

ANTONI BEDNAREK

## Układ i charakterystyka klimatologiczna pór fenologicznych w Białowieży

Система и климатологическая характеристика фенологических времен в Беловежи

The pattern and climatological characteristics of phenological seasons at Białowieża

**K**limat — jeden z dwóch zasadniczych czynników siedliskowych — wywiera przemożny wpływ na kształtowanie się zespołów leśnych i określa w znacznym stopniu poczynania gospodarcze.

Poszczególne wskaźniki klimatyczne opracowane w przedziałach miesięcy kalendarzowych nie charakteryzują rzeczywistych występujących w przyrodzie okresów, określonych zewnętrznymi przejawami życia roślin. Bowiem ten naturalny podział roku rzadko pokrywa się z podziałem kalendarzowym (1, 3).

Elementy klimatologiczne opracowane w przedziałach pór fenologicznych powinny dokładniej charakteryzować siedlisko niż charakterystyki klimatyczne opracowane w okresach miesięcznych.

Opracowanie niniejsze jest próbą wydzielenia pór fenologicznych w okresie wegetacyjnym w Białowieży i scharakteryzowania ich pod względem meteorologicznym.

### METODYKA PRACY

Praca niniejsza obejmuje okres dziesięcioletni lat 1953—1958 i 1960—1963.

W opracowaniu posłużono się materiałem z obserwacji fenologicznych prowadzonych w Białowieży przez PIHM oraz wynikami pomiarów wykonanych przez stację meteorologiczną Zakładu Ekologii Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa w Białowieży, położoną około 1000 m na południe od skraju lasu.

Współrzędne geograficzne stacji:  $\varphi = 52^{\circ}42'$   $\lambda = 23^{\circ}51'$  i wysokość 164 m n. p. m.

Za początek okresu wegetacyjnego przyjęto średnią datę pylenia leszczyny (*Corylus avellana*). Koniec okresu wegetacyjnego oznaczono średnią datą opadania liści brzozy (*Betula verrucosa*), która wśród roślin przewodnich charakteryzujących okres jesieni najpóźniej zrzuca liście.

W tak odgraniczonym okresie wegetacyjnym wyróżniono 6 pór fe-

nologicznych, które z punktu widzenia gospodarstwa leśnego scharakteryzowano wybranymi zjawiskami fenologicznymi zaproponowanymi przez Jedlińskiego (2).

Początek każdej pory fenologicznej wyznaczono przeciętną wieloletnią datą dla jednej rośliny wybranej spośród roślin przewodnich charakterystycznych dla danej pory fenologicznej, u której przejawy fenologiczne występują najwcześniej (tab. 1).

Podział roku na pory fenologiczne przedstawiony w tab. 1, oprócz czwartej pory fenologicznej (lata), jest zgodny z podziałem E. I h n e g o (1895) ogólnie przyjętym w literaturze. Nie można było natomiast wyróżnić wczesnego lata i lata, ponieważ rośliny przewodnie charakterystyczne dla tych dwóch pór fenologicznych w warunkach siedliskowych Białowieży rozpoczynają wegetację mniej więcej równocześnie. Stąd porę wczesnego lata i lata zastąpiono w opracowaniu jedną porą lata.

W celu scharakteryzowania pór fenologicznych pod względem meteorologicznym wyliczono sumaryczne wartości wielu wskaźników meteorologicznych dla każdej z pór w poszczególnych latach omawianego dziesięciolecia, a następnie wyliczono z nich średnie dziesięcioletnie wartości dla średnich pór fenologicznych. Dyspersję scharakteryzowano średnimi odchyleniami poszczególnych elementów meteorologicznych (tab. 2).

Oprócz wskaźników meteorologicznych podanych w tab. 2, posługując się pomiarami temperatury powietrza na wysokości 2 m od powierzchni gruntu i temperatury gleby na głębokości 5, 10, 20 i 50 cm, wyliczono średnią wartość dobowej temperatury powietrza i gleby dla początku każdej pory fenologicznej oraz dla poszczególnych faz rozwojowych roślin, charakteryzujących daną porę fenologiczną (tab. 1).

