

## DYNAMIKA PŁONOWANIA ŁĄK W ZALEŻNOŚCI OD SUMY OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH I RODZAJU NAWOŻENIA

*Mirosław Kasperczyk, Wojciech Szewczyk*

Katedra Łąkarstwa, Akademia Rolnicza  
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków  
e-mail: rkl@ar.krakow.pl

**Streszczenie.** Badania nad wpływem warunków wilgotnościowych na płonowanie łąk w zależności od rodzaju nawożenia przeprowadzono w dwóch rejonach: na pogórzu i w górach. Pod względem warunków wilgotnościowych różnicujących płonowanie łąk na pogórzu wydzielono dwie grupy lat, a w górach trzy. Elementami oceny były plony suchej masy i białka ogólnego. Płonowanie łąk w obu rejonach było uzależnione od warunków wilgotnościowych panujących w okresie wegetacji. Na łące podgórskiej różnice w plonach suchej masy i białka ogólnego pomiędzy latami sprzyjającymi wzrostowi traw a latami mniej sprzyjającymi, przy nawożeniu mineralnym wynosiły odpowiednio 21 i 11%, a przy nawożeniu obornikiem w dawce 25 t·ha<sup>-1</sup> 40 i 54%. Z kolei na łące górskiej przy pełnym nawożeniu mineralnym (PKN), różnice w suchej masie pomiędzy latami mokrymi a rokiem suchym wynosiły 63%, a w białku ogólnym 33%. Obornik w dawce 12,5 t·ha<sup>-1</sup> stosowany corocznie charakteryzował się wysokim działaniem plonotwórczym. Produktywność składników dostarczonych w tym nawożeniu wyrażona w przyroście plonu suchej masy i białka ogólnego w przeliczeniu na 1 kg PKN średnio za 8 lat była wyższa niż w nawozach mineralnych o 29% i 14%. Natomiast działanie plonotwórcze obornika w dawce 25 t·ha<sup>-1</sup> było mniej efektywne o 37% w suchej masie i o 23% w białku ogólnym.

**Słowa kluczowe:** łąka podgórska i góraska, warunki wilgotnościowe, rodzaj nawożenia, płonowanie

### WSTĘP

Opady atmosferyczne i temperatura powietrza to najważniejsze czynniki plonotwórcze. W przypadku zbiorowisk trawiastych, które charakteryzują się stosunkowo małymi wymaganiami termicznymi czynnikiem najbardziej ograniczającym ich płonowanie są opady atmosferyczne. Za optymalną średnią dobową temperaturę dla wzrostu traw uważa się 15-16°C. Wysoka zależność plonotwórcza użytków zielonych od opadów atmosferycznych wynika z płytkiego systemu

korzeniowego traw. Głębokość warstwy glebowej, z której pobierane są składniki pokarmowe i woda przez trawy na ogół nie przekracza 20-30 cm. Stąd też oprócz opadów atmosferycznych retencja wodna gleby, zwłaszcza tej warstwy, ma duży wpływ na produktywność użytków zielonych. Górskie użytki zielone z racji małej wodonośności gleb mają duże wymagania odnośnie opadów atmosferycznych. Zdaniem Kopia (1993) potrzeby te w okresie wegetacji (IV-IX) kształtują się na poziomie około 550 mm. Również z wcześniejszych 19-letnich badań Autora wynika, że w okresie IV-VIII sumy opadów atmosferycznych powyżej 500 mm w miarę dobrze rozłożone nie mają już wpływu na plonowanie górskich użytków zielonych (Kasperczyk 2002).

Celem niniejszych badań była ocena wpływu sumy opadów atmosferycznych i ich rozłożenia w okresie wegetacji na produktywność dwóch łąk w zależności od rodzaju nawożenia.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na dwóch łąkach trwałych. Jedna z nich była zlokalizowana na pogórzu w Porębie Spytkowskiej k. Brzeska (320 m n.p.m.), a druga w górach, w Czarnym Potoku k. Krynicy (640 m n.p.m.). Rozkład sum opadów atmosferycznych w obu rejonach przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Sumy opadów atmosferycznych (mm)

