

ANITA BOKWA, MARIUSZ KLIMEK

WARUNKI KLIMATYCZNE POGÓRZA WIELICKIEGO DLA POTRZEB UPRAWY WINOROŚLI

Zarys treści: Dane pomiarowe z dwóch stacji meteorologicznych IGiGP UJ: w Gaiku-Brzezowej koło Dobczyc i Łazów koło Bochni, z lat 1988–2007, zostały wykorzystane do wyznaczenia średniej rocznej temperatury powietrza, średniej temperatury najcieplejszego miesiąca w roku, dat wystąpienia pierwszych i ostatnich przymrozków, absolutnych temperatur minimalnych powietrza, wskaźników LTI i SAT, sum usłonecznienia rzeczywistego w okresie 1.04–31.10 i średniej rocznej liczby dni z gradem. Warunki klimatyczne Pogórza Wielickiego są wystarczające dla uprawy wczesnych gatunków winorośli. Wskaźniki LTI, SAT i wartości usłonecznienia są na omawianym terenie podobne jak w znanych rejonach winiarskich położonych w podobnych szerokościach geograficznych w Europie. Najmniejszym zagrożeniem dla uprawy winorośli na Pogórzu Wielickim jest występowanie gradu, a największym występowanie w okresie zimowym silnych mrozów, kiedy temperatura minimalna wynosi od -20 do -30°C.

Słowa kluczowe: zasoby klimatyczne, winorośl, Pogórze Wielickie

Wstęp

Warunki pogodowe i klimatyczne mają istotny wpływ na produkcję rolniczą, a zarazem są to najbardziej zmienne i najtrudniejsze do prognozowania elementy środowiska geograficznego. Często zdarza się, że dany obszar posiada znaczne zasoby klimatyczne dla potrzeb rolnictwa, ale warunki pogodowe w konkretnym roku znacznie odbiegają od wartości średnich wieloletnich, skutkiem czego uzyskane plony są znacznie niższe od przewidywanych. Aby w pełni ocenić zasoby klimatyczne, konieczne jest zatem uwzględnianie nie tylko średnich wartości wieloletnich odpowiednich elementów meteorologicznych, ale także ich zmienności z roku na rok i tendencji zmian.

Celem niniejszej pracy jest określenie przydatności aktualnych zasobów klimatycznych Pogórza Wielickiego dla potrzeb uprawy winorośli przy użyciu wybranych wskaźników agroklimatycznych. W ostatnich latach obserwuje się bowiem z jednej strony podejmowanie licznych inicjatyw mających na celu odrodzenie produkcji wina w Polsce południowej i południowo-zachodniej, a z drugiej znaczące zmiany warunków klimatycznych. Produkcja wina ma w Polsce południowej wielowiekowe tradycje. Jak podaje Bosak (1998), winorośl porastała wzgórza wawelskie już w IX w. W średniowieczu w uprawie winorośli przodowały liczne klasztory, m.in. w Tyńcu, Mogile, Imbramowicach, Dziekanowicach. Rozwój winiarstwa w okolicach Krakowa przypadł na XIV i XV w., ale w XVII w. większość winnic upadła. Tradycje winiarskie jednak nie zagięły, np. kameduli od prawie 400 lat uprawiają małą winnicę przy swoim klasztorze na krakowskich Bielanach. Przykładem wspomnianych najnowszych inicjatyw promujących rozwój winiarstwa jest założenie w 2005 r. winnicy na terenie Rolniczych Zakładów Doświadczalnych Uniwersytetu Jagiellońskiego w Łazach koło Bochni (fot. 1). W 2008 r. produkowane tam wino otrzymało oficjalną nazwę „Maius”.

Jak podaje Gladstones (1992, za: Szymanowski i in. 2007) podstawowym kryterium decydującym o przydatności danego terenu dla uprawy winorośli są warunki klimatyczne w skali regionalnej, zaś warunki klimatu lokalnego, gleby czy rzeźba terenu mają znaczenie drugorzędne. Także Bosak (1998) podkreśla, że winorośl nie jest rośliną wybredną pod względem wymagań glebowych, a francuskie przysłowie mówi nawet: „Im gorszy grunt, tym lepsze rodzi wino”. Biorąc pod uwagę, że coraz więcej osób jest zainteresowanych podjęciem uprawy winorośli w Polsce południowej, określenie zasobów klimatycznych dla tego rodzaju działalności ma duże znaczenie. Dotychczasowe opracowania omawiające to zagadnienie (np. Bosak 1998, 2004, 2006) bazowały na danych klimatologicznych sprzed 1990 r. W ostatnich latach obserwujemy jednak znaczące zmiany klimatu, także w Polsce południowej, co rodzi konieczność ponownego określenia wspomnianych zasobów klimatycznych na podstawie nowszych danych i temu służy niniejsze opracowanie.

