

Jolanta JANKOWSKA

WPLYW CHEMICZNEGO I MECHANICZNEGO ZWALCZANIA *TARAXACUM OFFICINALE* NA ZAWARTOŚĆ NDF I ADF W RUNI ŁĄKOWEJ

INFLUENCE OF CHEMICAL AND MECHANICAL OF *TARAXACUM OFFICINALE* CONTROL ON THE CONTENT OF NDF AND ADF IN THE MEADOW SWARD

Pracownia Agrometeorologii i Podstaw Melioracji, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. Bolesława Prusa 14, 08-110 Siedlce, e-mail: melioracja@uph.edu.pl

Abstract. The aim of this study was determine the effect of different methods of *Taraxacum officinale* control on the fraction of fibers, namely NDF and ADF in the meadow sward. Experiment was founded in 2007 on permanent grasslands in the Żelków village near Siedlce (geographical coordinates: 52°08'N and 22°11'E) and was conducted until 2009. The field experiment was set up in randomized blocks in 3 replications. Experimental factors were two mechanical methods of *Taraxacum officinale* control by the pulling and mowing, and four selected herbicides (Rancho EC 242, Bofix EC 260, Starane 250 EC and Mniszek 540 SL). Plot area was 9 m². In each growing season three cuts were harvested. In the studies the content of fiber fractions NDF and ADF in meadow sward were determined. Used chemical methods of *Taraxacum officinale* control may affect on the feed uptaking, especially on the objects where herbicide Mniszek was used. It's is evidenced by the highest content of neutral-detergent fiber fractions in the feed in compare to other objects. The feed from the objects with the mechanical method of *Taraxacum officinale* control the lowest digestibility was characterized. From chemical methods of dandelion control, the greatest influence on fooder digestibility had Starane herbicide (fluorksypry in the form of ester 1-methylo heptylov).

Słowa kluczowe: frakcje włókna, herbicydy, mniszek pospolity, ruń łąkowa.

Key words: common dandelion, fraction of fibers, herbicides, meadow sward.

WSTĘP

W celu uzyskania odpowiedniej jakości paszy z trwałych użytków zielonych należy zadbać o odpowiedni dobór roślin, które tworzą ruń (Harasim 2002, Moraczewski i Jankowska-Huflejt 2007). Oprócz traw i roślin motylkowatych, w runi powinny się znaleźć także w niewielkiej ilości zioła (Nazaruk i in. 2009). Większość ziół jest mało wartościowa jako pokarm, a wiele z nich jest trujących (Nowak i in. 2008). Występują jednak zioła o dosyć dużej wartości pastewnej, jak np. mniszek pospolity. Właściwości mniszka są uwarunkowane m.in. zawartością substancji biologicznie czynnych, wśród których wyróżniamy m.in. inulinę, fitosterole, flawonoidy, fenolokwasy oraz karotenoidy (Benedycki i in. 2001). Mniszek obfituje również w potas, magnez, krzem i witaminy: C i B. Ma on również niewątpliwy wpływ na smak paszy (Ruszczyc 1985). Przy nadmiernym jednak występowaniu, gdy jego udział w poroście przekracza 10%, staje się uporczywym chwastem, który obniża jakość paszy (Sowiński i in. 1998). Najskuteczniejszą

metodą w zwalczaniu niepożądanych chwastów w runi łąkowej jest stosowanie odpowiednich herbicydów, co może doprowadzić do zubożenia tych ekosystemów, a tym samym do eliminacji z nich wielu cennych gatunków roślin (Badowski i Sadowski 2007).

W nowoczesnym żywieniu przeżuwaczy składnikiem dawki pokarmowej coraz częściej podlegającym bilansowaniu jest włókno surowe lub jego frakcje, czyli NDF i ADF. Zawartość włókna w paszy ma istotny wpływ na strawność składników pokarmowych. Z kolei zawartość neutralno-detergentowego włókna (NDF) w paszy pozwala przewidywać jej pobranie (Aufrere i in. 2008), a zawartość ADF wpływa na strawność paszy. Im więcej jest NDF w paszy, tym gorsze jest jej pobranie (Kowalski 2006). Natomiast większa zawartość ADF w paszy wpływa na pogorszenie jej strawności. Dlatego z punktu widzenia przydatności runi łąkowej w żywieniu przeżuwaczy istotne jest określenie w niej zawartości NDF i ADF.

