

## WPŁYW METOD SPRZĘTU I KONSERWACJI PASZ ZIELONYCH NA ZAWARTOŚĆ PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH<sup>1</sup>

Kazimierz Gawęcki, Jan Ilecki, Teresa Ponikiewska

Katedra Żywienia Zwierząt WSR w Poznaniu  
Kierownik: prof. dr K. Gawęcki

Problem strat organicznych składników pokarmowych, powstających w trakcie konserwacji pasz zielonych w warunkach naturalnych, badany był wszechstronnie i dość dużo informacji na ten temat znajduje się w literaturze. Znacznie mniej wiemy o zmianach, jakie zachodzą w poziomie związków mineralnych, a zwłaszcza pierwiastków śladowych w trakcie suszenia i kiszenia pasz zielonych.

Pewne informacje na temat wpływu suszenia zielonek na siano w warunkach gospodarskich podają w swych pracach Anke [1], Kirchgessner i wsp. [5] oraz Piatkowski i wsp. [6].

Celem podjętej pracy było określenie zmian zachodzących w poziomie żelaza, miedzi, kobaltu, manganu i cynku pod wpływem następujących metod konserwacji: suszenie na pokosach, suszenie na drewnianych rusztowaniach (kozłach), suszenie mechaniczne w suszarni bębnowej typu van den Broeka i kiszenie w silosach betonowych o pojemności 1,3 m<sup>3</sup>.

### MATERIAŁ I METODA

Badania prowadzono w ciągu 2 lat (1966 i 1967) na polach produkcyjnych gospodarstw wielkotowarowych (PGR, WSR i ZPZ) województwa poznańskiego. Konserwacji poddano lucernę (w 8 doświadczeniach), koniżynę (w 1 doświadczeniu), oraz trawę łąkową (w 4 doświadczeniach). Ogółem przeprowadzono 13 doświadczeń. W każdym z tych doświadczeń zielonka była koszona i poddawana konserwacji w 3 stadiach wzrostu:

Stadium A — początek tworzenia pąków (ewent. kłoszenia się traw),

Stadium B — pełnia kwitnienia,

Stadium C — początek zawiązywania nasion.

<sup>1</sup> Praca była wykonana przy pomocy finansowej Departamentu Rolnictwa USA — Agricultural Research Service, Grand- No. FG-Po-150

W momencie kiedy zielonka osiągnęła dane stadium, na polu produkcyjnym wytyczano około 10 arów powierzchni, którą wykaszano konna kosiarką. Część zielonki suszono na pokosach, przy zastosowaniu metod przewidzianych przy tego rodzaju suszeniu (grabienie, przetrząsanie itd.), a część po przewiędnięciu, zazwyczaj następnego dnia, układano na 3 kozłach.

Równolegle z koszeniem zielonki przeznaczonej na siano koszone większą ilość kosiarko-ładowaczem marki Fortschritt lub silosokombajnem marki Orkan — do wysuszenia mechanicznego. Zielonkę przeznaczoną jako surowiec do zakiszania koszone także Orkanem. Próby do analiz pobierano w następujący sposób: zielonki — zaraz po skoszeniu, siano — wprost z pola z wielu miejsc kopek i kozłów, suszu — bezpośrednio z workownicy suszarni, kiszonki — z różnych głębokości silosów.

Oznaczenia pierwiastków śladowych wykonywano zawsze w 3 równoległych próbach. Próby te suszono w 105°C, obliczano zawartość suchej masy, rozdrabniano ręcznie (bez użycia młynków) i spalano na sucho. Pierwiastki śladowe oznaczano spektrofotometrycznie w roztworach otrzymanych po rozpuszczeniu popiołu w destylowanym kwasie solnym [4]. Miedź oznaczano przy użyciu dwuetylo-dwutio-karbamianu sodu [2], kobalt — beta-nitrozo-alfa-naftolu [2], żelazo — dwupirydyłu [10], mangan — formaldoksynu [8 i 9] i cynk przy pomocy ditazonu [7]. Wyniki przedstawiono w miligramach na kilogram suchej masy (ppm).

#### WYNIKI BADAŃ

Na załączonych tabelach przedstawiono średnie wyniki ze wszystkich doświadczeń, niezależnie od gatunku rośliny, miejscowości, kolejności pokosu i stadium wzrostu. Opracowanie statystyczne wykonano wg Elandta [3]. Szczegółowe wyniki i ich omówienie znajdują się w archiwum Katedry.

Wpływ metod suszenia zielonki na poziom mikroelementów przedstawiono w tab. 1. Wyniki wskazują, że poziom miedzi w suchej masie siana zebranego zarówno z pokosów, jak i kozłów nie uległ poważniejszym zmianom pod wpływem suszenia, a pozostałych pierwiastków był wyższy w suchej masie siana niż w suchej masie zielonki. Różnice te są statystycznie istotne przy ograniczeniu wnioskowania do danych z miejscowości i lat. Poziom żelaza i kobaltu w suszu otrzymanym w suszarniach mechanicznych wzrósł wielokrotnie. Różnice są istotne również przy zastosowaniu takiego testu statystycznego, w którym miejscowości i lata traktuje się jako próbę losową. Również poziom Cu, Mn, Zn był statystycznie wyższy w suszu aniżeli w suchej masie zielonki, ale różnice nie były tak wysokie. Przy porównaniu obu gospodarskich metod suszenia (pokosy, kozły), stwierdza się niewielkie różnice w poziomie wszystkich pierwiastków poza żelazem, którego jest więcej w suchej masie siana suszonego na pokosach niż na kozłach.