Dane i metody

Analizy zasobów klimatycznych dla uprawy winorośli dokonano, posługując się danymi pomiarowymi z dwóch stacji meteorologicznych należących do Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego:

- 1) Gaik-Brzezowa koło Dobczyc: stacja główna „Kopiec”, $\phi=49^{\circ}52'N$, $\lambda=20^{\circ}04'E$, $h=302$ m n.p.m.;
- 2) Łazy koło Bochni: $\phi=49^{\circ}58'N$, $\lambda=20^{\circ}30'E$, $h=245$ m n.p.m.

Według podziału German (1992, 2000–2001) stacja w Gaiku-Brzezowej leży w centrum mezoregionu Pogórze Wielickie, rozciągającego się między Skawą a Dunajcem i należącego do makroregionu Pogórze Karpackie, zaś Łazy położone są na południowym skraju mezoregionu Pogórze Bocheńskie, należącego do makroregionu Kotlina Sandomierska, tuż przy granicy z Pogórzem Wielickim. Kondracki (2000) dzieli opisane Pogórze Wielickie na dwie jednostki: Pogórze Wielickie od doliny Wieprzówki po dolinę Raby,



Fot. A. Gmiąg

Fot. 1. Winnica w Łazach

Photo 1. Vineyard in Łazy



Fot. 2. Winorośl odmiany Jutrzenka

Photo 2. Jutrzenka grape vine variety

Fot. A. Gmiąg



Fot. A. Gmiąg

Fot. 3. Winorośl odmiany Rondo
Photo 3. Rondo grape vine variety



Fot. A. Gmiąg

Fot. 4. Winorośl odmiany Swenson Red
Photo 4. Swenson Red grape vine variety

i Pogórze Wiśnickie od Raby po Dunajec i w tym podziale stacja w Gaiku-Brzezowej leży na granicy Pogórza Wielickiego i Wiśnickiego. Według podziału Kondrackiego Łazy leżą na obszarze Podgórze Bocheńskiego, tuż przy granicy z Pogórzem Wiśnickim. W niniejszej pracy przyjęto podział na regiony fizycznogeograficzne wg German i uznano, że stacja w Gaiku-Brzezowej reprezentuje obszar położony w centrum mezoregionu Pogórze Wielickie, zaś stacja w Łazach tereny na granicy Pogórza z Kotliną Sandomierską.

Obie stacje są zlokalizowane na wypukłych formach terenu, dzięki czemu wyniki pomiarów reprezentują warunki klimatyczne w skali regionalnej, kształtowane przede wszystkim przez zjawiska wielkoskalowe związane z cyrkulacją atmosfery. Ponadto stacja w Gaiku-Brzezowej jest położona nad Zbiornikiem Dobczyckim, ale jak dowodzą badania Obrębskiej-Starkłowej (1995) wpływ zbiornika na klimat lokalny jest dostrzegalny jedynie w najbliższym jego sąsiedztwie i stacja „Kopiec” podlega mu w niewielkim stopniu.

W analizach wykorzystano dane z 20-lecia 1988–2007. Dobór okresu badań został podyktowany tym, że w 1987 r. ukończono napełnianie Zbiornika Dobczyckiego i pomiary wykonywane w Gaiku-Brzezowej od 1988 r. można uznać za homogeniczne, zaś w Łazach w 1988 r. rozpoczęto regularne pomiary i obserwacje meteorologiczne w niemal pełnym zakresie. W klimatologii przyjmuje się okres 30 lat codziennych pomiarów i obserwacji jako wystarczający do określenia warunków klimatycznych danego miejsca i tzw. norm klimatycznych, ale dopuszcza się korzystanie z krótszych ciągów pomiarowych. Serie 20-letnie należy zatem uznać za wystarczające do wiarygodnego określenia warunków klimatycznych badanego regionu.

