

## Zmienność produkcji biomasy na górskich użytkach zielonych w zależności od położenia n.p.m. oraz ekspozycji stoków<sup>1</sup>

S. TWARDY, M. KOPACZ, W. MATOGA

*Małopolski Ośrodek Badawczy w Krakowie, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy*

### Variability of biomass production on mountain grasslands depending on location above sea level and exposure of slopes

**Abstract.** The article comprises results of the research concerning yielding of grazing sward situated at different altitudes above sea level on slope south (S) and slope north (N). The results collected for the growing season (April-October) of 2015 are presented in comparison with data from a long series of measurements. They included basic climatic factors (precipitation and temperature) in monthly and ten-day system as well as yielding of grazing sward in subsequent new growth and as a year-round sum. The measurement works were done along earlier determined measurement profile running in N-S system across Grajcarek valley.

**Keywords:** Carpathian areas, climate, sward biomass, location above sea level, slope exposure.

### 1. Wstęp

W Polsce obszary górskie zajmują powierzchnię około 27,2 tys. km<sup>2</sup>, co stanowi blisko 9% ogólnej powierzchni naszego kraju (KOSTUCH, 1976; TWARDY, 1993; 2015). Na tych terenach zamieszkuje około 14% ludności (MUSIAŁ, 2008).

W ostatnich kilkunastu latach mocno zmieniała się struktura ich użytkowania. Szczególnie dotyczy to użytków rolnych. Wcześniej prowadzoną dość intensywną działalność produkcyjną znacznie ograniczono, na rzecz niskonakładowej aktywności rolno-środowiskowej. Równocześnie dokonywano istotnych przeobrażeń idących w kierunku lepszego, użytkowania ziemi. W tym też związanych z zalesieniami stoków, wzrostem trwałych użytków zielonych, a także okołorolniczym lub pozarolniczym jej wykorzystaniem. Dynamicznie zaczęły się też rozwijać usługi agroturystyczne i turystyczne, a także związane z wypoczynkiem,

---

<sup>1</sup> Badania finansowane w ramach Polsko-Norweskiej Współpracy Badawczej – Projekt FINE-GRASS (grant 203426/82/2013).

rekreacją i sportem (TWARDY, 2008). Zmiany te spowodowały m.in. znaczną ekstensyfikację produkcji rolniczej.

Obecnie w obszarach górskich w strukturze użytków rolnych zdecydowanie przeważają trwałe użytki zielone, których areal stopniowo się zwiększa (JAGUŚ i TWARDY, 2006; GŁĘBOCKI, 2006; TWARDY, 2009). Sytuacja taka pojawiła się w tym samym czasie, gdy pogłowie zwierząt gospodarskich szybko zaczęło się zmniejszać. Redukcja zwierząt gospodarskich, zwłaszcza przeżuwaczy, szczególnie mocno wystąpiła na południu naszego kraju. Stąd też, w woj. małopolskim i podkarpackim obecnie rejestruje się średnią obsadę zwierząt gospodarskich najniższą w kraju (0,24 DJP ha<sup>-1</sup> UR), podczas gdy w innych rejonach, zwłaszcza północno-wschodnich, tj. w woj. podlaskim oraz warmińsko-mazurskim obsada taka jest ponad dwukrotnie wyższa i przeciętnie wynosi 0,54 DJP ha<sup>-1</sup> UR (BARSZCZEWSKI, 2015).

Występowanie dużej ilości użytków zielonych w górach wynika, obok różnorodnych czynników przyrodniczych, również z niewielkich nakładów, jakie ponoszą właściciele na ich utrzymanie i zabiegi pratotechniczne, w tym zwłaszcza nawożenie mineralne. Dotyczy to szczególnie pastwisk, gdzie często jedynym czynnikiem plonotwórczym są nawozy naturalne, będące poprodukcyjnymi pozostałościami użytkowania zwierząt gospodarskich.

W takiej sytuacji opłacalność produkcji zwierzęcej, realizowanej w trudnych warunkach górskich, jest niska lub bardzo niska i zależy m.in. od szeregu uwarunkowań społecznych oraz agrarno-prawnych, a także od polityki finansowej państwa preferującej prośrodowiskowe formy użytkowania rolniczego, do których w pierwszym rzędzie zalicza się niskonakładowe gospodarowanie na trwałych użytkach zielonych. Rolnicy często zachowują TUZ wyłącznie w celach uzyskania dopłat unijnych.

W Karpatach Polskich wyżej położone obszary trawiaste są zazwyczaj wykorzystywane pastwiskowo owcami lub młodym bydłem. Z uwagi na podane uwarunkowania jest to wypas ekstensywny, gdyż obsada owiec oscyluje wokół 10 szt. ha<sup>-1</sup> dorosłych owiec. Zwierzęta żywione są wyłącznie zielonką pastwiskową, której ilość i rozkład w okresie wegetacyjnym jest warunkowany czynnikami pogodowymi, zwłaszcza opadami atmosferycznymi oraz temperaturą powietrza. Nie bez znaczenia są w takich warunkach ekspozycje stokowe, otrzymujące odmienne ilości wody opadowej i nasłonecznienia. Oddziałują na nie też inne czynniki tworzące mikroklimat.

Zachodzi jednak pytanie jak w warunkach zróżnicowanych (wysokością n.p.m., wystawą czy mikroklimatem) położen terenowych, kształtuje się plonowanie nienawożonej runi trawiastej występującej na przeciwstawnych stokach górskich? Pozostaje ono w związku z realizacją międzynarodowego, polsko-norweskiego projektu badawczego FINEGRASS zatytułowanego „Effect of Climate Change on Grassland Growth, its Water Conditions and Biomass”, którego część

obejmująca górskie użytki zielone wykonywana jest w Stacji Badawczej Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Jaworkach.

