

Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na skład chemiczny, wydajność oraz pobranie składników mineralnych przez mieszańca sorga z trawą sudańską

Józef Sowiński, Ewelina Szydelko

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław, Polska

Abstrakt. W badaniach przeprowadzonych w latach 2007–2009 na polach doświadczalnych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu badano wpływ kategorii ciężkości gleby, sposobu użytkowania oraz ilości wysiewu na plon świeżej masy, skład chemiczny, wydajność energetyczną i białkową oraz pobranie składników pokarmowych mieszańca sorga z trawą sudańską. Mieszańce sorga z trawą sudańską są słabo rozpoznane w polskich warunkach klimatycznych. Badania podjęto w celu oceny wartości pokarmowej, wydajności energetycznej i białkowej amerykańskiej odmiany Nutri Honey. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków z trzema czynnikami zmiennymi: kategoria ciężkości gleby (gleba lekka, piasek gliniasty – V klasa bonitacyjna; gleba średnia, glina lekka – klasa bonitacyjna III b), sposób użytkowania (1-, 2- i 3-kośny), ilość wysiewu (20 i 40 ziarniaków·m⁻²). W użytkowaniu 3-kośnym zbiór pierwszego i drugiego pokosu wykonano pod koniec formowania pędu – na początku wiechowania, a trzeciego przed zakończeniem wegetacji; w 2-kośnym rośliny zbierano w fazie wiechowania – początku kwitnienia, 1-kośnego zbioru dokonano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej ziarniaków.

Skład chemiczny zebranej paszy był istotnie zróżnicowany przez sposób użytkowania. Istotnie więcej świeżej masy (52,9 t·ha⁻¹) uzyskano na glebie średniej. Przyczyniło się to do większej wydajności energii i plonu białka ogółem (8,8 tys. JPM, 8,2 tys. JPŻ, 1198,5 kg białka z ha). W systemie 2-kośnym zebrano najwięcej zielonki (54,4 t·ha⁻¹), natomiast istotnie więcej energii uzyskano, gdy mieszańca użytkowano 1-kośnie (10,3 tys. JPM i 9,5 tys. JPŻ). Przy podwojonej ilości wysiewu otrzymano istotnie wyższy plon zielonki (52,3 t·ha⁻¹) i istotnie więcej energii (8,9 tys. JPM i 8,3 tys. JPŻ). Wyższy plon świeżej masy na glebie średniej przyczynił się do istotnie większego wnosu składników mineralnych (w kg·ha⁻¹): 196,3 N, 25,0 P, 145,4 K, 40,4 Mg, 27,8 Ca, 6,4 Na. Wysiew 20 i 40 ziaren·m⁻², mimo wpływu na plonowanie, nie powodował istotnych różnic w pobraniu składników mineralnych.

Na wartość pokarmową i wydajność, a także pobranie składników pokarmowych miał wpływ przede wszystkim sposób użytkowania. Zwiększenie liczby pokosów w ciągu sezonu wegetacyjnego obniżało wydajność energii, jednocześnie nie miało wpływu na wydajność białka.

słowa kluczowe: mieszańce sorga z trawą sudańską, związki organiczne, składniki mineralne, pobranie składników mineralnych, sposób użytkowania

WSTĘP

Sposób żywienia jest podstawowym czynnikiem wpływającym na efektywność produkcji zwierzęcej (Strusińska i in., 2003). W Polsce żywienie bydła oparte jest głównie na kiszonkach z kukurydzy, a w okresie letnim na zielonkach o dużym zróżnicowaniu wartości pokarmowej (Bujanowicz i in., 2000). Narastanie problemów w uprawie kukurydzy sprzyja wzrostowi zainteresowania roślinami z rodzaju *Sorghum* w uprawie na zieloną masę, do bezpośredniego skarmiania lub na kiszonkę dla bydła (Fazaeli i in., 2006; Pyś i in., 2008b). Dzięki dużej odporności na suszę, wysokiemu plonowi suchej masy (10–20 t·ha⁻¹), dobrej adaptacji do uprawy na różnych typach gleb (Fazaeli i in., 2006) sorgo stanowi doskonałą alternatywę dla kukurydzy. Uprawa sorga na kiszonkę jest najczęściej polecanym sposobem użytkowania, pomimo że zawiera ona o 20–28% mniej energii netto niż dobra kiszonka z kukurydzy (Śliwiński, Brzóska, 2006). O niższej wartości decyduje słabe wykształcenie ziarna lub jego brak oraz wyższa zawartość włókna surowego, ograniczającego strawność (Śliwiński, Brzóska, 2009).

Jedną z metod oceny stosowanego żywienia (wartości energetycznej pasz i zapotrzebowania zwierząt) są energetyczne jednostki pokarmowe: jednostka produkcji mleka (JPM) i jednostka produkcji żywca (JPŻ). Zostały one określone na podstawie wartości energetycznej netto 1 kg standardowego ziarna jęczmienia, obliczonej odrębnie dla

Autor do korespondencji:

Józef Sowiński

e-mail: jozef.sowinski@up.wroc.pl

tel. +48 71 3201642

Praca wpłynęła do redakcji 25 listopada 2011 r.

produkcji mleka i żywca (Pisulewski i in., 2009). Istotne jest pokrycie potrzeb białkowo-energetycznych oraz zbilansowanie składników mineralnych (Strusińska i in., 2003), jak również wzajemne proporcje między makroelementami (Jankowski, Ciepela, 2000). Do najważniejszych problemów w żywieniu zwierząt należy niedobór bądź dysproporcje między składnikami mineralnymi (Tymczyna i in., 2000). Niewłaściwe pokrycie potrzeb mineralnych wiąże się najczęściej z uwarunkowaniami biogeochemicznymi, tzn. przechodzeniem składników mineralnych z gleby poprzez rośliny do organizmu zwierzęcego (Tymczyna i in., 2000).

