



Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Wydział Nauk Rolniczych,
Uniwersytet w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, Polska,
*e-mail: beata.wisniewska-kadzajan@uph.edu.pl

BEATA WIŚNIEWSKA-KADŻAJAN *, ELŻBIETA MALINOWSKA ,
KATARZYNA RYMUZA 

Oddziaływanie gnojowicy i kondycjonerów glebowych na wybrane parametry wartości pokarmowej traw w uprawie polowej

The impact of slurry and soil conditioners on selected parameters
of the nutritional value of grasses in field cultivation

Abstrakt. W dwuletnim doświadczeniu polowym oceniono współdziałanie gnojowicy z kondycjonerami glebowymi Humus Active i UGmax na wybrane cechy jakościowe dwóch gatunków traw pastewnych. W eksperymencie zastosowano gnojowicę bydlęcą, kondycjonery glebowe UGmax i Humus Active, jak również nawożenie mineralne NPK. Roślinami testowymi były dwa gatunki traw *Lolium multiflorum* odmiany Dukat oraz *Festulolium braunii* (K Richt.) A. Camus odmiany Sulino. W ciągu dwóch lat pełnego użytkowania z każdego obiektu zebrano po trzy odrosty uprawianych traw. W materiale roślinnym oznaczono zawartość włókna neutralno-detergentowego (NDF), kwaśno-detergentowego (ADF) i lignin kwaśno-detergentowych (ADL) metodą spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni (NIRS). Na podstawie zawartości NDF i DF określono przydatność surowca paszowego do produkcji zwierzęcej, wyznaczając względną wartość pokarmową RFV. Współdziałanie kondycjonerów glebowych Humus Active i UGmax z gnojowicą zwiększyło zawartości NDF w biomase, zmniejszyło natomiast pobranie suchej masy DMI, w odniesieniu do biomasy nawożonej samą gnojowicą.

Gnojowica uzupełniona kondycjonerami glebowymi Humus Active i UGmax wpłynęła porównywalnie na zawartości NDF i ADF w otrzymanej biomase oraz pobranie (DMI) i strawność (DDM) suchej masy, jak gnojowica zastosowana łącznie z nawozami mineralnymi NPK.

Słowa kluczowe: parametry paszowe, nawożenie, *Lolium multiflorum*, *Festulolium braunii*

Cytowanie: Wiśniewska-Kadzajan B., Malinowska E., Rymuza K., 2024. Oddziaływanie gnojowicy i kondycjonerów glebowych na wybrane parametry wartości pokarmowej traw w uprawie polowej. *Agron. Sci.* 79(2), 95–109. <https://doi.org/10.24326/as.2024.5332>

WSTĘP

W żywieniu zwierząt przeżuujących dominującym źródłem energii są węglowodany, spośród których szczególne znaczenie mają węglowodany strukturalne. Oprócz rezerwuaru energii są one dobrym regulatorem procesów trawiennych u bydła [Brzóska i Śliwiński 2011].

W systemie analitycznym paszy zaproponowanym przez Van Soesta i Robertsona [1980] czynnikami ograniczającymi pobranie paszy, strawność i wartość energetyczną są składniki ścian komórkowych, oznaczane jako NDF (neutral detergent fiber), ADF (acid detergent fiber) i ADL (acid detergent lignin). Ze względu na istotną zależność między zawartością NDF i strawnością masy organicznej (DDM), jak również między ADF i pobraniem suchej masy (DMI) przez bydło, współczesne systemy żywienia bydła w szerokim zakresie wykorzystują NDF i ADF do szacowania względnej wartości pokarmowej paszy (RFV) [INRA 2007].

Lignifikacja wegetatywnych części rośliny powoduje wzrost zawartości ADF, co obniża strawność składników pokarmowych, zaś wzrost NDF ogranicza pobieranie paszy przez zwierzęta [Wiśniewska-Kadżajan i Jankowski 2019, 2020a, 2020b, 2021]. Optymalna zawartość NDF to 270,0–320,0 g·kg⁻¹, natomiast zwiększona zawartość tego parametru w paszy prowadzi do zmniejszenia jej pobrania. Zawartość włókna ADF w paszy powinna wynosić ok. 200 g·kg⁻¹, wyższa oznacza, że rośliny są już zbyt zdrewniałe, a co za tym idzie mniej strawne [Dymnicka 2001, Salama i in. 2008, Brzóska i Śliwiński 2011].

Z uwagi na przemiany zachodzące w systemach rolnictwa, pogłębiający się deficyt substancji organicznej w glebach i wysokie ceny nawozów mineralnych stosowanie egzogennej substancji organicznej powinno należeć do działań priorytetowych. W tym kontekście bardzo ważne jest sięganie po rozwiązania, które mają na celu zapewnienie roślinom uprawnym optymalnych warunków do prawidłowego wzrostu i rozwoju [Wiśniewska-Kadżajan i Malinowska 2022]. Gnojowica jest dobrym i najczęściej stosowanym nawozem naturalnym na użytki zielone, który w przypadku niewłaściwego gospodarowania może stanowić zagrożenie azotanami dla środowiska wodnego [Dyrektywa Rady... 1991, Kodeks dobrej praktyki rolniczej 2004]. Odznacza się zazwyczaj deficytem fosforu, co wymaga uzupełnienia w formie nawozu mineralnego. Alternatywą dla kosztownego nawożenia mineralnego mogą być środki poprawiające właściwości gleby (użyźniacze glebowe, kondycjonery glebowe), które dzięki obecności mikroorganizmów m.in. inicjują i przyspieszają procesy mineralizacji, zwiększają zawartość próchnicy w glebie czy optymalizują pobieranie składników pokarmowych przez rośliny, ograniczając ich straty [Wykaz nawozów i środków... 2021, Wiśniewska-Kadżajan i in. 2023]. Dzięki tym właściwościom biopreparaty znajdują zastosowanie głównie w gospodarstwach ekologicznych, ale coraz częściej w gospodarstwach tradycyjnych w nawożeniu upraw polowych, warzywniczych, sadowniczych, ozdobnych, a także użytków zielonych [Jankowski i in. 2019, Wiśniewska-Kadżajan i Jankowski 2020a, 2020b, 2021, Wiśniewska-Kadżajan i Stefaniak 2020, Truba i in. 2020, Zarzecka i in. 2020].

Zwłaszcza trawy pastewne bardzo dobrze wykorzystują składniki pokarmowe z w/w nawozów, dając dobre jakościowo plony, jak również przynosząc korzyści ekologiczne i ekonomiczne [Wiśniewska-Kadżajan i in. 2023]. Z tych względów gospodarowanie na

trwałych i krótkotrwałych użytkach zielonych powinno opierać się na recyklingu substancji organicznej i składników mineralnych zawartych w nawozach naturalnych i kondycjonerach glebowych.