W literaturze brakuje danych dotyczących wpływu różnych metod zwalczania mniszka pospolitego na wartość pokarmową paszy uzyskanej z trwałych użytków zielonych. Celem pracy jest określenie zmian zawartości frakcji włókna NDF i ADF w runi łąkowej oraz porównanie wpływu chemicznych i mechanicznych sposobów zwalczania *Taraxacum officinale* na badane cechy.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie założono wiosną 2007 roku na trwałych użytkach zielonych w Żelkowie pod Siedlcami (współrzędne geograficzne: 52°08' i 22°11'E) metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletka doświadczalnego wynosiła 9 m kw. W badaniach zastosowano różne metody zwalczania *Taraxacum officinale*, w tym dwie mechaniczne metody polegające na wyciąganiu i wykaszaniu roślin oraz cztery wybrane herbicydy (Rancho 242 EC, Bofix 260 EC, Starane 250 EC i Mniszek 540 SL).

W doświadczeniu zastosowano następujące kombinacje:

0 – kontrola,

R – Rancho 242 EC (s. akt. – florasulam, trichlopyr) dawka – 2 l · ha⁻¹,

B – Bofix 260 EC (s. akt. – fluroksypyr, chlopyralid) dawka – 4 l · ha⁻¹,

S – Starane 250 EC (s. akt. – fluroksypyr w formie estru 1-metylo heptylowego) dawka – 1,2 l · ha⁻¹,

M – Mniszek 540 SL (s. akt. – mekoprop, MCPA w formie soli potasowych, dikamba w formie soli potasowej) dawka – 3 l · ha⁻¹,

K – mechaniczne wykaszanie,

W – mechaniczne wyciąganie.

Na obiekcie kontrolnym nie zwalczano mniszka pospolitego. W każdym roku na początku wegetacji przeprowadzano opryskiwanie herbicydami w fazie pojawienia się 3–5 liści mniszka pospolitego. Mechaniczne wyciąganie mniszka z obiektów przeprowadzano za pomocą specjalnej rurko-łopatki, a wykaszanie za pomocą podkaszarki BG-ET 3725. W każdym okresie wegetacyjnym zbierano po trzy pokosy. Bezpośrednio po skoszeniu ważono zielonkę i pobierano z każdego powtórzenia próbkę o masie 0,5 kg zielonej masy, którą następnie wysuszone i poddano analizie chemicznej. W badanym materiale roślinnym określono zawartość frakcji włókna NDF (neutralno-detergentowego włókna) i ADL (kwaśno-detergentowego

włókna) metodą Van Soesta (1963). Otrzymane wyniki badań poddano ocenie statystycznej, wykonując analizę wariancji z wykorzystaniem modelu mieszanego, a zróżnicowanie średnich weryfikowano testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (Trętowski i Wójcik 1991).

Doświadczenie prowadzono na glebie, która charakteryzowała się bardzo wysoką zawartością potasu ($190,9 \text{ mg K} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby) oraz średnią zasobnością fosforu ($82,3 \text{ mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby). Ponadto charakteryzowała się ona małą zasobnością w takie mikroelementy jak mangan ($76 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), miedź ($1,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz cynk ($5,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Warunki klimatyczne obszaru badań były typowe dla mazowiecko-podlaskiego regionu klimatycznego, należącego do IX wschodniej dzielnicy rolniczo-klimatycznej Polski (Radomski 1977). Średnia roczna temperatura powietrza w tym rejonie wynosi $7,5^{\circ}\text{C}$, a w okresie letnim średnia dobowa temperatura wynosi 15°C . Opady roczne wahają się w przedziale $450\text{--}550 \text{ mm}$, czyli kształtują się nieco poniżej średniej krajowej wynoszącej 600 mm . Dane meteorologiczne z lat prowadzenia doświadczenia uzyskano ze Stacji Hydrologiczno-Meteorologicznej w Siedlcach. W celu określenia wpływu zmienności elementów meteorologicznych na przebieg wegetacji roślin obliczono współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa (Bac i in. 1993).