Winorośl ma przede wszystkim wysokie wymagania termiczne, jest też rośliną światłolubną (Lisek 1995, Ostrowski i in. 2004). Zasoby klimatyczne oceniono zatem głównie za pomocą wybranych wskaźników agroklimatycznych opisujących warunki termiczne:

- 1) średnia roczna temperatura powietrza: dla uprawy winorośli korzystne są tereny gdzie $t_{\text{śr. roczna}} \geq 8^{\circ}\text{C}$ (Bosak 2004);
- 2) średnia miesięczna temperatura powietrza najcieplejszego miesiąca w roku: korzystne są tereny gdzie $t_{\text{śr. najciep. mies.}} \geq 17^{\circ}\text{C}$ (Bosak 2004);
- 3) daty wystąpienia pierwszych i ostatnich przymrozków (dzień z przymrozkiem: $t_{\text{max}} > 0^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{min}} < 0^{\circ}\text{C}$): przymrozki kwietniowe niszczą pąki, majowe – liście, a czerwcowe – kwiaty winorośli (Ostrowski i in. 2004), natomiast pierwsze przymrozki jesienne występujące przed 15 października uszkadzają liście winorośli i powodują zatrzymanie procesów wegetacyjnych, zwłaszcza dojrzewania winogron i drewnienia łoża (Bosak 2004);
- 4) absolutne temperatury minimalne powietrza; każda odmiana charakteryzuje się inną wytrzymałością na mróz, co oznacza, że krzew bez większej szkody zniesie taką temperaturę w fazie głębokiego spoczynku zimowego; w zależności od odmiany jest to od -15 do -35°C (Myśliwiec 1992);
- 5) LTI (ang. *Latitude-Temperature Index*), wskaźnik określający potencjał dojrzewania winogron, obliczany z wykorzystaniem średniej miesięcznej temperatury powietrza najcieplejszego miesiąca w roku oraz szerokości geograficznej danego terenu (Bosak 2004, Jackson, Cherry 1988, za: Szymanowski i in. 2007):

$$\text{LTI} = t_{\text{śr. najciep. mies.}} \cdot (60 - \phi) \quad (1)$$

- 6) SAT (ang. *Sum of Active Temperatures*), suma temperatur aktywnych: suma średnich dobowych wartości temperatury powietrza $\geq 10^{\circ}\text{C}$ w okresie 1.04–31.10, przy czym uwzględnia się poszczególne wartości dobowe tylko jeśli średnia temperatura całej dekady wynosi także $\geq 10^{\circ}\text{C}$, a za średnią temperaturę dobową uznaje się wartość otrzymaną wg wzoru:

$$t_{\text{śr. dob.}} = (t_{\text{max}} + t_{\text{min}})/2 \quad (2)$$

Od wartości SAT zależy, jakie odmiany można uprawiać na danym terenie, np. bardzo wczesne: $2000\text{--}2200^{\circ}\text{C}$, wczesne: $2200\text{--}2500^{\circ}\text{C}$, średnio wczesne: $2500\text{--}2700^{\circ}\text{C}$, średnio późne: $2700\text{--}2900^{\circ}\text{C}$, późne: powyżej 2900°C (Mysłiwiec 1992);

- 7) sumy usłonecznienia rzeczywistego w okresie 1.04–31.10; ilość światła docierającego do liści ma bezpośredni wpływ na intensywność procesu fotosyntezy, od czego zależy gromadzenie się cukrów w owocach, a także – pośrednio – tworzenie się komponentów aromatycznych i barwników zawartych w skórkach. Dlatego w ciepłym, lecz pochmurnym klimacie winogrona często mają problemy z dojrzewaniem, pomimo dobrych warunków termicznych (Bosak 2006);
- 8) roczna liczba dni z gradem: opady gradu uszkadzają krzewy winorośli, niszcząc liście i owoce.

Do obliczenia średniej rocznej temperatury powietrza i średniej miesięcznej temperatury powietrza najcieplejszego miesiąca w roku wykorzystano codzienne wartości średniej dobowej temperatury powietrza z obu stacji z okresu 1988–2007 wyznaczone wg obowiązującego od 1996 r. wzoru:

$$t_{\text{śr. dob.}} = (t_{06\text{UTC}} + t_{18\text{UTC}} + t_{\text{max}} + t_{\text{min}})/4 \quad (3)$$

Dla porównania wykonano także obliczenia z wykorzystaniem wzoru (2). Ponadto obliczono współczynniki zmienności (iloraz odchylenia standardowego i wartości średniej pomnożony przez 100) i podjęto próbę określenia ewentualnych trendów zmian omawianych wskaźników.

