

KAZIMIERZ MICHALAK

Wzrost i przyrost wysokości w sezonie wegetacyjnym ważniejszych gatunków drzew leśnych

Рост и прирост высоты

в вегетационный период важнейших лесных древесных пород

Growth and height growth of more important forest tree species
during vegetation season

WSTĘP

W dotychczasowych badaniach nad rytmiką przyrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym stosowano różne metodyki, a realizowane programy były niepełne, często fragmentaryczne. Utrudnia to a czasem wręcz uniemożliwia porównanie wyników pracochłonnych badań prowadzonych w tym problemie.

Praca niniejsza jest między innymi propozycją podjęcia wszechstronnych i obszernych, z punktu widzenia dendrometrii i nauki o przyroście, badań nad rytmiką przyrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym drzew leśnych. Propozycja dotyczy zarówno ujednoczenia metodyki badań terenowych jak i metodyki opracowania wyników.

Obszerne obserwacje prowadzone przez wielu uczonych dostarczyły bardzo różnych wyników. Sosna, np., wzrost na wysokość zaczyna od marca (12, 25) do czerwca (24, 41). Zmienność ta zależy od klimatu panującego na danym terenie, wieku drzewek, roku obserwacji i wielu innych czynników. Długość okresu wzrostu u tego gatunku wynosi od 30 (1, 31) do 80 (4), a nawet 90 dni (25).

Podobna zmienność cech wzrostu istnieje u innych gatunków, a zwłaszcza u gatunków mających więcej niż jeden cykl wzrostu w sezonie wegetacyjnym. (Za cechę wzrostu będziemy uważali daty rozpoczęcia, zakończenia i kulminacji przyrostu wysokości, długość okresu wzrostu, wielkość dobowego przyrostu wysokości, przerwy we wzroście itd.).

Trudności w porównywaniu wyników badań nad wzrostem wysokości w sezonie wegetacyjnym wynikają m. in.:

1. Z różnego wieku badanych drzew. Badania nad rytmiką przyrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym prowadzono na drzewach o wieku od 2 (12, 23) do 80 lat (27).

2. Częstotliwości pomiaru w sezonie wegetacyjnym. Przyrost wysokości mierzono najczęściej co 5 dni (1, 22, 25, 28, 29, 30). Czasem jednak pomiaru dokonywano co 10 dni (14, 15) lub co tydzień (12), a nawet co 2 tygodnie (15).

3. Liczby mierzonych drzewek. Najczęściej obserwacji dokonywano na małej liczbie drzewek, od kilku do 30. Tylko w nielicznych badaniach materiał empiryczny był większy, np. około 50 (14) lub 100 drzew (23).

4. Liczby lat obserwacji. Najczęściej obserwacje prowadzono przez

Tabela 1

Charakterystyka powierzchni badawczych

Gatunek	Lokalizacja	Wiek uprawy na początek doświadczenia lat	Liczba obserwowanych drzewek na pow. dośw.	Wiek sadzonek	Rok założenia uprawy	Typ siedliskowy lasu	Więźba m	Pochodzenie nasion
sosna	Arboretum	5	57	2	1965	LM	1 × 1	Tabórz
jodła	Arboretum	10	54	5	1963	LM	1,5 × 1	Świętokrzyski
świerk	Arboretum	10	65	3	1961	LM	0,5 × 0,4	Park Narodowy
modrzew	oddział 78a	4	57	2	1967	LM	2 × 1,5	Rogów
buk	Arboretum	7	50	3	1964	LM	1,5 × 1 w trójkę	Bliżyn Darzłubie
dąb szypułkowy	oddział 100a	6	58	2	1964	LM	1,2 × 0,5	Rogów

okres 2 (12, 15, 23, 27) lub 3 lat (14, 19, 22). Tylko nieliczni autorzy podają wyniki z 5 (29), a także 10 lat (2).

Duża zmienność cech wzrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym uzasadnia podjęcie badań nad tym zagadnieniem. Badania takie w Polsce były prowadzone sporadycznie i nie wyczerpały zagadnienia.

I. MATERIAŁ BADAWCZY ORAZ ZASTOSOWANA METODYKA

Badania przeprowadzono w sześciu uprawach: sosnowej, jodłowej, świerkowej, modrzewiowej, bukowej i dębowej. Cztery uprawy: sosnowa, jodłowa, świerkowa i bukowa znajdują się na terenie Arboretum w Rogowie. Dwie pozostałe na terenie nadleśnictwa Rogów. Uprawa sosnowa i modrzewiowa znajdują się na otwartej przestrzeni, jodłowa i bukowa pod okapem drzewostanu modrzewiowego, uprawa świerkowa w północnej części 26-arowego gniazda, zaś uprawa dębowa w północno-wschodniej części 10-arowego gniazda.

Na każdej uprawie wyznaczono niewielką powierzchnię badawczą, na której pomiarami objęto wszystkie drzewka.

Szczegółowe informacje dotyczące upraw badawczych są zawarte w tabeli 1.

Przed sezonem wegetacyjnym na każdym drzewku zaznaczono olejną farbą na ubiegłorocznym pędzie miejsce, od którego mierzono z zaokrągleniem do 1 mm odległość od wierzchołka pędu. Pomiary prowadzono w odstępach trzydniowych o mniej więcej tej samej porze dnia w ciągu 3 sezonów wegetacyjnych — 1969/1971 modrzew i 1968/1970 pozostałe gatunki drzew.