Tabela 1. Wartość współczynnika Sielianinowa (K) w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego i latach użytkowania

Table 1. Value of hydrometrical index of Sielianinow (K) in individual months of vegetation period and study years

Rok badań Study years	Miesiąc Month						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2007	0,85	1,30	1,10	1,22	0,52	1,72	0,67
2008	0,82	1,34	1,08	1,23	0,54	0,69	1,72
2009	1,03	2,24	1,03	1,26	1,36	1,01	1,73

$K < 0,5$ silna posucha – severe drought; $0,51\text{--}0,69$ posucha – drought; $0,70\text{--}0,99$ słaba posucha – poor drought; $K > 1$ brak posuchy – no drought.

Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że najkorzystniejsze warunki opadowo-termiczne wystąpiły w 2009 roku. W roku tym nie występowały także miesiące posuszne. Natomiast posuchy zaobserwowano w sierpniu i październiku w 2007 oraz w sierpniu i wrześniu w 2008 roku, a słabe posuchy wystąpiły w kwietniu w dwóch pierwszych latach prowadzenia eksperymentu.

WYNIKI I DISKUSJA

Zawartość NDF w próbach siana (tab. 2) zależała w sposób istotny zarówno od lat badań, jak i zastosowanych metod zwalczania *Taraxacum officinale*.

Niezależnie od lat badań, najwyższą wartość $52,1\%$ osiągnęła badana cecha w paszy uzyskanej na obiektach, na których zastosowano opryskiwanie herbicydem Mniszek, a najniższą na obiekcie kontrolnym ($44,9\%$). Spośród zastosowanych metod zwalczania mniszka pospolitego, najniższa zawartość NDF ($48,3\%$) wystąpiła na obiektach, na których zwalczano go przez mechaniczne wykaszanie. Niezależnie od zastosowanej metody zwalczania *Taraxacum officinale*, najniższa średnia zawartość NDF ($47,6\%$) wystąpiła w paszy w 2007 roku i w dwóch kolejnych latach badań uległa istotnemu zwiększeniu w stosunku do pierwszego roku.

Tabela 2. Zawartość NDF (%) w paszy w poszczególnych latach badań w zależności od metody zwalczania *Taraxacum officinale*Table 2. NDF content (%) in the feed in various years of study, depending on the control method of *Taraxacum officinale*

Metoda zwalczania <i>Taraxacum officinale</i> (B) Method of the <i>Taraxacum officinale</i> control (B)	Lata badań (A) Study year (A)			Średnia Mean
	2007	2008	2009	
O	41,3	45,1	48,4	44,9
R	50,2	50,9	50,0	50,4
B	51,7	51,1	51,0	51,3
S	49,1	53,6	52,7	51,8
M	50,2	53,8	52,1	52,1
K	42,2	51,5	51,2	48,3
W	48,5	50,1	51,5	50,1
Średnia – Mean	47,6	50,9	51,0	

NIR_{0,05} dla – LSD_{0,05} for:

rok badań – study year (A) – 3,24,

metoda zwalczania – control method (B) – 2,94,

interakcje – interaction: (A x B) – 0,90.

W badaniach nad oceną przydatności pasz z użytków zielonych w gospodarstwach ekologicznych Jankowska-Huflejt i Wróbel (2008) uzyskały nieco wyższe zawartości (59,4%) tej frakcji włókna w sianie. Natomiast Grzelak i Bocian (2009) w sianie uzyskanym z łąk ekologicznych uzyskali wartości NDF mieszczące się w przedziale 42,2–50,1% i są to wartości zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych (44,9–52,1%).

Zawartość neutralno-detergentowej frakcji włókna (tab. 3) zależała istotnie od pokosu, z którego pochodził materiał roślinny. Najwyższa zawartość NDF (51,2%) wystąpiła w paszy pochodzącej ze zbioru drugiego pokosu, a najniższa z pierwszego pokosu (47,8%). Najniższe zawartości NDF w paszy wystąpiły na obiektach kontrolnych we wszystkich odrostach. Spośród zastosowanych metod zwalczania *Taraxacum officinale* najniższe wartości badanej cechy wystąpiły w paszy we wszystkich odrostach na obiektach, na których zastosowano mechaniczne zwalczanie.

