Rocz. Nauk. Zoot., T. 38, z. 2 (2011) 219–226

WPŁYW DOLISTNEGO NAWOŻENIA CYNKIEM I MIEDZIĄ RUNI ŁĄKOWEJ NA WARTOŚĆ POKARMOWĄ KISZONEK ORAZ JAKOŚĆ MLEKA KROWIEGO UZYSKANEGO W OKRESIE ICH SKARMIANIA

Iwona Radkowska[1], Adam Radkowski[2]

[1]Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,
Dział Technologii, Ekologii i Ekonomiki Produkcji Zwierzęcej, 32–083 Balice k. Krakowa
[2]Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Zakład Łąkarstwa, al. A. Mickiewicza 21,
31–120 Kraków
e-mail: iradkowska@izoo.krakow.pl; rrradkow@cyf.kr.edu.pl

Celem niniejszych badań było określenie, jaki wpływ wywiera dolistne nawożenie cynkiem i miedzią runi łąkowej na wartość pokarmową kiszonki oraz jakość i podstawowy skład chemiczny mleka. Praca prezentuje wyniki analizy składu chemicznego oraz wartość paszową kiszonek sporządzonych z roślinności łąkowej nawożonej dolistnie miedzią i cynkiem. Dokonano także oceny wpływu skarmiania uzyskanej kiszonki na jakość mleka krów oraz zawartość w nim białka i tłuszczu. Analiza składu chemicznego kiszonki wykazała, że najwyższą zawartością białka ogólnego i najniższą włókna surowego charakteryzowała się kiszonka sporządzona z runi łąkowej nawożonej dolistnie cynkiem. Ponadto, cechowała ją najwyższa wartość BTJN, BTJE oraz wartości energetycznej wyrażona w jednostkach paszowych produkcji mleka (JPM) i jednostkach produkcji żywca (JPŻ). Dolistne nawożenie roślinności łąkowej mikroelementami – miedzią i cynkiem korzystnie wpłynęło na wyniki produkcyjne krów oraz poprawę jakości mikrobiologicznej mleka. W wyniku żywienia krów kiszonkami sporządzonymi z runi łąkowej, nawożonej zarówno miedzią, jak i cynkiem uzyskano poprawę jakości mleka, wyrażającą się wzrostem zawartości białka średnio o 0,3 jednostki procentowej, tłuszczu o 0,2 jednostki procentowej oraz 1,4-krotnym obniżeniem liczby drobnoustrojów i liczby komórek somatycznych w mililitrze mleka.

Głównym celem stosowania dolistnego nawożenia roślin jest dostarczenie niezbędnych do ich wzrostu i rozwoju substancji odżywczych (Michałojć i Szewczuk, 2003; Ruszkowska i Wojcieska-Wyskupajtys, 1996; Wojcieska, 1985). Badania nad możliwością pobierania substancji poprzez liście rozpoczęto w 1950 roku z użyciem radioaktywnych izotopów. Badania te wykazały, że dolistne dokarmianie roślin charakteryzuje się około 95% efektywnością wykorzystania składników mineralnych w porównaniu z tylko około 10-procentowym wykorzystaniem składników pokarmowych z nawozów doglebowych (Czuba, 1996; Gorlach, 1991).

Stan użytków zielonych oraz jakość pasz objętościowych pochodzących z tych użytków bezpośrednio wpływają na kondycję zwierząt, ich dobrostan, wydajność