II. KSZTAŁTOWANIE SIĘ DŁUGOŚCI PĘDU I PRZYROSTU DOBOWEGO WYSOKOŚCI

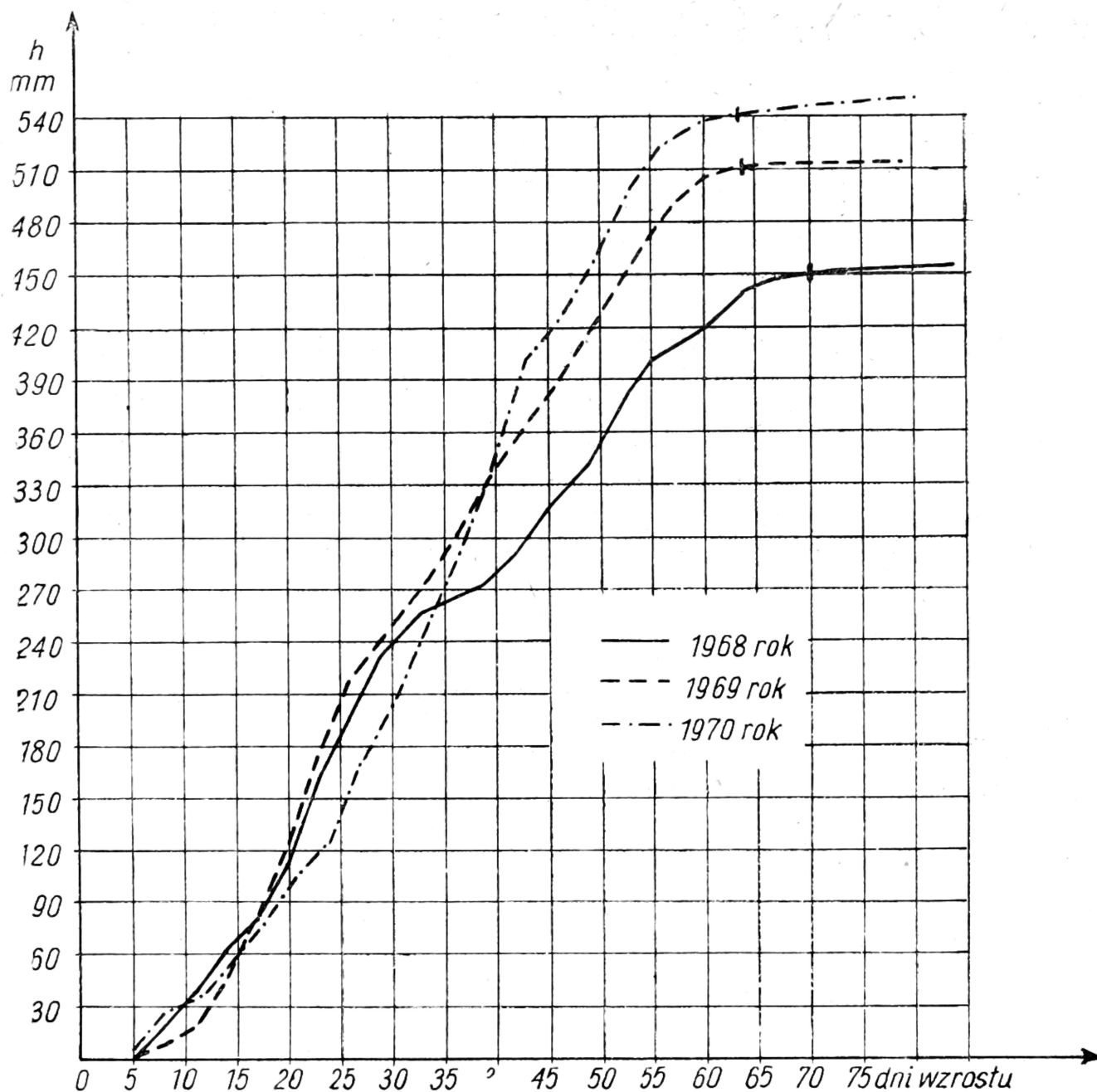
W KOLEJNYCH DNIACH WZROSTU W SEZONIE WEGETACYJNYM

A. Wzrost wysokości w sezonie wegetacyjnym

Linie obrazujące wzrost wysokości w sezonie wegetacyjnym mają kształt zbliżony do litery S. Są one na ogół podobne do typowych krzywych wzrostu wysokości w latach życia drzew.

W całym okresie wzrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym wyróżniono trzy fazy wzrostu. Podstawą do wyodrębnienia tych faz była wartość dobowego przyrostu wysokości w momencie kulminacji. Za pierwszą fazę przyjęto okres od początku wzrostu wysokości do chwili osiągnięcia dobowego przyrostu wysokości nie większego niż połowa przyrostu w okresie kulminacji. Faza druga to okres zaczynający i kończący się na przyroście nie mniejszym niż połowa przyrostu maksymalnego. Trzecia faza zaczyna się od okresu, w którym wartość przyrostu dobowego jest mniejsza od połowy przyrostu w okresie kulminacji. Faza ta trwa do końca wzrostu wysokości.

Obserwowane gatunki drzew można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej grupy zaliczono gatunki iglaste: sosna, jodła, świerk i modrzew,

