм, сумма активных температур за период вегетации – 2734 °С. Среднегодовая температура воздуха равна 5,6 °С. Средняя продолжительность безморозного периода – 142 дня [5, 6].

Почва опытного участка – чернозём типичный малогумусный среднемощный легкоглинистый. Содержание гумуса в среднем 5–6 %. До закладки опыта в почве содержалось питательных элементов: подвижного фосфора – 61,4–77,0 мг/кг (среднее), обменного калия – 374,0–423,0 мг/кг (очень высокое), легкогидролизуемого азота – 28,5–49,4 мг/кг (низкое и среднее). По степени кислотности почва опытного участка слабокислая, рН солевой вытяжки почвы равно 5,4 ед.

Посев зернового сорго проводили в оптимальные сроки рядовым способом с междурядьями 20 см. Предшественником был ячмень. Учётная площадь делянки составляет 25 м², повторность – трёхкратная. Уход за посевами осуществляли по общепринятой технологии для лесостепной зоны Среднего Поволжья [7].

Гидротермический коэффициент Селянинова определялся по формуле:

$$K = R \cdot 10 / T, \quad (1)$$

где R – сумма осадков в миллиметрах за вегетационный период с температурой воздуха выше 10 °С;

T – сумма температур в градусах за то же время.

Исследование проводили с использованием известных методик [8–10] и широкого унифицированного классификатора СЭВ рода *Sorghum moench* [11]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова (1985) с использованием программы Excel 2007 на персональном компьютере [12].

Результаты исследования. В годы проведения исследования сумма активных температур за вегетационный период варьировала от 1767,0 °С (2015 г.) до 2003,8 °С (2016 г.). Среднесуточная температура воздуха находилась в пределах от 19,6 °С до 25,2 °С. Наиболее увлажнённым был 2007 год, когда сумма выпавших атмосферных осадков за вегетационный период культуры составляла 237,1 мм; только за июль выпало 155,9 мм осадков, или 332 % от среднемного-

летних значений. Самым засушливым был 2010 г., когда за вегетационный период выпало всего 16,6 мм осадков, а среднесуточная температура воздуха доходила до 39,9–41,2 °С. Наибольшее количество дней с относительной влажностью воздуха 30 % и менее также было отмечено в 2010 г., составив 73 дня. Наименьшим данный показатель был в 2007 г. – 0 дней, в 2008 г. – 1 и 2017 г. – 1 день.

Величина гидротермического коэффициента за вегетацию сорго зернового составляла от 0,09 (2010 г.) до 1,24 (2007 г.). Кроме 2007 г., все годы изучения можно характеризовать как очень засушливые (табл. 1).

Посев сорго зернового проводится при устойчивом прогревании почвы на глубине заделки семян до 15–16 °С, в наших условиях это третья декада мая. Самый ранний посев за годы исследования был проведён 20 мая (2012 г.), самый поздний – 9 июня (2017 г.), когда из-за обильных непрекращающихся дождей и низкой температуры воздуха произвести посев в более

ранний срок не представлялось возможным. Поздний срок посева и сложившиеся погодные условия во время вегетации растений (обилие осадков и пониженный температурный режим) способствовали тому, что все фазы развития растений сместились на три недели, и сорт не смог реализовать свой потенциал урожайности.

Продолжительность вегетационного периода сорго зернового за годы исследования варьировала от 76 дней (2010 г.) до 98 дней (2017 г.). Урожайность зерна составляла от 2,0 т/га (2010 г.) до 5,91 т/га (2012 г.). Самыми урожайными были: 2007 г. – 5,28 т/га; 2011 г. – 5,33 т/га и 2012 г. – 5,91 т/га (табл. 2).

Чтобы рассчитывать на хороший урожай, к 1 июня растения сорго должны быть в фазе полных всходов. При этом 70 % от суммы активных температур, необходимых сортам нашей селекции для созревания (1800–2000 °С), растения должны получить в первой половине вегетации (июнь – июль). В 2007, 2009, 2011, 2012, 2013 и 2015 гг. сумма активных температур за период

1. Метеорологические условия вегетационного периода сорго зернового, по данным Усть-Кинельской метеорологической станции (2007–2017 гг.)

