

BARBARA OBREBSKA-STARKŁOWA

AGROEKOLOGICZNE ASPEKTY ZRÓŻNICOWANIA
MEZOKLIMATYCZNEGO W BESKIDZIE NISKIM

Położenie Beskidu Niskiego w łuku Karpat oraz charakter jego rzeźby oddziałują na kształtowanie się pewnych indywidualnych cech stosunków klimatycznych. Na podstawie istniejących opracowań autorka przedstawia zróżnicowanie przestrzenne tych elementów klimatu, które wpływają ograniczająco na wegetację roślin.

I. PIĘTRA KLIMATYCZNE W BESKIDZIE NISKIM I NA JEGO PRZEDPOLU

Podstawową prawidłowością zróżnicowania klimatu badanego obszaru jest jego piętrowość [1, 10, 12]. Średnia roczna temperatura powietrza, jako przewodnie kryterium podziału stosunków makroklimatycznych, wykazuje tu wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. podobne zmiany jak w całym profilu polskich Karpat Zachodnich. W związku z nasilającym się ku wschodowi kontynentalizmem klimatu i mniejszą masywnością badanego pasma górskiego granice poszczególnych pięter klimatycznych są położone o około 50 m niżej w porównaniu z Beskidem Żywieckim [7, 8]. Można tu wyodrębnić dwa regiony klimatyczne, przebiegające niemal równoleżnikowo [12]:

1) ciepły region Dołów Jasielsko-Sanockich i brzeżnych partii Pogórza, o średnich rocznych temperaturach 7,5—7,0°C, położony w całości w klimatycznym piętrze umiarkowanie ciepłym, bardziej zaciszny, ze szczególnie wyraźnie zaznaczonym okresem spokoju w lecie,

2) chłodniejszy region Beskidu Niskiego, o średnich rocznych temperaturach od 7,0 do około 4,0°C, leżący w klimatycznych piętrach umiarkowanie ciepłym i umiarkowanie chłodnym, o ostro rysujących się kontrastach termiki i wilgotności powietrza, przede wszystkim w okresie zi-

Zróznicowanie wybranych elementów i wskaźników mezoklimatycznych na wypukłych (1) i we wklęsłych (2) formach terenowych w Beskidzie Niskim i na jego przedpolu. Dane z okresu 1951—1970

Parametr klimatu	Wysokość nad poziom morza						
	300 m		500 m		700 m		1000 m
	1	2	1	2	1	2	1
Średnia roczna temperatura powietrza (°C)	7,6	7,2	6,6	5,8	5,6	4,2	4,2
Średnia temperatura stycznia	-3,8	-4,4	-4,6	-6,0	-5,4	-7,7	-9,9
Średnia temperatura lutego	-2,6	-2,8	-3,4	-4,4	-4,3	-6,1	-8,5
Średnia temperatura marca	1,2	1,2	0,3	0,6	-0,6	-2,3	-5,0
Średnia temperatura kwietnia	7,9	7,4	6,6	5,8	5,3	4,2	1,7
Średnia temperatura maja	12,4	12,0	11,4	10,6	10,4	9,2	7,0
Średnia temperatura czerwca	16,3	15,9	15,3	14,4	14,3	12,8	10,6
Średnia temperatura lipca	17,5	17,2	16,5	15,6	15,5	13,9	11,5
Średnia temperatura sierpnia	16,8	16,4	15,8	15,0	14,8	13,5	11,3
Średnia temperatura września	13,2	12,9	12,4	11,3	11,7	9,7	7,3
Średnia temperatura października	8,9	8,6	8,2	7,0	7,4	5,5	3,2
Średnia temperatura listopada	4,2	4,0	3,2	2,6	2,1	1,3	-0,7
Średnia temperatura grudnia	-0,9	-1,3	-1,9	-2,7	-2,8	-4,1	-6,2
Trwanie termicznego okresu wegetacyjnego (dni)	223	220	211	203	193	187	181
Trwanie okresu aktywnego rozwoju roślin (dni)	162	157	150	137	139	117	121
Trwanie termicznego okresu dojrzewania (dni)	89	80	62	46	36	11	•
Trwanie termicznego okresu zimy (dni)	87	89	98	108	109	126	126
Trwanie termicznego okresu zimy surowej (dni)	•	2	13	27	28	52	51
Suma temperatur efektywnych powyżej 5°	1734	1660	1538	1336	1344	1012	1051
Suma temperatur efektywnych powyżej 10°	770	717	635	489	499	262	296
Liczba stopniodni powyżej 10°	3134	2846	2432	1617	1730	•	677
Średnia roczna temperatura maksymalna (w °C)	12,3	11,8	10,9	10,5	9,6	9,1	7,6
Średnia roczna temperatura minimalna (w °C)	3,2	2,7	2,7	0,8	2,2	-1,1	1,4
Liczba dni z temperaturą maksymalną < -10°	2	2	4	4	5	5	7
Liczba dni z temperaturą maksymalną < 0°	45	49	59	68	72	87	92
Liczba dni z temperaturą maksymalną > 25°	32	30	23	17	13	4	•
Liczba dni z temperaturą maksymalną > 30°	4	3	2	1	1	•	•
Liczba dni z temperaturą minimalną < -20°	3	5	3	7	3	10	4
Liczba dni z temperaturą minimalną < -10°	25	27	28	37	30	47	44
Liczba dni z temperaturą minimalną < 0°	122	127	131	154	140	182	144
Trwanie okresu bezprzymrozkowego w dniach	162	146	156	114	152	81	153
Ostatnie przymrozki wiosenne	30.IV.	11.V.	2.V.	29.V.	4.V.	17.VI.	8.V.
Pierwsze przymrozki jesienne	12.X.	1.X.	9.X.	13.IX.	8.X.	25.VIII.	4.X.

