

EDWARD FIREK

WPLYW NIEKTÓRYCH CZYNNIKÓW NA ZAWARTOŚĆ KAROTENÓW W SIANIE

W czasie konserwacji paszy zachodzą w niej straty suchej masy. Straty te wahają się na ogół w szerokich granicach i mogą być bardzo duże, zwłaszcza przy naturalnym suszeniu siana w polu (2,14).

Związkami najbardziej narażonymi na straty podczas suszenia są przeważnie witaminy, a szczególnie prowitamina A występująca w sianie jako karoten.

Przy pastwiskowym żywieniu bydła w lecie zapotrzebowanie zwierząt na karoten pokrywane jest zwykle bez trudu (4). Natomiast przy oborowym wychowie bydła zielonką („zero-grazing”) należy już zwracać uwagę na fakt szybkiego rozkładu karotenów, gdyż straty tych składników, spowodowane wędnięciem roślin, po 48 godz. od chwili skoszenia wynosiły, jak podaje Dörner (13), 88—95%.

Karoteny jako węglowodory silnie nienasycone łatwo tracą swoje własności prowitaminowe pod wpływem czynników atmosferycznych (18). Stąd też w zimie, kiedy głównym źródłem paszy w żywieniu bydła jest siano, może zaznaczyć się u zwierząt niedobór karotenów.

Wpływ sposobów suszenia na zawartość karotenów w sianie

Dobre pod względem witaminowym siano powinno zawierać powyżej 10 mg karotenów w 1 kg (tab. 1). Często zawiera go znacznie mniej. W sianie analizowanym przez Wierzchowskiego i Basaja (15), a pochodzącym z gospodarstw doświadczalnych Instytutu Zootechniki, zawartość karotenów wynosiła średnio 14,1 mg w 1 kg. Niemniej jednak w 6 przypadkach koncentracja prowitaminy A w sianie była niedostateczna (poniżej 10 mg/kg), w 6 przypadkach — dostateczna bądź dość dobra (10—20, 20—30 mg/kg) i tylko w 2 przypadkach — dobra (30—40 mg/kg).

Podobne wartości uzyskał również autor (tab. 2 i 3).

Analizowane przez nas siano pochodziło z 4 gospodarstw doświadczalnych (RZD Mydlniki, RZD Ostrów Szlachecki — Łąki Dziewińskie, RZD Prusy i IMUZ Jaworki).

Skład botaniczny runi łąkowej w Mydlnikach podobny był do zespołu *Arrhenatheretum elaticris*, a w Jaworkach — do zespołu *Gladiolo-Agro-*

Tabela 1

Zawartość karotenów w dobrym pod względem witaminowym sianie łąkowym

Autor *	Konopiński	Wierzchowski	Popow	Wirtanen	Papendick	Tangl
Karoteny mg/kg	20—30	20—50	11—44	30—60	15	60—100

*) Tabela zestawiona wg Konopińskiego (8), Wierzchowskiego (15), Popowa (12), Wirtanena (6), Papendicka (2) i Tangla (13).

Tabela 2

Wpływ nawożenia na zawartość karotenów i azotu w sianie

Sposób nawo- żenia *	I pokos							
	Mydlniki		Łąki Dziewińskie		Jaworki		Prusy	
	karoten	azot	karoten	azot	karoten	azot	karoten	azot
	mg ^{0/0}	%	mg ^{0/0}	%	mg ^{0/0}	%	mg ^{0/0}	%
O	1,075	1,875	0,556	1,734	0,898	1,254	1,793	1,414
KP	0,738	1,793	0,462	1,838	0,880	1,346	1,566	1,481
KPN ₁	0,673	1,714	0,395	1,714	0,807	1,249	1,798	1,491
KPN ₂	0,800	1,742	0,374	1,667	0,827	1,242	1,803	1,568
KPN ₃	0,662	1,836	0,398	1,651	0,790	1,321	1,852	1,737
KPN ₄	0,870	1,929	0,384	1,692	1,011	1,472	1,901	1,761
KPN ₅	0,965	2,252	0,431	1,964	1,675	1,655	—	—
Przedział ufn.								
P = 0,05	0,168	0,148	0,116	0,172	0,026	0,157	—	—

* O — kontrolne, K — 80 kg K₂O, P — 45 kg P₂O₅, N₁ — 30 kg, N₂ — 60 kg, N₃ — 90 kg, N₄ — 120 kg, i N₅ — 200 kg N na hektar.

stetum. W runi kilkuletnich łąk w Dziewinie dominowały mietlica biaława, kostrzewa łąkowa i życica trwała. W zbiorowisku łąkowym w Prusach w przeważającej ilości występowały kłosówka wełnista, śmiełek darniowy i rajgras wyniosły.

