

## ソルガム類市販品種における乾物生産特性の評価

春日重光\*・丸山剛広\*・北原茉依\*・岡部繭子\*・小山内光輔\*\*・野宮 桂\*\*\*

\* 信州大学 農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター (AFC)

\*\* 雪印種苗株式会社 宮崎研究農場

\*\*\* 雪印種苗株式会社 千葉研究農場

### 要 約

ソルガム類の乾物生産性に関する基礎的な知見を得るため、我が国で流通しているソルガム類市販品種について、乾物分配率を中心に評価した。その結果、1株乾物重に及ぼす効果は、葉身および葉鞘の乾物分配率は負の方向に、茎の乾物分配率は正の方向に認められ、特に乾物生産性に及ぼす茎の重要性が認められた。さらに、葉身の乾物分配率と1株乾物重との関係から、ソルゴー型で未出穂・短～中稈である「風立」および「風高」の2品種は葉身の乾物分配率が高い割に、1株乾物重が高い値を示し、他の品種・系統と異なる乾物生産特性を示した。これら2つの品種が持つ乾物生産性、耐倒伏性、嗜好性および消化性を考慮すると、今後、未出穂で短～中稈のソルゴー型へ、優良な特性を導入することで多用途利用に適した品種開発が可能であると考えられた。

**キーワード：**乾物生産、乾物分配率、市販品種、スーダングラス、ソルガム

ソルガム (*Sorghum bicolor* Moench) は、同じ長大型飼料作物であるトウモロコシと比べ、消化性や嗜好性、低温条件下での伸長性は劣るが、優れた乾物生産性や再生力を持つ。また、ソルガム類は形態的・生態的変異が大きく、タイプや品種あるいは利用形態を選ぶことにより、種々の目的や作付け体系に組み込むことができる利点を持つ。

国内で栽培されているソルガム類は、その利用目的およびソルガムの形態的特性を加味して子実型ソルガム、兼用型ソルガム、ソルゴー型ソルガム、スーダン型ソルガム、スーダングラスの5つのタイプに分類されている<sup>3)</sup>。そして、食用、飼料、バイオエネルギー資源作物あるいは緑肥利用など多くの用途で利用されているが、食用を除くいずれの用途でも、重要となる形質は乾物生産性であり、特に茎葉の乾物生産性は重要な育種目標になっている。また、実際の育種現場では、前述のタイプ別に乾物生産性や耐病性、栽培適性に優れる品種・系統の育成が進んでいるが、その選抜・育成では生産力検定や組合せ能力検定など極めて多くの時間と労力が必要である。そのため、DNA 情報を利用した育種の効率化も進められているが、その基盤となる乾物生産特性に関する詳細な情報が必要である。

そこで、ソルガム類の乾物生産性に関する基礎的

な知見を得るため、我が国で流通しているソルガム類市販品種について、乾物分配率を中心に評価した。

### 材料および方法

試験は信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学研究センター (AFC) 構内ステーション圃場で行い、2013年5月26日に播種した。供試品種は公的な育成品種も含む市販されている60品種・系統とした(表1)。その内訳は、子実型ソルガム5品種、兼用型ソルガム10品種、ソルゴー型ソルガム13品種、スーダン型ソルガム14品種およびスーダングラス18品種である。栽植様式は、畦幅75cm、株間8cm、1区1.5m<sup>2</sup>の1株1本仕立て、各品種・系統の栽植株数は原則25株とした。施肥は化成肥料のBB372を用いて、基肥として成分でN:1.04kg/a、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:1.36kg/a、K<sub>2</sub>O:0.96kg/a、追肥としてNを硫酸で成分0.6kg/aを施用した。また、牛糞堆肥を200kg/a、土壌改良材としてBM 重焼燐を4kg/a、苦土石灰を6kg/aを施用した。また、間引きは6月11日に行い、その他の栽培管理は当大学の慣行法によって行った。

乾物生産特性の調査は、各品種・系統の出穂日から約35日後の糊熟期頃行い、草丈が平均的な3株を地際から刈取って行った。収量調査では、葉身、葉鞘、茎、穂に分解し、乾物重(乾物収量)および稈長を調査した。乾物重は部位ごとに分解したものを

