

WPLYW NAWOŻENIA PREPARATEM AMINOKWASOWYM NA SKŁAD CHEMICZNY I WARTOŚĆ POKARMOWĄ RUNI MIESZANKI ŻYCICY WIELOKWIATOWEJ I LUCERNY SIEWNEJ

Adam Radkowski¹, Iwona Radkowska², Jan Bocianowski³

¹Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Katedra Agroekologii i Produkcji Roślinnej,
al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, e-mail: adam.radkowski@urk.edu.pl,
ORCID: 0000-0002-3146-6212

²Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Hodowli Bydła,
32-083 Balice k. Krakowa, e-mail: iwona.radkowska@izoo.krakow.pl, ORCID: 0000-0002-8780-1585

³Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych,
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, e-mail: jan.bocianowski@up.poznan.pl,
ORCID: 0000-0002-0102-0084

*Celem podjętych badań było określenie wpływu zastosowania preparatu zawierającego aminokwasy na produktywność i wartość pokarmową mieszanki składającej się z życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) i lucerny siewnej (*Medicago sativa* L.). Przygotowano następujące warianty nawozowe: kontrolny bez nawożenia preparatem aminokwasowym i doświadczalne, w których zastosowano zróżnicowane dawki preparatu aminokwasowego z 1, 1,5, 2 i 2,5 dm³·ha⁻¹ pod każdy odrost. W przygotowanym materiale roślinnym oznaczono podstawowy skład chemiczny metodą standardową oraz określono wartość pokarmową w jednostkach systemu INRA. Uzyskane wyniki badań wykazały, że wraz ze wzrostem dawki preparatu zwiększała się istotnie koncentracja białka ogólnego, a w niektórych przypadkach także tłuszczu surowego. Ze względu na wyższą zawartość białka, rośliny z obiektów nawożonych aminokwasami charakteryzowały się wyższymi wartościami BTJN i BTJE w porównaniu z roślinami z obiektu kontrolnego. W odniesieniu do jednostek energetycznych JPM i JPŻ nie stwierdzono istotnych różnic.*

Słowa kluczowe: aminokwasy, życica wielokwiatowa, lucerna siewna, wartość pokarmowa, skład chemiczny

Wykorzystanie aminokwasów w dolistnym nawożeniu roślin jest nową koncepcją dostarczania roślinom składników pokarmowych. Aminokwasy to organiczne związki chemiczne, będące podstawowymi jednostkami budulcowymi białek, które w roślinie pełnią wielorakie funkcje: strukturalną (budulcową), metaboliczną i transportową (Liu i in., 2008). Aminokwas jest naturalnym, łatwo rozpoznawanym przez rośliny nośnikiem składników pokarmowych i czynnikiem stymulującym wzrost (Liu i Bush,

2006). Aminokwasy w uprawach rolniczych mogą stanowić alternatywne źródło azotu. Preparaty zawierające aminokwasy wykorzystywane są jako stymulatory głównie w uprawie owoców i warzyw. W doświadczeniach naukowych stwierdzono korzystny wpływ zastosowania tych preparatów na plonowanie roślin, ich wzrost oraz niwelowanie negatywnych skutków stresu środowiskowego (El-Zohiri i Asfour, 2009; Sadak i in., 2015). Warunki stresu, takie jak wysoka temperatura czy susza mają negatywny wpływ na metabolizm roślinny, co przekłada się bezpośrednio na spadek ilości i jakości uzyskiwanego plonu. Badania wykazują, iż zastosowanie aminokwasów w okresie stresu znacznie ogranicza niekorzystny efekt stresogennego czynnika i zapobiega szkodliwym efektom stresu (Haghighi i in., 2008; Abo-Sedera i in., 2010). Wykazano, iż aminokwasy, takie jak glutaminian, cysteina, fenyloalanina i glicyna mogą działać bezpośrednio lub pośrednio na osłabienie stresu oksydacyjnego roślin (Denisov i Afanas'ev, 2005; Ashraf i Foolad, 2007; Gill i Tuteja, 2010), dlatego też stosowanie tych preparatów może być alternatywą dla złagodzenia skutków wywołanych stresem oksydacyjnym.

Życica wielokwiatowa jako gatunek szybko rosnący, dający bardzo wysokie plony zielonej do osiągnięcia optymalnych plonów masy, wymaga zapewnienia korzystnych warunków klimatycznych. Podobnie lucerna siewna (*Medicago sativa*), jedna z najważniejszych roślin strączkowych pastewnych, powszechnie stosowana w żywieniu krów mlecznych (Mohammed i in., 2012; Hassanat i in., 2014). Niestety w Polsce w ostatnich latach obserwuje się zmniejszenie opadów w okresie wegetacji, co niekorzystnie wpływa na jakość i skład chemiczny roślin, w tym mieszanek trawiających.

Wyniki badań naukowych dostępne w literaturze wskazują, iż zastosowanie aminokwasów w uprawach rolniczych korzystnie wpływa na wzrost plonowania roślin, nie ma natomiast doniesień na temat oddziaływania aminokwasów na roślinność trawiastą wykorzystywaną w żywieniu przeżuwaczy. Dlatego też podjęto badania nad określeniem wpływu zastosowania preparatu zawierającego aminokwasy na produktywność i wartość pokarmową mieszanki składającej się z życicy wielokwiatowej i lucerny siewnej.

