

Struktura plonu łąki górskiej

M. KASPERCZYK, J. MAJCHER-ŁOŚ, P. KACORZYK

Katedra Łąkarstwa, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

The structure of yield on mountain meadow

Abstract. The investigations were conducted on the mountain meadow under two levels of nitrogen fertilization. Three grass species dominated in the mountain sward i.e. meadow fescue, red fescue and timothy grass. The sward layers of the height of 10–20 cm divided from the two regrowths were subjected to the analysis of content and yield of the elemental nutrients. The level of nitrogen fertilization had no effect on the share of particular sward layers in the total yield of the analyzed components. The highest amount of total protein and carbohydrates was accumulated in the upper layers, whereas the highest level of mineral compounds was found in the lowest layer. The lowest sward layer the highest yields of selected components were stated. The lower layers were characterized with average 50% share in the total yield of the first regrowth and 70% share in the total yield of the second regrowth.

Key words: chemical composition, mountain meadow, sward layers, yield

1. Wstęp

Wzrost roślin wiąże się z pobieraniem składników pokarmowych, wytwarzaniem, przetwarzaniem oraz ich akumulacją. Dynamika wzrostu roślin różni się w poszczególnych fazach rozwojowych, a zatem należy się spodziewać, że występują różnice w dynamice pobierania i akumulacji poszczególnych składników pokarmowych. Z wcześniejszych badań jednego z autorów (KASPERCZYK, 1996) wynika, że w przypadku niektórych składników brak jest ścisłej zależności pomiędzy dynamiką przyrostu plonu suchej masy a ich akumulacją. A zatem należy przypuszczać, że w poszczególnych etapach wzrostu roślin oraz ich organach jest akumulowana różna ilość składników pokarmowych.

W literaturze nie brakuje danych dotyczących zawartości składników pokarmowych w poszczególnych organach roślin (FALKOWSKI i wsp., 2000; GOLIŃSKA, 1995; MASTALERCZUK, 2006; SWĘDRZYŃSKI, 2000). Jednakże brakuje danych dotyczących jaki udział w ogólnym zbiorze danego składnika mają poszczególne organy rośliny. W przypadku zbiorowisk wielogatunkowych takie określenie jest trudne. Stąd też fakt ten skłonił autorów do podjęcia badań nad rozmieszczeniem plonu poszczególnych składników w różnych warstwach ładu runi łąkowej. Uzyskane wyniki z tego zakresu nie można zbyt uogólniać, gdyż będą one zależne od składu florystycznego runi. Jednakże

poznanie tego problemu w pewnym stopniu przybliży sposób rozmieszczenia poszczególnych składników w łanie, co może być pomocne przy określaniu wysokości koszenia z punktu widzenia paszowego i fizjologii rozwoju roślin.

2. Materiał i metody

Badania przeprowadzono w latach 2003–2005 na łące górskiej (640 m n.p.m.). W runi łąkowej dominującymi gatunkami były kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis* Huds.), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L. s.str.) i tymotka łąkowa (*Phleum pratense* L.). Te trzy trawy stanowiły 54–60% plonu runi. Zbiorowisko to zostało ukształtowane po regeneracji łąki metodą podsiewu w połączeniu z wapnowaniem w 1998 roku.

Do podsiewu użyto wówczas mieszanki tymotki łąkowej z koniczyną łąkową (*Trifolium pratense* L.) w ilościach po 20% ich normy wysiewu. Łąkę corocznie koszone 2-krotnie w ciągu lata. Pierwszy raz po wykłoszeniu kostrzewy łąkowej i na początku kłoszenia tymotki łąkowej, a drugi raz po upływie 8 tygodni. Kosząc runi w pierwszym odroście jej wysokość podzielono na 3 warstwy, a w drugim na 2 warstwy (tab.1). W pierwszym odroście w skład warstw wchodziły: górnej – kwiatostany i górne liście, środkowej – górne części łodyg i liście, a dolnej – dolne części łodyg i pędów wegetatywnych. Zaś w odroście drugim warstwa górna łanu obejmowała głównie liście, a dolna dolne części pędów wegetatywnych.