受付日 2013年11月29日

受理日 2014年1月9日

表1 ソルガム類市販品種の出穂期、稈長および乾物生産特性

試験 No	品種・系統名	出穂期* (月/日)	稈長 (cm)	茎葉内乾物分配率 (%)			1株乾物重 (g)					乾物穂 重割合 (%)
				葉身	葉鞘	茎	葉身	葉鞘	茎	穂	全体	
1	New トロピカルソルゴー	8/7	143	26.7	20.3	53.1	11.3	8.6	22.5	11.3	53.7	21.1
2	メートルソルゴー	8/12	109	35.5	24.0	40.5	14.4	9.7	16.4	40.9	81.5	50.2
3	ミニソルゴー	8/16	137	33.6	17.5	48.9	14.7	7.7	21.5	43.5	87.4	49.8
4	ハイグレンソルゴー	8/7	163	28.2	17.8	54.1	16.4	10.4	31.5	74.6	133.0	56.1
5	三尺ソルゴー	8/5	126	34.4	21.2	44.4	14.7	9.1	19.0	15.1	58.0	26.0
6	高消化ソルゴー	8/6	204	16.9	11.1	72.0	15.0	9.9	64.0	11.5	100.4	11.5
7	TDN ソルゴー	8/10	164	23.8	14.9	61.2	18.5	11.6	47.5	20.6	98.1	21.0
8	スズホ	7/31	181	26.0	14.4	59.6	14.5	8.0	33.2	72.0	127.7	56.4
9	葉 月	8/5	198	21.6	13.1	65.2	9.6	5.8	28.8	42.7	86.9	49.2
10	華青葉	8/4	176	20.4	16.9	62.7	9.6	7.9	29.4	44.8	91.7	48.9
11	晴高	7/26	233	19.2	11.5	69.3	11.4	6.8	41.1	41.3	100.6	41.1
12	タキイハイブリッドソルゴー	8/6	222	20.3	13.9	65.9	10.3	7.0	33.4	43.2	93.9	46.0
13	雪印ハイブリッドソルゴー	8/5	183	35.6	21.9	42.5	11.1	6.8	13.2	50.8	81.9	62.0
14	ゴールドソルゴーII	8/10	218	17.4	11.6	71.0	13.7	9.1	56.0	72.2	151.1	47.8
15	カネコハイブリッドソルゴー	8/10	223	18.9	13.2	67.9	15.2	10.6	54.4	45.7	125.9	36.3
16	スーパーシュガーソルゴー	8/26	314	17.9	10.6	71.5	36.2	21.5	145.1	21.1	223.9	9.4
17	シュガーグレイズ・ハチミツ	8/28	334	14.8	10.2	74.9	30.2	20.9	152.5	13.9	217.5	6.4
18	甘味ソルゴー	8/20	321	18.0	10.0	72.0	31.7	17.6	126.7	16.4	192.5	8.5
19	高糖分ソルゴー	8/20	276	19.1	10.9	70.0	24.9	14.2	91.3	20.2	150.6	13.4
20	秋 立	9/11	230	20.4	12.3	67.3	30.7	18.4	101.3	19.9	170.4	11.7
21	風 高	10/10	257	26.9	15.2	57.9	56.9	32.2	122.3	0.5	211.9	0.3
22	風 立	10/10	131	31.4	17.2	51.4	69.2	37.8	113.0	2.6	222.6	1.2
23	緑 竜	8/21	291	27.1	13.3	59.7	30.2	14.8	66.6	54.0	165.5	32.6
24	おおきいソルゴー	10/10	317	20.6	10.1	69.3	36.3	17.9	122.6	11.6	188.4	6.2
25	トウミツA号ソルゴー	9/3	375	14.3	9.2	76.5	40.0	25.6	214.0	41.6	321.3	12.9
26	やわらか矮性ソルゴー	8/16	131	34.7	19.3	46.0	14.2	7.9	18.8	21.8	62.8	34.8
27	ビッグシュガーソルゴー	8/31	323	13.4	8.8	77.8	39.0	25.6	226.2	34.7	325.5	10.7
28	天高	10/10	383	18.5	10.3	71.3	69.8	38.9	269.4	17.3	395.4	4.4