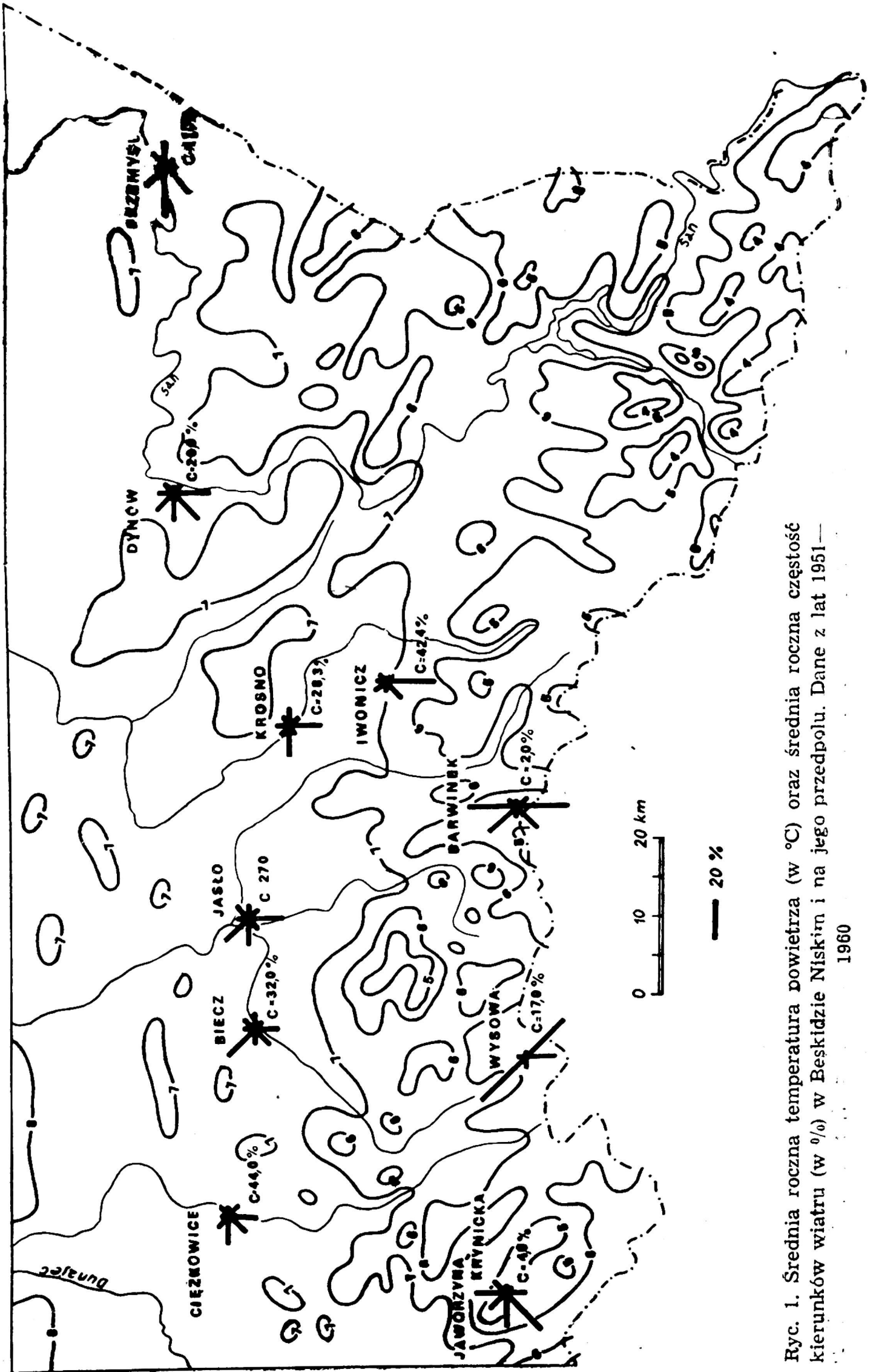
mowym, silnie przewietrzany w ciągu całego roku, z dominacją efektów fenowych od listopada do maja.

Izoterma średniej rocznej 6°C odgranicza piętro umiarkowanie ciepłe od umiarkowanie chłodnego. Przebiega ona przeciętnie na wysokości 570 m n.p.m. [7, 8]. Na wypukłych formach rzeźby znajduje się na wysokości 620 m, we wklęsłych formach terenowych leży tylko na poziomie 460 m. W tabeli 1 podano wartości wielu elementów i wskaźników klimatu dla stanowisk, reprezentujących wymienione formy rzeźby. Jest to więc obszerna informacja na temat zróżnicowania stosunków mezoklimatycznych, ujawniająca zarazem ich powiązanie z tłem makroklimatycznym poprzez zależność różnych parametrów mezoklimatycznych od średniej rocznej temperatury powietrza. Orientację o zasięgu przestrzennym poszczególnych pięter klimatycznych na badanym terenie daje rycina 1.

Z analizy powyższych danych wynika, że obszar Dołów Jasielsko-Sanockich i Pogórza odznacza się łagodnymi warunkami termicznymi. Lato trwa tutaj około 80—95 dni, a zima poniżej 85 dni. Indywidualne cechy termiki powietrza w Beskidzie Niskim, w stosunku do wysuniętych bardziej na zachód grup Beskidów, wyrażają się tym, że już na wysokości około 400 m n.p.m. pojawia się tzw. zima surowa (tj. okres o średniej dobowej temperaturze poniżej -5°C), trwająca 30—40 dni, co upodabnia stosunki klimatyczne badanego terenu do klimatu karpackich kotlin śródgórskich. W partiach wierzchowinowych sezon ten obejmuje około 7 tygodni. W Beskidzie Niskim po przekroczeniu wysokości 800 m n.p.m. zanika okres lata termicznego (ze średnią dobową temperaturą powyżej 15°C), zwany również termicznym okresem dojrzewania. W skali całego terenu termiczny okres wegetacyjny (średnia dobowa temperatura większa od 5°C) zmniejsza się średnio o 4 dni na każde 100 m wysokości. W dnach dolin Beskidu Niskiego ulega także skróceniu o około 1 miesiąca długość okresu bezprzymrozkowego i rysuje się wyraźny kontrast w czasie trwania tego okresu na wypukłych i we wklęsłych formach terenu.

Duże zróżnicowanie w przebiegu stosunków termiczno-wilgotnościowych na różnych formach rzeźby jest na badanym obszarze charakterystyczne przede wszystkim dla okresu zimowego. Spowodowane to jest wzmożeniem aktywności efektów fenowych oraz rosnącym od lutego udziałem powietrza polarno-kontynentalnego w kształtowaniu warunków pogodowych [8, 13]. Dlatego też w lutym absolutne ekstrema temperatury wahają się od $+18^{\circ}\text{C}$ do -37°C . Natomiast kwiecień i maj cechuje duża skrajność w przebiegu temperatury powietrza, wynikająca ze zwiększonej częstości adwekcji powietrza pochodzenia zwrotnikowego oraz polarno-kontynentalnego i arktycznego. Jest to przyczyną występowania zarówno serii dni bardzo ciepłych, jak i ostrych ochłódzeń.

Przy charakterystyce stosunków termicznych pod kątem potrzeb rolnictwa zazwyczaj podaje się sumy temperatur powyżej określonych progów, przy czym największą wagę przywiązuje się do wartości powyżej



Ryc. 1. Średnia roczna temperatura powietrza (w °C) oraz średnia roczna częstość kierunków wiatru (w %) w Beskidzie Niskim i na jego przedpołu. Dane z lat 1951—1960

10°C. W Beskidzie Niskim i na jego przedpolu cały zespół tych wskaźników zmienia się w szerokim zakresie, ubywając przeciętnie ze wzrostem wysokości o 674°C na każde 100 m. Natomiast zróżnicowanie liczby stopniodni powyżej 5 i 10°C pozwala wydzielić na badanym terenie kilka regionów termicznych w nawiązaniu do wartości granicznych podanych przez H e s s a [1], przetransponowanych z regionalizacji Schmucka. Doły i Pogórze należą do regionów najcieplejszego i ciepłego. W Beskidzie Niskim występuje cała gama przejść od regionu umiarkowanie chłodnego na wysokości około 400 m w dnach dolin aż do chłodnego na grzbietach na wysokości zbliżonej do 1000 m.