Material i metody

Badania przeprowadzono w indywidualnym gospodarstwie rolnym położonym w województwie małopolskim, w powiecie krakowskim. Doświadczenie polowe założono metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 10 m². Na polu doświadczalnym występował czarnoziem zdegradowany wytworzony z lessu, zaliczany pod względem bonitacyjnym do klasy I. Zasobność gleby w przyswajalne formy fosforu (11,4 mg·100 g⁻¹ gleby), potasu (15,3 mg·100 g⁻¹ gleby) i magnezu (8,3 mg·100 g⁻¹ gleby) była średnia.

Do badań przyjęto następujące kombinacje nawozowe:

Objekt kontrolny bez nawożenia preparatem aminokwasowym;

oraz obiekty, w których zastosowano opryskiwanie preparatem AGRO-SORB® Folium w dawkach:

- 1,0 dm³·ha⁻¹ pod każdy odrost;
- 1,5 dm³·ha⁻¹ pod każdy odrost;
- 2,0 dm³·ha⁻¹ pod każdy odrost;
- 2,5 dm³·ha⁻¹ pod każdy odrost;

Do badań przyjęto mieszankę składającą się z życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) odmiany Jeanne wpisaną do Krajowego Rejestru Odmian w 2000 roku i lucernę siewną odmiany Perfecta wpisaną do Krajowego Rejestru Odmian w 2004 roku. Udział w mieszance życicy wielokwiatowej wynosił 60%, a lucerny siewnej 40%. Mieszankę wysiano w terminie 15 kwietnia w ilości 35 kg·ha⁻¹. Zastosowano następujące podstawowe nawożenie mineralne: pod I pokos 40 kg N·ha⁻¹, pod II i III po 30 kg N·ha⁻¹ w formie saletry amonowej, fosfor we wszystkich objętych badaniami obiektach jednorazowo na wiosnę w ilości 120 kg P₂O₅·ha⁻¹ w postaci superfosfatu potrójnego oraz potas pod pierwszy i pod trzeci pokos po 60 kg K₂O·ha⁻¹ jako 57% sól potasową.

Zielonkę koszone w fazie kłoszenia życicy wielokwiatowej, natomiast lucerna siewna była na przełomie fazy pączkowania i początku kwitnienia, następne odrosty w odstępach 7-tygodniowych. Zawartość podstawowych składników oznaczono metodą weendeńską (AOAC, 2005). Wartość pokarmową wyceniono w systemie INRA za pomocą programu Winwar, wersja 1.6. firmy DJG. Do wyceny wartości BTJN i BTJE posłużono się tabelarycznymi współczynnikami rozkładu jelitowego białka. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. W pierwszej kolejności sprawdzono zgodność rozkładu empirycznego poszczególnych obserwowanych cech z rozkładem normalnym za pomocą testu Shapiro-Wilka. Następnie przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA) w celu oceny wpływu pokosu, dawki oraz interakcji pokos × dawka na wartości poszczególnych cech obserwowanych w doświadczeniu. Obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe dla poszczególnych poziomów obu testowanych czynników. Obliczono wartości najmniejszych istotnych różnic (NIR) na poziomie 0,05, które posłużyły do testowania istotności różnic. Do oceny współzależności obserwowanych cech zastosowano współczynniki korelacji liniowej Pearsona. Wszystkie obliczenia w zakresie analizy statystycznej wykonano przy użyciu Pakietu statystycznego GenStat 18.

Wyniki

Wyniki analizy wariancji wskazują na istotny statystycznie wpływ pokosu na wartości wszystkich obserwowanych cech, z wyjątkiem popiołu surowego. Natomiast dawka oraz interakcja pokos × dawka determinowały wszystkie badane cechy (tab. 1).

Dane dotyczące plonu suchej masy w runi mieszanki życicy z lucerną przedstawiono w tabeli 2. Analiza wielkości plonu suchej masy w poszczególnych pokosach i w zastosowanych wariantach nawozowych wskazuje na znaczne różnice w plonowaniu, wywołane dawką preparatu aminokwasowego oraz kolejnym pokosem w roku. Plony suchej masy wynosiły od 2,013 do 6,034 t·ha⁻¹ przy stwierdzonym istotnym zróżnicowaniu. Najwyższy łączny plon suchej masy stwierdzono w przypadku mieszanki pochodzącej z obiektu, w którym zastosowano najwyższą dawkę prepa-

ratu aminokwasowego. Różnica w stosunku do obiektu kontrolnego wynosiła 15%. Również wysokie plony uzyskano z obiektu, na którym zastosowano $2,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ preparatu aminokwasowego. Zawartości oznaczonych składników pokarmowych w badanych roślinach przedstawiono w tabeli 3. W roślinach pochodzących z obiektu kontrolnego, czyli bez stosowania preparatu aminokwasowego, zaobserwowano niższą zawartość podstawowych składników. Zawartość białka ogólnego wahała się od 126,8 do 249,4 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. W efekcie zwiększającej się dawki preparatu aminokwasowego zwiększyła się w roślinach zawartość białka ogólnego – odpowiednio o 6, 12, 21 i 27%. Zawartość tłuszczu surowego, oznaczana jako ekstrakt eterowy, w paszach objętościowych waha się w przedziale $20\text{--}50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m., w badanych roślinach wartość ta kształtowała się od $16,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. do $42,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. W przypadku włókna surowego w badanych roślinach stwierdzono, iż jego zawartość w poszczególnych wariantach wahała się w granicach $215,1\text{--}306,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. i najwyższa była w wariantcie kontrolnym. Stwierdzono, iż wraz ze zwiększeniem się dawki aminokwasów zmniejszał się udział włókna.