29	ファインソルゴー	8/1	226	25.0	14.0	61.0	10.2	5.7	24.9	40.0	80.8	49.5
30	スダックス普通種	8/4	233	23.4	12.6	64.1	14.0	7.5	38.4	57.8	117.7	49.1
31	スダックス316	8/2	329	20.5	10.3	69.1	11.7	5.9	39.5	41.4	98.5	42.0
32	スダックス緑肥用	8/8	243	18.7	9.6	71.6	25.4	13.1	97.1	29.8	165.3	18.0
33	元気ソルゴー	7/31	209	23.4	13.5	63.1	7.4	4.3	19.9	31.2	62.8	49.7
34	ブラウントウミツ	8/3	233	20.2	11.9	67.9	13.3	7.8	44.5	55.3	120.9	45.8
35	ラッキーソルゴー	8/1	193	21.6	11.6	66.9	11.0	5.9	34.1	44.3	95.3	46.5
37	キングソルゴー	8/4	302	23.1	15.6	61.3	11.1	7.5	29.4	41.4	89.4	46.3
38	緑肥用ソルゴー	8/1	268	23.1	11.6	65.3	13.0	6.5	36.7	42.4	98.7	43.0
39	ウィンドブレイク	10/10	313	17.2	9.2	73.6	37.4	19.9	159.8	12.1	229.3	5.3
40	BMRR スィート	8/24	284	19.0	11.2	69.8	30.0	17.8	110.3	38.0	196.0	19.4
41	グリーンソルゴー	8/6	280	21.3	12.9	65.8	17.2	10.4	53.0	59.6	140.1	42.5
42	つちたろう	10/10	368	15.6	9.5	74.9	42.3	25.7	203.1	6.2	277.3	2.2
43	涼風	8/10	269	18.8	9.4	71.8	13.4	6.7	51.4	42.5	114.1	37.3
44	おいしいスーダン	8/2	276	19.7	12.7	67.5	5.7	3.7	19.6	15.5	44.5	34.7
45	シュガースリム	8/1	237	21.0	13.9	65.1	7.6	5.0	23.6	12.0	48.2	24.9
46	スーパースィート	7/31	209	14.9	12.8	72.3	6.0	5.2	29.3	16.3	56.8	28.7
47	サマーペーラー細茎	7/30	262	21.6	11.5	66.9	7.1	3.8	22.1	10.4	43.5	24.0
48	スーダンバイパー	7/31	254	18.8	15.0	66.2	5.5	4.4	19.2	14.3	43.4	33.0
49	ドライスーダン	7/30	264	19.5	12.9	67.6	5.8	3.8	20.0	9.7	39.3	24.6
50	まきまきスーダン	10/10	326	16.5	9.3	74.2	27.2	15.3	122.3	13.4	178.2	7.5
51	ペールスーダン	7/31	219	24.3	11.9	63.8	16.1	7.9	42.3	11.1	77.3	14.4
52	ハイブリッドスーダン	8/1	194	14.0	14.8	71.2	3.5	3.7	17.8	9.9	35.0	28.4
53	トップスーダン	8/2	239	18.8	10.3	70.9	6.4	3.5	24.1	15.4	49.3	31.1
54	バイパー	8/1	231	22.2	13.6	64.2	6.3	3.8	18.1	12.7	40.9	31.0
55	いつでもスーダン	8/24	255	18.5	11.3	70.2	15.8	9.6	59.8	27.7	112.9	24.5
56	ロールキング	9/2	293	20.6	9.6	69.7	27.2	12.7	92.1	8.7	140.8	6.2
57	スーダングラス乾草	8/1	234	17.2	12.8	69.9	5.1	3.8	20.7	18.0	47.6	37.8
58	ヘイスーダン	7/30	275	20.0	11.1	68.9	15.0	8.3	51.5	17.7	92.5	19.1
59	うまかろーる	8/23	293	23.1	11.9	65.0	20.4	10.6	57.5	30.9	119.4	25.9
60	リッチスーダン	8/8	218	23.4	13.1	63.6	8.6	4.8	23.5	33.7	70.7	47.7
61	バイパー	7/31		16.6	14.3	69.0	5.1	4.4	21.0	9.4	39.8	23.6

