УДК 633.174.1:631.8

DOI 10.36461/NP.2020.56.3.004

ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОГО СОРГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

О.П. Кибальник¹, канд. биол. наук, гл. науч. сотр., И.Г. Ефремова¹, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., Д.С. Семин¹, канд. с.-х. наук, гл. науч. сотр., В.В. Пронько², доктор с.-х. наук, профессор, А.В. Ерохина¹, ст. науч. сотрудник

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы»
т. (8452)794969; e-mail: kibalnik79@yandex.ru

²Научно-производственное объединение «Сила жизни»; e-mail: viktor-pronko@mail.ru

В статье представлены результаты изучения влияния гуминовых препаратов на урожайность и качество биомассы сахарного сорго. Объектами исследований были сорта Капитал (St), Сахара, Волонтер, Севилья, Чайка. Опыт заложен на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по двухфакторной схеме (фактор А – сорт, фактор В – гуматы) в разные по метеословиям годы. Отмечена дифференцированная отзывчивость сортов на обработку гуминовыми препаратами. Как однократное, так и двукратное применение К-Гумат-На с микроэлементами приводило к увеличению высоты растений, площади флагового листа, урожайности биомассы и сухого вещества. В условиях наших экспериментов максимальная урожайность зеленой массы отмечена у сорта Сахара при двукратном использовании К-Гумат-На в среднем за два года (34,2 т/га). Гуминовые препараты также вызвали рост содержания сырого протеина в урожае сухой биомассы сорта Сахара в 2017-2018 гг. (К-Гумат-На с микроэлементами на 21,8-23,1 %), сырого жира (Reasil Forte Carb-N-Humic на 45,4-54,5 % соответственно). Результаты проведенных полевых исследований подтверждают целесообразность использования солей гуминовых кислот в виде предпосевной и листовой обработок при возделывании сахарного сорго.

Ключевые слова: сахарное сорго, сорта, гуминовые препараты, урожайность биомассы, сбор сухого вещества, выход протеина и жира

Введение

В условиях черноземной степи Нижнего Поволжья важным резервом увеличения производства кормов является расширение посевных площадей под засухоустойчивыми и продуктивными культурами, к которым относится сахарное сорго. Актуальность такой постановки вопроса обусловлена усилением засушливых явлений, связанных с изменениями климата. Высокая урожайность и питательность биомассы

этой культуры являются определяющими факторами ее использования в кормопроизводстве: на зеленый корм, силос, сенаж. Биомасса содержит 15,0-19,0 % водорастворимых сахаров, 6,1-8,3 % сырого протеина, 1,6-3,4 % сырого жира [1-3] и отличается повышенной энергетической ценностью [4]. Рост продуктивности зерна и биомассы сорговых культур достигается усовершенствованием элементов агротехнических приемов возделывания, включающих

применение удобрений, гуминовых препаратов, биопрепаратов, стимуляторов роста, гербицидов и т.д. [5-10]. Научные исследования последних лет свидетельствуют о целесообразности применения гуматов на ранних стадиях развития растений, способствующих формированию высокого урожая и улучшению качества сельскохозяйственных культур [11-12]. Целью данной работы являлось изучение влияния обработки гуминовыми препаратами семян и посевов сортов сахарного сорго на урожайность и качество биомассы.

Методы и материалы

Полевые исследования проведены на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Рос-сорго» в 2017-2018 гг. Почва участка представлена черноземом южным среднесуглинистым. Метеорологические условия в годы испытаний были контрастными: ГТК (2017 г.) = 0,90, ГТК (2018 г.) = 0,64.