Warunki termiczne

Dla obu stacji obliczono średnią roczną temperaturę powietrza, używając średnich dobowych wartości temperatury uzyskanych przy zastosowaniu wzorów (2) i (3). Pierwszy z nich jest wykorzystywany przy obliczaniu SAT, ale także przy obliczaniu średniej rocznej temperatury powietrza dla potrzeb oceny warunków klimatycznych dla uprawy winorośli, gdy bardziej szczegółowe dane meteorologiczne są niedostępne. Drugi jest obowiązującym obecnie (od 1996 r.) wzorem do obliczeń.

Średnia 20-letnia roczna temperatura powietrza ma taką samą wartość na obu stacjach i przekracza 8°C niezależnie od metody obliczeń (tab. 1). Zastosowanie uproszczonego wzoru (2) powoduje uzyskanie wartości wyższych niż w przypadku stosowania wzoru (3), przy czym wartości uzyskane za pomocą wzoru (3) należy uznać za bardziej wiarygodne.

Tab. 1. Średnia roczna temperatura powietrza i średnia temperatura powietrza najcieplejszego miesiąca roku (w °C) w Gaiku-Brzezowej i Łazach w latach 1988–2007 oraz współczynniki zmienności (%)

Table 1. Mean annual air temperature and mean air temperature of the warmest month in a year (in °C) in Gaik-Brzezowa and in Łazy in the years 1988–2007 together with variability coefficients (in %)

Wskaźnik <i>Index</i>	Gaik-Brzezowa	Łazy
średnia roczna temperatura (2) <i>mean annual air temperature (2)</i>	9,00	8,90
współczynnik zmienności <i>variability coefficient</i>	8,76	7,86
średnia roczna temperatura (3) <i>mean annual air temperature (3)</i>	8,60	8,60
współczynnik zmienności <i>variability coefficient</i>	8,98	8,00
średnia temperatura najcieplejszego miesiąca (2) <i>mean air temperature of the warmest month (2)</i>	19,50	19,20
współczynnik zmienności <i>variability coefficient</i>	6,22	6,10
średnia temperatura najcieplejszego miesiąca (3) <i>mean air temperature of the warmest month (3)</i>	19,10	19,10
współczynnik zmienności <i>variability coefficient</i>	6,79	6,75

Objaśnienia: (2) i (3) – obliczenia wg wzoru 2 lub 3 (patrz tekst).

Explanations: (2) and (3) – calculations according to the formula 2 or 3 (see text).

W badanym okresie średnia roczna temperatura powietrza (wg wzoru (3)) spadła na obu stacjach poniżej progu 8°C trzykrotnie: w 1991 r. (Gaik-Brzezowa: 7,8°C, Łazy: 7,9°C), 1996 r. (6,5°C i 6,9°C) i 1997 r. (7,7°C i 7,8°C). Najcieplejszym miesiącem na obu stacjach był najczęściej lipiec (Gaik-Brzezowa: 12 razy, Łazy: 14 razy), a w pozostałych przypadkach sierpień. Średnia 20-letnia temperatura najcieplejszego miesiąca (wg wzoru (3)) wyniosła na obu stacjach 19,1°C, zatem znacznie przekroczyła wartość graniczną 17°C i w żadnym roku nie spadła poniżej tego progu termicznego. Serie średniej rocznej temperatury powietrza wykazują nieco większą zmienność niż serie temperatury najcieplejszego miesiąca, ale żadna wartość współczynnika zmienności nie przekracza 20%, co oznacza niewielkie zróżnicowanie badanych parametrów (Sobczyk 2000). W świetle wartości średnich rocznych temperatur powietrza i średnich temperatur powietrza najcieplejszego miesiąca roku Pogórze Wielickie posiada korzystne warunki dla uprawy winorośli.

Przymrozki i temperatura minimalna powietrza

Do obliczenia ostatnich przymrozków wiosennych i pierwszych przymrozków jesiennych wykorzystano dobowe wartości temperatur ekstremalnych mierzonych na wysokości 2 m n.p.m.

W Gaiku-Brzezowej okres bezprzymrozkowy trwa średnio od 16 kwietnia do 25 października, zaś w Łazach znacznie krócej, bo od 26 kwietnia do 18 października. Najkrótszy okres bezprzymrozkowy zanotowano w Gaiku-Brzezowej w 1993 r. (163 dni), a w Łazach w 2000 r. (135 dni), zaś najdłuższy w Gaiku-Brzezowej w 1989 r. (224 dni), a w Łazach w 1998 r. (207 dni). Długość okresu bezprzymrozkowego, podobnie jak średnia temperatura roczna i temperatura najcieplejszego miesiąca, wykazuje małą zmienność w badanym 20-leciu (współczynnik zmienności nie przekracza 10% na żadnej ze stacji) (tab. 2).

