

## Wpływ wystawy stoku na plon runi łąkowej w warunkach górskich Beskidu Niskiego

**Streszczenie:** Celem pracy było określenie wpływu wystawy stoku oraz wysokości nad poziomem morza na plon suchej masy runi łąkowej. Przedmiotem badań było dwuczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzone w latach 2014-2017 w Górskiej Stacji Doświadczalnej Czarna (545 m n.p.m.) Czynnikiem pierwszym były dwie wystawy stoku: północna i południowa. Drugim czynnikiem były zróżnicowane wysokości (6 stanowisk) nad poziomem morza: 530, 555, 580, 605, 630, 655. W wymienionych punktach wysokości n.p.m. zbierano z dwukośnej łąki naturalnej plon świeżej masy z 4 poletek, każde o powierzchni 20 m<sup>2</sup>. W wyniku badań stwierdzono, że plon suchej masy runi łąkowej na stoku południowym był mniejszy średnio o 6,0% w porównaniu do stoku północnego. Zmniejszanie plonu suchej masy runi łąkowej na stoku południowym w wyniku wzrostu wysokości wynosiło 20%, natomiast na stoku północnym 14%, na każde 100 m zwiększenia wysokości n.p.m. Obniżenie plonu suchej masy runi łąkowej w rezultacie zwiększenia wysokości n.p.m. kwantyfikuje równanie regresji prostej, dla stoku północnego:  $y = -0,0146x + 16,0$  ( $r = -0,65$ ,  $n = 96$ ), zaś dla stoku południowego  $y = -0,0209x + 19,2$  ( $r = -0,75$ ,  $n = 96$ ).

### Wstęp

Położenie uprawianych stoków w odniesieniu do stron świata oraz wysokość nad poziomem morza posiada dla gospodarki rolnej w terenach górskich i górzystych istotne znaczenie [Klima, Mierzwa 2003]. Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza następuje obniżenie temperatury powietrza, średnio o 0,55°C na każde 100 m n.p.m. Zwiększa się także roczna suma opadów, średnio o 30-40 mm. Następuje również skrócenie okresu wegetacji przeciętnie o 8 dni [Hess 1965]. Wymienione okoliczności nie sprzyjają wzrostowi i rozwojowi roślin oraz eliminują z uprawy większość wartościowych zbóż oraz roślin okopowych i bobowatych. Wzrost wysokości n.p.m. powoduje zmniejszenie plonów roślin uprawnych. Również plon runi użytków zielonych zmniejsza się w miarę zwiększania wysokości n.p.m. Przykładowo na każde 100 m n.p.m. następuje obniżenie plonu runi łąkowej o 0,15 - 0,20 t · ha<sup>-1</sup>, co oznacza zmniejszenie produkcji siana o 0,02-0,08 t · ha<sup>-1</sup> [Kostuch 1976]. Również badania Habovstiaka [1976] dowiodły, że plon suchej masy runi łąkowej uzyskany na wysokości 1000 m n.p.m. jest o połowę mniejszy od wydajności na wysokości 500 m n.p.m. Uzyskane rezultaty potwierdzają wcześniejsze wyniki badań Caputy [1972]. Cytowany

autor stwierdził w warunkach Alp szwajcarskich, iż zwiększenie wysokości o 250 m n.p.m. zmniejsza plon runi łąkowo-pastwiskowej przeciętnie o 10%. Zwiększenie wysokości n.p.m. oddziałuje również bardzo silnie na zmniejszenie plonu roślin uprawnych. Wyniki badań Dzieżyło [1960] informują o tym, że plony zbóż oraz ziemniaków uzyskane na wysokości 300 m n.p.m. były o połowę większe od plonów tych roślin zebranych z obszarów położonych na wysokościach mieszczących się w przedziale 600-650 m n.p.m.

Wieloletnie wyniki badań Klimy i in. [1998] przeprowadzonych w Beskidzie Niskim upoważniają do stwierdzenia, że granica górna upraw na gruntach ornych nie powinna przekraczać wysokości 800 m n.p.m. W Beskidzie Niskim na tej wysokości przebiega zazwyczaj izoterma 6°C, która oddziela piętro umiarkowanie ciepłe od piętra umiarkowanie chłodnego. W dostępnej literaturze brak jest aktualnych wyników badań nad wpływem wystawy stoku na plonowanie runi łąkowej. Stało się to asumptem dla podjęcia badań na ten temat.

Celem badań było określenie wpływu wystawy stoku oraz wysokości n.p.m. na plon świeżej i suchej masy runi łąkowej w warunkach górskich Beskidu Niskiego.