Sorgo, skarmiane jako zielonka lub siano, jest chętnie zjadane przez zwierzęta (Śliwiński, Brzóska, 2006). W porównaniu do zielonki z kukurydzy sorgo zawiera mniej skrobi, natomiast więcej cukrów rozpuszczalnych w wodzie, włókna surowego, NDF i ADF (Pyś i in., 2008a). Wartość pokarmowa sorga zależy od odmiany i fazy rozwojowej podczas zbioru (Sonon za Fazaeli i in., 2006). Sorgo uprawia się głównie z przeznaczeniem na kiszonkę, ale charakteryzuje się ono małą zawartością suchej masy, w warunkach Polski nie przekraczającą 240 g·kg⁻¹ (Pyś i in., 2008b). Sprzyja to intensywnej fermentacji, a powstałe kiszonki zawierają dużą ilość kwasu mlekowego i mają niskie pH, co może wpłynąć negatywnie na pobranie przez zwierzęta (Pyś i in., 2008b). Korzystną cechą trawy sudańskiej, jak również mieszańców trawy sudańskiej z sorgiem, jest zdolność do odrastania i wielokośność, pozwalającą na dopasowanie sposobu użytkowania do potrzeb paszowych.

Czynnikiem wpływającym na plonowanie sorga i jego mieszańców jest pokrycie zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe. Śliwiński i Brzóska (2009) podają, że są to co najmniej takie same ilości składników pokarmowych, jak u kukurydzy. Przy wyższym poziomie plonowania pobranie odpowiednio się zwiększa. Dlatego przy ustalaniu wysokości nawożenia powinno się uwzględnić przede wszystkim zasobność gleby i zrównoważenie pobrania składników pokarmowych wraz z plonem, jak również brać pod uwagę procesy zachodzące w glebie (Mazur, 1999).

Celem pracy było oznaczenie zawartości związków organicznych i mineralnych oraz określenie wydajności energetycznej i białkowej odmiany mieszańcowej sorga z trawą sudańską w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych oraz oszacowanie pobrania składników pokarmowych.

MATERIAŁ I METODY

Podstawę badań stanowiło doświadczenie polowe przeprowadzone w latach 2007–2009 w Pawłowicach, na polach doświadczalnych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków z trzema czynnikami zmiennymi:

- kategoria ciężkości gleby: gleba lekka, piasek gliniasty – V klasa bonitacyjna; gleba średnia, glina lekka – klasa bonitacyjna III b,
- sposób użytkowania: 3-kośne – zbiór pierwszego i drugiego pokosu wykonano pod koniec formowania pędu – na początku wiechowania, a trzeciego przed zakończeniem wegetacji; 2-kośne zbiór w fazie wiechowania–początku kwitnienia, 1-kośne – zbiór w fazie dojrzłości mleczno-woskowej ziarniaków,
- ilość wysiewu (20 i 40 ziarniaków·m⁻²).

Nasiona odmiany mieszańcowej sorga z trawą sudańską (Nutri Honey), wyhodowanej przez firmę Desert Sun Marketing Company Inc., wysiano w połowie maja, siewnikiem poletkowym Wintersteiger. Poletka miały 13,5 m² (9 m długości i 1,5 m szerokości). Każdy wariant powtórzono czterokrotnie.

Przed siewem wysiano nawozy mineralne w dawkach: 100 kg N·ha⁻¹ w formie mocznika, 70 kg P₂O₅·ha⁻¹ w postaci superfosfatu potrójnego i 100 K₂O·ha⁻¹ w formie soli potasowej. Podczas zbioru określono plon zielonki, pobrano próby i określono zawartość suchej masy metodą suszarkową w temperaturze 105°C. W suchej masie oznaczono zawartość: białka ogółem – metodą Kjeldahla po mineralizacji kwasem siarkowym i perhydrolem, włókna surowego – metodą Hennenberga-Stohmanna, tłuszczu surowego – metodą Soxhleta po ekstrakcji eterem etylowym, popiołu surowego – spalając w piecu w temp 600°C, fosforu – kolorymetryczną metodą wanadowo-molibdenową, magnezu – kolorymetrycznie z żółcią tytanową, oraz potasu, wapnia i sodu – metodą fotopłomieniową (AOAC 1995). Obliczono wartość energetyczną 1 kg s.m. w jednostkach produkcji mleka (JPM) i jednostkach produkcji żywca (JPŻ). W zależności od sposobu użytkowania i fazy rozwojowej współczynniki strawności wynosiły od 65 do 70% (Jarri-ge, 1993). Na podstawie zawartości białka ogółem i wartości energetycznej oraz plonu suchej masy oszacowano wydajność energetyczną i białkową z jednostki produkcji. W oparciu o zawartość składników mineralnych i plon suchej masy obliczono wynos składników mineralnych z gleby.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie w programie Statistica 9.1. Do obliczenia przedziałów ufności zastosowano test Duncana na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. W przypadku zawartości związków organicznych oraz składników mineralnych, ze względu na nieortogonalność wyników, wykonano analizę statystyczną dla każdej kategorii ciężkości gleby oraz sposobu użytkowania oddzielnie. Określono przedziały ufności dla ilości wysiewu lub dla współdziałania ilości wysiewu z pokosami. Przeprowadzono analizę statystyczną oceniającą wpływ badanych czynników na zróżnicowanie składu chemicznego.

Tabela 1. Zawartość składników pokarmowych [g·kg⁻¹ s.m.] w zależności od kategorii ciężkości gleby, sposobu użytkowania i ilości wysiewu mieszańca sorga z trawą sudańskąTable 1. Organic compounds content [g kg⁻¹ DM] dependence on soil heaviness category, utilization management and sowing rate of sorghum-sudangrass hybrid.