II. ZRÓŻNICOWANIE WIATRU NA BADANYM TERENIE

Czynnikiem decydującym w dużej mierze o zróżnicowaniu stosunków klimatycznych Beskidu Niskiego i jego przedpola w skali regionalnej i lokalnej jest rzeźba terenu, różnicująca działanie czynników radiacyjnych i cyrkulacyjnych klimatu. Przy analizie stosunków wiatrowych w Beskidzie Niskim uderza duża zdolność sterowania ruchem mas powietrza, wyrażająca się przewagą wiatrów o składowej południkowej, a więc zgodnej z kierunkiem transwersalnego obniżenia, jakie tworzy Beskid Niski w łuku polskich Karpat, i zarazem zgodnej z kierunkiem głównych rzek. Jak wynika z ryciny 1, częstość wiatrów z kierunku N i NW wynosi przeciętnie w roku 20—40%, a z kwadrantu południowego 20—35%. Nie tylko odsłonięte wyższe partie stoków i wierzchowiny, ale i południkowe odcinki dolin odznaczają się w Beskidzie Niskim wysokim stopniem przewietrzania (na przykład Barwinek wykazuje 2%, Wysowa 8% cisz w roku). W części pogórskiej i w Dołach Jasielsko-Sanockich roczna liczba cisz waha się od 20 do 45%, a dominują wiatry W, NW i SW. Półrocze letnie jest na całym badanym obszarze okresem większego spokoju; liczba cisz rośnie przeciętnie o 6% w porównaniu z sezonem zimowym i zmniejsza się częstość wiatrów o większych prędkościach. Zimą cały obszar bez względu na zróżnicowanie rzeźby cechuje przewaga wiatrów południowych i im pokrewnych (na Pogórze i w Dołach około 30% przypadków, w Beskidzie Niskim — powyżej 50%), co dowodzi, że w tym sezonie przez Beskid Niski wiedzie główny szlak adwekcji mas powietrza z południa. Średnie miesięczne prędkości wiatru od grudnia do marca wahają się od 3,5 do 4,5 m/s, a w dnach dolin Beskidu Niskiego przekraczają nawet prędkości obserwowane w partiach wierzchwinowych Beskidu Sądeckiego. W pełni lata duży udział cisz i mniejsza częstość wiatrów o dużej sile powodują obniżkę średnich miesięcznych prędkości do 2—2,5 m/s. Wiatry bardzo silne (o prędkości powyżej 15 m/s) pojawiają się w ciągu kilku dni

w roku, a w lecie zdarzają się raz lub dwa razy na 10 lat. Do całkowitej rzadkości należą one w czerwcu, sierpniu i wrześniu. Częściej, bo przez 17—24 dni w roku, wieją wiatry silne (o prędkości ≥ 10 m/s), wyraźnie skoncentrowane w okresie zimowym (30—50% tych dni). Powodują one przewiewanie pokrywy śnieżnej, a w miejscach odsłoniętych deflację gleby. Towarzyszą im także czasami charakterystyczne zmiany w przebiegu dobowym temperatury i wilgotności powietrza, określane mianem efektu fenowego.

Dużą częstość występowania na badanym obszarze wiatrów spadających typu fenów tłumaczy dostępność Beskidu Niskiego dla adwekcji mas powietrza z południa. Noszą tu one lokalną nazwę wiatrów dukielskich i rymanowskich. Powstają one wówczas, gdy niż baryczny znajduje się na wschód od północnych skłonów Karpat i ich przedpola, natomiast ośrodek wysokiego ciśnienia jest położony na zachód od ich południowych skłonów. Nad polskimi Karpatami, w szczególności nad Beskidem Niskim, powietrze przepływa wtedy z południa na północ. Na południowych stokach po stronie słowackiej ochładza się powoli, posuwając się ku górze. Po osiągnięciu poziomu kondensacji oziębia się zgodnie z gradientem wilgotno-adiabaticznym ($0,6^\circ/100$ m). Tworzą się przy tym chmury, a część produktów kondensacji spada w postaci opadów po stronie podwietrznej. Utraciwszy wilgoć po przejściu przez główny grzbiet Beskidu masy powietrza spływają na stok północny, ogrzewając się zgodnie z gradientem suchoadiabaticznym o $1^\circ/100$ m. Dzięki przedstawionym procesom w dolinach tego pasma górskiego, na Pogórze i w Dołach Jasielsko-Sanockich wieje wiatr ciepły i suchy.

W wielu opracowaniach klimatologicznych przy wyznaczaniu częstości przypadków efektów fenowych przyjmuje się kryterium ilościowe. Za dzień z wiatrem fenowym przyjmuje się taki dzień, w którym przynajmniej raz w ciągu doby wiał wiatr z oktantów od SE do SW o prędkości przekraczającej 5 m/sek., dużej porywistości, wywołujący szybki wzrost temperatury i spadek wilgotności powietrza.

Zasięg i siła oddziaływania fenów w górach zmienia się zależnie od lokalnej konfiguracji wzniesień i obniżen w stosunku do głównego strumienia adwekcji. W Karpatach znane są obszary odznaczające się rzadkim występowaniem tego zjawiska oraz obszary często przez nie nawiedzane. Do pierwszych należą: Rów Podtatrzański osłonięty przez Tatry i dna dolin Bieszczadów Zachodnich, położone w cieniu anemologicznym rozległego masywu Wyhorlatu, o 14—18 dniach z fenem w roku. Natomiast południkowe odcinki dolin Popradu i Taboru, reprezentujące sąsiedztwo zachodniej części Beskidu Niskiego, charakteryzuje rocznie 90—102 dni z tymi wiatrami. Prawdopodobnie zbliżoną ich częstością odznaczają się także miejscowości w dolinach Beskidu Niskiego w pobliżu Przełęczy Dukielskiej. W strefie Pogórze (Szymbark) liczba dni z fenem obejmuje 16% dni w roku. Koncentrują się one głównie od listopada do maja, a tylko

sporadycznie występują w miesiącach letnich. Efekt fenowy zaznacza się wyraźniej w półroczu chłodnym niż w pełni lata, gdyż omawiane wiatry łączą się w cykle trzy-czterodniowe. Wywołują wtedy odwilże i szybkie topnienie lub sublimację pokrywy śnieżnej. W części pogórskiej i w Dołach odwilże mogą występować nawet kilkanaście razy w poszczególnych sezonach zimowych. Pojawianie się na przemian fal ciepła i chłodu w ziemi z jednoczesnym okresowym zanikiem pokrywy śnieżnej stanowi poważne zagrożenie dla ozimin i drzew owocowych, które winny być uodpornione na duże wahania termiczne i wilgotnościowe.