Год	Сумма активных температур, °С	Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период, °С	Сумма осадков, мм	Количество дней с относительной влажностью воздуха 30% и менее	ГТК
2007	1907,8	20,7	237,1	0	1,24
2008	1800,9	20,5	170,6	1	0,95
2009	1804,2	20,9	110,5	23	0,61
2010	1918,0	25,2	16,6	73	0,09
2011	1861,9	20,7	174,9	9	0,94
2012	1945,8	22,1	137,7	17	0,71
2013	1782,2	21,7	145,3	19	0,82
2014	1811,4	20,1	73,9	31	0,41
2015	1767,0	20,8	96,7	8	0,55
2016	2003,8	22,0	112,4	5	0,56
2017	1922,6	19,6	135,9	1	0,71

2. Продолжительность вегетационного периода, урожайность и показатели качества зерна сорго зернового сорта Рось в годы проведения исследования

Год	Вегетационный период, дн.	Урожайность зерна, т/га	Содержание сырого протеина, %	Содержание жира, %	Содержание клетчатки, %	Содержание золы, %	Содержание БЭВ, %
2007	92	5,28	9,82	5,23	2,83	1,83	80,29
2008	88	3,60	10,58	3,64	2,27	1,87	81,64
2009	86	4,51	14,04	4,77	3,34	1,82	76,03
2010	76	2,00	14,61	4,74	4,51	1,48	74,66
2011	90	5,33	9,81	5,69	3,17	1,65	79,68
2012	88	5,91	12,27	5,82	4,23	1,41	76,27
2013	82	4,53	10,42	4,30	3,64	1,58	80,06
2014	90	3,90	12,61	5,56	1,82	1,59	78,42
2015	85	4,86	9,03	5,38	2,68	1,77	81,14
2016	91	3,07	12,54	2,17	3,98	2,47	78,84
2017	98	2,71	11,64	4,46	2,04	2,07	79,79
НСР _{0,5}		0,29					

3. Корреляционные связи хозяйственно ценных признаков сорго зернового и метеорологических условий (2007–2017 гг.)

Показатель	Вегетационный период	Урожайность	Содержание сырого протеина	Содержание жира	Содержание клетчатки	Содержание золы	Содержание БЭВ
Сумма активных температур, °С	0,30	-0,25	0,35	-0,52	0,45	0,38	-0,36
Сумма осадков, мм	0,55	0,58	-0,67	-0,04	-0,28	0,18	0,61
ГТК	0,51	0,59	-0,70	-0,06	-0,30	0,15	0,64

июнь–июль составляла 68–75 % (1263–1331 °С) от суммы активных температур. В результате растения сформировали высокий урожай зерна – от 4,51 до 5,91 т/га.

Метеорологические условия вегетационного периода сорго оказали влияние и на показатели качества зерна. Самое высокое содержание сырого протеина отмечено в 2009 и 2010 гг. – 14,04–14,61 %. Погодные условия оказали влияние на содержание жира в зерне сорго зернового, показатель варьировал в пределах 2,17–5,82 %.

Проведённый корреляционный анализ показал, что сумма осадков и ГТК имеют среднюю положительную связь с продолжительностью вегетационного периода ($r = 0,55$; $r = 0,51$). Между суммой активных температур и вегетационным периодом отмечена слабая положительная корреляционная связь ($r = 0,30$) (табл. 3).

Анализ корреляционных связей урожайности и метеорологических условий за вегетацию показал, что на формирование урожая зерна сорго зернового большое влияние оказали осадки; средняя положительная корреляционная связь ($r = 0,58$) и ГТК ($r = 0,59$). Слабая отрицательная корреляция отмечена между суммой активных температур и урожайностью ($r = -0,25$).

Метеорологические условия вегетационного периода сорго зернового имели влияние на показатели качества зерна. Так, между суммой осадков, ГТК и содержанием сырого протеина выявлена средняя отрицательная связь ($r = -0,67$, $r = -0,70$). Средняя положительная связь проявилась и между содержанием сырого протеина и суммой активных температур ($r = 0,35$).

