

УДК 631.55:633.174.1:631.84

*В. Н. ШЛАПУНОВ, Т. Н. ЛУКАШЕВИЧ, И. А. НАДТОЧАЕВА, В. Л. КАПЫЛОВИЧ*

## **ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ СОРГО САХАРНОГО И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ**

*Институт земледелия и селекции НАН Беларуси*

*(Поступила в редакцию 28.04.2006)*

Большинство сельхозпредприятий республики не имеют возможности в летний период обеспечивать крупнорогатый скот в нужных объемах и бесперебойно зеленым кормом за счет пастбищ, так как последние из-за несовершенства видового состава травостоя, слабой обеспеченности элементами питания, дефицита влаги (особенно во второй половине лета) имеют низкую продуктивность. Недостаточное кормление в пастбищный период приводит к недобору до 800 л молока на корову. Поэтому недостающее количество пастбищного корма хозяйства стараются восполнить клевером, клеверо-злаковыми смесями и специальными посевами однолетних бобово-злаковых трав, крестоцветных культур, что обеспечивает стабильность поступления зеленого корма, однако это полностью проблему не решает, так как отсутствие надежных метеопрогнозов на длительные периоды не позволяет с высокой вероятностью прогнозировать урожайность и динамику поступления зеленого корма. Кроме того, период использования однолетних трав на зеленый корм короткий (8–10 дней), после чего зеленая масса грубеет и плохо поедается скотом.

В этой связи целесообразно включение в зеленый конвейер культур с более продолжительным вегетационным периодом. Например, озимый рапс, посеянный весной, не образует стеблей, а формирует розетку с крупными листьями высотой 50–60 см, наращивает массу на протяжении 150–160 дней, оставаясь зеленым и высокопитательным, что позволяет использовать его по мере надобности на протяжении июня – октября.

В этом плане представляет интерес новая для республики культура – сорго сахарное (*Sorghum Saccharatum*), которое наращивает урожай с весны до осенних заморозков, сохраняя высокие кормовые качества на протяжении всей вегетации, поэтому его можно использовать в зеленом конвейере в различные периоды возникающего дефицита пастбищного корма. Ценной особенностью культуры является способность отрастать после скашивания и лучше других растений переносить почвенную и воздушную засуху, которые участились в Беларуси в последнее десятилетие, особенно на почвах легкого механического состава. В таких условиях сорго приостанавливает рост и быстро его возобновляет при их улучшении [2, 3]. Транспирационный коэффициент сорго небольшой – 240–300, тогда как у пшеницы – 513–550, кукурузы – 338–370.

В республике сорго сахарное как кормовая культура включено в Государственное сортоиспытание. По его результатам в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород занесен сорт Порумбень 4 (по всем областям), гибрид Славянское приусадебное (по Брестской обл.), а также сорго-суданковый гибрид Почин-80, созданный совместно Синельниковской опытной станцией (Украина) и Институтом земледелия и селекции НАН Беларуси.

Анализ результатов госсортоиспытания различных сортов сорго сахарного показывает, что эта культура в условиях республики имеет высокий потенциал продуктивности, но в то же время довольно чувствительно реагирует на условия произрастания. Например, если в среднем за 2002–2004 гг. на Октябрьской сортоиспытательной станции (СС) урожайность сухого вещества в зависимости от сорта составила 136–149 ц/га, то в 2003 г. она была на уровне 176–220, а в 2002 г.

значительно ниже – 84–93 ц/га. Примерно то же отмечено по Вилейской СС. Наивысшая урожайность сухого вещества (206–221 ц/га) за эти годы получена на Несвижской СС при небольших колебаниях по годам. В среднем более 100 ц/га сухого вещества получено на Ивацевичском ГСУ и Горецкой СС. В то же время на Кобринской СС урожайность сухого вещества в зависимости от сорта составила в среднем 40–55 ц/га, Мозырской СС – 70–75, Лунинецком ГСУ 56–67 ц/га. Более 1000 ц/га зеленой массы, 180–190 ц/га сухого вещества получили в опытах Гомельской сельскохозяйственной опытной станции.