Tabela 1. Rozmieszczenie poszczególnych warstw runi łąkowej w I i II odroście
Table 1. The location of particular meadow sward layers in I and II regrowth

Warstwa Layer	Nawożenie (kg ha ⁻¹) – Fertilization (kg ha ⁻¹)			
	P ₁₈ K ₅₀ N ₆₀	P ₁₈ K ₅₀ N ₁₂₀	P ₁₈ K ₅₀ N ₆₀	P ₁₈ K ₅₀ N ₁₂₀
	Odrost – Regrowth			
	I		II	
	Położenie warstwy nad powierzchnią gleby (cm) Layer position above the soil surface (cm)			
Górna – Upper	40–58	40–64	15–25	15–30
Środkowa – Central	20–40	20–40	–	–
Dolna – Lower	5–20	5–20	5–15	5–15

Do zbadania niniejszego problemu wybrano 2 obiekty nawozowe różniące się wielkością dawki azotu. Poziomy nawożenia tych obiektów obrazują tabele 1–4. W nawożeniu fosfor stosowano jednorazowo, a potas i azot w dwóch częściach. Potas dzielono na dwie równe części, a azot w proporcji 60% pod pierwszy i 40% pod drugi odrost.

Powierzchnia zbioru każdego poletka wynosiła 8,4 m². Z każdej wydzielonej warstwy pobrano próbki zielonej masy o wadze około 1,5 kg celem obliczenia wielkości plonu suchej masy i jego składu chemicznego. Suchą masę oznaczono metodą suszarkową w temp. 105 °C, azot ogólny (białko) metodą Kjeldahla, cukry rozpuszczalne

metodą Luffa-Schorla, a pozostałe składniki mineralne fotometrycznie i kolorymetrycznie.

3. Wyniki

3.1. Skład botaniczny

Dominującymi gatunkami w runi łąkowej były zasadniczo cztery trawy: kostrzewa łąkowa, kostrzewa czerwona, tymotka łąkowa i wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L s.str.) (tab. 2). W runi nawożonej azotem w dawce 60 kg ha⁻¹ stanowiły one 67%, a w nawożonej 120 kg ha⁻¹ – 66%. Grupę roślinnych innych dopełniały w ilościach po 2–3%: wiechlina zwyczajna (*Poa trivialis* L.), mietlica pospolita (*Agrostis capillaris* L.), perz właściwy (*Elymus repens* (L.) Gould), mniszek pospolity (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) i jaskier rozłogowy (*Ranunculus repens* L.).

Większa dawka azotu w odniesieniu do mniejszej ograniczyła rozwój kostrzewy łąkowej, kostrzewy czerwonej i koniczyny białej (*Trifolium repens* L.), zaś sprzyjała rozwojowi tymotki łąkowej, wiechliny łąkowej i kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.).

Tabela 2. Udział dominujących gatunków roślin w runi łąkowej I odrostu w 3 roku badań
Table 2. The share of dominated plant species in the sward of the first regrowth in the third year of investigations

Gatunek – Species	Nawożenie – Fertilization (kg ha ⁻¹)	
	P ₁₈ K ₅₀ N ₆₀	P ₁₈ K ₅₀ N ₁₂₀
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	30	26
<i>Festuca rubra</i> L.	17	12
<i>Phleum pratense</i> L.	13	16
<i>Poa pratensis</i> L.s.str.	7	12
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	4	1
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3	9
<i>Trifolium repens</i> L.	5	2
<i>Alchemilla pastoralis</i> Opiz	5	4
Inne – Other	16	18