Объектами исследований были пять сортов сахарного сорго селекции института: Капитал (стандарт), Сахара, Севилья, Волонтер, Чайка и 3 препарата производства НПО «Сила жизни». Гуматы различались по химическому составу и содержанию гуминовых кислот: К-Гумат-Na с микроэлементами (7 % гуминовых, 0,6 % гидроксикарбоновых и 2,4 % аминокислот, 7 микроэлементов); Reasil Forte Carb-N-Humic (20,0 % азота общего, 6,0 % гуминовых, 2,0 % гидроксикарбоновых и 6,0 % аминокислот); Reasil Forte Семя Старт (6,0 % азота общего, 20,0 % гидроксикарбоновых кислот, 8,0 % аминокислот, восемь микроэлементов) [13].

Схема полевого опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (без препаратов); 2 – К-Гумат-Na с микроэлементами (1,0 л/т); 3 – К-Гумат-Na с микроэлементами (1,0 л/т + 1,0 л/га); 4 – Reasil Forte Carb-N-Humic (1,0 л/т); 5 – Reasil Forte Carb-N-Humic (1,0 л/т + 2,0 л/га); 6 – Reasil Forte Семя Старт (2,0 л/т).

Сорго высевали в третьей декаде мая на делянках площадью 15,4 м² в трехкратной повторности. Размещение делянок рендомизированное. Технология возделывания – зональная. Предшественник – пар. Оценка изученных признаков сортов проводилась согласно общепринятым методикам [14-15]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методом дисперсионного двухфакторного анализа (фактор А – сорт, фактор В – обработка препаратом) [16].

Результаты. Сорта сахарного сорго в опыте различались по габитусу: высота при созревании варьировала в интервалах

174,4-212,4 см (2017 г.) и 174,0-203,9 см (2018 г.). Достоверное увеличение высоты растений (на 17,2-17,8 см) при использовании препарата К-Гумат-Na (2017 г.) отмечено как в варианте 2, так и варианте 3, где превышение контроля составило 8,7-9,0 % (табл. 1). Существенный рост растений в 2018 г. выявлен в результате применения препаратов К-Гумат-Na и Reasil Forte Carb-N-Humic (варианты 2-5): существенное увеличение признака составило 5,7-10,1 % и 3,1-8,2 %, соответственно. Предпосевная обработка Reasil Forte Семя Старт не вызвала стимуляции высоты травостоя сахарного сорго.

Наибольшие параметры листового аппарата за период исследований установлены у сортов Капитал и Чайка (121,7-144,8 см²). Влияние препаратов на фотосинтезирующую поверхность листьев в среднем по сортам активно проявилось в вариантах с использованием К-Гумат-Na (2017 г.): предпосевная обработка способствовала увеличению показателей на 40,2%, а с последующим опрыскиванием в фазу кущения – 56,3% (табл. 2). Менее эффективно гуматы действовали в условиях вегетации 2018 г.: площадь флагового листа увеличилась всего на 4,3-8,7 %.

По урожайности биомассы в 2017 г. сорт Сахара превысил стандарт Капитал на 11,3 % (табл.3). На применяемые препараты выявлены сортовые различия. Наибольшую биомассу в варианте 3 формировали Сахара и Чайка: увеличение значений признака в сравнении с контролем составило 6,6-10,7 т/га (28,9-37,8 %) и 6,5-13,0 т/га (27,5-80,7 %) соответственно. Существенное влияние препаратов на продуктивность сахарного сорго дисперсионным анализом выявлено в 2018 г. Наиболее эффективным оказался К-Гумат-Na в двукратной обработке: в среднем превышение составило 23,0 %. Эта тенденция наблюдалась и в 2017 г. Одним из важных критериев оценки продуктивности посевов является сбор сухого вещества с гектара посевов. На примере сорта Сахара установлено, что в 2018 г. имело место существенное увеличение урожайности сухой биомассы в вариантах с применением К-Гумат-Na: при однократном – до 11,70 т/га, двукратном – до 12,07 т/га, что выше контроля на 9,54 т/га (рис.1).

Содержание белка в рационе животных является основой повышения продуктивности. Важным агрономическим показателем при возделывании сорго для кормопроизводства является выход сырого протеина с гектара посевов (рис. 1).