oraz na jakość produktów zwierzęcych. Odpowiednia jakość oraz skład chemiczny roślin bezpośrednio decydują o jakości i wartości pokarmowej pasz konserwowanych. Żywienie jest szczególnie ważne w przypadku wysoko wydajnych krów mlecznych, gdzie odpowiednio dobrana i zbilansowana dawka pokarmowa jest podstawowym czynnikiem warunkującym produkcję mleka. Bardzo ważne staje się w tym przypadku pokrycie zapotrzebowania krów na energię, białko, witaminy oraz makro- i mikroelementy stanowiące podstawę aktywności enzymów. Z licznych badań naukowych wynika, że spośród składników mineralnych istotną rolę w organizmie krów pełnią cynk i miedź (Whitaker i in., 1997; Bednarek, 1998). Cynk jest składnikiem ponad 300 enzymów warunkujących prawidłowy metabolizm u zwierząt. Pierwiastek ten, występujący w związkach organicznych korzystnie wpływa na produkcję mleka, ponieważ bierze udział w odtwarzaniu warstwy keratyny w przewodzie strzykowym, zapobiega wnikaniu drobnoustrojów do wymienia oraz przyczynia się do obniżenia ilości komórek somatycznych w mleku (Whitaker i in., 1997; Kinal i in., 2005). Ponadto, cynk warunkuje prawidłowe funkcjonowanie układu odpornościowego (Bednarek, 1998; Conwey, 1988). Miedź, wchodząc w skład enzymów tkankowych, bierze udział w procesie przemiany materii u zwierząt, jest także składnikiem ceruloplazminy, która uczestniczy w homeostazie i transporcie żelaza w surowicy oraz w mechanizmach obronnych w stresie oksydacyjnym (Yang i in., 2011).

Odpowiednie żywienie mineralne krów wpływa zatem na funkcjonowanie systemu odpornościowego przez zmniejszenie stresu oksydacyjnego i korzystny metabolizm, a zatem może mieć pozytywne oddziaływanie na mechanizmy obronne przed zapaleniem gruczołu mlekowego (Weiss i Wyatt, 2002).

Ze względu na zróżnicowane wyniki badań z zakresu dolistnego dokarmiania roślin, jego wpływu na skład chemiczny roślin i ich przydatność żywieniową celowe jest dalsze prowadzenie kompleksowych badań nad efektywnością tego sposobu nawożenia. Celem niniejszych badań było określenie, jaki wpływ wywiera dolistne nawożenie cynkiem i miedzią runi łąkowej na wartość pokarmową sporządzonej kiszonki oraz jakość i podstawowy skład chemiczny mleka.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w indywidualnym gospodarstwie rolnym położonym w województwie śląskim, w powiecie zawierciańskim. Doświadczenie polowe założono na glebie brunatnej kwaśnej (pH_{KCl} wynosiło 5,2), zaliczanej pod względem bonitacyjnym do klasy V. Zasobność gleby w przyswajalne formy potasu, a także manganu i cynku była średnia, natomiast zawartość przyswajalnych form fosforu i miedzi niska. Powierzchnia każdego obiektu wynosiła 20 000 m^2.

Czynnikiem doświadczenia był rodzaj nawożenia mikroelementowego. Stosowano pojedyncze mikroelementy: cynk i miedź w formie chelatów. Zastosowano następujące formy i dawki: chelat cynku 14% Zn (chelator EDTA+DTPA) w dawce po 100 g $Zn \cdot ha^{-1}$ pod każdy pokos oraz chelat miedzi 12% Cu (chelator EDTA+DTPA) w dawce po 60 g $Cu \cdot ha^{-1}$ pod każdy pokos. Roztwory do oprysku przygotowano rozpuszczając odpowiednie naważki chelatów zawierających mikroelementy

w takiej objętości wody, by objętość cieczy roboczej odpowiadała 300 $dm^3 \cdot ha^{-1}$. W roku badań opryskiwano rośliny w okresie: I oprysk – po ruszeniu wegetacji wiosennej, następne po zbiorze w czasie początkowego odrostu runi, jednak nie później niż 3 tygodnie przed kolejnym pokosem. We wszystkich objętych badaniami obiektach zastosowano następujące podstawowe nawożenie mineralne: pod I pokos – 80 kg $N \cdot ha^{-1}$, pod II i III – po 60 kg $N \cdot ha^{-1}$ w formie saletry amonowej, fosfor jednorazowo na wiosnę w ilości 120 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ w postaci superfosfatu potrójnego oraz potas pod pierwszy i pod trzeci pokos po 60 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$ jako 57% sól potasowa.