W literaturze brakuje jednak danych dotyczących łącznego stosowania kondycjonerów glebowych z nawozami naturalnymi czy organicznymi materiałami odpadowymi, stąd koncepcja podjętych badań.

Celem badań było określenie wpływu współdziałania gnojowicy ze środkami poprawiającymi właściwości gleby Humus Active i UGmax na wybrane parametry paszowe biomasy *Festulolium braunii* i *Lolium multiflorum*.

Przed rozpoczęciem badań przyjęto następujące hipotezy badawcze: (1) Gnojowica uzupełniona kondycjonerem glebowym Humus Active i UGmax oraz mineralnie NPK spowoduje zwiększenie pobrania (DMI), strawności (DDM), względnej wartości pokarmowej (RFV) *Festulolium braunii* i *Lolium multiflorum* w odniesieniu do działania samej gnojowicy, poprzez redukcję frakcji włókien (NDF, ADF, ADL) w ich biomacie. (2) Gnojowica uzupełniona kondycjonerem glebowym Humus Active i UGmax spowoduje zwiększenie pobrania (DMI), strawności (DDM) oraz względnej wartości pokarmowej (RFV) *Festulolium braunii* i *Lolium multiflorum*, w porównaniu z gnojowicą uzupełnioną mineralnie NPK, poprzez redukcję frakcji włókien (NDF, ADF, ADL) w ich biomacie.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w oparciu o dwuletnie (2016–2017) doświadczenie polowe założone na obiekcie doświadczalnym Uniwersytetu w Siedlcach (Polska 52°10'N, 22°17'E), w trzech powtórzeniach w układzie losowanych bloków na poletkach o powierzchni 4,5 m². Doświadczenie założono na glebie o składzie granulometrycznym piasku słabo gliniastego, zaliczonej do rzędu gleb antropogenicznych, typu kulturoziemnych, podtypu hortisoli [Czepińska-Kamińska 2011]. Zasobność utworu glebowego w związki węgla organicznego wynosiła 14,50 g·kg⁻¹ s.m., azotu ogółem 1,30 g·kg⁻¹ s.m., stosunek C : N stanowił 11 : 1, a odczyn był lekko kwaśny (pH 6,5). Zawartość przyswajalnych form fosforu (P – 55,0 mg·kg⁻¹ gleby) i potasu (K – 138,0 mg·kg⁻¹ gleby) wskazywała na średnią zasobność gleby, natomiast zawartość magnezu (Mg – 76,0 mg·kg⁻¹gleby) odpowiadała zasobności wysokiej.

Materiały nawozowe użyte w doświadczeniu stanowiła gnojowica bydlęca pochodząca od krów mlecznych zastosowana oddzielnie, a także uzupełniona kondycjonerami glebowymi o nazwach handlowych UGmax (ekstrakt z kompostu) i Humus Active (ekstrakt z wermikompostu), jak również mineralnie NPK.

Eksperyment stanowiły następujące obiekty badawcze: obiekt kontrolny (bez nawożenia), gnojowica, gnojowica + UGmax, gnojowica + Humus Active oraz gnojowica + NPK.

Gnojowicę stosowano w każdym roku w łącznej dawce 30 m³·ha⁻¹, dzieląc roczną dawkę na trzy równe części na poszczególne pokosy (odrosty). Gnojowica charakteryzowała się zawartością suchej masy w ilości 100 g·kg⁻¹, wąskim stosunkiem C : N (8 : 1), a zawartości ogólnych form NPK wynosiły odpowiednio: N – 31,0 g·kg⁻¹ s.m.; P – 7,1 g·kg⁻¹ s.m.; K – 32,5 g·kg⁻¹ s.m. Kondycjonery glebowe UGmax i Humus Active użyte w doświadczeniu należą do środków poprawiających właściwości gleb i są rekomendowane przez Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach do stosowania

w rolnictwie ekologicznym, a ich skład chemiczny przedstawia tabela 1. Preparat UGmax będący ekstraktem z kompostu zawiera również bakterie kwasu mlekowego, bakterie fotosyntetyczne, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, drożdże i promieniowce, zaś ekstrakt z wermikompostu Humus Active zawiera trwałą aktywną próchnicę z populacją pozytywnych mikroorganizmów.

Tabela 1. Skład preparatów biologicznych zastosowanych w doświadczeniu
Table 1. Composition of biological preparations used in the experiment

Kondycjonery glebowe Soil conditioners	Makroelementy/Macroelements (g·kg ⁻¹)					Mikroelementy/Microelements (mg·kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Fe	Zn	Cu
UGmax	1,2	0,2	2,9	–	0,1	0,2	0,3	–	–	–
Humus active	0,2	1,3	4,6	3,0	0,5	–	15	450	3	1

Preparaty nawozowe użyte w doświadczeniu stosowano corocznie na odrost wiosenny w dawkach zalecanych przez producenta, tj. UGmax – 0,6 dm³·ha⁻¹, natomiast Humus Active – 20 dm³·ha⁻¹. Mineralne nawożenie NPK zastosowano w dawkach: N – 100 kg·ha⁻¹, P (P₂O₅) – 35,2 kg·ha⁻¹ (80 kg·ha⁻¹), K (K₂O) – 99,6 kg·ha⁻¹ (120 kg·ha⁻¹). Nawożenie fosforowe zastosowano jednorazowo na odrost wiosenny, natomiast azotowe i potasowe w dawkach dzielonych na trzy równe części: pierwszą przed ruszeniem wegetacji, drugą i trzecią na drugi i trzeci odrost.

Współdziałanie kondycjonerów glebowych i nawozów mineralnych z gnojowicą testowano na dwóch gatunkach traw pastewnych: *Lolium multiflorum* odmiany Dukat oraz *Festulolium braunii* (K Richt.) A. Camus odmiany Sulino, wysianych we wrześniu 2015 r. zgodnie z normą wysiewu, odpowiednio w ilości 20 kg·ha⁻¹ i 25 kg·ha⁻¹. W ciągu dwóch lat pełnego użytkowania z każdego obiektu zebrano po trzy pokosy uprawianych traw, pobrano próby, które poddano suszeniu w sposób naturalny w wentylowanym pomieszczeniu, a następnie dosuszono w suszarce w temp. 60°C. Tak przygotowany materiał rozdrobniono i zmielono. W próbkach materiału roślinnego dokonano analizy zawartości frakcji włókna neutralno-detergentowego (NDF), kwaśno-detergentowego (ADF) i lignin kwaśno-detergentowych (ADL) metodą spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni (NIRS) przy użyciu aparatu NIRFlex N-500 szwajcarskiej firmy Büchi, z zastosowaniem gotowych kalibracji na pasze suche firmy INGOT. Metoda szczegółowo została opisana w Polskich Normach PN-EN ISO 120099:2010 oraz w literaturze [Burns i in. 2010, Reddersen i in. 2012]. Na podstawie zawartości neutralnego włókna detergentowego (NDF) oraz kwaśnego włókna detergentowego (ADF) określono przydatność surowca paszowego do produkcji zwierzęcej. W tym celu posłużono się testem Linna i Martina [1989], dla którego parametrem klasyfikacyjnym w teście była względna wartość pokarmowa RFV (relative feed value), obliczona według wzoru:

$$RFV = (DDM \times DMI) : 1,29$$

gdzie:

RFV (relative feed value) – względna wartość pokarmowa (wartość niemianowana),
DDM (digestible dry matter) – strawność suchej masy; $DDM = 88,9 - 0,779 \times ADF$ (%),
DMI (dry matter intake) – pobranie suchej masy; $DMI = 120 : NDF$ (procent masy ciała).

