

TYOLOGIA WARUNKÓW POGODOWYCH NA POTRZEBY FITOKLIMATOLOGII

Grzegorz DURŁO

Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Ochrony Lasu i Klimatologii Leśnej

Słowa kluczowe: kalendarz fitoklimatyczny, opracowanie klimatologiczne, pogoda, typologia

Streszczenie

W pracy zaprezentowano typologię warunków pogodowych, która może znaleźć zastosowanie w opracowaniach fitoklimatycznych. Jednym ze sposobów jej wykorzystania jest kalendarz fitoklimatyczny, prezentujący czasowy i przestrzenny rozkład typów pogody sprzyjających bądź niesprzyjających wegetacji roślin w ciągu całego roku kalendarzowego. Kalendarz stanowi przykład praktycznego opracowania o szerokich możliwościach zastosowania w różnych dziedzinach życia człowieka. W szczególności może być przydatny do planowania prac hodowlanych i ochronnych w gospodarstwie leśnym, ogrodniczym, sadowniczym oraz rolnym, a także prognozowania meteorologicznego z ograniczoną predykcją czasową.

WSTĘP

Typologie warunków pogodowych na potrzeby różnych dziedzin życia człowieka stanowią narzędzie umożliwiające ocenę warunków niezbędnych do prawidłowego i efektywnego gospodarowania naturalnymi zasobami środowiska przyrodniczego [BŁAŻEJCZYK, 1979; GARNIER, 1992; KUZIEMSKA, 1968]. Znakomita większość stosowanych obecnie typologii to klasyfikacje warunków pogodowych na potrzeby bioklimatologii, związane z oceną przydatności terenów do rekreacji, wypoczynku i klimatoterapii [BŁAŻEJCZYK, 1979; 1981; BOGUCKI, 1967, KRAWCZYK, 1979]. Do rzadkości, niestety, należą branżowe opracowania typologiczne [DURŁO, 2003; TOMANEK, 1972], które mogą być przydatne praktyce hodowlanej w gospodarstwach rolnych, ogrodniczych, sadowniczych czy leśnych. Istnieje za-

Adres do korespondencji: dr inż. G. Durło, Akademia Rolnicza, Katedra Ochrony Lasu i Klimatologii Leśnej, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków; tel. +48 (12) 662-51-42, e-mail: rldurlo@cyf-kr.edu.pl

tem uzasadniona potrzeba opracowania uniwersalnego narzędzia umożliwiającego dokładne planowanie prac terenowych (polowych) i zabiegów hodowlanych zmierzających do poprawy jakości produkowanych roślin oraz zwiększenia plonowania.

W praktyce klasyfikacje warunków pogodowych służą do określania lub wyznaczania orientacyjnych terminów (dat) początku i końca charakterystycznych okresów temperaturowych, wilgotnościowych czy solarnych w ciągu roku. Wykorzystując dotychczasowe sposoby opracowań klimatologicznych oraz prezentowaną w niniejszej pracy klasyfikację typów pogody, opracowano metodę konstrukcji kalendarza fitoklimatycznego przedstawiającego przeciętne typy pogody dla każdego dnia w ciągu roku w ujęciu wieloletnim.

Celem pracy jest przedstawienie typologii warunków pogodowych, której zakres odpowiada podstawowym kryteriom oceny elementów i wskaźników meteorologicznych sprzyjających wegetacji roślin na obszarze Polski, a także sposobu wykonania kalendarza fitoklimatycznego dla gospodarstwa leśnego.

Hipoteza badawcza zakłada, że kalendarz fitoklimatyczny może stanowić wstępną, a być może podstawową informację o potencjale klimatycznym dowolnego obszaru przeznaczonego do zagospodarowania.