W Mydlnikach skoszoną łąkę 16 czerwca 1961 r. w Dziewinie — 6 lipca, w Jaworkach — 26 lipca. W Prusach pierwszy pokos zebrano 23 czerwca, natomiast drugi pokos — 3 września 1959 r.

Próbki zielonej masy suszono pod dachem do stanu powietrznie suchego. Analizę chemiczną wykonano po 8 miesiącach od chwili sprzętu.

W sianie z Mydlnik zawartość karotenów wahała się w granicach od 6,62 do 10,75 mg, w sianie z łąk Dziewińskich — od 3,74 do 5,56 mg, w sianie z Jaworek — od 7,90 do 16,75 mg i w sianie z Prus — 15,6 do 19,01 mg w 1 kg.

Tabela 3

Wpływ nawożenia na zawartość karotenów i azotu w sianie z poszczególnych grup roślinnych, Prusy, 1959 r.

Sposób nawożenia	K a r o t e n w s.m. (mg%)				A z o t w s.m. (%)			
	I pokos		II pokos		I pokos		II pokos	
	trawy	rośliny pozo- stałe	trawy	rośliny pozo- stałe	trawy	rośliny pozo- stałe	trawy	rośliny pozo- stałe
O	1,410	2,778	1,831	2,423	1,106	1,661	1,702	1,814
KP	1,299	2,274	1,606	2,386	1,104	1,772	1,736	1,995
KPN ₁	1,410	2,941	1,676	2,364	1,158	1,817	1,705	1,981
KPN ₂	1,667	2,590	1,798	2,805	1,276	1,851	1,704	1,922
KPN ₃	1,633	2,752	1,834	3,006	1,403	2,037	1,661	1,884
KPN ₄	1,795	2,701	1,797	2,822	1,483	2,007	1,761	1,971
Przedział ufności = 0,05	0,261	0,245	0,238	0,533	0,208	0,160	0,113	0,240

Najmniej karotenów zawierało siano z Łąk Dziewińskich skoszone w fazie owocowania roślin przewodnich — w fazie znacznie późniejszej niż siano pozostałych łąk.

Mała na ogół zawartość karotenów w sianach wynika stąd, że podczas suszenia, zwłaszcza w niekorzystnych warunkach atmosferycznych (pogoda deszczowa, długotrwałe działanie światła słonecznego i powietrza), mogą one ulec całkowitemu rozkładowi, niezależnie od tego czy w materiale wyjściowym było ich dużo czy mało.

Dynamiką karotenów w sianach zajmował się u nas Wierzchowski ze współpracownikami (15—18). Autor ten pisze (15), że największe straty tych składników wystąpiły, gdy suszenie odbywało się w polu na pokosach i w wałach przy pogodzie deszczowej.

Na uwagę zasługuje jednak fakt podkreślany przez Galicznikową (14), że nawet w warunkach polowych, gdy rośliny szybko suszono po skoszeniu, zawartość karotenów w sianie była stosunkowo wysoka (20—30 mg/kg). Bogate w karoteny siano (50—60 mg/kg) otrzymali również Wierzchowski i Kraczkowska (17) podczas suszenia koniczyny na kozłach przy korzystnych warunkach pogody. Zdaniem Dörner (13) każda metoda suszenia jest dobra pod warunkiem poddania działaniu deszczu, słońca lub powietrza jak najmniejszej powierzchni.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki badań niektórych autorów (2, 13, 14, 18) wpływów sposobów suszenia na zawartość karotenów w sianie.

Na ogół panuje zgodność co do tego, że najlepsze siano pod względem zawartości karotenów uzyskuje się przy suszeniu sztucznym w wyso-