## **Materiał i metody**

Dwuczynnikowe polowe badania przeprowadzono w latach 2014-2017 w Górskiej Stacji Doświadczalnej „Czyrna” (Beskid Niski). Czynnikiem pierwszym były dwie wystawy stoku: północna i południowa. Drugim czynnikiem były zróżnicowane wysokości (6 stanowisk) nad poziomem morza: 530, 555, 580, 605, 630, 655. W wymienionych punktach wysokości n.p.m. zbierano z dwukośnej łąki naturalnej plon świeżej masy z 4 poletek, każde o powierzchni 20 m<sup>2</sup> (1,80 x 11,1 m). Na wszystkich poletkach zastosowano jednakowe nawożenie mineralne: N – 132; P – 55; K – 84 kg na ha. Masę dawek nawozowych wyliczono na podstawie zasobności gleby w te składniki (wg zaleceń IUNG) [Nawrocki 1990]. Zbiór pierwszego pokosu dokonano w 3 dekadzie maja. Drugi pokos zbierano w 3 dekadzie sierpnia. Podczas zbiorów oznaczono plon zielonki. Pobrano także próbki w celu oznaczenia plonu suchej masy. Dla określenia istotności różnic obiektowych użyto testu Tukeya na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Wpływ wysokości stoku na plon określono przy pomocy analizy regresji prostej.

## **Warunki przeprowadzenia badań**

Stacja Doświadczalna „Czyrna” k. Krynicy znajduje się w południowo-zachodniej części Beskidu Niskiego w zlewni potoku Czyrnianka. Powierzchnia zlewni wynosi 1186 ha. Wysokości bezwzględne sięgają tu od 444 do 750 m n.p.m., a maksymalna deniwelacja względna wynosi 310 m [Klima i in. 1998, Starkel

1972]. Grunty orne zajmują 22,4% ogólnej powierzchni zlewni. Użytki zielone 23,6%, a lasy 54,0%. Długość stoku południowego wynosi 1121 m. Część wierzchowinową stoku (od 624 m n.p.m do szczytu 695 m n.p.m.) porasta las, który jest poprzedzielany niewielkimi enklawami łąk i pastwisk. Obszar znajdujący się pomiędzy warstwicami 560 – 635 m n.p.m. zajmują użytki zielone poprzedzielane niewielkimi enklawami leśnymi. Poniżej położone są głównie grunty orne. Na stoku północnym o długości 2665 m grunty orne występują do wysokości 560 m n.p.m. Powyżej (do wysokości średnio 610 m n.p.m.) znajdują się użytki zielone poprzedzielane obszarami leśnymi. Przestrzeń ponad użytkami zielonymi (611-768,3 m n.p.m.) zajmuje głównie las i niewielkie obszary użytków zielonych.

Dane uzyskane z odkrywek glebowych wykonanych na stoku południowym na wysokości 545 m n.p.m. oraz 600 m n.p.m. na stoku północnym pozwalają określić glebę jako brunatną wytworzoną ze zwietrzliny skał fliszowych o składzie granulometrycznym gliny średniej szkieletowej, pH w KCl wynosi 4,7-5,2; zawartość C organicznego 1,52-1,56%,  $P_2O_5$  9,0-10,4;  $K_2O$  23,1-25,0 mg w 100 g gleby. Gleba została zaliczona do V klasy bonitacyjnej oraz 12 kompleksu owsiano-ziemniaczano-górskiego. Biorąc pod uwagę sumy opadów atmosferycznych i kryteria opracowane przez Kaczorowską [1962], można stwierdzić, że sezony wegetacyjne (kwiecień – sierpień) w latach 2015 i 2017 można zaliczyć do suchych, zaś w latach 2014 i 2016 do przeciętnych, (tab. 1). Uwzględniając rezultaty badań Dzieżyca [1970] można zauważyć, iż sezony wegetacyjne w latach 2015 i 2017 nie były sprzyjające dla plonowania runi łąkowej z uwagi na duże niedobory wilgoci w okresie wegetacji.

**Tabela 1.** Miesięczny rozkład opadów (mm) w okresie wegetacji w latach 2014-2017

| Lata      | Miesiące |       |       |       |       | Suma opadów |        |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------------|--------|
|           | IV       | V     | VI    | VII   | VIII  | IV-VIII     | I-XII  |
| 2014      | 51,1     | 137,8 | 58,3  | 134,4 | 113,6 | 495,2       | 806,4  |
| 2015      | 50,5     | 123,8 | 43,5  | 52,1  | 83,7  | 353,6       | 719,7  |
| 2016      | 62,4     | 56,2  | 62,0  | 221,9 | 136,5 | 539,0       | 904,5  |
| 2017      | 121,6    | 69,1  | 38,5  | 100,3 | 89,7  | 419,2       | 1053,2 |
| 1981-2002 | 62,0     | 99,6  | 118,6 | 111,2 | 91,0  | 482,3       | 838,9  |