METODY BADAŃ

Do wykonania opracowania klimatycznego w postaci kalendarza niezbędne są dane meteorologiczne pochodzące ze stacji wykonujących pomiary elementów meteorologicznych i obserwacje pogodowe w trzech terminach obserwacyjnych. Punktem wyjścia do opracowania kalendarza była klasyfikacja typów pogody, opracowana przez autora. Klasyfikacja pogody bazuje na przeciętnych wartościach elementów meteorologicznych, takich jak: temperatura powietrza (średnia dobową, dobową minimalną, °C), usłonecznienie względne (%) oraz wilgotność względna powietrza (%). W efekcie oddziaływania wymienionych elementów uzyskuje się określony typ pogody. Autor typologii zaproponował przedziały wartości dla poszczególnych elementów meteorologicznych i umowne oznaczenia cyfrowe (tab. 1–3). Typom pogody nadano sygnatury (kody), w których ostatnia cyfra zapisu dotyczy wartości średniej dobowej wilgotności powietrza, środkowa – usłonecznienia względnego a pierwsza (ewentualnie pierwsza z indeksem) warunków temperaturowych; np. kod 4b35 oznacza pogodę umiarkowanie chłodną, przymrozkową, słoneczną i wilgotną. W ocenie warunków temperaturowych uwzględniono przypadki wystąpienia przymrozku w ciągu doby (dobowa temperatura minimalna powietrza T_{\min}).

Podstawowy materiał źródłowy stanowią „wykazy miesięczne”, zawierające charakterystyki terminowe i dobowe, informacje o zjawiskach meteorologicznych i ich natężeniu w każdym dniu miesiąca. Wyniki pomiarów i obserwacji meteorologicznych zawarte w tych wykazach wprowadza się do pamięci komputera w celu stworzenia baz danych.

Tabela 1. Typy pogody ze względu na temperaturę powietrza**Table 1.** Weather types according to air temperature

Typ pogody Weather types	Oznaczenie Code	T_{sr}	T_{min}
Bardzo ciepła Very warm	1	25,1–30,0	>0,0
Ciepła Warm	2	20,1–25,0	>0,0
Umiarkowanie ciepła Moderately warm	3	15,1–20,0	>0,0
Umiarkowanie chłodna Moderately cool	4a	10,1–15,0	>0,0
Umiarkowanie chłodna przymrozkowa Moderately cool with ground frosts	4b	10,1–15,0	<0,0
Chłodna Cool	5a	5,1–10,0	>0,0
Chłodna przymrozkowa Cool with ground frosts	5b	5,1–10,0	<0,0
Bardzo chłodna Very cool	6a	0,1–5,0	>0,0
Bardzo chłodna przymrozkowa Very cool with ground frosts	6b	0,1–5,0	<0,0
Umiarkowanie zimna Moderately cold	7	–4,9–0,0	<0,0
Zimna Cold	8	–9,9–(–5,0)	<0,0
Bardzo zimna Very cold	9	–14,9–(–10,0)	<0,0
Umiarkowanie mroźna Moderately frosty	10	–19,9–(–15,0)	<0,0
Mroźna Frosty	11	–25,0–(–20,0)	<0,0

Objaśnienia: T_{sr} – średnia dobowa temperatura powietrza, °C; T_{min} – dobowa minimalna temperatura powietrza, °C.

Explanations: T_{sr} – daily mean air temperature, °C; T_{min} – daily minimum air temperature, °C.

Tabela 2. Typy pogody ze względu na usłonecznienie**Table 2.** Weather types according to sunshine duration

Typ pogody Weather types	Oznaczenie Code	Usłonecznienie względne Relative sunshine %
Wybitnie słoneczna Highly sunny	1	84,6–100,0
Bardzo słoneczna Very sunny	2	72,1–84,5
Słoneczna Sunny	3	57,6–72,0
Umiarkowanie słoneczna Moderately sunny	4	40,6–57,5
Dostatecznie słoneczna Sufficiently sunny	5	21,6–40,5
Niedostatecznie słoneczna Insufficiently sunny	6	0,1–21,5

Tabela 3. Typy pogody ze względu na wilgotność względną powietrza**Table 3.** Weather types according to relative humidity of air