Tabela 4

Zawartość karotenów w sianach suszonych różnymi sposobami

Sposób suszenia	Rodzaj siana	Mg karotenów w 1 kg		Autor *
		świeża masa	siano	
Pokosy	lucerna	248,1	1,2	Wierzchowski
„	siano łąkowe	270,0	65,0	Dexter i wsp.
„	siano z traw	—	34,0	Tangl
„	lucerna	162—209	20—49	Russell i wsp.
„	różne rośliny	—	7,5	Morrison i wsp.
„	lucerna (I pokos)	—	22,7	Tangl
„	koniczyna (I pokos)	—	18,0	Tangl
„	lucerna (II pokos)	—	13,3	Tangl
„	koniczyna (II pokos)	—	16,6	Tangl
Wałki	lucerna	248,1	3,4	Wierzchowski
Wałki	siano łąkowe	270,0	110,0	Dexter i wsp.
Kopy	lucerna	248,1	8,9	Wierzchowski
Kopy	siano łąkowe	270,0	120,0	Dexter i wsp.
Kozły	lucerna	248,1	8,6	Wierzchowski
Bale	różne rośliny	—	7,1	Morrison i wsp.
Szklarnie	lucerna	248,1	25,5	Wierzchowski
Pod dachem				
z przewiewem	lucerna (I pokos)	—	92,8	Tangl
„	lucerna (II pokos)	—	58,4	Tangl
„	koniczyna (I pokos)	—	99,1	Tangl
„	koniczyna (II pokos)	—	83,1	Tangl
„	różne rośliny	—	11,6	Morrison i wsp.
Suszenie sztuczne				
w temperaturze:				
200°C	trawa łąkowa	422—562	404—475	Watson i wsp.
80°C	trawa łąkowa	—	268,0	Watson i wsp.
140°C	trawa łąkowa	—	307,0	Watson i wsp.
250°C	trawa łąkowa	—	345,0	Watson i wsp.
600°C	trawa łąkowa	—	390,0	Watson i wsp.
—	trawa łąkowa	—	307,0	Tangl

* Tabela zestawiona wg: Dextera i wsp. (2), Tangla (13), Watsona i Nasha (14) oraz Wierzchowskiego (18).

kich temperaturach. Następnie przy zastosowaniu silnego przewietrzania zimnym lub podgrzanym powietrzem oraz przy suszeniu w polu na suszarkach (kozły, ostwie). Najgorsze wyniki otrzymuje się przy suszeniu siana w kopach i na pokosach.

Jeżeli przyjmiemy za Köhnleinem (2), że podczas suszenia na suszarkach (daszki, piramidy, płotki szwedzkie) tylko 6% siana podlega bezpośredniemu ujemnemu działaniu warunków atmosferycznych, to łatwo

wytłumaczyć większą zawartość karotenów w sianach suszonych na suszarkach czy nawet w kopkach w porównaniu z zawartością tych składników w sianie suszonym na pokosach.

Z tabeli 4 widać również, że działanie krótkotrwałymi, ale wysokimi temperaturami w czasie sztucznego suszenia tylko nieznacznie obniżyło koncentrację karotenów w sianie.

Wpływ sposobów przechowywania na zawartość karotenów w sianie

W okresie przechowywania siana zachodzą w nim dalsze straty. Z tabeli 5 widać, że w zależności od warunków przechowywania wahały się one w szerokich granicach.

Badania Wierzchowskiego i współpracowników (16), Smitha (14) oraz Slesarewej (14) wykazały, że w sianie przechowywanym w stogu największe straty karotenów zachodziły na przedwiośniu, przy intensywnym oświetleniu słonecznym i podwyższonej temperaturze. W okresie zimowym straty tych składników były mniejsze. Halverson i współpracownicy (14) podają, że przy wilgotności powietrza wynoszącej 10—15% siano przechowywane w szczelnych pojemnikach zawierało więcej prowitaminy A niż przy wilgotności — 2,5—5,0%.

Przechowywanie siana w możliwie ciemnych pomieszczeniach, zastosowanie przeciwutleniaczy, obniżonej temperatury, odpowiedniego uwilgotnienia, a zwłaszcza atmosfery gazu obojętnego może przyczynić się znacznie do utrzymania zawartości karotenów na stosunkowo wysokim poziomie.

W celu otrzymania wysokokarotenowej paszy, w ostatnich latach coraz częściej produkuje się mączkę sienną. W porównaniu ze zwykłym sianem zajmuje ona mniejszą przestrzeń w czasie magazynowania, co sprzyja utrzymaniu optymalnych warunków w pomieszczeniach.

Według badań angielskich (11) dobra mączka sienna powinna zawierać minimum 250 mg karotenów w 1 kg oraz — 18% białka. We Francji (1) za odpowiadającą wymogom jakościowym uważa się mączkę, która zawiera 18—24% białka i nie mniej niż 130—150 mg karotenów w 1 kg. Cena 1 kg takiej mączki waha się w granicach od 3 do 5 franków (Na rynku krajowym cena mączki siennej o stosunkowo niskiej zawartości karotenów i białka (9) wynosi 275 zł).