Zbioru pierwszego pokosu runi dokonywano dwufazowo. Najpierw zielonkę koszono w fazie kłoszenia dominujących gatunków traw kosiarką rotacyjną, a następnie podsuszano ją stosując jednokrotne przetrząsanie. Zgrabianie prowadzono na pół godziny przed zbiorem. Surowiec zbierano prasą zwijającą stałokomorową, a uformowane bele przewożono do miejsca składowania, gdzie były owijane trzykrotnie folią. Średni czas od uformowania beli do jej zabezpieczenia folią wynosił maksymalnie 4 godziny.

Przed skarmianiem (min. 6 tygodni od sporządzenia) z kiszonek pobrano po 5 prób do analizy chemicznej, w których oznaczono zawartość podstawowych składników metodą weendeńską (AOAC, 2005), pH na pehametrze, natomiast poziom amoniaku metodą Conway'a (Conway, 1988). Zawartość kwasów organicznych oznaczono za pomocą chromatografu cieczowego LCP 5020 firmy INGOS, kolumna stalowa 8 × 250 mm z wypełnieniem OSTION LG-KS 0800 H^+ firmy Tessek, faza ruchoma: 5 mM H_2SO_4. Wartość pokarmową wyceniono w jednostkach systemu INRA za pomocą programu Winwar, wersja 1.6. firmy DJG. Do wyceny kiszonek posłużono się tabelarycznymi współczynnikami rozkładu składników w żwaczu oraz jelitach.

Doświadczenie żywieniowe przeprowadzono na 30 krowach mlecznych rasy holsztyńsko-fryzyjskiej (75% HF) między 90. a 120. dniem laktacji, w oborze o przeciętnej rocznej wydajności 5500 kg mleka. W czasie badań dzienna produkcja mleka wynosiła średnio od 18 do 20 litrów mleka na krowę. Krowy podzielono na zasadzie analogów na 3 grupy po 10 sztuk każda – kontrolna (grupa K), otrzymująca dawki oparte na kiszonce z runi łąkowej nie nawożonej mikroelementami oraz dwie grupy doświadczalne żywione dawkami z udziałem kiszonki z runi łąkowej nawożonej dolistnie miedzią (grupa Cu) i cynkiem (grupa Zn). W żywieniu krów mlecznych zastosowano dawki kompletne (TMR). W dziennych dawkach kiszonki z runi łąkowej stanowiły średnio 26,3 kg. Oprócz kiszonki krowom podawano siano, słomę jęczmienną oraz mieszankę treściwą (pszenżyto – 50%, jęczmień – 30% i pszenica – 20%), odpowiednio 5,9, 2,3 i 5,04 kg na sztukę. Dawki poszczególnych komponentów ustalono zgodnie z normami IZ PIB-INRA (2009), posługując się programem komputerowym INRAtion (ver. 4.05, Copyright INRA, 1988–2004). Skarmianie kiszonek rozpoczęto po upływie sześciu tygodni od ich zakiszenia. Codziennie kontrolowano ilość pobranych pasz poprzez ważenie niedojadów. Po upływie wstępnego miesięcznego okresu żywienia rozpoczęto w odstępach miesięcznych pobieranie prób mleka do analiz przez okres 3 miesięcy. W próbach mleka określono zawartość białka i tłuszczu przy użyciu aparatu Foss Electric – Milkoscan FT 120. Jakość mleka oceniana była na podstawie parametrów jakościowych (ogólna liczba drobnoustrojów i liczba komórek somatycznych w 1 ml), określonych w normie PN-A-86002.