**Table 1.** Total rainfall (mm)

Lata Years	Lokalizacja – Location			
	Poręba Spytkowska		Czarny Potok	
	Miesiące – Months			
	IV-VIII	I-XII	IV-VIII	I-XII
1997	368	636	–	–
1998	562	816	–	–
1999	497	791	600	1142
2000	517	736	671	1248
2001	571	836	822	1332
2002	492	732	672	1136
2003	400	589	346	586
2004	490	752	586	1182
2005	–	–	672	1250

W runi łąki pierwszej na obiektach nawożonych dominującymi trawami były: rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius*) i kłosówka wełnista (*Holcus lanatus*), zaś w runi łąki drugiej dominowały kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*) i kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*). Na pogórzcu występowała gleba płowa o składzie mechanicznym pyłu zwykłego, zaś w górach gleba brunatna o składzie mechanicznym piasku gliniastego. Właściwości chemiczne tych gleb przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Właściwości chemiczne gleb  
**Table 2.** Chemical properties of soil

Wyszczególnienie – Item	Lokalizacja – Location	
	Poreba Spytkowska	Czarny Potok
pH KCl	5,1	4,3
N – ogólny; N – total (%)	0,35	0,39
Formy przyswajalne Available forms (mg kg <sup>-1</sup> )		
P	12,0	1,2
K	207,5	92,0
Mg	195,0	110,0

Gleba na łące podgórskiej w porównaniu z glebą łąki górskiej charakteryzowała się wyższą miąższością, pH i zasobnością w podstawowe składniki pokarmowe. Na łące górskiej miąższość gleby była stosunkowo mała – nie przekraczała 40-45 cm.

**Tabela 3.** Plony suchej masy łąki podgórskiej (t·ha<sup>-1</sup>)  
**Table 3.** Dry matter yield of upland meadow (t ha<sup>-1</sup>)

Wariant Variant	Lata – Years									
	sprzyjające – favourable					niesprzyjające – unfavourable				
	1998	1999	2001	2002	średnia mean	1997	2000	2003	2004	średnia mean
0 – Control	6,29	5,72	6,36	7,15	6,38	5,37	5,60	4,64	5,01	5,16
P <sub>26</sub> K <sub>66</sub> N <sub>150</sub>	10,2	11,3	10,2	11,8	10,8	9,00	9,97	7,44	9,30	8,93
Obornik FYM 12,5 t (P <sub>8</sub> K <sub>37</sub> N <sub>41</sub> )	7,90	9,22	8,58	9,69	8,85	6,53	7,61	6,17	6,86	6,79
Obornik FYM 25 t (P <sub>16</sub> K <sub>74</sub> N <sub>82</sub> )	9,59	9,94	9,09	10,4	9,76	6,65	7,63	6,35	7,14	6,94
NIR – LSD (p = 0,05)	0,87	0,88	1,08	1,23	1,02	0,92	0,71	0,85	1,15	0,91

Na łące podgórskiej w okresie 8 lat badań stosowano nawożenie mineralne i obornik bydlęcy. Istniejące na niej obiekty: kontrolny i 3 warianty nawozowe przedstawiono w tabelach 3 i 4.

**Tabela 4.** Plony białka ogólnego łąki podgórskiej ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )  
**Table 4.** Crude protein yield of upland meadow ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Wariant Variant	Lata – Years									
	sprzyjające – favourable					niesprzyjające – unfavourable				
	1998	1999	2001	2002	średnia mean	1997	2000	2003	2004	średnia mean
0 – Control	603	518	692	674	622	489	594	460	595	535
P <sub>26</sub> K <sub>66</sub> N <sub>150</sub>	960	991	1000	1241	1048	822	1089	827	1048	947
Obornik FYM 12,5 t (P <sub>8</sub> K <sub>37</sub> N <sub>41</sub> )	832	780	827	996	859	554	685	594	729	641
Obornik FYM 25 t (P <sub>16</sub> K <sub>74</sub> N <sub>82</sub> )	1154	907	900	1114	1019	614	689	615	736	664

Z kolei na łące górskiej badania trwające przez 7 lat obejmowały 3 obiekty, które zamieszczono w tabelach 5-6. Nawożenie fosforem, potasem i obornikiem wykonywano corocznie wczesną wiosną jednorazowo, zaś azot stosowano w 2 częściach: 60% dawki wiosną, a 40% pod drugi odrost. Obie łąki corocznie koszone 2-krotnie. Elementami oceny były plony suchej masy i białka ogólnego. Wielkości tych plonów rozpatrywano w zależności od warunków wilgotnościowych panujących w okresie wegetacji.