Pokos Cut	Ilość wysiewu nasion na 1 m ² Number of grains per m ²	Białko surowe Crude protein		Włókno surowe Crude fibre		Tłuszcz surowy Crude fat		Związki bezazotowe wyciągowe N-free extract	
		gleba lekka light soil	gleba średnia medium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia medium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia medium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia medium heavy soil
Użytkowanie 1-kośne; 1-cut schemes									
I	20	74,0	77,1	210,1	255,2	24,9	22,2	581,8	596,6
	40	58,5	61,4	243,1	270,4	24,1	17,7	630,8	604,8
NIR; LSD (0,05)		r.n.	9,3	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Użytkowanie 2-kośne; 2-cut schemes									
I	20	110,5	157,1	326,4	308,9	24,5	25,1	457,5	425,0
	40	94,5	136,7	318,3	310,4	24,6	26,0	498,1	446,9
II	20	81,5	82,3	289,0	295,4	18,6	19,2	551,2	541,4
	40	80,5	86,3	314,7	294,5	19,0	16,8	525,1	536,7
NIR; LSD (0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Użytkowanie 3-kośne; 3-cut schemes									
I	20	183,5	232,9	276,4	262,3	34,9	40,0	411,0	372,0
	40	164,0	219,2	286,3	264,3	31,9	38,0	425,7	382,5
II	20	112,5	138,5	317,5	310,1	24,8	26,1	474,2	447,2
	40	104,5	135,6	326,6	319,7	24,2	23,5	469,4	441,7
III	20	95,0	107,8	307,1	300,0	23,0	22,9	497,4	488,9
	40	72,5	109,9	302,7	286,5	20,9	23,0	530,4	501,6
NIR; LSD (0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
NIR (0,05) dla średnich; LSD (0,05) for means									
Sposób użytkowania Utilization management		29,4		17,4		4,6		35,0	
Kategoria ciężkości gleby Soil heaviness category		25,7		r.n.		r.n.		r.n.	
Ilość wysiewu Sowing rate		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.	

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

WYNIKI

Sposób użytkowania oraz kategoria ciężkości gleby miały istotny wpływ na zawartość białka ogółem (tab. 1). Użytkując mieszańca jednokośnie, na glebie średniej, istotnie wyższą zawartość białka zanotowano w obiektach z wysiewem 20 ziarniaków na m². Najwyższą zawartość białka (232,9 g·kg⁻¹ s.m.) stwierdzono w użytkowaniu 3-kośnym, na glebie średniej, podczas zbioru pierwszego pokosu i wysiewie 20 ziarniaków·m⁻². Wartość ta była 4-krotnie większa niż przy użytkowaniu 1-kośnym na glebie lekkiej przy wysiewie 40 ziarniaków·m⁻².

Zawartość włókna surowego była zróżnicowana w zależności od badanych czynników, ale udowodniony staty-

stycznie został tylko wpływ sposobu użytkowania. Najniższą zawartość włókna stwierdzono, gdy rośliny użytkowano 1-kośnie – od 210,1 do 270,4 g·kg⁻¹. Wzrost udziału wiew i ziarna w plonie przyczynił się do zmniejszenia zawartości włókna. W paszy zbieranej 2-kośnie oraz 3-kośnie zawartość włókna surowego wynosiła od 262,3 do 326,6 g·kg⁻¹.

Zawartość tłuszczu surowego była istotnie różnicowana tylko przez sposób użytkowania. Najwyższą stwierdzono u roślin zebranych w pierwszym pokosie użytkowania 3-kośnego na glebie średniej: 40,0 i 38,0 g·kg⁻¹ s.m. odpowiednio w obiektach z wysiewem 20 i 40 ziaren·m⁻². W użytkowaniu 2- i 3-kośnym w kolejnych pokosach zanotowano tendencję do obniżania zawartości tego skład-

nika. Najmniejszą ilość tłuszczu surowego ($16,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) stwierdzono na glebie średniej, w użytkowaniu 2-kośnym, podczas drugiego pokosu, przy wysiewie 40 ziaren na m^2 .

Liczba pokosów miała istotny wpływ na zróżnicowanie zawartości związków bezazotowych wyciągowych. Najwięcej związków węglowodanowych zawierały rośliny użytkowane 1-kośnie (od $581,8$ na glebie lekkiej przy wysiewie 20 ziarniaków $\cdot \text{m}^{-2}$ do $630,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ na tej samej glebie przy dwukrotnie zwiększonym wysiewie). W użytkowaniu 2- i 3-kośnym z każdym kolejnym pokosem zwiększała się zawartość bezazotowych związków wyciągowych.

Sposób użytkowania miał istotny wpływ na zawartość popiołu surowego. Największą stwierdzono u ro-

ślin użytkowanych 3-kośnie, podczas zbioru pierwszego pokosu (od $92,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ na glebie lekkiej, przy wysiewie 40 ziaren $\cdot \text{m}^{-2}$ do $96,4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ na glebie średniej przy takiej samej normie wysiewu), istotnie mniejszą, gdy rośliny były użytkowane 1-kośnie (od $43,4$ na glebie lekkiej, przy 40 ziarniakach na m^2 do $49,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ na tej samej glebie przy mniejszej ilości wysiewu) (tab. 2).

Podobne tendencje zaobserwowano w zawartości fosforu, potasu, magnezu i wapnia. Dodatkowo zawartość magnezu była nieistotnie większa u roślin zebranych z gleby średniej. Ilość sodu była zbliżona we wszystkich obiektach, wahała się od $0,4$ (użytkowanie 1-kośnie) do $0,7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (na glebie lekkiej, w użytkowaniu 3-kośnym, przy wysiewie 40 ziarniaków na m^2).

Tabela 2. Zawartość popiołu surowego i związków mineralnych [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.] w zależności od kategorii ciężkości gleby, sposobu użytkowania i ilości wysiewu mieszanka sorga z trawą sudańską

Table 2. Crude ash and mineral compounds content [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ DM] dependence on soil heaviness category, utilization management and sowing rate of sorghum-sudangrass hybrid.