Przymrozki opracowano tylko w fenologicznym okresie wegetacyjnym, przy czym zgodnie z propozycją K o s i b y (4) za przymrozek przyjęto spadek minimalnej temperatury powietrza poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  przy średniej dobowej temperaturze powietrza wyższej od  $0^{\circ}\text{C}$ .

## CHARAKTERYSTYKA PÓR FENOLOGICZNYCH

1. Z a r a n i e w i o s n y charakteryzuje się budzeniem się ze spoczynku zimowego tych drzew i krzewów, które rozwijają pąki kwiatowe przed rozwojem liści.

Zaranie wiosny w Białowieży rozpoczyna się 4 kwietnia pyleniem leszczyny (*Corylus avellana*), przy średniej wieloletniej dobowej temperaturze powietrza  $3,6^{\circ}\text{C}$  i średnich dobowych wieloletnich temperaturach gleby  $3,3$ ,  $3,3$ ,  $3,2$  i  $2,9^{\circ}\text{C}$  na głębokości 5, 10, 20 i 50 cm (tab. 1).

W porze zarania wiosny panują dość surowe warunki meteorologiczne (tab. 2), które nie sprzyjają masowemu rozwojowi roślin. W ciągu dnia występują dość wysokie maksymalne temperatury powietrza, dochodzące do  $29,0^{\circ}\text{C}$ , a nocą niskie minima, osiągające nawet  $-13,6^{\circ}\text{C}$ . Również średnie dobowe temperatury powietrza wahają się od  $-8,0$  do  $22,0^{\circ}\text{C}$  (ryc. 1) oraz dość często występują przymrozki o znacznej intensywności (ryc. 2).

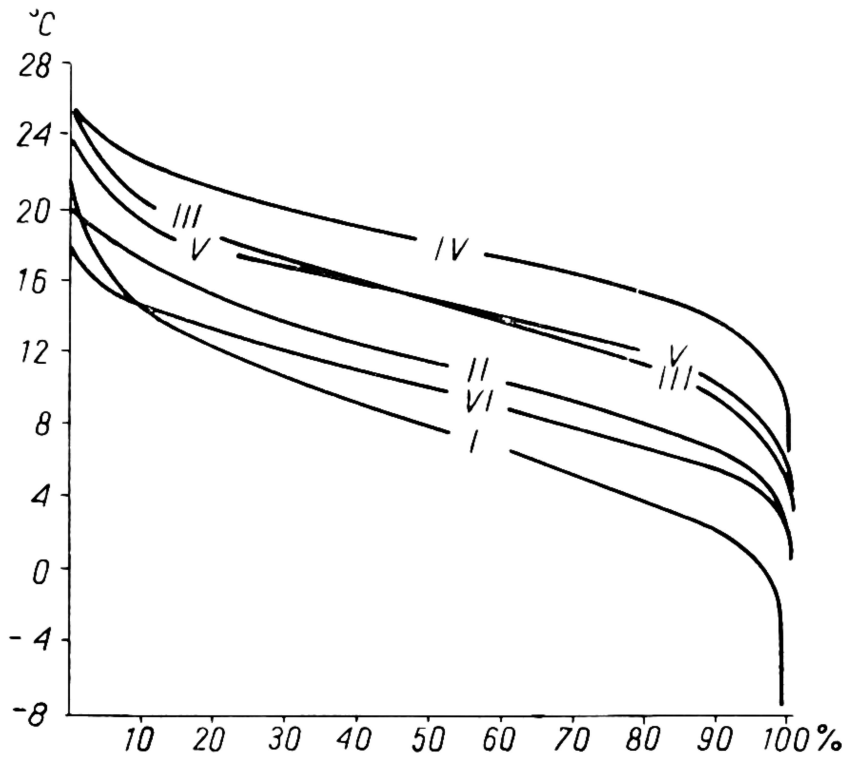
Daty początku pór fenologicznych oraz roślin przewodnich w Białowieży  
w latach 1953—1958 i 1960—1963

