

МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ

УДК 633.174:631.84 (574.51)

¹Нокербекова Н. К., ²Сулейменов Е.Т.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА САХАРНОГО СОРГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ

¹Казахский национальный аграрный университет, 050010, г. Алматы,
проспект Абая, 8, Казахстан, e-mail: nnazik@mail.ru

²ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства», 040909, Алматинская
область, Карасайский р-н, п. Алмалыбак, ул. Ерленесова 1, Казахстан,
e-mail: et_suleim@mail.ru

Аннотация. Полученные результаты двухлетних исследований показали, что внесение азотных удобрений в подкормку на фоне различной обеспеченности почв подвижным фосфором оказало существенное влияние на изменение структуры урожая и на урожайность зерна сахарного сорго. Показано, что урожайность зерна у сортов сахарного сорго повысилась на удобренных вариантах от 13,6 до 42,9 %. Наибольшие урожайности зерна (39,7 ц/га у сорта Казахстанское 16 и 45,6 ц/га у сорта Казахстанское 20) были получены на фонах с повышенной обеспеченностью почв подвижным фосфором. Превышение над контрольным вариантом составило: по высоте растений - 14,7-17,1 % у сорта Казахстанское 16 и 10,9-12,4 % у сорта Казахстанское 20; по сырой биомассе соответственно - 14,3-24,8 % и 15,0-23,7 % и по массе 1000 зерен соответственно - 22,8-29,3 % и 12,3-28,8 %.

Ключевые слова: сахарное сорго, сорт, фон, азотные удобрения, урожайность, высота растений, сырая биомасса, масса 1000 зерен.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время Украина, Россия, Беларусь переживают настоящий соргобум – чрезвычайная засухоустойчивость, неприхотливость к плодородию почвы и стабильно высокая урожайность делают эту культуру очень перспективной не только в этих странах, но и для аграриев нашей республики. В острозасушливый год профессор Крымского государственного агроуниверситета Н.А.Шепель с сотрудниками получил показательный результат при сравнительном изучении сорго и кукурузы. Во время засухи сорго впало в анабиоз, и переждав ее обеспечило урожай зеленой массы 400-600 и зерна 35-48 ц/га. Кукуруза в этих условиях дала урожай зерна 6-8, а зеленой массы 110-150 ц/га [1].

В последнее время интерес к сахарному сорго как резервной культуре для производства сахара связан с нехваткой и увеличением

стоимости нефти и нефте-продуктов, использованием спирта в качестве горючего [2, 3]. Необходимо отметить, что получение этанола из сахарного сорго, по сравнению с зерном кукурузы, менее затратное. В США из сорго вырабатывают столько же биоэтанола, сколько и из кукурузы. Этот опыт все шире распространяется на другие страны как Бразилия, Канада, Китай, Филиппины, Иран и др. [4]. Получение этанола из сорго развивается в трех направлениях, это - биотопливо, алкогольные напитки и спирт для медицины.

Таким образом, в условиях усугубления процессов аридизации климата и опустынивания территории в Центрально-Азиатском регионе в настоящее время, и в особенности в перспективе, весьма актуальным становится выявление и внедрение в производство культур, достаточно адаптированных к засухе и засолению почв, способных обеспечивать высокую

продуктивность при ограниченном водопотреблении. Этим требованиям отвечает сорго, основными хозяйственно-ценными признаками которого являются, как изложено выше, универсальность использования, исключительная жаро-, засухо- и солеустойчивость, а также высокая продуктивность. В этом аспекте проведение исследований по изучению влияния минеральных удобрений на продуктивность сахарного сорго в условиях юго-востока республики является перспективным направлением.

В мировой практике производство сахаросодержащих продуктов из сахарного сорго начинает получать широкое распространение. В нашей же стране до настоящего времени в промышленных масштабах производство сахаросодержащих продуктов из сорго не существует. При этом урожайность зерна сорго находится в более низком уровне, что связано с недостаточным вниманием как перспективной диверсификационной культуре, так и агротехнике возделывания и отсутствием научно-обоснованной системы применения удобрений под сорго, не изученностью влияния минеральных удобрений на урожай и качество зерна сахарного сорго, что и определяет актуальность нашей работы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований служили сорта сахарного сорго отечественной селекции – Казахстанское 16 и Казахстанское 20. Экспериментальные исследования с закладкой полевых опытов проводились в 2015-2016 годы на орошаемой светло-каштановой почве при различном уровне обеспеченности почв подвижным фосфором. Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без удобрений); 2. N₅₀ (подкормка в фазу 3-5 листьев); 3. N₁₀₀

(подкормка N₅₀ - в фазу 3-5 листьев + N₅₀ - в фазу 5-7 листьев). Опыты закладывались на двух фонах обеспеченности (средней (30-35 мг/кг почвы) - фон 1 и повышенной (40-45 мг/кг почвы) - фон 2) подвижным фосфором (по Мачигину). Азотные удобрения вносились в виде аммиачной селитры (34 % д.в.).