Pokos Cut	Ilość wysiewu nasion na m^2 Number of grains per m^2	Popiół surowy Crude ash		P		K		Mg		Ca		Na	
		gleba lekka light soil	gleba średnia me- dium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia me- dium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia me- dium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia me- dium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia me- dium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia me- dium heavy soil
Użytkowanie 1-kośne; 1-cut schemes													
I	20	49,6	49,3	1,8	1,6	8,0	8,0	2,1	2,9	1,7	1,5	0,4	0,5
	40	43,4	45,8	1,5	1,6	7,5	7,4	2,2	2,5	1,6	1,7	0,4	0,4
NIR; LSD (0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Użytkowanie 2-kośne; 2-cut schemes													
I	20	81,0	82,9	1,8	2,4	12,0	17,7	3,1	3,6	2,5	2,8	0,5	0,5
	40	64,6	79,8	2,0	2,4	12,4	24,3	2,8	3,6	2,3	2,7	0,5	0,5
II	20	59,7	51,5	1,9	2,0	9,0	9,4	2,5	3,1	2,4	2,1	0,5	0,5
	40	60,9	65,8	1,9	1,7	8,7	9,2	2,3	3,4	2,6	2,0	0,5	0,5
NIR; LSD (0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Użytkowanie 3-kośne; 3-cut schemes													
I	20	94,7	92,9	2,8	3,0	20,1	20,7	2,8	3,3	3,4	3,4	0,6	0,5
	40	92,1	96,4	2,3	2,9	18,6	20,9	2,7	3,5	2,9	3,4	0,6	0,5
II	20	71,0	78,1	2,1	1,8	14,6	16,7	2,5	3,6	2,4	2,6	0,6	0,5
	40	75,5	79,4	2,6	2,5	15,9	15,9	2,6	3,6	2,8	2,4	0,7	0,5
III	20	77,1	80,3	2,5	2,0	12,2	11,9	2,2	3,9	3,1	2,5	0,6	0,5
	40	73,6	79,4	1,8	2,2	8,7	12,0	2,0	4,1	2,1	2,4	0,6	0,5
NIR; LSD (0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
NIR dla średnich (0,05); LSD for means (0,05):													
Sposób użytkowania Utilization management		8,2		0,3		3,9		0,5		0,5		r.n.	
Kategoria ciężkości gleby Soil heaviness category		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.	
Ilość wysiewu Sowing rate		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.	

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Tabela 3. Plon świeżej masy, energii i białka surowego w zależności od kategorii ciężkości gleby, sposobu użytkowania i ilości wysiewu mieszańca sorga z trawą sudańską

Table 3. Green matter, energy (expressed in UFL and UFV unit) and crude protein yield of sorghum-sudangrass hybrid in dependence on soil heaviness category, utilization management and sowing rate.

Kategoria ciężkości gleby Soil heaviness category	Sposób użytkowania (liczba pokosów) Utilization management (number of cuts)	Ilość wysiewu nasion na m ² Number of grains per m ²	Plon świeżej masy Green matter yield [t·ha ⁻¹]	JPM·1000·ha ⁻¹ UFL·1000·ha ⁻¹	JPŻ·1000·ha ⁻¹ UFV·1000·ha ⁻¹	Plon białka surowego Crude protein yield [kg·ha ⁻¹]
Gleba lekka Light soil	1	20	43,5	9,2	8,6	1071,7
		40	51,0	10,9	10,2	1005,8
	2	20	43,4	7,5	7,0	896,2
		40	52,0	8,9	8,4	969,5
	3	20	32,2	4,6	4,3	728,3
		40	34,2	4,8	4,5	627,9
Gleba średnia medium Heavy soil	1	20	49,0	9,7	9,0	1148,9
		40	57,4	11,0	10,3	1052,5
	2	20	53,6	8,4	7,9	1167,5
		40	64,9	10,2	9,5	1366,3
	3	20	43,6	6,7	6,3	1226,8
		40	49,0	6,7	6,3	1228,9
NIR; LSD (0,05)			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnia; Mean						
Gleba lekka Light soil	-	-	42,7	7,7	7,2	883,2
Gleba średnia Medium heavy soil	-	-	52,9	8,8	8,2	1198,5
NIR; LSD (0,05)			5,2	1,0	1,0	133,1
-	1	-	50,7	10,3	9,5	1075,9
-	2	-	54,4	8,9	8,3	1133,3
-	3	-	40,8	5,9	5,5	1007,9
NIR; LSD (0,05)			6,2	1,0	0,9	r.n.
-	-	20	44,9	7,8	7,3	1068,1
-	-	40	52,3	8,9	8,3	1076,6
NIR; LSD (0,05)			5,3	1,0	1,0	r.n.
Średnie dla lat; Mean for years						
2007			38,1	6,9	6,4	762,3
2008			50,4	9,3	8,7	1207,7
2009			63,4	9,3	8,7	1421,7
NIR; LSD (0,05)			5,4	1,2	1,1	135,0

JPM – jednostka produkcji mleka; UFL – Feed Unit for lactation,

JPŻ – jednostka produkcji żywca; UFV – Feed Unit for maintenance and meat production

Nie stwierdzono interakcji w oddziaływaniu badanych czynników na plon świeżej masy (tab. 3). Istotnie więcej zielonej masy – o 24% – zebrano na glebie średniej (52,9 t·ha⁻¹) niż na lekkiej (42,7 t·ha⁻¹). Sposób użytkowania istotnie wpłynął na plon. W systemie 2-kośnym wyniósł on 54,4 t·ha⁻¹, istotnie mniejszy, 40,8 t·ha⁻¹, zanotowano w 3-kośnym sposobie użytkowania. Zwiększenie ilości wysiewu o 100% spowodowało istotne zwiększenie plonu zielonej masy, o 16,5%. Średnio w trzyletnim cyklu badań najwyższy

plon zielonki zebrano w roku 2009 (63,4 t·ha⁻¹), istotnie niżej, o 13,0 i 25,3 t, plonował mieszaniec sorga z trawą sudańską odpowiednio w latach 2008 i 2007.

Nie stwierdzono współdziałania badanych czynników w kształtowaniu wydajności energii. Bardziej efektywna okazała się uprawa mieszańca sorga z trawą sudańską na glebie średniej, przy użytkowaniu 1-kośnym i wysiewie 40 ziarniaków na m² (11,0 tys. JPM i 10,3 tys. JPŻ z ha). Najmniej energii uzyskano na glebie lekkiej, w użytkowa-

Tabela 4. Zawartość suchej masy [%] w plonie mieszańca sorga z trawą sudańską
 Table 4. Dry mater content [in %] of sorghum-sudangrass hybrid in dependence on treatment.