Rośliny przewodnie i ich fazy rozwojowe	Data przejawu			powietrza	Progi temperatur w °C				
	średnia wielo- letnia	najwcze- śniejsza	najpóź- niejsza		gleby — na głębokości cm				
					5	10	20	50	
Zaranie wiosny									
<i>Corylus avellana</i> — pyl.	4. IV	16. III	20. IV	3,6	3,3	3,3	3,2	2,9	
<i>Hepatica nobilis</i> — zakw.	4. IV	18. II	25. IV	3,6	3,3	3,3	3,2	2,9	
<i>Salix caprea</i> — pyl.	11. IV	25. III	27. IV	5,1	4,5	4,4	4,4	3,8	
<i>Anemone nemorosa</i> — zakw.	15. IV	28. III	2. V	6,1	5,1	5,1	5,1	4,4	
<i>Caltha palustris</i> — zakw.	23. IV	10. IV	8. V	7,8	7,3	7,3	7,0	6,0	
Wczesna wiosna									
<i>Betula verucosa</i> — zakw.	5. V	24. IV	19. V	10,4	10,4	10,0	9,9	8,8	
<i>Syringa vulgaris</i> — list.	5. V	15. IV	11. V	10,4	10,4	10,0	9,9	8,8	
<i>Acer platanoides</i> — zakw.	5. V	23. IV	14. V	10,4	10,4	10,0	9,9	8,8	
<i>Prunus avium</i> — zakw.	5. V	22. IV	15. V	10,4	10,4	10,0	9,9	8,8	
<i>Crataegus oxyacantha</i> — list.	8. V	25. IV	19. V	11,0	11,2	10,8	10,4	9,4	
<i>Fragaria vesca</i> — zakw.	15. V	2. V	31. V	12,4	12,9	12,6	12,1	11,0	
Pełnia wiosny									
<i>Aesculus hippocastanum</i> — zakw.	19. V	14. V	28. V	13,0	13,5	13,2	12,8	11,4	
<i>Syringa vulgaris</i> — zakw.	19. V	12. V	1. VI	13,0	13,5	13,2	12,8	11,4	
<i>Crataegus oxyacantha</i> — zakw.	30. V	11. V	25. VI	14,4	15,2	14,9	14,4	12,9	
Lato									
<i>Robinia pseudoacacia</i> — zakw.	6. VI	26. V	24. VI	15,4	16,0	15,8	15,4	13,8	
<i>Fragaria vesca</i> — dojrz.	22. VI	14. VI	6. VII	16,7	17,8	17,5	17,0*	15,5	
<i>Vaccinium myrtillus</i> — dojrz.	4. VII	28. VI	12. VII	17,3	18,5	18,2	17,8	16,5	
Wczesna jesień									
<i>Calluna vulgaris</i> — zakw.	11. VIII	4. VIII	21. VIII	16,8	18,0	18,0	17,9	17,2	
<i>Vaccinium vitis idaea</i> — dojrz.	11. VIII	5. VIII	21. VIII	16,8	18,0	18,0	17,9	17,2	
Jesień właściwa									
<i>Acer platanoides</i> — zm. b. l.	26. IX	19. IX	3. X	10,9	11,8	11,9	12,2	13,0	
<i>Acer platanoides</i> — op. l.	4. X	23. IX	18. X	9,6	10,5	10,6	11,0	11,7	
<i>Betula verucosa</i> — op. l.	11. X	5. X	16. X	8,6	9,5	9,5	9,8	10,7	