Na podstawie przedziałów wartości RFV podanych przez Linna i Martina [1989] zakwalifikowano otrzymaną paszę do poszczególnych klas jakościowych, która wyznacza docelowe grupy żywieniowe (tab. 2).

Tabela 2. Przydatność pasz w żywieniu zwierząt na podstawie RFV [Linn i Martin 1989]
Table 2. Suitability of forage in animal nutrition based on RFV [Linn and Martin 1989]

Klasa jakości Quality class	Przedziały wartości RFV RFV ranges	Konsument paszy Feeding groups
I	>151	najlepsze krowy o wysokiej produktywności best cows with high productivity
II	125–151	dobre krowy, młode jałówki wyselekcjonowane do pokrycia good cows and young heifers selected for mating
III	103–124	dobre bydło opasowe, starsze jałówki, marginalnie dla krów mlecznych good cattle for fattening, older heifers, marginally for dairy cows
IV	87–102	opasy lub zasuszone krowy mleczne fattening or dried dairy cows
V	75–86	zasuszone krowy o użytkowaniu mięsnym, wymagane uzupełnienie paszami wysokoenergetycznymi dried cows for meat use, supplementation with high-energy feed is required

Wyniki analizy materiału roślinnego opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji dla doświadczeń wieloczynnikowych (trzyczynnikowych: A – nawożenie, B – gatunek, C – pokos) w oparciu o następujący model matematyczny [Trętowski i Wójcik 1991]:

$$y_{ijlp} = m + a_i + b_j + c_l + ab_{ij} + ac_{il} + bc_{jl} + abc_{ijl} + e_{ijlp}$$

gdzie:

y_{ijlp} – wartość badanej cechy; m – średnia populacji; a_i – efekt i -tego poziomu czynnika A; b_j – efekt j -tego poziomu czynnika B; c_l – efekt l -tego poziomu czynnika C; ab_{ij} – efekt interakcji czynnika A i B; ac_{il} – efekt interakcji czynnika A i C; bc_{jl} – efekt interakcji czynnika B i C; abc_{ijl} – efekt interakcji czynników A, B i C; e_{ijlp} – efekt losowy.

Wykorzystując wyniki analiz jednorocznych, przeprowadzono syntezę z lat, opierając się na następującym modelu matematycznym [Trętowski i Wójcik 1991]:

$$y_{ijlpk} = m + l_i + a_j + b_l + c_p + la_{ij} + lb_{il} + lc_{ip} + ab_{jl} + ac_{ip} + bc_{lp} + lab_{ijl} + lac_{ijp} + lbc_{ilp} + abc_{jlp} + labc_{ijlp} + e_{ijlpk}$$

gdzie:

y_{ijlpk} – wartość badanej cechy; m – średnia układu doświadczalnego; l_i – efekt i -tego poziomu czynnika L (lat); a_j – efekt j -tego poziomu czynnika A; b_l – efekt l -tego poziomu czynnika B; c_p – efekt p -tego poziomu czynnika C; la_{ij} , lb_{il} , lc_{ip} , ab_{jl} , ac_{ip} , bc_{lp} – odpowiednie efekty interakcji dwóch czynników; lab_{ijl} , lac_{ijp} , lbc_{ilp} , abc_{jlp} – odpowiednie efekty interakcji trzech czynników; $labc_{ijlp}$ – odpowiednie efekty interakcji czterech czynników; e_{ijlpk} – efekt losowy.

O istotności wpływu czynników doświadczalnych na wartość badanych cech wnioskowano na podstawie testu F Fishera-Snedecora przy $p \leq 0,05$, natomiast do porównania średnich zastosowano test Tukeya przy $p \leq 0,05$. Do obliczeń wykorzystano program statystyczny Statistica 13.00 [StatSoft, Inc. 2014].

Tabela 3. Wskaźnik Sielianinowa (K) w poszczególnych miesiącach okresów wegetacyjnych w czasie prowadzenia doświadczenia

Table 3. The Sielianinov coefficient in individual months of the growing season during the experiment

Rok Year	Miesiąc/Month						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2015	1,36 (o)	1,87 (dw)	1,64 (dw)	0,59 (bs)	1,92(dw)	0,64 (bs)	0,12 (ss)
2016	1,22 (ds)	2,63 (bw)	0,87 (s)	1,08 (ds)	0,18 (ss)	1,46 (o)	1,94 (dw)
2017	2,88 (bw)	1,15 (ds)	1,08 (ds)	0,45 (bs)	0,96 (s)	1,92 (dw)	1,90 (dw)

ss – $K \leq 0,4$ skrajnie suchy; bs – $0,4 < K \leq 0,7$ bardzo suchy; s – $0,7 < K \leq 1,0$ suchy; ds – $1,0 < K \leq 1,3$ dość suchy; o – $1,3 < K \leq 1,6$ optymalny; dw – $1,6 < K \leq 2,0$ dość wilgotny; w – $2,0 < K \leq 2,5$ wilgotny; bw – $2,5 < K \leq 3,0$ bardzo wilgotny; sw – $K > 3,0$ skrajnie wilgotny

ss – $K \leq 0.4$ extremely dr; bs – $0.4 < K \leq 0.7$ severely dry; s – $0.7 < K \leq 1.0$ dry; ds – $1.0 < K \leq 1.3$ moderately dry; o – $1.3 < K \leq 1.6$ optimal; dw – $1.6 < K \leq 2.0$ moderately wet; w – $2.0 < K \leq 2.5$; bw – $2.5 < K \leq 3.0$; sw – $K > 3.0$ extremely wet

W celu określenia czasowej zmienności elementów meteorologicznych (tab. 3) oraz ich wpływu na przebieg wegetacji roślin określono współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa [Bac i in. 1993]. Współczynnik ten wyznaczono na podstawie miesięcznej sumy opadów atmosferycznych (P) oraz miesięcznej sumy temperatur powietrza (Σt) przy pomocy wzoru: $K = P/0,1 \Sigma t$ [Skowera i Puła 2004]. W ciągu dwóch lat pełnego użytkowania (2016 i 2017) zdecydowanie przeważały miesiące dość suche, suche i bardzo suche, a optymalne warunki hydrotermiczne wystąpiły jedynie we wrześniu 2016 r.