Tabela 1. Średnie kwadraty z dwuczynnikowej analizy wariancji obserwowanych cech
Table 1. Mean squares from two-way analysis of variance for the observed traits

Źródło zmienności Source of variation	Pokos Cut	Dawka Dose	Pokos×Dawka Cut×Dose	Residual
	Liczba stopni swobody Degrees of freedom			
	2	4	8	30
Plon Yield	39,58***	0,309***	0,249***	0,022
Popiół surowy Crude ash	37,05	214,25***	34,08*	13,6
Białko ogólne Crude protein	14658***	2716***	459,8***	38,22
Włókno surowe Crude fibre	656,12***	1808,46***	1011,01***	50,87
Tłuszcz surowy Crude fat	35,64***	197,05***	178,11***	0,722
ADF	2976,31***	3621,25***	3690,17***	91,59
ADL	6716,2***	1909,1***	1710,9***	4,296
NDF	4460,7***	1816,6***	7532,2***	190,2
Cukry rozp. Soluble carbohydrates	5952,62***	622,08***	544,77***	10,19
JPM	0,01212***	0,00418***	0,00681***	0,00045
UFL				
JPŻ	0,01040***	0,00561***	0,00852***	0,00037
UFV				
BTJN	5561,66***	974,13***	139,41***	13,13
PDIN				
BTJE	1107,163***	141,297***	39,505***	8,16
PDIE				

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Pod względem wartości energetycznej w badanych wariantach nie stwierdzono znacznego zróżnicowania pod względem JPM, wielkość ta kształtowała się od 0,66 do 0,84 kg⁻¹ s.m. Natomiast wartość białkowa była znacznie zróżnicowana i kształtowała się w zakresie 86,6–154,2 dla BTJN oraz 82,9–114,0 g·kg⁻¹ suchej masy dla BTJE. W porównaniu z obiektem kontrolnym wartość białkowa wzrosła w roślinach pochodzących z obiektów nawożonych preparatem aminokwasowym o 4, 10, 19 i 25% BTJN i odpowiednio o 3, 5, 6 i 12% BTJE.

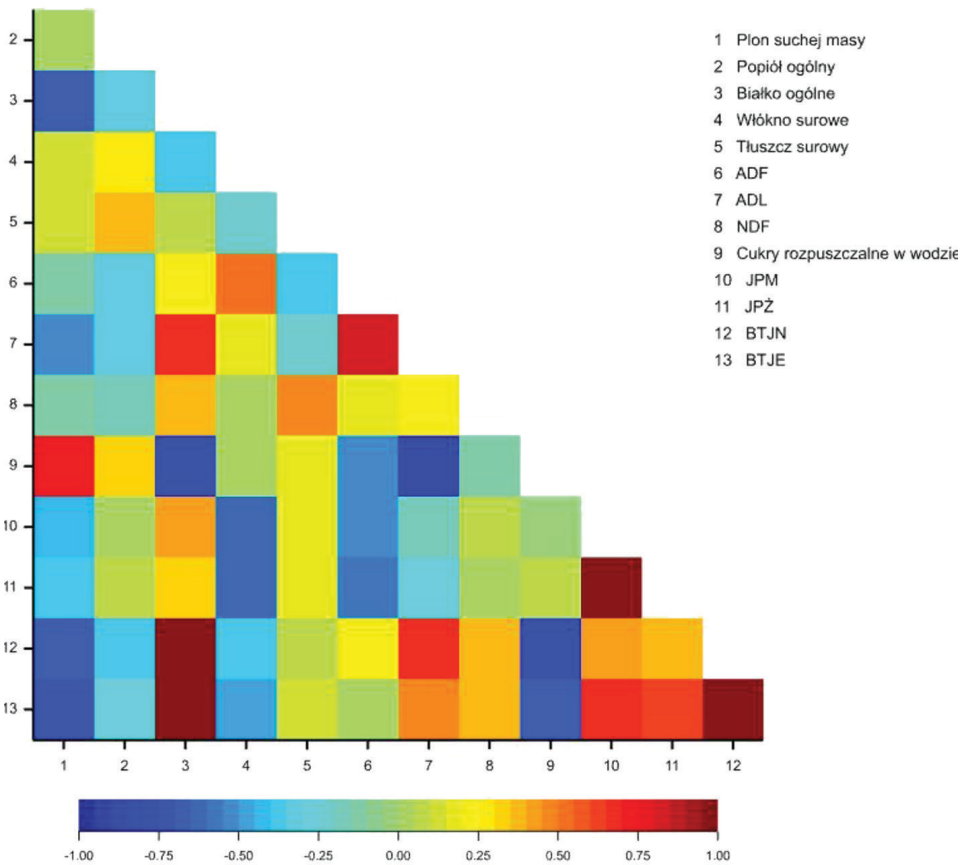
Tabela 2. Wartości średnie i odchylenia standardowe (od. st.) plonu suchej masy (t ha⁻¹) w runi mieszanki życicy z lucerną dla poszczególnych pokosów i zastosowanych dawek nawożenia preparatem aminokwasowym