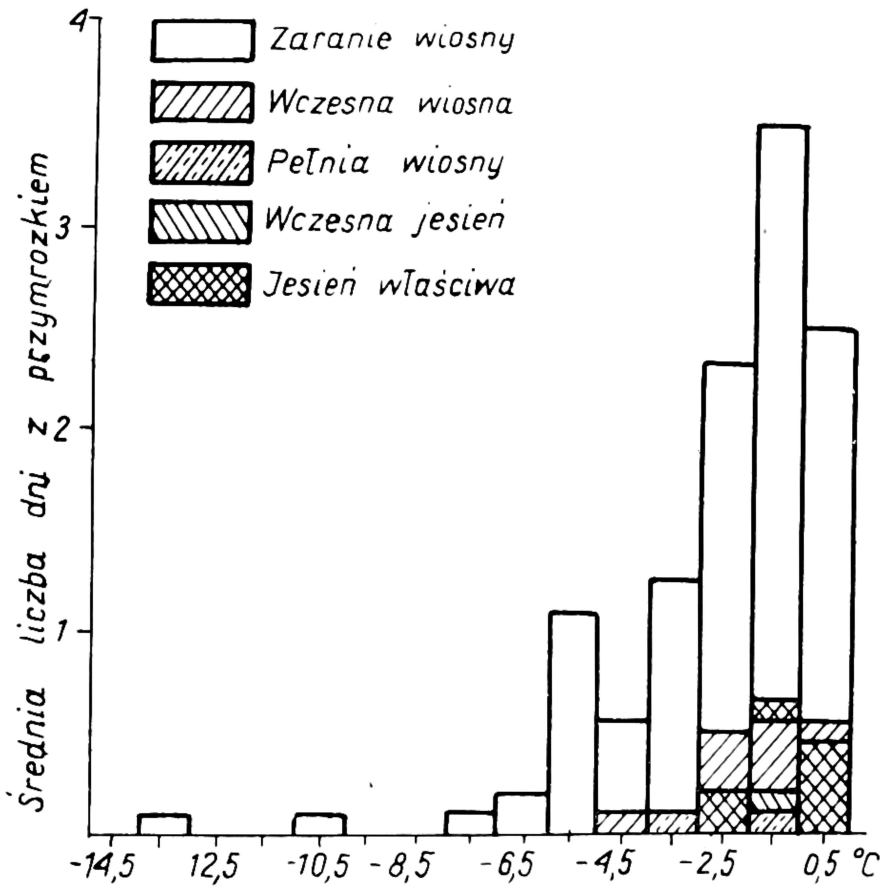
Stosowane skróty: pyl. — pylenie, zakw. — zakwitanie, list. — listnienie, dojrz. — dojrzewanie, zm. b. l. — zmiana barwy liści, op. l. — opadanie liści.

Tabela 2  
Charakterystyka niektórych wskaźników meteorologicznych w poszczególnych porach fenologicznych w Białowieży  
w latach 1953—1958 i 1960—1963

Ekstrema i średnie	Czasowy początek pory fenologicznej						
	1	2	3	4	5	6	7
najwcześniejszy	16. III	22. IV	13. V	26. V	6. VIII	19. IX	
średni	4. IV	5. V	19. V	6. VI	12. VIII	26. IX	
najpóźniejszy	20. IV	19. V	28. V	24. VI	21. VIII	3. X	
		Czas trwania pór fenologicznych w dniach					
najdłuższy	51	22	35	76	53	23	
średni	31	14	18	67	45	16	
najkrótszy	23	6	9	51	31	11	
		Średnia temperatura dobowa w °C					
najwyższa	12,2	15,9	19,4	18,0	15,2	11,6	
średnia	7,9	10,8	15,3	16,6	14,3	9,2	
najniższa	5,8	8,6	12,2	13,2	13,3	6,7	
		Sumy temperatury w °C					
najwyższa	297,6	259,7	426,6	1371,4	776,4	254,1	
średnia	224,6	149,6	261,4	1126,2	637,8	147,9	
najniższa	153,9	60,6	174,9	793,9	468,7	94,0	
		Absolutne temperatury maksymalne w °C					
najwyższa	29,0	28,9	30,9	34,5	31,5	23,4	
średnia	23,7	23,2	27,2	30,7	28,3	20,0	
najniższa	16,6	18,4	23,6	27,3	23,1	15,2	
		Absolutne temperatury minimalne w °C					
najwyższa	-1,0	4,1	8,6	8,1	4,3	1,8	
średnia	-4,7	-0,9	2,5	4,1	1,3	-1,1	
najniższa	-13,6	-5,7	0,0	0,5	-1,8	-3,1	
		Absolutne amplitudy temperatur w °C					
najwyższa	40,0	28,4	28,2	32,5	31,4	26,0	
średnia	28,4	24,1	24,7	26,5	27,0	21,2	
najniższa	22,3	19,4	21,1	22,3	19,7	14,6	
		Średnia liczba dni ciepłych (t. maks. > 25,0 °C)					
najwyższa	2	6	6	30	15	—	
średnia	2	1	3	17	7	—	
najniższa	0	0	0	7	0	—	
		Sumy opadów w mm					
najwyższa	69,4	60,3	202,8	261,0	168,3	84,1	
średnia	33,5	23,4	51,0	163,0	89,9	28,2	
najniższa	7,1	1,3	1,4	45,6	35,0	0,0	
		Liczba dni z sumą dobową opadu $\geq 0,1$ mm					
najwyższa	22	12	18	46	27	13	
średnia	13	6	7	28	20	6	
najniższa	4	2	1	10	16	0	
		Sumy usłonecznienia w godzinach					
najniższa	253,0	143,0	56,5	669,2	321,1	100,4	
średnia	159,8	93,0	113,4	503,5	278,6	70,4	
najwyższa	114,0	28,9	169,3	312,1	156,5	26,2	
		Średnie dobowe usłonecznienie w godzinach					
najwyższe	7,8	6,1	12,5	9,4	7,0	6,0	
średnie	5,2	—0,7	6,1	7,5	6,2	4,3	
najniższe	4,5	—0,7	3,2	3,7	—0,9	5,0	