Таблица 1

*Высота при созревании (см) сортов сахарного сорго в зависимости
от применения гуминовых препаратов*

Сорт (фактор А)			Капитал (St)	Сахара	Волонтер	Севилья	Чайка	Среднее по препарату:
Варианты полевого опыта (фактор В)	1	2017 г.	197,7	197,7	203,5	205,3	174,7	195,8
		2018 г.	186,1	199,3	182,8	190,2	164,5	184,6
	2	2017 г.	220	213,7	230,7	210,7	193	213,6
		2018 г.	193,7	201,3	186,3	207,6	186,4	195,1
	3	2017 г.	216,3	215	231	213	189,7	213
		2018 г.	209,3	211,7	193,9	215,3	186,1	203,3
	4	2017 г.	211	192,7	199,7	187,7	171,7	192,5
		2018 г.	205,5	214,8	196,2	212,3	169,6	199,7
	5	2017 г.	206,3	206,3	217,7	195	164,3	197,9
		2018 г.	194,7	197,3	180	209,3	170,6	190,4
	6	2017 г.	188	166,7	192	209	153	181,7
		2018 г.	204,3	193,9	173,6	189	166,9	185,6
	Среднее по сортам	2017 г.	206,6	198,7	212,4	203,4	174,4	
		2018 г.	198,9	203,1	185,5	203,9	174	
$F_{A(2017)}= 29,4^*;$ $F_{B(2017)}= 17,3^*;$ $F_{AB(2017)}= 1,7;$ $F_{A(2018)}= 42,1^*;$ $F_{B(2018)}= 11,8^*;$ $F_{AB(2018)}= 1,6$								

Таблица 2

*Площадь флагового листа (см²) у сортов сахарного сорго,
обработанных гуминовыми препаратами*

Сорт (фактор А)			Капитал (St)	Сахара	Волонтер	Севилья	Чайка	Среднее по препарату:
Варианты полевого опыта (фактор В)	1	2017 г.	121,6	72,2	80,6	69,3	94,7	87,7
		2018 г.	131,2	86,7	115,2	72,2	143,8	109,8
	2	2017 г.	151,5	116,6	94,4	84,1	168,5	123
		2018 г.	117,9	98,9	134,7	73,6	147,5	114,5
	3	2017 г.	162,6	150,2	107,3	132,2	133,5	137,1
		2018 г.	151,2	118,1	113,6	64,5	149,7	119,4
	4	2017 г.	131,6	78,6	104,1	71,6	125,9	102,4
		2018 г.	119,8	119,4	127,5	65,2	113,9	109,2
	5	2017 г.	140,8	94,6	84,7	73,2	161,4	110,9
		2018 г.	93,2	106,3	139,3	75,7	119,5	106,8
	6	2017 г.	160,6	51,9	56,6	47,5	49,6	73,3
		2018 г.	116,8	96,3	139,2	95	131,4	115,7
	Среднее по сортам	2017 г.	144,8	94	87,9	79,6	122,3	
		2018 г.	121,7	104,3	128,3	74,4	134,3	
$F_{A(2017)} = 9.6^*$; $F_{B(2017)} = 5.9^*$; $F_{AB(2017)} = 1.0$; $F_{A(2018)} = 39.7^*$; $F_{B(2018)} = 1.3$; $F_{AB(2018)} = 2.5^*$								

Таблица 3

Урожайность биомассы (т/га) сортов сахарного сорго с применением гуминовых препаратов