O gwałtownym charakterze zmian w przebiegu elementów meteorologicznych informują dane ze stacji w Szymbarku. W dniach 11—15.I.1969 r. przy wietrze dukielskim średnia dobowa temperatura powietrza wzrosła przeciętnie na stanowiskach w dnach dolin o 20—24°C, a o 16,5 — 17°C na stokach, zaś średnia dobowa wilgotność względna obniżyła się o 25—35%. W pierwszej dobie cyklu fenowego wzrost temperatury był najintensywniejszy; od 5 do 13^h w dniu 12.I. podniosła się ona w dnie doliny od -22 do -8°C, natomiast jej dalszy, powolniejszy już przyrost trwał do 21^h w dniu 15.I., kiedy przekroczyła +6°C.

Dużą rolę w kształtowaniu stosunków mezoklimatycznych opisywanego obszaru odgrywają feny w okresie wiosennym. Tak na przykład pojawienie się ich w ostatniej dekadzie kwietnia i na początku maja 1969 r. oraz adwekcja powietrza zwrotnikowego spowodowały falę upałów i nadmierne przesuszenie powietrza i gleby, hamujące krzewienie się pszenicy ozimej. Duże natężenie zmian hygrotermicznych w lecie, związanych z wiatrem dukielskim, może doprowadzić do wystąpienia na położonych poniżej 350 m n.p.m. nocy tropikalnych o temperaturze minimalnej powyżej 20°C (dolina Bystrzanki w Szymbarku w lipcu 1968 r.). We wszystkich porach roku charakterystyczną cechą pojawiania się wiatrów dukielskich w dolinach Beskidu Niskiego jest tworzenie się inwersyjnej stratyfikacji termicznej w związku z procesami dynamicznego osiadania powietrza. Najdłużej utrzymuje się ona przy prostopadłym kierunku wiatru do osi doliny górskiej, trwając niekiedy kilka dni. Natomiast w odcinkach dolin zgodnych z kierunkiem wiatru następuje usuwanie chłodnego powietrza z den dolin i szybkie wyrównanie temperatury w profilu wysokościowym tych form terenowych.

III. TYPOLOGIA STOSUNKÓW MEZOKLIMATYCZNYCH

Prawidłowości różnicowania temperatury w zależności od lokalnych warunków rzeźby najłatwiej uchwycić na podstawie rozkładu jej wartości w profilach poprzecznych dolin w czasie nocy bezwietrznych i pogodnych.

Rozkład ten jest bowiem uwarunkowany grawitacyjnym wpływem powietrza ze stoków ku dnom dolinnym. Wskaźnikiem tej stratyfikacji są m.in. inwersje temperatury minimalnej powietrza. Zjawisko to przypada w dolinach pogórskich na około 50% dni w roku, natomiast w dolinach Beskidu Niskiego zdarza się w 55% ogółu dni [13]. Są to przede wszystkim inwersje bardzo słabe i słabe, bowiem w około 65—75% tych dni różnica temperatur minimalnych w profilu wysokościowym jest mniejsza od 2°C. Natomiast częstość dni z inwersją o natężeniu przekraczającym 5°C waha się od kilku do 18% dni w warunkach rzeźby pogórskiej i osiąga około 10% dni w górach niskich. Najdogodniejsze warunki do stagnowania i znacznego ochładzania powietrza na drodze wypromieniowania istnieją w kotlinach śródgórskich Beskidu Niskiego i w zbiornikach chłodu w zamkniętych rozszerzeniach dolin.

O tworzeniu się inwersyjnej stratyfikacji termicznej powietrza decydują lokalne warunki morfologiczne i typ sytuacji pogodowej. Maksymalną częstością, a zarazem największym natężeniem tego zjawiska oraz znaczną miąższością warstwy inwersyjnej charakteryzuje się okres wczesnojesienny (wrzesień — początek października) oraz wiosenny (kwiecień—maj). Rozwijają się wtedy inwersje pochodzenia radiacyjnego jak też związane z procesami dynamicznego osiadania w obrębie układów wysokiego ciśnienia. Toteż cykle dni z inwersją temperatury minimalnej mogą dochodzić do 18 dni. W miesiącach letnich, a także w listopadzie i grudniu zdarzają się one rzadziej i nie przekraczają 5—6 dni.

Inwersje maksymalnych temperatur powietrza przypadają w lepiej nasłonecznionych dolinach pogórskich na około 30% dni w roku, w bardziej zaś zacienionych dolinach beskidzkich na 45% dni w roku. W przeważającej większości są one bardzo słabe i słabe, czyli różnica temperatur w 50—100-metrowej warstwie powietrza kształtuje się poniżej 2°C. Maksymalne natężenie tego zjawiska mieści się w granicach 6,0—6,9°C. Omawiane inwersje koncentrują się przede wszystkim w zimie, gdyż w znacznej większości przypadków wiążą się z wiatrami fenowymi.

Podobnie dni z inwersją temperatury utrzymującą się w ciągu całej doby jest w roku więcej w części beskidzkiej (około 40%) niż w pogórskiej (26%) badanego obszaru. W profilu wysokościowym dolin warstwa inwersyjna obejmuje dolne i środkowe partie stoków (50—100 m wysokości względnej nad dnami dolin). Przy wzroście deniwelacji pomiędzy punktami pomiarowymi do około 150 m częstość tych dni wyraźnie spada (13%). Utrzymywanie się inwersyjnej stratyfikacji termicznej decyduje o niekorzystnych warunkach bioklimatycznych w osiedlach zlokalizowanych w przydennych partiach den i kotlin. Dotyczy to w większym stopniu części beskidzkiej terenu, gdzie w miesiącach zimowych częste są cykle czterodniowe, sięgające w skrajnych przypadkach do 9—10 dni. W dnach dolin utrzymuje się niska temperatura i wysoka wilgotność względna. Na górnej granicy inwersji tworzy się wtedy warstwa mgły, pod którą gro-

madzą się zanieczyszczenia, zawierające produkty spalania. W lecie, ujemna rola stratyfikacji inwersyjnej temperatury ulega osłabieniu, gdyż natężenie zjawiska jest mniejsze, a najdłuższy cykl z inwersją wynosi 3 dni. Natomiast na Pogórzu w ciągu całego roku dominują cykle dwudniowe.