Указанные различия в урожайности можно объяснить влиянием погодных условий и разным уровнем применяемой агротехники.

Цель настоящих исследований – изучение динамики формирования урожая сорго сахарного при одноукосном и двухукосном режимах уборки и реакции сорго на внесение азотных удобрений.

I. Полевые и лабораторные исследования по изучению динамики формирования урожая сорго сахарного при одноукосном и двухукосном режимах уборки проводили в 2003–2005 гг. в Полесском филиале Института земледелия и селекции (Мозырский район). Почва участка – дерново-подзолистая, среднеподзоленная на пылевато-песчаных супесях, подстилаемая с глубины 60–90 см моренным суглинком. Ее агрохимические показатели в пахотном слое в годы проведения исследований были следующими: содержание подвижного фосфора 160–165, обменного калия – 185–205 мг/кг почвы, гумуса 1,76–1,85%,  $pH_{КС1}$  5,7–6,0. Под сорго вносили только минеральное удобрение  $N_{90}P_{60}K_{90}$ .

Первый укос проводили через 45, 55, 65 и 75 дней после появления всходов, второй – перед осенними заморозками. Метеорологические условия по годам были различными, что позволило более полно выяснить реакцию сорго на тепло- и влагообеспеченность. В целом за май – сентябрь по сумме активных температур различия по годам были небольшими (2230–2350 °С), но более существенными по отдельным периодам вегетации. Например, среднесуточная температура за май в 2003 и 2005 гг. составила 15,3 и 12,7 °С соответственно, а в 2004 г. – только 10,9 °С. В июне лучшая теплообеспеченность была в 2005 г., хотя во все три года исследований этот месяц уступал среднесуточному показателю. Среднесуточная температура за июль более высокой (20,0 °С) была в 2003 г., в то время как в 2004 г. составила 17,7 °С, в 2005 г. – 19,1 °С. Август по этому показателю в 2003 г. был близок к средней многолетней и на 1,8 и 0,9° превысил ее в 2004 и 2005 гг. По среднесуточным температурам в сентябре 2003 г. также уступил двум последующим годам.

По влагообеспеченности, особенно в периоды интенсивного нарастания урожая (июль–август), более благоприятным был 2004 г. В июле выпало 118 мм осадков, в августе – 133 мм, что выше нормы на 35,6 и 52,9% соответственно. Сентябрь 2004 г. по количеству осадков (63 мм) был близок к средней многолетней (66 мм), в то время как в 2003 г. их выпало только 9, в 2005 г. – 39,4% от нормы. Более благоприятное сочетание температурного режима и количества осадков в 2004 г. обеспечило и более высокую урожайность сорго.

**Результаты и их обсуждение.** При составлении зеленого конвейера из полевых культур важно знать динамику формирования их урожайности. Известно, что в первые 35–45 дней вегетации сорго растет медленно. Темпы линейного роста и нарастания урожая заметно усиливаются после фазы кушения.

В опытах при уборке сорго через 45 дней после всходов урожайность в среднем за три года составила 120 ц/га зеленой массы при среднесуточном ее приросте 2,66 ц/га. Наивысшим он был в последующие 10 дней – 24,1 ц/га в сут. Урожайность к этому сроку учета возросла до 361 ц/га. Дальнейшее формирование урожая продолжалось при меньших среднесуточных приростах. Они снизились до 11,1–9,2 ц/га (табл. 1).

Таким образом, учеты по динамике нарастания зеленой массы сорго показали, что через 45 дней после всходов было сформировано в среднем 18,2%, через 55 – 54,9, через 65 – 71,8, через 75 дней – 86,0% от конечного урожая.