Сорт (фактор А)			Капитал (St)	Сахара	Волонтер	Севилья	Чайка	Среднее по вариантам:
Варианты полевого опыта (фактор В)	1	2017 г.	25,6	28,3	21,9	26,6	16,1	23,7
		2018 г.	29	22,8	20,7	21,4	23,6	23,5
	2	2017 г.	35,5	37,2	24,7	26,9	23,3	29,5
		2018 г.	27,7	27,9	20,9	25,5	28,9	26,2
	3	2017 г.	33,1	39	29,9	28,7	29,1	31,9
		2018 г.	32,3	29,4	27,8	24,9	30,1	28,9
	4	2017 г.	27,4	29,4	25,2	25,1	20,2	25,5
		2018 г.	29,5	23,1	21,2	21,4	24,5	23,9
	5	2017 г.	28,3	35,7	27,1	26,8	26,9	28,9
		2018 г.	29,6	23,4	22	21,5	24,6	24,2
	6	2017 г.	25,5	29,1	23	26	18,2	24,4
		2018 г.	28,6	24,4	21,6	21,1	24,5	24
	Среднее по сортам	2017 г.	29,2	33,1	25,3	26,7	22,3	
		2018 г.	29,4	25,2	22,4	22,6	26	
F _{A(2017)} = 4.3*; F _{B(2017)} = 2.3; F _{AB(2017)} = 0.2; F _{A(2018)} = 8.6*; F _{B(2018)} = 3.7*; F _{AB(2018)} = 0.3

Сбор сухого вещества биомассы ($F_{(2017)}=2,69$; $F_{(2018)}=6,36^*$)

Сбор протеина и жира в сухом веществе биомассы
 ($F_{(протеин\ 2017)}=1,30$; $F_{(протеин\ 2018)}=11,87^*$; $F_{(жир\ 2017)}=3,05$; $F_{(жир\ 2018)}=14,79^*$)

Рис. 1. Сбор сухого вещества биомассы, протеина и жира с гектара посевов сорта Сахара при применении гуминовых препаратов

Установлено достоверное его увеличение до 0,95-0,96 т/га в вариантах с использованием К-Гумат-На: превышение контроля составило 21,8-23,1 % (2018 г.).

Сырой жир растительных кормов имеет высокую энергетическую ценность: входящие в его состав отдельные жирные кислоты необходимы для нормализации

пищеварения и всего обмена веществ животных.

При использовании К-Гумат-На (варианты 2, 3) и Reasil Forte Carb-N-Humic (вариант 5) выход сырого жира с урожаем сухого вещества значительно увеличивался в каждом сезоне выращивания: в 2017 г. выявлена прибавка до 0,22-0,33 т/га; в 2018 г. до 0,32-0,34 т/га (рис. 1).

Заключение

Использование гуминовых препаратов при возделывании сахарного сорго для предпосевной и листовой обработок является эффективным агроприемом, положительно влияющим на повышение продуктивности биомассы и улучшения ее

качества. Препарат К-Гумат-На с микроэлементами оказал наибольшую эффективность: в среднем по сортам установлено увеличение высоты растений на 5,7-10,1 %, площади флагового листа – 40,2-56,3 %; урожайности биомассы – 11,4-22,9 %.

У сорта Сахара в 2018 г. отмечен положительный эффект от применения К-Гумат-На на сбор сухого вещества биомассы (22,6-26,5 %) и протеина (21,8-23,1 %). Обработка Reasil Forte Carb-N-Humic за период испытаний в значительной степени повлияла на рост растений и образование сырого жира в сухом веществе: прибавка составила 3,1-8,2 % и 45,4-54,5 %, соответственно.