Table 2. Mean values and standard deviations (SD) for dry matter yield (t ha⁻¹) in sward of ryegrass-lucerne mixture for different cuts and amino acid preparation fertilization doses

Pokos Cut	Dawka Dose	Wartość średnia Mean value	od. st. SD
I	Kontrola Control	4,642	0,146
	1 dm ³ ha ⁻¹	5,276	0,112
	1,5 dm ³ ha ⁻¹	5,247	0,193
	2 dm ³ ha ⁻¹	5,347	0,196
	2,5 dm ³ ha ⁻¹	6,034	0,222
II	Kontrola Control	3,118	0,147
	1 dm ³ ha ⁻¹	3,08	0,145
	1,5 dm ³ ha ⁻¹	3,157	0,149
	2 dm ³ ha ⁻¹	3,256	0,153
	2,5 dm ³ ha ⁻¹	3,103	0,146
III	Kontrola Control	2,038	0,110
	1 dm ³ ha ⁻¹	2,013	0,109
	1,5 dm ³ ha ⁻¹	2,13	0,114
	2 dm ³ ha ⁻¹	2,371	0,089
	2,5 dm ³ ha ⁻¹	2,094	0,112
NIR _{0,05}		0,247	

Uzyskane wyniki wskazują, że 45 spośród 78 par cech było istotnie statystycznie skorelowane (rys. 1). Plon suchej masy był istotnie dodatnio skorelowany z zawartością cukrów rozpuszczalnych w wodzie ($r=0,72$), a ujemnie z: białkiem ogólnym ($-0,68$), ADL ($-0,54$), JPM ($-0,41$), JPŻ ($-0,35$), BTJN ($-0,70$) i BTJE ($-0,70$). Zawartość popiołu ogólnego korelowała dodatnio z zawartością tłuszczu surowego (0,37) i cukrów rozpuszczalnych w wodzie (0,32), a ujemnie z: białkiem ogólnym

(-0,35), ADF (-0,31), ADL (-0,33) i BTJN (-0,36). Białko ogólne było współzależne pozytywnie z: NDF (0,38), ADL (0,67), JPM (0,43), JPŻ (0,43), BTJN (1,00) oraz BTJE (0,95), natomiast negatywnie z włóknem surowym (-0,37) i cukrami rozpuszczalnymi w wodzie (-0,79). Zawartość włókna surowego korelowała dodatnio z ADF (0,53), a ujemnie z: JPM (-0,62), JPŻ (-0,64), BTJN (-0,37) i BTJE (-0,47). Natomiast zawartość tłuszczu surowego była wprost proporcjonalna do NDF (0,50), a odwrotnie proporcjonalna do ADF (-0,39). ADF było istotnie skorelowane z: ADL (0,80), cukrami rozpuszczalnymi w wodzie (-0,54), JPM (-0,51) oraz JPŻ (-0,58) (rys. 1). Ponadto zaobserwowano liniową współzależność między ADL a: cukrami rozpuszczalnymi w wodzie (-0,86), BTJN (0,66) i BTJE (0,49). JPM było bardzo silnie skorelowane z JPŻ (0,99), a BTJN z BTJE (0,96). Poza tym BTJN i BTJE były skorelowane z: NDF, cukrami rozpuszczalnymi w wodzie, JPM i JPŻ (rys. 1).



Rys. 1. Mapa ciepła współczynników korelacji liniowej Pearsona pomiędzy obserwowanymi cechami ($r_{kr}=0,29$)

Fig. 1. Heat map for coefficients of Pearson's linear correlation between observed traits ($r_{kr}=0.29$)

Tabela 3. Wartości średnie i odchylenia standardowe (od. st.) składu chemicznego (g kg^{-1} s.m.) rumi żyycy wielokwiatowej i lucerny siewnej dla poszczególnych pokosów i zastosowanych dawek nawożenia preparatem aminokwasowymTable 3. Mean values and standard deviations (SD) for chemical composition (g kg^{-1} DM) in sward of Italian ryegrass-lucerne mixture for different cuts and amino acid fertilization doses