Typ pogody Weather types	Oznaczenie Code	Średnia dobową wilgotność względną, % Daily mean relative humidity, %
Bardzo sucha Very dry	1	0,1–20,0
Sucha Dry	2	20,1–40,0
Umiarkowanie sucha Moderately dry	3	40,1–60,0
Umiarkowanie wilgotna Moderately wet	4	60,1–80,0
Wilgotna Wet	5	80,1–90,0
Bardzo wilgotna Very wet	6	90,1–100,0

Bazie danych nadaje się postać tabeli, w której wartości poszczególnych elementów meteorologicznych są zestawione w kolumnach, tworząc ciągi chronologiczne. Liczba rekordów (przypadków) zależy od liczby lat wykorzystanych w opracowaniu. Bazę danych poddaje się selekcji przypadków w celu określenia podzbioru rekordów, które mają być analizowane, np. podzbiór wartości średniej dobowej temperatury powietrza ze wszystkich dni 01-01 (1 stycznia) w poszczególnych latach. Warunki selekcji określa się na podstawie wyrażenia reprezentującego określoną datę (z pominięciem roku).

Analiza statystyczna polega na obliczeniu średniej arytmetycznej każdego z trzech elementów meteorologicznych (wchodzących w skład typologii) w tych samych dniach kolejnych lat analizowanego wielolecia, z uwzględnieniem następujących warunków:

- długość ciągu wieloletniego (lub wybór konkretnego wielolecia do analizy) zgodna z normami stosowanymi w tego typu opracowaniach [PRUCHNICKI, 1987];
- długość ciągu obejmująca co najmniej 30 lat;
- sprawdzone i nie budzące zastrzeżeń źródłowe dane meteorologiczne;
- jednorodne ciągi pomiarów elementów meteorologicznych.

Następnie oblicza się następujące wskaźniki: średnią arytmetyczną wartość dobowej temperatury powietrza, średnią arytmetyczną wartość minimalnej dobowej temperatury powietrza, średnią wartość usłonecznienia względnego i średnią arytmetyczną wartość dobowej wilgotności względnej powietrza. W wyniku analizy uzyskuje się cztery wartości liczbowe – dwie dotyczące temperatury i po jednej usłonecznienia i wilgotności powietrza. Wszystkie wartości koduje się zgodnie z klasyfikacją typów pogody (tab. 1–3), a następnie wstawia bezpośrednio do kalendarza.

Kalendarz fitoklimatyczny ma postać tabeli, w której kolumny odpowiadają liczbie miesięcy, zaś wiersze poszczególnym dniom. Kodowanie typów pogody można przeprowadzić ręcznie lub używając makropoleceń, procedur, funkcji lub modułów, oferowanych przez arkusze kalkulacyjne, programy matematyczne i sta-

tystyczne. Przykład modułu obliczeniowego (Visual Basic dla MS Excel) typu pogody w zależności od wilgotności względnej powietrza wygląda następująco:

```
Sub Wilgotność()  
    'f – wilgotność względna powietrza  
    'WTP – wilgotnościowe typy pogody  
    Dim f As Single  
    Dim WTP As Byte  
    f = ActiveCell.Offset(0, -1).Value  
    If (f > 0 And f <= 20) Then WTP = 1  
    If (f > 20 And f <= 40) Then WTP = 2  
    If (f > 40 And f <= 60) Then WTP = 3  
    If (f > 60 And f <= 80) Then WTP = 4  
    If (f > 80 And f <= 90) Then WTP = 5  
    If (f > 90) Then WTP = 6  
    ActiveCell.Value = WTP  
    ActiveCell.Offset(1, 0).Select  
End Sub
```

Przykładem omawianej tabeli jest kalendarz fitoklimatyczny wykonany przez autora dla Leśnictwa Jaworzyna w Krynicy Zdroju na podstawie danych z okresu 1971–2000 ze stacji meteorologicznej Katedry Ochrony Lasu i Klimatologii Leśnej Akademii Rolniczej w Krakowie, zlokalizowanej na Kopciowej ($\varphi = 49^{\circ}27'N$ i $\lambda = 20^{\circ}58'E$, $h = 720,0$ m n.p.m.) (tab. 4).