Tabela 1

Średni poziom pierwiastków śladowych w zależności od metod suszenia PPM w suchej masie

Pierwiastek	Zielonka	Siano suszone na		Susz	$S_D \cdot t_{0,05}$ dla porównania	
		pokosach	kozlach		danych doświadcz.	próby losowej
Miedź	6,32	6,34	6,28	7,75	0,31	1,07
Kobalt	0,0741	0,0944	0,0938	0,5022	0,0103	0,0562
Żelazo	107,0	183,4	165,0	661,4	31,2	151,8
Mangan	77,9	87,9	83,4	138,5	8,1	44,5
Cynk	24,4	25,8	26,5	26,5	1,2	—

Ze względu na to, że w 2 doświadczeniach zielonka nie była suszona mechanicznie (tylko metodami gospodarskimi) oraz zakiszana, wyniki tych doświadczeń przedstawiono oddzielnie (tab. 2). Poziom Cu, Mn, Zn po przeliczeniu na odsetki suchej masy w porównaniu do materiału wyjściowego różnił się nieznacznie w sianach, a w kiszonce był zawsze wyższy, chociaż wzrost ten nie przekraczał 50%. Zawartość Fe i Co, podobnie jak w poprzednich doświadczeniach wzrastała znacznie w sianach, osiągając wyższą wartość w sianie z pokosów niż z kozłów. Poziom Fe i Co w kiszonce przekraczał kilkakrotnie poziom wyjściowy.

Tabela 2

Średni poziom pierwiastków śladowych w zależności od metod suszenia i kiszenia PPM w suchej masie

Pierwiastek	Zielonka	Siano suszone na		Kiszonka	$S_D \cdot t_{0,05}$ dla porównania	
		pokosach	kozlach		danych doświadcz.	próby losowej
Miedź	5,27	5,22	5,02	7,50	0,32	—
Kobalt	0,0709	0,1399	0,0912	0,2017	0,0231	0,0484
Żelazo	96,1	239,2	145,1	360,5	52,3	—
Mangan	38,1	37,0	31,0	48,3	5,2	—
Cynk	18,1	19,8	17,7	25,5	1,6	7,1

Uzyskane wyniki są zapewne wypadkową kilku czynników działających na zielonkę w trakcie suszenia. Z jednej strony — procesy wykruszenia oraz ługowania mogą wpływać na powstawanie pewnych strat pierwiastków śladowych, ale z drugiej strony — ubytek substancji organicznej pod wpływem procesów enzymatycznych w trakcie schnięcia na wolnym powietrzu oraz w trakcie kiszenia może wpłynąć na stosunkowy wzrost tych pierwiastków w sianie i kiszonce. Czynnikiem ten nie działa jednak przy suszeniu mechanicznym, kiedy straty substancji organicznej są ograniczone do minimum. Fakt użycia do sprzętu zielonek na susz silokombajnów oraz kosiarko-ładowaczy nasuwa przypuszczenie, że głównym powodem wzrostu poziomu podanych pierwiastków było zanieczyszczenie ziemią

w trakcie sprzętu zielonki. Przeprowadzone dodatkowo analizy na zawartość piasku (jako piasek przyjęto substancję mineralną nierozpuszczalną w 10% HCl) potwierdzają tą hipotezę (tab. 3 i 4).

Tabela 3

Średni poziom piasku w % suchej masy

Zielonka	Siano suszone na		Suszy	$S_D \cdot T_{0,05}$ dla porównania	
	pokosach	kozlach		danych doświadczeń	próby losowej
0,7312	1,1187	1,0225	2,0471	0,2640	0,7639

Tabela 4

Średni poziom piasku w % suchej masy

Zielonka	Siano suszone na		Kiszonka	$S_D \cdot t_{0,05}$ dla porównania	
	pokosach	kozlach		danych doświadczeń	próby losowej
0,4364	0,4615	0,4212	1,7634	0,2432	—

Wzrost zawartości piasku w suchej masie siana, a zwłaszcza suszu i kieszonki świadczy o znacznym zanieczyszczeniu ziemią w trakcie procesów konserwacji. Według Wöhlbiera i Oelschlägera [11] zawartość mikroelementów w ziemi przekracza poziom znajdujący się w roślinie o następującą wielokrotność: Fe — 63 razy, Co — 60 razy, Mn — 16 razy, Cu — 2,3 razy i Zn — 1,9 razy. Dane te są pewnym wytłumaczeniem znacznego wzrostu poziomu żelaza i kobaltu, a nieco mniejszego wzrostu pozostałych pierwiastków w suszach i kiszonkach. Podobnie wyższy poziom żelaza i kobaltu w sianie suszonym na ziemi niż na kozłach wskazuje na możliwość większego zanieczyszczenia ziemią w trakcie przetrzysania i grabienia siana.