Otrzymane wyniki poddano analizie wariancji, a istotność różnic oceniono testem Duncana przy $\alpha = 0,05$.

Wyniki

Dane dotyczące zawartości składników pokarmowych oznaczonych w kiszonce przedstawiono w tabeli 1. W kiszonkach uzyskanych z runi nie nawożonej mikroelementami (obiekt kontrolny) zaobserwowano niższą zawartość białka ogólnego i tłuszczu surowego. Z kolei najwyższe wartości dla tych składników odnotowano w wariancie z dolistną aplikacją cynku. W efekcie dolistnego nawożenia runi łąkowej cynkiem bądź miedzią zwiększyła się w kiszonce zawartość białka ogólnego – odpowiednio o 21 i 27%. Wzrosła także istotnie ($P<0,05$) zawartość tłuszczu surowego. W kiszonkach przy dolistnej aplikacji każdego z badanych mikroelementów obniżyła się w suchej masie zawartość włókna surowego – o 32 i 36%, odpowiednio w runi nawożonej Cu i Zn. Badane kiszonki (wariant Zn i Cu) uzyskały ocenę bardzo dobrą, natomiast kiszonka sporządzona z runi bez aplikacji mikroelementu ocenę dobrą.

Tabela 1. Średnia zawartość składników i wartość pokarmowa badanych kiszonek
Table 1. Average nutrient concentration and nutritive value of the investigated silages

Wyszczególnienie Item	Kiszonka z zielonki łąkowej Meadow grass silage			V–CV (%)
	kontrolna (bez nawożenia mikroelementami) control (without microelement fertilization)	nawożonej mikroelementami fertilized with microelements		
		Cu	Zn	
1	2	3	4	5
Sucha masa (g kg^{-1}) Dry matter (g kg^{-1})	335,2 a	350,5 b	349,2 b	2,5
pH	5,5 b	4,6 a	4,4 a	12,1
Białko ogólne (g kg^{-1} SM) Crude protein (g kg^{-1} DM)	127,6 a	154,5 b	162,6 b	12,4
Włókno surowe (g kg^{-1} SM) Crude fibre (g kg^{-1} DM)	357,4 b	271,4 a	263,5 a	17,5
Tłuszcz surowy (g kg^{-1} SM) Crude fat (g kg^{-1} DM)	26,1 a	28,1 ab	30,2 b	7,3
Kwas mlekowy Lactic acid	29,6 a	35,7 ab	42,3 b	17,7
Kwas octowy Acetic acid	23,1 c	17,5 b	12,0 a	31,7
Kwas masłowy Butyric acid	0,0	0,0	0,0	–
Punkty w skali Fliega-Zimmera Points on Flieg-Zimmer scale	72	84	100	–
Ocena Score	dobra good	bardzo dobra very good	bardzo dobra very good	–

cd. tabeli 1 – table 1 contd.

1	2	3	4	5
JPM (kg^{-1} SM) UFL (kg^{-1} DM)	0,66 a	0,78 b	0,81 c	10,6
JPŻ (kg^{-1} SM) UFV (kg^{-1} DM)	0,58 a	0,69 ab	0,72 b	11,1
BTJN ($g \cdot kg^{-1}$ SM) PDIE ($g \cdot kg^{-1}$ DM)	90,06 a	104,56 ab	117,5 b	13,2
BTJE ($g \cdot kg^{-1}$ SM) PDIN ($g \cdot kg^{-1}$ DM)	75,07 a	77,25 b	79,61 b	2,9

a, b, c – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P≤0,05).
a, b, c – values in rows with different letters are significantly different (P≤0.05).
V – CV – współczynnik zmienności .
V – CV – coefficient of variation.