Литература

1. Жужукин В.И., Гаршин А.Ю. Биохимический состав и урожайность надземной биомассы сахарного сорго. Аграрная наука, 2016, № 3, с. 11-13.
2. Жужукин В.И., Семин Д.С., Гаршин А.Ю. К вопросу эффективности выращивания сахарного сорго в засушливых условиях Нижнего Поволжья. Кормопроизводство, 2016, № 9, с. 28-30.
3. Ковтунова Н.А., Ермолина Г.М., Горпиниченко С.И. и [др.] Кормовая ценность сахарного сорго. Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2017, №3 (58), с. 21-25.
4. Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г. и [др.]. Энергетическая эффективность биомассы перспективных линий сахарного сорго в условиях Саратовской области. Научное обеспечение устойчивого развития растениеводства в условиях аридизации климата: сборник материалов Международной заочной научно-практической конференции. Саратов: ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», 2017, р. 134-137.
5. Воскобулова Н.И., Новикова А.А. Влияние регуляторов роста на динамику накопления сухого вещества и химический состав растений сахарного сорго. Вестник мясного скотоводства, 2011, № 64 (4), с. 130-133.
6. Евчук М.В. Урожайность сахарного сорго в зависимости от удобрений и ростостимуляторов на светло-каштановых почвах сухостепной зоны Калмыкии. Научный журнал КубГАУ, 2014, №101 (07), с. 1-11.
7. Нокербеева Н.К., Завалин А.А., Сулейменов Е.Т. и [др.] Влияние подкормок азотным удобрением на сахаристость растений сорго сахарного в условиях Юго-Востока Казахстана. Российская сельскохозяйственная наука, 2017, № 6, с. 6-10.
8. Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г. Влияние гуминовых препаратов на хозяйственно-ценные признаки сортов сахарного сорго. Точки роста эффективности АПК в условиях нестабильного рынка: сборник материалов международной научно-практической конференции. Казань: ФГБОУ ДПО Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса, 2018, с. 249-254.
9. Котляров Д.В., Котляров В.В., Федулов Ю.П. Физиологически активные вещества в агротехнологиях. Краснодар: КубГАУ, 2016, с. 64-65.
10. Пронько В.В., Алинкина Т.А. Влияние азотных удобрений и препаратов ассоциативных диазотрофов на урожай зернового сорго и биологическую активность чернозема южного. Проблемы агрохимии и экологии, 2011, № 4, с. 8-12.
11. Кирдей Т.А. Гуминовые препараты в агротехнологиях. Земледелие, 2013, № 5, с. 12-14.
12. Штуц Р.В., Епифанович Н.В. Эффективность применения гуматов в растениеводстве (обзор). Рисоводство, 2015, № 1-2 (26-27), с. 58-65.
13. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Справочное издание. Москва, 2018, 816 с.
14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва, 1989, 194 с.
15. Ермаков А.И. Методы биохимических исследований растений. Ленинград, 1987, с. 101-108.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва, 2011, 352 с.

**PRODUCTIVITY OF SUGAR SORGHUM WHEN USING HUMIC PREPARATIONS
IN THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION**

*O.P. Kibalnik¹, Candidate of Biological Science, chief research worker,
I.G. Efremova¹, Candidate of Agricultural Science, senior research worker,
D.S. Semin¹, Candidate of Agricultural Science, chief research worker,
V.V. Pronko², Doctor of Agricultural Science, professor,
A.V. Erokhina¹, senior research worker*

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research and Design Technological Institute for Sorghum and Corn" phone number (8452)794969; e-mail: kibalnik79@yandex.ru

² Research and Production Association "Sila Zhizni"; e-mail: viktor-pronko@mail.ru

The article presents the results of studying the effect of humic preparations on the yield and quality of sugar sorghum biomass. The objects of the research were varieties Capital (St), Sahara, Volunteer, Sevilla, Chaika. The experiment was laid on the experimental field of Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research and Design Technological Institute for Sorghum and Corn" ("Rossorgo") according to a two-factor scheme (factor A - variety, factor B - humates) in different weather conditions. Differentiated responsiveness of varieties to treatment with humic preparations was noted. Both single and double application of K-Humate-Na with micro-elements led to an increase in plant height, flag leaf area, biomass, and dry matter yield. Under the conditions of our experiments, the maximum yield of green mass was observed in the Sahara variety with the double use of K-Humate-Na on average for two years (34.2 t/ha). Humic preparations also caused an increase in the content of crude protein in the dry biomass harvest of the Sahara variety in 2017-2018. (K-Humate-Na with micro-elements by 21.8-23.1%), crude fat (Reasil Forte Carb-N-Humic by 45.4-54.5%, respectively). The results of the field studies confirm the advisability of using salts of humic acids in the form of presowing and leaf treatments in the cultivation of sugar sorghum.