Niniejsza publikacja przybliży ponadto wiadomości na temat potencjalnych możliwości produkcyjnych biomasy trawiastej w górach w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków klimatycznych, podobnych do tych, jakie pojawiły się w okresie wegetacyjnym 2015 roku. Takie warunki mogą się pojawiać coraz częściej w naszym kraju, co wynika z prognoz klimatycznych dla obszarów środkowoeuropejskich.

## 2. Materiał i metody

### 2.1. Lokalizacja badań

Badania zlokalizowano w zlewni Grajcarka, gdzie przeważają trwałe pastwiska od kilkunastu lat użytkowane ekstensywnie, głównie owcami rasy p.o.g. (polska owca górska). Jedynie najniższe, dolinowe partie tej zlewni są użytkowane kośnie, choć również najczęściej ekstensywnie.

Zlewnia położona jest w gminie Szczawnica, powiat nowotarski. Potok Grajcarek płynie wzdłuż linii E-W, rozpoczyna swój bieg od źródeł położonych poniżej Przełęczy Obidza i po pokonaniu kilkunastu km dopływa do prawego brzegu rzeki Dunajec, już na obrzeżach miejscowości Szczawnica. Taki kierunek płynięcia potoku, wyznacza ekspozycję jego prawo i lewobrzeżnych stoków. Sytuują się one na zboczach północnych spływających do doliny ze wzniesień Małych Pienin, a także stokach południowych położonych już w Beskidzie Sądeckim w Paśmie Radziejowej. Oba te stoki wykazują niewielkie odchylenia w kierunkach wschodnim i zachodnim, ale generalnie można uznać, że reprezentują ekspozycje północną (N) oraz południową (S).

Do szczegółowych badań wybrano górną część zlewni Grajcarka, gdzie użytki rolne występują niemal wyłącznie jako trwałe użytki zielone. Drugą kategorią użytkowania są tu lasy, zaś całość można określić jako obszary darniowo-leśne (KOPACZ i TWARDY, 2014). Dolinowe partie tej części zlewni utrzymują się w przedziale hipsometrycznym 550–600 m n.p.m., górne zaś, sięgające linii wododziałowej, przekraczają po obu stronach zlewni 950 m n.p.m.

Na większości występujących tu użytkach zielonych spotyka się gleby V klasy bonitacyjnej, Szacuje się, że zajmują one 65–70% ogólnej powierzchni. Pozostałe około 30–35% to gleby VI klasy bonitacyjnej. Jednak bez względu na klasę bonitacyjną, w ujęciu typologicznym wszystkie one należą 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, a zasobność w azot i fosfor jest niska.

Okrywą roślinną stanowi zespół *Lolio-Cynosuretum*, utrwalony wieloletnim użytkowaniem pastwiskowym (KOSTUCH i JAGŁA, 1978; TWARDY, 1991, 2011). Skład florystyczny runi na poszczególnych częściach pastwiska różnicuje położenie n.p.m., stoczystość, ekspozycja, mikrorelief, uwilgotnienie gleby, a także zmienna wcześniej intensywność użytkowania, nawożenia oraz pielęgnowania runi (TWARDY, 1995; 1999). Związany on był też z liczbą zwierząt gospodarskich i natężeniem obsady, która wpływa na intensywność przegryzania runi i udeptywania darni.

## 2.2. Materiał badawczy

Materiałem roślinnym była ruń pastwiskowa, oceniana według powszechnie ustalonych metodyk w odniesieniu do produkcji roślinnej. Mierzono zieloną i suchą masę plonu ( $t\ ha^{-1}$ ) i analizowano jej skład florystyczny. Ruń pozyskiwano z określonych miejsc wyznaczonych do pomiarów w trakcie rozpoznania terenowego. Wybrane płaty roślinne (miejsca) utworzyły profil poprzeczny doliny Grajcarka. Przebiegał on od najwyższych wyniosłości położonych na stoku południowym (ponad 900 m n.p.m.), przez dno doliny (550–600 m n.p.m.), aż do najwyższych partii pastwisk położonych na stoku północnym, również nieco powyżej 900 m n.p.m.

Ruń pastwiskowa użytkowana była dużymi stadami zwierząt, systemem wolnym-strzeżonym. W celu zabezpieczenia płatów roślinnych przed wypasieniem przez owce, bydło lub inne dzikie zwierzęta, na okres sezonu wypasowego grodzono je siatką. Ogrodzenie takie chroniło również przed wnoszeniem na wybrane płaty roślinne odchodów zwierzęcych, których przypadkowa obecność mogłaby wpływać na wyniki plonowania runi. Założono, bowiem, że w określonych warunkach środowiskowych oceniany będzie naturalny potencjał runi pastwiskowej, całkowicie pozbawionej nawożenia.