3.2. Plon suchej masy

W runi łąkowej pierwszego odrostu przy obu poziomach nawożenia plony poszczególnych warstw miały podobny udział w plonie całkowitym tego odrostu (tab. 3). Najmniejszym plonem cechowała się górna warstwa łąny, następnie środkowa a najwyższym dolna. Ich udział w plonie całkowitym pierwszego odrostu wynosił odpowiednio: 19%, 31% i 50%. Analizując wielkość plonu suchej masy w przeliczeniu na jednostkę objętości – 1 cm³ łąny stwierdzono, że przy dawce azotu 60 kg ha⁻¹ w warstwie górnej wyniósł on 43 kg, środkowej 64,5 kg, a w dolnej 140 kg ha⁻¹. Z kolei przy dawce 120 kg ha⁻¹ wartości te wyniosły odpowiednio 38 kg, 74,5 kg i 166 kg ha⁻¹.

W odroście drugim przy obu poziomach nawożenia górna warstwa łąnu charakteryzowała się ponad 2-krotnie mniejszym plonem, w porównaniu z warstwą dolną. Zaś w 1 cm³ łąnu przy niższym poziomie nawożenia w warstwie górnej był zawarty plon wielkości 82 kg, a w warstwie dolnej 189 kg ha⁻¹. Z kolei przy wyższym nawożeniu plon ten w kolejnych warstwach osiągał wartości 79 kg i 276 kg ha⁻¹.

Tabela 3. Plon suchej masy poszczególnych warstw oraz roczny runi łąkowej
Table 3. The yield of dry matter particular layers and annual of meadow sward

Nawożenie Fertilization	Warstwa Layer	Lata – Years						Średnia za 2003–2005 Mean for years 2003–2005	
		2003		2004		2005			
		Odrost (t ha ⁻¹) – Regrowth (t ha ⁻¹)							
		I	II	I	II	I	II	I	II
P ₁₈ K ₅₀ N ₆₀	Górna Upper	0,89	–	0,50	–	0,94	–	0,78	–
	Środkowa Central	1,29	0,89	1,15	0,62	1,44	0,96	1,29	0,82
	Dolna Lower	1,60	1,59	2,32	1,83	2,39	2,24	2,10	1,89
	Razem Summary	3,78	2,48	3,97	2,45	4,77	3,20	4,17	2,71
P ₁₈ K ₅₀ N ₁₂₀	Górna Upper	0,95	–	0,58	–	1,20	–	0,91	–
	Środkowa Central	1,26	1,35	1,30	0,94	1,91	1,26	1,49	1,18
	Dolna Lower	1,90	3,11	2,89	2,39	2,69	2,77	2,49	2,76
	Razem Summary	4,11	4,46	4,77	3,33	5,80	4,03	4,89	3,94

3.3. Skład chemiczny

W pierwszym odroście przy obu poziomach nawożenia plon suchej masy warstw: górnej i środkowej na ogół cechował się zbliżoną zawartością białka ogólnego (tab. 4). Warstwy te w porównaniu z dolną były zasobniejsze w ten składnik przy niższej dawce azotu o 20 g, a przy wyższej o 30 g kg⁻¹ suchej masy. W liczbach względnych różnice te wyniosły odpowiednio około 20% i 29%. Analizując zaś wielkość zbioru tego składnika z plonem suchej masy w poszczególnych warstwach (w odniesieniu do całkowitego zbioru w odroście pierwszym) stwierdzono, że najwięcej białka ogólnego zebrano z warstwą dolną. Ilość białka ogólnego zebranego z tą warstwą w plonie całkowitym tego składnika pierwszego odrostu stanowiła przy niższej dawce azotu około 46%, a przy wyższej 45%. Natomiast plon białka warstwy górnej przy obu poziomach nawożenia stanowił około 21% plonu całkowitego.

W drugim odroście przy obu dawkach azotu najzasobniejsza w białko ogólnie była warstwa górna łąny. W porównaniu z dolną zawierała ona więcej tego składnika średnio o 1/3. Jednak plon białka zawarty w warstwie górnej w całkowitym zbiorze tego składnika odrostu drugiego stanowił zaledwie 1/3 (tab. 4).