Inną metodą wykonania kalendarza fitoklimatycznego jest uzyskanie przeciętnych wartości elementów meteorologicznych dzięki analizie rozkładu ich częstości. Prezentowana w pracy typologia warunków pogodowych opiera się na podziale na klasy poszczególnych wartości temperatury, usłonecznienia i wilgotności (analiza liczebności), a następnie wyróżnieniu tzw. klasy modalnej (analiza tendencji centralnej). Niezbędne do tego jest przygotowanie 365 tabel liczebności każdego elementu typologicznego: średniej dobowej temperatury powietrza, minimalnej dobowej temperatury powietrza, usłonecznienia względnego oraz średniej dobowej wilgotności względnej powietrza. Następnie stosuje się metodę kategoryzacji zgodnie z przedziałami klasowymi zawartymi w typologii (tab. 1–3). Spośród wszystkich klas wybiera się liczącą najwięcej elementów i umieszcza się ją w kalendarzu. Wyniki koduje się zgodnie z podaną wcześniej typologią i wstawia do kalendarza. Wariant ten można stosować wówczas, gdy średnie wieloletnie wartości danego elementu meteorologicznego są bardzo zmienne. Taka sytuacja znacznie utrudnia klasyfikację typu pogody. Stosując analizę częstości, upraszcza się procedurę, ale równocześnie uzyskuje większe prawdopodobieństwo trafnego wyboru charakterystycznego typu pogody. W badanych trzydziestoleciu 1971–2000 nie wystąpił ani jeden przypadek klasy o tej samej liczebności żadnego z opisywanych elementów meteorologicznych.

Tabela 4. Przykład kalendarza fitoklimatycznego dla Leśnictwa Kopciowa na podstawie danych z okresu 1971–2000**Table 4.** The example of phytoclimatologic calendar for Kopciowa Division of data from 1971–2001

Dzień Day	Miesiąc Month											
	I Jan.	II Feb.	III Mar.	IV Apr.	V May.	VI Jun.	VII Jul.	VIII Aug.	IX Sept.	X Oct.	XI Nov.	XII Dec.
1	746	735	6b35	5b34	4a34	4a44	4a44	345	4a55	5a45	5a55	745
2	745	745	6b45	5a55	4a34	4a34	4a54	334	4a45	5a55	5a45	736
3	756	756	6a55	5a44	5a24	4a44	344	334	4a34	4a45	6a45	736
4	756	745	6a55	5a55	5a44	344	344	345	4a45	5a46	5a55	766
5	746	755	6a55	5a55	5a44	344	344	345	4a45	5a45	6a45	766
6	746	755	745	5a65	5a34	334	344	4a34	4a55	5a45	6a45	756
7	766	755	6b45	5a54	4a44	244	4a34	324	4a45	5a35	6a45	746
8	766	756	6a55	6a45	4a44	334	4a44	334	4a35	5a35	6a55	746
9	756	756	6b45	6a45	4a44	4a44	4a34	334	4a45	5a45	6a55	756
10	766	755	735	6b55	344	344	4a44	4a34	4a25	5a45	6a55	755
11	756	746	745	5a45	4a44	344	4a44	334	4a34	5a45	6b46	766
12	756	756	745	5a45	4a44	345	355	334	4a35	5a45	6b55	755
13	745	6b56	755	6a55	4a34	344	334	334	4a25	5a35	745	766
14	755	756	745	6a44	5a34	4a66	4a44	4a34	5a45	5a34	6b45	6b56
15	746	6a45	755	5b44	5a44	4a55	4a45	4a34	5a55	5a45	6b56	766
16	745	6a45	755	5a54	5a44	4a44	4a45	335	5a55	5a45	6b66	755
17	745	755	745	5a54	4a44	4a54	4a44	334	5a55	5a55	6b56	755
18	735	755	745	5a44	4a44	4a54	345	335	4a56	5a45	756	766
19	735	755	745	5a45	4a44	4a44	345	334	5a45	5a56	746	746
20	746	6b55	745	5a44	4a44	4a44	334	324	4a45	6a55	755	766
21	746	745	755	5a34	4a44	4a44	334	334	4a55	6b45	756	756
22	746	6b45	735	5a34	5a45	344	334	335	5a45	6a35	745	755
23	746	735	755	5a24	5a45	344	345	4a44	5a45	5a45	746	846
24	745	755	755	4a34	5a34	4a55	345	4a44	5a35	5a45	756	826
25	845	735	754	4a44	4a34	4a44	344	4a44	5a25	5a45	756	856
26	745	6b55	755	4a44	4a44	4a44	345	4a45	4a35	5a45	756	856
27	755	6a45	6b55	4a44	4a34	4a44	344	4a45	4a35	5a36	755	766
28	755	6a35	6b55	4a44	344	344	344	4a45	4a45	5a55	756	756
29	756	–	6a45	4a44	345	4a44	334	4a55	4a45	5a66	756	756
30	765	–	6b45	4a44	4a44	4a44	4a24	4a45	4a35	5a55	756	756
31	755	–	6b45	4a34	4a44	–	334	4a45	–	6a45	–	746

