

ソルガム新品種「華青葉」の育成

清沢 敦志・後藤 和美・宮坂 幸弘・海内 裕和・太田 俊明¹⁾・春日 重光²⁾・高井 智之³⁾

1)伊那家畜保健衛生所・2)信州大学・3)九州沖縄農業研究センター

A New Sorghum Cultivar “Hana-aoba”

Atsushi KIYOSAWA, Kazumi GOTOH, Yukihiro MIYASAKA, Hirokazu KAIDAI,
Toshiaki OTA, Shigemitsu KASUGA, Tomoyuki TAKAI

要約 ソルガム新品種「華青葉」は、細胞質雄性不稔系統「那系 MS-3A」を種子親、自殖系統「JN503」を花粉親とする単交配一代雑種品種である。「華青葉」は高消化性遺伝子“*bmr-18*”を有すると同時に、ソルガムの重要病害である紫斑点病の抵抗性を有する兼用型ソルガム品種である。育成地における熟期は「葉月」と同じ早生で、乾物収量は「葉月」よりやや多収である。病害抵抗性は紫斑点病には“極強”、すす紋病には“強”、紋枯病には“やや強”である。「葉月」と同じ高消化性遺伝子を有することから茎葉サイレージの嗜好性ならびに茎葉の飼料成分および推定 TDN は「葉月」と同等である。

キーワード：ソルガム, 新品種, 高消化性, 紫斑点病, 兼用型

これまでソルガムは茎葉部の消化性・栄養価や家畜の嗜好性が劣るとされ、利用場面が限定されていたが、リグニンの生成を抑制する“*bmr-18*”遺伝子（高消化性遺伝子）を利用することにより、茎葉の消化性と嗜好性の遺伝・育種的改善が図られてきた。このような中で、我が国初の実用的高消化性品種「葉月」が育成され、高消化性品種を利用した自給飼料生産が注目されるようになってきた。

一方、ソルガムは長大型飼料作物としてトウモロコシに次ぐ栽培面積があり、その栽培は西南暖地で多いが、紫斑点病などの病害が栽培上の問題となっている。紫斑点病抵抗性は単一劣性遺伝子によることが明らかにされており（Kawahigashi ら 2011）、紫斑点病抵抗性の遺伝的改良が可能であることが示されている（Tsukiboshi ら 1990）。「葉月」は茎葉の消化性・嗜好性に優れるものの、紫斑点病罹病性で、抵抗性の付与が求められていた。

新品種「華青葉」は、高消化性と紫斑点病抵抗性を併せ持つ親系統の組合せ（那系 MS-3A/JN503）から育成された単交配一代雑種品種である。地球温暖化に

伴い冷涼な長野県においても暖地型病害の発生が懸念されている。また、飼料作物栽培は農業を使用することは少なく、本品種の育成ならびに普及は、ソルガムの重要病害である紫斑点病などの有効な対策となると同時に高品質自給飼料の生産に貢献することが期待される。