W klimacie dostatecznie uwilgotnionym, jaki reprezentuje Beskid Niski, temperatura powietrza zdaje się być czynnikiem decydującym o warunkach wegetacji roślin. Na podstawie szczegółowych badań przeprowadzonych nad prawdopodobieństwem występowania dowolnych wartości temperatury w profilu pionowym Beskidu Niskiego [6, 7, 8] stwierdzono, że w górach większy wpływ ograniczający na rozwój roślin wywierają temperatury minimalne niż maksymalne. W ciepłej porze roku elementem najbardziej ograniczającym wegetację roślin są przymrozki. Częstość ich występowania w okresie wegetacyjnym (od kwietnia do września) we wklęsłych formach terenowych przekracza 10%, na wypukłych formach terenowych prawdopodobieństwo występowania przymrozków wynosi od 5% na wysokości 300 m do 10% na wysokości 1000 m n.p.m. [4]. Okres bezprzymrozkowy wykazuje wyraźne związki ze średnią roczną temperaturą, a krzywa obrazująca czas jego trwania w dolinach w zależności od wysokości względnej nad ich dnami aproksymuje rozkład wartości średniej temperatury minimalnej roku w tych formach rzeźby.

Inwersyjna stratyfikacja średnich temperatur minimalnych i zmian długości okresu bezprzymrozkowego w profilach wysokościowych dolin Pogórza i Beskidu Niskiego, opóźnienie w środkowych i górnych partiach stoków dat pierwszych przymrozków w stosunku do den dolin oraz wielkości średnich dobowych amplitud temperatury powietrza w czasie pogód radiacyjnych w poszczególnych punktach w profilu poprzecznym form wklęsłych stanowią podstawę w terenach wyżynnych i górskich do wykonania podziału typologicznego stosunków mezoklimatycznych. Przewodnym kryterium tej typologii są właściwości dobowego przebiegu temperatury powietrza.

Największy gradient zmian stosunków termicznych przypada w dzień doliny i w dolnych partiach stoków. W miarę posuwania się ku górze wartości tych gradientów ulegają zmniejszeniu. Dlatego też nawiązując do badań w innych częściach Karpat [2, 3, 5] wyróżniono do wysokości względnej 40 m nad dnami dolin¹. I. typ mezoklimatu obniżen dolinnych, o największych dobowych wahaniami temperatury i wilgotności powietrza, najniższych średnich miesięcznych i absolutnych minimach temperatury, najkrótszym okresie bezprzymrozkowym, a zarazem wysokich wartościach średnich miesięcznych i absolutnych maksimów temperatury oraz o dużej liczbie dni letnich ($t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$) i upalnych ($t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$). Ten typ mezo-

¹ Jest to granica umowna, równa $\frac{2}{3} \Delta t_{\min}$, gdzie t_{\min} stanowi różnicę temperatury minimalnej na dzień doliny i na górnej granicy inwersji temperatury powietrza.

klimatu charakteryzuje duży kontrast w skali doby i roku stosunków termicznych, a także pozostających z nimi w ścisłym związku — stosunków wilgotnościowych powietrza. Opisany kontrast w najbardziej ostrej formie występuje w dnach dolin, a ulega powolnemu łagodzeniu na stokach.

Od wysokości 40 do około 200—250 m nad dnem doliny występują stosunkowo małe gradienty dobowych amplitud temperatury powietrza w czasie pogody typu stagnacyjno-radiacyjnego. Równocześnie w tym przedziale wysokościowym długość okresu bezprzymrozkowego, średnie temperatury minimalne miesięcy oraz liczba dni z mrozem i przymrozkiem podlegają małym wahaniom. Te partie form wklęsłych znajdują się w zasięgu II. typu mezoklimatu ciepłych i suchszych stoków i niskich wierzchowin Pogórza, o najkorzystniejszych walorach przede wszystkim dla produkcji rolnej i warzywniczej, nawet dla roślin mniej odpornych na mróz. W zasięgu jednostek objętych tym typem mezoklimatu znajduje się górna granica inwersji, odznaczająca się najwyższymi temperaturami w przekroju poprzecznym dolin. Są tu także dogodne warunki dla rozbudowy sieci osadniczej i ośrodków lecznictwa pobytowego.

Najwyżej położone partie stoków i wierzchowiny Beskidu Niskiego należą do III. typu mezoklimatu, w którym zmiany temperatury powietrza kształtują się pod wpływem wysokości nad poziom morza. Leży on poza zasięgiem lokalnej cyrkulacji wewnątrzdolinowej. Wartości temperatury bywają tutaj czasem niższe niż w dnach dolin i w dolnych partiach stoków, ale wahania dobowe tego elementu klimatu są tu mniejsze niż w dwóch wcześniej wymienionych typach mezoklimatu. Genetycznie należy on już do klimatycznego piętra umiarkowanie chłodnego.

Zmiany stosunków mezoklimatycznych zachodzące pod wpływem rzeźby odbywają się w sposób ciągły, a wartości graniczne dla poszczególnych typów rzeźby noszą charakter umowny. Reprezentują one pewien stan przeciętny dla przeważającej części badanego terenu. Typ rzeźby i charakterystyczna dlań wielkość deniwelacji, układ wzniesień i obniżień, oraz szerokość form dolinnych, wpływają na rozwój lokalnej cyrkulacji powietrza i wymiany ciepła w obrębie form wklęsłych. W terenach o rzeźbie pogórskiej i deniwelacjach rzędu 200 m, a więc na Pogórzu i w Dołach Jasielsko-Sanockich, występują dwa typy mezoklimatu: I. obniżień dolinnych, o najbardziej kontrastowych warunkach termicznych i wilgotnościowych powietrza oraz II. ciepłych i suchszych stoków oraz niskich wierzchowin o optymalnych walorach termiki i wilgotności powietrza. W warunkach rzeźby gór niskich (deniwelacje 300—400 m), a więc w całym Beskidzie Niskim, istnieje — obok dwóch wymienionych — także III. typ mezoklimatu górnych partii stoków i wierzchowin gór rusztowych, w którym temperatura i wilgotność powietrza kształtują się pod wpływem częstych adwekcji, podlegając zmianom zależnie od wysokości nad poziom morza.

IV. STOSUNKI OPADOWE I POKRYWA ŚNIEŻNA

Przeciętny gradient opadowy w Beskidzie Niskim i na jego przedpolu wynosi w skali roku 60 mm/100 m [15]. Beskid Niski reprezentuje w Karpatach na ogół korzystniejsze cechy reżimu opadowego. Przy przeważającym kierunku adwekcji z zachodu i północo-zachodu w Beskidzie Wysokim spada więcej opadów niż w Beskidzie Niskim. Sumy opadu w okresie od maja do października są tu przeciętnie o około 100 mm niższe w porównaniu z Beskidem Żywieckim. Podobna tendencja w rozkładzie przestrzennym sum opadów występuje w czasie poszczególnych przypadków rozlewnych deszczów letnich. W świetle przypadku opracowanego przez Niedźwiedzia [11] sumy opadów na stacjach Beskidu Niskiego były w lipcu 1970 r. o 200—300 mm niższe od odpowiednich sum w Beskidzie Śląskim i Małym.