WYNIKI

Zawartość włókna frakcji NDF (tab. 4) była istotnie zróżnicowana w zależności od rodzaju zastosowanego nawożenia i sezonu wegetacyjnego. Istotnie większą ilość włókna NDF zanotowano w biomase z obiektu nawożonego gnojowicą z kondycjonerami UGmax i Humus Active ($548,9$ i $551,3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz gnojowicą z NPK ($533,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) niż w biomase z obiektu kontrolnego. Biomasa nawożona gnojowicą uzupełnioną obydwoma kondycjonerami wykazała także istotnie większą zawartość NDF niż biomasa nawożona wyłącznie gnojowicą. Większą zawartością włókna NDF odznaczała się biomasa zebrana w pierwszym roku badań ($536,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) niż w drugim ($525,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Analiza statystyczna wykazała ponadto, że zawartość NDF w biomase *Festulolium braunii* kształtowała się odmiennie w zależności od zastosowanego nawożenia, na co wskazuje istotność interakcji gatunku i nawożenia. W biomase *Lolium multiflorum* na poszczególnych obiektach nawozowych zawartość włókna NDF była porównywalna, natomiast w biomase *Festulolium braunii* więcej włókna tej frakcji odnotowano po zastosowaniu gnojowicy z obydwoma kondycjonerami glebowymi ($558,6$ i $568,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), mniej zaś na obiekcie nawożonym wyłącznie gnojowicą i obiekcie kontrolnym ($509,5$ i $493,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Tabela 4. Zawartość włókna neutralno-detergentowego (NDF) w biomase badanych traw ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) w zależności od nawożenia, gatunku i lat
 Table 4. The content of neutral detergent fiber (NDF) in the biomass of the tested grasses ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) depending on fertilization, species and years

Czynnik doświadczalny Experimental factor	Gatunek/Species		Średnia/Mean
	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Festulolium braunii</i>	
nawożenie/treatment			
O	514,6 ^{Aa}	493,5 ^{Ac}	504,0 ^c
G	526,1 ^{Aa}	509,5 ^{Ac}	517,7 ^{bc}
G + UGmax	539,3 ^{Aa}	558,6 ^{Aab}	548,9 ^a
G + HA	534,5 ^{Aa}	568,0 ^{Aa}	551,3 ^a
G + NPK	536,5 ^{Aa}	529,5 ^{Abc}	533,0 ^{ab}
Średnia/Mean	530,2 ^A	531,8 ^A	
lata/years			
2017	528,8 ^{Aa}	543,6 ^{Aa}	536,2 ^a
2018	531,5 ^{Aa}	520,1 ^{Ab}	525,8 ^b

O – obiekt kontrolny (bez nawożenia); G – gnojowica; G + UGmax – gnojowica + UGmax; G + HA – gnojowica + Humus Active; G + NPK – gnojowica + NPK

O – control treatment (without fertilization); G – slurry; G + UGmax – slurry + UGmax soil conditioner; G + HA – slurry + Humus Active soil conditioner; S + NPK – slurry + mineral NPK fertilizers

A – średnie w wierszach oznaczone tymi samymi dużymi literami nie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

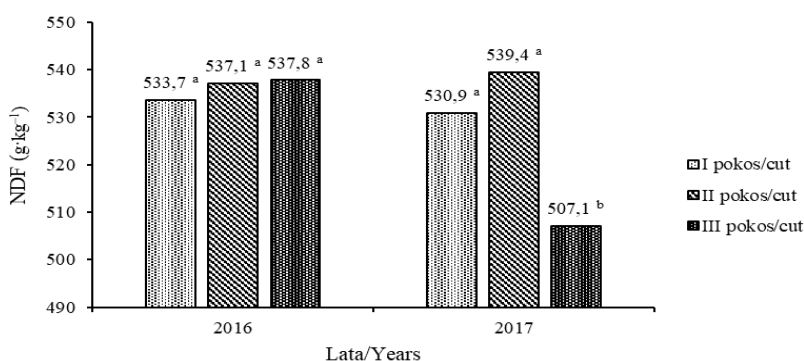
A – means in rows marked with the same capital letters do not differ significantly at $p \leq 0,05$

a, b, c – średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi małymi literami nie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

a, b, c – means in columns marked with the same small letters do not differ significantly at $p \leq 0,05$

Zawartość włókna NDF w biomase *Festulolium braunii* była istotnie modyfikowana przez warunki pogodowe w sezonach wegetacyjnych. Więcej włókna NDF oznaczono w biomase tego gatunku w pierwszym niż w drugim roku, podczas gdy w biomase *Lolium multiflorum* zawartość włókna tej frakcji była zbliżona.

Wpływ pokosów uwidocznił się w interakcji z latami badań (ryc. 1). W pierwszym roku we wszystkich zebranych odrostach ilość NDF w biomase była podobna. W drugim roku badań istotnie mniejszą zawartość tego parametru wykazała biomasa III pokosu (507,1 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).



Ryc. 1. Zawartość włókna neutralno-detergentowego (NDF) w biomase ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) badanych traw w zależności od lat i pokosu^a

Fig. 1. The content of neutral-detergent fiber (NDF) in the biomass ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) of the tested grasses depending on the years and cut

Zawartość włókna kwaśno-detergentowego (ADF) w zebranej biomase (tab. 5) była determinowana przez sezony wegetacyjne oraz zastosowane nawożenie. Istotnie więcej tego parametru, niezależnie od pozostałych czynników doświadczenia, wykazała biomasa w pierwszym roku badań ($348,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż w drugim ($342,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Zróżnicowanie zawartości ADF w biomase ujawniło się w interakcji nawożenia z latami badań. Zastosowanie łącznie z gnojowicą kondycjonera UGmax wpłynęło na istotnie większą kumulację włókna ADF w biomase w drugim roku badań ($365,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż w pierwszym ($317,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Zawartość lignin kwaśno-detergentowych (tab. 6) zależała od uprawianego gatunku, pokosu i lat badań. Istotnie więcej włókna ADL zanotowano w biomase zebranej w drugim roku badań ($41,7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż w pierwszym ($40,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Średnio niezależnie od pozostałych czynników badawczych więcej włókna ADL zgromadziła biomasa *Festulolium brauni* ($42,3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) w porównaniu z biomasą *Lolium multiflorum* ($39,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Istotnie więcej włókna ADL zanotowano w biomase pokosu II ($41,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) i III ($41,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż w biomase pokosu I ($39,9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Tabela 5. Zawartość włókna kwaśno-detergentowego (ADF) w suchej masie ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) traw w zależności od nawożenia i lat
Table 5. The content of acid-detergent fiber (ADF) in the dry matter ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) of grass depending on the fertilization and years

Nawożenie/Treatment	Lata/Years		Średnia/Mean
	2016	2017	
O	348,6 ^{Aa}	342,7 ^{Aa}	345,6 ^a
G	359,9 ^{Aa}	346,4 ^{Aa}	353,2 ^a
G + UGmax	317,1 ^{Aa}	365,1 ^{Ba}	341,1 ^a
G + HA	316,8 ^{Aa}	353,9 ^{Aa}	335,4 ^a
G + NPK	331,8 ^{Aa}	346,8 ^{Aa}	339,3 ^a
Średnia/Mean	348,6 ^A	342,8 ^B	

Objaśnienia jak w tab. 4./ Explanations as in Tab. 4.