#### WYNIKI BADAŃ

Zebrane plony suchej masy i białka ogólnego z łąki podgórskiej w okresie badań pod względem wielkości podzielono na dwie grupy, a z łąki górskiej na trzy. Wielkości tych plonów były na ogół dodatnio uzależnione od sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacji (IV-VIII).

Na łące podgórskiej (tab. 3-4) jedną grupę stanowiły plony stosunkowo wysokie - zebrane na ogół w latach sprzyjających wzrostowi traw. Były to lata 1998, 1999, 2001 i 2002. Z kolei w pozostałych 4 latach zebrane plony były wyraźnie niższe i zaliczono je do grupy drugiej. W tym drugim 4-leciu lata 1997 i 2003 uznano za bardzo suche, zaś lata 2000 i 2004, pomimo że charakteryzowały się wysokimi sumami opadów atmosferycznych, to z racji złego ich rozkładu nie były sprzyjające dla wzrostu traw. W 2000 r. na przełomie trzeciej dekady czerwca i pierwszej lipca spadło aż 68% sumy opadów atmosferycznych za okres wege-

tacji, zaś w 2004 r. w ciągu 3 dni lipca spadło 45% tej sumy opadów. Różnice w plonach tych składników pomiędzy obu grupami lat były zależne od rodzaju i poziomu nawożenia. W przypadku suchej masy wahały się one od 1,23 t w kontroli do 2,82 t·ha<sup>-1</sup> w obiekcie z dawką obornika 25 t·ha<sup>-1</sup>. Z kolei w białku ogólnym różnice te mieściły się w granicach od 102 kg w obiekcie z nawożeniem mineralnym do 356 kg·ha<sup>-1</sup> w obiekcie z dawką obornika 25 t·ha<sup>-1</sup>. W liczbach względnych różnice te wynosiły odpowiednio przy suchej masie 24 i 40%, a przy białku ogólnym 11 i 54%.

Z łąki górskiej najniższe plony obu składników zebrano w 2003 r., który uznano za bardzo suchy (tab. 5-6). Drugą grupę stanowiły plony zebrane w latach 1999 i 2004, uznanych za średnio wilgotne. Natomiast najwyższe plony zebrano w latach uznanych za mokre (2000, 2001, 2002 i 2005).

Różnice w plonach suchej masy pomiędzy latami mokrymi a rokiem suchym wahały się od 0,81 t w kontroli do 3,19 t·ha<sup>-1</sup> przy pełnym nawożeniu (PKN), a w białku ogólnym odpowiednio 143 i 260 kg·ha<sup>-1</sup>. Z kolei pomiędzy latami mokrymi a średnio wilgotnymi różnice w plonach były mniejsze i wystąpiły tylko w obiektach nawożonych. Przy pełnym nawożeniu (PKN) wynosiły one przy suchej masie 22%, a przy białku 15%.

**Tabela 5.** Plony suchej masy łąki górskiej (t·ha<sup>-1</sup>)  
**Table 5.** Dry matter yield of mountain meadow (t ha<sup>-1</sup>)

Wariant Variant	Lata – Years								
	Suchy Dry		Średniowilgotne Semi-wet			Mokre – Wet			
	2003	1999	2004	Średnia Mean	2000	2001	2002	2005	Średnia Mean
0 – Control	2,90	4,13	3,27	3,70	3,93	3,13	4,20	3,58	3,71
P <sub>18</sub> K <sub>50</sub>	3,65	4,37	4,82	4,60	4,22	5,80	5,52	6,22	5,44
P <sub>18</sub> K <sub>50</sub> N <sub>120</sub>	5,07	6,48	7,05	6,77	7,98	8,25	8,34	8,47	8,26
NIR – LSD (p = 0,05)	0,47	0,61	0,58	0,60	0,58	0,49	0,72	0,72	0,63

Produktywność 1 kg PKN zastosowanego w nawożeniu wyrażona w przyroście plonów suchej masy i białka ogólnego w latach sprzyjających wzrostowi traw była wyraźnie wyższa niż w latach suchszych. Na łące podgórskiej różnice w przyroście plonów suchej masy pomiędzy tymi latami wahały się od 15% przy nawożeniu mineralnym, do 34% przy pojedynczej dawce obornika (12,5 t) i do 41% przy dawce podwójnej (25 t). Zaś w przyroście plonów białka ogólnego wynosiły one odpowiednio 3, 55 i 64%. Z kolei na łące górskiej różnice w produktywności 1 kg PKN

pomiędzy latami mokrymi a rokiem suchym wynosiły przy suchej masie 32%, a przy białku ogólnym 20%.