注) \*: 試験期間中に収穫期に達しなかった品種・系統については、最終の収穫調査を行った10月10日を便宜的に収穫期とした。

表2 ソルガム類市販品種の出穂期、稈長および乾物生産特性

項目	品種・系統名	出穂期 (月/日)	稈長 (cm)	茎葉内乾物分配率 (%)			1株乾物重 (g)				
				葉身	葉鞘	茎	葉身	葉鞘	茎	穂	全体
平均値	子実型	8/9	136	31.7	20.2	48.2	14.3	9.1	22.2	37.1	82.7
	兼用型	8/5	200	22.0	14.3	63.7	12.9	8.4	40.1	44.5	105.8
	ソルゴー型	9/9	283	21.3	12.1	66.6	39.2	22.5	136.1	21.2	219.1
	スーダン型	8/14	268	20.8	11.6	67.6	18.4	10.3	67.3	38.7	134.7
	スーダングラス	8/9	252	19.5	12.4	68.1	10.8	6.3	38.0	15.9	71.1
変動係数	子実型		15	12.5	13.3	11.9	13.0	11.4	25.8	68.9	38.2
	兼用型		12	25.1	22.6	13.4	22.9	22.4	38.5	42.7	20.7
	ソルゴー型		28	31.4	26.9	14.8	42.2	40.9	49.8	69.8	39.3
	スーダン型		18	13.0	16.6	6.6	59.5	62.3	82.3	39.6	45.7
	スーダングラス		14	14.8	13.5	4.5	70.7	56.1	76.6	46.9	58.2

注) \*: 変動係数 = 標準偏差 ÷ 平均値 × 100 (%)

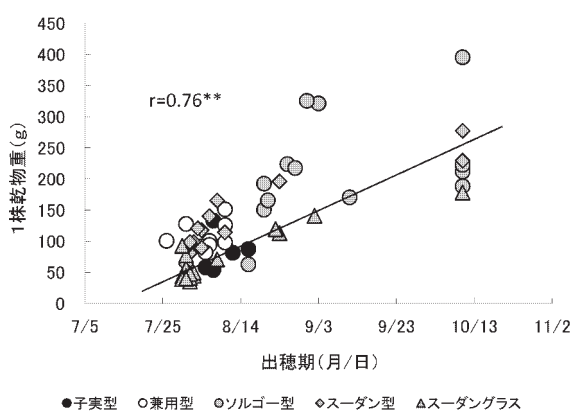


図1 出穂期と1株乾物重の関係

80°Cに設定した通風乾燥機で3昼夜乾燥して測定した。なお、試料の採取に際して、多けつ型の品種・タイプ（スーダン型およびスーダングラス）については、主稈のみ調査対象とした。

結果および考察

本試験では、圃場における防鳥対策を行わなかったため、品種・系統によっては登熟期に鳥害が発生したので、茎葉部における器官別の乾物分配率を中心に検討した。

供試品種・系統の出穂期、稈長および乾物生産特性に関わる調査結果を表1に示した。また、タイプ別の平均値および変動係数を表2に示した。さらに、出穂期と1株乾物重および稈長と1株乾物重の関係を各々図1、図2に示した。タイプ別の平均値についてみると、稈長はソルゴー型が最も高く、次いでスーダン型、スーダングラス、兼用型、子実型の順であった。一方、1株乾物重ではソルゴー型が最も高く、次いでスーダン型、兼用型、子実型、スーダングラスの順であった。分けつの多いスーダングラ