Tabela 6. Zawartość lignin kwaśno-detergentowych (ADL) w biomase traw ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) w zależności od nawożenia, gatunku, lat i pokosów
Table 6. Content of acid-detergent lignins (ADL) in grass biomass ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) depending on the fertilization, species, years and cuts

Czynnik doświadczalny Experimental factor	Lata/Years		Średnia Mean
	2016	2017	
nawożenie/treatment			
O	39,4 ^{Aa}	43,1 ^{Ba}	41,2 ^a
G	39,4 ^{Aa}	41,9 ^{Aa}	40,7 ^a
G + UGmax	41,5 ^{Aa}	40,7 ^{Aa}	41,1 ^a
G + HA	41,4 ^{Aa}	40,7 ^{Aa}	41,0 ^a
G + NPK	39,3 ^{Aa}	42,3 ^{Ba}	40,7 ^a
Średnia/Mean	40,2 ^A	41,7 ^B	
gatunek/species			
<i>Lolium multiflorum</i>	38,1 ^{Aa}	42,2 ^{Ba}	39,5 ^b
<i>Festulolium braunii</i>	40,9 ^{Aa}	42,5 ^{Aa}	42,3 ^a
pokos/cuts			
I	39,2 ^{Aa}	40,6 ^{Aa}	39,9 ^b
II	40,5 ^{Aa}	42,5 ^{Aa}	41,5 ^a
III	40,7 ^{Aa}	42,1 ^{Aa}	41,4 ^{ab}

Objaśnienia jak w tab. 4./ Explanations as in Tab. 4.

Istotne okazało się również współdziałanie lat badań z nawożeniem, jak również lat badań i testowanych gatunków. Istotnie więcej włókna ADL w biomase traw w efekcie reakcji na warunki wegetacji w zależności od zastosowanego nawożenia zanotowano na obiekcie kontrolnym oraz obiekcie nawożonym gnojowicą uzupełnioną mineralnie NPK w drugim roku niż w pierwszym.

Biomasa *Festulolium braunii* zarówno w pierwszym, jak i drugim roku doświadczenia wykazała zbliżoną zawartość włókna ADL, podczas gdy biomasa *Lolium multiflorum* zgromadziła więcej tego parametru w drugim sezonie wegetacyjnym niż pierwszym.

Pobranie suchej masy (DMI) testowanych traw (tab. 7) było istotnie zróżnicowane w zależności od zastosowanego nawożenia. Istotnie większe pobranie suchej masy odnotowano dla biomasy z obiektu kontrolnego (2,38% masy ciała) oraz obiektu nawożonego wyłącznie gnojowicą (2,32% masy ciała) niż dla biomasy nawożonej gnojowicą łącznie z kondycjonerami UGmax (2,19% masy ciała) i Humus Active (2,18% masy ciała).

Tabela 7. Pobranie suchej masy (DMI, procent masy ciała) w zależności od nawożenia i gatunku
Table 7. Dry matter intake (DMI, percent of body weight) depending on the fertilization and the species

Nawożenie Treatment	Gatunek/Species		Średnia Mean
	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Festulolium braunii</i>	
O	2,33 ^{Aa}	2,43 ^{Aa}	2,38 ^a
G	2,28 ^{Aa}	2,35 ^{Aab}	2,32 ^{ab}
G + Ugmax	2,23 ^{Aa}	2,15 ^{Ac}	2,19 ^c
G + HA	2,24 ^{Aa}	2,11 ^{Bc}	2,18 ^c
G + NPK	2,23 ^{Aa}	2,26 ^{Abc}	2,25 ^{bc}
Średnia/Mean	2,26 ^A	2,26 ^A	–

Objaśnienia jak w tab. 4./ Explanations as in Tab. 4.

Istotne okazało się również współdziałanie nawożenia i gatunków. Teoretyczne DMI dla biomasy *Lolium multiflorum* kształtowało się na zbliżonym poziomie, natomiast dla *Festulolium braunii* większą wartość DMI zanotowano na obiekcie bez nawożenia oraz nawożonym wyłącznie gnojowicą w odniesieniu do biomasy z pozostałych obiektów nawozowych. Różnice w wartości DMI pomiędzy gatunkami na tle zastosowanego nawożenia odnotowano dla biomasy z obiektów nawożonych gnojowicą uzupełnioną kondycjonerem glebowym Humus Active.

Niezależnie od zastosowanego nawożenia (tab. 8) większym pobraniem suchej masy (DMI) odznaczała się biomasa w drugim roku badań (2,29% masy ciała) niż w pierwszym (2,24% masy ciała). Teoretyczne pobranie suchej masy wyrażone przyrostem masy ciała zwierząt kształtowało się odmiennie w zależności od sezonu wegetacyjnego, na co wskazuje interakcja lat i gatunków. Istotnie większą wartością wskaźnika DMI charakteryzował się gatunek *Festulolium braunii* w drugim roku badań, zaś dla *Lolium multiflorum* wartość tego parametru była porównywalna. Istotne różnice wartości DMI dla zebranej biomasy w poszczególnych pokosach ujawniły się w interakcji z latami. W pierwszym roku badań wartość DMI biomasy każdego pokosu nie była zróżnicowana. W drugim roku biomasa z III pokosu odznaczała się istotnie większą wartością tego parametru niż biomasa pokosu I i II.

Analiza strawności suchej masy (DDM) otrzymanej biomasy (tab. 9) wykazała istotne zróżnicowanie tego parametru w zależności od zastosowanego nawożenia i zebranego pokosu.

Tabela 8. Pobranie suchej masy (DMI, procent masy ciała) traw w zależności od lat, gatunku i pokosów
Table 8. Dry matter intake (DMI, percent of body weight) of grasses depending on years, species and cuttings

Czynnik doświadczalny Experimental factor	Lata/Years		Średnia/Mean
	2016	2017	
gatunek/species			
<i>Lolium multiflorum</i>	2,27 ^{Aa}	2,26 ^{Aa}	2,26 ^a
<i>Festulolium braunii</i>	2,21 ^{Aa}	2,31 ^{Ba}	2,26 ^a
Średnia/Mean	2,24 ^{Aa}	2,29 ^{Ba}	
pokos/cuts			
I	2,25 ^{Aa}	2,26 ^{Ab}	2,26 ^a
II	2,24 ^{Aa}	2,23 ^{Ab}	2,24 ^a
III	2,23 ^{Aa}	2,37 ^{Aa}	2,30 ^a

Objaśnienia jak w tab. 4./ Explanations as in Tab. 4.