**Tabela 6.** Plony białka ogólnego łąki górskiej ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )  
**Table 6.** Crude protein yield of mountain meadow ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Wariant Variant	Lata – Years								
	Suchy Dry	Średniowilgotne Semi-wet			Mokre – Wet				
	2003	1999	2004	Średnia Mean	2000	2001	2002	2005	Średnia Mean
0 – Control	340	475	459	467	483	441	520	487	483
P <sub>18</sub> K <sub>50</sub>	511	498	801	650	616	829	782	832	765
P <sub>18</sub> K <sub>50</sub> N <sub>120</sub>	798	942	898	920	1021	1047	1084	1081	1058

#### DYSKUSJA

Z uzyskanych wyników na uwagę zasługują i wymagają wyjaśnienia następujące fakty:

- różnice pomiędzy potencjałem produkcyjnym obu łąk,
- brak reakcji runi kontrolnej łąki górskiej na wysoką sumę opadów,
- duże różnice w produktywności obornika pomiędzy dawką niższą a wyższą,
- mniejszy wpływ warunków wilgotnościowych na produkcję białka ogólnego w obiektach nawożonych mineralnie niż w obiektach nawożonych obornikiem.

Łąka podgórska w porównaniu z górską charakteryzowała się o ponad 2 t suchej masy z ha wyższym plonowaniem. Było to efektem dwóch czynników: warunków klimatyczno-glebowych (tab. 1 i 2) i rodzajem zbiorowiska. W runi łąki podgórskiej dominowały trawy (rajgras wyniosły i kłosówka wełnista), charakteryzujące się wysoką produkcją suchej masy, ale z reguły ubogą w białko ogólne. Znalazło to odzwierciedlenie w minimalnej różnicy pomiędzy plonami białka ogólnego obu łąk. Z kolei w runi łąki górskiej dominowały trawy (kostrzewa łąkowa i kostrzewa czerwona) cechujące się mniejszą produkcją suchej masy, ale większą zasobnością w składniki pokarmowe.

Prawie identyczną produkcję suchej masy i białka ogólnego dostarczoną przez run kontrolną w doświadczeniu II w latach średnio wilgotnych i mokrych należy tłumaczyć tym, że czynnikiem ograniczającym plonowanie w latach mokrych był brak składników pokarmowych. Czyli w latach średnio wilgotnych zachodzące w glebie procesy uwalniające składniki pokarmowe osiągnęły już pewne maksimum.

Wysoka produktywność składników nawozowych zawartych w dawce obornika  $12,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  – przewyższająca o 29% produktywność tych składników w nawozach mineralnych pod względem przyrostu suchej masy – jest zjawiskiem trudnym do wyjaśnienia. Z przeglądu literatury (Doboszyński 1995, Wesołowski 1995) wynika, że wykorzystanie składników pokarmowych przez użytki zielone z obornika jest dużo mniejsze niż z nawozów mineralnych. Zaistniały w niniejszych badaniach fakt można przypuszczalnie łączyć z bardziej urozmaiconym składem botanicznym runi nawożonej obornikiem. W konsekwencji stworzyło to pewną piętrowość runi i większą jej zwartość (zagęszczenie). Dodatkowo występująca pewna ilość koniczyny białej (*Trifolium repens*) i koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense*) zapewniała większą podaż azotu w glebie. Większa ujemna reakcja runi nawożonej obornikiem na brak dostatecznej ilości opadów w porównaniu z runią otrzymującą nawożenie mineralne jest zjawiskiem powszechnie znanym, gdyż brak dostatecznej wilgotności uważa się za czynnik najbardziej ograniczający rozkład obornika (Mikołajczak i Bartmański 1992, Twardy 1995). Niska zamiana składników nawozowych na plon masy roślinnej jest zagrożeniem dla środowiska rolniczego. Stosunkowo mały wpływ ilości opadów na produkcję białka ogólnego w odniesieniu do plonu suchej masy w obiektach z nawożeniem mineralnym (PKN), co było zjawiskiem odwrotnym jak przy nawożeniu obornikiem, należy łączyć z dużo większą przyswajalnością azotu mineralnego niż pochodzącego z obornika. Z wcześniejszych badań Autora (Kasperczyk 2002) wynika, że przy nawożeniu mineralnym w latach mokrych zbierano z łąki nawet mniej azotu niż w latach przeciętnych z racji większych strat tego składnika na skutek wymywania.