「華青葉」は、2012年(平成24年)7月26日、品種登録された。

育種目標および育成経過

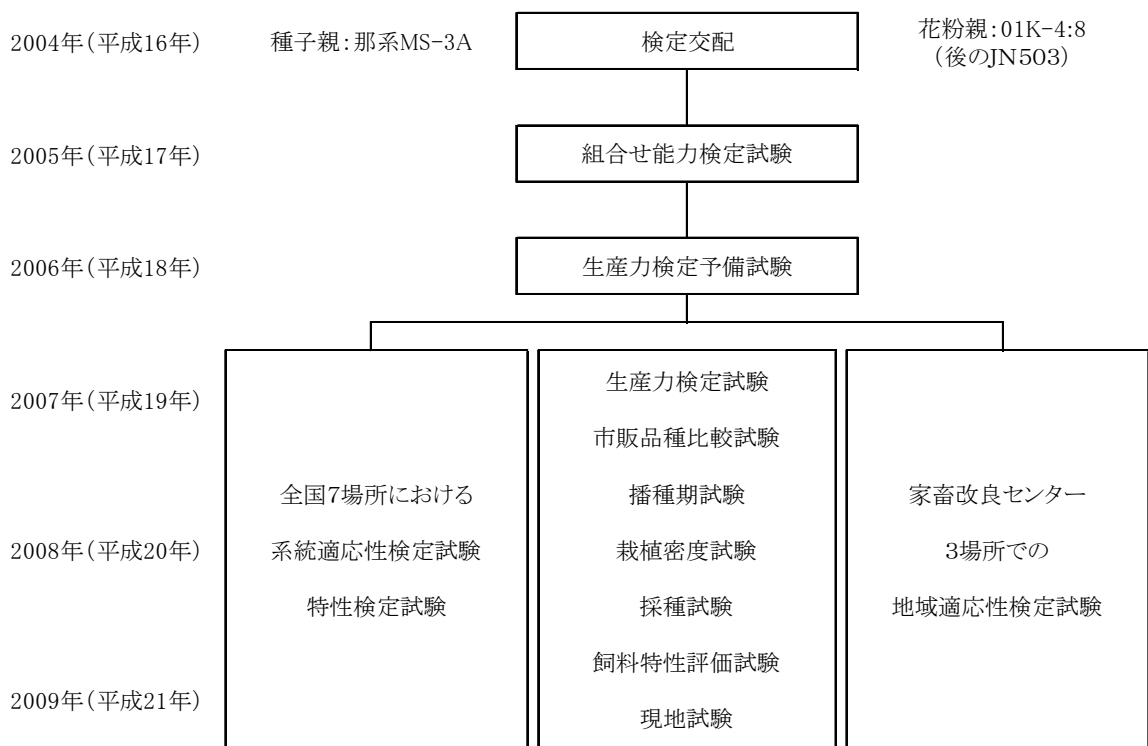
(1) 育種目標

ソルガムの重要病害である紫斑点病に抵抗性で、乾性で乾物率が高く、高消化性遺伝子“*bmr-18*”を有する兼用型品種を育成する。

(2) 育成経過

「華青葉」は細胞質雄性不稔系統「那系 MS-3A」を種子親とし、自殖系統「JN503」を花粉親とした単交配一代雑種品種である。

種子親となる細胞質雄性不稔系統「那系 MS-3A」お



第1図 「華青葉」の育成経過

よび維持系統「那系 MS-3B」は、農林水産省草地試験場（現畜産草地研究所）において育成された品種である（樽本ら 1993）。花粉親の「JN503」は、長野県畜産試験場で「JN107 / JN290」の組合せにより育成した自殖品種である。いずれの品種も高消化性ならびに紫斑点病抵抗性を有する。

2004年に両親系統間の交配を行い、2005年に組合せ能力検定試験を実施し、有望と認められたので、2006年に生産力検定予備試験を行い、2007年に「東山交 34 号」の地方系統名を付した。以降3年間にわたり育成地での生産力検定試験を実施するとともに、神奈川県農業技術センター畜産技術所（現：神奈川県畜産技術センター）、愛知県農業総合試験場、香川県畜産試験場、長崎県畜産試験場（現：長崎県農林技術開発センター畜産研究部門）、宮崎県畜産試験場において系統適応性検定試験を実施した。また、長野県畜産試験場ですず紋病抵抗性検定、山口県農業試験場（現：山口県農林総合技術センター）で紫斑点病抵抗性検定をそれぞれ実施した。

また、独立行政法人家畜改良センター奥羽牧場、岩手牧場、芝原分場において2007年～2009年に地域適応性検定試験を、千葉県畜産総合研究センターにおいて2008年～2009年に試作試験を実施した。さらに、

長野県畜産試験場において市販品種比較試験、播種期試験、栽植密度試験、採種性試験、飼料特性評価試験、現地試験を実施した（第1図）。

特性の概要

(1) 生態的および形態的特性

「華青葉」は、播種後出穂迄日数が69日の早生品種で、出穂期は標準品種「葉月」よりわずかに早く、比較品種「スズホ」よりわずかに遅い。育成地（温暖地 東部高標高地）では8月上旬、暖地では7月中下旬で

