

Wpłynęło 09.05.2017 r.
Zrecenzowano 12.07.2017 r.
Zaakceptowano 15.09.2017 r.
A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

WARTOŚĆ GOSPODARCZA RUNI PASTWISKA GÓRSKIEGO EKSTENSYWNIIE UŻYTKOWANEGO, POŁOŻONEGO NA PRZECIWLĘGLYCH STOKACH (N–S)

Stanisław TWARDY¹⁾ ABDF, Beata DOMAGAŁA²⁾ BCEF,
Wojciech MATOGA³⁾ BDEF

- ¹⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Małopolski Ośrodek Badawczy
²⁾ Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Kielcach
³⁾ Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Krakowie

Streszczenie

W latach 2014–2016 przeprowadzono w Małych Pieninach prace badawcze na pastwisku położonym na stokach N–S, w przedziale hipsometrycznym 550–950 m n.p.m. Na różnej wysokości n.p.m. (co 50 m n.p.m.) zlokalizowano cztery poletka doświadczalne (po 20 m²). Skoszoną run z poszczególnych poletek ważono bezpośrednio, a pobrane próbki wykorzystywano do analiz. Wyniki przeliczono na jednostkę powierzchni i odnoszono do ustalonych stref wysokości oraz ekspozycji stokowych. W warunkach ekspozycji północnej plony kształtowały się w przedziale 4,2–5,9 t·ha⁻¹ s.m., a w warunkach ekspozycji południowej 3,6–5,3 t·ha⁻¹ s.m. Dane liczbowe przeanalizowano w aspekcie trendów zmian biomasy na poziomie ufności $p = 0,05$. Próbkę pobranego materiału roślinnego analizowano też pod względem składu botanicznego. Z wyodrębnionych gatunków roślin utworzono trzy grupy traw (różnicowanych pod względem wartości użytkowej – Lwu), grupę bobowatych oraz grupę roślin dwuliściennych. Średnią wartość użytkową obliczono dla każdego roku, strefy wysokości i ekspozycji pastwiska, rejestrując wyraźne różnice. Skład chemiczny runi analizowano z pierwszego odrostu pod kątem zawartości N, P, K, Ca, Mg i Na. Stwierdzono małą lub średnią zawartość podanych składników, bez względu na położenie n.p.m. i ekspozycję. W latach badań występowały zmienne warunki pogodowe. Bardzo duże opady atmosferyczne (1179,7 mm) zarejestrowano w okresie wegetacji 2014 r. Były one, w odniesieniu do średnich z wielolecia (678,4 mm), o ponad 70% większe. Natomiast najmniejsze opady (661,1 mm) i największe wartości temperatury (12,9°C) stwierdzono w okresie wegetacyjnym 2015 r. Warunki pogodowe w poszczególnych okresach wegetacyjnych różnicowały plonowanie runi, a także jej jakość, co wyraźniej objawiało się w warunkach ekspozycji południowej.

Słowa kluczowe: ekspozycja stokowa, pastwisko górskie, plon, położenie n.p.m., runi pastwiskowa, skład botaniczny, skład chemiczny

Do cytowania For citation: Twardy S., Domagała B., Matoga W. 2017. Wartość gospodarcza runi pastwiska górskiego ekstensywnie użytkowanego, położonego na przeciwległych stokach (N–S). Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 17. Z. 4 (60) s. 129–146.

WSTĘP

Od ostatniego dziesięciolecia ubiegłego wieku na obszarach górskich i pogórskich naszego kraju zachodzą istotne zmiany strukturalne, zwłaszcza w obrębie użytków rolnych. Wyraźnie ograniczony został areał gruntów ornych na rzecz użytków zielonych, co skutkowało pojawieniem się nadmiaru paszy objętościowej. Był to swoisty paradoks, ponieważ pogłowie zwierząt gospodarskich, w tym zwłaszcza przeżuwaczy, niewiele się zwiększyło od czasu załamania gospodarczego związanego z transformacją ustrojową. Prowadzoną tu wcześniej intensywną działalność produkcyjną zaczęto ograniczać, dostosowując do uwarunkowań społeczno-ekonomicznych [TWARDY 2009; TWARDY i in. 2011].

Nieopłacalność produkcji zwierzęcej szczególnie mocno ujawniła się na południu Polski. Spowodowała ona drastyczny spadek pogłowia. W województwach południowych jeszcze do dzisiaj rejestruje się najniższą średnią obsadę zwierząt gospodarskich w kraju. Obecnie wynosi ona zaledwie 0,24 DJP·ha⁻¹ użytków rolnych (UR). W innych rejonach Polski, zwłaszcza północno-wschodnich, średnia obsada jest ponad dwukrotnie większa [BARSZCZEWSKI 2015].

Równocześnie prowadzono działania w kierunku lepszego wykorzystania właściwości występujących tu gleb. Zwiększano m.in. powierzchnie pokryte trwałą roślinnością leśną i trawiastą, co ograniczało procesy erozyjne gleb oraz wpływało na spowolnienie odpływów wód powierzchniowych. Rozwijano też usługi agroturystyczne i turystyczne oraz związane z wypoczynkiem, rekreacją i sportem. Zmiany te utrwaliły na omawianych obszarach ekstensywne i niskonakładowe sposoby produkcji rolniczej.

Obecnie w strukturze górskich użytków rolnych, zwłaszcza karpackich, zdecydowanie przeważają trwałe użytki zielone (TUZ). Wprawdzie ogólna powierzchnia TUZ się zwiększyła, ale wyraźnie obniżył się ich potencjał ilościowo-jakościowy [GŁĘBOCKI 2006; TWARDY 2015]. W warunkach ekstensywnego użytkowania runi nakłady na czynniki plonotwórcze zostały niemal całkowicie zredukowane. Dotyczy to szczególnie pastwisk górskich, gdzie – oprócz zakupów drogich nawozów mineralnych – występują duże koszty transportu i ich wysiewu. Opłacalność produkcji zwierzęcej jest tu mała lub nawet bardzo mała. Ponadto jest ona uzależniona od wielu czynników środowiskowych oraz uwarunkowań społecznych i agrarno-legislacyjnych, w tym polityki unijnej, gdzie preferowane są prośrodowiskowe formy użytkowania rolniczego. Dlatego też rolnicy-górale często zwiększają powierzchnię użytków zielonych w celach uzyskania tzw. dopłat obszarowych lub dopłat za prowadzenie działalności rolniczej w trudnych warunkach produkcyjnych [JANKOWSKA-HUFLEJT i in. 2011; TWARDY 2008]. W strefach dolinowych TUZ są zazwyczaj koszone, natomiast wyżej położone – wykorzystywane pastwiskowo.

Celem badań była ocena potencjału produkcyjnego runi pastwiskowej w warunkach długotrwałego i niskonakładowego jej użytkowania, a także określenie aktualnej wartości gospodarczej runi, zróżnicowanej wzniesieniem n.p.m. oraz

ekspozycjami stokowymi. Oceniano właściwości ilościowo-jakościowe biomasy trawiastej, wytwarzanej w warunkach całkowitej rezygnacji ze stosowania nawozów mineralnych. Czynnikiem plonotwórczymi w omawianych warunkach badawczych były głównie opady atmosferyczne.