Cecha Trait	Dawka Dose	Popiół ogólny Crude ash		Białko ogólne Crude protein		Tłuszcz surowy Crude fat		Włókno surowe Crude fibre		NDF		ADF		ADL		Cukry rozpuszczalne w wodzie Water soluble carbohydrates	
		Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD
I	Kontrola Control	115	2,86	136	10,72	24,2	0,55	277	9,85	494	6,64	343	8,77	32,17	0,38	85,3	11,2
	1 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	118	3,76	148	4,71	31	0,99	247	7,86	437	13,9	297	9,47	26,16	0,83	82,9	2,64
	1,5 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	123	3,91	163	5,19	29,3	0,93	266	8,48	438	14	312	9,95	30,6	0,98	69,3	2,21
	2 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	114	2,85	191	4,79	34,6	0,87	265	3,78	565	14,2	376	9,44	83,39	2,1	56,5	1,42
	2,5 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	104	3,12	210	5,27	34,1	0,86	244	6,13	530	13,3	358	8,99	73,83	1,86	53,4	1,34
II	Kontrola Control	116	3,9	194	6,55	30	1,01	252	8,51	533	18	355	11,96	83,63	2,82	57,5	1,94
	1 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	120	2,33	191	3,71	41,3	0,80	271	5,26	567	11	353	6,85	68,04	1,32	36,8	0,71
	1,5 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	111	3,76	203	6,84	31,4	1,06	267	9,02	559	18,9	320	10,80	47,95	1,62	60,2	2,03
	2 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	108	7,41	208	4,04	16,6	0,32	266	4,1	485	9,4	402	7,81	102,9	2	26,6	0,52
	2,5 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	104	4,37	214	7,23	19,1	0,64	254	8,57	490	16,6	394	13,28	99,55	3,36	22,5	0,76
III	Kontrola Control	116	3,63	210	4,07	18,9	0,37	300	5,82	467	9,07	401	7,78	120,2	2,33	22,4	0,44
	1 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	116	1,97	230	7,78	36,3	1,22	228	7,68	478	16,1	327	11,02	80,86	2,73	28,2	0,95
	1,5 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	115	2,62	233	4,52	32,5	0,63	244	4,74	524	10,2	366	7,10	97,61	1,89	34	0,66
	2 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	114	2,01	242	8,15	37,9	1,28	258	8,7	540	18,2	335	11,32	91,24	3,08	29,3	0,99
	2,5 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$	109	3,43	244	4,74	24,2	0,47	219	4,25	518	10	301	5,83	58,05	1,13	42,1	0,82
NIR _{0,05}		6,149		10,308		1,417		11,89		23		15,96		3,456		5,323	

Tabela 4. Wartości średnie i odchylenia standardowe (od. st.) cech wartości pokarmowej (zawartość w 1 kg s.m.) dla poszczególnych pokosów i zastosowanych dawek nawożenia preparatem aminokwasowym

Table 4. Mean values and standard deviations (SD) for nutritive value traits (content in 1 kg DM) of different cuts and amino acid fertilization doses

Cecha Trait		JPM UFL		JPŻ UFV		BTJN PDIN		BTJE PDIE	
Pokos Cut	Dawka Dose	Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD	Śred. Mean	od. st. SD
I	Kontrola Control	0,724	0,023	0,656	0,021	88,8	2,83	84,94	2,71
	1 dm ³ ha ⁻¹	0,724	0,023	0,656	0,021	91,7	2,92	85,9	2,74
	1,5 dm ³ ha ⁻¹	0,714	0,023	0,647	0,021	101	3,23	88,8	2,83
	2 dm ³ ha ⁻¹	0,676	0,022	0,589	0,019	118	3,75	92,66	2,95
	2,5 dm ³ ha ⁻¹	0,705	0,022	0,627	0,020	129	4,12	98,45	3,14
II	Kontrola Control	0,761	0,026	0,692	0,023	121	4,07	98,86	3,34
	1 dm ³ ha ⁻¹	0,705	0,014	0,627	0,012	119	2,3	94,96	1,84
	1,5 dm ³ ha ⁻¹	0,741	0,025	0,662	0,022	127	4,27	99,85	3,37
	2 dm ³ ha ⁻¹	0,685	0,013	0,597	0,012	130	2,53	97,9	1,9
	2,5 dm ³ ha ⁻¹	0,712	0,024	0,633	0,021	134	4,5	100,8	3,4
III	Kontrola Control	0,676	0,013	0,587	0,011	130	2,53	97,9	1,9
	1 dm ³ ha ⁻¹	0,821	0,028	0,74	0,026	143	4,84	109,7	3,7
	1,5 dm ³ ha ⁻¹	0,734	0,014	0,656	0,013	145	2,81	105,7	2,05
	2 dm ³ ha ⁻¹	0,741	0,025	0,662	0,022	150	5,07	108,7	3,67
	2,5 dm ³ ha ⁻¹	0,842	0,016	0,773	0,015	153	2,96	114,5	2,22
NIR _{0,05}		0,036		0,032		6,043		4,763	

Omówienie wyników

Nawożenie aminokwasami stosowane jest w celu uzyskania możliwie jak najlepszego plonowania i jakości zwłaszcza w warunkach środowiskowych niesprzyjających wzrostowi i rozwojowi roślin. Odpowiednie zaopatrzenie roślin w niezbędne składniki pokarmowe jest warunkiem ich prawidłowego wzrostu i rozwoju, a w efekcie wysokiego plonowania. Bardzo duże znaczenie, szczególnie w żywieniu bydła, mają pasze objętościowe pochodzące z użytków zielonych. Zielonka, kiszonka i siano są, zwłaszcza w mniejszych gospodarstwach, podstawą żywienia przeżuwaczy, dlatego też powinny cechować się wysoką jakością i wartością żywieniową (Baranowski i Richter, 2002; Karaś, 1997).