第1表 各試験地の播種後出穂迄日数と「華青葉」の出穂期

試験場所	年次	華青葉	葉月(標準)	スズホ(比較)
奥羽牧場	2007-2009	81(8月24日)	81	76
岩手牧場	2007-2009	86(8月22日)	86	82
白河・芝原	2007・2009	73(8月6日)	72	71*
寒冷地平均		80(8月17日)	80	77
長野畜試	2007-2009	73(8月6日)	74	72
飯田	2007	67(7月18日)	69	70
中部高標高地平均		70(7月28日)	72	71
神奈川畜セ	2007-2009	60(7月15日)	63	60
愛知農総試	2009	56(7月27日)	50	50
香川畜試	2007-2009	45(7月29日)	44	42
長崎農技セ	2008-2009	60(7月22日)	58	51**
宮崎畜試	2007-2009	62(7月21日)	62	63***
温暖地・暖地平均		57(7月24日)	56	54
総平均		69(8月3日)	70	68

注) ()内は出穂期。平均は3品種が揃っている試験で算出した。

*:2007年 **:2009年 ***:2007-2008年

第2表 各試験地の倒伏割合(%)

試験場所	年次	華青葉	葉月(標準)	スズホ(比較)
奥羽牧場	2007-2009	0.9	1.5	1.3
岩手牧場	2007-2009	13.7	16.7	27.0
白河・芝原	2007・2009	18.9	16.7	6.0
寒冷地平均		11.2	11.6	11.4
長野畜試	2007-2009	0.3	0.9	0.3
飯田	2007	7.0	5.0	8.0
中部高標高地平均		3.7	3.0	4.2
神奈川畜セ	2007-2009	1.1	1.3	1.8
愛知農総試	2009	6.6	5.7	4.8
香川畜試	2007-2009	0.9	1.2	2.4
長崎農技セ	2008-2009	2.2	1.7	1.7
宮崎畜試	2007-2009	13.5	20.1	27.2
温暖地・暖地平均		4.9	6.0	7.6
総平均		6.6	6.9	7.7

注) 平均は3品種が揃っている試験で算出した。

第3表 紫斑点病抵抗性(長野畜試)

品種・系統名	H19(2007)		H20(2008)		H21(2009)		平均	
	罹病程度	判定	罹病程度	判定	罹病程度	判定	罹病程度	判定
華青葉	0.0	強	0.0	強	0.0	極強	0.0	極強
葉月	66.0	極弱	50.2	極弱	71.4	極弱	62.5	極弱
スズホ	40.3	弱	32.9	弱	59.7	極弱	44.3	弱
S.D.102(比較)	6.7	や強	2.0	強	21.3	中	10.0	や強
千斤白(比較)	0.1	強	0.6	強	0.0	極強	0.2	強
M91034(比較)	17.7	弱	24.8	弱	34.5	弱	25.7	弱

第4表 紫斑点病抵抗性(山口農セ)

品種・系統名	H19(2007)		H20(2008)		H21(2009)		平均	
	感染葉病斑面積率	判定	感染葉病斑面積率	判定	感染葉病斑面積率	判定	感染葉病斑面積率	判定
華青葉	0.5	極強	0.2	強	0.8	強	0.5	強
葉月	14.1	弱	17.1	弱	28.8	極弱	20.0	極弱
スズホ	6.3	中	10.4	弱	23.4	弱	13.4	弱
S.D.102(比較)	1.0	強	2.6	強	2.9	強	2.2	強
千斤白(比較)	1.0	強	1.4	強	1.9	強	1.4	強
M91034(比較)	9.1	弱	10.6	弱	14.6	弱	11.4	弱

第5表 すず紋病抵抗性(長野畜試)

品種・系統名	H19(2007)		H20(2008)		H21(2009)		平均	
	罹病程度	判定	罹病程度	判定	罹病程度	判定	罹病程度	判定
華青葉	0.3	強	0.0	強	0.0	強	0.1	強
葉月	0.3	強	0.6	強	0.0	強	0.3	強
スズホ	0.8	強	0.0	強	3.6	中	1.5	強
Piper(比較)	55.7	弱	71.6	弱	17.2	極弱	48.2	弱