Zgromadzone wyniki badań odpowiadają na pytanie: jak w górach, w warunkach zróżnicowanych czynników pogodowych i wysokości n.p.m., a także przeciwnych ekspozycji stokowych, kształtuje się plonowanie nienawożonej runi pastwiskowej oraz jaka jest jej wartość użytkowa w różnych strefach wzniesień? Takie pytanie postawiono również w związku z realizacją na tym obszarze międzynarodowego, polsko-norweskiego, projektu badawczego pt.: „Effect of climate change on grassland growth, its water conditions and biomass” (FINEGRASS).

LOKALIZACJA BADAŃ

Prace badawcze realizowano w zlewni Grajcarka, potoku będącego prawobrzeżnym dopływem Dunajca. Zlewnia jest położona w gminie Szczawnica (pow. nowotarski). Dolina potoku stanowi równocześnie granicę oddzielającą Beskid Sądecki od Małych Pienin. W zlewni przeważają trwałe użytki zielone, głównie pastwiska. Od wielu lat są one spasane ekstensywnie owcami rasy p.o.g. (polska owca górską). Jedynie najniższe partie tej zlewni są użytkowane kośnię, również ekstensywnie. Użytki orne występują tu sporadycznie, najczęściej tylko jako działki przyzagrodowe.

Potok Grajcarek płynie ze wschodu na zachód, co wyznacza ekspozycję jego prawo- i lewobrzeżnych stoków. Sytuują się one na zboczach północnych schodzących do głównej doliny ze wzniesień Małych Pienin, a także stokach południowych położonych już w Paśmie Radziejowej (Beskid Sądecki). Stoki te wprawdzie wykazują niewielkie odchylenia ekspozycji, ale do celów porównawczych można uznać, że reprezentują wystawę północną (N) i południową (S).

Do szczegółowych badań porównawczych wybrano górną część zlewni Grajcarka, gdzie występują niemal wyłącznie TUZ. Drugą kategorią użytków są lasy, natomiast całość tej części zlewni można uznać za obszar darniowo-leśny [TWARDY, KOPACZ 2015]. Dolinowe partie tej części zlewni utrzymują się w przedziale hipsometrycznym 550–650 m n.p.m., górne zaś, sięgające do linii wododziałowych, przekraczają po obu stronach zlewni niewiele ponad 950 m n.p.m.

Użytki zielone występują na stosunkowo słabych glebach. Przeważa tu V klasa bonitacyjna, która zajmuje szacunkowo 65–70% ogólnej powierzchni. Pozostałe 30–35% stanowią gleby VI klasy bonitacyjnej. Pod względem typologicznym należą one do gleb brunatnych właściwych lub kwaśnych o składzie glin lekkich i średnich. Ich odczyn w 1n KCl utrzymuje się na ogół w granicach 4,0–5,5 pH. Stosunkowo niska jest też ich zasobność w makro- i mikroskładniki [KOSTUCH, TWARDY 2004].

Na całym obszarze dominuje zespół *Lolio-Cynosuretum* wytworzony w wyniku wieloletniego użytkowania pastwiskowego [TWARDY 2011; TWARDY, KOPACZ 2016a]. Jego skład florystyczny różnicuje położenie n.p.m., stoczystość, ekspozycja, a także stosowane wcześniej zabiegi pielęgnacyjne runi i intensywność jej użytkowania [TWARDY 1995]. W warunkach rezygnacji z czynników plonotwórczych, zwłaszcza nawozów mineralnych, na właściwości runi pastwiskowej duży wpływ wywierają opady atmosferyczne. Wnoszone wraz z nimi rozpuszczone związki chemiczne stanowią wartościowe uzupełnienie plonotwórcze runi trawistej [TWARDY, KOPACZ 2016b].

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Podstawowe czynniki pogodowe, w tym zwłaszcza opady atmosferyczne oraz temperaturę powietrza, rejestrowano na stacji klimatycznej ITP w Jaworkach (600 m n.p.m.). Są one prowadzone zgodnie z zasadami obowiązującymi w IMGW. W prezentowanej pracy podano dane za lata 2014–2016 sezonu wegetacyjnego (IV–X) na tle średnich wieloletnich (lata 1956–2016).

Ocenie poddano ekstensywnie użytkowaną, choć w sposób symulowany, ruń pastwiskową, na której wcześniej prowadzono półintensywny wypas owiec i młodego bydła. Ruń oceniano metodami powszechnie przyjętymi w doświadczalnictwie łąkarskim i gospodarce pastwiskowej. Rejestrowano zarówno parametry ilościowe (plony zielonej i suchej masy roślinnej), jak i jakościowe, w tym zwłaszcza skład botaniczny i chemiczny runi oraz jej wartość użytkową [FILIPEK 1973; KOSTUCH, TWARDY 2004; WASILEWSKI 2010; ŻYSZKOWSKA, PASZKIEWICZ-JASIŃSKA 2011].

Plony biomasy oceniano na podstawie prób pobieranych z płatów roślinnych reprezentatywnych dla ustalonego położenia terenowego, tj. wzniesienia n.p.m. i ekspozycji stokowej. Płaty te tworzyły transekt badawczy, wytyczony zgodnie z profilem poprzecznym doliny. Profil przebiegał od wyniosłości grzbietowych położonych na stoku południowym (900–950 m n.p.m.), przez dno doliny potoku (550–600 m n.p.m.), aż do najwyższych partii pastwisk położonych na stoku północnym, również przekraczających 900 m n.p.m. Dzięki takiemu rozmieszczeniu punktów pomiarowo-badawczych, których łącznie było 14, możliwe było porównanie plonów pochodzących z różnych wysokości n.p.m. oraz przeciwstawnych lokalizacji stokowych. Na okres sezonu wypasowego wyznaczone powierzchnie trawiaste zabezpieczano siatką, co chroniło je przed przypadkowym wypasieniem przez domowe lub dzikie zwierzęta. Chodziło też o ochronę runi poletek przed wnoszeniem odchodów zwierzęcych. Założono, że w przypadku niskonakładowej gospodarki rolno-środowiskowej istotną poznawczo jest ocena naturalnego potencjału runi pastwiskowej z pominięciem jakiegokolwiek czynnika plonotwórczego [TWARDY 2011].

Na ogrodzonych (100 m²) powierzchniach losowo rozmieszczano w czterech powtórzeniach poletka doświadczalne o powierzchni 20,0 m² każde. Koszono je trzykrotnie w sezonie wegetacyjnym, z zachowaniem stałej wysokości (5,0 cm). Zbiór pierwszego odrostu przypadał na okres koniec maja – pierwsza dekada czerwca. Był on uzależniony od terminu ruszania wegetacji wiosną i osiągnięcia fenofazy kłoszenia dominujących w runi gatunków traw. Zielonkę ważono na miejscu, bezpośrednio po skoszeniu. Próbkę pobierano do szczelnych pojemników. W laboratorium odważano z nich 100-gramowe próbki roślinne, które suszono aż do osiągnięcia stałej masy, co umożliwiło ustalenie współczynnika podsuszenia i obliczenie plonów suchej masy. Sumy z kolejnych odrostów, obliczone w podany sposób i podane w odniesieniu do jednostki powierzchni, stanowiły plon roczny, wyrażony w t·ha⁻¹ s.m.