Tabela 2. Zawartość tłuszczu i białka oraz jakość mleka od krów otrzymujących kiszonki z runi łąkowej nawożonej mikroelementami
Table 2. Fat and protein content and quality of milk from cows receiving silage from meadow sward fertilized with microelements

Grupa Group	Liczba komórek somatycznych (tys./ml mleka) Somatic cell count (thous./ml of milk)	Ogólna liczba drobnoustrojów (tys./ml mleka) Bacteria plate count (thous./ml of milk)	Tłuszcz Fat (%)	Białko Protein (%)
Grupa kontrolna Control group	291 b	87 b	3,8 a	3,0 a
Grupa Cu Cu group	201 a	59 a	4,0 ab	3,2 ab
Grupa Zn Zn group	219 ab	68 ab	4,2 b	3,4 b
V–CV (%)	20,1	20,0	5,0	6,3

Wymagania normy PN-A-86002 „Mleko surowe do skupu" w klasie Extra wynoszą:
The Polish Standard PN-A-86002 "Raw milk for purchase" requirements for class Extra are as follows:
– liczba komórek somatycznych w 1 ml mniej niż 400,000,
somatic cell count per ml should be less than 400,000.
– ogólna liczba drobnoustrojów w 1 ml mniej niż 100,000,
bacteria plate count per ml should be less than 100,000.
V–CV – współczynnik zmienności.
V–CV – coefficient of variation.

Codzienna kontrola ilości pobranych pasz wykazała, że w 95% były one wyjadane. Średnie wyniki z trzech miesięcy właściwego doświadczenia, dotyczące zmian jakości mleka w czasie żywienia krów kiszonkami bez i z dodatkiem mikroelementów przedstawiono w tabeli 2. Mleko pochodzące od krów, żywionych w okresie doświadczenia kiszonkami z obiektu kontrolnego jako paszą podstawową, charakteryzowało się zawartością białka na poziomie 2,9–3,0%, a tłuszczu 3,7–3,9%. W wyniku żywienia krów kiszonkami o wyższej jakości i wartości pokarmowej uzyskano poprawę jakości mleka, wyrażającą się wzrostem zawartości białka i tłuszczu średnio o 0,2 (Cu) i 0,4 (Zn) jednostki procentowej oraz odpowiednio 1,5- i 1,3-krotnym obniżeniem liczby drobnoustrojów i liczby komórek somatycznych w 1 ml mleka.

Omówienie wyników

Przeprowadzone badania wykazały, że dolistna aplikacja miedzi i cynku korzystnie wpłynęła na wartość pokarmową kiszonek. Uzyskały one ocenę bardzo dobrą, natomiast kiszonka sporządzona z runi bez aplikacji mikroelementów ocenę dobrą. Jakość i wartość pokarmowa kiszonki przełożyła się na wyniki żywienia krów oraz poprawę jakości mikrobiologicznej i obniżenie zawartości komórek somatycznych w mleku, które mieściło się w klasie Extra.

Istnieje wiele badań na temat wpływu form organicznych pierwiastków śladowych na produkcję mleka. W badaniach Ballantine i in. (2002), Nocek i in. (2006), Griffiths i in. (2007), Siciliano-Jones i in. (2008) odnotowano pozytywny wpływ organicznych form cynku i miedzi na wydajność mleczną krów, natomiast w badaniach Campbell i in. (1999), Uchida i in. (2001) nie uzyskano potwierdzenia tej zależności.

Występują także rozbieżności w ocenie wpływu Zn i Cu na zawartość białka i tłuszczu w mleku. W badaniach Ballantine i in. (2002), Griffiths i in. (2007), Siciliano-Jones i in. (2008) uzyskano w wyniku aplikacji cynku i miedzi wyższą zawartość białka w mleku, natomiast w badaniach Nocek i in. (2006) nie stwierdzono żadnej zależności pomiędzy dawką mikroelementów a procentową zawartością białka w mleku krów w pierwszej i drugiej laktacji. Ballantine i in. (2002), Nocek i in. (2006) i Griffiths i in. (2007) wykazali, że krowy żywione organicznymi formami pierwiastków śladowych miały większą zawartość tłuszczu w mleku niż krowy karmione nieorganicznymi formami tych pierwiastków. Campbell i in. (1999), Uchida i in. (2001) i Siciliano-Jones i in. (2008) nie zaobserwowali natomiast różnic w zawartości tłuszczu.