Na podstawie wyników uzyskanych w przeprowadzonym doświadczeniu można stwierdzić korzystny wpływ dolistnej aplikacji aminokwasów na skład chemiczny i wartość pokarmową runi życicy wielokwiatowej i lucerny siewnej. Badania nad możliwością wykorzystania aminokwasów w nawożeniu roślin prowadzone są głównie na roślinach uprawnych, a zwłaszcza na warzywach (El-Zohiri i Asfour, 2009; Ahmed i in., 2011; Sadak i in., 2015; Kandil i in., 2016). Natomiast z wcześniejszych badań autorów wynika, że nawożenie aminokwasami korzystnie wpływa także na wzrost roślin runi łąkowej (Radkowski i Radkowska, 2018; Radkowski i in., 2018). Aminokwasy pełnią kluczową rolę w metabolizmie roślin, w tym także w przyswajaniu protein, które są jednym z najważniejszych czynników sprzyjających prawidłowemu formowaniu się komórek. Thon i in. (1981) wskazali, że aminokwasy są źródłem łatwo dostępnego azotu dla komórek roślinnych, który jest szybciej pobierany niż nieorganiczny azot. Konsekwencją prawidłowo przebiegających procesów życiowych rośliny jest wzrost zielonej i suchej masy. Pozytywny efekt zastosowania tych biokatalizatorów na wzrost roślin można wywnioskować także z tego, iż niektóre aminokwasy, np. fenyloalanina czy ornityna mogą stymulować biosyntezę gibberellin (Walter i Nawacki, 1978). Stwierdzone w niniejszym doświadczeniu wyższe plonowanie na obiektach nawożonych aminokwasami koresponduje z wynikami doświadczeń wykonanych na roślinach uprawnych (El-Zohiri i Asfour, 2009; Ahmed i in., 2011; Tarraf i in., 2015). Badania te wykonywane były na różnych gatunkach roślin i dały pozytywny efekt w postaci wzrostu plonu masy nadziemnej. Badania przeprowadzone na soi wykazały, że zastosowanie aminokwasów korzystnie wpłynęło na ilość świeżej masy, jak również wydajność plonów (Saeed i in., 2005). Także Ahmed i in. (2011) wskazali, że zastosowanie aminokwasów znacząco zwiększyło wysokość roślin, średnicę łodyg, świeżą i suchą masę liści u *Hibiscus sabdariff*. Podobnie efekty stwierdzono przy uprawie ziemniaków, gdzie uzyskano znaczny wzrost wegetatywny roślin, wysokość roślin i plony suchej masy (El-Zohiri i Asfour, 2009). Zastosowanie nawożenia aminokwasowego również pozytywnie wpłynęło na wegetatywny wzrost kozieradki (*Trigonella foenum-graecum* L.), uzyskując większą liczbę liści, gałęzi, większą wysokość roślin, a także większą masę świeżej i suchej masy (Tarraf i in., 2015). Podobne efekty uzyskali Gamal El-Din i Abd El-Wahed (2005) w przypadku nawożenia rumianku. Także w badaniach własnych (Radkowski i in., 2018) stwierdzono pozytywny wpływ dolistnego nawożenia aminokwasami na plonowanie runi łąkowej oraz wykorzystanie składników odżywczych. Zastosowanie dawki aminokwasów w ilości $4,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ znacznie ($P \leq 0,05$) poprawiło wysokość rośliny, co skutkowało wyższym plonem suchej masy. Największy wzrost plonowania stwierdzono w pierwszym roku i w stosunku do kontroli było to $1,74 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ s.m. Badania Kandila i in. (2016) wykazały, iż aminokwasy mogą zwiększać plony świeżej i suchej masy, z racji tego, iż odgrywają ważną rolę w metabolizmie roślinnym i asymilacji białek, niezbędnych do tworzenia nowych komórek. Ponadto aplikacja aminokwasów ma korzystny wpływ na zawartość chlorofilu i jego składników w roślinach (Shehata i in., 2011). Dlatego poprzez poprawę i regulację warunków wzrostu oraz oddziaływanie na intensywność fotosyntezy można zwiększyć plonowanie i wydajność roślin.

Badania naukowe wskazują, iż nawożenie aminokwasami ma korzystnie oddziaływanie na skład chemiczny roślin. Tak jak wcześniej wspomniano, większość pro-