Z każdego poletka po skoszeniu pierwszego odrostu pobierano też próbki materiału roślinnego o masie ok. 1,0 kg na potrzeby analityczne. Kolejno wykonywano analizy grupowe (z podziałem na jednoliścienne, dwuliścienne i bobowate), a następnie analizy szczegółowe z wyselekcjonowanych wcześniej grup roślinnych. Analizy grupowe wykonywano na świeżym (lub przewiedniętym) materiale, który po wysuszeniu na sitach był powtórnie ważony. W ten sposób ustalano udział danej grupy roślin w ogólnej masie analizowanego materiału roślinnego. Z kolei szczegółowe analizy botaniczno-wagowe wykonywano na tym samym materiale, zazwyczaj w późniejszym terminie. Materiał ten zawsze znajdował się w stanie powietrzno suchym (siano). Wyodrębnione gatunki roślin ważono, a następnie obliczano ich procentowy udział w stosunku do całej masy analizowanej próbki. Taki rozbiór był wykorzystywany do obliczania wartości użytkowej runi trawiastej, zgodnie z przyjętą klasyfikacją liczbową oraz zasadami podanymi przez FILIPKA [1973]. Jakość runi obliczano, sumując iloczyny udziału (%) poszczególnych gatunków i przypisanych im wskaźników użytkowych (Lwu), a następnie dzieląc uzyskaną wartość przez 100. Wykonując szczegółowe analizy botaniczno-wagowe, każdorazowo identyfikowano 60–70 gatunków roślin pastwiskowych. Zgromadzony materiał liczbowy poddano analizie w zakresie poziomu istotności różnic oraz ilościowych i jakościowych trendów zmian. Zastosowano analizę regresji liniowej i wykładniczej wraz z określeniem współczynników determinacji poszczególnych równań regresyjnych na poziomie ufności $p = 0,05$.

Skład chemiczny runi oznaczano w laboratorium MOB Kraków na próbkach materiału roślinnego pozyskiwanego również z pierwszego odrostu. Zawartość azotu ogólnego w suchej masie roślinnej określano metodą Kjeldahla, fosforu – metodą kolorymetryczną, a potasu i wapnia – metodą fotometrii płomieniowej. Wyniki z kolejnych lat i stref wysokości uśredniono oddzielnie z wystawy północnej i południowej, co umożliwiła bezpośrednie porównanie zmienności składu chemicznego runi pobranej z różnych wysokości i ekspozycji.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

CZYNNIKI KLIMATYCZNE

W górach w warunkach niskonakładowego użytkowania runi trawiastej istotną rolę odgrywają czynniki pogodowe, zwłaszcza opady atmosferyczne i temperatura powietrza występujące w okresie wegetacyjnym.

Na obszarach karpackich czynniki klimatyczne są mocno zróżnicowane – od łagodnych po bardzo surowe [OBREBSKA-STARKŁOWA i in. 1995], natomiast w obrębie zlewni Grajcarka klimat jest umiarkowany i przyjazny produkcji łąkowo-pastwiskowej. Korzystnie rozłożone są tutaj opady atmosferyczne. Rejestruje się tu również stosunkowo wysoką temperaturę powietrza, umiarkowaną prędkość wiatrów i duże usłonecznienie. Czynniki te powodują, że okres wegetacyjny trwa dość długo, rozpoczyna się zazwyczaj na przełomie marca i kwietnia, a kończy w połowie października [TWARDY, KOPACZ 2015; TWARDY i in. 2015]. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych z wielolecia (1956–2016) wynosi 914,6 mm, a z okresu wegetacyjnego (IV–X) – 678,4 mm. Najmniej opadów rejestruje się w kwietniu (61,8 mm) i październiku (56,8 mm), a najwięcej w czerwcu (131,9 mm) i lipcu (140,6 mm). Sumy opadów atmosferycznych w latach badań (2014–2016) i kolejnych miesiącach okresu wegetacyjnego przedstawiono w tabeli 1.

W poszczególnych okresach wegetacyjnych opady atmosferyczne były mocno zróżnicowane, zarówno między latami, jak i w stosunku do średnich z wielolecia. Okres wegetacyjny 2014 r. należy określić jako bardzo mokry (1179,7 mm), 2016 r. – jako mokry (843,9 mm), a 2015 r. – jako przeciętny i zbliżony sumą opadów (661,0 mm) do średniej z wielolecia (678,4 mm). Różnica średniej sumy opadów z okresu badawczego w stosunku do średniej z wielolecia 1956–2016 wyniosła aż +216,4 mm (tab. 1).

Średnia roczna temperatura powietrza z wielolecia 1956–2016 wynosi 6,2°C, a w okresie wegetacyjnym 11,7°C. Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacyjnym lat 2014–2016 była wyższa od średniej z wielolecia o 1,0°C i wynosiła 12,7°C [TWARDY i in. 2016]. W okresie wegetacyjnym omawianych lat najniższą średnią miesięczną temperaturę powietrza rejestrowano w kwietniu (7,3°C), a najwyższą w lipcu (17,6°C) i sierpniu (16,6°C). Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza odnotowane w okresie wegetacyjnym lat realizacji badań zamieszczono w tabeli 2.

Z danych liczbowych zawartych w tabelach 1. i 2. wynika, że analizowany okres badawczy (2014–2016) charakteryzował się zarówno wyższymi sumami opadów atmosferycznych, jak też znacznie podwyższonymi średnimi wartościami temperatury powietrza w stosunku do wielolecia, co mogłoby potwierdzać wysuwane przez klimatologów sugestie zachodzących zmian klimatycznych.

Tabela 1. Rozkład miesięcznych sum opadów atmosferycznych (mm) w okresie wegetacyjnym
Table 1. Distribution of total monthly precipitation (mm) during the growing season

Rok Year	Suma opadów w miesiącu Sum of precipitation in month												Razem Total	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	I-XII					
2014	89,9	309,5	78,2	398,5	130,6	66,3	106,7	1 179,7	1 349,3					
2015	49,0	180,8	30,8	104,4	92,6	149,8	53,6	661,1	970,3					
2016	89,8	160,4	41,2	203,7	103,7	49,8	195,3	843,9	1 131,9					
Średnia z lat 2014–2016 Multi-year average 2014–2016	76,2	216,9	50,1	235,5	109,0	88,6	118,5	894,8	1 150,5					
Średnia z wielolecia 1956–2016 Multi-year average 1956–2016	61,8	103,7	131,9	140,6	106,7	76,9	56,8	678,4	914,6					
Różnica Difference	+14,4	+113,2	-81,8	+94,9	+2,3	+11,7	+61,7	+216,4	+235,9					

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Tabela 2. Rozkład miesięcznych wartości średnich temperatur (°C) powietrza w okresie wegetacyjnym
Table 2. Distribution of monthly average air temperatures (°C) during the growing season

Rok Year	Średnia temperatura w miesiącu Average temperature in month												Średnia Average	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	I-XII					
2014	7,9	11,5	14,2	17,2	15,5	12,9	8,7	12,6	8,3					
2015	6,1	10,8	15,1	18,6	18,7	13,4	7,9	12,9	7,9					
2016	7,9	11,6	16,5	17,0	15,4	13,0	6,1	12,5	7,2					
Średnia z lat 2014–2016 Multi-year average 2014–2016	7,3	11,3	15,3	17,6	16,6	13,1	7,6	12,7	7,8					
Średnia z wielolecia 1956–2016 Multi-year average 1956–2016	6,2	11,3	14,4	16,1	15,5	11,5	7,0	11,7	6,2					
Różnica Difference	+1,1	0,0	+0,9	+1,5	+1,1	+1,6	+0,6	+1,0	+1,6					

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

PLONOWANIE RUNI PASTWISKOWEJ

Plony biomasy trawiastej przedstawiono w tabeli 3. Są one sumą kolejnych odrostów z danego okresu wegetacyjnego. Podane wartości są średnimi rocznymi plonami z poszczególnych położzeń terenowych i przeciwstawnych ekspozycji stokowych, które uzyskano w czasie trzyletniego okresu realizacji badań.