Na ogrodzonej powierzchni płatu roślinnego – losowo, w czterech powtórzeniach, zakładano poletka doświadczalne o powierzchni 10,0 m<sup>2</sup> każde. Ponadto w ich obrębie wyznaczano jeszcze minipoletka (1,0 m<sup>2</sup>), które w czasie zbiorów koszone na wysokości 5,0 cm od powierzchni ziemi. W sezonie pastwiskowym omawianego roku uzyskano trzy odrosty runi. Terminy ich zbiorów różnicowało wzniesienie terenu n.p.m. oraz ekspozycja stokowa. Na wszystkich wysokościach pomiary biomasy trawiastej wykonywano w ujednocionej fenofazie, tj. w pełni strzelania w źdźbło, dość powszechnie spotykanej tutaj wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.). Skoszoną zieloną masę ważono bezpośrednio w terenie, a część zabezpieczano w szczelnych pojemnikach. W laboratorium odważano z niej 100 g próbki zielonki, które suszono w temperaturze

+105°C, aż do osiągnięcia stałej masy. W ten sposób ustalano tzw. współczynnik podsuszenia, który wykorzystywano do obliczenia suchej masy plonu. Wyniki z każdego płatu i pokosu uśredniano. Ich sumy stanowiły plon biomasy za cały sezon wegetacyjny.

Zakresem prowadzonych badań była ocena zmienności plonowania runi pastwiskowej na dobrze zidentyfikowanych stanowiskach górskich. Rozpoznanie to dotyczyło położenia n.p.m., ekspozycji stokowej, intensywności użytkowania, a także występujących uwarunkowań klimatyczno-glebowych.

### 2.3. Czynniki klimatyczne

W warunkach zaniechania stosowania podstawowego czynnika plonotwórczego, jakim są nawozy mineralne czy naturalne, znaczenie czynników klimatycznych wyraźnie zwiększa się. Szczególnie dotyczy to opadów atmosferycznych oraz temperatur powietrza.

W górach opady atmosferyczne są często jedynym stymulatorem produkcji roślinnej, również z uwagi na większe ich sumy oraz wnoszony wraz z nimi depozyt rozpuszczonych substancji chemicznych. Ważna jest zarówno ilość opadów atmosferycznych, jak i rozkład w czasie.

Na stacji klimatycznej ITP w Jaworkach zlokalizowanej na wysokości 600 m n.p.m. rejestrowane są wszystkie podstawowe czynniki klimatyczne, zgodnie z zasadami obowiązującymi w IMGW. W niniejszym opracowaniu przedstawiono na tle danych pochodzących z wielolecia opady atmosferyczne oraz temperatury powietrza, jakie wystąpiły w sezonie wegetacyjnym (IV–X) 2015 roku. Z uwagi na to, że wymieniony okres wegetacyjny uznany został w naszym kraju jako suchy, lub bardzo suchy, zarówno sumy opadów atmosferycznych, jak i średnie temperatury powietrza, podano również w układzie kolejnych dekad od kwietnia do października.

## 3. Wyniki i dyskusja

Na produkcję biomasy trawiastej istotny wpływ wywierają czynniki klimatyczne, które są zmienne i modyfikowane oddziaływaniem ośrodków barycznych (OBRĘBSKA-STARKŁOWA i WSP., 1995). Generalnie jednak, klimat w omawianym obszarze jest zaliczany do umiarkowanego i przyjaznego dla rolnictwa, zwłaszcza produkcji łąkowo-pastwiskowej. Na ogół odznacza się, jak na warunki górskie, dość wysokimi temperaturami powietrza i jego umiarkowaną wilgotnością, dużym osłonecznieniem, korzystnie rozłożonymi opadami, a złasz-

cza dość długim okresem wegetacyjnym, który rozpoczyna się na przełomie marca i kwietnia i trwa zazwyczaj do połowy października. Średnie roczne sumy opadów atmosferycznych z wielolecia 1956–2014 wynoszą tu 914,6 mm, a okresu wegetacyjnego (IV–X) 683,4 mm. Przy czym ich rozłożenie jest korzystne, gdyż średnio najmniej spada w kwietniu (63,4 mm) oraz październiku (57,4 mm), a najwięcej w czerwcu (136,4 mm) i lipcu (140,4 mm) (TWARDY i KOPACZ, 2015). W każdym, zatem miesiącu trwania okresu wegetacyjnego spada średnio około 97,6 mm, co jest ilością wystarczającą w przypadku ekstensywnej produkcji na użytkach zielonych. Średnia roczna temperatura powietrza z podanego wielolecia wynosi 6,2°C, a sezonu wegetacyjnego 11,7°C. Również w przypadku tego parametru korzystne dla produkcji roślinnej jest rozłożenie średnich miesięcznych temperatur powietrza. W okresie wegetacyjnym najniższą średnią temperaturę rejestruje się w kwietniu (6,1°C), a najwyższą w lipcu (16,0°C) i sierpniu (15,5°C).