W badaniach Cortinhas i in. (2010), przeprowadzonych na krowach mlecznych w celu oceny wpływu skarmiania Zn i Cu pochodzącymi z organicznych źródeł na liczbę komórek somatycznych oraz występowanie mastitis, stwierdzono, że liczba nowych przypadków zachorowania na mastitis była niższa w przypadku krów karmionych Zn i Cu w porównaniu do zwierząt, które otrzymały te pierwiastki w formie nieorganicznej. Średnia liczba komórek somatycznych w mleku krów karmionych nieorganicznymi formami tych pierwiastków (w pierwszych 80 dniach laktacji) była natomiast 4,2-krotnie wyższa niż przy stosowaniu ich form organicznych (Cortinhas i in., 2010). Podobnie, w badaniach Kinal i in. (2007) zaobserwowano zmniejszenie LKS z organicznych źródeł Zn, Mn i Cu w ciągu 305 dni laktacji, co ma związek z szybszym powstawaniem keratyny w kanale strzykowym.

Na podstawie uzyskanych wyników można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Dolistna aplikacja cynku i miedzi do runi łąkowej korzystnie wpłynęła na zawartość białka ogólnego i tłuszczu surowego w kiszonce w porównaniu do obiektu kontrolnego.

2. Mleko uzyskane od krów żywionych kiszonkami pochodzącymi z roślinności nawożonej dolistnie cynkiem i miedzią charakteryzowało się wyższą zawartością białka i tłuszczu, wyższą czystością mikrobiologiczną i 1,4-krotnie niższą zawartością komórek somatycznych w porównaniu do mleka krów żywionych kiszonkami z obiektu kontrolnego.

3. Najniższą zawartość komórek somatycznych i drobnoustrojów odnotowano w mleku krów żywionych kiszonkami z dodatkiem miedzi, natomiast najwyższą zawartość tłuszczu i białka stwierdzono w mleku krów żywionych kiszonkami z dodatkiem cynku.

Piśmiennictwo

AOAC (2005). Official Methods of Analysis, 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Ballantine H.T., Socha M.T., Tomlinson D.J., Johnson A.B., Fielding A.S., Shearer J.K., Van Amstel S.R. (2002). Effects of feeding complexed zinc, manganese, copper, and cobalt to late gestation and lactating cows on claw integrity, reproduction, and lactation performance. Prof. Anim. Sci., 18: 211–218.

Bednarek D. (1998). Rola cynku w procesach odpornościowych u zwierząt. Med. Wet., 44: 92–95.

Campbell M.H., Miller J.K., Schrick F.N. (1999). Effect of additional cobalt, copper, manganese, and zinc on reproduction and milk yield of lactating dairy cows receiving bovine somatotropin. J. Dairy Sci., 82: 1019–1025.

Conway L.W. (1988). Zinc supplements may affect immune response. Environ. Nutr., N.Y., 11 (9), p. 2.

Cortinhas C.S., Botaro B.G., Sucupira M.C.A., Renno F.P., Santos M.V. (2010). Antioxidant enzymes and somatic cell count in dairy cows fed with organic source of zinc, copper and selenium. Livest. Sci., 127 (1): 84–87.

Czuba R. (1996). Celowość i możliwość uzupełnienia niedoborów mikroelementów u roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 434: 55–64.

Gorlach E. (1991). Zawartość pierwiastków śladowych w roślinach pastewnych jako miernik ich wartości. Zesz. Nauk. AR Kraków, 262, Sesja Nauk., 34: 13–22.