W odroście pierwszym przy obu poziomach nawożenia najwyższą zawartością cukrów rozpuszczalnych w wodzie cechowała się warstwa środkowa (tab. 4). Zawierała ona średnio o 1/3 więcej cukrów, w porównaniu z pozostałymi warstwami. Jednak najwięcej cukrów ilościowo z jednostki powierzchni zebrano na ogół z plonem łąny warstwy dolnej. Ilość cukrów znajdująca się w tej warstwie stanowiła 41–45% plonu całkowitego pierwszego odrostu.

W odroście drugim wyższą koncentracją cukrów charakteryzowała się górna warstwa łąny. W porównaniu z warstwą dolną zawierała ona średnio o 20% więcej cukrów. Natomiast zbiór cukrów z tą zasobniejszą w nie warstwą górną był prawie 2-krotnie mniejszy w odniesieniu do ilości zebranej w warstwie dolnej.

Zawartość fosforu w plonie wszystkich warstw łąny zarówno w pierwszym i drugim odroście była bardzo podobna i na ogół nie zależna od nawożenia (tab. 4). Natomiast

Tabela 4. Zawartość oraz plon składników pokarmowych w poszczególnych warstwach runi
Table 4. The contents and yield of nutrients in particular layers of sward

Warstwa Layer	Wariant – Variant							
	P ₁₈ K ₅₀ N ₆₀				P ₁₈ K ₅₀ N ₁₂₀			
	Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)		Plon (kg ha ⁻¹) Yield (kg ha ⁻¹)		Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)		Plon (kg ha ⁻¹) Yield (kg ha ⁻¹)	
	Pokos – Cut							
	I	II	I	II	I	II	I	II
	Białko ogólne – Crude protein							
Górna Upper	120	-	94	-	137	-	125	-
Środkowa Central	123	174	159	143	136	158	203	186
Dolna Lower	101	128	212	242	106	119	264	328
Razem Total			465	385			592	514
	Cukry rozpuszczalne – Monosaccharides							
Górna Upper	48	-	37	-	56	-	51	-
Środkowa Central	75	100	97	82	90	110	134	130
Dolna Lower	45	78	95	147	61	92	152	254
Razem Total			229	229			337	384

Warstwa Layer	Wariant – Variant							
	P ₁₈ K ₅₀ N ₆₀				P ₁₈ K ₅₀ N ₁₂₀			
	Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)		Plon (kg ha ⁻¹) Yield (kg ha ⁻¹)		Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)		Plon (kg ha ⁻¹) Yield (kg ha ⁻¹)	
Fosfor – Phosphorus (P)								
Górna Upper	1,6	–	1,3	–	1,7	–	1,6	–
Środkowa Central	1,7	2,0	2,2	1,6	1,8	1,9	2,7	2,2
Dolna Lower	1,8	1,9	3,8	3,6	1,8	1,9	4,5	5,2
Razem Total			7,3	5,2			8,8	7,4
Potas – Potassium (K)								
Górna Upper	14,1	–	11,0	–	15,2	–	13,8	–
Środkowa Central	19,0	16,7	24,5	13,7	19,8	17,8	29,5	21,0
Dolna Lower	22,1	16,3	46,4	30,8	21,1	18,1	52,5	50,0
Razem Total			81,9	44,5			95,8	71,0
Wapń – Calcium (Ca)								
Górna Upper	3,1	–	2,4	–	3,3	–	3,0	–
Środkowa Central	3,9	6,1	5,0	5,0	4,4	6,1	6,6	7,2
Dolna Lower	4,7	6,0	9,8	11,3	5,0	6,3	12,4	17,4
Razem Total			17,2	16,3			22	24,6
Magnez – Magnesium (Mg)								
Górna Upper	2,2	–	1,7	–	1,8	–	1,6	–
Środkowa Central	2,5	3,0	3,2	2,5	2,6	2,3	3,9	2,7
Dolna Lower	2,7	3,3	5,7	6,2	2,9	3,0	7,2	8,3
Razem Total			10,6	8,7			12,7	11,0

ilość zebranego fosforu z plonem suchej masy systematycznie się zwiększała w miarę obniżania warstw łanu. Zbiór tego składnika z warstwą dolną w odroście pierwszym stanowił około 50%, a w drugim 70% w ogólnej ilości zebranego fosforu w tych odrostach.