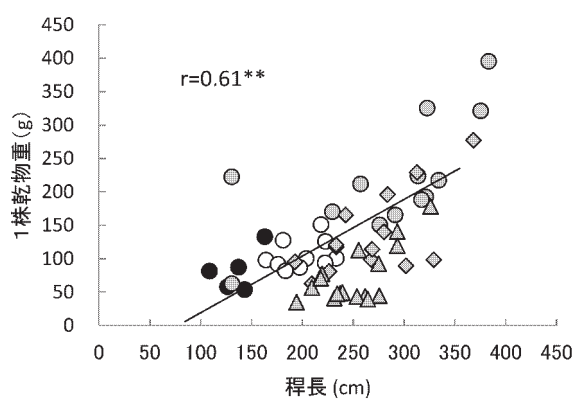


図2 稈長と1株乾物重の関係

スでは主稈のみ調査対象としたため、特に低い値を示した(表2)。1株乾物重のタイプ別の変動係数では分解した各器官ともソルゴー型、スーダン型およびスーダングラスで値が大きかった。また、栄養器官における乾物分配率では、子実型が他のタイプと異なり、葉身および葉鞘の割合が各々31.7%、20.2%と高く、茎の割合48.2%と低い値を示した。栄養器官における乾物分配率のタイプ内の変異は兼用型およびソルゴー型で大きかった。出穂期と1株乾物重および稈長と1株乾物重の関係では、タイプによってその散布の範囲は異なっていたが、供試品種全体で見ると、相関係数は各々  $r=0.76$ ,  $r=0.61$  で、1%水準で有意な正の相関関係が認められた。すなわち、晩生で稈長の高い品種・系統で高い乾物重を示し、タイプとしてはソルゴー型およびスーダン型の極晩生の品種・系統が全般に高い乾物重を示した。このことは、1株乾物重と乾物生産特性関連形質との相関係数を示した表3から、1株乾物重に及ぼす効果は、葉身および葉鞘の乾物分配率

表3 1当乾物重と乾物生産特性関連形質との相関係数

茎葉内乾物分配率 (%)			1株乾物重 (g)				乾物穂重割合 (%)
葉身	葉鞘	茎	葉身	葉鞘	茎	穂	
-0.295*	-0.465**	0.371**	0.892**	0.910**	0.965**	0.001	-0.608**

注) \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ で有意差あり。

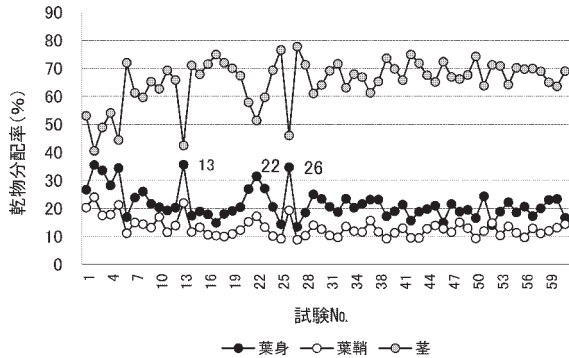


図3 市販品種の茎葉内乾物分配率

は負の方向に、茎の乾物分配率は正の方向に認められ、特に乾物生産性に及ぼす茎の重要性が認められた。この結果は、野島らが36品種を供試して北海道で行った試験と同様の結果であった<sup>4)</sup>。

栄養器官の乾物分配率の品種・系統間差異について図3に示した。子実型で3品種・系統、兼用型で1品種・系統およびソルゴー型で2品種・系統で葉身の乾物分配率が30%を超える値を示した。そこで、葉身の乾物分配率と1株乾物重との関係を図4に示した。供試品種全体で見ると、葉身の乾物分配率が高いほど1株乾物重の値は小さくなる傾向であった。また、両者の関係は、タイプごとに異なる傾向であったが、ソルゴー型で未出穂の短～中稈である「風立」および「風高」は他の品種・系統と異なる位置に分布し、葉身の乾物分配率が30%前後の相対的に高い値を示しながら、1株乾物重も200gを超える高い値を示した。このことから、これら2つの品種は他の品種・系統と異なる乾物生産特性を持つと考えられた。これらの品種は、出穂が極めて遅いものの、稈長は短～中稈で耐倒伏性に優れる特性を持つことから<sup>2)</sup>、ソルガム類の育種目標の中で重要なタイプと考えられた。また、栄養器官の乾物分配特性と家畜の嗜好性の関係については、同じ未出穂タイプで極多収で長稈の「天高」に比べ「風立」は、葉の構成割合が高いことで、繁殖和牛において嗜好性が優れているとの報告もある<sup>6)</sup>。さらに、繁殖和牛のソルガム類に関する嗜好性では高消化性遺伝子 *bmr* による褐色中肋の形質が嗜好性や消化性を高めることが報告されており<sup>1,5,7)</sup>、高消化性遺伝子