Полевой опыт проводился в четырехкратной повторности с использованием агротехники, принятой для данной зоны. Площадь делянки - 72 м². В работе использовались традиционные и современные методы исследования растений. Морфометрические параметры определялись по результатам структурного анализа. Изучались ростовые биологические параметры, как высота растений, длина метелки, количество узлов и число боковых побегов. Сухая биомасса отдельных органов определялась методом замеров и взвешиваний [5]. В условиях полевых опытов исследовались особенности роста и развития, биологическая продуктивность сортов сорго сахарного. В течение вегетации проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием растений.

Все результаты исследований подверглись статистической обработке по Н.Л. Удольской [6] и компьютерных программ Excel 97, ANOVASYSTAT 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Азотные удобрения высокоэффективны во всех зонах страны при возделывании сельскохозяйственных культур, поэтому рациональное применение их и наиболее продуктивное использование азота почвы является ключевой проблемой в повышении урожая культур и улучшения качества продукции.

Вместе с тем, применение азотных удобрений ставит перед отечественным земледелием проблемы, связанные с охраной окружающей среды и

контролем безопасности и качества получаемой продукции растениеводства. В связи с этим, вопросы оптимизации норм азотных удобрений в зависимости от типа и степени окультуренности почвы, биологических особенностей сельскохозяйственных культур, формы удобрения, целевого назначения продукции являются актуальными как в теоретических, так и в практических аспектах.

Многие ученые высокую эффективность минеральных удобрений на орошаемых почвах юго-востока Казахстана объясняют слабой обеспеченностью этих почв подвижными формами питательных элементов, особенно азотом и фосфором. Хорошее обеспечение влагой, обилие тепла и

света создают наилучшие условия для эффективного использования вносимых удобрений.

Результаты наших исследований показали, что эффективность азотных удобрений по фонам обеспеченности почв подвижным фосфором за годы исследований была существенной. Так, если в среднем за два года урожайность зерна сахарного сорго сорта Казахстанское 16 на контрольном варианте (вариант 1) по фону 1 и 2 составила соответственно 24,7 и 28,1 ц/га, то при внесении аммиачной селитры в подкормку в дозе N_{50} в фазе 3-5 листьев урожайность повысилась до 30,7-35,6 ц/га, а при дробном внесении повышенную дозу ($N_{50}+N_{50}$) в подкормку – до 35,3-39,7 ц/га (таблица 1)

Таблица 1 – Урожайность зерна сортов сахарного сорго, ср. за 2015-2016 гг.

Варианты опыта		Урожайность зерна, ц/га	Прибавка урожая	
			ц/га	%
Казахстанское 16				
Фон 1	Б/У	24,7	-	-
	N ₅₀	30,7	6,0	24,3
	N ₁₀₀	35,3	10,6	42,9
	НСР, ц/га	1,85		
Фон 2	Б/У	28,1	-	-
	N ₅₀	35,6	7,5	26,7
	N ₁₀₀	39,7	11,6	41,3
	НСР, ц/га	2,73		
Казахстанское 20				
Фон 1	Б/У	31,4	-	-
	N ₅₀	39,2	7,8	24,8
	N ₁₀₀	43,4	12,0	38,2
	НСР, ц/га	1,64		
Фон 2	Б/У	36,8	-	-
	N ₅₀	41,8	5,0	13,6
	N ₁₀₀	45,6	8,8	23,9
	НСР, ц/га	2,63		

На фоне с повышенной обеспеченностью почв подвижным фосфором по сравнению со средней обеспечен-

ностью почв в среднем за два года урожайность была несколько выше как на контрольном, так и на удобренных

(2, 3) вариантах. Прибавка урожая составила соответственно 3,4; 4,9 и 4,4 ц/га или 13,8, 16,0 и 12,5 %.

Отзывчивость сорта сахарного сорго Казахстанское 20 на обеспеченность почв подвижным фосфором и на подкормку азотными удобрениями была выше, чем у сорта Казахстанское 16. В среднем за два года урожайность на контрольном варианте по фонам 1 и 2 составила соответственно 31,4 и 36,8 ц/га. Внесение азотных удобрений в дозах N_{50} и N_{100} повышало урожай зерна по фону 1 до 39,2 и 43,4 ц/га, а по фону 2 – до 41,8 и 45,6 ц/га соответственно. Прибавка составила от 24,8 до 38,2 % по фону 1 и от 13,6 до 23,9 % по фону 2.