Zawartość potasu i wapnia oraz ich zbiory z plonem suchej masy kształtowały się podobnie. W miarę obniżania warstw łąny ich zawartość systematycznie się zwiększała (tab. 4). Pomiedzy plonem warstwy górnej i dolnej różnica w zawartości tych składników wyniosła około 50%. Jednak w ogólnej ilości zebranych tych składników w odroście pierwszym dolna warstwa łąny miała udział około 55–57%, a górna 13–14%.

W drugim odroście plon suchej masy obu warstw cechował się zbliżoną zawartością tych pierwiastków (tab. 4). Natomiast w całkowitym ich zbiorze w tym odroście ilości zebrane z warstwą dolną stanowiły około 70%, a z górną 30%.

Zawartość magnezu w odroście pierwszym przy obu poziomach nawożenia systematycznie się zwiększała w miarę obniżania warstw łąny (tab. 4). Również w odroście drugim plon warstwy górnej był uboższy w ten składnik od plonu warstwy dolnej. W ogólnej ilości zebranego magnezu w pierwszym odroście plon tego składnika w warstwie dolnej miał udział około 54–57%, a w drugim odroście 71–75%.

4. Dyskusja

Literatura dotycząca zasobności różnych organów traw w składniki pokarmowe jest nieliczna. Ponadto prezentowane w niej wyniki nie są jednoznaczne. Na przykład MASTALERCZUK (2006) donosi, że najzasobniejsze w białko ogólne są kwiatostany i liście traw, a w składniki mineralne liście. Natomiast najuboższymi organami we wszystkie składniki są łodygi. Podobnie o małej zasobności w składniki pokarmowe pędów generatywnych donoszą GOLIŃSKA (1995) i NOWOTNY-MIECZYŃSKA (1965). Również FALKOWSKI i wsp. (2000) pod względem zasobności w azot, wapń i magnez na pierwszym miejscu wymieniają u traw liście. Dlatego też omówienie wyników zawartych w niniejszym opracowaniu jest dość trudne z racji, że każda wydzielona warstwa plonu runi składa się w większym lub mniejszym stopniu z części różnych organów nadziemnych traw.

W niniejszych badaniach stwierdzona najwyższa zawartość białka ogólnego w plonie warstwy górnej i środkowej w pewnym stopniu koresponduje z wynikami uzyskanymi przez innych badaczy (MASTALERCZUK, 2006; FALKOWSKI i wsp., 2000). Natomiast wysoką zasobność plonu warstwy środkowej bądź górnej w cukry należy łączyć z jej składem. Dominowały w niej liście i łodygi. Pierwsze organy są bowiem miejscem wytwarzania cukrów, a drugie, zdaniem FALKOWSKIEGO i KOZŁOWSKIEGO (1972), miejscem ich akumulacji.

Natomiast najwyższa zasobność warstwy dolnej łąny w składniki mineralne jest zjawiskiem, które nie znajduje na ogół potwierdzenia w wyżej wymienionej literaturze, chociaż w przypadku potasu zależność częściowo koresponduje z wynikami uzyskanymi przez FALKOWSKIEGO i wsp. (2000). Zdaniem tych badaczy duże ilości tego składnika gromadzą nie tylko liście, ale również i łodygi. Lokalizacja największego plonu suchej masy w dolnej warstwie łąny runi łąkowej, która to cechowała się najmniejszą objętością była efektem najsilniejszego zagęszczenia masy roślinnej i dużej w niej koncentracji suchej masy.