wadzonych badań dotyczy roślin uprawnych. Badania wykonane na sałacie, kapuście, cebuli, kapuście chińskiej pak choi lub innych roślinach liściastych wykazały, iż zastosowanie aminokwasów prowadziło do zwiększenia całkowitej zawartości azotu i do częściowej redukcji zawartości azotanów (NO_3) w liściach (Gunes i in., 1994; Chen i Gao, 2002; Wang i in., 2004). Także badania Liu i in. (2008) wykazały wzrost zawartość N w pędach roślin, przy jednoczesnej redukcji o 24–38% azotanów (NO_3). Prawdopodobnie jest to wynikiem tego, iż rośliny preferowały aminokwasy jako źródło zredukowanego azotu, a tym samym zastosowanie stymulatorów wpłynęło na zahamowanie pobrania azotanów. Wyższa zawartość białka ogólnego w roślinności nawożonej aminokwasami koresponduje z wynikami badań Zewail (2014). W badaniach tych autorów stwierdzono, że pod wpływem zwiększających się dawek aminokwasów wzrastała także zawartość białka surowego w liściach *Phaseolus vulgaris* L. Podobnie rezultaty uzyskano także w badaniach, które przeprowadzili Pooryousef i Alizadeh (2014). Minimalna zawartość białka ogólnego w paszy warunkująca prawidłowy przebieg trawienia w przewodzie pokarmowym bydła powinna wynosić 150–170 g·kg⁻¹ s.m. (Brzóska, 2008). Zawartość białka ogólnego w badanych wariantach runi życicy trwałej z lucerną była znacznie zróżnicowana, w roślinach obiektów nienawożonych kształtowała się poniżej optymalnej normy, natomiast w pochodzących z obiektów, na których zastosowano wyższe dawki aminokwasów była powyżej zalecanych zawartości.

W niniejszych badaniach w przypadku większości badanych wariantów stwierdzono optymalną zawartość tłuszczu, mieszczącą się w zalecanych normach dla pasz objętościowych w przedziale 20–50 g·kg⁻¹ s.m. (Brzóska i Śliwiński, 2011). Wyjątkiem były warianty z zastosowaną wyższą dawką aminokwasów na II pokos i wariant bez nawożenia w III pokosie. Pasze z użytków zielonych stosowane w żywieniu przeżuwaczy powinny zawierać od 200 do 250 g·kg⁻¹ s.m. włókna surowego i zawartość ta nie powinna przekraczać 280 g·kg⁻¹ s.m. (Brzóska, 2008). W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi wariantami, jednak wykazano tendencję do mniejszej zawartości NDF i ADL pod wpływem nawożenia aminokwasami. Wycenione w energetycznych jednostkach (JPM) w systemie INRA pasze z badanych obiektów posiadały wartości zbliżone do tabelarycznych. Najwyższe wartości pod względem wartości energetycznej stwierdzono u roślin z obiektu kontrolnego i obiektów z niższymi dawkami preparatu aminokwasowego.

Przeprowadzone badania wskazują na pozytywny wpływ stosowania nawożenia aminokwasowego na plonowanie oraz podstawowy skład chemiczny runi składającej się z życicy trwałej oraz lucerny siewnej. W badaniach stwierdzono istotny wpływ preparatu aminokwasowego na plonowanie badanej mieszanki i znaczny wzrost plonowania w stosunku do obiektu kontrolnego oraz na zawartość białka ogólnego. Stwierdzono, iż wraz ze wzrostem dawki preparatu zwiększała się istotnie koncentracja białka ogólnego, co przekłada się na wyższe wartości BTJN i BTJE w porównaniu z roślinami z obiektu kontrolnego. Natomiast zastosowane nawożenie nie wpłynęło istotnie na wartości jednostek energetycznych JPM i JPŻ. Przeprowadzone analizy i oznaczenia wykazały, iż zastosowanie wyższych dawek preparatu aminokwasowego umożliwia uzyskanie dobrej jakości paszy dla zwierząt gospodarskich.