第6表 紋枯病抵抗性(長野畜試)

品種・系統名	H19(2007)		H20(2008)		H21(2009)		平均	
	病斑高率	判定	病斑高率	判定	病斑高率	判定	病斑高率	判定
華青葉	27.9	強	13.5	強	19.9	や強	20.4	や強
葉月	37.3	や強	38.7	中	23.3	や強	33.1	中
スズホ	34.0	や強	21.5	や強	30.1	中	28.5	中

ある。一方、寒冷地では出穂迄日数 80 日を要し、8 月上旬から下旬の出穂期である(第 1 表)。

倒伏の発生は「葉月」と同等かやや少なく、耐倒伏性は「葉月」および「スズホ」並かやや強いと判断された(第 2 表)。

ソルガム紫斑点病抵抗性は劣性単一遺伝子に支配されることが明らかにされている。「華青葉」の両親系統とも紫斑点病抵抗性を有しており、「華青葉」も紫斑点病抵抗性は「極強」で、「葉月」および「スズホ」よりも明らかに強い(第 3, 4 表)。

すす紋病抵抗性は「強」であり、「葉月」および「スズホ」と同等である(第 5 表)。

紋枯病抵抗性は「やや強」であり、「葉月」および「スズホ」よりわずかに強い(第6表)。

稈長は「葉月」よりわずかに短く、「スズホ」より長い中稈で、穂長は「葉月」と同等で、「スズホ」より短い。稈径は「葉月」よりわずかに太く、「スズホ」より

やや細い(第7表)。

収量性は全試験の平均で「葉月」対比106%で、「スズホ」とほぼ同等の収量性を示した。特に、温暖地、暖地で多収であった(第8表)。長野県畜産試験場における市販品種比較試験では、サイレージ用品種として

第7表 各試験地における生育

試験場所	年次	稈長(cm)			穂長(cm)			稈径(mm)		
		華青葉	葉月	スズホ	華青葉	葉月	スズホ	華青葉	葉月	スズホ
奥羽牧場	2007-2009	204	209	181	23	22	29	16	16	15
岩手牧場	2007-2009	212	213	202	26	25	30	20	18	20
白河・芝原	2007-2009	240	240	190	22	21	27	19	18	19
寒冷地平均		218.6	220.6	190.9	23.5	22.8	28.8	18.1	17.4	18.1
長野畜試	2007-2009	230	231	214	21	23	27	15	15	15
飯田	2007	210	232	201	24	22	25	18	18	18
阿智	2009	251	251	239	21	23	25	16	15	16
中部高標高地平均		230.2	237.9	217.9	22.1	22.5	25.8	16.3	15.9	16.2
神奈川	2007-2009	192	190	165	19	18	23	17	16	18
愛知	2007-2009	161	168	161	22	23	27	16	16	16
香川	2007-2009	169	160	143	24	23	27	15	14	16
長崎	2007-2009	187	195	172	19	21	30	11	11	16
宮崎	2007-2009	187	188	194	19	19	25	10	9	11
温暖地・暖地平均		179.1	179.9	167.1	20.7	20.9	26.3	13.7	13.2	15.2
総平均		203.8	206.8	187.5	21.9	21.9	26.9	15.6	15.1	16.2