Parametr Parameter	Pokos Cut	Użytkowanie 1-kośne 1-cut schemes		Użytkowanie 2-kośne 2-cut schemes		Użytkowanie 3-kośne 3-cut schemes	
		gleba lekka light soil	gleba średnia medium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia medium heavy soil	gleba lekka light soil	gleba średnia medium heavy soil
Średnia; Mean		33,20	31,13	18,70	16,18	13,95	15,43
Min		30,60	27,50	15,90	13,70	11,70	13,00
Max	I	35,90	34,70	22,70	20,10	16,80	17,40
Odchylenie standardowe Standard deviation		2,17	2,80	3,00	2,37	2,46	1,58
Średnia; Mean		-	-	24,93	25,38	18,75	19,25
Min		-	-	23,00	21,10	16,10	15,50
Max	II	-	-	26,50	28,80	20,90	25,00
Odchylenie standardowe Standard deviation		-	-	1,48	2,77	2,06	3,20
Średnia; Mean		-	-	-	-	20,00	20,40
Min		-	-	-	-	18,40	18,80
Max	III	-	-	-	-	21,00	24,30
Odchylenie standardowe Standard deviation		-	-	-	-	1,00	2,04

niu 3-kośnym (4,6 tys. JPM i 4,3 tys. JPŻ z ha przy wysiewie 20 ziarniaków·m⁻² i odpowiednio 4,8 tys. i 4,5 tys. przy 40 ziarniakach·m⁻²) (tab. 3). Na glebie średniej wydajność energii była istotnie wyższa, o 14% (8,8 tys. JPM i 8,2 tys. JPŻ z ha), niż na lekkiej. Mieszaniec sorga z trawą sudańską użytkowany 1-kośnie zgromadził istotnie więcej energii (10,3 tys. JPM i 9,5 tys. JPŻ z ha), czyli o 72–74% więcej niż przy użytkowaniu 3-kośnym. Istotnie większą wydajność energii uzyskano wysiewając odmianę mieszańcową w ilości 40 ziarniaków·m⁻² (8,9 tys. JPM i 8,3 tys. JPŻ z ha). Największą wydajność energii z mieszańca sorga z trawą sudańską uzyskano w latach 2008 i 2009 (9,3 tys. JPM i 8,7 tys. JPŻ z ha), istotnie niższą – o 2,4 tys. JPM i o 2,3 tys. JPŻ – w 2007 roku.

Współdziałanie kategorii ciężkości gleby, sposobu użytkowania oraz normy wysiewu nie wpłynęło istotnie na wydajność białka ogółem. Największą uzyskano uprawiając mieszańca na glebie średniej, użytkując 2-kośnie i wysiewając 40 ziaren·m⁻² – 1366,3 kg z ha, aż o 118% więcej niż wydajność na glebie lekkiej przy użytkowaniu 3-kośnym i wysiewie 40 ziaren·m⁻². Średnio we wszystkich latach badań wyższy plon białka ogółem zebrano z gleby średniej (1198,5 kg), istotnie większy, o 315 kg, niż na glebie lekkiej. Sposób użytkowania i ilość wysiewu nie różnicowały istotnie wydajności białka. W 2009 roku stwierdzono istotnie wyższy plon białka (1421,7 t·ha⁻¹) niż w latach mniej sprzyjających uprawie mieszańca sorga z trawą sudańską.

Zawartość suchej masy w zależności od sposobu użytkowania i pokosu wahała się od 11,7 do 35,9% (tab. 4). W użytkowaniu 3-kośnym, w zależności od pokosu, średnia zawartość s.m. wahała się od 13,95 (gleba lekka, I pokos) do 20,4% (gleba średnia, III pokos). Jednokrotny zbiór mieszańca był najkorzystniejszy ze względu na nagromadzenie suchej masy (średnio 31,13 na glebie średniej, 33,20% na glebie lekkiej).

Plon świeżej masy decydował o pobraniu składników pokarmowych bardziej niż ich zawartość. Nie stwierdzono interakcji badanych czynników w wynosie składników mineralnych (tab. 5). Mieszaniec Nutri Honey uprawiany na glebie średniej wyniósł wraz z plonem biomasy istotnie więcej wszystkich oznaczonych składników pokarmowych niż uprawiany na glebie lekkiej. Największe różnice stwierdzono w pobraniu magnezu (65,6%), potasu 39,4 i azotu 38,1. Sposób użytkowania istotnie różnicował pobranie fosforu, magnezu, wapnia i sodu. Zwiększenie liczby pokosów przyczyniło się do zmniejszenia wynosu wymienionych składników. Wraz z plonem mieszańca użytkowanego 3-kośnie wyniesiono mniej o 28,9% fosforu, o 32,7% magnezu, o 18,1% wapnia i o 36,6% sodu niż gdy dokonano 1 zbioru w ciągu sezonu wegetacyjnego. Ilość wysiewu nie wpłynęła istotnie na wynos składników pokarmowych.

Stwierdzono istotny wpływ przebiegu warunków pogodowych w latach badań na pobranie makroskładników. W roku 2009 we wszystkich oznaczonych składnikach pokarmowych zanotowano największe wartości.

Tabela 5. Pobranie składników mineralnych [kg·ha⁻¹] z plonem mieszańca sorga z trawą sudańską w zależności od kategorii ciężkości gleby, sposobu użytkowania i ilości wysiewuTable 5. Mineral compound uptake [kg·ha⁻¹] in dependence on soil heaviness category, utilization management and sowing rate of sorghum-sudangrass hybrid.