Tabela 3. Plonowanie runi pastwiskowej w latach 2014–2016 w warunkach zróżnicowanego położenia i ekspozycji stokowej ($t \cdot ha^{-1}$ s.m.)

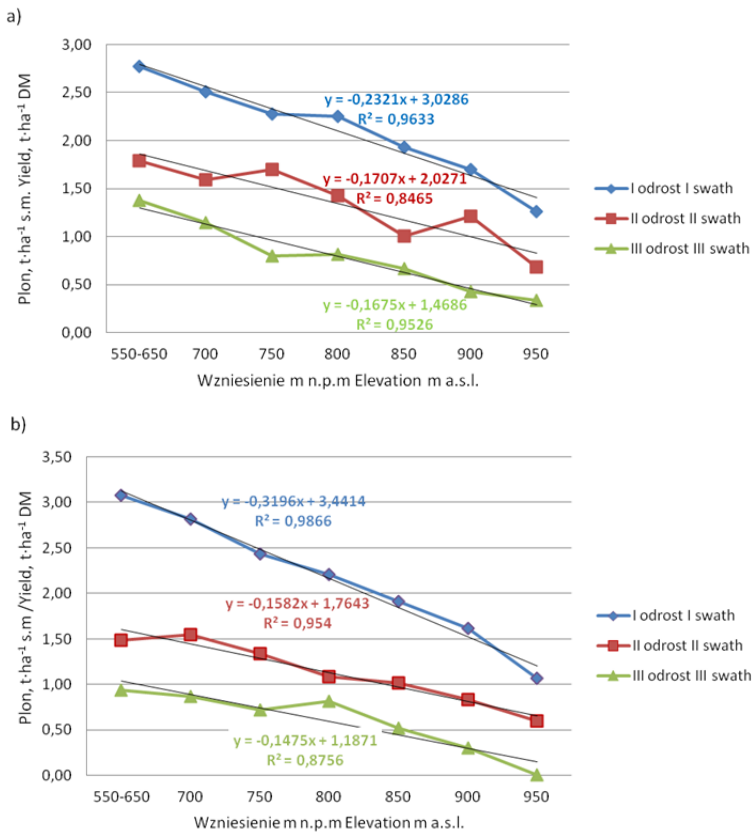
Table 3. Pasture sward yielding in 2014–2016 under conditions of diversified location and slope exposure ($t \cdot ha^{-1}$ DM)

Wzniesienie m n.p.m. Altitude m a.s.l.	Plon w latach Yield in years			
	2014	2015	2016	średnio 2014–2016 average 2014–2016
	Stok N Slope N			
550–650	6,76	4,62	6,44	5,94
650–700	5,46	4,67	5,61	5,25
700–750	5,25	4,29	4,82	4,78
750–800	5,43	3,58	4,47	4,49
800–850	4,14	2,87	3,80	3,60
850–900	3,93	2,41	3,70	3,35
>900	2,75	1,57	2,20	2,17
Średnio Average	4,82	3,43	4,43	4,23
NIR_{0,05} LSD_{0,05} 0,46				
	Stok S Slope S			
550–650	5,85	4,59	5,51	5,32
650–700	5,56	4,22	5,18	4,99
700–750	4,43	3,44	4,56	4,14
750–800	4,27	2,56	4,28	3,70
800–850	3,82	1,88	3,23	2,98
850–900	2,88	1,60	2,60	2,36
>900	1,95	1,22	1,56	1,58
Średnio Average	4,11	2,78	3,85	3,58
NIR_{0,05} LSD_{0,05} 0,40				

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Średnia różnica w okresie realizacji badań wyniosła $0,65 t \cdot ha^{-1}$ s.m. Większe plony rejestrowano na stoku północnym, co należy tłumaczyć dłużej utrzymującym się tam uwilgotnieniem gleby, przy czym bez względu na ekspozycję stokową stwierdzono statystycznie udowodnione różnice ($p = 0,05$) w plonowaniu zarówno w latach badań, jak i wyodrębnionych strefach wysokości n.p.m. (tab. 3).

Zróznicowanie kolejnych odrostów w zależności od położenia n.p.m. i ekspozycji stokowej przedstawiono na rysunku 1. Wartości podane dla poszczególnych stref wysokości są średnimi z czterech powtórzeń i całego okresu badań. Procentowy udział poszczególnych odrostów w łącznym plonie runi był zbliżony, bez względu na ekspozycję stokową. Na pierwszy odrost przypadało przeciętnie 50–55%, na drugi ok. 30%, a na trzeci 15–19% plonu.



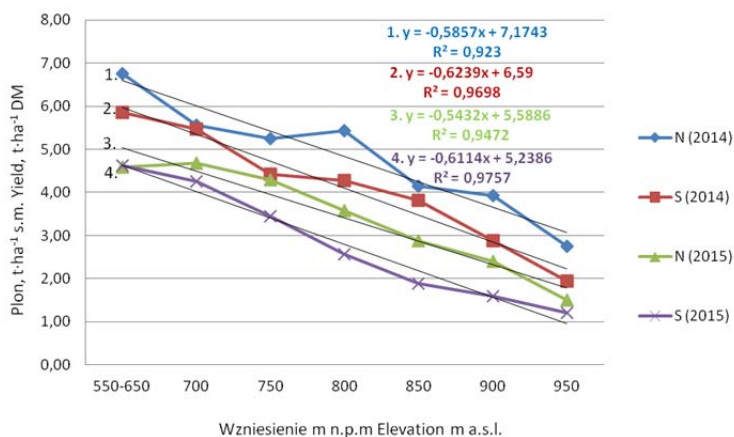
Rys. 1. Zmienność plonowania w poszczególnych odrostach w zależności od położenia n.p.m.: a) stok północny (N); b) stok południowy; źródło: wyniki własne

Fig. 1. Variability of pasture sward yielding of particular swath depending on the location a.s.l.: a) north slope (N); b) south slope; source: own study

Produkcyjne znaczenie dla gospodarki pasterskiej mają zatem dwa pierwsze odrosty. Plon trzeciego jest już ilościowo niewielki i zazwyczaj słabszy jakościowo, zwłaszcza w wyższych położeniach stokowych. Największe plony uzyskiwano zawsze z pierwszego odrostu pochodzącego z niższych położeniach (550–700 m n.p.m.). Wraz ze wzniesieniem terenu n.p.m. plony wyraźnie się zmniejszały, aby

w górnych partiach pastwiska (tj. 850–920 m n.p.m.) stanowić zaledwie 30–35% plonów strefy dolinowej.