注) 平均は3品種・系統が揃っている試験で算出した。愛知の穂長は2009年のデータ。

第8表 各試験地における乾物収量と標準比率

試験場所	年次	華青葉	葉月(標準)	スズホ(比較)
奥羽牧場	2007-2009	110.2 (106)	103.9	95.6 (89)
岩手牧場	2007-2009	144.2 (107)	135.2	141.9 (104)
白河・芝原	2007-2009	141.2 (100)	147.0	167.7 (119)
寒冷地平均		131.9 (104)	128.7	135.1 (104)
長野畜試	2007-2009	144.4 (107)	135.0	150.7 (112)
飯田	2007	121.0 (92)	132.0	142.0 (108)
阿智	2009	149.0 (111)	134.0	159.0 (119)
中部高標高地平均		138.1 (103)	133.7	150.6 (113)
神奈川畜セ	2007-2008	127.0 (115)	111.5	108.7 (98)
愛知農総試	2009	73.1 (102)	72.0	84.9 (122)
香川畜試	2007-2009	75.9 (112)	68.2	67.5 (100)
長崎農技セ	2008-2009	143.5 (116)	126.1	103.5 (80)
宮崎畜試	2007-2009	127.2 (121)	104.8	116.3 (111)
温暖地・暖地平均		109.3 (113)	96.5	96.2 (102)
総平均		126.4 (106)	119.6	127.3 (106)

注) ()内は対標準比。平均は3品種・系統が揃っている試験で算出した。

第9表 各試験地における乾物穂重割合と乾物率

試験場所	年次	乾物穂重割合(%)			乾物率(%)		
		華青葉	葉月(標準)	スズホ(比較)	華青葉	葉月(標準)	スズホ(比較)
奥羽牧場	2007-2009	28.2	27.9	35.2	32.4	30.9	31.1
岩手牧場	2007-2009	37.5	36.9	36.4	30.6	31.0	30.0
白河・芝原	2007-2009	36.8	37.9	51.5	30.1	31.7	32.0
寒冷地平均		34.2	34.2	41.0	31.0	31.2	31.0
長野畜試	2007-2009	39.7	42.0	50.0	32.7	32.2	35.0
飯田	2007	19.8	16.4	22.0	25.8	27.0	27.5
阿智	2009	36.6	36.1	37.9	33.4	32.8	33.7
中部高標高地平均		32.0	31.5	36.6	30.6	30.7	32.1
神奈川畜セ	2007-2009	23.6	19.4	34.8	27.6	27.2	27.2
愛知農総試	2007-2009	15.0	16.5	20.4	29.0	30.4	28.6
香川畜試	2007-2009	30.6	29.5	25.9	35.1	34.1	35.4
長崎農技セ	2007-2009	15.7	14.4	19.9	31.2	29.9	29.1
宮崎畜試	2007-2009	13.5	10.9	14.7	32.8	31.5	31.7
温暖地・暖地平均		19.7	18.1	23.1	31.1	30.6	30.4
総平均		28.6	28.0	33.6	30.9	30.8	31.2

注) 平均は3品種・系統が揃っている試験で算出した。

の収量性は中位である。乾物穂重割合は、「葉月」と同等で、「スズホ」より低い。茎は「葉月」、「スズホ」と同じ乾性で、収穫時の乾物率は「葉月」、「スズホ」とほぼ同等である(第9表)。

(2) 飼料特性および発酵品質

「華青葉」の原料草(茎葉部)の飼料成分は、「葉月」とほぼ同等で、非高消化性品種である「スズホ」よりOCCは高く、OCWおよびObは低い。推定TDN含量は「葉月」と同じ約62%で、「スズホ」よりも約20%高い(第10表)。また、ADF、ADLおよびケイ酸とも「葉月」と同程度で、「スズホ」より低い(第11表)。

茎葉サイレージの発酵品質は、酪酸の生成もみられず、「葉月」と同等の発酵品質を示した(第12表)。ホールクロップサイレージの発酵品質は、酪酸の生成はみられないものの、酢酸の割合が多く、pHはやや高かった(第13表)。

ホールクロップサイレージを用いて調製した発酵TMRを7カ月保存した後

第10表 原料草(茎葉部)の酵素分析値(乾物%)

品種・系統名	OCC	OCW	Oa	Ob	推定TDN
華青葉	19.6 a	72.2b	11.7	60.5 b	62.8 a
葉月	18.3 ab	73.1ab	13.2	59.9 b	62.1 a
スズホ	13.7b	77.1a	11.8	65.2 a	42.4 b

注) 異文字間で5%水準の有意差があることを示す。

推定TDNは以下の式によった。

$$\text{ノーマル型: TDN} = \text{OCC} + \text{Oa} + 3.53 * \text{e}0.0309 * \text{Ob} - 9.64$$

$$\text{bmr-18型: TDN} = \text{OCC} + \text{Oa} + 5.34 * \text{e}0.0334 * \text{Ob} - 8.83$$