Tab. 2. Średnia długość okresu bezprzymrozkowego, charakterystyki termiczne stycznia i średnie roczne najniższe temperatury minimalne w Gaiku-Brzezowej i Łazach w latach 1988–2007 oraz współczynniki zmienności

Table 2. Mean duration of the frostless period, thermal characteristics of January and mean annual lowest minimum temperatures in Gaik-Brzezowa and Łazy in the years 1988–2007 together with variability coefficients

Wskaźnik <i>Index</i>	Gaik-Brzezowa	Łazy
średnia długość okresu bezprzymrozkowego w dniach <i>mean duration of the frostless period in day</i>	192,0	174,0
współczynnik zmienności w % <i>variability coefficient in %</i>	7,7	9,8
średnia miesięczna temperatura stycznia w °C <i>mean monthly air temperature in January in °C</i>	-0,9	-1,1
współczynnik zmienności w % <i>variability coefficient in %</i>	351,5	284,9
średnia miesięczna temperatura minimalna stycznia w °C <i>mean monthly minimum air temperature in January in °C</i>	-3,7	-4,2
współczynnik zmienności w % <i>variability coefficient in %</i>	88,6	78,0
średnia z najniższych temperatur minimalnych stycznia w °C <i>mean lowest minimum air temperature in January in °C</i>	-15,3	-17,0
współczynnik zmienności w % <i>variability coefficient in %</i>	39,5	35,2
średnia z najniższych temperatur minimalnych roku w °C <i>mean annual lowest minimum air temperature in °C</i>	-18,9	-20,9
współczynnik zmienności w % <i>variability coefficient in %</i>	23,9	-22,0
średnia liczba dni upalnych <i>mean number of hot days</i>	5,2	5,8
współczynnik zmienności w % <i>variability coefficient in %</i>	71,9	64,6

Jak podaje Bosak (2006), za ogólną wskazówkę zagrożenia silnymi mrozami często przyjmuje się średnie temperatury miesięczne stycznia i zwykle uznaje się, że wieloletnia średnia temperatura stycznia poniżej -1°C wiąże się z ryzykiem uszkodzeń mrozowych i wymaga dodatkowych zabiegów uprawowych. Autor ten podaje, że wg danych meteorologicznych z lat 1951–1990, w Małopolsce reprezentowanej przez Kraków

średnia temperatura stycznia wynosiła $-2,6^{\circ}\text{C}$. Małopolska jest jednak regionem o tak zróżnicowanym środowisku geograficznym, że nie można danych z żadnej stacji uznać za reprezentatywne dla całego jej obszaru. Według danych zamieszczonych w tabeli 2 średnia temperatura stycznia na Pogórzu Wielickim w okresie 1988–2007 tylko w Łazach ($-1,1^{\circ}\text{C}$) nieznacznie spadła poniżej granicznej wartości -1°C , zatem w świetle tego wskaźnika omawiany region jest mało zagrożony silnymi mrozami. Jak podaje jednak dalej Bosak (2006), lepszym wskaźnikiem zagrożenia mrozami są wieloletnie średnie miesięczne temperatury minimalne stycznia. Autor podaje dla Krakowa wartość $-18,1^{\circ}\text{C}$. Nie jest to jednak średnia miesięczna temperatura minimalna stycznia, tylko średnia z najniższych temperatur minimalnych stycznia. Tabela 2 prezentuje m.in. oba te wskaźniki dla omawianego regionu. Na Pogórzu Wielickim absolutne minima temperatury powietrza w okresie 1988–2007 zanotowano 23.01.2006. Wyniosły one w Gaiku-Brzezowej $-27,5^{\circ}\text{C}$, a w Łazach $-29,4^{\circ}\text{C}$. W Łazach częściej niż w Gaiku-Brzezowej najniższe temperatury minimalne roku (występujące często w innych miesiącach niż styczeń) osiągały wartości poniżej -20°C (odpowiednio 12 i 7 razy) i poniżej -25°C (4 i 2 razy). Jak podaje Bosak (2006), spadki temperatury poniżej -25°C są poważną przeszkodą dla uprawy winorośli. Nawet jeżeli takie temperatury zdarzają się zaledwie raz na kilkanaście lat, to znacznie ograniczają one możliwość uprawy wielu odmian. Należy zatem stwierdzić, że pomimo relatywnie wysokich wartości innych wskaźników termicznych, omawiany obszar posiada dość ograniczone warunki dla uprawy winorośli z uwagi na potencjalne występowanie bardzo niskich temperatur minimalnych, które dodatkowo wykazują dużą zmienność z roku na rok (wysokie wartości współczynnika zmienności – tab. 2), a zatem ich prognozowanie czy wyznaczanie trendów jest bardzo trudne. Warto także zwrócić uwagę, że w poszczególnych latach w okresie 1988–2007 w Gaiku-Brzezowej styczeń był najzimniejszym miesiącem roku tylko 5 razy, grudzień aż 8 razy, luty 6 razy i listopad 1 raz. Podobnie w Łazach, styczeń był najzimniejszym miesiącem roku 6 razy, grudzień 7 razy, luty 5 razy, a listopad 2 razy. Analizowanie tylko temperatur minimalnych stycznia, zalecane w cytowanej literaturze, nie jest zatem wystarczające, gdyż często to nie w styczniu występują najniższe średnie miesięczne temperatury roku.