В то же время динамика нарастания урожая сухого вещества существенно отличается от нарастания зеленой массы, что необходимо учитывать при определении количества кормовых единиц, поступающих животным с зеленым кормом. На протяжении 70–75 дней вегетации содержа-

Т а б л и ц а 1. Динамика формирования урожая сорго (среднее за три года)

Показатель	Кол-во дней от всходов				Полное колошение – начало формирования зерна
	45	55	65	75	
Высота растений, см	80	142	171	194	214
Урожайность зеленой массы, ц/га	120	361	472	565	657
Урожайность сухого вещества, ц/га	16,6	45,3	60,0	77,3	131
Содержание сухого вещества, %	13,83	12,55	12,71	13,68	19,94

ние сухого вещества в урожае зеленой массы было невысоким и находилось в пределах 12,6–13,7%. В последующем шло более интенсивное его накопление, и в фазу полного выметывания – начало формирования зерна в среднем за три года содержание сухого вещества составило 19,9%. В результате, если через 75 дней после всходов сформировалось 86% урожая зеленой массы, то сухого вещества только 59% от конечной его величины.

Таким образом, при определении нормы использования сорго на подкормку следует принимать в расчет, что в период 40–80 дней от появления всходов в 1 кг зеленой массы содержится 0,13 к. ед., а в фазу полного выметывания возрастает до 0,18–0,19 к. ед.

Ряд авторов [1–3], отмечая способность сорго к отрастанию после скашивания, рекомендует при необходимости проводить 2–3 укоса.

В опытах Р. Ф. Юровского, Р. К. Янкилевич, проведенных в Гродненском государственном аграрном университете, сорго сахарное (гибрид Славянское приусадебное) июньского срока сева обеспечило урожайность в первом укосе при широкорядном посеве (45 см) 293 ц/га, при рядовом (15 см) – 401 ц/га зеленой массы. Во втором укосе она была значительно меньше – только 17,1 и 77,0 ц/га соответственно. Близкой к этим показателям получена урожайность и сорго-суданкового гибрида. По сбору сухого вещества, как и зеленой массы, преимущество было за рядовым посевом, где получено сорго сахарного 75,1 ц/га, сорго-суданкового гибрида – 79,1 ц/га [5].

Наши исследования показали, что в условиях центральной части республики возможности двухукосного использования сорго ограничены, и определяющим фактором урожайности является срок проведения первого укоса. Скашивание сорго через 35 дней после появления всходов оказалось нецелесообразным из-за низкой урожайности зеленой массы (30 ц/га) и сухого вещества (4 ц/га). Поэтому приводим результаты исследований при более поздних сроках уборки первого укоса.

В опытах второй укос сорго получен только при уборке первого через 45 и 55 дней после появления всходов, когда высота растений в зависимости от года составляла 68–100 см и 114–158 см соответственно. Причем если урожайность первого укоса, убранного через 45 дней от всходов, в зависимости от года составила 57–160 ц/га зеленой массы, то во втором – 342–582 ц/га, или в среднем за три года превысила первый укос в 3,6 раза (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Влияние сроков уборки первого укоса сорго сахарного на урожайность, ц/га

Показатель	Укос	Кол-во дней от всходов до 1-го укоса											
		45				55				одноукосное использование			
		2003	2004	2005	среднее	2003	2004	2005	среднее	2004	2004	2005	среднее
Зеленая масса	1-й	160	142	57	120	391	508	184	361	652	762	556	657
	2-й	360	582	342	428	90	73	–	54	–	–	–	–
	Σ	520	724	399	548	481	581	184	415	652	762	556	657
Сухое вещество	1-й	24,2	18,7	6,9	16,6	55,6	53,8	26,6	45,3	129	137	127	131
	2-й	56,5	107	63,8	75,8	12,5	10,6	–	7,7	–	–	–	–
	Σ	80,7	119,4	70,7	92,4	68,1	64,4	26,6	53	129	137	127	131

При уборке первого укоса сорго через 55 дней от всходов урожайность в среднем за три года составила 361 ц/га, а второго – только 54 ц/га. Та же закономерность отмечена и по урожайности сухого вещества. При более поздней уборке первого укоса второй укос ни в один год не получен.