Tabela 3. Zawartość NDF (%) w poszczególnych pokosach w zależności od metody zwalczania *Taraxacum officinale* (średnia dla lat)Table 3. NDF (%) content for individual cuts in depend of the *Taraxacum officinale* control (mean for years)

Metoda zwalczania <i>Taraxacum officinale</i> (B) Method of the <i>Taraxacum officinale</i> control (B)	Pokos (C) Cut (C)		
	P1	P2	P3
O	43,8	45,4	45,6
R	48,4	52,6	50,1
B	49,4	53,0	51,4
S	50,0	53,2	52,0
M	49,3	53,5	53,5
K	46,7	49,7	48,6
W	46,7	50,9	52,6
Średnia – Mean	47,8	51,2	50,5

NIR_{0,05} dla – LSD_{0,05} for:

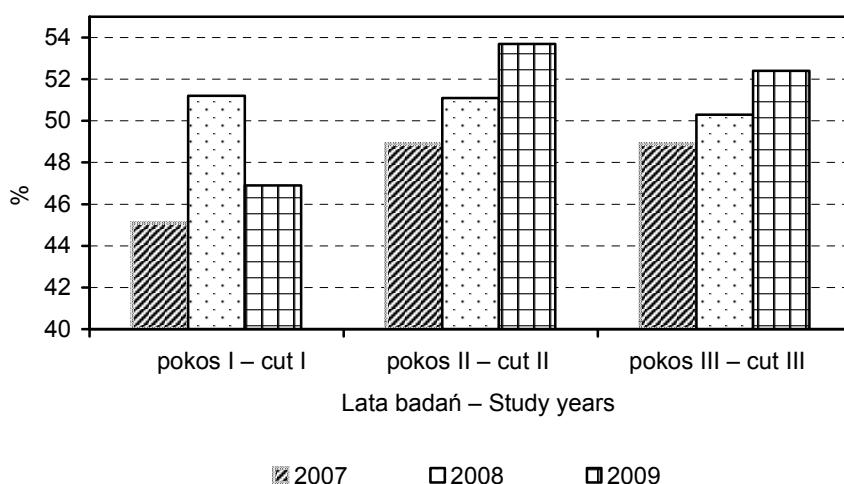
metoda zwalczania – control method (B) – 2,94,

pokos – cut (C) – 2,78,

interakcje – interaction: (B x C) – 5,30.

Uwzględniając pokosy stwierdzono, że w pierwszym pokosie najniższa zawartość NDF (46,7%) wystąpiła na obiektach, na których zwalczano mniszka przez wyciąganie i wykaszanie, a w drugim (49,7%) i trzecim odroście (48,6%) na obiektach z mechanicznym wykaszaniem. Wyższe zawartości badanej cechy wystąpiły w paszy zebranej z obiektów, na których zastosowano opryskiwanie herbicydami. W pierwszym odroście były to obiekty, gdzie użyto Starane (50,0%), a w kolejnych dwóch odrostach na obiektach, na których zastosowano Mniszek (53,5%).

Niezależnie od zastosowanej metody zwalczania *Taraxacum officinale*, najniższe zawartości NDF wystąpiły w roślinach w pierwszym roku badań we wszystkich odrostach (rys. 1). W kolejnych latach prowadzenia eksperymentu wartości te były coraz wyższe. Jedynie w runi pierwszego pokosu z 2009 roku zawartość NDF (46,9%) okazała się istotnie niższa od zawartości tej frakcji włókna również z pierwszego odrostu (51,2%) w 2008 roku.