Zagrożenie upraw winorośli zniszczeniami przez przymrozki jest znacznie większe w Łazach niż w Gaiku-Brzezowej, co prawdopodobnie wynika z położenia Gaika-Brzezowej w sąsiedztwie zbiornika wodnego, powodującego lokalny wzrost temperatury minimalnej powietrza. Silne mrozy (poniżej -20°C) mają jednak zazwyczaj uwarunkowania w wielkoskalowych procesach cyrkulacji atmosfery, powodujących napływ określonych mas powietrza i kształtowanie się warunków pogodowych. Wspomniane warunki lokalne w tym przypadku są bez znaczenia, dlatego też obie stacje należy uznać za jednakowo zagrożone wystąpieniem mrozów w zakresie od -20 do -30°C .

Wskaźniki SAT i LTI

Średnie sumy temperatur efektywnych (SAT) wyniosły 2755°C w Gaiku-Brzezowej i 2679°C w Łazach. Najwyższe wartości SAT zanotowano w Gaiku-Brzezowej

w 2006 r. (3142°C), a w Łazach w 2000 r. (3024°C), zaś najniższe w Gaiku-Brzezowej w 1996 r. (2495°C), a w Łazach w 1990 r. (2388°C). Współczynniki zmienności nie przekroczyły na żadnej stacji 10%. Aby zapewnić regularne dojrzewanie winogron, należy przyjąć, że wieloletnia średnia SAT powinna być o 100°C wyższa niż wartość wymagana dla uprawianej odmiany winorośli (Bosak 2004). W świetle tego kryterium na Pogórzu Wielickim można uprawiać jedynie odmiany bardzo wczesne, wczesne i średnio wczesne, które późno rozpoczynają wegetację, a całkowitą dojrzałość owoców osiągają przed nadejściem jesiennych przymrozków (Bosak 1998, 2004). Wskaźnik LTI obliczono dla obu stacji, biorąc pod uwagę średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca wg wzoru (3). Średni LTI dla Gaika-Brzezowej to 193, a dla Łazów 191, współczynniki zmienności nie przekraczają 10%. W Gaiku-Brzezowej LTI w badanym okresie przyjmował wartości od 174 (1996 r.) do 220 (1992 r.), zaś w Łazach od 172 (1990 i 1993 r.) do 212 (1992 r.). Średnie wartości LTI w Gaiku-Brzezowej i Łazach są porównywalne z wartościami dla takich regionów jak Szampania we Francji (191), Mozela i Rheingau w Niemczech (184 i 188) czy Mělnik w Czechach (187), ale SAT w tych regionach wynosi średnio 2800°C (Bosak 2004), czyli znacznie więcej na Pogórzu Wielickim.

Usłonecznienie

Dane o usłonecznieniu są dostępne dla Gaika-Brzezowej z całego okresu 1988–2007, zaś dla Łazów z lat 1991–2007. Średnie usłonecznienie w okresie 1.04–31.10 w latach 1991–2007 wyniosło w Gaiku-Brzezowej 1249 godzin (w okresie 1988–2007: 1221 godziny), zaś w Łazach 1332 godziny. Warunki solarne Pogorza Wielickiego są zatem zbliżone do warunków panujących w znanych regionach winiarskich Europy, np. w Dolinie Mozeli (1288 godzin), Szampanii (1337 godzin), Dolinie Loary (1389 godzin) czy Chablis (1371 godzin) (Bosak 2006). Współczynnik zmienności nie przekroczył 10% na żadnej stacji.