В среднем за три года по суммарной урожайности зеленой массы и сухого вещества, полученной за вегетационный период, вариант более раннего скашивания (через 45 дней от всходов) на 32–33% превысил вариант уборки первого укоса через 55 дней от всходов. Однако сорго при двухукосном использовании уступало одноукосному по урожайности зеленой массы на 17–37%, сухого вещества – на 30–60%.

В опытах Полесского филиала сорго (сорт Порумбень-5) высевали 10–20 мая. Первый укос убирали через 50 дней после посева (1–10.07), второй – перед заморозками (20–30.10). В первом укосе растения находились в фазе 6–8 листьев и в зависимости от года имели высоту 72–105 см. Растения второго укоса к уборке достигли фазы цветения и высоты 240–405 см. Урожайность сорго в среднем за 2003–2005 гг. составила: зеленой массы в первом укосе 156, во втором – 640, в сумме за два укоса – 797 ц/га, сухого вещества – 32,7, 137 и 170 ц/га соответственно.

При одноукосном использовании сорго в этой полесской части республики достигало молочно-восковой спелости, а в 2003 и 2005 гг. 25–35% растений к уборке находилось в фазе полной спелости. В зависимости от погодных условий высота растений к уборке составляла 285–425 см, а средняя урожайность достигала 829 ц/га, сухого вещества – 238 ц/га, кормовых единиц – 223 ц/га. Из этих данных следует, что способность сорго сахарного к отрастанию после скашивания позволяет в условиях южной части Беларуси включать эту высокопродуктивную культуру в зеленый конвейер для использования с I декады июля и до осенних заморозков.

II. Опыт по изучению реакции сорго на внесение азотных удобрений проводили Институте земледелия и селекции (Жодино). Почва опытного участка характеризуется как дерново-подзолистая, легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 0,7 м мореной. В пахотном слое содержание подвижного фосфора составило 230–255, обменного калия – 210–243 мг/кг почвы, гумуса – 2,0–2,1%,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,0–6,2. В опытах использовали гибрид сорго сахарного Славянское приусадебное. Предшественник – зерновые культуры. Обработка почвы состояла из зяблевой вспашки и двух весенних культиваций. Предпосевная обработка проводилась комбинированным агрегатом АКШ-3,6. Минеральные удобрения вносили согласно схеме опыта.

Ряд исследователей отмечает, что сорго не предъявляет высоких требований к плодородию почв [2, 3] и повышенным дозам азотных удобрений. Трехлетние опыты включали варианты: I –  $\text{P}_{60}\text{K}_{90}$  (контроль), II –  $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ , III –  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ , IV –  $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ , V –  $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ , VI –  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{N}_{60}$  в подкормку. Сев проводили 25–27 мая. Всходы появились в 2003 г. через 10, в 2005 г. через 9 дней, а в 2004 г. из-за низких температур в III декаде мая – I декаде июня (ниже нормы на 4,5 и 1,3°C), до всходов период растянулся до 14 дней. Применяемые дозы азота не оказали влияния на полевую всхожесть семян. Не выявлено существенных различий между вариантами и по густоте стеблестоя: средний по опыту коэффициент кущения составил 1,3. Учеты высоты растений, их облиственности и урожайности проводили в фазах 7–8 листьев и выметывания.

**Результаты и их обсуждение.** Высота растений в среднем за три года в зависимости от дозы азота составила: при первом сроке уборки – 197 см (в контроле), в вариантах внесения  $\text{N}_{30-120}$  – 199–208 см, при втором – 240 и 247–256 см соответственно. По облиственности растений существенных различий между вариантами не было. В структуре урожая на долю листьев в зависимости от доз азота приходилось 25,0–25,4% в фазе 7–8 листьев и 16,8–17,5% в фазе выметывания метелки. Несмотря на небольшие различия между вариантами по высоте растений, масса одного растения к уборке была заметно выше при внесении азотных удобрений, что положительно сказалось и на урожайности сорго. Действие внесенного азота на повышение урожайности зеленой массы по сравнению с контролем сильнее проявилось в менее благоприятном 2003 г., когда в варианте  $\text{N}_{120}$  она превысила контроль (433 ц/га) в среднем на 26,8%. В 2004–2005 гг. это превышение составило 18,8–19,2%. Однако увеличение дозы азота до  $\text{N}_{120}$  хотя и обеспечило рост урожайности зеленой массы, но сопровождалось снижением содержания в ней сухого вещества. В результате в среднем за три года его урожайность возрастала только до дозы азота 90 кг/га, на фоне которой превысила контроль (56,3 ц/га) на 15,8%.