Keywords: sugar sorghum, varieties, humic preparations, biomass yield, dry matter collection, protein and fat yield

References

1. Zhuzhukin V.I., Garshin A.Yu. Biochemical composition and productivity of the aboveground biomass of sugar sorghum. *Agrarian Science*, 2016, № 3, p. 11-13.
2. Zhuzhukin V.I., Semin D.S., Garshin A.Yu. On the question of the efficiency of growing sugar sorghum in arid conditions of the Lower Volga region. *Fodder Production*, 2016, № 9, p. 28-30.
3. Kovtunova N.A., Ermolina G.M., Gorpinichenko S.I. [et al.] Feed value of sugar sorghum. *Agricultural Science Euro-North-East*, 2017, № 3 (58), p. 21-25.
4. Kibalnik O.P., Semin D.S., Efremova I.G. [et al.]. Energy efficiency of biomass of promising lines of sugar sorghum in the conditions of the Saratov region. *Scientific Support of Sustainable Development of Plant Growing in the Conditions of Climate Aridization: the collection of materials of the International correspondence scientific and practical conference. Saratov: FGBSI RusRDTISC "Rossorgo", 2017, p. 134-137.*
5. Voskobulova N.I., Novikova A.A. The effect of growth regulators on the dynamics of dry matter accumulation and the chemical composition of sugar sorghum plants. *The Herald of Beef Cattle Breeding*, 2011, № 64 (4), p. 130-133.
6. Evchuk M.V. Sugar sorghum yield depending on fertilizers and growth stimulants on light chestnut soils of the dry steppe zone of Kalmykia. *Scientific Journal of KubSAU*, 2014, № 101 (07), p. 1-11.
7. Nokerbekova N.K., Zavalin A.A., Suleimenov E.T. [et al.] Influence of fertilizing with nitrogen fertilizer on the sugar content of sugar sorghum plants in the conditions of the South-East of Kazakhstan. *Rossiyskaya Selskhozaystvennaya Nauka*, 2017, № 6, p. 6-10.
8. Kibalnik O.P., Semin D.S., Efremova I.G. Influence of humic preparations on economically valuable traits of sugar sorghum varieties. *Points of growth in the efficiency of the agro-industrial complex in an unstable market: a collection of materials of the international scientific and practical conference. Kazan: FSBEI FVE Tatar Institute for Agribusiness Personnel Retraining*, 2018, p. 249-254.

9. Kotlyarov D.V., Kotlyarov V.V., Fedulov Yu.P. Physiologically active substances in agricultural technologies. Krasnodar: KubSAU, 2016, p. 64-65.
10. Pronko V.V., Alinkina T.A. The influence of nitrogen fertilizers and preparations of associative diazotrophs on the yield of grain sorghum and the biological activity of the southern chernozem. Problemy Agrohimii i Ekologii, 2011, № 4, p. 8-12.
11. Kirdey T.A. Humic preparations in agricultural technologies. Zemledelie, 2013, № 5, p. 12-14.
12. Shtuts R.V., Epifanovich N.V. The effectiveness of the use of humates in crop production (review). Rice Growing, 2015, № 1-2 (26-27), p. 58-65.
13. List of pesticides and agrochemicals permitted for use in the territory of the Russian Federation. Reference edition. Moscow, 2018, 816 p.
14. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Moscow, 1989, 194 p.
15. Ermakov A.I. Biochemical research methods of plants. Leningrad, 1987, p. 101-108.
16. Dospekhov B.A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results). Moscow, 2011, 352 p.