Występowanie gradu

Grad występuje na badanym terenie bardzo rzadko. W Łazach jest to średnio mniej niż jeden dzień w roku (0,9 dnia), a najwięcej, czyli dwa dni z gradem w roku, zanotowano tylko w pięciu latach w okresie 1988–2007. W Gaiku-Brzezowej grad występuje średnio w 1,4 dnia w roku, a w 1991 r. zanotowano wartość maksymalną: 4 dni z gradem. Według *Atlasu klimatu Polski* (2005) we wschodniej części omawianego regionu średnia roczna liczba dni z gradem w latach 1971–2000 wynosiła poniżej 2, a w zachodniej między 2 i 4, ale zaprezentowane dane z Gaika-Brzezowej i Łazów dowodzą, że na całym obszarze należy się spodziewać wartości poniżej 2 dni. W Polsce wartości powyżej 4 dni występują tylko na niewielkich obszarach w kilku regionach kraju.

Wnioski

Wyniki zaprezentowanych analiz porównawczych pozwalają stwierdzić, że warunki klimatyczne Pogórza Wielickiego są wystarczające dla uprawy wybranych, wczesnych gatunków winorośli, o wysokiej odporności na mróz (do -25°C). Gatunki takie są z powodzeniem uprawiane w Łazach, m.in. Jutrzenka, Rondo, Swenson Red (fot. 2, 3, 4). Średnie wieloletnie roczne wartości temperatury powietrza i wartości dla najcieplejszego miesiąca roku oraz związany z tym wskaźnik LTI są takie same lub bardzo zbliżone dla obu omawianych stacji i reprezentatywne dla całego mezoregionu, a ponadto kształtują się one powyżej wartości progowych uznawanych za korzystne dla uprawy winorośli. Lokalne zróżnicowanie wykazują natomiast średnie wieloletnie temperatury minimalne stycznia, daty wystąpienia pierwszych i ostatnich przymrozków, wskaźnik SAT oraz usłonecznienie. Gaik-Brzezowa jest mniej zagrożony występowaniem silnych mrozów w zimie i przymrozków w okresie wegetacyjnym i ma wyższy wskaźnik SAT, ale niższe usłonecznienie niż Łazy. Przyczyną tego zróżnicowania może być położenie stacji w Gaiku-Brzezowej w sąsiedztwie Zbiornika Dobczyckiego. Nie wpływa ono na wartości średnie roczne, np. temperaturę powietrza, ale może mieć znaczenie w przypadku występowania wyjątkowo niskich temperatur ujemnych. Wtedy może się ujawniać związek dużej pojemności cieplnej wody z wyższymi temperaturami minimalnymi w otoczeniu zbiornika niż na terenach dalej położonych. Wskaźniki LTI, SAT i wartości usłonecznienia są na omawianym terenie podobne jak w znanych rejonach winiarskich położonych na podobnych szerokościach geograficznych w Europie, jednak warto zaznaczyć, że na Dolnym Śląsku, także znanym regionie winiarskim, SAT osiąga nawet 2900°C (Szymanowski i in. 2007), czyli znacznie więcej niż na badanym terenie. Najmniejszym zagrożeniem dla uprawy winorośli na Pogórzu Wielickim jest występowanie gradu, a największym występowanie w okresie zimowym silnych mrozów, kiedy temperatura minimalna wynosi od -20 do -30°C . Jest to element wykazujący największe zróżnicowanie z roku na rok spośród wszystkich omawianych (współczynnik zmienności ponad 20%), zatem najbardziej nieprzewidywalny. Ogranicza to znacznie liczbę odmian winorośli, które można uprawiać oraz jest wskazaniem do stosowania zabiegów agrotechnicznych chroniących winnice przed tym zjawiskiem.

Dla usłonecznienia w Gaiku-Brzezowej oraz wskaźnika SAT w Gaiku-Brzezowej i Łazach stwierdzono trendy wzrostowe istotne statystycznie na poziomie $p=0,05$, zaś pozostałe badane wskaźniki nie wykazują żadnych tendencji zmian. Jest to zgodne z wcześniejszymi wynikami badań dotyczącymi przesuwania się granic pięter klimatycznych na Pogórzu Wielickim (Bokwa, Matuszyk 2005). Można zatem przyjąć, że zachodzące globalnie zmiany klimatyczne powodują, że warunki dla uprawy winorośli na Pogórzu Wielickim w okresie wegetacyjnym ulegają polepszeniu, natomiast występowanie silnych mrozów zimą nadal jest dużym zagrożeniem dla tego rodzaju działalności rolniczej.