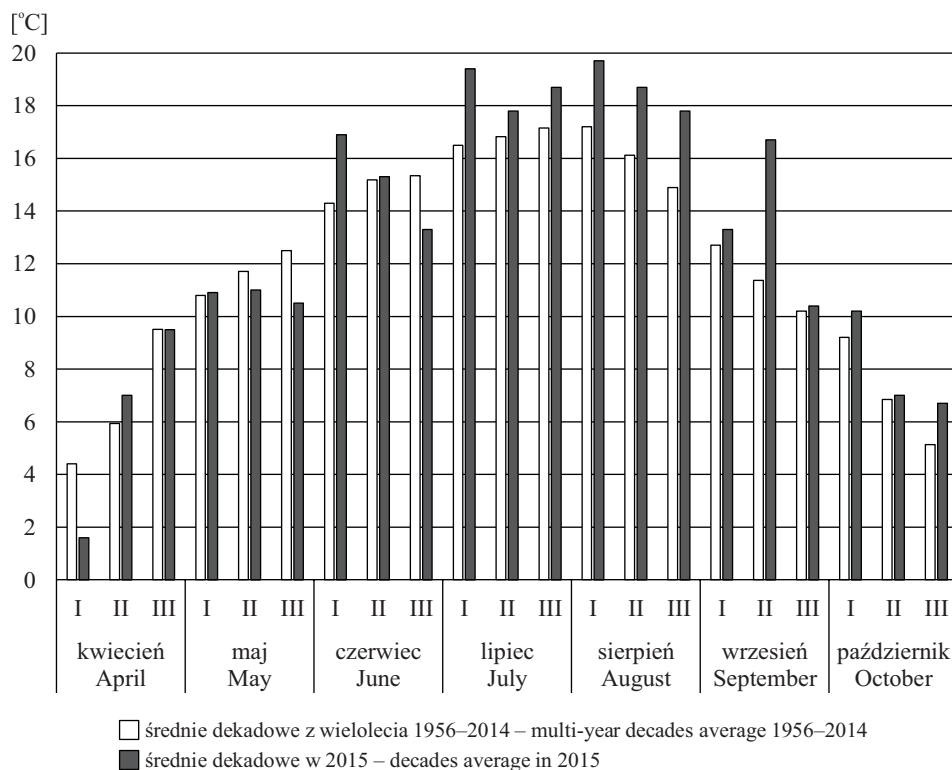
Odmienne od średnich z wielolecia kształtowały się czynniki pogodowe w 2015 roku. Zarejestrowane średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych i temperatur powietrza za okres wegetacyjny podanego roku przedstawiono w tabelach 1 i 2 oraz na rycinach 1 i 2.

Tabela 1. Rozkład miesięcznych sum opadów atmosferycznych (mm) w okresie wegetacyjnym 2015 roku

Table 1. Distribution of monthly precipitation totals (mm) during the growing season 2015

Rok Year	Miesiące Months							Razem Total IV–X
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2015	49,0	180,8	30,8	104,4	92,6	149,8	53,6	<b>661,0</b>
Średnia z wielolecia 1956–2014 Multi-year average 1956–2014	63,4	100,3	136,4	140,4	109,9	75,6	57,4	<b>683,5</b>
Różnice Differences	–14,4	+80,5	–105,6	–36,0	–17,3	+74,2	–3,8	<b>–22,5</b>

Po opadach kwietniowych, nieco niższych od średniej z wielolecia, maj przyniósł ponad 80% ich nadmiar, a czerwiec prawie taki sam niedobór opadów w stosunku do średnich wartości z wielolecia (tab. 1). W czerwcu niewielki, bo zaledwie 30,8 mm opad, wystąpił głównie w drugiej jego dekadzie. Analizując pierwsze trzy wiosenne miesiące (IV–VI) okresu wegetacyjnego łatwo zauważyć, że różnice w sumach opadów wynoszą tylko 39,5 mm (tj. około 13,2%) na korzyść średniej z wielolecia. W kolejnych dwóch miesiącach (VII



Rycina 1. Sumy dekadowe opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym 2015 roku na tle średnich z wielolecia 1956–2014

Figure 1. Decades precipitation total during the growing season 2015 against the background of multi-year average 1956–2014

i VIII) różnice te zwiększyły się do 92,8 mm, do czego przyczyniła się bezdeszczowa trzecia dekada sierpnia.

Można, zatem uznać, że nie tyle brak opadów w tych miesiącach, co ich niezbyt korzystny rozkład w poszczególnych dekadach decydował pośrednio w omawianym roku o wysokości plonowania runi trawiastej. Wprawdzie wrzesień, zwłaszcza jego trzecia dekada była obfita w opady, gdyż spadło ich dwa razy więcej niż średnio w wieloleciu, ale ze zrozumiałych względów nie mogło to już wyraźniej wpłynąć na poziom plonowania runi. Natomiast w październiku następuje zanik wegetacji i w tych obszarach znikome już są przyrosty masy roślinnej (KOSTUCH i TWARDY, 1986; 2004). Porównując sumy opadów atmosferycznych za okres wegetacyjny 2015 roku do średniej sumy z wielolecia łatwo można stwierdzić, że różnice są niewielkie, gdyż wynoszą zaledwie 22,5 mm, co stanowi 3,3% w stosunku do wartości średnich z wielolecia.

Średnia temperatura powietrza za sezon wegetacyjny 2015 roku była wyższa o 1,2°C od średniej z wielolecia (11,7°C). Taki wzrost średniej spowodowały bardzo wysokie temperatury, jakie utrzymywały się we wszystkich miesiącach letnich. I tak, w czerwcu odnotowano średnią temperaturę powietrza wyższą o 0,8°C od średniej z wielolecia, w lipcu i sierpniu były one odpowiednio wyższe o 2,6°C oraz 3,2°C, wrześniu o 1,9°C, a październiku o 0,8°C. Jedyne miesiące wiosenne były zbliżone do średnich z wielolecia, przy czym temperatura maja w 2015 roku była nawet o 0,8°C niższa od średniej z wielolecia (tab. 2). W wyniku takiego długotrwałego utrzymywania się wysokich temperatur niemal przez cały okres wegetacyjny, uznano w naszym kraju, że omawiany rok należy uznać za nieprzeciętny pod względem termiki powietrza.