Zmienność i poziom plonowania biomasy trawiastej wytworzonej w warunkach wyjątkowo mokrego lata (2014) i okresu wegetacyjnego (2015) z opadami atmosferycznymi zbliżonymi do średnich z wielolecia przedstawiono na rysunku 2. Wyraźnie większe plony uzyskano w warunkach dużej ilości opadów bez względu na położenie n.p.m. i ekspozycję stokową. W warunkach braku nawożenia o plonach decydują czynniki pogodowe, zwłaszcza opady atmosferyczne oraz wnoszony wraz z nimi depozyt rozpuszczonych substancji chemicznych [TWARDY, KOPACZ 2015].



Rys. 2. Plonowanie runi w odmiennych warunkach pogodowych lat 2014 i 2015; źródło: wyniki własne

Fig. 2. Pasture sward yielding in distinct weather conditions in years 2014 and 2015; source: own study

SKŁAD CHEMICZNY RUNI

Ruń pochodzącą z pierwszego odrostu analizowano pod kątem zawartości N, P, K, Ca, Mg i Na. Wyniki przedstawiono jako średnie z całego okresu badawczego z uwzględnieniem przeciwstawnych ekspozycji stokowych oraz stref wysokości (tab. 4). Podano też średnie wartości dla poszczególnych składników chemicznych oraz wartości skrajne, które stwierdzono w badaniach analitycznych. Podobnie przedstawiono zróżnicowanie średnich plonów. Tak zestawione wartości liczbowe ułatwiają odniesienie się do przeciętnej masy makroskładników wynoszonych wraz plonem biomasy trawiastej.

Analizy chemiczne materiału roślinnego wykazały, że makroskładniki występowały zazwyczaj w ilościach zbliżonych do podawanych w literaturze dla nienawożonej runi trawiastej [ANTONKIEWICZ 2007; KASPERCZYK, KACORZYK 2008].

Tabela 4. Średnie plony i średnia zawartość makroskładników w pierwszym odroście runi z różnych ekspozycji stokowych i wysokości n.p.m.**Table 4.** Average yield and average content of macronutrients in first swath from various slope exposures and elevations a.s.l.

Wzniesienie m n.p.m. Elevation m a.s.l.	Stok Slope	Plon t·ha ⁻¹ s.m Crop t·ha ⁻¹ DM	Zawartość makroskładników, g·kg ⁻¹ s.m Macronutrients, g·kg ⁻¹ DM					
			N	P	K	Ca	Mg	Na
550–650	N	5,94	26,7	3,4	16,8	5,7	2,5	0,8
	S	5,32	25,4	2,4	14,2	5,1	1,9	0,6
650–700	N	5,25	24,6	3,3	17,3	7,7	3,4	1,1
	S	4,99	23,1	2,0	16,5	6,8	3,7	0,6
700–750	N	4,78	22,3	3,0	16,7	7,2	4,7	0,8
	S	4,14	20,7	2,8	15,4	6,5	3,8	0,5
750–800	N	4,49	23,4	2,5	18,9	9,2	5,6	0,6
	S	3,70	18,8	2,4	16,3	7,4	3,4	0,6
800–850	N	3,60	20,3	2,3	20,4	11,2	6,6	0,6
	S	2,98	16,7	2,0	16,4	6,8	3,7	0,4
850–900	N	3,35	19,6	2,2	17,8	10,2	4,3	0,5
	S	2,36	16,0	1,8	16,0	5,6	2,6	0,3
>900	N	2,17	18,7	1,9	16,9	8,7	3,7	0,4
	S	1,58	15,4	1,4	15,5	5,2	1,8	0,2
Średnie wartości Average values	N	4,23	22,2	2,7	17,8	8,6	4,4	0,7
	S	3,58	19,4	2,1	15,7	6,2	3,0	0,5
Skrajne wartości Extreme values		1,58–5,94	15,4–26,7	1,4–3,4	14,2–20,4	5,1–11,2	1,8–6,6	0,2–1,1

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Podobne wyniki w odniesieniu do runi pochodzącej z małopienińskich użytków zielonych uzyskali również inni autorzy, którzy pracowali wcześniej w tym terenie [KOSTUCH i in. 1983].

W pierwszych odrostach runi zauważalna jest nieco większa średnia zawartość azotu w niższych położeniach terenowych (550–750 m n.p.m.) w stosunku do najwyższych (od 850 do >900 m n.p.m.). W warunkach ekspozycji północnej w poszczególnych strefach wysokości, średnia zawartość azotu była zróżnicowana w przedziale 18,7–26,7 g·kg⁻¹ s.m., podczas gdy w warunkach ekspozycji południowej utrzymywała się w granicach 15,4–25,4 g·kg⁻¹ s.m. Średnia zawartość azotu odnotowana w całym okresie badawczym dla ekspozycji północnej wynosiła 22,2 g·kg⁻¹ s.m., a południowej – 19,4 g·kg⁻¹ s.m. plonu.

Zawartość fosforu w poszczególnych strefach wysokości była mało zróżnicowana. W warunkach ekspozycji północnej mieściła się w przedziale 1,9–3,4 g P·kg⁻¹ s.m., a ekspozycji południowej w przedziale 1,4–2,8 g P·kg⁻¹ s.m. Wystę-

puje tu również podobna zależność, jak w przypadku azotu, gdyż wraz z wysokością n.p.m. zmniejsza się zawartość fosforu w suchej masie plonu (tab. 4).

Zbliżone skrajne różnice stwierdzono w odniesieniu do zawartości potasu (14,2–20,4 g K·kg⁻¹ s.m.) i wapnia (5,2–11,2 g Ca·kg⁻¹ s.m.), a relatywnie większe magnezu (1,8–6,6 g Mg·kg⁻¹ s.m.) i sodu (0,2–1,1 g Na·kg⁻¹ s.m.), przy czym nieco większą zawartość wymienionych składników rejestruje się w środkowych partiach stoków (tj. na wysokości 750–850 m n.p.m.). W odniesieniu do zawartości potasu jest to prawdopodobnie spowodowane wcześniejszym dość intensywnym użytkowaniem runi pastwiska w tej strefie, a w odniesieniu do wapnia – występującymi tu uwarunkowaniami geologicznymi, zwłaszcza płytko zalegającymi utworami wapiennymi.