5. Wnioski

- Poziom nawożenia azotem na ogół nie miał wpływu na wielkość udziału poszczególnych warstw łanu runi łąkowej w plonie całkowitym analizowanych składników.
- W pierwszym odroście trawy gromadziły najwięcej: białka ogólnego w warstwach łanu górnej i środkowej, czyli w kwiatostanach oraz liściach i górnych częściach łodyg, cukrów w warstwie środkowej, a potasu, wapnia i magnezu w warstwie dolnej (dolne części łodyg i pędów wegetatywnych), natomiast fosfor odkładały równomiernie w całej roślinie.
- W odroście drugim trawy więcej gromadziły białka ogólnego i cukrów w warstwie górnej (liście), a pozostałe składniki na ogół były rozmieszczone równomiernie w obu warstwach runi (liście i dolne części pędów).
- W miarę obniżania się warstw łanu zbiory poszczególnych składników systematycznie się zwiększały. Warstwy dolne w całkowitym zbiorze składników miały udział w odroście pierwszym około 50%, a w drugim około 70%.

Literatura

- FALKOWSKI M., KOZŁOWSKI S., 1972. Wpływ nawożenia azotowego na zmiany zawartości cukrów prostych w trawach pastwiskowych. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2, 27-34.
- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S., 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wydawnictwo AR Poznań, ss. 132.
- GOLIŃSKA B., 1995. Charakterystyka właściwości chemicznych *Alopecurus pratensis*. Konferencja Naukowa nt. „Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach”. SGGW, Warszawa, 140-148.
- KASPERCZYK M., 1996. Dynamika przyrostu plonu i pobierania makroelementów przez kupkóvkę pospolitą (*Dactylis glomerata*) w okresie wzrostu i pokosu. *Acta Agraria et Silvicultura*, Seria Agraria, XXXIV, 59-65.
- MASTALERCZUK G., 2006. Zawartość składników w organach roślin łąkowych w warunkach różnej intensywności użytkowania. *Łąkarstwo w Polsce*, 9, 131-141.
- NOWOTNY-MIECZYŃSKA A., 1965. Fizjologia mineralnego żywienia roślin. PWRiL, Warszawa, ss. 546.
- SWĘDRZYŃSKI A., 2000. Właściwości morfologiczne, biologiczne i chemiczne *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. et J. Presl & C. Presl a możliwości poprawy jego wartości pokarmowej. Praca doktorska. AR Poznań.

The structure of yield on mountain meadow

M. KASPERCZYK, J. MAJCHER-ŁOŚ, P. KACORZYK

Department of Grassland Sciences, University of Agriculture on Kraków

Summary

The investigations were conducted in the years 2003–2006 on the mountain meadow under two levels of nitrogen fertilization. Three grass species dominated in the mountain sward i.e. meadow fescue, red fescue and timothy grass. The sward layers of the height of 10–20 cm divided from the two regrowths were subjected to the analysis. In the first regrowth were divided three layers and in the second two layers. In those layers were defined content and yield of the elemental nutrients. The first regrowth was mowed in the phase after of meadow fescue earing and at the beginning of timothy grass earing phase, the second regrowth was mowed after 8 weeks. The level of nitrogen fertilization had no effect on the share of particular sward layers in the total yield of the analyzed components. The highest amount of total protein and carbohydrates was accumulated in the upper layers, whereas the highest level of mineral compounds was found in the lowest layer. The lowest sward layer the highest yields of selected components were stated. The lower layers were characterized with average 50% share in the total yield of the first regrowth and 70% share in the total yield of the second regrowth.

Recenzent – Reviewer: *Stanisław Benedycki*

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Prof. dr hab. Mirosław Kasperczyk

Katedra Łąkarstwa, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

tel. 012 662-44-17

e-mail: rkl@ar.krakow.pl