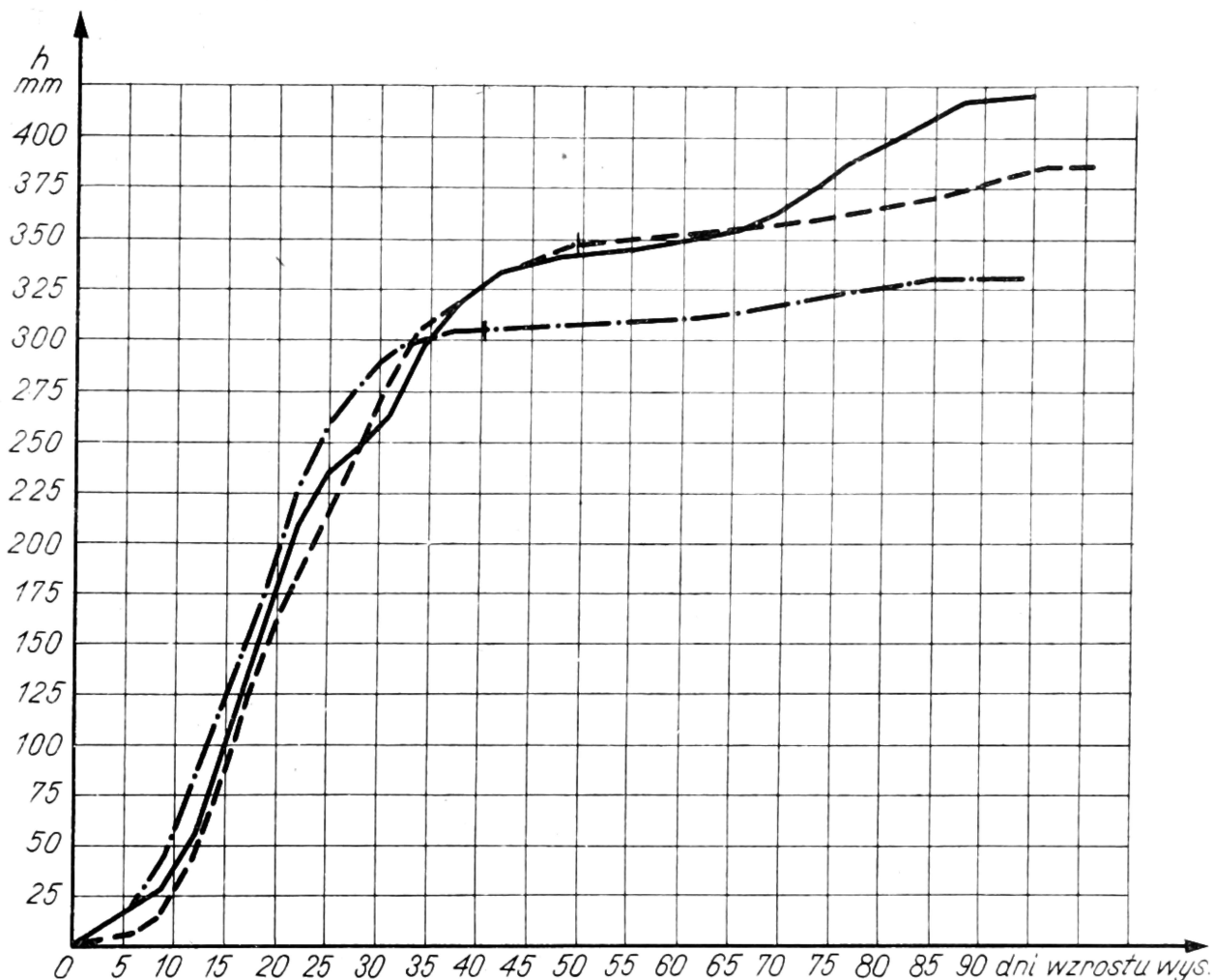


Ryc. 1. Wzrost wysokości w sezonie wegetacyjnym u sosny. Średnie wartości

które mają jeden okres wzrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym. Do drugiej grupy zaliczono buk i dąb, mające okres wczesnego wzrostu (I cykl), następnie przerwę we wzroście i okres późnego wzrostu (II cykl).

Linie obrazujące wzrost wysokości gatunków iglastych mają podobny charakter (ryc. 1). Różnią się one długością poszczególnych faz wzrostu. Faza pierwsza jest najdłuższa u świerka (13—25 dni) i jodły (25—31 dni), a więc gatunków wolno rosnących w młodym wieku (tab. 2). Znacznie krócej trwa faza pierwsza u sosny (9—19 dni) i modrzewia (3—9 dni). Najdłużej trwa faza druga, a więc faza dynamicznego wzrostu wysokości. Trwa ona najdłużej u modrzewia (stanowi 85% długości okresu wzrostu), znacznie krócej u świerka i sosny (56—57%) i najkrócej u jodły (zaledwie 44% długości okresu wzrostu). Krótko trwa trzecia faza wzrostu, bo u modrzewia średnio około 10% długości okresu wzrostu, świerka 13%, jodły 18% i sosny 21%.

Linia przedstawiająca przebieg średnich wartości długości pędów buka jest linią ciągłą (ryc. 2). Składają się na nią bowiem drzewka z jednym okresem wzrostu (krótkim lub długim), a także drzewka z przerwą we