Ryc. 1. Częstość średnich dobowych temperatur powietrza w poszczególnych fazach okresu wegetacyjnego: I — zaranie wiosny, II — wczesna wiosna, III — pełnia wiosny, IV — lato, V — wczesna jesień, VI — jesień właściwa



Ryc. 2. Średnia liczba dni z przymrozkiem o różnym natężeniu w poszczególnych fazach okresu wegetacyjnego

2. Wczesna wiosna rozpoczyna się 5 maja zakwitaniem brzozy (*Betula verrucosa*) przy średniej dobowej wieloletniej temperaturze powietrza  $10,4^{\circ}\text{C}$  i średnich dobowych temperaturach gleby  $10,4$ ,  $10,0$ ,  $9,9$  i  $8,8^{\circ}\text{C}$  na głębokości 5, 10, 20 i 50 cm (tab. 1).

Wczesna wiosna jest porą zakwitania drzew i krzewów, które rozwijają pąki kwiatowe równocześnie lub prawie równocześnie z rozwojem liści oraz ulistnienia drzew i krzewów zakwitających w pewien czas po rozwoju liści.

W porze wczesnej wiosny średnia dobową temperatura powietrza nie spada już poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  i w 95% przypadków jest wyższa od  $6^{\circ}\text{C}$  (ryc. 1). Dość wysoka średnia wieloletnia temperatura powietrza, duża liczba dni z opadem i znaczne usłonecznienie (tab. 2) sprzyjają rozwojowi roślin. Natomiast wiosenne przymrozki, które w porze tej występują niezbyt często (ryc. 2) mogą powodować przemarzanie kwiatów, młodych pędów i liści.

3. Pełnia wiosny jest okresem zakwitania tych drzew i krzewów, które rozwijają liście we wcześniejszym okresie fenologicznym.

Okres ten rozpoczyna się 19 maja zakwitaniem kasztanowca (*Aesculus hippocastanum*), przy średniej wieloletniej dobowej temperaturze gleby  $13,5$ ,  $13,2$ ,  $12,8$  i  $11,4^{\circ}\text{C}$  na głębokości 5, 10, 20 i 50 cm (tab. 1).

Średnie dobowe temperatury powietrza w tym okresie wahają się od  $2,0$  do  $26,0^{\circ}\text{C}$  i w 90% przypadków nie spadają poniżej  $10,0^{\circ}$  (ryc. 1). Absolutne temperatury maksymalne powietrza w poszczególnych latach omawianego dziesięciolecia wahają się od  $23,6$  do  $30,9^{\circ}\text{C}$ , a minimalne od  $0,0$  do  $8,8^{\circ}\text{C}$  (tab. 2).