Ко второму сроку уборки, когда растения находились в фазе выметывания метелки, урожайность зеленой массы возросла на 29,1% и в среднем по опыту составила 634 ц/га. Наибольшей (672 ц/га) она была в варианте  $\text{N}_{90}$ .

После фазы 7–8 листьев происходило интенсивное нарастание сухого вещества, что к фазе полного выметывания метелки обеспечило увеличение его содержания в зеленой массе в среднем от 12,8 до 18,7%. Причем в зависимости от погодных условий и дозы азотного удобрения содержание сухого вещества в урожае было различным: 18,9–20,5% в 2003 г., 14,5–16,4 в 2004 г., 20,6–22,5% в 2005 г. В результате урожайность сухого вещества в среднем по опыту составила 117 ц/га, а в вариантах N<sub>60</sub> и N<sub>90</sub> – 116 и 121 ц/га, что соответственно на 91,4, 90,2 и 85,6% выше, чем полученная в фазу 7–8 листьев.

Т а б л и ц а 3. Влияние доз азотных удобрений на урожайность и выход кормовых единиц сорго сахарного

Удобрения, кг/га д. в.	Срок уборки							
	фаза 7–8 листьев				фаза выметывания метелки			
	зеленая масса, ц/га	сухое вещество, ц/га	кормовые единицы, тыс/га	сырой протеин, ц/га	зеленая масса, ц/га	сухое вещество, ц/га	кормовые единицы, тыс/га	сырой протеин, ц/га
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	433	56,3	5,12	5,77	564	101	9,18	5,76
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	460	57,6	5,24	6,18	581	112	10,2	6,6
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	488	61,0	5,61	7,62	627	116	10,6	7,78
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	514	65,2	5,93	8,71	672	121	11,0	9,53
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	520	63,5	5,78	8,38	654	118	10,7	9,23
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> +N <sub>60</sub> (подкор.)*	530	63,6	5,78	8,93	708	136	12,4	10,3
НСР	43	5,4	0,49	0,66	50	9,2	0,84	0,65

\* Средние данные за 2004–2005 гг.

Из табл. 3 видно, что сорго сахарное на внесение азотного удобрения реагирует повышением урожайности, но она была высокой (433–564 ц/га) и при внесении только фосфора и калия, что подтверждает биологическую особенность сорго как культуры, не предъявляющей высоких требований к уровню плодородия почв. В последние годы исследователи обнаружили возможность ассоциативной азотфиксации в ризофоре корней сорго [6].

Наряду с ростом урожайности применение азотного удобрения обеспечивает увеличение сбора протеина. При внесении 60–90 кг/га д. в. сбор сырого протеина возрастал по сравнению с контролем на 32–51% в фазу 7–8 листьев и на 35–65% в фазу выметывания метелки. Следует отметить, несмотря на то, что при втором сроке уборки общий сбор протеина с 1 га по сравнению с первым сроком был выше, обеспеченность 1 к. ед. перевариваемым протеином при этих дозах азота снижалась с 103–112 в фазу 7–8 листьев до 56–66 г при выметывании метелки, что связано с эффектом разбавления поглощенного азота в высоком приросте (55–56 ц/га) урожая сухого вещества.