Tabela 9. Strawność biomasy (DDM, %) w zależności od nawożenia i pokosu
Table 9. Biomass digestibility (DDM, %) depending on the fertilization and cutting

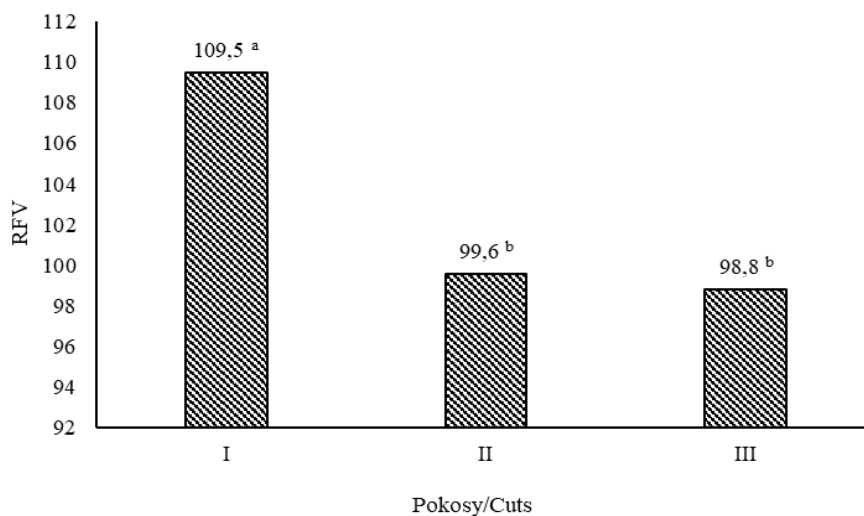
Nawożenie Treatment	Pokos/Cuts			Średnia Mean
	I	II	III	
O	55,2 ^{Aa}	55,2 ^{Aa}	53,7 ^{Aa}	54,7 ^b
G	62,6 ^{Aa}	55,0 ^{Aa}	57,0 ^{Aa}	58,2 ^{ab}
G + Ugmax	65,5 ^{Aa}	58,8 ^{Aa}	54,3 ^{Aa}	59,5 ^{ab}
G + HA	65,2 ^{Aa}	58,5 ^{Aa}	54,7 ^{Aa}	59,5 ^{ab}
G + NPK	65,2 ^{Aa}	60,3 ^{Aa}	57,2 ^{Aa}	60,9 ^a
Średnia/Mean	62,8 ^A	57,6 ^B	55,4 ^B	—

Objaśnienia jak w tab. 4./ Explanations as in Tab. 4.

Średnio największą wartość DDM (60,9%) zanotowano dla biomasy z obiektów nawożonych gnojowicą uzupełnioną nawozami mineralnymi NPK, zaś najmniejszą wartość badanej cechy uzyskano dla biomasy z obiektu kontrolnego (54,7%). Wartości te nie różniły się jednak od wartości DDM biomasy z obiektów nawożonych wyłącznie gnojowicą, jak również gnojowicą uzupełnioną kondycjonerami glebowymi Ugmax i Humus Active.

Rozpatrując DDM w poszczególnych pokosach stwierdzono, że najbardziej strawna była biomasa z I pokosu w porównaniu z pokosem II i III.

Względna wartość pokarmowa (RFV) wykazała istotne zróżnicowanie w zależności od zbieranego pokosu (ryc. 2). Względna wartość pokarmowa biomasy zebranej w pokosie I była istotnie większa niż biomasy zebranej w późniejszych pokosach (II i III).



Ryc. 2. Względna wartość pokarmowa (RFV) biomasy w zależności od pokosu
Figure 2. Relative nutritional value (RFV) of biomass depending on the cut

Wartość pokarmowa biomasy pokosu drugiego i trzeciego nie różniła się znacząco. Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu na względną wartość pokarmową pozostałych czynników badawczych.

DYSKUSJA

Coraz częstszą praktyką jest uwzględnianie w ocenie jakości pasz dla przeżuwaczy zawartości frakcji neutralno-detergentowej (NDF) i kwaśnej frakcji detergentowej (ADF). Wysoka zawartość NDF w paszy, frakcji będącej sumą hemicelulozy, celulozy i ligniny, negatywnie wpływa na jej pobranie [Van Soest i in. 1991, Brzóska i Śliwiński 2011, Belanger i in. 2013, Baert i Van Vaes 2014]. Według Mertensa [2012] pożądana zawartość tego parametru w sianie dla bydła mlecznego wynosi około $400,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Wyniki badań wielu autorów [Gaweł i Żurek 2003, Sosnowski i Jankowski 2013, Wiśniewska-Kadżajan i Stefaniak 2020] dowodzą, że ponad 50% włókna surowego stanowi NDF, natomiast frakcja ADF stanowi 30–40%.

Zawartość frakcji włókna NDF (tab. 4) w biomasy uprawianych traw pastewnych pod wpływem stosowania gnojowicy łącznie z kondycjonerami UGmax i Humus Active była istotnie większa niż pod wpływem samej gnojowicy i porównywalna do zawartości tego parametru w biomasy nawożonej gnojowicą i NPK. Przeprowadzony eksperyment

dowiedł, że nawożenie gnojowicą z kondycjonerami glebowymi zmniejszyło teoretyczne pobrania suchej masy (DMI) w porównaniu z biomasą nawożoną wyłącznie gnojowicą, ale było ono porównywalne do DMI biomasy nawożonej gnojowicą i mineralnie (tab. 7). Badania Godlewskiej i Ciepeli [2021] dowodzą korzystnego wpływu biostymulatorów na zmniejszenie zawartości frakcji włóknistych NDF, ADF i ADL, a w konsekwencji poprawę strawności traw pastewnych. Truba i in. [2017] testując kondycjoner glebowy UGmax na trawach pastewnych, nie zanotowali zwiększenia zawartości ADL w zebranej biomase.

Zawartość włókna ADF (tab. 5) w uzyskanej biomase, będącego sumą celulozy i ligniny, nie wykazała zróżnicowania w zależności od nawożenia, podczas gdy Sosnowski [2012] w badaniach z udziałem *Festulolium braunii* zanotował zróżnicowanie zawartości frakcji ADF w biomase po zastosowaniu zarówno użyźniacza glebowego UGmax, jak i nawożenia mineralnego. ADF obejmuje najmniej strawne składniki pasz, a jego zawartość zdaniem Brzóska i Śliwińskiego [2011] oraz Linna i Martina [1989] powinna wynosić ok. 200 g·kg⁻¹ s.m. Wiele badań pokazuje, że wysoka zawartość ADF w paszy przekłada się na zmniejszenie jej strawności [Van Soest i in. 1991, Brzóska i Śliwiński 2011, Belanger i in. 2013, Baert i Van Vaes 2014]. Zastosowane nawożenie istotnie determinowało strawność uzyskanej paszy (DDM), co przedstawia tabela 9. Istotnie największą strawność biomasy uprawianych traw uzyskano pod wpływem stosowania gnojowicy uzupełnionej NPK, ale różniła się ona jedynie względem biomasy z obiektu bez nawożenia, nie różniła się natomiast między strawnością biomasy z obiektów nawożonych gnojowicą łącznie z kondycjonerami glebowymi (Humus Activ i UGmax). O strawności paszy decyduje także stopień zawartości frakcji ADL, którą stanowią ligniny. Zawartość tego parametru w zebranej biomase kształtowała się na poziomie niewskazującym na daleko posunięty proces lignifikacji, co potwierdzają doniesienia Kotlarza i in. [2010], Barszczewskiego i in. [2010], Wróbel i in. [2013], a także Raffrenato et al. [2017].