Kategoria ciężkości gleby Soil heaviness category	Sposób użytkowania (liczba pokosów) Utilization management (numer of cuts)	Ilość wysiewu nasion na m ² Number of grains per m ²	N	P	K	Mg	Ca	Na
Gleba lekka Light soil	1	20	173,7	26,1	114,1	29,2	24,5	5,8
		40	163,7	25,1	128,2	36,6	27,4	6,9
	2	20	142,2	17,3	98,3	25,8	22,8	4,6
		40	155,3	21,0	119,1	28,4	25,8	5,3
	3	20	116,1	14,4	84,6	13,7	16,1	3,8
		40	101,5	13,6	81,3	13,1	14,4	3,8
Gleba średnia Medium heavy soil	1	20	186,8	25,2	122,0	42,7	24,1	8,5
		40	168,3	28,4	129,6	44,3	29,8	6,8
	2	20	194,4	25,6	140,5	38,7	29,5	6,1
		40	221,8	26,4	192,1	45,8	30,9	7,1
	3	20	194,9	19,9	141,8	33,5	27,1	5,0
		40	211,9	24,5	146,6	37,5	25,7	5,1
NIR; LSD (0,05)			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnia; Mean								
Gleba lekka Light soil	-	-	142,1	19,5	104,3	24,4	21,8	5,0
Gleba średnia Medium heavy soil	-	-	196,3	25,0	145,4	40,4	27,8	6,4
NIR; LSD (0,05)			21,9	3,3	18,1	4,3	4,0	1,1
-	1	-	173,8	26,3	123,8	38,9	26,5	7,1
-	2	-	183,1	23,1	142,0	35,9	27,7	5,9
-	3	-	163,6	18,7	118,4	26,2	21,7	4,5
NIR; LSD (0,05)			r.n.	3,9	r.n.	5,9	4,9	1,2
-	-	20	171,8	21,8	119,7	31,8	24,5	5,8
-	-	40	175,2	23,7	136,5	35,5	26,1	5,9
NIR; LSD (0,05)			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnia dla lat; Mean for years								
2007			118,1	26,6	89,6	14,0	15,8	3,0
2008			195,0	32,1	128,9	26,8	26,5	7,8
2009			227,2	49,1	193,8	29,8	39,7	6,9
NIR; LSD (0,05)			22,2	5,4	16,9	2,9	3,2	0,9

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

DYSKUSJA

W przedmiotowych badaniach zawartość białka ogółem wahała się w szerokim zakresie i stwierdzono spadkową tendencję koncentracji tego składnika w kolejnych pokosach. Podobną zależność zanotowali Iptas i Brohi (2003). Pierwszy pokos zawierał 15,88, drugi – 14,49, a trzeci 14,16% białka ogółem w kg s.m. Mniejsze różnice niż w badaniach własnych były prawdopodobnie spowodowane koszeniem roślin w podobnej fazie rozwojowej, gdy miały 110–120 cm wysokości.

Włókno surowe utrudnia adsorpcję związanych z nim składników pokarmowych, dlatego wysoka jego zawartość powoduje zmniejszenie energii strawnej i metabolicznej,

a także dostępności białka oraz składników mineralnych paszy (Petkov, Kowieska, 2006). W omawianych badaniach mieszaniec sorga z trawą sudańską zawierał podobną ilość włókna do cytowanej w literaturze. Gdy rośliny koszone przed pełną dojrzałością odznaczały się większą zawartością tego składnika. Spowodowane jest to większym udziałem łodyg, a tym samym włókna surowego i włókna neutralnego detergentowego w zielonce (Śliwiński, Brzóska, 2006). W badaniach realizowanych przez Uhera i in. (2009) mieszaniec zawierał 24,50–31,20% s.m. tego składnika, najczęściej stwierdzono gdy rośliny zbierano w fazie kwitnienia. W polskich warunkach, Sitarski (2008), u odmiany Rona 1 odnotował 29,3% włókna w kg s.m. Według Antoniewicz i Żebrowskiej (2009) sorgo paszowe

w I pokosie zawierało (w zależności od fazy rozwojowej) 264–323 g włókna w kg s.m., natomiast w drugim, w przeciętnych warunkach pogodowych – 272–280 g·kg⁻¹.

W odmianie Nutri Honey oznaczono od 17,7 do 40,0 g tłuszczu surowego w kg s.m. W kolejnych pokosach użytkowania 2- i 3-kośnego ilość tego składnika się zmniejszała. Według Sitarskiego (2008) sorgo zawierało 1,33% tłuszczu w s.m. Petkov i Kowieska (2006) podają, że duże różnice w zawartości tłuszczu surowego spowodowane są stopniem dojrzałości i obsychaniem liści.

W opisywanych badaniach zawartość popiołu surowego była większa niż w badaniach przeprowadzonych przez Sitarskiego (2008). Rośliny zbierane w późniejszych fazach rozwojowych zawierały mniej popiołu. Potwierdzają to wyniki opublikowane przez Antoniewicz i Żebrowską (2009), sorgo zbierane w fazie wydłużenia łodygi zawierało 116 g popiołu, a w dojrzałości mlecznej ziarna 59 g·kg⁻¹ s.m. W badaniach własnych ilość fosforu, potasu i wapnia mieściła się w zakresie odpowiednio: 1,5–3,0; 7,4–24,3; 1,5–3,4 g·kg⁻¹ i wartości te były zbliżone do wyników uzyskanych przez Sitarskiego (2008): 0,23 P, 1,07 K i 0,29% Ca. Zawartość magnezu i sodu w przedmiotowych badaniach, odpowiednio 2,0–4,1 i 0,4–0,7 g·kg⁻¹, była wyższa niż podawana w pracy Sitarskiego (2008) – 0,16% Mg i poniżej 0,02% Na.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że najkorzystniejsza okazała się uprawa w systemie 2-kośnym, w którym zebrano najwyższy plon świeżej masy. Większe różnice w plonowaniu zaobserwował Uher i in. (2005), uzyskując z sorga użytkowanego 2-kośnie 93,3 t·ha⁻¹, z 3-kośnego użytkowania plony były średnio o 7,6 t z ha niższe. Na wysokość plonu zielonej masy miała wpływ ilość wysiewu. Marsalis i in. (2010) większy plon, 25,5 t s.m.·ha⁻¹, zebrali, gdy obsada wynosiła 185185 roślin·ha⁻¹, przy 249383 roślinach na hektarze plon suchej masy był o 1,6 t niższy.