DYSKUSJA WYNIKÓW

Głównym celem opracowania klimatologicznego w postaci kalendarza jest prezentacja wyników obliczeń i analiz szeregów obserwacyjnych w możliwie najprostszy i zrozumiały dla odbiorcy sposób. Jest to szczególnie istotne, gdy opracowanie dotyczy kompleksowych charakterystyk klimatu powszechnie stosowanych w fitoklimatologii. Przedstawiona metoda opracowania jest stosunkowo łatwa i przejrzysta, szybka do wykonania dzięki możliwości zastosowania narzędzi informatycznych. O uniwersalności kalendarza i jego sprawdzalności (prognoza) w dużym stopniu decyduje liczba lat obserwacji, jakość danych meteorologicznych, reprezentatywność stacji meteorologicznych oraz jednorodność ciągów klimatologicznych. Kalendarz powinien być uaktualniany co roku, lecz ze względów praktycznych wystarczy, jeśli ponowną analizę wykona się raz na pięć lat. Zaprezentowana w pracy typologia warunków pogodowych mogłaby zostać wzbogacona o dane dotyczące natężenia promieniowania słonecznego, lecz z uwagi na dość ograniczone możliwości wykorzystania danych dotyczących tego elementu (rzadka sieć stacji aktynometrycznych, zbyt krótkie serie obserwacji na stacjach branżowych) może to okazać się trudne. Dążąc do stworzenia kompletnej typologii warunków pogodowych zawierających wszystkie istotne wskaźniki wpływające na bieżący wzrost i rozwój roślin (fotosynteza, transpiracja i oddychanie), należałoby prezentowaną wyżej typologię wzbogacić, być może, o jeszcze jeden element, tj. wiatr, stymulujący zarówno proces fotosyntezy, jak i transpiracji. Stosunkowo nieliczne opracowania w tym zakresie nie wyjaśniają w pełni związków między wspomnianym elementem a optimum fizjologicznej aktywności roślin wyższych, np. drzew leśnych [KIMMINS, 1987; KOZŁOWSKI, PALLARDY, 1997]. Poszukiwania kompleksowego wskaźnika fitoklimatycznego, ujmującego łączne oddziaływanie różnych elementów meteorologicznych na rośliny w fazie ich aktywnego wzrostu, nadal trwają. Realizowane w najbliższych latach badania dostarczą niewątpliwie nowych wyników, dających podstawy do tworzenia modeli i wskaźników opisujących związki między elementami meteorologicznymi a dynamiką wzrostu roślin.