Wpływ innych czynników na zawartość karotenów w sianie

Przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych w czasie suszenia roślin w polu znajdujące się w nich karoteny mogą ulec całkowitemu rozkładowi.

Tabela 5

Straty karotenów w czasie przechowywania siana

Rodzaj siana	Okres przechowywania	Warunki przechowywania	Straty w %	Autor *
lucerna	12 miesięcy	w stogu, bale	75,0	Smith
lucerna	6 miesięcy:			
	a) sierpień, wrzesień, październik	w stogu, bale	50,0	Smith
	b) listopad, grudzień, styczeń	w stogu, bale	0,0	Smith
lucerna	4 miesiące	w stogu	28,0	Words i wsp.
lucerna i tymotka	1 miesiąc	a) 4,4—12,8°C	4,4	Wiseman i wsp.
		b) 12,8—21,0°C	6,5	Wiseman i wsp.
lucerna	20 miesięcy	0°C, ciemnia i próżnia	0,0	Taylor i wsp.
owies	15 miesięcy	w stogu	83,0	Underwood i wsp.
pszenica	17 miesięcy	w stogu	88,5	Underwood i wsp.
roślinność łąkowa	okres zimowy	a) w stogu	0,0	Slesarewa
		b) w stodole	0,0	Slesarewa
roślinność łąkowa	okres wyższych temperatur	w stogu	30—40	Slesarewa
lucerna	12 miesięcy	w stogu	60,0	Wilder i wsp.
roślinność łąkowa	—	w szczelnych pojemnikach		
		a) wilgotność 10—15%, temperatura 22—25°C.	0,0	Halverson i wsp.
	—	b) wilgotność 2,5—5,0%, temperatura 22—25°C.	5—32	Halverson i wsp.
roślinność łąkowa	2,5 miesiąca	w stogu (w zimie)	70—80	Wierzchowski i wsp.

* Tabela zestawiona wg: Watsona i Nasha (14) oraz Wierzchowskiego i Żuka (16).

Badania licznych autorów wykazują jednak, że przy zachowaniu optymalnych warunków podczas przygotowania siana zawartość w nim karotenów w dużym stopniu zależy od ilości tych składników w materiale wyjściowym.

Kekkonen (6) między innymi pisze, że siano roślin skoszonych we wczesnych fazach wegetacyjnych zawierało 3—4 razy więcej karotenów niż siano roślin skoszonych w późniejszych fazach wegetacyjnych.

Według Slesarewej (14), w sianie, w którym trawy, dwuliścienne, motylkowate i turzycowate stanowiły 81,0—16,0—0,5 i 2,5% masy, zawartość karotenów wynosiła 25,9 mg/kg. Jeżeli natomiast udziały wymienionych grup roślinnych w plonie przedstawiały się jak 48,7—30,9—13,5 i 6,8%, to poziom karotenów w sianie podniósł się aż o 62,6 mg/kg.

Ciekawe wyniki, dotyczące zawartości karotenów w różnych typach siana, otrzymał również Papendick (2). Mianowicie w sianie zebranym na łąkach w górach zawartość karotenów wynosiła 67 mg/kg, w sianie turzycowym — 57 mg i w sianie z łąk przemiennych — 43 mg.

Na ogół wszędzie wysoka lub niska zawartość karotenów w sianie wiązała się zawsze z wysoką lub niską zawartością tych składników w materiale wyjściowym.

Otrzymane przez nas dane (tab. 3) potwierdzałyby wyżej cytowane wyniki, a ponadto wskazywałyby na dodatni wpływ motylkowatych, dwuliściennych i turzycowatych na zawartość karotenów w sianie nawet po upływie 8 miesięcy od chwili sprzętu.

Mianowicie w sianie frakcji traw I pokosu, zebranym na łące w Prusach, zawartość karotenów wahała się w granicach od 1,299 do 1,795 mg %, natomiast w sianie złożonym z pozostałych grup roślinnych zawartość tych składników mieściła się w granicach od 2,274 do 2,941 mg %. W drugim pokosie siano frakcji traw zawierało 1,606—1,834 mg % karotenów, a siano roślin pozostałych 2,364—3,006 mg %.

Doświadczenie w RZD Prusy trwało jednakże tylko rok i otrzymane przez nas wyniki są stosunkowo szczupłe. Niemniej jednak w sianie obu analizowanych frakcji roślinnych zarówno I jak i II pokosu nie nastąpiło końcowe wyrównanie poziomu karotenów.