W okresie tym, niemal wolnym od przymrozków (które w omawianym dziesięcioleciu wystąpiły tylko 2 razy) (ryc. 2), o znacznej wieloletniej średniej dobowej wartości usłonecznienia (6,5 godz.) i średniej wieloletniej sumie opadu 51,0 mm (średnio na dobę 2,7 mm), istnieją czynniki meteorologiczne w pełni sprzyjające wegetacji roślin (tab. 2).

4. Lato rozpoczyna się 10 czerwca zakwitaniem grochodrzewu (*Robinia pseudoacacia*), przy średniej dobowej wieloletniej temperaturze powietrza  $15,4^{\circ}\text{C}$  i temperaturze gleby  $16,0$ ,  $15,8$ ,  $15,4$  i  $13,8^{\circ}\text{C}$  na głębokości 5, 10, 20 i 50 cm (tab. 1).

Średnie dobowe temperatury powietrza w porze lata wahają się od  $8,0$  do  $26,0^{\circ}\text{C}$  i w 90% przypadków nie spadają poniżej  $16,0^{\circ}\text{C}$  (ryc. 1).

Absolutne temperatury maksymalne w poszczególnych latach omawianego doświadczenia wahały się od  $27,3$  do  $34,5^{\circ}\text{C}$ , a temperatury minimalne od  $0,5$  do  $8,1^{\circ}\text{C}$ .

Pora ta, poza najwyższą średnią wieloletnią temperaturą powietrza charakteryzuje się najwyższym średnim dobowym usłonecznieniem i dużą liczbą dni ciepłych oraz znaczną sumą opadów (średnia wieloletnia dla lata 163,0 mm (średnio na dobę 2,4 mm), przy czym liczba dni z opadem równym i większym od 0,1 mm wynosi około 42%).

5. Wczesna jesień rozpoczyna się 12 sierpnia zakwitaniem wrzosu (*Calluna vulgaris*), przy średniej dobowej wieloletniej temperaturze powietrza  $16,8^{\circ}\text{C}$  i średnich dobowych wieloletnich temperaturach gleby  $18,0$ ,  $18,0$ ,  $17,9$  i  $17,2^{\circ}\text{C}$  na głębokości 5, 10, 20 i 50 cm (tab. 1).

W porze wczesnej jesieni, podobnie jak w porze pełni wiosny, śred-

nie dobowe temperatury powietrza wahają się od 8,0 do 26,0°C i w 90% przypadków nie spadają poniżej 10,0°C (ryc. 1). Średnie absolutne maksymalne temperatury powietrza w poszczególnych latach omawianego dziesięciolecia wahały się od 23,1 do 31,5°C, a minimalne od —1,9 do 4,3°C (tab. 2).

W okresie tym zaczynają się pojawiać sporadycznie niezbyt intensywne wczesne przymrozki jesienne (ryc. 2).

6. **J e s i e ń** właściwa jest okresem przygotowywania się roślin do spoczynku zimowego. Stopniowo zaczynają żółknąć i opadać liście.

Rozpoczyna się ona 25 września zmianą barwy liści klonu (*Acer platanoides*). W dniu tym średnia wieloletnia dobową temperatura powietrza wynosi 10,9°C, a średnia wieloletnia temperatura gleby 11,8, 11,9, 12,2 i 13,0°C na głębokości 5, 10, 20 i 50 cm.

W okresie jesieni właściwej średnie dobowe temperatury powietrza wahają się od 0 do 8°C i w 90% przypadków nie spadają poniżej 8°C. Absolutne temperatury maksymalne powietrza w poszczególnych latach omawianego dziesięciolecia wahają się od 15,2 do 23,4°C, a minimalne od —3,1 do 1,8°C.

Średnie dobowe usłonecznienie jest znacznie niższe niż w pozostałych porach fenologicznych i wynosi 4,3 godz.

W porze jesieni właściwej występują niezbyt częste przymrozki (ryc. 2). Mogą one powodować przemarzanie tych pędów drzew i krzewów, które nie zdążyły jeszcze zdrewnieć.