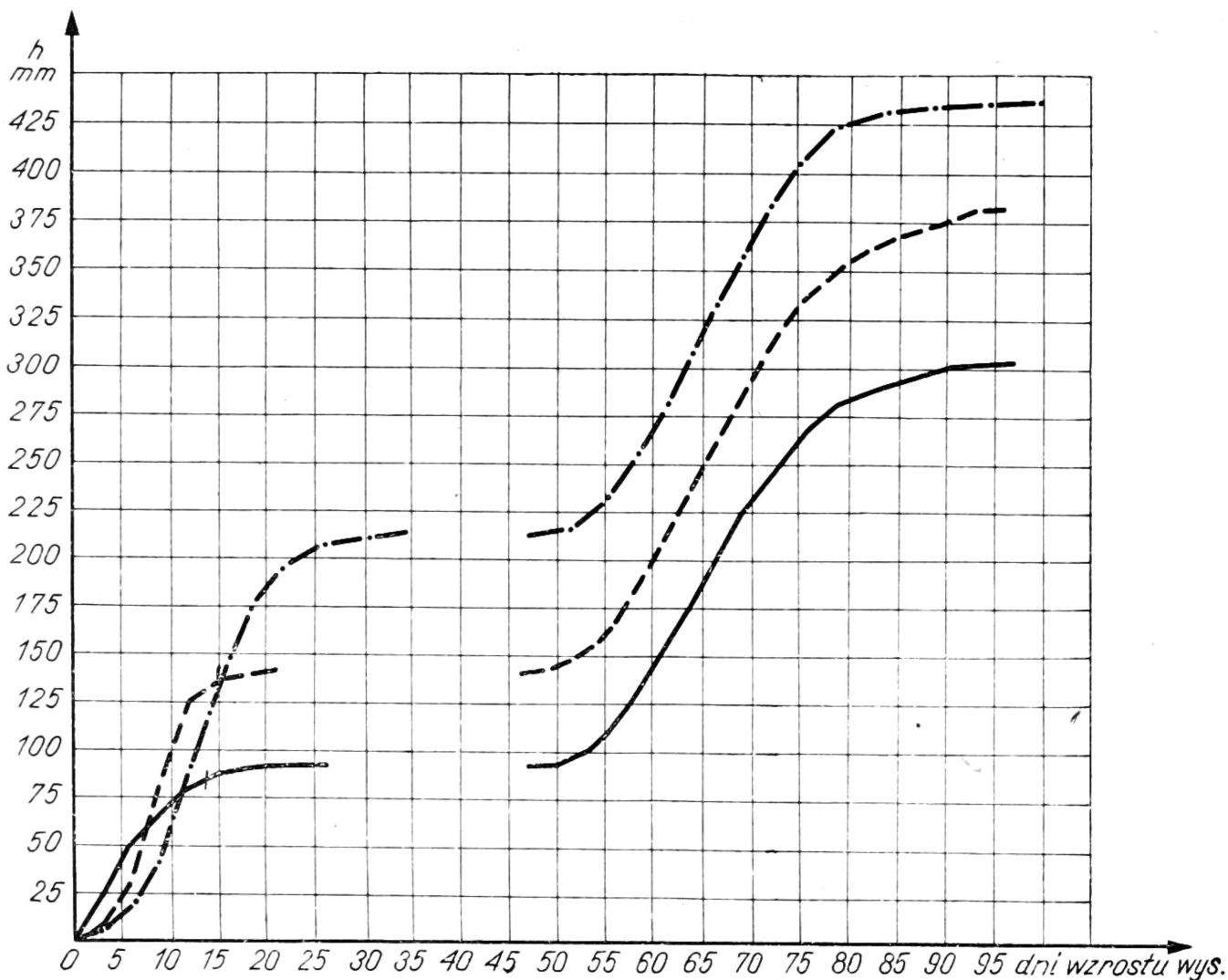
Ryc. 2. Wzrost wysokości w sezonie wegetacyjnym u buka. Średnie wartości

wzroście. U buka można wyróżnić rzeczywisty czas trwania tylko pierwszej i drugiej fazy I cyklu. Faza trzecia w I cyklu i wszystkie fazy w cyklu II nie są rzeczywiste. Poszczególne drzewka buka w II cyklu zaczynają wzrost wysokości w różnym czasie, a także w różnym czasie ten wzrost kończą. Rzeczywisty czas trwania tych faz jest zatem krótszy. U buka krótko trwa faza pierwsza (16% długości okresu wzrostu), faza druga połowę długości okresu wzrostu, a resztę stanowi faza trzecia I cyklu i wszystkie fazy w cyklu II.

U dębu obserwujemy wyraźne dwa cykle wzrostu (ryc. 3). Faza pierwsza stanowi 22% długości okresu wzrostu w I cyklu i 14% w II cyklu. Bardzo długa jest druga faza wzrostu. Stanowi ona 69% długości okresu wzrostu w I cyklu i aż 83% w cyklu II. Najkrócej, bo tylko 9% długości cyklu I i 3% cyklu II, stanowi faza trzecia (tab. 2).

1. Długość okresu wzrostu

Długość okresu wzrostu obserwowanych gatunków drzew jest różna. Najdłużej trwa wzrost pędu u modrzewia, bo średnio około 100 dni (tab. 3). Ponadto u modrzewia przez pierwsze 34—40 dni rosną igły, a następnie pęd. Długość okresu wzrostu sosny, jodły i świerka wynosi średnio 60—70 dni. Najkrócej średnio trwa wzrost pędu głównego u buka i dębu, bo tylko 35—60 dni. Na długość okresu wzrostu u buka składa się wzrost wszystkich drzewek w I cyklu oraz wzrost około 10—25% drzewek w cyklu II. U dębu na całkowitą długość okresu wzrostu składa



Ryc. 3. Wzrost wysokości w sezonie wegetacyjnym u dębu. Średnie wartości

się wzrost wszystkich drzewek w I cyklu, dalej wzrost około 90% drzewek w II cyklu, a ponadto wzrost niespełna 10 drzewek w cyklu III.

Zmienność długości okresu wzrostu, mierzona wartością odchylenia standardowego, jest najmniejsza u gatunków iglastych, zwłaszcza u sosny (tab. 3). Wartość odchylenia standardowego zwykle nie przekracza 10 dni. U dębu i buka ta miara zmienności wynosi 10—20 dni.

Współczynnik zmienności długości okresu wzrostu jest zdecydowanie mniejszy u gatunków iglastych, bo wynosi około 10%, podczas gdy u gatunków liściastych waha się w granicach 30—40%.

2. Związek między długością okresu wzrostu a wielkością wytworzonego pędu rocznego

Między długością okresu wzrostu a wartością rocznego przyrostu wysokości poszczególnych drzewek stwierdzono zależność korelacyjną. Drzewka, które charakteryzują się długim okresem wzrostu w sezonie wegetacyjnym, wytwarzają dłuższy pęd roczny (tab. 4). Moc tego związku jest stosunkowo niska u sosny, a w okresie 1970 nieistotna. Dość silny związek wystąpił w każdym okresie wegetacyjnym u dębu.