W odniesieniu do wydajności energii najkorzystniejszy okazał się system 1-kośny. W badaniach Sowińskiego i Liszki-Podkowy (2008) większą wydajnością energii charakteryzowało się sorgo wiechowate 13,9 tys. JPM, natomiast sorgo bezwiechowate zapewniło 10,1 tys. JPM. W prezentowanym doświadczeniu zwiększenie ilość wysiewu spowodowało uzyskanie istotnie wyższej wydajności energii (8,9 tys. JPM i 8,3 tys. JPŻ). Marsalis i in. (2010) stwierdzili, że przy 185185 roślinach na hektarze wartość energetyczna 1 kg s.m. i wynosi 1,07 Mcal, co przy plonie 25,5 t s.m.·ha⁻¹ dałoby 27,3 tys. Mcal, czyli 16,1 tys. JPM·ha⁻¹, natomiast przy 249383 roślinach na hektarze wartość energetyczna jest mniejsza, 1,05 Mcal·kg⁻¹, więc przy plonie suchej masy 23,9 t·ha⁻¹ uzyskuje się 25,1 tys. Mcal, czyli 14,8 tys. JPM·ha⁻¹.

W przedmiotowym doświadczeniu wydajność białka ogółem była nieistotnie większa, gdy mieszaniec był użytkowany 2-kośnie (1133,3 kg·ha⁻¹). Znacznie większy plon białka ogółem zebrał Uher i in. (2009), użytkując rośliny

3-kośnie – 2478 kg·ha⁻¹, zaś przy użytkowaniu 2-kośnym otrzymał mniej o 302 kg białka z ha.

W opisywanych badaniach wynos składników mineralnych z plonem mieszańca mieścił się w zakresie podawanym przez Ketterings i in. (2006). Przy podobnym sposobie nawożenia dla systemu 2-kośnego odnotowali pobranie: 102–320 kg N, 49,5–76,7 kg P₂O₅, 190–402 kg K₂O, 25,6–83,4 kg Mg oraz 35,1–76,5 kg Ca·ha⁻¹.

WNIOSKI

1. Skład chemiczny paszy uzyskanej z mieszańca sorga z trawą sudańską (odmiana Nutri Honey) w największym stopniu był zależny od sposobu zbioru. Wzrost liczby pokosów i zbiór we wcześniejszej fazie rozwojowej wpływał istotnie na zwiększenie zawartości białka ogółem, popiołu surowego i składników mineralnych przy jednoczesnym istotnym zmniejszeniu zawartości BZW.

2. Sposób użytkowania różnicował wydajność energii, natomiast nie miał wpływu na wydajność białka ogółem.

3. Na glebie lekkiej z mieszańca sorga z trawą sudańską uzyskano istotnie niższą wydajność JPM, JPŻ i białka ogółem niż na glebie średniej.

4. Na glebie lekkiej, należącej do V klasy bonitacyjnej, mieszaniec sorga z trawą sudańską wykazał wysoką przydatność do uprawy i wydajność na poziomie 7,7 tys. JPM z ha, 7,2 tys. JPŻ z ha, 883 kg białka z ha. Może być zalecany do praktyki rolniczej w takich warunkach.

5. Odmiana Nutri Honey ma duże wymagania pokarmowe, zwłaszcza w stosunku do azotu i potasu. Wraz z plonem wyniesiona została większa ilość azotu niż została wprowadzona w wyniku nawożenia tym składnikiem.

LITERATURA

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical.
- Antoniewicz A., Żebrowska T., 2009. Tabele wartości pokarmowej pasz produkowanych we Francji, współczynników rozkładu białka w żwaczu i strawności jelitowej białka nie ulegającego rozkładowi w żwaczu. 121-214. W: IZ PIB-INRA Normy żywienia przeżuwaczy wartość pokarmowa francuskich i krajowych pasz dla przeżuwaczy; red: J. Strzetelski, Instytut Zootechniki PIB, Kraków.
- Bujanowicz B., Matras J., Klebaniuk R., Wojtasik J., 2000. Skład mineralny zielonek w zależności od gatunku i fazy wegetacji roślin. Ann. UMCS, XVIII(33): 257-262.
- Fazaeli H., Golmohammadi H.A., Al-Moddarrs A., Mo-sharraf S., Shoaie A.A., 2006. Comparing the performance of sorghum silage with maize silage in feedlot calves. Pakistan J. Biol. Sci., 9(13): 2450-2455.
- Iptas S., Brohi A.R., 2003. Effect of nitrogen rate and stubble height on dry matter yield, crude protein content and crude protein yield of a sorghum-sudangrass hybrid [*Sorghum bicolor* (L.)×*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.] in the three-cutting system. J. Agron. Crop Sci., 189: 227-232.