WNIOSKI

Wykonanie kalendarza fitoklimatycznego na podstawie wieloletnich ciągów danych stanowi przykład kompleksowego opracowania klimatologicznego o szerokim zastosowaniu. Mogą z niego korzystać ekolodzy, rolnicy, leśnicy oraz ogrodnicy i sadownicy. Kalendarz ten może być pomocnym narzędziem, o dużych walorach praktycznych w zakresie planowania produkcji roślinnej. Coraz częściej bowiem podejmuje się próby określenia zależności między efektem gospodarczym a warunkami pogodowymi i klimatem. Z tej przyczyny coraz istotniejsze stają się opracowania klimatologiczne w postaci odpowiednich wskaźników i wytycznych dla działów gospodarki związanych z planowaniem, prognozowaniem i zarządzaniem. Przykładem mogą być stosowane coraz częściej wskaźniki ekonomiczno-klimatyczne.

W zależności od potrzeb istnieje możliwość opracowania klimatologicznych kalendarzy branżowych. Specyfika użytków zielonych powoduje, że stworzenie uniwersalnej typologii może okazać się niemożliwe. Różnice w konstrukcji typologii będą wynikały z uwzględnienia liczby i jakości elementów meteorologicznych oraz pogodowych.

LITERATURA

- BŁĄŻEJCZYK K., 1979. Typologia pogody na potrzeby klimatoterapii. Dok. Geogr. IGiPZ PAN 2 s. 12–24.
- BŁĄŻEJCZYK K., 1981. Bioklimatyczna klasyfikacja pogody. Probl. Uzdrow. 4 s. 169–173.
- BOGUCKI J., 1967. Nowa typologia pogody dla analizy biometeorologicznych podstaw rytmów biologicznych. Zesz. Nauk. AWF Pozn. Monogr. 21 ss. 16.
- DURŁO G., 2003. Kalendarz synoptyczny jako metoda opracowania klimatologicznego. Wiad. IMGW 3 s. 87–92.
- GARNIER B. J., 1992. Compendium of lecture notes in climatology for class III and class IV personel. Geneva: WMO 726 ss. 210.
- KIMMINS J. P., 1987. Forest ecology. New York: Macmillan Publ. Comp. ss. 435.
- KOZŁOWSKI T. T., PALLARDY S. G., 1997. Physiology of woody plants. San Diego: Acad. Press. ss. 811.
- KRAWCZYK B., 1979. Próba typologii bioklimatycznej Polski na podstawie temperatur radiacyjno-efektywnych. Prz. Geogr. 1–2 s. 43–55.
- KUZIEMSKA D., 1968. Typy pogody w Polsce w okresie wiosny, lata i jesieni. Pr. Państw. Inst. Hydr. Meteorol. 93 s. 25–39.
- PRUCHNICKI J., 1987. Metody opracowań klimatologicznych. Warszawa: PWN ss. 218.
- TOMANEK J., 1972. Meteorologia i klimatologia dla leśników. Warszawa: PWRiL ss. 286.

Grzegorz DURŁO

WEATHER TYPOLOGY FOR PHYTOCLIMATOLOGY

Key words: climatologic elaboration, phytoclimatologic calendar, weather typology

S u m m a r y

Classifications of weather conditions are needed in various fields of human activity. Their application is connected with planning of agrotechnical measures, phytoremediation, animal breeding and plant protection. The majority of classifications in spite of direct meteorological measurements has rather general character. Hence, there is a need for qualification of a clear differentiation among individual types of weather. Long term sequences of meteorological data might be a universal “tool” for planning field works, breeding measures to improve the quality and increase crop productivity. Such a tool might assume a form of phytoclimatic calendar of an indispensable value for ecologists, farmers, foresters, and gardeners.

Recenzenci:

prof. dr hab. Krzysztof Błażejczyk

prof. dr hab. Bożena Michalska

Praca wpłynęła do Redakcji 25.05.2005 r.