3. Związek między długością okresów wzrostu badanych lat

Interesujące jest czy drzewka, które mają długi okres wzrostu w danym roku, mają również długi okres wzrostu w roku następnym. Za-

Czas trwania poszczególnych faz wzrostu wysokości u badanych gatunków drzew w obserwowanych latach

Rok	Faza	Sosna		Jodła		Świerk		Modrzew		Buk				Dąb	
		dni		dni		dni		dni		dni		dni		dni	
		od	do	od	do	od	do	od	do	od	do	od	do	od	do
1968	I	12	1-12	31	1-31	22	1-22	9	1-9	34-69	—	—	—	—	47-56
	II	36	13-48	28	32-59	34	23-56	29	10-38	70-85	14	1-14	—	57-91	
	III	17	49-65	15	60-74	8	57-64	—	39-94	86-91	—	15-26	—	92-97	
1969	I	9	1-9	25	1-25	25	1-35	3	1-3	61-86	6	1-6	—	46-55	
	II	38	10-47	30	26-55	36	26-61	88	4-91	77-79	6	7-12	—	56-84	
	III	11	48-58	17	56-72	10	62-71	—	—	80-97	—	13-24	—	85-96	
1970	I	19	1-19	28	1-28	13	1-13	9	1-9	44-63	6	1-6	—	—	
	II	29	20-48	26	29-54	38	14-51	78	10-87	64-91	16	7-22	—	51-85	
	III	10	49-58	19	55-73	5	52-56	12	88-99	92-94	—	23-34	—	86-100	
1971	I							3	1-3						
	II							84	4-87						
	III							16	88-103						

Średnia długość okresu wzrostu (l — w dniach), odchylenie standardowe (δ — w dniach) oraz współczynnik zmienności (V — w %) długości okresu wzrostu poszczególnych gatunków drzew

Rok	Sosna		Jodła		Świerk		Modrzew		Buk		Dąb			
	\bar{I}	V	\bar{I}	δ	V	\bar{I}	δ	V	\bar{I}	δ	V			
1968	65	5,2	8,0	8,3	11,2	64	4,7	7,3	60	22,2	37,0	34	10,4	30,6
1969	58	5,2	9,0	7,4	10,3	71	6,7	9,4	49	17,5	35,7	36	13,2	36,7
1970	59	4,5	7,6	7,3	9,2	56	7,9	14,1	40	14,9	37,2	43	10,7	24,6
1971									100	11,4	11,0			

**Współczynnik korelacji między długością okresu wzrostu
a wielkością rocznego przyrostu wysokości**

Rok	Sosna	Jodła	Świerk	Modrzew	Buk	Dąb
1968	0,356**	0,680**	0,544**		0,591**	0,688**
1969	0,475**	0,780**	0,585**	0,712**	0,650**	0,718**
1970	0,079	0,489**	0,428*	0,551**	0,483**	0,745**
1971				0,499**		

* istotność zależności przy poziomie istotności 0,05

** istotność zależności przy poziomie istotności 0,01

Tabela 5

**Współczynnik korelacji między długościami
okresu wzrostu kolejnych badanych lat
u poszczególnych drzewek danego gatunku**

Rok	Sosna	Jodła	Świerk	Buk	Dąb	Rok	Modrzew
1968						1969	
1969	0,348*	0,830**	0,106	0,488**	0,270	1970	0,000
1970	0,444**	0,655**		0,611**	0,171	1971	0,382
1968	0,270	0,625**		0,412*	0,098	1969	0,333

Tabela 6

**Współczynnik korelacji między wielkościami
rocznego przyrostu wysokości poszczególnych drzewek
w badanych latach**

Rok	Sosna	Jodła	Świerk	Buk	Dąb	Rok	Modrzew
1968	0,290*	0,882**	0,602**	0,555**	0,291	1969	0,037
1969	0,337*	0,782**		0,037	0,176	1970	0,138
1970	0,300*	0,753**		0,238	0,088	1971	0,027
1968						1969	

leżność ta wystąpiła nie u wszystkich gatunków drzew (tab. 5). Jest ona dość silna u jodły między wszystkimi badanymi latami, a także u buka między 1969 i 1970 r. W pozostałych przypadkach związku tego nie stwierdzono lub jest on bardzo słaby.

U świerka zależność ta badana była tylko między 1968 i 1969 rokiem i okazała się nieistotna. W czasie mroźnej zimy 1969/1970 na teren Arbo-

retum przedostała się sarna i zniszczyła pęd główny u wielu drzewek świerka. W sezonie 1970 obserwacjami objęto dodatkowo 20 drzewek świerka rosnących obok powierzchni badawczej.