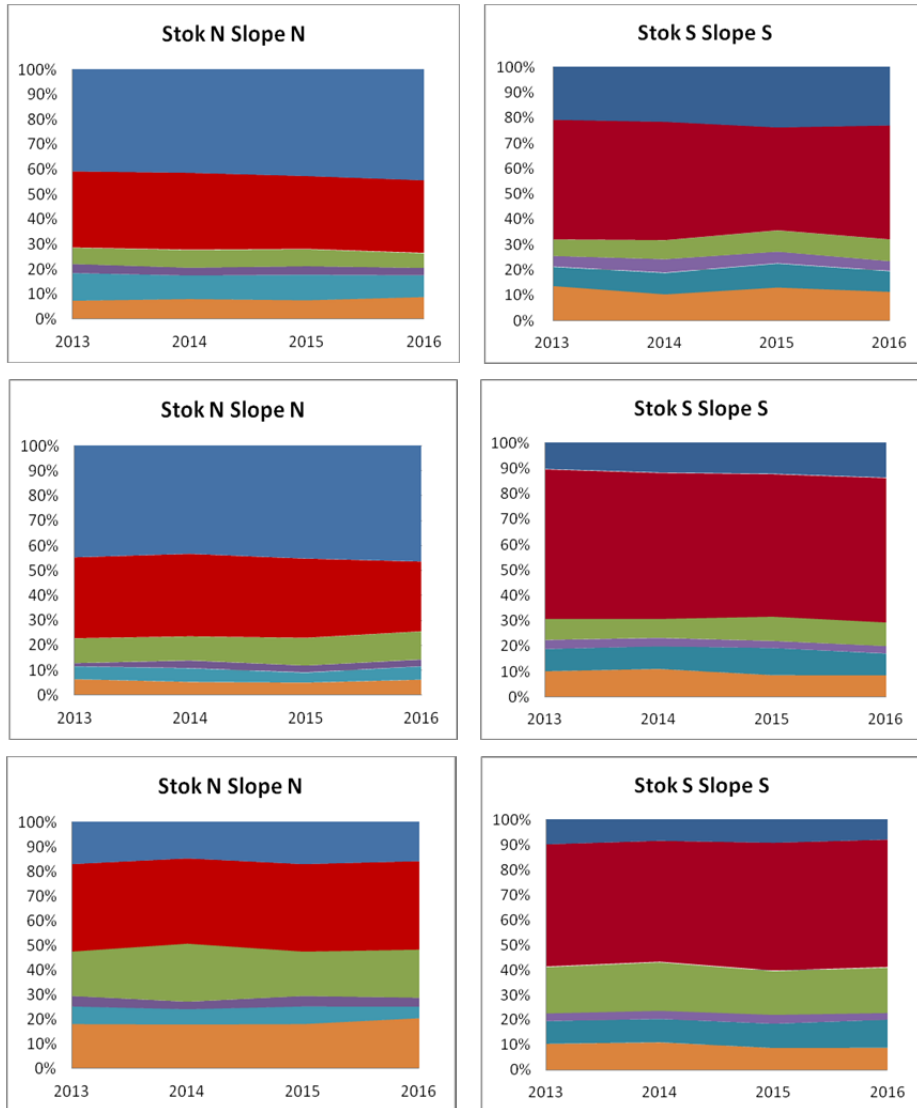
SKŁAD BOTANICZNY RUNI

Skład florystyczny runi pastwiskowej przedstawiono graficznie z uwzględnieniem trzech stref wysokości: 550–700 m, 700–800 m oraz 800–920 m n.p.m. (rys. 3). W tak przyjętym układzie uwzględniono rośliny jednoliścienne (trawy), bobowate drobnonasienne i rośliny dwuliścienne (ziola i chwasty). W obrębie jednoliściennych wyróżniono ponadto trawy wartościowe z przypisanymi im liczbami Lwu 8–10, średniowartościowe (Lwu 5–7) oraz małowartościowe (Lwu ≤ 4) [FILIPEK 1973]. Dla pełniejszego obrazu dane florystyczne z lat 2014–2016 uzupełniono wynikami pochodzącymi z 2013 r., aby pokazać stan wyjściowy runi pastwiskowej przed rozpoczęciem omawianych prac badawczych. Obecna dość wyraźna stabilizacja składu botanicznego runi jest prawdopodobnie następstwem wieloletniego ekstensywnego jej użytkowania [TWARDY i in. 2016; TWARDY, KOPACZ 2016a].

Stwierdzono, że najkorzystniejszy skład florystyczny – objawiający się większym udziałem wartościowszych traw – występował w najniższej strefie wysokości w warunkach północnej ekspozycji stokowej. Najslabszy natomiast – z uwagi na znikomą ilość traw szlachetnych, a dużą średnio- i małowartościowych – występował w najwyższych położeniach ekspozycji południowej.

W warunkach ekspozycji N w strefie wysokości 550–700 m n.p.m. udział wartościowych traw był prawie dwukrotnie większy niż w warunkach ekspozycji S. Takie zróżnicowanie, z niewielkimi zmianami, utrzymywało się przez cały okres badawczy, bez względu na zmienne warunki pogodowe (rys. 3a). W większej ilości rejestrowano tutaj też rośliny bobowate, zwłaszcza koniczynę białą (*Trifolium repens* L.) i łąkową (*Trifolium pratense* L.).

Natomiast trawy o średniej wartości pastewnej np. kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), stokłosa miękka (*Bromus mollis* L.), tomka wonna (*Anthoxanthum odoratum* L.) czy grzebienica pospolita (*Cynosurus cristatus* L.) zdecydowanie przeważały na stoku południowym, ich udział oscylował wokół 40% w składzie botanicznym runi.



Legenda Legend

- trawy wartościowe high value grass
- trawy małowartościowe low value grass
- ziola herbs
- trawy średniowartościowe medium value grass
- bobowate Fabaceae
- chwasty weed

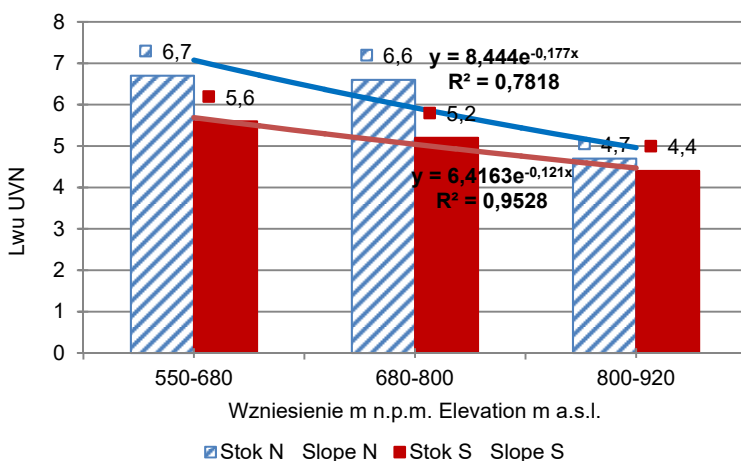
Rys. 3. Skład florystyczny runi pastwiskowej z przeciwstawnych położzeń stokowych (N–S) w różnych strefach wysokości: a) 550–700 m n.p.m., b) 700–800 m n.p.m., c) 800–920 m n.p.m.; źródło: wyniki własne

Fig. 3. Floristic composition of sward from opposing slope locations (N–S) in the different height zone: a) 550–700 m a.s.l., b) 700–800 m a.s.l., c) 800–920 m a.s.l.; source: own study

Pozostałe grupy roślin, bez względu na położenie stokowe występowały w zbliżonym udziale, choć w obrębie dwuliściennych na stokach o ekspozycji S odnotowywano więcej chwastów niż ziół.