Tabela 2. Rozkład miesięcznych średnich temperatur powietrza w okresie wegetacyjnym 2015 roku

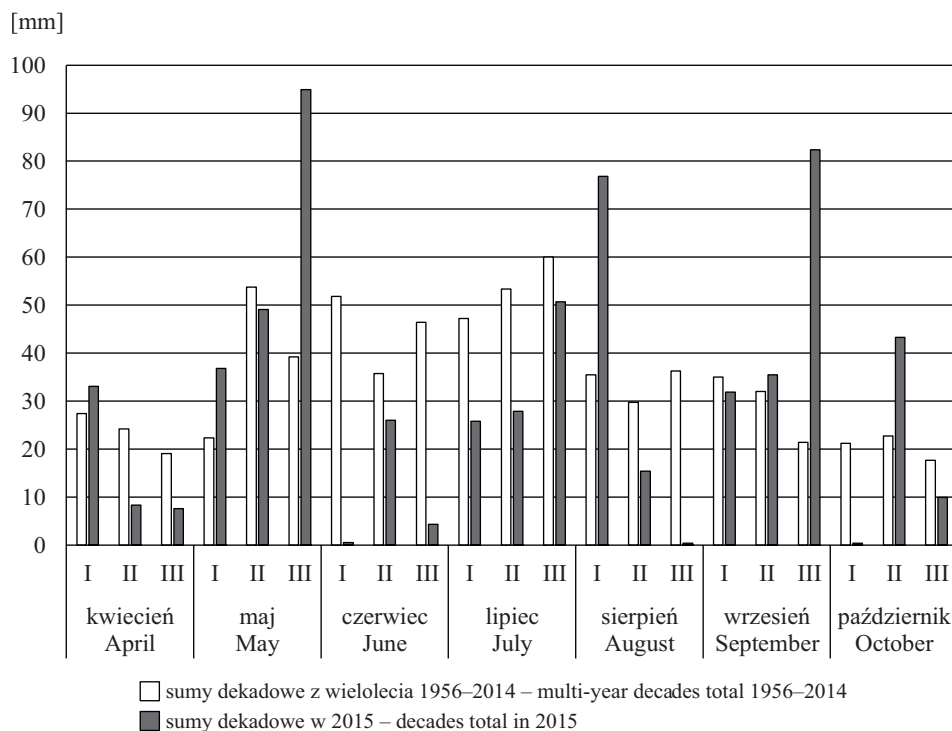
Table 2. Distribution of monthly average air temperatures during the growing season 2015

Rok Year	Miesiące Months							Średnia Average IV–X
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2015	6,1	10,8	15,1	18,6	18,7	13,4	7,9	12,9
Średnia z wielolecia 1956–2014 Multi-year average 1956–2014	6,1	11,3	14,3	16,0	15,5	11,5	7,1	11,7

W kolejnych dekadach okresu wegetacyjnego 2015 roku, średnie temperatury powietrza były niekiedy znacznie wyższe od rejestrowanych z wielolecia, co zobrazowano na rycinie 2. Szczególnie wyraźnie występuje to w przypadku pierwszych dekad lipca i sierpnia, kiedy średnie dekadowe przekraczały 19°C. Największą różnicę odnotowano jednak w drugiej dekadzie września, wynosiła ona ponad 5,5°C w porównaniu do wartości wieloletnich za wymienioną dekadę.

Analizując zmienność temperatur powietrza w poszczególnych dekadach 2015 roku i porównując do średnich wieloletnich należy podkreślić, że dość dobrze korespondują one ze sobą, zachowując w obu przypadkach charakterystyczny wzrost wiosenny, od kwietnia do czerwca, później wyraźną stabilność w miesiącach letnich (lipiec, sierpień), aby w końcowym okresie sezonu wegetacyjnego znowu stopniowo obniżać swoje wartości termiczne. W omawianym roku wysokie temperatury powietrza, jakie zarejestrowano w okresie letnim niewątpliwie oddziaływały ujemnie na produkcję biomasy roślinnej zwłaszcza, że zazwyczaj nakładały się na okresy bezopadowe, jak to miało na przykład miejsce





Rycina 2. Dekadowe średnie temperatury powietrza w okresie wegetacyjnym 2015 roku na tle średnich z wielolecia 1956–2014

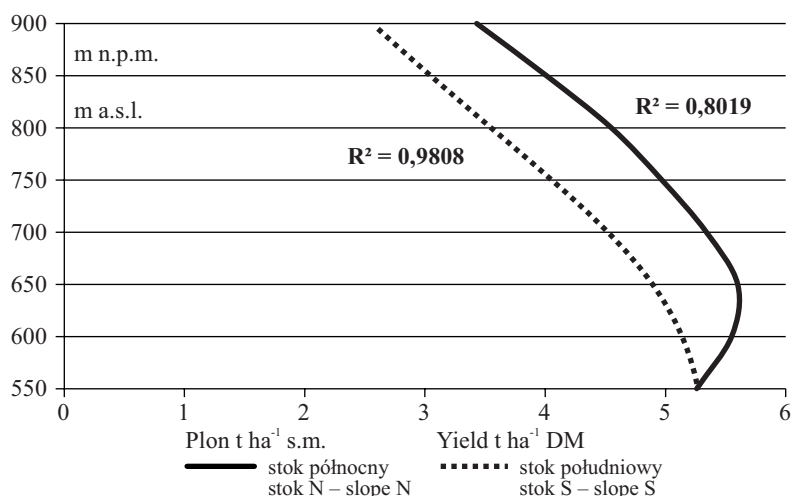
Figure 2. Decades average air temperature during the growing season 2015 against the background of multi-year average 1956–2014

w pierwszej dekadzie czerwca lub trzeciej dekadzie sierpnia. Szybko zmniejszały się, bowiem zapasy wilgoci w profilu glebowym, a równocześnie wzrastała ewapotranspiracja (KOPACZ i TWARDY, 2015).