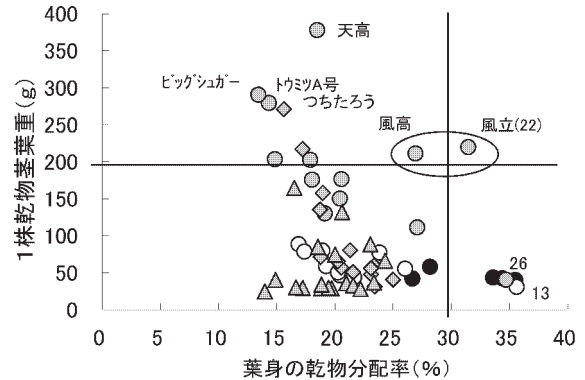


図4 茎葉内の葉身乾物分配率と1株乾物重の関係

*bmr* による茎葉部の消化性の向上<sup>7)</sup>は、緑肥利用やバイオエタノール資源作物利用においても、その効率を高める上で有用であると考えられる。

こうした点を考慮すると、今後、未出穂で短～中稈タイプのソルゴー型へ、消化性や耐病虫性等優良な特性を導入することで多用途利用に適した品種開発が可能であると考えられる。

## 謝 辞

本研究は AFC 栽培学研究室の学生の青木大介氏・堀内 尊氏・丸山孝明氏・山下美都香氏・池本賢氏、小坂雄一氏、小森彩加氏、武川美咲氏、丸山爽歩氏、柳澤佳奈氏、および山下睦美氏の協力により遂行された。改めてここに記して厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 井上直人・春日重光 (1991) ソルガムサイレージにおける栄養価のタイプ間差異. 日草誌 37(1): 20-28.
- 2) 日本草地畜産種子協会 公的育成品種特性一覧 <http://souchi.lin.gr.jp/seed/7.php>
- 3) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1981) ソルガムの分類と呼称について. 56農会通達集. 669.
- 4) 野島 博・高橋直秀・後藤寛治 (1986) 北海道におけるソルガム属の乾物生産特性. 日草誌32(2): 128-133.
- 5) 渡辺晴彦・春日重光・我有 満・荻原正義 (1995) 黒毛和種繁殖牛におけるソルガムサイレージの嗜好性の品種系統間差異1. キャフェテリア法による嗜



- 好性の評価. Grassland Science 41(2): 140-144.
- 6) 渡辺晴彦・春日重光・我有 満・荻原正義 (1995) 黒毛和種繁殖牛におけるソルガムサイレージの嗜好性の品種系統間差異 2. 一対比較法による嗜好性の評価. Grassland Science 41(2): 145-151.
- 7) 渡辺晴彦・春日重光 (2000) bmr (brown midrib: 褐色中肋) 形質および水溶性物質含量が飼料用ソルガム (*Sorghum bicolor* Moench, *Sorghum sudanense* Stapf) の茎葉部の消化性に及ぼす影響. Grassland Science 45(4): 397-403.

## Evaluation of the characteristics of commercial varieties of sorghum and sudangrass for dry matter production

Shigemitsu KASUGA\*, Yoshihiro MARUYAMA\*, Mai KITAHARA\*, Mayuko OKABE\*, Mitsusuke OSANAI\*\* and Kei NOMIYA\*\*\*

\*Education and Research Center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

\*\*Crop Research Laboratory, Miyazaki Research Station, SNOW BRAND SEED CO.,LTD.

\*\*\*Crop Research Laboratory, Chiba Research Station, SNOW BRAND SEED CO.,LTD.

### Summary

To identify basic characteristics for the dry matter production of sorghum, field evaluation tests were carried out using 60 commercial varieties and Japanese lines of sorghum and sudangrass. The results of evaluation tests showed that the ratio of dry matter partitioning (RDP) to the leaf and sheath within vegetative organs had a negative effect and that to the stem had a positive effect on dry matter/stem. The relationship between RDP to the leaf and dry matter/stem, a characteristic of dry matter production, in “Kazetachi” and “Kazetaka”, which have a short or medium stem and a late heading trait, was different from other commercial varieties. The two varieties had a high dry matter/stem with a high RDP to the leaf. Considering the characteristics of the two varieties, such as dry matter production, lodging resistance, palatability, and digestibility, the introduction of favorable traits to sorgho-types like “Kazetachi” and “Kazetaka” could be useful to breed sorghum for multiple uses.

**Key words :** commercial variety, dry matter partitioning ratio, dry matter production, sorghum, sudangrass