Piśmiennictwo

- Abo Sadera F.A., Amany A., Abd El-Latif L.A.A., Bader Rezk S.M. (2010). Effect of NPK mineral fertilizer levels and foliar application with humic and amino acids on yield and quality of strawberry. *Egypt. J. Appl. Sci.*, 25: 154–169.
- Ahmed Y.M., Shalaby E.A., Shanan N.T. (2011). The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African J. Biotechnol.*, 10 (11): 1988–1996.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists (2005). Official methods of analysis, 18th ed., Arlington, Virginia, USA.
- Ashraf M., Foolad M.R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. Exp. Bot.* 59: 206–216.
- Baranowski A., Richter W. (2002). Występowanie mikotoksyn w kiszonkach. *Prz. Hod.*, 4: 21–22.
- Brzówska F. (2008). Pasze objętościowe z użytków zielonych i ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt. *Wies Jutra*, 3 (116): 28–33.
- Brzówska 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. Zoot.*, 4: 57–68.
- Chen G., Gao X. (2002). Effect of partial replacement of nitrate by amino acid and urea on nitrate content of nonheading Chinese cabbage and lettuce in hydroponics. *Sci. Agr Sinica*, 35: 187–191.
- Denisov E.T., Afanas'ev I.B. (2005). Oxidation and Antioxidants in Organic Chemistry and Biology. Boca Raton, FL: CRC Taylor & Francis Group, pp. 1024.
- El-Zohiri S.S.M., Asfour Y.M. (2009). Effect of some organic compounds on growth and productivity of some potato cultivars. *Ann. Agric. Sci., Moshtohor*, 47 (3): 403–415.
- Gamal El-Din K.M., Abd El-Wahed M.S.A (2005). Effect of some amino acids on growth and essential oil content of chamomile plant. *J. Agri. Biol.*, 7 (3): 376–380.
- Gill S., Tuteja N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol. Biochem.*, 48: 909–930.
- Gunes A., Post W.H.K., Kirkby E.A., Akas M. (1994). Influence of partial replacement of nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. *J. Plant Nutr.*, 17: 1929–1938.
- Haghighi M., Kashi A., Fang P., Zhu Z.J. (2008). Effect of humic acid and monosodium glutamate on the seed germination of some vegetables. *Acta Horticulture*, 771: 37–41.
- Hassanat F., Gervais R., Masse D.I., Petit H.V., Benchaar C. (2014). Methane production, nutrient digestion, ruminal fermentation, N-balance, and milk production of cows fed timothy silage- or alfalfa silage-based diets. *J. Dairy Sci.*, 97: 6463–6474.
- Kandil A.A., Sharief A.E.M., Seadh S.E., Altai D.S.K. (2016). Role of humic acid and amino acids in limiting loss of nitrogen fertilizer and increasing productivity of some wheat cultivars grown under newly reclaimed sandy soil. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.*, 3 (4): 123–136.
- Karaś J. (1997). Zielonki i ich konserwowanie. Pasze. Praca zbiorowa. Wydawnictwo Rozwój SGGW, Warszawa.
- Liu X., Bush D.R. (2006). Expression and transcriptional regulation of amino acid transporters in plants. *Amino Acids*, 30: 113–120.
- Liu Xing Q., Chen H.Y., Qin-xue N., Seung L.K. (2008). Evaluation of the role of mixed amino acids in nitrate uptake and assimilation in leafy radish by using ¹⁵N-labeled nitrate. *Agricultural Sciences in China*, 7 (10): 1196–1202.
- Mohammed R., Stevenson D.M., Beauchemin K.A., Muck R.E., Weimer P.J. (2012). Changes in ruminal bacterial community composition following feeding of alfalfa ensiled with a lactic acid bacterial inoculant. *J. Dairy Sci.*, 95: 328–339.
- Pooryousef M., Alizadeh K. (2014). Effect of foliar application of free amino acids on alfalfa performance under rainfed conditions. *Res. Crops*, 15 (1): 254–258.
- Radkowski A., Radkowska I. (2018). Influence of foliar fertilization with amino acid preparations on morphological traits and seed yield of timothy. *Plant Soil Environ.*, 64 (5): 209–213.
- Radkowski A., Radkowska I., Goduń D. (2018). Effects of fertilization with amino acid preparation on dry matter yield and chemical composition of meadow plants. *J. Elementol.*, 23 (3): 947–958.

- Sadak M.S.H., Abdelhamid M.T., Schmidhalter U. (2015). Effect of foliar application of amino acids on plant yield and some physiological parameters in bean plants irrigated with seawater. *Acta Biol. Colomb.*, 20 (1): 141–152.
- Saeed M.R., Kheir A.M., Al-Sayed A.A. (2005). Suppressive effect of some amino acids against *Meloidogyne incognita* on soybeans. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 30 (2): 1097–1103.
- Shehata S.M., Abdel-Azem Heba S., Abou El-Yazied A., El-Gizawy A.M. (2011). Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constituents, yield and its quality of celeriac plant. *Eur. J. Sci. Res.*, 58 (2): 257–265.
- Tarraf S.A., Talaat I.M., El-Sayed A.E.B., Balbaa L.K. (2015). Influence of foliar application of algae extract and amino acids mixture on fenugreek plants in sandy and clay soils. *Nusantara Bioscience*, 7: 33–37.
- Thon M., Maretzki A., Korner E., Soki W.S. (1981). Nutrient uptake and accumulation by sugar cane cell culture in relation to growth cycle. *Plant Cell Tiss Org.*, 1: 3–14.
- Walter G.R., Nawacki E. (1978). *Alkaloid biology and metabolism in plants*. Plenum Press, New York, 152.
- Wang H., Wu L., Tao Q. (2004). Influence of partial replacement of nitrate by amino acids on nitrate accumulation of pakchoi (*Brassica chinensis* L.). *China Environ. Sci.*, 24: 19–23.
- Zewail R.M.Y. (2014). Effect of seaweed extract and amino acids on growth and productivity and some bioconstituents of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *J. Plant Prod.*, 5 (8): 1441–1453.

Zatwierdzono do druku 7 II 2020

ADAM RADKOWSKI, IWONA RADKOWSKA, JAN BOCIANOWSKI

Effect of amino acid fertilization on chemical composition and nutritive value of sward of Italian ryegrass-lucerne mixture

SUMMARY

The aim of the study was to determine the effect of using an amino acid preparation on productivity and nutritive value of a mixture of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.). The following fertilizer treatments were prepared: control without amino acid fertilization; experimental with different amino acid doses (1, 1.5, 2 and 2.5 dm³·ha⁻¹ per regrowth). The plant material was analysed for basic chemical composition using the standard method and for nutritive value using the INRA units. The results showed that increasing dose was paralleled by increased concentration of crude protein, and in some cases also of crude fat. Due to the higher protein content, plants from the plots fertilized with amino acids were characterized by higher PDIN and PDIE values compared to control plants. No significant differences were observed for UFL and UFV values.

Key words: amino acids, Italian ryegrass, alfalfa, nutritive value, chemical composition