第11表 原料草(茎葉部)のADF、ADLおよびケイ酸(乾物%)

品種・系統名	ADF	ADL	ケイ酸
華青葉	39.5 b	2.4 b	1.9 b
葉月	40.2 b	2.7 b	2.0 b
スズホ	45.3 a	5.9 a	2.8 a

注) 異文字間で5%水準の有意差があることを示す。

第12表 茎葉サイレーズの発酵品質

品種・系統名	乳酸	酢酸	酪酸	pH	フリーク 評点
華青葉	82.5	17.5	0.0	3.7	98.5
葉月	80.0	20.0	0.0	3.7	97.5

注) 乳酸、酢酸、酪酸は組成%。

第13表 ホールクroppサイレーズの発酵品質

品種・系統名	乳酸	酢酸	酪酸	pH	フリーク 評点
華青葉	52.5	47.5	0.0	4.3	64.0
葉月	54.0	46.0	0.0	4.3	64.0

注) 乳酸、酢酸、酪酸は組成%。

第14表 肥育牛用発酵TMRの発酵品質

品種・系統名	乳酸	酢酸	酪酸	pH	フリーク 評点
華青葉	42.0	58.0	0.0	4.5	58.0
葉月	45.0	55.0	0.0	4.5	60.0

注) 乳酸、酢酸、酪酸は組成%。

第15表 茎葉サイレーズの嗜好性

品種・系統名	嗜好性評点				平均嗜好度 (α)	採食量(g/頭)				採食比率 (%)
	1	2	3	合計		1	2	3	合計	
1. 華青葉	—	0	6	6	0.29	—	500.0	505.7	502.9	35.3
2. 葉月	0	—	2	2	0.10	460.0	—	508.6	484.3	34.0
3. スズホ	-6	-2	—	-8	-0.38	354.3	517.1	—	435.7	30.6

注) 平均嗜好度 $\alpha = \sum xi / (n \cdot t)$ Xi: 嗜好性評点(-2~+2)、t: パネル数(7頭)、n: 供試品種数(3品種・系統)。

採食比率は総採食量に占める各品種・系統の割合。

第16表 ホールクroppサイレーズの嗜好性

品種・系統名	嗜好性評点				平均嗜好度 (α)	採食量(g/頭)				採食比率 (%)
	1	2	3	合計		1	2	3	合計	
1. 華青葉	—	1	2	3	0.14	—	477.1	508.6	492.9	38.4
2. 葉月	-1	—	4	3	0.14	348.6	—	628.6	488.6	38.0
3. スズホ	-2	-4	—	-6	-0.29	325.7	280.0	—	302.9	23.6

注) 平均嗜好度 $\alpha = \sum xi / (n \cdot t)$ Xi: 嗜好性評点(-2~+2)、t: パネル数(7頭)、n: 供試品種数(3品種・系統)。

採食比率は総採食量に占める各品種・系統の割合。

の発酵品質は、酪酸の生成は認められず良好であった(第14表)。

「華青葉」の茎葉サイレーズの嗜好性は、採食量、嗜好性評点とも、「スズホ」より優れ、「葉月」と同等であった(第15表)。また、ホールクroppサイレーズの嗜好性は、茎葉サイレーズ同様、採食量、嗜好性評点とも「葉月」と同等で、「スズホ」より優れた(第16表)。

(3) 両親の主要特性および採種性

「華青葉」の種子親である「那系MS-3A」は、農林水産省草地試験場で育成された細胞質雄性不稔系統で、高消化性遺伝子“*bmr-18*”および紫斑点病抵抗性を有する。長野県畜産試験

場での生育特性は、稈長約1.2m、茎は“汁性”、穂は“紡錘形”で、粒着は“密”である。

花粉親の「JN503」は、長野県畜産試験場で育成した自殖系統で、高消化性遺伝子“*bmr-18*”および紫斑点病抵抗性を有する。稈長は1.8~1.9m、茎は“乾性”で、穂は“紡錘型”~“円筒型”で、粒着は“やや密”である(第17表)。