Zróznicowany udział wartościowych traw w warunkach przeciwstawnych ekspozycji jeszcze wyraźniej zarysowuje się w przedziale wysokości 700–800 m n.p.m. (rys. 3b). Na stoku północnym w okresie realizacji badań udział ten wynosił ok. 45%, a na południowym zaledwie 12%. Znaczna była też różnica udziału traw średniowartościowych, gdyż na stoku o ekspozycji południowej było ich prawie dwukrotnie więcej niż na północnej. W warunkach ekspozycji południowej rejestrowano też więcej roślin dwuliściennych, zarówno ziół jak i chwastów (rys. 3b). W najwyższej strefie, mieszczącej się w przedziale 800–920 m n.p.m., dominowały trawy średnio- i małowartościowe, uzupełnione roślinami dwuliściennymi (rys. 3c). Więcej ziół i chwastów występowało jednak w runi w ekspozycjach północnych niż południowych. Na stokach o ekspozycji południowej w niewielkich ilościach odnotowywano natomiast udział traw wartościowych, a znikomy roślin bobowatych (rys. 3c).

Wartość użytkową runi pastwiskowej w zależności od ekspozycji i wzniesienia n.p.m. przedstawiono na rysunku 4. Z zamieszczonego histogramu wynika, że wraz z wysokością n.p.m. obniża się jakość użytkowa runi pastwiska. Trendy tych zmian opisano formułami matematycznymi, według równań wykładniczych. W przypadku ekspozycji północnej Lwu zmniejszyło się z 6,7 do 4,7, natomiast w warunkach ekspozycji południowej z 5,6 do 4,4. Ruń na stoku północnym do wysokości 800 m n.p.m. oceniana jest jako dobra, a powyżej tej linii hipsometrycznej przyjmuje już



Rys. 4. Zmienność wartości użytkowej pastwiska (Lwu) na różnych wzniesieniach n.p.m. i przeciwstawnych ekspozycjach stokowych; źródło: wyniki własne

Fig. 4. Variability of the utility value number (UVN) on different elevations a.s.l. and opposite slope exposures; source: own study

znamiona paszy miernej [FILIPEK 1973; WASILEWSKI 2006]. Na stoku południowym zaś run pastwiskowa w przeważającej większości plasowała się grupie użytku miernego, choć w najniższej strefie wysokości graniczyła z ocenianą jako dobrą, ze względu na Lwu wynoszące 5,6.

WNIOSKI

1. Wielkość plonowania nienawożonej runi trawiastej jest w znacznym stopniu uzależniona od czynników pogodowych, szczególnie opadów atmosferycznych. Średnie plony z roku bardzo mokrego (2014) wynosiły 4,1–4,8 t·ha⁻¹ s.m, a z przeciętnego pod względem ilości opadów (2015) tylko 2,8–3,4 t·ha⁻¹ s.m.

2. Plonowanie runi pastwiskowej wyraźnie zmniejszało się wraz ze wzniesieniem terenu n.p.m. Największe plony rejestrowano zawsze w partiach dolinowych i dolinowo-stokowych (550–700 m n.p.m.), najmniej zaś w położeniach stokowo-grzbietowych >900 m n.p.m).

3. Bez względu na wzniesienie n.p.m. większe plony stwierdzano zawsze na stoku o ekspozycji północnej. Średnio wynosiły one 4,2 t·ha⁻¹ s.m., podczas gdy na stoku południowym były mniejsze o ok. 15% i średnio wynosiły 3,6 t·ha⁻¹ s.m.

4. Wraz ze wzniesieniem terenu n.p.m. zmniejszała się Lwu runi, gdyż wartościowe trawy w wyższych położeniach są wypierane przez mniej wymagające rośliny jednoliścienne, a także dwuliścienne. W najniższych położeniach Lwu kształtowało się w granicach 5,6–6,0, a w najwyższych – 4,4–4,7.

5. Analizowana run pastwiskowa jest mało zasobna lub uboga w makroelementy. Skład chemiczny runi jest nieco korzystniejszy w partiach dolinowych (550–700 m n.p.m.), gdzie zawartość N oscylowała wokół 25,0 g, P – 3,0 g, a K – 16,0 g·kg⁻¹ s.m. Na obu przeciwstawnych ekspozycjach skład chemiczny runi stopniowo się pogarszał wraz ze wzniesieniem terenu n.p.m.

BIBLIOGRAFIA

- ANTONKIEWICZ J. 2007. Ocena składu mineralnego pasz z runi łąkowej i pastwiskowej. W: Ocena składu chemicznego roślin. [Evaluation of mineral composition of fodders from meadow and pasture sward. In: Evaluations of plant chemical composition]. Red. B. Wiśniewska-Kielan, W. Lipiński. Kraków–Warszawa–Wrocław. PTIE, Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza s. 23–30.
- BARSZCZEWSKI J. 2015. Stan trwałych użytków zielonych i ich wykorzystanie w kraju. W: Racjonalne wykorzystanie potencjału produkcyjnego trwałych użytków zielonych w Polsce w różnych warunkach glebowych i systemach gospodarowania [State of permanent grasslands and their utilization in the country. In: Rational utilization of production potential of permanent grasslands in Polish in various soil conditions and systems of management]. Red. J. Barszczewski. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie. Nr 40. Falenty. Wydaw. ITP s. 15–35.