Według Soi [15] opady półrocza letniego (od maja do października) stanowią na badanym terenie 62—68% sumy rocznej i są mało zróżnicowane w skali regionalnej w zależności od typu rzeźby. Natomiast wyraźne jest zmniejszanie się rocznych sum opadów w kierunku z zachodu na wschód oraz wzrost przewagi opadów letnich nad zimowymi. Ze wzrostem wysokości nad poziomem morza rośnie wartość bezwzględna współczynnika nieregularności opadów, który dla stacji w Beskidzie Niskim przekracza 1,8, a w Dołach Jasielsko-Sanockich stanowi około 1,5. Zatem w profilu pionowym rośnie kontrast między względnie dużym uwilgoceciem wierzchołków i grzbietów górskich a kotlinami usytuowanymi u stóp Beskidu Niskiego. Z punktu widzenia czynników ograniczających wegetację roślin należy uwzględnić nadmierne deszcze w lipcu i w sierpniu, które szczególnie dotkliwie wpływają na aktywność gospodarczą w części beskidzkiej. Ponadto niekorzystną cechą jest duża zmienność sum opadów z roku na rok, charakteryzująca październik, jako miesiąc, w którym mogą pojawiać się warunki słabej i umiarkowanej posuchy [15], a także norma opadów może być przekroczona o 200—250% (1974 r.).

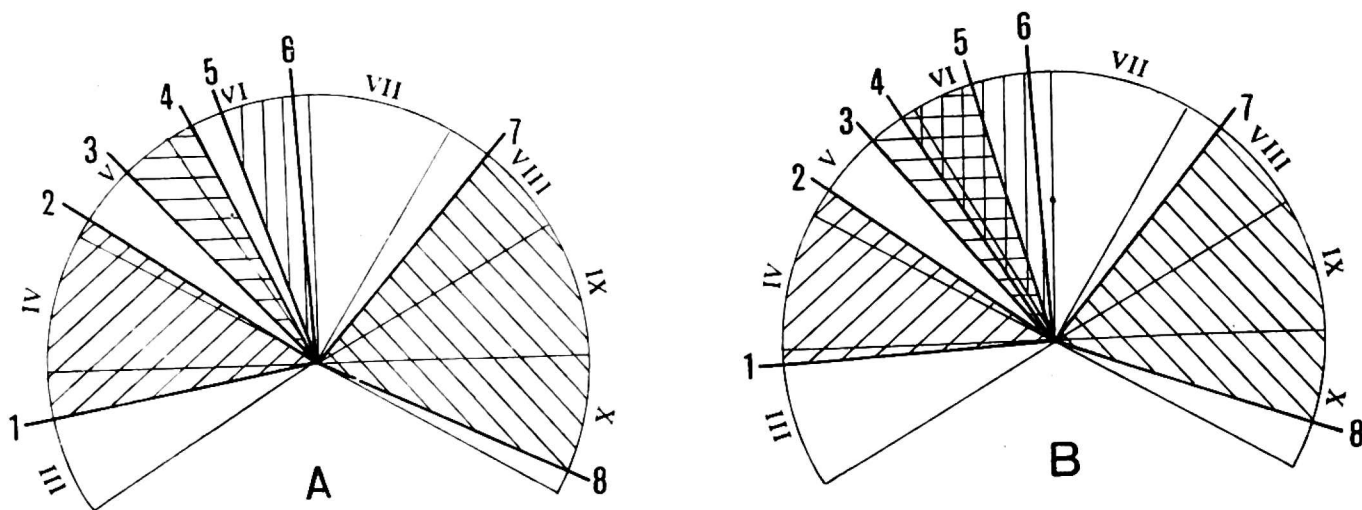
Z analizy częstości sprzyjających i niesprzyjających układów warunków pluwiotermicznych w okresie 1901—1970 Zawora [16] wysnuwa wniosek, że klimat Beskidu Niskiego i jego przedpola sprzyja najbardziej uprawie zbóż ozimych i roślin okopowych, w mniejszym stopniu zaś zbóż jarych i użytków zielonych. Początek okresu wegetacyjnego cechuje niedostatek ciepła, natomiast sprzęt roślin uprawnych następuje w okresie nadwyżek opadów atmosferycznych. W niższych partiach badanego terenu występują okresy posuszne w maju i w czerwcu oraz w jesieni.

Beskid Niski wykazuje również pewien indywidualizm w kształtowaniu się pokrywy śnieżnej. Według Leśniaka [9] potencjalny okres występowania pokrywy śnieżnej jest w tej grupie górskiej przeciętnie o tydzień krótszy niż w zachodniej części Karpat, zaś współczynniki trwałości

pokrywy śnieżnej odznaczają się większą zmiennością z roku na rok (np. Brzozów 0,37—0,89). Liczba dni z opadem w postaci śniegu osiąga w Dołach Jasielsko-Sanockich 30%, a na stacjach Beskidu Niskiego około 40% ogólnej liczby dni z opadem. W górach, powyżej 500 m n.p.m., średnia długość okresu bez pokrywy śnieżnej jest o 1,5 miesiąca krótsza od stanowisk w Dołach i o 1 miesiąc w stosunku do Pogórza. W ciągu zimy występuje kilkakrotnie tajanie i tworzenie się pokrywy, szczególnie wyraźnie zaznaczone na przedpołu Beskidu Niskiego oraz na wylesionych stokach i wierzchołkach górskich [15].

V. CHARAKTERYSTYKA FENOLOGICZNEGO OKRESU WEGETACYJNEGO

Reżim fenologiczny Beskidu Niskiego i jego przedpoła odznacza się cechami większego kontynentalizmu w stosunku do zachodnich części Karpat. W Beskidzie Niskim początek okresu wegetacyjnego jest opóźniony przeciętnie o 7—9 dni lecz pierwsze fazy wiosennego rozwoju trwają krócej (ryc. 2). Tak, na przykład, od początku okresu wegetacyjnego do



Ryc. 2. Charakterystyka przebiegu okresu wegetacyjnego w Beskidzie Śląskim (A) i w Beskidzie Niskim (B) na wysokości 600 m n.p.m.: 1 — początek okresu wegetacyjnego, 2 — początek listnienia lipy drobnolistnej, 3 — początek kłoszenia żyta ozimego, 4 — początek zakwitania czarnego bzu, 5 — początek zakwitania robinii, 6 — początek kłoszenia owsa, 7 — początek zbiorów jęczmienia jarego, 8 — koniec okresu wegetacyjnego. U w a g a: Średnie wartości terminów początku poszczególnych fenofaz zostały wyliczone z równań regresji obrazujących zależność od wysokości n.p.m.

początku listnienia lipy drobnolistnej upływa o 5—8 dni mniej niż na pozostałym obszarze w Karpatach. Natomiast terminy zbiorów zbóż ozimych i jarych przypadają o około 5 dni wcześniej wskutek niższych opadów i wyższych sum usłonecznienia niż w Beskidzie Śląskim. Bardziej kontynentalny charakter stosunków fenologiczno-klimatycznych Beskidu

Niskiego podkreśla również fakt, że początek zakwitania robinii, wyprzedza tu o kilka dni rozpoczęcie zakwitania bzu czarnego [14]. Należy tu zwrócić uwagę na korzystne cechy reżimu fenologiczno-klimatycznego Dołów Jasielsko-Sanockich, gdzie przy małych deniwelacjach występuje szybkie rozpoczęcie wiosennej wegetacji, dzięki dostępności tych terenów dla adwekcji z południa, którym towarzyszą efekty fenowe.