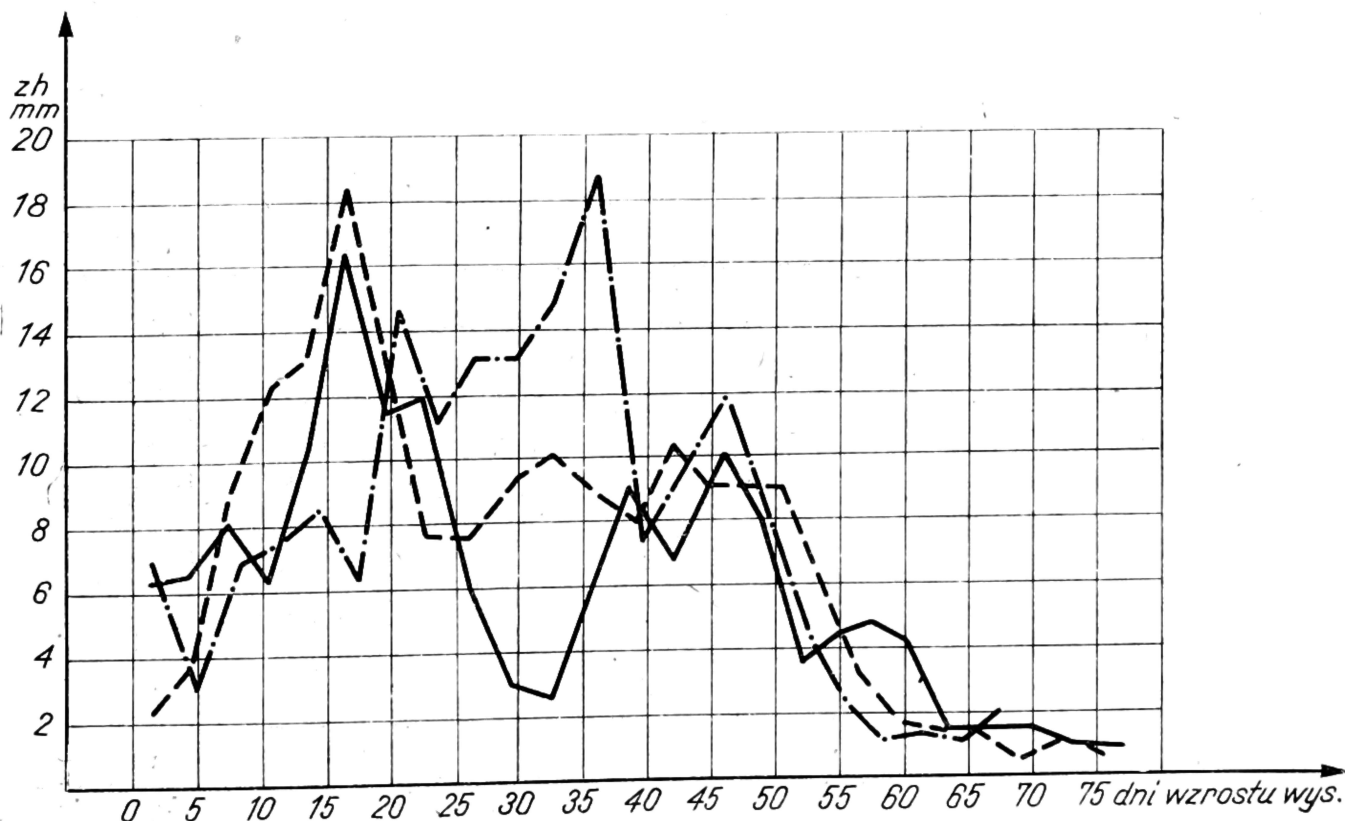
4. Związek między wielkościami rocznych przyrostów wysokości badanych lat

Na ogół drzewka, które wytwarzają długi pęd roczny w danym roku, wytwarzają również długi pęd w roku następnym. Zależność ta oceniona współczynnikiem korelacji jest dość silna u jodły między wszystkimi badanymi latami, a także u świerka i buka między 1968 i 1969 rokiem (tab. 6). U pozostałych gatunków związek ten jest bardzo słaby lub w ogóle nie występuje.

B. Kształtowanie się dobowego przyrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym

Zmiany zachodzące we wzroście wysokości w sezonie wegetacyjnym można scharakteryzować dobowym przyrostem wysokości. Przyrost ten określony jest tu jako przeciętny z okresów 3-dniowych, co powoduje zmniejszenie wartości ekstremalnych dobowego przyrostu.

Przebieg dobowego przyrostu wysokości przedstawia linia łamana o wyraźnie większych wartościach przyrostu w środkowej fazie wzrostu, z widocznym w tym okresie maksimum wartości przyrostu dobowego. Przebieg dobowego przyrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym u gatunków z jednym cyklem wzrostu jest podobny do przebiegu rocznego przyrostu wysokości w okresie życia drzew danego gatunku (ryc. 4). Charakterystyczne są zwłaszcza okresy mniejszego przyrostu na początku okresu