Отзывчивость сахарного сорго на азотные удобрения объясняется потенциальной биологической способностью культуры к формированию высоких урожаев, а также бедностью почв, на которых она возделывается. Эффективность азотных удобрений следует рассматривать как совокупное действие двух факторов: прямого действия внесенного азота удобрения как непосредственного источника азотного питания растений, и косвенное, проявляющееся в активизации процессов минерализации и увеличения доступности растениями азота почвы. В зависимости от климатических условий и окультуренности почвы роль азотных удобрений в обеспечении растений азотом может сильно варьировать.

Полученные данные исследований показали, что эффективность азотных удобрений находилась в зависимости от обеспеченности почв подвижным фосфором. При уровне средней обеспеченности прибавки урожая от подкормок азотными удобрениями у сортов сахарного сорго составили в пределах 7,8-12,0 ц/га, а при повышенной обеспеченности – 5,0-8,8 ц/га. При этом урожайность на фоне

с повышенной обеспеченностью по сравнению со средней была выше по всем вариантам опыта и составила соответственно 5,4; 2,6 и 2,2 ц/га.

Результаты наших исследований показали, что внесение азотных удобрений оказало существенное влияние на изменение структуры урожая сахарного сорго (таблица 2).

Это видимо связано с оптимальной обеспеченностью сахарного сорго подвижным фосфором. У сорта Казахстанская 16 на контрольном варианте высота растений фона 1 составило 1,69 м и на удобренных вариантах 1,88-1,98 м, а на фоне 2 – оно составило соответственно 1,84 и 1,96-2,11 м. Аналогичная закономерность наблюдалась и по сорту Казахстанское 20. При этом отмечается тенденция превышения высоты растений у этого сорта по сравнению с сортом Казахстанское 16 по соответствующим фонам. Так, на контрольных вариантах высота растений превышала на 14-18 см, а на вариантах с дозами удобрений 50 и 100 кг д.в. - соответственно на 10-19 см и 5-16 см.

Результаты наших исследований показали, что в среднем за два года масса 1000 зерен у сорта сахарного сорго Казахстанское 16 на контрольном варианте фонов 1 и 2 варьировала от 7,542 до 8,875 г, и у сорта Казахстанское 20 - соответственно - от 8,372 до 10,637 г. Внесение азота в подкормку в дозе 50 кг/га д.в. способствовало повышению этого показателя у обеих сортов: у первого сорта - соответственно на 7,8 и 19,4 % и у второго сорта 13,6 и 4,8 %. Возрастающие дозы подкормки азотом до 100 кг/га также повышало массу 1000 зерен - соответственно на 29,3 и 22,8; 28,8 и 12,3 %.

Сырая биомасса у сорта Казахстанское 16 на контрольном варианте фона 1 составила 201,5 г/раст. и на вариантах с внесением возрастающих доз азотных удобрений в подкормку - 236,9-

251,4 г/раст., а на фоне 2 – она составила соответственно 231,3 и 250,2-264,3 г/раст. У сорта Казахстанское 20 по сравнению с Казахстанское 16 эти величины были больше и составили на контрольном варианте фона 1 (со сред-

ней обеспеченностью почвы подвижным фосфором) 225,8 г/раст. и на удобренных вариантах 253,4-279,4 г/раст., на фоне 2 (с повышенной обеспеченностью) – соответственно 254,2 и 275,0-292,4 г/раст.

Таблица 2 – Структура растений сахарного сорго в уборку, ср. за 2015-2016 гг.

№ №	Варианты опыта	Показатели структуры					
		Высота растений, м	Масса 1000 зерен, г	Сырая биомасса, г/раст.	В том числе		
					стеблей	листьев	метелок
Казахстанское 16							
Фон 1							
1	Б/У	1,69	7,542	201,5	164,0	16,9	24,6
2	N ₅₀	1,88	8,134	236,9	176,9	19,0	32,0
3	N ₁₀₀	1,98	9,754	251,4	195,6	21,6	39,2
Фон 2							
1	Б/У	1,84	8,875	231,3	177,6	20,5	33,2
2	N ₅₀	1,96	10,599	250,2	187,1	24,8	38,3
3	N ₁₀₀	2,11	10,899	264,3	192,1	28,8	43,4
Казахстанское 20							
Фон 1							
1	Б/У	1,83	8,372	225,8	172,7	18,7	34,4
2	N ₅₀	1,98	9,507	253,4	192,4	20,8	40,2
3	N ₁₀₀	2,03	10,781	279,4	206,8	25,8	46,8
Фон 2							
1	Б/У	2,02	10,637	254,2	193,2	21,1	39,9
2	N ₅₀	2,15	11,149	275,0	203,0	25,8	46,2
3	N ₁₀₀	2,27	11,944	292,4	209,1	29,2	54,1