Z badań wynika (tab. 5, 6, 7, 9), iż możliwe jest zastąpienie nawożenia mineralnego kondycjonerami glebowymi, uzyskując zbliżone efekty w postaci parametrów paszowych, tj. ADF, ADL, DMI czy DDM.

Na zawartość włókna NDF, ADF i ADL (tab. 4, 5, 6) istotny wpływ miał również przebieg warunków pogodowych w sezonach wegetacyjnych, które były bardzo niekorzystne o czym świadczą wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinova. Większą zawartość frakcji ADF w biomase należy tłumaczyć niekorzystnymi warunkami wilgotnościowymi w ciągu wegetacji, co sprzyja gromadzeniu tej frakcji włókna i w konsekwencji zmniejszeniem strawności (DDM) – tab. 9. W badaniach Jonavičienė i in. [2008] również odnotowano istotny wpływ warunków pogodowych na zawartość NDF i wartość DDM w biomase *Phleum pratense*.

Kolejność pokosu istotnie zdeterminowała zawartość frakcji ADL w zebranej biomase, a także jej względną wartość pokarmową RFV (tab. 6, ryc. 2). Najmniej ADL odnotowano w biomase pokosu I, co potwierdzają badania Barszczewskiego i in. [2010], Sosnowskiego i Jankowskiego [2013] oraz Wiśniewskiej-Kadżajan i Jankowskiego [2019]. Względna wartość pokarmowa biomasy z każdego pokosu mieściła się w granicach pozwalających na zakwalifikowanie jej do III klasy jakościowej, przydatnej w żywieniu dobrego bydła opasowego, starszych jałówek i marginalnie dla krów mlecznych.

Gatunek uprawianej trawy istotnie różnicował jedynie zawartość lignin kwaśno detergentowych (ADL) w biomase, przy czym większą akumulację tego parametru zanotowano w biomase *Festulolium braunii* niż *Lolium multiflorum*.

WNIOSKI

Wykazano, że współdziałanie kondycjonerów glebowych Humus Active i UGmax z gnojowicą spowodowało zwiększenie zawartości NDF w biomase i zmniejszenie wartości DMI w odniesieniu do działania samej gnojowicy, natomiast nie wpłynęło istotnie na wartości tych parametrów w porównaniu do nawożenia gnojowicą łącznie z NPK. Pozostałe badane parametry nie wykazały istotnej reakcji na łączne stosowanie kondycjonerów glebowych z gnojowicą i były porównywalne do wartości uzyskanych pod wpływem działania samej gnojowicy. Wartości badanych parametrów dla biomasy nawożonej gnojowicą i kondycjonerami glebowymi a biomasy nawożonej gnojowicą i mineralnie NPK były zbliżone, co zaprzecza postawionej hipotezie badawczej.

Należy jednak podkreślić, że łączne zastosowanie gnojowicy z kondycjonerami glebowymi Humus Active i UGmax dało porównywalny efekt w postaci zawartości NDF i ADF w otrzymanej biomase oraz jej pobrania (DMI), strawności (DDM), jak i uzupełnienia gnojowicy nawozami mineralnymi NPK. Sugeruje to możliwość suplementacji gnojowicy kondycjonerami glebowymi zamiast nawozami mineralnymi bez ujemnego wpływu na wartość pokarmową uzyskanej paszy, co jest niewątpliwie korzystne ze względów ekonomicznych i środowiskowych.

PIŚMIENNICTWO

- Bac S., Koźmiński C., Rojek M., 1993. Agrometeorologia. PWN, Warszawa, 32–33.
- Baert J., Van Waes C., 2014. Improvement of the digestibility of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) inspired by perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Grassl. Sci. Eur. 19, 172–174.
- Barszczewski J., Wróbel B., Jankowska-Huflejt H., Mendra M., 2010. Wpływ zróżnicowanych sposobów nawożenia na ruń łąkową oraz jakość pozyskiwanych kiszzonek. Zesz. Nauk. WSA Łomży 46, 7–16.
- Belanger G., Virkajarvi P., Duru M., Tremblay G.F., Saarijarvi K., 2013. Herbage nutritive in less-favoured areas of cool regions. Grassl. Sci. Eur. 18, 57–70.
- Brzóska F., Śliwiński B., 2011. Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny. Cz. II. Metody analizy i oceny wartości pokarmowej pasz objętościowych. Wiad. Zootech. 4, 57–68.
- Burns G.A., Gilliland T.J., McGilloway D.A., O'Donovan M., Lewis E., Blount N., O'Kely P., 2010. Using NIRS to predict composition characteristics of *Lolium perenne* L. cultivars. Advanc. Anim. Biosci. 1, 321–321. <https://doi.org/10.1017/S2040470010004644>
- Człepińska-Kamińska D. (red.), 2011. Systematyka gleb Polski. Roczn. Glebozn./Ann. Soil Sci. 62, 128–132.
- Dymnicka M., 2001. Węglowodany. W: Podstawy żywienia zwierząt, M. Dymnicka, J. Sokół (red.). Wyd. SGGW, Warszawa, 15–19.
- Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r. w sprawie ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (91/676/EWG) (Dz.U. UE L z dnia 31 grudnia 1991 r.). <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzienniki-UE/dyrektywa-91-676-ewg-dotyczaca-ochrony-wod-przed-przednimi-67456932> [dostęp: 15.01.2024 r.].