Zamieszczone dane klimatyczne w tabelach 1 i 2 oraz na rycinach 1 i 2 wskazują, że okres wegetacyjny 2015 roku należy zaliczyć do lat bardzo gorących, a przez to mniej korzystnych dla osiągnięcia wysokich plonów runi łąkowej, zwłaszcza pozbawionej nawożenia.

Z wielu badań łąkarskich – prowadzonych w minionych latach na omawianym terenie – wynika, że wydajność biomasy trawiastej jest uzależniona nie tylko od nawożenia i czynników pogodowych, ale też od położenia użytku zielonego w przestrzeni produkcyjnej.

Ważne znaczenie odgrywa tu wzniesienie terenu n.p.m., oraz jego stoczystość i ekspozycja. W Karpatach Polskich, na ogół korzystniejsze warunki dla produkcji roślinnej występują w niższych położeniach górskich, na stokach o łagodniej-



Rycina 3. Zmienność plonowania runi trawiastej w zależności od wzniesienia n.p.m. i ekspozycji stokowej  
 Figure 3. Yield variability of sward depending on altitude above sea level and slope exposure

szych spadkach i północnej wystawie. W przeciętnych warunkach pogodowych, zbliżonych do średnich z wielolecia, zmienność plonowania runi (wyrażona suchą masą plonu) w zależności od wzniesienia terenu n.p.m. i ekspozycji przebiega zgodnie z ryciną 3. Przedstawiono na niej zmienność plonowania runi w dolinie Grajczarka (Małe Pieniny) z uwzględnieniem przeciwstawnych ekspozycji. Zaprezentowany przebieg zmienności jest wynikiem syntezy wielu wcześniejszych prac doświadczalnych prowadzonych w tym terenie (TWARDY i KOPACZ, 2015). Najwyższe plony, kształtujące się w granicach 5,0–5,5 t ha<sup>-1</sup>s.m. uzyskiwano w strefie dolinowej (550–650 m n.p.m.). Powyżej podanej strefy hipsometrycznej, tj. 650 m n.p.m. plony zmniejszały się, wyraźniej na stokach południowych niż północnych. I tak, na wysokości 750–800 m n.p.m. na stoku południowym wynosiły 3,5–4,0 t ha<sup>-1</sup>, a na północnym były o około 1,0 t ha<sup>-1</sup> suchej masy wyższe. Natomiast w najwyższych partiach terenowych (850–900 m n.p.m.) plony biomasy trawiastej na stokach południowych kształtowały się w granicach 2,5–3,0 t ha<sup>-1</sup>, a północnych 3,5–4,0 t ha<sup>-1</sup> s.m. (ryc. 3). Obok zmniejszania plonu wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza, pogarszał się jego skład botaniczny; obniżał udział wartościowych jednoliściennych roślin pastewnych, a zwiększał małowartościowych dwuliściennych. Opisanie zmiany wyraźniej zaznaczały się na powierzchniach nienawożonych w porównaniu do zasilanych nawozami mineralno-organicznymi.

Tabela 3. Porównanie plonowania runi pastwiskowej w 2015 roku w warunkach zróżnicowanego położenia i ekspozycji stokowej (t ha<sup>-1</sup> s.m.)Table 3. Comparison of pasture sward yielding in 2015 under conditions of diversified location and slope exposure (t ha<sup>-1</sup> DM)

<b>Stok N</b>				
<b>Slope N</b>				
Wzniesienie n.p.m. (m) Altitude a.s.l. (m)	Odrost I Cut 1	Odrost II Cut II	Odrost III Cut III	Razem I–III Total I–III
550–650	2,30	1,37	0,95	4,62
650–700	2,25	1,39	1,03	4,67
700–750	2,11	1,28	0,90	4,29
750–800	1,92	0,88	0,78	3,58
800–850	1,59	0,72	0,56	2,87
850–900	1,44	0,70	0,27	2,41
> 900	1,23	0,34	–	1,57
<b>Średnio</b> <b>Average</b>	<b>1,83</b>	<b>0,95</b>	<b>0,65</b>	<b>3,43</b>
<b>Stok S</b>				
<b>Slope S</b>				
Wzniesienie n.p.m. (m) Altitude a.s.l. (m)	Odrost I Cut 1	Odrost II Cut II	Odrost III Cut III	Razem I–III Total I–III
550–650	2,32	1,25	1,02	4,59
650–700	2,25	1,17	0,80	4,22
700–750	1,95	1,02	0,47	3,44
750–800	1,70	0,86	–	2,56
800–850	1,28	0,60	–	1,88
850–900	1,15	0,45	–	1,60
> 900	0,82	0,40	–	1,22
<b>Średnio</b> <b>Average</b>	<b>1,64</b>	<b>0,82</b>	<b>0,32</b>	<b>2,78</b>

Plonowanie runi pastwiskowej za rok 2015 przedstawiono w tab. 3 z uwzględnieniem zróżnicowanych stref wysokościowych i przeciwstawnych (N – S) ekspozycji stokowych. W omówionych warunkach pogodowych zbliżone plonowanie runi stwierdzono tylko w niższych partiach doliny, tj. przedziale 550–700 m n.p.m. Bez względu na ekspozycję plony kształtowały się tam w granicach 4,2–4,7 t ha<sup>-1</sup> s.m. W wyższych położeniach terenowych rejestrowano już ich istotne zróżnicowania, które powyżej linii hipsometrycznej 700 m n.p.m. utrzymywały się już w granicach 0,8–1,0 t ha<sup>-1</sup> s.m. na rzecz roślinności występującej na stoku północnym. Natomiast w najwyższych położeniach, oscylujących wokół 900 m n.p.m. różnice plonów z przeciwstawnych wystaw stokowych były już