Jesień właściwa kończy się 11 października opadaniem liści brzozy (*Betula verrucosa*), przy średniej wieloletniej dobowej temperaturze powietrza 8,6°C i temperaturze gleby 9,3, 9,5, 9,8 i 10,7°C (odpowiednio na głębokości 5—50 cm).

#### UWAGI KOŃCOWE

Drzewa i krzewy w warunkach białowieskich rozpoczynają wegetację przy średnich dobowych wieloletnich temperaturach powietrza 10,4°C i temperaturach gleby 10,4, 10,0, 9,9 i 8,8°C na głębokości 5, 10, 20 i 50 cm. Kończą wegetację przy temperaturze powietrza 8,6°C i temperaturach gleby 9,3, 9,5, 9,8 i 10,7°C na głębokości odpowiednio od 5 do 50 cm.

Długość okresu wegetacyjnego drzew i krzewów określonego zakwitem i opadaniem liści brzozy (która z drzew i krzewów, poza leszczyną i iwą, najwcześniej rozpoczyna i najpóźniej kończy wegetację) wynosi 160 dni.

Średnie dobowe temperatury powietrza niższe od 0°C występują tylko w porze zarania wiosny, w której rozpoczynają wegetację nieliczne gatunki roślin. W pozostałych porach fenologicznych średnia dobową temperatura powietrza utrzymuje się powyżej 0°C.

W okresie wegetacyjnym poza porą zarania wiosny średnia dobową wieloletnią temperatura wierzchniej warstwy gleby jest wyższa od temperatury powietrza, a w porze wczesnej jesieni i jesieni właściwej jest wyższa od temperatury powietrza na wszystkich poziomach pomiarowych (5—50 cm).

W okresie wegetacyjnym w Białowieży najczęstsze i najbardziej intensywne przymrozki występują w porze zarania wiosny. Mogą one

powodować przemarzanie kwiatów męskich leszczyny, które są już w pełni rozwinięte, a tym samym w znacznym stopniu ograniczyć urodzaj orzechów wskutek niezapłodnienia kwiatów żeńskich.

#### LITERATURA

1. Bednarek A. — Układ i przebieg pór fenologicznych w lasach doświadczalnych w Rogowie. „Sylwan”, nr 2, 1962.
2. Jedliński W. — O badaniach leśno-fenologicznych, zasadach ich organizacji i ich znaczeniu dla urządzania gospodarstwa leśnego. Rocznik Nauk Leśnych, t. XIII, 1925.
3. Schnelle F. — Methoden und Möglichkeiten einer phänologischen Klimatologie. Annalen der Meteorologie, H 1—6, Hamburg 1951.
4. Kosiba A. — O konieczności ujednostajnienia skali międzynarodowej podstawowych kryteriów termicznych w klimatologii. Przegląd Geofizyczny, R. III/XI, z. 1, 1958.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 14 stycznia 1965 r.

#### Краткое содержание

Настоящая работа была выполнена на основе фенологических наблюдений, охватывающих 1953—1958 и 1960—1963 гг., проводимых Государственным гидро-метеорологическим институтом, а также на основе измерений температуры воздуха, температуры почвы, снежного покрова, инсоляции и осадков, проводимых метеостанцией Отделения экологии леса Научно-исследовательского института лесного хозяйства в Беловежи.

Географические координаты  $\varphi = 52^{\circ}42'$ ,  $\lambda = 23^{\circ}51'$  и высота 164 м н. у. м.

При разработке на основе наружных признаков жизни растений, были выделены в вегетационном периоде 6 фенологических времен и охарактеризованы в метеорологическом отношении.

#### Summary

The present paper was based on phenological observations including years 1953—1958 and 1960—1963 taken by the State Hydro-Meteorological Institute at Białowieża and on measurements of air temperature, soil temperature, snow cover, insolation, and precipitation taken on the meteorological station. Section of the Forest Ecology Division, Forest Research Institute at Białowieża.

Geographical coordinates  $\varphi = 52^{\circ}42'$ ,  $\lambda = 23^{\circ}51'$ , while the altitude — 164 m above the sea level.

On the base of external symptoms of plants the vegetation season has been divided into six phenological seasons and these seasons were characterized in meteorological respect.