Griffiths L.M., Loeffler S.H., Socha M.T., Tomlinson D.J., Johnson A.B. (2007). Effects of supplementing complexed zinc, manganese, copper and cobalt on lactation and reproductive performance of intensively grazed lactating dairy cattle on the South Island of New Zealand. Anim. Feed Sci. Technol., 137: 69–83.

Kinal S., Korniewicz A., Jamroz D., Zieminski R., Slupczynska M. (2005). Dietary effects of zinc, copper and manganese chelates and sulphates on dairy cows. J. Food Agric. Environ., 3: 168–172.

Kinal S., Korniewicz D., Jamroz D., Korniewicz A., Słupczyńska M., Bodarski M., Ziemiński R., Osieglowski S., Dymarski I. (2007). The effectiveness of zinc, copper and manganese applied in organic forms in diets of high milk yielding cows. J. Food Agric. Environ., 5: 189–193.

Michałojć Z., Szewczuk C. (2003). Teoretyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. Acta Agrophysica, 85: 9–17.

Nocek J.E., Socha M.T., Tomlinson D.J. (2006). The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle. J. Dairy Sci., 89: 2679–2693

Ruszkowska M., Wojcieska-Wyskupajtys U. (1996). Mikroelementy – fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 434: 1–11.

Siciliano-Jones J.L., Socha M.T., Tomlinson D.J., DeFrain J.M. (2008). Effect of trace mineral source on lactation performance, claw integrity, and fertility of dairy cattle. J. Dairy Sci., 91: 1985–1995.

Uchida K., Mandebvu P., Ballard C.S., Sniffen C.J., Carter M.P. (2001). Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper amino acid complexes, and cobalt glucoheptonate on performance of early lactation high producing dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol., 93: 193–203.

Weiss W.P., Wyatt D.J. (2002). Effects of feeding diets based on silage from corn hybrids that differed in concentration and *in vitro* digestibility of neutral detergent fiber to dairy cows. J. Dairy Sci., 85: 3462–3469.

Whitaker D.A., Eayres H F., Aitchison K., Kelly J.M. (1997). No effect of the dietary zinc proteinate on clinical mastitis, infection rate, recovery rate and somatic cell count in dairy cows. Vet. J., 153: 197–204.

Wojcieska U. (1985). Rola mikroelementów w kształtowaniu fotosyntetycznej produkcyjności roślin. Post. Nauk Rol., 6: 10–24.

Yang Feng-Li, Li Xiao-Shan, He Bao-Xiang. (2011). Effects of vitamins and trace-elements supplementation on milk production in dairy cows: A review. Afr. J. Biotechnol., 10 (14): 2574–2578.

Zatwierdzono do druku 2 XI 2011

IWONA RADKOWSKA, ADAM RADKOWSKI

Effects of zinc and copper foliar fertilization of meadow grass on nutritional value of silage and quality of milk obtained during silage feeding

SUMMARY

The aim of the study was to determine the effect of zinc and copper foliar fertilization of meadow grass on nutritional value of silage as well as the quality and basic chemical composition of milk. The effect of feeding the silage obtained on milk quality and milk fat and protein content was also evaluated. The analysis of chemical composition of the silage revealed that the highest crude protein content and the lowest crude fibre content were characteristic of the silage made from sward with foliar zinc supply. This silage was also characterized by the highest PDIN and PDIE levels, and the highest energy values expressed in terms of feed units for lactating (UFL) and finishing (UFV) cattle. The microelements copper and zinc in foliar fertilization had positive effects on the nutritional outcomes in cows and improved the microbiological quality of milk. As a result of feeding cows with silage of higher quality and better nutritive value, the quality of milk improved, as evidenced by average increases in protein content by about 0.3 percentage point and in fat content by 0.2 percentage point, and a 1.4-fold decrease in bacteria plate and somatic cell counts per millilitre of milk.

Key words: zinc, copper, nutritional value of silage, milk quality