Rys. 1. Zawartości NDF (%) w poszczególnych pokosach w kolejnych latach badań 2007–2009 (test Tukeya, $NIR_{0,05} = 3,3$)

Fig. 1. NDF content (%) in individual cuts in the subsequent years of research 2007–2009 (Tukey test, $LSD_{0,05} = 3.3$)

Zawartość włókna kwaśno-detergentowego, czyli ADF, wpływa na strawność paszy. W miarę obniżania się zawartości ADF w paszy, poprawia się jej strawność (Linn i Martin 1989). Zwiększa się zatem przydatność runi łąkowej jako ewentualnego źródła paszy w żywieniu przeżuwaczy.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ lat badań na zawartość ADF w paszy (tab. 4). Niezależnie od zastosowanej metody zwalczania mniszka pospolitego, najmniejszą zawartość ADF stwierdzono w paszy w 2007 roku (32,1%) i wartość ta była istotnie niższa od tej, która charakteryzowała paszę w 2009 roku (33,7%). W badaniach tych zarówno metody zwalczania *Taraxacum officinale*, jak i interakcja lat badań x metoda zwalczania nie wykazały istotnego wpływu na badaną cechę. Niezależnie od lat badań najniższą zawartość ADF (32,3%) stwierdzono w paszy pochodzącej z obiektów kontrolnych, a najwyższą (33,2%) z obiektów, na których zastosowano mechaniczne wykaszanie, chociaż różnice te nie były istotne. Analizując zastosowane metody zwalczania mniszka pospolitego można zaobserwować, że najniższe zawartości ADF wystąpiły na obiektach, na których zastosowano opryskiwanie herbicydami, i tak w 2007 roku było to Rancho (31,7%),

a w dwóch kolejnych latach (31,5%), (33,2%) i dotyczyło to herbicydu Bofix. W badaniach prowadzonych w gospodarstwach ekologicznych Jankowska-Huflejt i Wróbel (2008) uzyskały średnie zawartości ADF w sianie na poziomie 33,3%. Zbliżone średnie wartości tego czynnika badawczego uzyskano w badaniach własnych (32,3–33,2%).

Tabela 4. Zawartość ADF (%) w zależności od metody zwalczania *Taraxacum officinale* w poszczególnych latach badań

Table 4. ADF content (%) in the feed in various years of study, depending on the control method of *Taraxacum officinale*

Metoda zwalczania <i>Taraxacum officinale</i> (B) Method of <i>Taraxacum officinale</i> control (B)	Lata badań (A) Study year (A)			Średnia Mean
	2007	2008	2009	
O	31,9	31,8	33,3	32,3
R	31,7	32,8	33,6	32,7
B	32,8	31,5	33,2	32,5
S	32,3	32,8	34,3	33,1
M	32,0	33,2	33,9	33,0
K	32,1	33,5	33,9	33,2
W	31,8	31,7	33,7	32,4
Średnia – Mean	32,1	32,5	33,7	

NIR_{0,05} dla – LSD_{0,05} for:
rok badań – study year (A) – 1,20,
metoda zwalczania – control method. (B) – r.n.,
interakcje – interaction: (A x B) – r.n.,
r.n. – różnica nieistotna – differences not significant.

Zawartość ADF zależała także od pokosu, z którego pochodził materiał roślinny (tab. 5). Różnice w zawartości tej frakcji włókna w sianie były istotne między pierwszym a drugim i ostatnim odrostem, natomiast między drugim i trzecim odrostem nie wystąpiła taka zależność.

Tabela 5. Zawartość ADF (%) w poszczególnych pokosach w zależności od metody zwalczania *Taraxacum officinale* (średnia dla lat)