Reasumując dochodzimy do wniosku, że procesy konserwacji pasz zielonych nie wpłynęły na powstawanie strat w poziomie Fe, Cu, Co, Mn i Zn, lecz przeciwnie, przyczyniły się do znacznego wzbogacenia otrzymanych produktów w te pierwiastki. Uzyskane wyniki nie dają możliwości obliczenia jaka część ogólnej ilości poszczególnych pierwiastków pochodzi z rośliny, a jaka z zanieczyszczeń ziemią. Rozstrzygnięcie tego problemu jest sprawą istotną i powinno być przedmiotem dalszych badań.

#### STRESZCZENIE

W doświadczeniu prowadzonym przez okres 2 lat porównywano zawartość Cu, Co, Fe, Mn i Zn w sianach, suszach i kiszonkach w porównaniu do materiału świeżego. Ogółem przeprowadzono 13 doświadczeń. Konser-



wacji poddano lucernę, koniczynę i trawę łąkową. Zielonkę suszono systemem naturalnym — na pokosach i na drewnianych rusztowaniach, mechanicznie — w suszarniach przemysłowych oraz zakiszano w silosach betonowych. Pierwiastki śladowe oznaczano metodami spektrofotometrycznymi. W produktach konserwacji stwierdzono znacznie wyższe koncentracje żelaza i kobaltu oraz nieco wyższe miedzi, manganu i cynku niż w materiale wyjściowym. Wzrost ten można częściowo tłumaczyć ubytkiem substancji organicznej oraz pewnym zanieczyszczeniem ziemią (zawierającą związki żelaza, kobaltu i innych metali ciężkich) zachodzącym zazwyczaj w trakcie procesów sprzętu i konserwacji pasz.

#### LITERATURA

1. Anke M.: Jahrb. der Arbeitsgemeinschaft für Fütterungsberatung, 2, 340, 1958/59
2. Baron H.: Landwirt. Forsch. 6, 1, 1954
3. Elandt R.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. PWN Warszawa 1964
4. Gawęcki K., Ilecki J., Ponikiewska T.: Content of trace elements in forage crops in relation to the stage of development of the plants, the method of gathering and storage. Final Report, Poznań 1968
5. Kirchgessner M.: Z. Tierernähr. Futtermittelk., 12, 304, 1957
6. Piatkowski B., Steger H., Kassdorf F., Püschel F.: Arch. Tierernähr. 10, 20, 1960
7. Sandell E. B.: Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 9, 127, 1937
8. Sandell E. B.: Colorimetric Determination of Traces of Metals, New York 1956
9. Sideris C. P.: Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 9, 445, 1937
10. Struszyński M., Marczenko Z., Nowicka T.: Przemysł. Chem. 9, 293, 1953
11. Wöhlbier W., Oelschläger W.: Landw. Forsch. 14, 47, 1964

К. Гавенцки, Я. Илецки, Т. Поникевска

#### ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ УБОРКИ И КОНСЕРВАЦИИ ЗЕЛЕННЫХ КОРМОВ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

##### Резюме

В опытах проводимых в течение 2 лет определялось содержание Cu, Co, Fe, Mn и Zn в сене, в суши, в силосном корме и в свежем материале. В общем проведено 13 опытов. Консервации подвергались люцерна, клевер и луговая трава в трех стадиях развития. Зеленый корм сушился обычным способом на покосах и на деревянных вешалах, механически — в промышленных сушильнях либо силосовался в бетонных силосохранилищах. Микроэлементы определялись спектрофотометрическими методами. В продуктах консервации констатировалась значительно более высокая концентрация железа и кобальта и несколько более высокая концентрация меди, марганца и цинка чем в исходном материале. Этот прирост можно частично объяснить убылью органических веществ и некоторым загрязнением корма, имеющим обычно место в процессе уборки и консервации частицами почвы, содержащей соединения железа, кобальта и других тяжелых металлов.

*K. Gawęcki, J. Ilecki, T. Ponikiewska*

EFFECT OF GATHERING AND CONSERVATION METHODS ON TRACE  
ELEMENTS CONTENT IN GREEN FORAGE

Summary

The contents of Cu, Co, Fe, Mn, and Zn in hays, meal and silage were determined, and compared with those in fresh material. In 2 year 13 experiments were carried out. Alfalfa, red clover and meadow grass were preserved in various ways. Green forage was dried naturally by laying on the ground in swathes and on raised stands, or mechanically in industrial driers, or ensiled in concrete silos. The trace elements were determined by spectrophotometric methods.

In the products of conservation, the concentrations of iron and cobalt were much higher, and those of copper, manganese and zinc were slightly higher than in fresh material. This increase can be partly explained by the loss of organic matter and also by the contamination of forage with soil containing the compounds of iron, cobalt and other heavy metals, which usually occurs in the process of preservation.