- GLEBOCKI B. 2006. Zasoby trwałych użytków zielonych a natężenie chowu bydła i owiec na obszarach górskich Polski w latach 1988–2002 [Permanent grasslands resources and the stocking rates of cattle and sheep in the mountains regions of Poland 1988–2002]. *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*. Z. 53 s. 91–108.
- FILIPEK J. 1973. Projekt klasyfikacji roślin łąkowych i pastwiskowych na podstawie liczb wartości użytkowej [The classification project of meadow and pasture plants on the basis of value in use numbers]. *Postępy Nauk Rolniczych*. Nr 4 s. 59–68.
- JANKOWSKA-HUFLEJT H., WRÓBEL B., TWARDY S. 2011. Current role of grasslands in development of agriculture and rural areas in Poland – an example of mountain voivodships małopolskie and podkarpackie. *Journal of Water and Land Development*. No 15 s. 3–18.
- KASPERCZYK M., KACORZYK P. 2008. Wpływ rodzaju nawożenia na wartość gospodarczą łąki górskiej [The effect of fertilization on the productivity of a mountains meadow]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 8. Z. 1 (22) s. 143–150.
- KOSTUCH R., NOWAK M., TWARDY S. 1983. Zawartość składników mineralnych w pierwszych pokosach runi łąkowej makroregionu południowo-wschodniego [Mineral composition of meadow sward from first cut in the south-eastern macro-region]. *IMUZ TOB-Kraków-Wrocław. WOPR Wysoka* ss. 16.
- KOSTUCH R., TWARDY S. 2004. Badania produktywności użytków zielonych w Karpatach Polskich [Studies on grasslands productivity in the Polish Carpathians]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 4. Z. 1(10) s. 247–258.
- OBREBSKA-STARKLOWA B., HESS M., OLECKI Z., TREPIŃSKA J., KOWANETZ L. 1995. Klimat. W: *Karpaty Polskie. Przyroda, człowiek i jego działalność* [Climate. In: Polish Carpathians. Environment, human and his activities]. Red. J. Warszzyńska. Kraków. Wydaw. UJ s. 31–47.
- TWARDY S. 1995. Wpływ zmiennego nawożenia mineralno-organicznego na produktywność pastwiska górskiego [Influence of variable mineral-organic fertilization on the productivity of mountain pasture]. *Wiadomości. IMUZ*. T. 18. Z. 3 s. 99–111.
- TWARDY S. 2008. Karpackie użytki rolne jako obszary o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW) [Carpathian agricultural lands as less favoured areas (LFA)]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 8. Z. 2b (24) s. 191–202.
- TWARDY S. 2009. Tendencje zmian użytkowania przestrzeni rolniczej obszarów karpackich [Trends in the use of agricultural areas of the Carpathian]. *Studia i Raporty. Puławy. IUNG – PIB*. Z. 17 s. 49–58.
- TWARDY S. 2011. Efekty wieloletniego mineralno-organicznego nawożenia pastwisk górskich użytkowanych owcami. W: *Długotrwałe doświadczenia nawozowe na użytkach zielonych* [Results of long-term mineral-organic fertilization of mountains pastures used for sheep. In: Long-term fertilizer experiments on grasslands]. Kraków. Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej UR, Krakowski Oddz. Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej s. 121–133.
- TWARDY S. 2015. Stan i kierunki rolniczego wykorzystania użytków zielonych położonych w obszarach urzeźbionych Polski południowej. W: *Racjonalne wykorzystanie potencjału produkcyjnego trwałych użytków zielonych w Polsce w różnych warunkach glebowych i systemach gospodarowania* [Status and trends of agricultural use of grasslands located in the mountains in the Southern Poland. In: Rational utilisation of production potential of permanent grasslands in Polish in various soil conditions and systems of management]. Red. J. Barszczewski. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie*. Nr 40. Falenty. Wydaw. ITP s. 151–173.
- TWARDY S., JANKOWSKA-HUFLEJT H., WRÓBEL B., 2011. The role of grasslands in the formation of structural and spatial order of rural areas. *Journal of Water and Land Development*. No 15 s. 99–113.
- TWARDY S., KOPACZ M. 2015. Funkcje trwałych użytków zielonych w obszarach górskich. Studium nad rolnośrodowiskowym znaczeniem TUZ – na podstawie badań w zlewni górnego Dunajca

- oraz potoku Grajcarek [Functions of permanent grasslands in mountains areas. Study on agri-environmental importance of permanent grasslands – based on research carried out in basins of upper Dunajec River and Grajcarek Stream]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie. Nr 39. Falenty. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-87-5 ss. 158.
- TWARDY S., KOPACZ M. 2016a. Analiza zmienności runi pastwisk małopienińskich w wyniku wieloletniego użytkowania [Analysis of sward variability of pasture in Little Pieniny region as a result of multiyear utilization]. Łąkarstwo w Polsce. Nr 19 s. 263–280.
- TWARDY S., KOPACZ M. 2016b. Wpływ opadów atmosferycznych na ilość i jakość wód migrujących przez profil glebowy w warunkach zróżnicowanego użytkowania runi łąkowej [The impact of precipitation on the quantity and quality of water migrating through the soil profile under different use of sward]. Przemysł Chemiczny. Nr 95/8 s. 1533–1537.
- TWARDY S., KOPACZ M., KURNICKI R. 2016. Wykorzystanie przestrzeni rolno-leśnej w Małych Pieninach w aspekcie przeobrażeń strukturalnych i środowiskowych oraz prognozowanych zmian klimatycznych na przykładzie zlewni potoku Grajcarek [The use of agro-forestry areas in the Małe Pieniny mountain range in terms of structural, environmental and projected climate changes (based on the example of Grajcarek Stream basin). Falenty–Kraków. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-65426-23-9 ss. 133.
- TWARDY S., KOPACZ M., MATOGA W. 2015. Zmienność produkcji biomasy na górskich użytkach zielonych w zależności od położenia n.p.m. oraz ekspozycji stoków [Variability of biomass production on mountain grasslands depending on location above sea level and exposure of slopes]. Łąkarstwo w Polsce. Nr 18 s. 213–227.
- WASILEWSKI Z. 2006. Ocena jakości runi i darni spasných użytków zielonych w różnych siedliskach [An evaluation of sward quality in grazed grasslands of various habitats]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 6. Z. 1 (16) s. 413–421.
- WASILEWSKI Z. 2010. Skład botaniczny i wartość użytkowa spasanej runi w różnych siedliskach [Botanical composition and utility value of grazed sward in various habitats]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 10. Z. 4 (32) s. 265–280.
- ŻYSZKOWSKA M., PASZKIEWICZ-JASIŃSKA A. 2011. An assessment of the natural value of selected meadow-pasture communities in the Middle Sudetes region. Journal of Water and Land Development. No 15 s. 53–64.

Stanisław TWARDY, Beata DOMAGAŁA, Wojciech MATOGA

THE ECONOMIC VALUE OF MOUNTAIN PASTURE USED EXTENSIVELY, LOCATED ON OPPOSITE SLOPES (N–S)

Key words: *botanical composition, chemical composition, location above sea level, mountain pasture, slope exposure, sward*

S u m m a r y

The study was conducted in Lesser Pieniny Mountain Range in the years 2014–2016 on a pasture located at the altitude range of 550–950 m above sea level along the N–S profile. Experimental plots (4 x 20 m²) were established at the fixed altitudes above sea level. The pasture sward from individual plots was cut and weighed directly. Harvested grass samples were subjected to laboratory analysis. Results were calculated per unit area and referenced to delineated altitude zones and slope exposures. The level of yield ranged from 4.2–5.9 Mg·ha⁻¹ DM at N slope and 3.6–5.3 Mg·ha⁻¹ DM at the opposite slope. Figures were analyzed in terms of trends in the biomass at a confidence level of 0.05. Samples of collected plant material were also analyzed for botanical composition of the sward. From the

extracted species three groups of grass (diverse in terms of use value), a group of Fabaceae and a group of dicotyledonous plants were created. The average use value was calculated for each year, height zone and pasture exposure, recording distinct differences. Chemical composition of the sward was analyzed from the first regrowth for the content of N, P, K, Ca, Mg, Na. Regardless of the sea level and exposure, low or medium content of these components was found. Weather conditions were varying during the research period. Very high precipitation (1179.7 mm) was recorded in the growing season of 2014. It was over 70% higher than the multi-year average precipitation (678.4 mm), whereas the lowest precipitation (661.1 mm) and the highest temperatures (12.9°C) were registered in the growing season in 2015. The weather conditions in particular growing seasons determined the yields and the quality of the sward, especially on the S exposure.

Adres do korespondencji: prof. dr hab. Stanisław Twardy, Małopolski Ośrodek Badawczy ITP w Krakowie, ul. Ulanów 21B, 31-450 Kraków; tel. +48 12 411-81-46 w. 10, e-mail: S.Twardy@itp.edu.pl