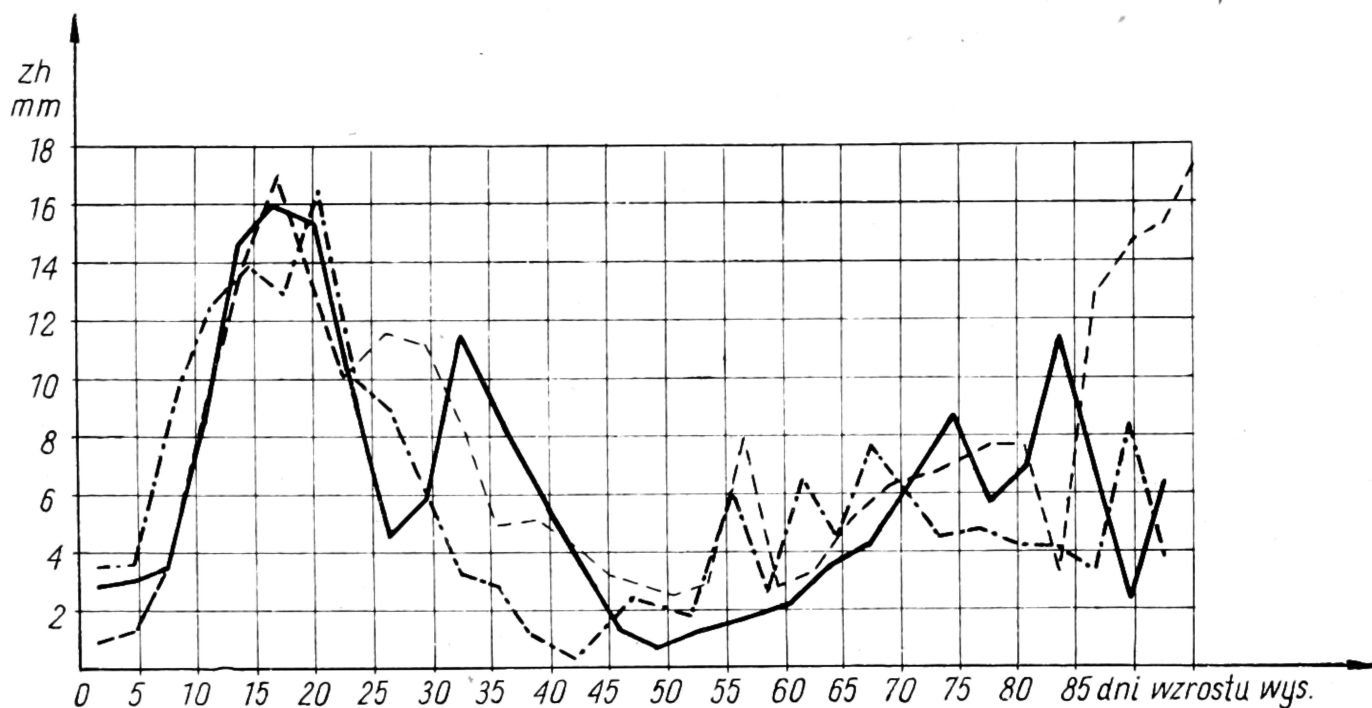


Ryc. 4. Dobowy przyrost wysokości w sezonie wegetacyjnym u sosny. Średnie wartości

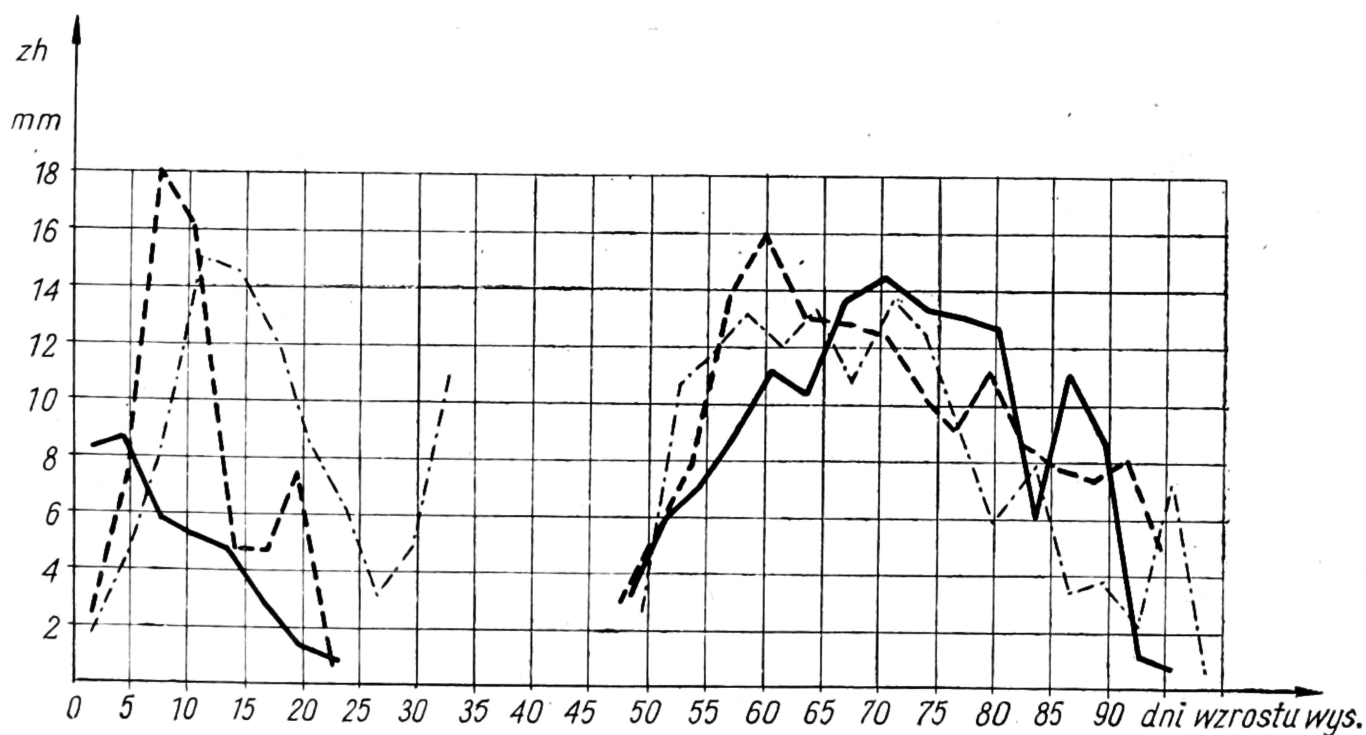
wzrostu w sezonie wegetacyjnym jak również w pierwszych latach życia u jodły i świerka. U buka i dębu obserwujemy niekiedy 2 lub 3 okresy kulminacji (ryc. 5 i 6).

1. Kulminacja dobowego przyrostu wysokości

W opisie czasu kulminacji będą występowały dwa określenia tej cechy wzrostu: czas kulminacji określony na podstawie średniego przebiegu przyrostu wysokości będzie nazywany czasem średniej kulminacji, natomiast czas kulminacji obliczony jako średnia arytmetyczna czasu dla drzew będzie nazywany średnim czasem kulminacji dobowego przyrostu wysokości.