małe (0,35 t ha<sup>-1</sup> s.m.), ale i plony na tych wysokościach były bardzo niskie, gdyż mieściły się w przedziale 1,2–1,6 t ha<sup>-1</sup> s.m. (tab.3). Analizując średnie plony z całych stoków – w przedziale od 550 m do ponad 900 m n.p.m., łatwo zauważyć, że wyższe plony biomasy trawiastej uzyskiwano zawsze na stokach północnych. Średnio wyniosły one 3,4 t ha<sup>-1</sup> s.m., podczas gdy ze stoków południowych tylko 2,8 t ha<sup>-1</sup> s.m. Na stoku północnym nieco korzystniejszy był rozkład pozyskiwanej biomasy, gdyż w odniesieniu do kolejnych odrostów kształtował on się następująco: 53,3–27,7 i 19,0%, podczas gdy ze stoku południowego 59,0–29,5% oraz 11,5% w odniesieniu do plonu całosezonowego.

Skład florystyczny runi był zróżnicowany, co przedstawiono w tabeli 4. Wraz z wysokością n.p.m. zmniejszał się udział wartościowych roślin wiechlinowatych na korzyść jednoliściennych, ale o znacznie gorszych walorach pa-

Tabela 4. Porównanie składu florystycznego runi (%) na przeciwstawnych stokach północnym (N) i południowym (S) w przedziale 600–900 m n.p.m.  
Table 4. Comparison of sward floristic composition (%) on opposite mountain slopes north (N) and south (S) in the range of 600–900 m a.s.l.

Grupa roślin Groups of plants	Stok N Slope N			Stok S Slope S		
	Wysokość n.p.m. (m) Altitude a.s.l. (m)					
	600–700	700–800	800–900	600–700	700–800	800–900
Wiechlinowate Grasses	<b>82,2</b>	<b>76,8</b>	<b>70,5</b>	<b>79,3</b>	<b>70,8</b>	<b>73,4</b>
Wartościowe Valuable	39,5	18,9	12,7	32,4	23,5	11,8
Średniowartościowe Average value	28,9	37,3	34,4	29,2	24,3	32,9
Małowartościowe Low value	13,8	20,6	23,4	17,7	23,0	28,7
Bobowate Legumes	<b>3,1</b>	<b>5,9</b>	<b>3,7</b>	<b>4,8</b>	<b>5,8</b>	<b>4,6</b>
Koniczyny Clovers	2,6	4,2	1,2	3,5	3,2	2,8
Pozostałe Remaining	0,5	1,7	2,5	1,3	2,6	1,8
Dwuliścienne Dicotyledonous	<b>14,7</b>	<b>17,3</b>	<b>27,8</b>	<b>15,9</b>	<b>23,4</b>	<b>22,0</b>
Zioła Herbs	6,3	8,7	9,4	6,6	9,8	10,7
Chwasty Weeds	8,4	8,6	18,4	9,3	13,6	11,3

szowych. Wzrastał natomiast udział dwuliściennych, zwłaszcza chwastów. Opisana zmienność występowała zarówno na ekspozycji północnej, jak i południowej.

Z dotychczasowych badań wynika, że w obszarach górskich dominuje niskonakładowa gospodarka rolna. Obejmuje ona zwłaszcza wyżej położone paszowiska górskie użytkowane ekstensywnie, zazwyczaj pastwiskowo. Poziom plonowania i skład botaniczny ich runi zależy w dużym stopniu od warunków siedliskowych, w tym wzniesienia terenu n.p.m., ekspozycji stokowej oraz sposobu użytkowania. Podobna sytuacja występuje również w dolinie Grajcarcka, potoku rozgraniczającego Małe Pieniny od Beskidu Sądeckiego.

#### 4. Wnioski

- W okresie wegetacyjnym 2015 roku, czynniki pogodowe nie były zbyt korzystne dla produkcji roślinnej z uwagi na wysokie temperatury powietrza oraz nierównomierny rozkład opadów atmosferycznych.
- Plonowanie runi trawiastej obniża się wraz ze wzniesieniem terenu n.p.m. Najwyższe plony rejestrowano w części dolinowej, a najniższe w strefie wododziałowej, dochodzącej i przekraczającej 900 m n.p.m.
- Niższe plony rejestrowano na stokach południowych niż na północnych. Jest to m.in. związane z większym ich nasłonecznieniem i podniesieniem temperatury wierzchniej warstwy gleby, czyli szybszym jej przesuszeniem.
- Na nienawożonych stokach południowych, plonowanie runi trawiastej było zróżnicowane w przedziale od 1,2–4,6 t ha<sup>-1</sup> s.m., a na północnych 1,6–4,6 t ha<sup>-1</sup> s.m. Średnie wartości z wielu pomiarów dokonanych na tych stokach wynoszą odpowiednio: 2,8 t ha<sup>-1</sup> s.m. (S) oraz 3,4 t ha<sup>-1</sup> s.m. (N).
- Analizowany sezon wegetacyjny należy uznać za nietypowy i rzadko spotykany w warunkach górskich, może być jednak istotnym przyczynkiem przy rozpatrywaniu relacji plonowanie runi a zachodzące zmiany klimatyczne.

#### Literatura

- BARSCZEWSKI 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. Wydawnictwo ITP, Falenty, Rozprawy naukowe i monografie, 40, 15–35.
- GLEBOCKI B., 2006. Zasoby trwałych użytków zielonych a natężenie chowu bydła i owiec na obszarach górskich Polski w latach 1988–2002. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, 53, 91–108.