両系統を雌雄畦比1:4で混植した採種性試験では、花粉親「JN503」の出穂期が種子親「那系MS-3A」よりわずかに早い、採種性は「葉月」と同等で、実用品種としての採種性は確保されている(第18表)。

第17表 親系統の特性

(長野畜試 2008-2009年)

品種・系統名	出穂始 月日	出穂期 月日	稈長 cm	穂長 cm	抽出長 cm	稈径 mm	乾汁性	穂型	粒密度
那系MS-3A	8/1	8/4	119	22	25	15	汁性	紡錘	密
JN503	7/31	8/2	188	25	27	14	乾性	紡錘～円筒	やや密

注) 「那系MS-3A」は種子親、「JN503」は花粉親。

第18表 採種性

品種・系統名	採種地	年次	種子収量 kg/a	品質 1-9	千粒重 g
華青葉	塩尻	2007	23.3	7.0	25.8
	塩尻	2008	23.8	7.0	24.6
	平均		23.6	7.0	25.2
葉月	塩尻	1996	21.8	7.0	22.2
	塩尻	1997	25.3	7.0	26.4
	平均		23.5	7.0	24.3
那系MS-3A	塩尻	2008	17.4	—	—

注) 種子収量は雌雄畝比で補正後の値。

摘要

「華青葉」の特性は以下のとおりである。

- 1) 高消化性遺伝子“*bmr-18*”を有する早生の兼用型ソルガムである。
- 2) 紫斑点病抵抗性を有し、紫斑点病には“極強”である。また、すす紋病には“強”、紋枯病には“やや強”である。
- 3) 収量性は「葉月」より優れ、「スズホ」並である。
- 4) 茎は“乾性”で、収穫時の乾物率は高く、「葉月」、「スズホ」と同程度である。
- 5) 倒伏の発生は少なく、耐倒伏性は、「葉月」、「スズホ」並かやや強い。
- 6) 茎葉の飼料成分は同じ高消化性品種の「葉月」と同程度で、非高消化性品種「スズホ」より OCC および推定 TDN 含量は高く、OCW、Ob、ADF、ADL およびケイ酸含量は低い。
- 7) サイレージの嗜好性は「葉月」と同程度で、「スズホ」より優れる。

謝辞

本品種の育成にあたり、系統適応性検定試験、特性検定試験、採種性試験および試作試験を実施していただいた各機関の担当者、ならびに、飼料成分分析・嗜好性試験に協力いただいた長野県畜産試験場の担当者、および、栽培管理・調査作業に協力いただいた多くの臨時職員の皆様に心から感謝の意を表します。

引用文献

- Kawahigashi, H., S. Kasuga, T. Ando, H. Kanamori, J. Wu, J. Yonemaru, T. Sazuka, T. Matsumoto. 2011. Positional cloning of *ds1*, the target leaf spot resistance gene against *Bipolaris sorghicola* in sorghum., *Theor. Appl. Genet.* 123(1): 131-142.
- Kawahigashi, H., S. Kasuga, H. Okuizumi, H. Kanamori, T. Ando, T. Matsumoto. 2011. Classification of genotypes of the target leaf spot-resistant gene (*ds1*) in a sorghum collection., *Crop Sci.* 51(5): 2095-2103.
- 農林水産事務局長.1981.ソルガムの分類と呼称について.56 農会第 669 号
- 樽本 勲・清水矩宏・井上康昭・望月 昇.1993.高消化性ソルガム中間母本「農 1, 2 号 (那系 MS-1)」, 「農 3, 4 号 (那系 MS-3)」及び「農 5 号 (那系 R-1)」の育成とその特性.草地試験場研究報告第 48 号.37-50.
- Tsukiboshi, T., S. Kasuga and T. Kimigahukuro. 1990. Inheritance of Resistance to Target Leaf Spot Caused by *Bipolaris cookei* (SACCARDO) SHOEMAKER in Sorghum (*Sorghum bicolor* MOENCH). *J. Japan. Grassland Sci.*, 35(4):302-308