Zjawiska fenologiczne w Beskidzie Niskim wykazują także ścisłe powiązania ze zmianą całokształtu stosunków klimatycznych w zależności od wysokości n.p.m. W poszczególnych sezonach w okresie wegetacyjnym istnieje zróżnicowanie wartości gradientów zmian terminów początku fenofaz na jednostkę wysokości (tab. 2). Najwolniej od podnóży ku wie-

Tabela 2

Gradienty wysokościowe (w dniach/100 m) terminów następowania fenofaz u roślin uprawnych i dziko rosnących w Beskidzie Niskim i na jego przedpolu. Dane z okresu 1946—1965

Zjawisko lub okres fenologiczny	Gradient (dni/100)
Początek wiosennych robót polowych	1,9
Początek kłoszenia żyta ozimego <i>Secale cereale</i>	3,7
Początek zakwitania żyta ozimego <i>Secale cereale</i>	2,7
Początek siewu owsa <i>Avena sativa</i>	2,5
Początek kłoszenia owsa <i>Avena sativa</i>	4,5
Początek zbiorów owsa <i>Avena sativa</i>	4,2
Początek kłoszenia jęczmienia <i>Hordeum distichum</i>	3,3
Początek zbiorów jęczmienia jarego <i>Hordeum distichum</i>	3,7
Początek zakwitania lilaka zwyczajnego <i>Syringa vulgaris</i>	4,3
Początek zakwitania kasztanowca białego <i>Aesculus hippocastanum</i>	3,3
Początek listnienia tarniny <i>Prunus spinosa</i>	4,8
Początek zakwitania czarnego bzu <i>Sambucus nigra</i>	5,2
Początek zakwitania robinii <i>Robinia pseudoacacia</i>	4,3
Koniec okresu wegetacyjnego	-4,4
Początek okresu wegetacyjnego	1,8
Trwanie okresu wegetacyjnego żyta ozimego <i>Secale cereale</i>	5,5
Trwanie interwału od żniw do siewu żyta <i>Secale cereale</i>	-5,7
Trwanie interwału od wschodów do kłoszenia owsa <i>Avena sativa</i>	1,8
Trwanie interwału od wschodów do kłoszenia jęczmienia jarego <i>Hordeum distichum</i>	3,5

rzchowie głównej Beskidu Niskiego przesuwa się początek okresu wegetacyjnego oraz wschodów zbóż jarych (poniżej 2 dni/100 m). W okresie pełni wiosny i wczesnego lata omawiane gradienty wahają się na ogół od 2,5 do 4,5 dnia/100 m. W profilu pionowym gór następuje także skrócenie całego fenologicznego okresu wegetacyjnego o 2,6 dnia/100 m, przy czym zmienia się w jego obrębie czas trwania okresów wegetacji różnych gatunków roślin uprawnych oraz charakterystycznych interwałów międzyfazowych dla tych kultur.

VI. UWAGI KOŃCOWE

Reasumując należy stwierdzić, że przy planowaniu kompleksów uprawowych na tak zróżnicowanym obszarze jak Beskid Niski i jego przedpole trzeba uwzględnić zróżnicowanie mezoklimatyczne powstałe pod wpływem typów rzeźby i podstawowych form terenu, gdyż decyduje ono o rozkładzie przestrzennym głównego czynnika, warunkującego rozwój roślinności, tj. temperatury powietrza, a także przejawia się w zmienności przestrzennej sum opadów oraz wartości wielu elementów i wskaźników klimatu. Szczegółowych informacji o czasoprzestrzennym zróżnicowaniu temperatury dostarczają nomogramy prawdopodobieństwa występowania określonych wskaźników termicznych, prowadzenie zaś rejonizacji rolniczej mogą ułatwić mapy bonitacyjno-klimatyczne, oparte na wskaźnikach związanych z minimalną temperaturą powietrza. Przebieg granic pomiędzy mezoklimatami obniżeń dolinnych i ciepłych stoków wyznacza zarazem obszary dla upraw roślin o różnej odporności na niskie temperatury. Dna dolin wraz z przylegającymi do nich partiami najniższymi stoków w obrębie zbiornika chłodu wymagają w części pogórskiej roślin odpor-nych na przymrozki, które mogą pojawiać się jeszcze w ostatniej dekadzie maja, a nawet do połowy czerwca. Szczególnie utrudnione są warunki wegetacji roślin w dnach dolin powyżej 400 m n.p.m., stąd też obszary te powinny być użytkowane w przyszłości jako łąki i pastwiska. Podane tu cechy zróżnicowania mezoklimatycznego winny być również rozważone przy planowaniu gospodarki leśnej oraz procesu odnowy i hodowli lasu.

Nasuwają się też pewne wnioski, związane z zagospodarowaniem turystyczno-rekreacyjnym omawianego obszaru. Bioklimat Beskidu Niskiego i jego przedpola wyróżnia się bodźcowością oddziaływania na ustrój człowieka, związaną z dużą aktywnością zespołu czynników dynamicznych. Natomiast do niekorzystnie wpływających na ten ustrój należy zespół termiczno-wilgotnościowych czynników bioklimatycznych, cechujących najniższe partie dolin. Z tego względu tereny znajdujące się w zasięgu I. typu mezoklimatu winny być wykorzystane do rekreacji krótkopobytowej. Rekreację długopobytową i lecznictwo aktywne należy koncentrować w zasięgu II. typu mezoklimatu, dzięki korzystnemu układowi warunków fotoaktywnych, termiczno-wilgotnościowych i fizykochemicznych.