## Wyniki badań i dyskusja

Plon suchej masy runi łąkowej zmniejszał się w miarę wzrostu wysokości n.p.m. Rezultat ten potwierdza wyniki badań Jagły [1983] oraz Kostucha i Janeczki [1980]. Z badań cytowanych autorów wynika, że wraz ze wzrostem wyso-

kości proporcjonalnie ulegał zmniejszeniu plon suchej masy runi łąkowo-pastwiskowej. Z danych zamieszczonych w tabeli 2 wynika, że plon suchej masy runi łąkowej uzyskany na stoku południowym był o 6,0% mniejszy od średniego plonu zebranego na stoku północnym. Należy jednak zaznaczyć, że w dolnej części na stoku południowym zaobserwowano tendencję do większej wydajności aniżeli na stoku północnym. Znacząco mniejsze plonowanie na stoku południowym zaznaczyło się od wysokości 580 m n.p.m. Dotyczy to głównie tych fragmentów stoku, które są nachylone ponad 12°. Mogło to wynikać z mniejszej aniżeli na stoku północnym wilgotności gleby. Na taką przyczynę zwraca uwagę Kopeć [1975]. Według tego autora na stromych stokach intensywnie przebiega odpływ wody opadowej, co skutkuje zmniejszeniem wilgotności gleby a w dalszej konsekwencji zmniejszeniem plonu runi łąkowej. Analiza regresji wykazała, że obniżenie plonu suchej masy runi na stoku południowym wyniosło 20% na każde 100 m zwiększenia wysokości n.p.m. Natomiast na stoku północnym tylko 14%. Równanie regresji prostej dla stoku północnego posiadało formułę:  $y = -0,0146x + 16,0$ ,  $n = 96$ ,  $r = -0,65$ . Analogicznie równanie dla stoku południowego przybrało postać:  $y = -0,0209x + 19,2$ ,  $n = 96$ ,  $r = -0,75$ , co według Guilforda [1984] oznacza korelację wysoką, zależność znaczną.

Uzyskane wyniki są zbliżone do rezultatów badań Kopcia [1993]. Cytowany autor stwierdził zmniejszenie plonowania o 16% na każde 100 m wzrostu wysokości n.p.m. Podobny wynik uzyskał Jagła [1983]. Jednak przywołani autorzy nie uwzględniali w swoich badaniach wystawy stoków. Wyniki badań własnych przedstawione w przedmiotowej pracy dowiodły, że takie podejście cytowanych autorów jest dużym uproszczeniem. Spowodowane jest faktem, że obniżenie plonowania suchej masy runi łąkowej inaczej przebiega na stoku południowym a inaczej na stoku północnym.

**Tabela 2.** Wpływ wystawy stoku oraz wysokości n.p.m. na plon suchej masy runi łąkowej [ $t \cdot ha^{-1}$ ]

| Wystawa i nachylenie powierzchni stoku      | Wysokość nad poziomem morza [m] |      |       |       |       |       | Średnio |
|---------------------------------------------|---------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|---------|
|                                             | 530                             | 555  | 580   | 605   | 630   | 655   |         |
| Nachylenie stoku południowego               | 4,1°                            | 7,8° | 12,3° | 15,4° | 13,6° | 14,6° |         |
| Nachylenie stoku północnego                 | 4,6°                            | 4,8° | 8,5°  | 10,3° | 10,3° | 10,6° |         |
|                                             | Plon [ $t \cdot ha^{-1}$ ]      |      |       |       |       |       |         |
| Południowa                                  | 8,26                            | 7,86 | 6,89  | 6,53  | 6,18  | 5,68  | 6,90    |
| Północna                                    | 8,21                            | 7,89 | 7,57  | 7,19  | 6,78  | 6,43  | 7,34    |
| Średnio                                     | 8,23                            | 7,87 | 7,23  | 6,86  | 6,48  | 6,05  | 7,12    |
| NRI $\alpha = 0,05$<br>dla wysokości n.p.m. | 0,279                           |      |       |       |       |       |         |
| NRI $\alpha = 0,05$<br>dla wystawy stoku    |                                 |      |       |       |       |       | 0,126   |

## Wnioski

1. Plon suchej masy runi łąkowej na stoku południowym był mniejszy średnio o 6,0% w porównaniu do stoku północnego.
2. Zmniejszanie plonu suchej masy runi łąkowej na stoku południowym w wyniku wzrostu wysokości wynosiło 20%, natomiast na stoku północnym 14%, na każde 100 m zwiększenia wysokości n.p.m.
3. Obniżenie plonu suchej masy runi łąkowej w rezultacie zwiększenia wysokości n.p.m. kwantyfikuje równanie regresji prostej, dla stoku północnego:  
 $y = -0,0146x + 16,0$  ( $r = -0,65$ ,  $n = 96$ ),  
 zaś dla stoku południowego:  
 $y = -0,0209x + 19,2$  ( $r = -0,75$ ,  $n = 96$ ).