Literatura

- Atlas klimatu Polski*, 2005, L. Lorenc (red.), IMGW, Warszawa.
- Bokwa A., Matuszyk K., 2005, *Występowanie zjawisk atmosferycznych niekorzystnych dla rolnictwa na Pogórzu Wielickim*, Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 5, 14, Wyd. IMUZ, Falenty, 57–68.
- Bosak W., 1998, *Możliwości uprawy winorośli w regionie Jury Krakowskiej*, Ojcowski Park Narodowy, Ojców.
- Bosak W., 2004, *Uprawa winorośli i winiarstwo w małym gospodarstwie na Podkarpaciu*, Związek Gmin Dorzecza Wisłoki, Jasło.
- Bosak W., 2006, *Winorośli i wino w małym gospodarstwie w Małopolsce*, Małopolska Agencja Rozwoju Regionalnego S.A., Kraków.
- German K., 1992, *Typy środowiska przyrodniczego w zachodniej części pogórza karpackiego*, Rozprawy Habilitacyjne UJ, 246, Kraków.
- German K., 2000–2001, *Fizycznogeograficzne regiony województwa małopolskiego*, Folia Geographica, Series Geographica-Oeconomica, 31–32, 9–38.
- Kondracki J., 2000, *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Lisek J., 1995, *Winorośl*, Zesz. Pomologiczne, Inst. Sadownictwa i Kwaciarnictwa, Skierniewice.
- Mysłiwiec R., 1992, *Nowoczesna winnica*, PWRiL, Warszawa.
- Obrębska-Starkłowa B., 1995, *Differentiation of topoclimatic conditions in a Carpathian foreland valley based on multiannual observations*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 101, 1–110.
- Ostrowski S., Kaszuba M., Gajewski K., 2004, *Uprawa winorośli i amatorskie przetwórstwo winogron*, Lubuskie Stow. Winiarskie, Zielona Góra.
- Sobczyk M., 2000, *Statystyka. Podstawy teoretyczne, przykłady-zadania*, Wyd. UMCS, Lublin.
- Szymanowski M., Kryza M., Smaza M., 2007, *A GIS approach to spatialize selected climatological parameters for wine-growing in Lower Silesia, Poland*, [w:] K. Střelcová, J. Škvarenina, M. Blaženec (red.), *Bioclimatology and natural hazards*, Int. Scien. Conf., Polana nad Detvou, Slovakia, Sep. 17–20, 2007.

Anita Bokwa, Mariusz Klimek

Climatic conditions for wine-growing in the Wieliczka Foothills

Summary

The aim of the paper is to evaluate the present climatic resources for wine-growing in the Wieliczka Foothills. The region is defined according to the regional division by German (1992, 2000–2001) and covers the area from the Skawa River valley to the Dunajec River valley. Measurement data from the years 1988–2007, from two meteorological stations of the Institute of Geography and

Spatial Management, Jagiellonian University, Cracow, Poland, were used: one in Gaik-Brzezowa near Dobczyce and another one in Łazy near Bochnia. The following indices were calculated (table 1 and 2): mean annual air temperature (8.6°C at both stations), mean monthly air temperature of the warmest month in a year (19.1°C at both stations), dates of first and last frost occurrence (Gaik-Brzezowa: 16 Apr.-25 Oct., Łazy: 26 Apr.-18 Oct.), absolute minimum air temperatures Gaik-Brzezowa: -27.5°C, Łazy: -29.4°C (23 Jan., 2006), LTI index (Gaik-Brzezowa: 193, Łazy: 191) and SAT index (Gaik-Brzezowa: 2755°C, Łazy: 2679°C), mean sums of sunshine duration in the period 1 Apr.-31 Oct. (Gaik-Brzezowa: 1249 hours, Łazy: 1332 hours) and mean annual number of days with hail (Gaik-Brzezowa: 1,4, Łazy: 0.9 day). Climatic conditions of the Wieliczka Foothills are sufficient for growing early ripening species of wine. The LTI, SAT and sunshine duration indices are similar in the study area to those in well known wine-growing regions of Europe located in similar latitude (Bosak 2004). The occurrence of hail is the least danger for wine-growing in the Wieliczka Foothills while the occurrence of intensive frosts in winter, reaching -20 do -30°C, is the largest one.