- Gaweł E., Żurek J., 2003. Wartość pokarmowa wybranych odmian lucerny. *Biuletyn IHAR* 225, 167–174.
- Godlewska A., Ciepela G.A., 2021. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) fiber fraction content and dry matter digestibility following biostimulant application against the background of varied nitrogen regime. *Agronomy* 11, 39. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010039>
- INRA, 2007. *Alimentation des bovis, ovis et caprins. Besoins des animaux – Valeurs des aliments*. Tables INRA, Editions Quae.
- Jonavičienė K., Paplauskienė V., Lemežienė N., Butkutė B., 2008. Quality of timothy (*Phleum pratense* L.) and causality of its variation. *Grassl. Sci. Eur.* 13, 471–473.
- Kodeks dobrej praktyki rolniczej, 2004. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 1–98.
- Kotlarz A., Stankiewicz S., Biel W., 2010. Skład botaniczny i chemiczny siana z półnaturalnej łąki oraz jego wartość pokarmowa dla koni. *Acta Sci. Pol., Zootechnica* 9(4), 119–128.
- Linn J.G., Martin N.P., 1989. *Forage quality test and interpretation*. Minnesota Extension Service, University of Minnesota, 1–5.
- Mertens D.R., 2012. Mertens Innovation & Research LLC, Belleville, WI, Personal Communications, 2012.
- Raffrenato E.R., Fievisohn, K.W., Cotanch K.W., Grant R.J., Chase L.E., Van Amburgh M.E., 2017. Effect of lignin linkages with other plant cell wall components on *in vitro* and *in vivo* neutral detergent fiber digestibility and rate of digestion of grass forages. *J. Dairy Sci.* 100, 8119–8131. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12364>
- Reddersen B., Fricke T., Wachendorf M., 2012. Influence of NIRS – method on the calibration of N-, ash- and NDF-content of grassland hay and silage. *Grassl. Sci. Eur.* 17, 385–387.
- Salama H., Lösche M., Herrmann A., Gierus M., Taube F., 2008. Digestibility and fiber fractions of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) as affected by cultivar and ploidy level. *Grassl. Sci. Eur.* 13, 504–506.
- Skowera B., Puła J., 2004. Skrajne warunki pluwiotermiczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971–2000. *Acta Agroph.* 3(1), 171–177. <https://doi.org/10.31545/aagr/134841>
- Sosnowski J., 2012. Wartość produkcyjna, energetyczna i pokarmowa *Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus zasilanej mikrobiologicznie i mineralnie. *Fragm. Agron.* 29(2), 115–122.
- Sosnowski J., Jankowski K., 2013. Względna wartość pokarmowa mieszanek *Festulolium braunii* z lucerną mieszańcową uprawianych w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Folia Pomer. Univ. Technol., Stetin. Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 307(28), 99–106.
- StatSoft, Inc. 2014. *Statistica (data analysis software system)*, version 12. www.statsoft.com.
- Trętowski J., Wójcik A.R., 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych*, Siedlce. WSRP, 538.
- Truba M., Wiśniewska-Kadżajan B., Jankowski K., 2017. Wpływ preparatów biologicznych oraz nawożenia mineralnego NPK na zawartość frakcji włókna u *Dactylis glomerata* i *Lolium perenne*. *Fragm. Agron.* 34(1), 107–116.
- Truba M., Jankowski K., Wiśniewska-Kadżajan B., Sosnowski J., Malinowska E., 2020. The effect of soil conditioners on the quality of selected forage grasses. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 18(4), 5123–5133. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1804_51235133
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Wiśniewska-Kadżajan B., Jankowski K., 2019. Changes in the content of structural carbohydrates and lignin in the biomass of *Lolium multiflorum* (Lam.) after applying slurry with biopreparations and with NPK. *Acta Sci. Pol. Agricultura* 18, 4, 171–179. <http://dx.doi.org/10.37660/aspagr.2019.18.4.3>
- Wiśniewska-Kadżajan B., Jankowski K., 2020a. Effects of interaction between slurry, soil conditioners and mineral fertilizers on the content of fibre fractions in *Lolium multiflorum* (Lam). *J. Ecol. Engin.* 21(4), 160–167. <https://doi.org/10.12911/22998993/119812>

- Wiśniewska-Kadżajan B., Jankowski K., 2020b. Effects of the interaction between slurry, soil conditioners, and mineral NPK fertilizers on selected nutritional parameters of *Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus. *Agron. Res.* 18, 1573–1583. <https://doi.org/10.15159/ar.20.12>
- Wiśniewska-Kadżajan B., Jankowski K., 2021. Effect of slurry used with soil conditioners and fertilizers on structural, non-structural carbohydrate and lignin content. *Agron. J.* 113, 2812–2820. <https://doi.org/10.1002/agj2.20670>
- Wiśniewska-Kadżajan B., Malinowska E., 2022. The effects of spent mushroom substrate on the yield and nutritional value of *Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus. *Agriculture* 12, 1537. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101537>
- Wiśniewska-Kadżajan B., Malinowska E., Novak J., 2023. Changes in selected forage parameters of meadow timothy (*Phleum pratense* L.) biomass and in the soil as a response to slurry interaction with soil conditioners. *Sustainability* 15, 2502. <https://doi.org/10.3390/su15032502>
- Wiśniewska-Kadżajan B., Stefaniak G., 2020. Effects of slurry applied with soil conditioners and mineral fertilizers on fiber fraction content in *Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus. *Appl. Sci.* 10(18), 6554. <https://doi.org/10.3390/app10186554>
- Wróbel B., Zielińska K.J., Fabiszewska A.U., 2013. Wpływ nawożenia gnojówką bydlęcą na jakość runi łąkowej i jej przydatność do zakiszania. *Probl. Inż. Roln.* 2(80), 151–164.
- Wykaz nawozów i środków poprawiających właściwości gleby zakwalifikowanych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, 2021. IUNG, https://iung.pl/images/pdf/Wykaz_ekologia.pdf [dostęp: 16.01.2024].
- Zarzecka K.E., Gugala M.J., Mystkowska I., Sikorska A., 2020. Total and true protein content in potato tubers depending on herbicides and biostimulants. *Agronomy* 10(8), 1106. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081106>

Źródło finansowania: Publikacja została sfinansowana z tematu badawczego nr 161/23/B dotowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Abstract. In a two-year field experiment, the interaction of slurry with Humus Active and UGmax soil conditioners on selected quality characteristics of two species of fodder grass was assessed. The experiment used cattle slurry, UGmax and Humus Active soil conditioners, as well as mineral NPK. The test plants were the grasses *Lolium multiflorum* cultivar Dukat and *Festulolium braunii* (K Richt.) A. Camus cultivar Sulino. During two years of full use, three regrowths of cultivated grass were collected from each facility. The content of neutral-detergent fiber (NDF), acid-detergent fiber (ADF) and acid-detergent lignin (ADL) was determined in the plant material using near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). Based on the NDF and ADF content, the suitability of the feed raw material for animal production was determined, determining the relative nutritional value of RFV. The interaction of Humus Active and UGmax soil conditioners with slurry increased the NDF content in the biomass, but decreased the intake of dry matter DMI, in relation to biomass fertilized with slurry only.

Supplementing slurry with Humus Active and UGmax soil conditioners resulted in comparable NDF and ADF contents in the obtained biomass and its uptake (DMI) and digestibility (DDM) as supplementing slurry with NPK mineral fertilizers.

Keywords: feed parameters, fertilization, *Lolium multiflorum*, *Festulolium braunii*

Received: 2.12.2023
Accepted: 16.07.2024
Online first: 02.12.2024