## Literatura

- Caputa J., 1972: *Niektóre aspekty gospodarki łąkowo-pastwiskowej w terenach górskich*. Wiad. IMUZ.
- Dzięzyć J., 1970: *Deszczowanie roślin*. PWRiL, Warszawa.
- Dziężyło J., 1960: *Wpływ wysokości położenia użytków rolnych w Sudetach na rozmieszczenie uprawy i plony zbóż, okopowych i koniczyny*. Zesz. Nauk. WSR Wrocław.
- Guilford J.P., 1984: *Podstawowe metody statystyczne*. PWN Warszawa.
- Habovštiak J., 1976: *Vplyv rôznej nadmorskej výšky na produkcie trafných porastov na severnom Slovensku*. Poľnohospodárstvo.
- Hess M., 1965: *Piętra klimatyczne w Karpatach Zachodnich*. Zesz. Nauk. UJ Prace Geogr. z 11.
- Jagła S., 1983: *Możliwości wykorzystania zasiewanych użytków zielonych w gospodarce pastwiskowej terenów górskich*. Mat. konf. nt. Możliwości zwiększenia produkcji pasz na użytkach zielonych podstawą rozwoju pogłównia bydła i owiec, WOPR Łodygowice.
- Kaczorowska Z., 1983: *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim*. Prace Geog. IG PAN, 33: 1-107.
- Klima K., Mierzwa W., 2003: *Racjonalizacja gospodarowania ziemią w aspekcie wdrażania Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej na przykładzie małej zlewni karpackiej*. Pam. Puł., 132: 185-192.
- Klima K., Mierzwa W., Zajac T., 1988: *Ocena przebiegu granicy rolno-leśnej w zlewni Czarnianki w południowo-zachodniej części Beskidu Niskiego*. Probl. Zag. Ziem. Górs., 44: 103-115.
- Kopeć S., 1975: *Studia nad kształtowaniem się retencji wodnej gleb górskich użytków zielonych na tle ich plonowania*. IMUZ Falenty, Studia i rozprawy.
- Kopeć S., 1993: *Plonowanie łąk górskich w doświadczeniach statycznych w zależności od nawożenia i wzniesienia nad poziom morza*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 37: 207-220.
- Kostuch R., 1976: *Przyrodnicze podstawy łąkowo-pastwiskowej gospodarki w górach*. PWRiL, Warszawa.

- Kostuch R., Janeczko A., 1980: *Influence of the altitude above sea level on the yield, botanical composition and chemical constitution of hay*. European Grassland Federation, Zagreb.
- Kutkowska B., 2004: *Wpływ dopłat bezpośrednich na dochodowość gospodarstw indywidualnych położonych w Kotlinie Kłodzkiej*. Prace Naukowe AE we Wrocławiu, 10(15): 480-488.
- Nawrocki S., 1990: *Zalecenia nawozowe. Cz. I. Liczby graniczne do wyceny zawartości makro i mikro elementów*. IUNG, Puławy, 44: 1-28.

### **Effect of slope exposition on meadow sward yielding under mountain conditions of the Low Beskids**

**Summary:** The objective of the dissertation was to determine the effect of slope exposition and altitude above sea level on the dry matter yield of meadow sward. The research study included a two factor field experiment conducted at a Mountain Experimental Station (545 m a.s.l.) in Czarna, in a period between 2014 and 2017. The first factor constituted two slope expositions: North-facing exposition and South-facing exposition. The second factor constituted diversified altitudes (6 sites) above sea level [m]: 530, 555, 580, 605, 630, and 655. At the above named altitudes a.s.l., crops of fresh matter were harvested from 4 plots on a natural two-sward meadow; the area of every plot was 20 m<sup>2</sup>. Based on the experiment results, it was found that the dry matter yield from the meadow on the South-facing slope was 6.0% lower on average than that from the meadow on the North-facing slope. As the altitude increased, the dry matter yield of the meadow sward decreased per every 100 m of the increasing altitude: the decrease was 20% in the case of the meadow on the South-facing slope and 14% in the case of the meadow on the North-facing slope. The linear regression equation is applied to express the decrease in the dry matter yield of the meadow sward that was caused by the increasing altitude above sea level; for the North-facing slope, this equation is:  $y = -0.0146x + 16.0$  ( $r = -0.65$ ;  $n = 96$ ), and for the South-facing slope:  $y = -0.0209x + 19.2$  ( $r = -0.75$ ;  $n = 96$ ).

**Keywords:** meadow, yield, slope, exposition