Окупаемость 1 кг азота была низкой (9,0–4,1 к. ед.) при уборке сорго в фазе 7–8 листьев и возрастала до 34,0–12,7 к. ед. в фазе выметывания метелки. При втором сроке уборки наименьшая окупаемость азота (12,7 к. ед.) была при N<sub>120</sub>, наибольшая (34 к. ед.) – при N<sub>30</sub>. В вариантах N<sub>60</sub> и N<sub>90</sub> она соответственно составила 23,7 и 20,2 к. ед. на 1 кг азота.

Представляют научный и практический интерес данные по выносу основных элементов питания с урожаем сахарного сорго. Установлена закономерность более высокого содержания элементов питания в урожае сорго первого срока уборки, где, например при внесении N<sub>60–90</sub>, средний вынос с 1 т сухого вещества составил: азота – 16,7, калия – 39,6 кг. В то время как при втором сроке уборки этот показатель снизился до 11,5 и 24 кг, или на 31,1 и 39,4%, соответственно. По выносу фосфора различия между сроками уборки были меньшими – 8–9%. С увеличением доз азота возрастал и вынос его с урожаем 1 т сухого вещества: от 13,8 (P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) до 18,8 кг (N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) – в фазу 7–8 листьев и от 10,5 до 12,3 кг – при выметывании метелки.

## Выводы

1. Агроклиматические ресурсы и почвенные условия Беларуси позволяют в группе однолетних трав выращивать сорго сахарное, высокопродуктивную засухоустойчивую культуру, в качестве компонента зеленого конвейера в летне-осенний период и для приготовления силоса.

2. При планировании сроков и объемов поступления корма в зеленом конвейере следует учитывать, что через 42–48 дней после всходов сорго сахарное наращивает 17–18% зеленой массы, 52–58 дней – 53–56, 62–68 дней – 70–73, через 72–78 дней – 84–88% от конечной урожайности.

3. Сорго способно отрастать после скашивания. Однако возможности двухукосного использования этой культуры ограничены агроклиматическими ресурсами вегетационного периода. Двухкратное скашивание возможно при проведении первого укоса в фазу выхода в трубку (через 45–55 дней после всходов), что соответствует V этапу органогенеза этой культуры.

4. На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, содержащих 2,0% гумуса и более, оптимальные дозы азота для сорго сахарного – 60–90 кг/га. Они обеспечивают продуктивность посева в фазе полного выметывания метелки 10,6–11,0 тыс. к. ед/га и окупаемость 1 кг азота 23,7–20,2 к. ед.

## Литература

1. Алабушев А. В., Анипенко Л. Н., Гурский Н. Г. и др. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов-на-Дону, 2003.
2. Дронов А. В., Дьяченко В. В. Кормовое сорго в Нечерноземье. Брянск, 2003.
3. Серегин В. И., Шерстнев С. С., Макаров В. И., Калашников К. Г. // Кормопроизводство. 2004. № 2. С. 10–13.
4. Таркин И. П. Удобрения и урожайность сорго//Научные основы повышения продуктивности агроценозов. Саранск, 1997. С. 35–37.
5. Юровский Р. Ф., Янкилевич Р. К. Сорго: первые шаги новейшей культуры в Беларуси // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия. Мн., 2004. С. 195–203.
6. Чеботарь В. К., Малиновский Б. Н. // Вестник с.-х. науки. 1989. № 10. С. 106–109.

*V. N. SHLAPUNOV, T. N. LUKASHEVICH, N. F. NADTOCHAEVA, V. L. KAPYLOVICH*

### **DYNAMICS OF SWEET SORGHUM YIELD FORMATION AND IT DEPENDENCE ON THE DEGREE OF NITROGEN NUTRITION**

#### **Summary**

The reaction of sweet sorghum to different doses of nitrogen fertilizers was revealed. The possibility of two hay cuttings of sorghum receiving at harvesting of the first one in the phase of leaf tube formation was found ont. It was found that on the sod-podzol and light-textured soils with a medium fertility the application of 60–90 kg/he of nitrogen provided 620–670 c/he of green mass of sorghum, 10.6–11.0 th. feed units per hectare. At this, the return of 1 kg of nitrogen in dependence on a dose is 23.7–20.2 of feed unit.