Zakład Klimatologii Instytutu Geografii UJ
w Krakowie

LITERATURA

- [1] Hess M., *Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich*; „Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.”, z. 11, 1965, ss. 267.
- [2] Hess M., *Metoda określania ilościowego zróżnicowania mezoklimatycznego w terenach górskich*, „Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.”, z. 18, 1968: 7—26.
- [3] Hess M., *Główne problemy klimatologiczne Karpat*, „Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.”, z. 25, 1969: 7—45.
- [4] Hess M., Niedźwiedź T., Obrębska-Starkłowa B., *An attempt at the application of the frostless period as a guiding criterion in the typology of mesoclimatic conditions in the mountains*, „Geogr. Polon.”, No 33, 1976: 73—85.
- [5] Hess M., Niedźwiedź T., Obrębska-Starkłowa B., *The method of characterizing the climate of the mountains and uplands in the macro-, meso-, and microscale (exemplified by Southern Poland)*, „Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.”, 1976: 83—102.
- [6] Hess M., Niedźwiedź T., Obrębska-Starkłowa B., *Charakterystyka stosunków termicznych obszarów górskich z punktu widzenia warunków wegetacji roślin uprawnych*, „Folia Geogr., ser. geogr.-phys.”, 1976, 10: 5—28.
- [7] Hess M., Niedźwiedź T., Obrębska-Starkłowa B., *Stosunki termiczne Beskidu Niskiego (metoda charakterystyki reżimu termicznego obszarów górskich)*, „Prace Geogr. IGiPZ PAN”, z. 123, 1977; ss. 101.
- [8] Hess M., Niedźwiedź T., Obrębska-Starkłowa B., *Ekstremalne zjawiska termiczne w Beskidzie Niskim i ich wpływ na wegetację roślin*, „Probl. Zagosp. Ziem Górsk.”, nr 19, 1978: 113—133.
- [9] Leśniak B., *Pokrywa śnieżna w dorzeczu górnej Wisły*, „Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.”, 1980: 75—128.
- [10] Michna E., *Zróżnicowanie klimatyczne obszaru południowo-wschodniej Polski w świetle temperatur powietrza*, W: *Studia nad typologią i oceną środowiska geograficznego Karpat i Kotliny Sandomierskiej*, „Prace Geogr. IGiPZ PAN”, z. 125, 1978: 63—79.
- [11] Niedźwiedź T., *Heavy rainfall in the Polish Carpathians during the flood in July 1970*, „Studia Geomorph. Carp.-Balcan”. No 6, 1972.
- [12] Obrębska-Starkłowa B., *Klimat zachodniej części Beskidu Niskiego i jego przedpola*, rkps. Zakład Klimatologii IG UJ, Kraków 1972.
- [13] Obrębska-Starkłowa B., *Stosunki mezo- i mikroklimatyczne Szymbarku*, „Dokument. Geogr.”, nr 5, 1973, ss. 123.
- [14] Obrębska-Starkłowa B., *Typologia i regionalizacja fenologiczno-klimatyczna na przykładzie dorzecza górnej Wisły*, Rozpr. hab. UJ, z. 11, 1977, ss. 235.
- [15] Soja R., *Przestrzenne zróżnicowanie opadów w dorzeczu Ropy*, „Dokument. Geogr.”, nr 6, 1977: 9—22.
- [16] Zawora T., *Porównanie warunków klimatycznych południowo-wschodniej Polski z produkcją rolniczą w świetle zmienności przestrzennej i w przekroju czasowym*, W: *Studia nad typologią i oceną środowiska geograficznego Karpat i Kotliny Sandomierskiej*, „Prace Geogr. IGiPZ PAN”, z. 125, 1978: 81—92.

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF A MESOCLIMATIC DIFFERENTIATION
IN THE BESKID NISKI

Summary

The position of isotherms of average annual air temperature (fig. 1) and respective values of climate elements and indices (tabl. 1) indicate a zonal arrangement of climate in the Beskid Niski. It is possible to distinguish two climatic regions in the area investigated:

1) the warm region of the Jasielsko Sanockie Depressions and marginal parts of the Highland, of average annual temperatures 7,5—7,0°C, situated in the moderate warm climatic zone, more quiet, with distinctly marked period of stillness in summer.

2) the cooler region of the Beskid Niski, of average annual temperatures 7,0—4,0°C, situated in the moderately warm and moderately cool vertical climatic zones, of great contrasts of temperatures and air humidity, mainly in winter period, well ventilated in the course of a year, with domination of Föhn effects from November to May.

Among the climate elements limiting plant vegetation should be ranked: minimal temperatures, Föhn effect differentiation, heavy rainfalls in the full of summer, accompanied with rainstorms. The great intensity of air temperature inversion occurs in valley bottoms comprising low parts of slopes to a relative height of 40 m. The valley bottoms, within the reservoir of cool, required plants resisted to slight frosts which may occur still in June and as early as in August. These areas ought to be utilized mainly as durable greenlands. Phenological regime of the Beskid Niski and its foreland is of a more continental character in relation to the west parts of the Carpathians. In the Beskid Niski the beginning of the vegetation period is delayed, of 7—9 days, but first phases of spring development last shorter (fig. 2). Along the vertical profile of these mountains the shortening of the Phenological growing season of 2,6 day per 100 m occurs together with changes in vegetation period of different species of cultivated plants and in characteristic stages intervals between of these cultures.

Department of Climatology
Institute of Geography UJ in Kraków

Барбара Обрембска-Старклёва

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕЗОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ В НИЗКОМ БЕСКИДЕ

Резюме

Положение изотерм среднегодовой температуры воздуха (рис. 1) и связанные с ней величины элементов и показатели климата (табл. 1) указывают на этажность климатической дифференциации в Низком Бескиде. На исследуемой территории можно выделить два климатических района:

1) теплый район Ясельско-Саноцких Ям и крайних партий Погужа; со средней температурой в течение года 7,5—7,0°C, полностью расположенный в умеренно теплом климатическом ярусе, более тихий, с особенно ярко выраженным периодом покоя летом;

2) более прохладный район Низкого Бескида, со среднегодовой температурой с 7,0 по 4,0°C, расположенный в климатических ярусах умеренно теплом и умеренно прохладном, с резко зарисованными контрастами термики и влажности воздуха — прежде всего зимой, сильно проветриваемый в течение всего года, с преобладанием феновых явлений — с ноября по май.

К элементам климата, имеющим ограничивающее влияние на вегетацию растений, надо причислить: минимальные температуры, дифференциацию феновых явлений, большое количество осадков в середине лета, сопровождаемые ливнями и проливными дождями. Самая высокая интенсивность инверсии температуры воздуха выступает на дне долин, охватывая также нижние партии склонов до относительной высоты 40 м. Дна долин в пределах прохладного бассейна требуют морозостойких культур, т.к. заморозки могут здесь выступать еще в июне и уже в августе. Район этот целесообразно использовать как постоянные кормовые угодья.

Фенологический режим Низкого Бескида и его окрестностей характеризуется чертами большого континентализма по сравнению с западной частью Карпат. Начало вегетационного периода в Низком Бескиде запаздывает на 7—9 дней, но первые фазы весеннего развития продолжаются короче (рис. 2). По вертикальному профилю этих гор проходит сокращение фенологического вегетационного периода (2,6 дня/100 м), причем в его пределах изменяется срок вегетации разных видов культур, а также характерных межфазовых интервалов этих культур (табл. 2).

Отделение климатологии Института географии
Ягеллонского университета в Кракове