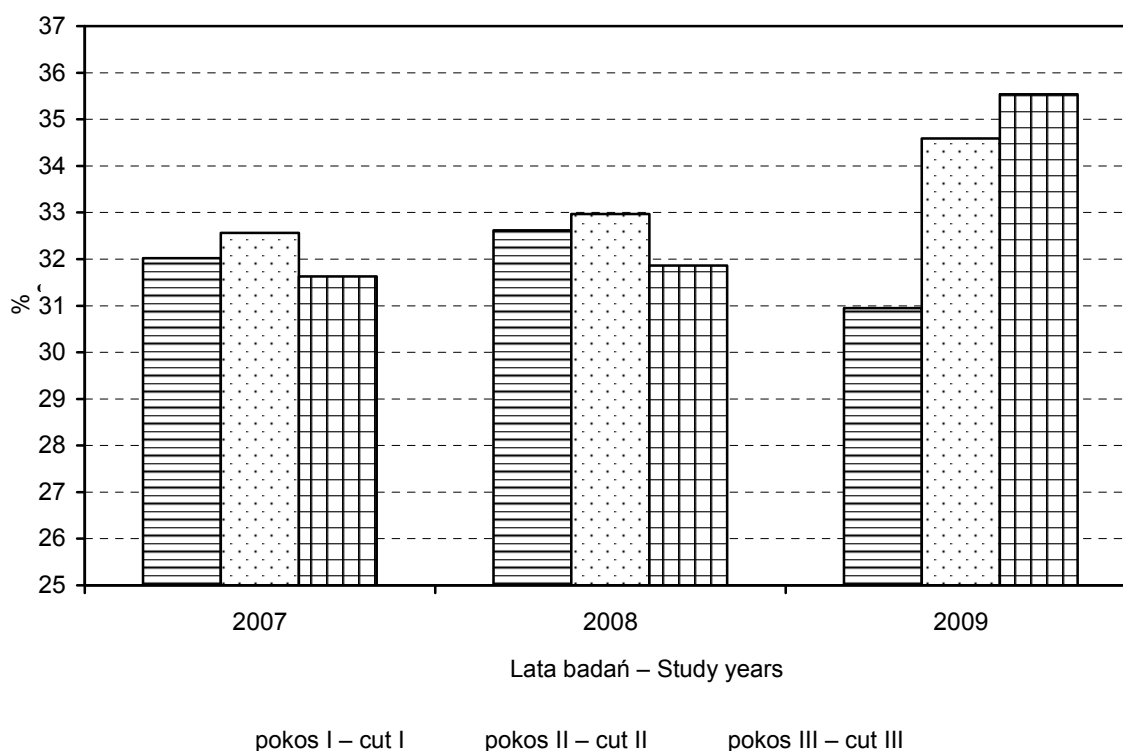
Table 5. ADF content (%) for individual cuts in depend of the *Taraxacum officinale* control (mean for years)

Metoda zwalczania <i>Taraxacum officinale</i> (B) Method of the <i>Taraxacum officinale</i> control (B)	Pokos (C) Cut (C)		
	P1	P2	P3
O	31,5	32,8	32,7
R	31,3	34,0	32,7
B	32,7	32,4	32,4
S	32,4	33,6	33,3
M	32,0	33,8	33,3
K	32,5	33,8	33,2
W	30,5	33,2	33,4
Średnia – Mean	31,8	33,4	33,0

NIR_{0,05} dla – LSD_{0,05} for:
metoda zwalczania – control method. (B) – r.n.,
pokos – cut (C) – 1,14,
interakcje – interaction: (B x C) – 2,73.

Niezależnie od zastosowanej metody zwalczania *Taraxacum officinale*, najwyższa zawartość ADF wystąpiła w drugim odroście (33,4%), a najniższa w pierwszym (31,8%). Uwzględniając zastosowane metody zwalczania mniszka pospolitego można stwierdzić, że najniższe zawartości ADF wystąpiły w próbach siana w pierwszym pokosie (30,5%) na obiektach, na których mechanicznie wyciągano rośliny mniszka, a w kolejnych dwóch odrostach (w drugim – 32,4% i w trzecim – 32,4%) na obiektach, na których zastosowano herbicyd Bofix.

Analizując zawartości ADF w roślinach z poszczególnych odrostów w kolejnych latach badań można stwierdzić, że zawartość tej frakcji włókna ulegała zwiększeniu w roślinach z drugiego i trzeciego odrostu (rys. 2). Podobnie jak w przypadku zawartości NDF, w runi łąkowej stwierdzono istotnie niższą zawartość ADF w roślinach z pierwszego odrostu w 2009 roku (31,0%) w stosunku do zawartości tej frakcji włókna w 2008 roku (32,6%) również w paszy z pierwszego odrostu.