Корреляционная связь суммы активных температур за вегетацию с содержанием жира в зерне сорго была средней отрицательной и составляла $r = -0,52$. Слабая отрицательная корреляция отмечалась между содержанием жира с суммой осадков ($r = -0,04$) и ГТК ($r = -0,06$).

Несущественно метеорологические условия повлияли на содержание клетчатки и золы в зерне сорго; отмечалась средняя положительная корреляция между суммой активных температур и содержанием клетчатки ($r = 0,45$), золы ($r = 0,38$). Слабые отрицательные корреляционные связи отмечены между суммой осадков, ГТК и содержанием клетчатки ($r = -0,28$ и $r = -0,30$). Слабые положительные корреляции установлены

между суммой осадков, ГТК и содержанием золы ($r = 0,18$ и $r = 0,15$).

Средняя положительная корреляционная связь возникла между суммой осадков, ГТК и содержанием БЭВ ($r = 0,61$ и $r = 0,64$), средняя отрицательная корреляция – между суммой активных температур и содержанием БЭВ ($r = -0,36$).

Выводы

1. Сумма активных температур в условиях Самарской области в пределах 1800–2000 °С является достаточной для вызревания сортов сорго зернового селекции Поволжского НИИСС. При этом 70 % от суммы активных температур растения должны получить в первой половине вегетации (июнь – июль).

2. Оптимальная среднесуточная температура воздуха для получения полноценного урожая сортов зернового сорго находится в пределах 21–22 °С, понижение её до 19,6 °С и повышение до 25,2 °С ведёт к резкому снижению урожая зерна.

3. Корреляционный анализ показал среднюю положительную связь урожайности с суммой осадков и ГТК за вегетацию ($r = 0,58$ и $r = 0,59$).

4. Метеорологические условия вегетационного периода сорго зернового оказали влияние на показатели качества зерна. Средняя положительная связь отмечалась только между содержанием сырого протеина и суммой активных температур ($r = 0,35$). Остальные значения имели среднюю отрицательную зависимость.

Литература

1. Старчак В.И., Кибальник О.П., Каменева О.Б. Изучение исходного материала зернового сорго по биохимическому составу // Кукуруза и сорго. 2016. № 3. С. 33–35.
2. Ковтунова Н.А., Ермолина Г.М., Шишова Е.А. Влияние метеорологических условий на основные хозяйственно-ценные признаки сорго сахарного // Зерновое хозяйство России. 2013. № 1 (25). С. 31–34.
3. Ковтунов В.В., Горпиниченко С.И., Беседа Н.А. Исходный материал для селекции сорго зернового // Вестник аграрной науки Дона. 2010. № 2. С. 76–80.
4. Сорты и технология возделывания сорго зернового для засушливых условий Среднего Поволжья / Л.А. Косых, А.К. Антимонов, Л.Ф. Сыркина [и др.] // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. № 2 (4). Т. 20. С. 705–711.
5. Агрометеорологическое обеспечение научных исследований и изучение влияния погодных условий на формирование урожая сельскохозяйственных культур: отчёт о НИР (промежуточный за 2012 год) / ФГБОУ ВО Самарская ГСХА; В.А. Самохвалов, Е.В. Самохвалова, С.П. Татаренцева. Кинель, 2013. 62 с. № ГР 116041210128.
6. Васин В.Г., Самохвалова Е.В. Особенности погодных условий и основные направления совершенствования агротехнологий // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. №4. С. 43–47.

7. Современные сорта и технология возделывания зернового сорго в Самарской и Оренбургской областях. Практические рекомендации / Л.Ф. Сыркина, А.К. Антимонов, О.Н. Антимонова [и др.] // Самара: АНО «Изд-во СНЦ», 2019. 41 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.: Министерство сельского хозяйства СССР, 1985. 263 с.
9. Методические указания по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур (просо, гречиха, рис) / Всесоюзный ордена Ленина научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград, 1968. 51 с.
10. Зудилин С.Н., Кириченко В.Г., Глуховцев В.В. Основы научных исследований в агрономии. Самара, 2008. 290 с.
11. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench / Науч.-техн. совет стран – членов СЭВ по коллекциям диких и культ. видов растений и др. Л.: ВИР, 1982. 34 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.