- Jarrige R., 1993.** Żywnienie przeżuwaczy: zalecane normy i tabelę wartości pokarmowej pasz: Praca zbiorowa; tłumaczenie pod red. A. Antoniewicz, PAN Instytut Fizjologii i Żywnienia Zwierząt, ss. 406.
- Jankowski K., Ciepela G.A., 2000.** Wartość stosunków równoważnikowych makroelementów w sianie czterech mieszanek motylkowo-trawiających w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu. Zesz. Nauk. AP Siedlce, 57: 69-74.
- Ketterings Q.M., Godzin G., Kilce T.F., Barney P., Hunter M., Charney J.H., Beer S., 2006.** Nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and calcium removal by brown midrib sorghum sudangrass in the Northeastern USA. J. Agron. Crop Sci., 192: 408-416.
- Marsalis M.A., Angadi S.V., Contreras-Govea F.E., 2010.** Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. Field Crops Res., 116: 52-57.
- Mazur T., 1999.** Ekologiczne uwarunkowania nawożenia w rolnictwie jutra. 263-270, Mat. Konf. Nauk. „Ekologiczne i rolnicze uwarunkowania nawożenia”, Kraków, 29-30 października 1998.
- Petkov K., Kowieska A., 2006.** Korelacja między zawartością, frakcji włókna pokarmowego oraz makro- i mikroelementów w nasionach rzepaku. Roczn. Nauk. Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, 2(1): 83-89.
- Pisulewski P., Strzetelski J., Antoniewicz A., 2009.** Podstawowe założenia IZ-INRA Norm żywienia przeżuwaczy. 11-20. W: IZ PIB-INRA Normy żywienia przeżuwaczy wartość pokarmowa francuskich i krajowych pasz dla przeżuwaczy; red. J. Strzetelski, Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Kraków.
- Pyś J.B., Borowiec F., Karpowicz A., 2008a.** Jakość fermentacji, skład chemiczny i stabilność tlenowa kiszonek z sorgo cukrowego sporządzonych z dodatkiem różnych preparatów kiszonkarskich. 239-241, W: Problemy agrotechniki oraz wykorzystania kukurydzy i sorgo; red. T. Michalski, UP Poznań.
- Pyś J.B., Borowiec F., Karpowicz A., 2008b.** Wpływ dodatku bakteryjno-chemicznego oraz absorbentów soku na skład chemiczny i stabilność tlenową kiszonek z sorgo cukrowego. 242-244. W: Problemy agrotechniki oraz wykorzystania kukurydzy i sorgo; red.: T. Michalski, UP Poznań.
- Sitarski A., 2008.** Wykorzystanie sorga do celów paszowych. 245-247. W: Problemy agrotechniki oraz wykorzystania kukurydzy i sorgo; red.: T. Michalski, UP Poznań.
- Sowiński J., Liszka-Podkowa A., 2008.** Wysokość i jakość plonu kukurydzy i sorga cukrowego na glebie lekkiej w zależności od dawki azotu. Acta Sci. Pol., Agricultura, 7(4): 105-115.
- Sowiński J., Szydelko E., 2011.** Growth rate and yields of a sorghum-sudangrass hybrid variety grown on a light and a medium-heavy soil as affected by cutting management and seeding rate. Pol. J. Agron., 2011, 4: 23-28.
- Strusińska D., Irańska S., Mierzejewska J., Skok A., 2003.** Wpływ dodatków mineralno-witaminowych i drożdży na poziom wybranych wskaźników biochemicznych surowicy krwi krów. Med. Wet., 59(4): 323-326.
- Śliwiński B.J., Brzóska F., 2006.** Historia uprawy sorgo i wartość pokarmowa tej rośliny w uprawie na kiszoncek. Post. Nauk Rol., 1: 25-37.
- Śliwiński B.J., Brzóska F., 2009.** Uprawa sorga i wykorzystanie kiszonek w żywieniu krów. Zespół Wydawnictw i Poligrafii IŻ PIB, ss. 3-36.
- Tymczyna L., Saba L., Kamieniczki K., Bis-Wencel H., Wnuk W., 2000.** Występowanie i rozpoznawanie niedoborów i dysproporcji w gospodarce mineralnej u bydła mlecznego z rejonu Pomorza Środkowego. Ann. UMCS, XVIII(28): 215-221.
- Uher D., Štafa Z., Maćešić D., Kaučić D., Vukašinić Z., 2005.** The effect of cutting regime on yield of sorghum in different climatic (vegetation) seasons. Mljekarstvo, 55(1): 15-30.
- Uher D., Štafa Z., Konjačić M., Komesarić M., Gršić K., Županac G., 2009.** The effect of cutting regime on economy properties of fodder sorghum Grazer N. Mljekarstvo, 59(1): 56-64.

J. Sowiński, E. Szydelko

THE INFLUENCE OF SELECTED AGROTECHNICAL FACTORS ON CHEMICAL COMPOSITION, YIELD AND UPTAKE OF MINERAL NUTRIENTS BY A SORGHUM-SUDANGRASS HYBRID

The influence of soil heaviness category, method of cultivation and sowing rate on the yield of green mass, chemical composition, energy and protein yield and the uptake of mineral nutrients by sorghum-sudangrass hybrid were studied in the years 2007–2009 in experiment fields of the Department of Crop Production of the Wrocław University of Environmental and Life Sciences. Sorghum-sudangrass hybrid have not been extensively studied in the Polish climatic conditions. Studies were conducted to examine the nutritional value as well as energy and protein yield of an American Nutri Honey variety. The study comprises results obtained from an experiment laid out as a split-plot design with three experiment factors: I – soil heaviness category: light soil – loamy sand, V soil category class; medium heavy soil – light loam III soil category class; II – utilization management (1-, 2- and 3-cut schemes), III – seeding rate (20 and 40 grains m⁻²). Under the 3-cut management, the first and the second cut were done at the end of shooting-beginning of tasselling. In the 2-cut scheme, the harvest was done at tasselling – beginning of anthesis. When cut only once, the plants were harvested in the milk-dough ripe stage.

The chemical composition of the harvested fodder varied significantly depending on the method of cultivation. Significantly more green mass yield (52.9 t ha⁻¹) was obtained in medium heavy soil. This resulted in higher energy yield and total protein yield (8.8 thousand UFL, 8.2 thousand UFV, 1198.5 kg protein ha⁻¹). In twice-cut system, the yield of green matter was the highest (54.4 t ha⁻¹), whereas significantly more energy was obtained when the hybrid was once-cut (10.3 thousand UFL and 9.5 thousand UFV). At double sowing rate, the yield of green matter was significantly higher (52.3 t ha⁻¹) and significantly more energy was obtained (8.9 thousand UFL and 8.3 thousand UFV). The higher yield of green mass in medium soil resulted in a significantly higher content of mineral components (kg ha⁻¹): 196.3 N, 25.0 P, 145.4 K, 40.4 Mg, 27.8 Ca, 6.4 Na. Although sowing 20 and 40 grains·m⁻² had an influence on the yield, it did not result in significant differences in the uptake of mineral components. The nutritional value, yield and uptake of mineral nutrients depended mainly on the method of cultivation used. Increasing the number of cuts during vegetation season decreased the energy efficiency and did not influence the protein efficiency.

key words: sorghum-sudangrass hybrid, organic compounds, mineral compounds, nutrients uptake, crops managements