#### WNIOSKI

1. Plonowanie łąk w obu rejonach było dodatnio uzależnione od warunków wilgotnościowych. Jednakże działanie plonotwórcze obornika było bardziej uzależnione od warunków wilgotnościowych niż nawożenie mineralne.
2. Pomiędzy produktywnością składników (1 kg PKN) dostarczonych w nawozach mineralnych i w oborniku w zależności od warunków wilgotnościowych wystąpiły pewne różnice. Mniej sprzyjające warunki wilgotnościowe przy nawożeniu mineralnym bardziej ograniczały przyrost plonów suchej masy niż białka ogólnego, zaś przy oborniku występowała zależność odwrotna.
3. Plonotwórcze działanie obornika w dawce około  $12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  dostarczanego corocznie jest wysoce efektywne. Natomiast stosowanie tego nawozu w dawkach 2-krotnie większych jest mało efektywne, a zatem szkodliwe dla środowiska przyrodniczego.

## PIŚMIENNICTWO

- Doboszyński L. 1995. Synteza wieloletnich badań krajowych nad optymalizacją nawożenia mineralnego i organicznego użytków zielonych w różnych warunkach siedliskowych. Mat. Konf. „Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach”. SGGW, Warszawa, 25-35.
- Kasperczyk M. 2002. Dynamika plonowania łąki górskiej w okresie 19 lat. „Ekologie trawnego porastu”. Baska Bystrica, 54-58.
- Kopeć S. 1993. Plonowanie łąk górskich w doświadczeniach statycznych w zależności od nawożenia mineralnego i wzniesienia nad poziom morza. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, S. Nauk. 37, 207-220.
- Mikołajczak Z., Bartmański A. 1992. Obornik jako uzupełniające nawożenie użytków zielonych. Mat. Konf. Nauk. „Nawozy organiczne”, AR Szczecin, 1, 55-69.
- Twardy S. 1995. Wpływ zmiennego nawożenia mineralno-organicznego na produktywność pastwiska górskiego. Wiad. IMUZ, 18, 3, 98-110.
- Wesołowski P. 1995. Ocena skutków nawożenia łąki torfowej obornikiem na tle nawożenia mineralnego. Wiad. IMUZ, t. XVIII, 3, 152-165.

## ALTERATIONS IN MEADOW GRASS PRODUCTION FOR DIFFERENT AMOUNTS OF PRECIPITATION AND DIFFERENT TYPES OF FERTILIZER

*Mirostaw Kasperczyk, Wojciech Szewczyk*

Department of Grassland Sciences, Agricultural University  
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków  
e-mail: rkl@ar.krakow.pl

**Abstract.** The study of rainfall effects on the production of meadow fertilized with minerals or manure was conducted in two upland areas: over hills and in mountains. As regards yearly precipitation, it was classified into two groups for the hills and three groups for the mountains. Evaluation of yielding included two elements: dry matter yield and crude protein yield. In both sites grass production was positively related to the rainfall over a vegetation season. In the case of the hilly meadow, the differences between both precipitation levels reached 21 and 25% with relation to mineral fertilization, or 40 and 54% with relation to manuring, respectively for dry matter and crude protein yields. In the case of the mountain meadow at full dose of minerals (PKN) the differences in productivity between wet and dry seasons reached 63% for dry matter yield and 33% for crude protein. Manure dose of 12.5 t ha<sup>-1</sup> yearly had a strong positive influence on grass production. Average yearly nutritional effects (from 8 years) of manure, expressed per 1 kg PKN were higher by 29% and 14%, respectively for dry matter and crude protein, than those of minerals. However, the effect of 25 t ha<sup>-1</sup> dose of manure on grass production was lower by 37% of dry matter and 23% of crude protein.

**Key words:** upland and mountain meadow, moisture conditions, type of fertilization, yielding