Накопление биомассы вегетативных органов растений сахарного сорго показало, что наблюдается определенная закономерность. Основная доля сырой биомассы растений приходилась на стебли, причем с улучшением фосфорного питания она несколько снижалась по обоим сортам и соответственно повышалась доля листьев и метелок. Так, если в среднем по фону 1 доля биомассы стеблей, листьев и метелок у сорта Казахстанское 16 составила соответственно 77,8; 8,3 и 13,9 %, то по фону 2 она была 74,7; 9,9 и 15,4 % соответственно. Аналогичные соотношения были получены и

по сорту Казахстанское 20: 75,4; 8,6 и 16,0 % по фону 1 и 73,7; 9,3 и 17,1 % по фону 2 соответственно. Внесение азотных удобрений в подкормку по фонам обеспеченности почв подвижным фосфором оказало влияние на накопление биомассы стеблей, листьев и метелок у обоих сортов сахарного сорго. Так, наибольшее увеличение биомассы органов растений получено при внесении повышенной дозы азотных удобрений по сравнению с контрольным вариантом: у сорта Казахстанское 16 - до 19,3 % у стеблей, до 27,8 % у листьев и до 59,3 % у метелок на фоне 1 и до 8,2, 40,5 и

30,7 % на фоне 2 соответственно; у сорта Казахстанское 20 - до 19,7, 38,0 и 36,0 % на фоне 1 и до 8,2, 38,4 и 35,6 % на фоне 2 соответственно.

ВЫВОДЫ

Двухлетние данные наших исследований показали, что внесение азотных удобрений в подкормку в ранние фазы роста и развития растений сахарного сорго оказало существенное положительное влияние и на урожайность зерна и на структурные показатели, как высота растений, сырая биомасса и масса 1000 зерен. При этом урожайность зерна сахарного сорго у сортов Казахстанское 16 и Казахстанское 20 повысилась на удобренных вариантах соответственно

на 24,3-42,9 % и 13,6-38,2 %. Наибольшие величины урожайности зерна (39,7 ц/га у сорта Казахстанское 16 и 45,6 ц/га у сорта Казахстанское 20) были получены на фонах с повышенной обеспеченностью почв подвижным фосфором. Превышение над контрольным вариантом составило: по высоте растений - 14,7-17,1 % у сорта Казахстанское 16 и 10,9-12,4 % у сорта Казахстанское 20; по сырой биомассе соответственно - 14,3-24,8 % и 15,0-23,7 % и по массе 1000 зерен соответственно - 22,8-29,3 % и 12,3-28,8 %. Основную часть сырой биомассы растений составили стебли - от 70,8 до 81,4 % по сорту Казахстанское 16 и от 70,9 до 77,5 % по сорту Казахстанское 20.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Пашенко В. Сорго нам поможет, потому что не боится засухи // Крымская правда. - 2002. - №110.

2 Guangqi Zhou., Dongmei Qi., Yin Guo., Xue Liang Zhang and Jingxian Zhai. New production method of ethanol with Sweet Sorghum // Advanced materials research. - 2012. - Vol. 1055-1059. - P. 347-353

3 Kamrun Nahar, Sweet Sorghum: an Alternative Feedstock for Bioethanol // Iranica Journal of Energy & Environment. - 2011. - №2(1). - C. 58-61.

4 Fernandes E.A.; Pereira WJS; Hackenhaar L.; Rodrigues R.M.; Terra R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. Rev. Bras.Cienc.Avic. Campinas Juy/Sept., 2013. - Vol. 15. - P. 3.

5 Шорин П.М. Перспективы возделывания сорго в предгорьях Северного Кавказа // Кукуруза и сорго. - 2001. - № 5. - С. 14-15.

6 Удольская Н.Л. Введение в биометрию. - Алма-Ата: Наука, 1976. - 72 с.

REFERENCES

1 Pashchenko V. Sorgo nam pomozhet, potomu chto ne boitsya zasukhi // Krymskaya pravda. - 2002. - №110.

2 Guangqi Zhou., Dongmei Qi., Yin Guo., Xue Liang Zhang and Jingxian Zhai. New production method of ethanol with Sweet Sorghum // Advanced materials research. - 2012. - Vol. 1055-1059. - R. 347-353

3 Kamrun Nahar, Sweet Sorghum: an Alternative Feedstock for Bioethanol // Iranica Journal of Energy & Environment. - 2011. - №2(1). - S. 58-61.

4 Fernandes E.A.; Pereira WJS; Hackenhaar L.; Rodrigues R.M.; Terra R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. Rev. Bras.Cienc.Avic. Campinas Juy/Sept., 2013. - Vol. 15. - R. 3.

5 Shorin P.M. Perspektivy vozdelevaniya sorgo v predgoryakh Severnogo Kavkaza // Kukuruza i sorgo. - 2001. - № 5. - S. 14-15.

6 Udolskaya N.L. Vvedeniye v biometriyu. - Alma-Ata: Nauka, 1976. - 72 s.