- JAGUŚ A, TWARDY S., 2006. Wpływ zróżnicowanego użytkowania łąki górskiej na plonowanie runi i cechy jakościowe odpływających wód. Wydawnictwo IMUZ, Falenty-Kraków, 88.
- KOPACZ M., TWARDY S., 2014. Znaczenie ekstensywnego użytkowania łąkowo-pastwiskowego we wdrażaniu zasad cross-compliance na obszarach górskich. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 14, 2(46), 49–66.
- KOPACZ M, TWARDY S., 2015. Charakterystyka glebowo-rolnicza regionu górnej Wisły w aspekcie niedoborów wodnych roślin uprawnych z uwzględnieniem badań realizowanych w zlewni górnego Dunajca oraz Raby. Wydawnictwo ITP, 119.
- KOSTUCH R., 1976. Przyrodnicze podstawy gospodarki łąkowo-pastwiskowej w górach. PWRiL, Warszawa, 152.
- KOSTUCH R., JAGŁA S., 1978. Sukcesja roślinna na odłogowanych gruntach ornych stanowiących tereny wypasowe w Jaworkach. *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, 19, 91–111.
- KOSTUCH R., TWARDY S., 1986. Urządzanie i wykorzystywanie pastwisk. Wydawnictwo Spółdzielcze, Warszawa, 120.
- KOSTUCH R., TWARDY S., 2004. Badania produktywności użytków zielonych w Karpatach Polskich. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 4, 1(10), 247–258.
- MUSIAŁ W., 2008. Ekonomiczne i społeczne problemy rozwoju obszarów wiejskich Karpat Polskich. Seria *Problemy Rozwoju Wsi i Rolnictwa*, Wydawnictwo IRWiR PAN, Warszawa, 391.
- OBREŃSKA-STARKŁOWA B., HESS M., OLECKI Z., TREPIŃSKA J., KOWANETZ L., 1995. Klimat. W: *Karpaty Polskie. Przyroda, człowiek i jego działalność*. Praca zbiorowa (red. J. Warszńska), Wydawnictwo UJ, Kraków, 31–47.
- TWARDY S., 1991. Organizacja wielkostadnej gospodarki pasterskiej w górach przy uwzględnieniu mechanicznego dojenia owiec. *Rozprawa habilitacyjna IMUZ, Kraków-Falenty*, 84.
- TWARDY S., 1993. Warunki przyrodnicze a użytkowanie ziemi w Karpatach. *Zeszyty Problematyczne Postępów Nauk Rolniczych*, 3/243, 51–60.
- TWARDY S., 2008. Karpackie użytki rolne jako obszary o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW). *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 8, 2b (24), 191–202.
- TWARDY S., 2009. Tendencje zmian użytkowania przestrzeni rolniczej obszarów karpackich. *Studia i Raporty IUNG – PIB Puławy*, 17, 49–58.
- TWARDY S., 2011. Efekty wieloletniego mineralno-organicznego nawożenia pastwisk górskich użytkowanych owcami. W: *Długotrwałe doświadczenia nawozowe na użytkach zielonych*, Wydawnictwo Katedry Chemii Rolnej i Środowiskowej UR Kraków, 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*. *Rozprawy naukowe i monografie*, Wydawnictwo ITP, Falenty, 40, 151–173.
- 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*. *Rozprawy naukowe i monografie*, Wydawnictwo ITP, Falenty, 39, 158.
- TWARDY S., 1995. Wpływ zmiennego nawożenia mineralno-organicznego na produktywność pastwiska górskiego. *Wiadomości IMUZ*, XVIII, 3.

TWARDY S., 1999. Prośrodowiskowe użytkowanie pastwisk karpackich (w świetle badań IMUZ). W: Materiały z Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej, Kraków-Jaworki, „Rola użytków zielonych i zadrzewień w ochronie środowiska rolniczego”, Wydawnictwo AR Kraków, 371–386.

## **Variability of biomass production on mountain grasslands depending on location above sea level and exposure of slopes**

S. TWARDY, M. KOPACZ, W. MATOGA

*Małopolska Research Centre in Krakow, Institute of Technology and Life Science*

### **Summary**

The article comprises results of the research concerning yielding of grazing sward situated at different altitudes above sea level on slope S and slope N. The results collected for the growing season (April-October) of 2015 are presented in comparison with data from a long series of measurements. They included basic climatic factors (precipitation and temperature) in monthly and ten-day system as well as yielding of grazing sward in subsequent new growth and as a year-round sum. The measurement works were done along earlier determined measurement profile running in N-S system across Grajcarek valley. Samples obtained at predetermined altitude zones during measurements (green biomass) were dried at +105°C to determine the absolute dry weight. The discussed growing season was characterized by high air temperatures and not very favourably distributed precipitation. The average temperature of the vegetation period was 12.9°C and was higher than the multi-year average by 1.2°C. Differences in yielding were varied in respect of both the altitude zones and slope exposure. Depending on location they were between 1.2–4.6 t ha<sup>-1</sup> of green biomass and in case of average values including all altitude zones of slope (i.e. 550 – 900 m above sea level) they were as follows: the average yield on slope S was 2.8 t ha<sup>-1</sup> and 3.4 t ha<sup>-1</sup> on slope N.

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Prof. dr hab. Stanisław Twardy  
Małopolski Ośrodek Badawczy w Krakowie – MOB  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
ul. Ułanów 21B  
31-450 Kraków  
tel. 12 4125208 w. 12  
e-mail: s.twardy@itp.edu.pl