Rys. 2. Zawartości ADF (%) w poszczególnych pokosach w kolejnych latach badań (test Tukeya, $NIR_{0,05} = 1,06$)

Fig. 2. ADF content (%) in individual cuts in the subsequent years of research (Tukey test, $LSD_{0,05} = 1.06$)

WNIOSKI

1. Zawartość neutralno-detergentowej frakcji włókna (NDF) w runi łąkowej zależała od zastosowanych metod zwalczania *Taraxacum officinale*. Najwyższą zawartość NDF w paszy stwierdzono na obiekcie, na którym zastosowano chemiczną metodę zwalczania *Taraxacum officinale* w wyniku opryskiwania herbicydem Mniszek.

2. W porównaniu z obiektem kontrolnym spośród zastosowanych metod zwalczania *Taraxacum officinale*, najkorzystniej na zawartość NDF w paszy wpływała metoda mechanicznego wykaszania.

3. Najniższą zawartością ADF charakteryzowała się pasza uzyskana z obiektów, na których zastosowano herbicyd Bofix. Najmniej korzystne dla badanej cechy okazało się zastosowanie mechanicznej metody zwalczania *Taraxacum officinale* przez wykaszanie.

PIŚMIENNICTWO

- Aufrere J., Carrere P., Dudilieu M., Baumont R.** 2008. Estimation of nutritive value of grasses from semi-natural grasslands by biological, chemical and enzymatic methods. *Grassl. Sci. Eur.* 13, 426–428.
- Bac S., Koźmiński C., Rojek M.** 1993. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa, 32–33.
- Badowski M., Sadowski J.** 2007. Efektywność herbicydów na trwałych użytkach zielonych i ich pozostałości w roślinach. *Inż. Rol.* 3 (91), 5–9.
- Benedycki S., Grzegorzczak S., Grabowski K., Puczyński J.** 2001. Zawartość składników pokarmowych w runi mieszanek pastwiskowych. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.* 479, 31–36.
- Grzelak M., Bocian T.** 2009. Wartość pokarmowa zielonki i siana z łąk ekologicznych. *J. Res. Appl. Agric. Engineering* 54 (3), 86–90.
- Harasim A., Harasim J.** 2002. Produkcja i ekonomiczna ocena pozyskiwania pasz z trwałych i przemennych użytków zielonych. *Pamięt. Puł.* 130, 269–276.
- Jankowska-Huflejt H., Wróbel B.** 2008. Ocena przydatności pasz z użytków zielonych do produkcji zwierzęcej w badanych gospodarstwach ekologicznych. *J. Res. Appl. Agric. Engineering* 53 (3), 103–108.
- Kowalski Z.M.** 2006. Nowe sposoby wyrażania. Hoduj z głową. *Archiwum naszego czasopisma*, 4 APRA.
- Linn J.G., Martin N.P.** 1989. Forage quality test and interpretation. *Minnesota Extension Service, University of Minn.*, 1–5.
- Moraczewski R., Jankowska-Huflejt H.** 2007. Niektóre problemy w wykorzystaniu trwałych użytków zielonych (TUZ) w produkcji zwierzęcej w gospodarstwach ekologicznych. *Wiad. Melior.*, 2, 88–89.
- Nazaruk M., Jankowska-Huflejt H., Wróbel B.** 2009. Ocena wartości pokarmowej pasz z trwałych użytków zielonych w badanych gospodarstwach ekologicznych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 9, 1 (25), 61–76.
- Nowak W., Sowiński J., Liszka-Podkowa A., Jama A.** 2008. Wartość pokarmowa krótkotrwałych mieszanek motylkowo-trawiastych. *Łąkarstwo w Polsce*, 11, 139–146.
- Trętowski J., Wójcik A.K.** 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. WSRP Siedlce.
- Radomski C.** 1977. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa, 374–383.
- Ruszczyc Z.** 1985. *Żywienie zwierząt i paszoznawstwo*. PWRiL, Warszawa, 291–296.
- Sowiński J., Nowak W., Gospodarczyk F., Szyszkowska A., Krzywiecki S.** 1998. Zależność składu chemicznego zielonek od udziału koniczyny czerwonej i traw. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.* 462, 191–198.
- Van Soest P.J.** 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *J. Associ. Offi. Anal. Chem.* 46, 839–838.