Analiza i wnioski

Syntetyczna witamina A w formie suchej pojawiła się na rynkach światowych, jak podaje Colborn (11), już w roku 1950. Mimo to w dalszym ciągu głównym jej źródłem jest w żywieniu zwierząt karoten zawarty w paszach pochodzenia roślinnego.

Dobre siano łąkowe pod względem zawartości białka czy składników mineralnych nie różni się wiele od roślin, z których powstało. Zawsze jednak zawiera znacznie mniej karotenów. Jeżeli pomiędzy zawartością karotenów i chlorofilu w zielonych tkankach roślin wyższych zachodzi dodatnia korelacja (5), to w większości przypadków z zielonej barwy sia-

na można by sądzić o jego wartości karotenowej oraz o staranności, z jaką siano zostało przygotowane¹.

Na użytkach zielonych w przeciwieństwie do pól ornych można na ogół stosunkowo łatwo zwiększyć plony za pomocą nawożenia blisko o 100% (7). Na uwagę zasługuje jednak fakt, że przy nieumiejętnym suszeniu czy sprzęcie siana mogą wystąpić znaczne straty suchej masy. Ogromnym stratom mogą ulec witaminy, a zwłaszcza karoteny. Stąd też w niektórych krajach cenę siana bądź wynagrodzenie za pracę związaną z jego produkcją ustala się na podstawie zawartych w paszy karotenów.

Z przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Rośliny motylkowate oraz zioła i chwasty dwuliścienne przyczyniły się do zwiększenia zawartości karotenów w sianie I i II pokosu zebranych w RZD Prusy.

2. Zawartość karotenów w sianie pochodzącym z poletek nie nawożonych wzrastającymi dawkami azotu, po upływie 8 miesięcy od sprzętu, była na ogół podobna. Wyjątek stanowiło siano z Jaworek, zebrane na poletkach, gdzie zastosowano najwyższą dawkę azotu.

LITERATURA

1. Andrejew W. W.: *Żiwotnowodstwo*, 4, 1966, Kolos.
2. Boriniewicz W. A.: *Uborka traw na sieno i suchoj zielenyj korm*. Moskwa, 1958. Izdat. Inostr. Litieratury.
3. Dexter S. T., Moore L. A.: *The Quarterly Bull. agric. exp. Stat. Michigan*, Vol. 2, nr 2, 1937.
4. Firek E.: *Acta Agr. et Silv.*, s. roln. Vol. V, 1965.
5. Głagolewa T. A.: *Dokłady Akad. Sielskochozajstw. Nauk im. W. I. Lenina*, 5, 1958.
6. Kekkonen A. P.: *Mołocznoje chozajstwo i kormoproizwodstwo w Finlandii*. Moskwa, 1958. Gosudar. Izdat. Sielsk. Litieratury.
7. Kiełpiński J.: *Post. Nauk Roln.*, 2, 1959.
8. Konopiński T.: *Żywienie zwierząt*. Warszawa, 1958. PWRiL.
9. Kutera J.: *Wiad. Melior. i Łąkarskie*, 1, 1966.
10. Muntz K.: *Stoffwechsel der Pflanzen*. Berlin, 1966, Volk u. Wissen Verlag.
11. Popow S.: *Siel. Choz. za Rubieżom*, *Żiwotnowodstwo*, 2, 1959.
12. Popow J.: *Żywienie zwierząt gospodarskich*. Warszawa, 1951. PWRiL.
13. Tangl H.: *Witaminy hormony i antybiotyki w hodowli zwierząt*. Warszawa, 1961. PWRiL.
14. Watson S. J., Nash M. J.: *The Conservation of Grass and Forage Crops*. Edinburgh a. London, 1960.
15. Wierzchowski Z., Basa J.: *Rocz. Nauk Rol.* 73-B-3, 1958.
16. Wierzchowski Z., Żuk A.: *Rocz. Nauk. Rol.*, 85-A-2, 1962.
17. Wierzchowski Z., Kraczkowska J.: *Rocz. Nauk. Rol.*, 80-B-4, 1962.
18. Wierzchowski Z.: *Roczn. Nauk. Rol.*, 69-B-2, 1955.

¹ Muntz (10) pisze, że stosunki ilościowe pomiędzy zawartością pigmentów w roślinach mogą podlegać wahaniom. Niemniej jednak przy organoleptycznej ocenie wartości witaminowej siana kolor zielony uważany jest za wskaźnik wysokiej zawartości karotenów (8,13).