Ryc. 5. Dobowy przyrost wysokości w sezonie wegetacyjnym u buka. Średnie wartości



Ryc. 6. Dobowy przyrost wysokości w sezonie wegetacyjnym u dębu. Średnie wartości

Drzewka mają na ogół jeden okres kulminacji. U pojedynczych drzewek zaobserwowano jednak dwa, a nawet trzy okresy (świerk), w których wystąpił maksymalny dobowy przyrost. Drzewek takich jest niewiele, bo u świerka około 6—15% w zależności od roku obserwacji, 6—8% u jodły i 2—6% u sosny, modrzewia i dębu. U buka nie obserwowano takich drzewek.

Średni czas kulminacji przyrostu dobowego najwcześniej wystąpił u sosny, dębu i buka (tab. 7). Jedynie u sosny w 1970 r. kulminacja wy-

Tabela 7

**Średni czas kulminacji i odchylenie standardowe
(δ — w dniach)
czasu kulminacji dobowego przyrostu wysokości**

Rok	Sosna		Jodła		Świerk		Modrzew		Buk		Dąb	
	czas kulm.	δ	czas kulm.	δ	czas kulm.	δ	czas kulm.	δ	czas kulm.	δ	czas kulm.	δ
1968	17	7,0	40	3,8	39	8,5			29	3,6	18	11,8
1969	16	6,1	42	5,4	42	6,9	35	17,8	24	7,2	16	9,8
1970	33	6,6	45	13,4	35	10,3	32	16,4	18	9,3	25	11,9
1971							45	25,0				

stąpiła dopiero 33 dnia wzrostu wysokości. Znacznie później kulminują inne badane gatunki iglaste (32—45 dzień wzrostu).

Na ogół w innym terminie wypada czas średniej kulminacji. Najwcześniej kulminacja wystąpiła u sosny, modrzewia, buka i dębu (ryc. 4—6). Nieco później kulminują drzewka jodły i świerka, a więc gatunków wolno rosnących w młodym wieku.

Zmienność czasu kulminacji, mierzona wartością odchylenia standardowego, jest najmniejsza u sosny oraz w pierwszych dwóch badanych latach u jodły i świerka ($\delta = 4—8$ dni, tab. 7). Znacznie większa jest zmienność u jodły i świerka w 1970 r. oraz u pozostałych badanych gatunków ($\delta = 10—25$ dni).

U gatunków szybko rosnących w młodym wieku kulminacja dobowego przyrostu wysokości występuje na ogół w początkowym okresie wzrostu (wcześnie). U gatunków wolno rosnących — jodły i świerka — kulminacja występuje w połowie okresu wzrostu lub nieco później.

2. Wartość dobowego przyrostu wysokości w okresie kulminacji

Dobowy przyrost wysokości w okresie kulminacji zależy od wielu czynników, a między innymi od gatunku drzewa, wieku i warunków siedliskowych. Dlatego analiza tej cechy nie służy porównaniu przyrostu dobowego poszczególnych gatunków drzew a stanowi jedynie problem, jaki wypłynął w realizacji programu badawczego.

Dobowy przyrost wysokości w okresie kulminacji osiąga największą wartość u buka i dębu (20—25 mm), nieco mniejszą u sosny i modrzewia (15—20 mm) i najmniejszą u jodły i świerka (8—14 mm).

Zmienność dobowego przyrostu wysokości w okresie kulminacji, mierzona rozstępem, jest największa u buka i dębu (25—65 mm), znacznie mniejsza u sosny i modrzewia (11—34 mm), a najmniejsza u jodły i świerka (9—22 mm).

W czasie średniej kulminacji najmniejszą wartość osiąga dobowy przyrost u jodły i świerka — do 10 mm, natomiast u pozostałych gatunków przyrost wysokości waha się od 10 do 20 mm.

3. Związek między czasem wystąpienia kulminacji dobowego przyrostu wysokości a długością okresu wzrostu

Związek ten okazał się dość silny u buka oraz u jodły w 1968 i 1969 r. i dębu w 1968 i 1970 r. Zwykle drzewka tych gatunków, które wcześniej kulminują, mają krótki okres wzrostu w porównaniu z innymi drzewkami. Współczynnik korelacji świadczący o sile tego związku, waha się u tych gatunków od 0,57 do 0,69 (tab. 8). U świerka związek ten jest bardzo słaby, a u sosny i modrzewia zależności tej nie stwierdzono.

Tabela 8

Współczynnik korelacji między długością okresu wzrostu a czasem wystąpienia kulminacji dobowego przyrostu wysokości

Rok	Sosna	Jodła	Świerk	Modrzew	Buk	Dąb
1968	0,129	0,624**	0,306*		0,547**	0,690**
1969	0,112	0,572**	0,248	0,270	0,666**	0,371**
1970	0,241	0,440**	0,395*	0,042	0,653**	0,603**
1971				0,212		

4. Związek między czasem wystąpienia kulminacji dobowego przyrostu wysokości w badanych latach

Związek ten okazał się dość silny jedynie u buka między 1969 a 1970 rokiem ($r = 0,77$, tab. 9). Słabą zależność obserwujemy jeszcze u buka w pozostałych latach oraz u sosny między 1968 a 1969 r. i u jodły między 1969 a 1970 r. Drzewka tych gatunków, u których w danym roku kulminacja wystąpiła wcześniej, zwykle wcześniej kulminują w roku następnym.

Tabela 9

Współczynnik korelacji między czasem wystąpienia kulminacji dobowego przyrostu wysokości kolejnych badanych lat

Rok	Sosna	Jodła	Świerk	Buk	Dąb	Rok	Modrzew
1968	0,519**	0,049	0,172	0,344*	0,253	1969	0,185
1969	0,096	0,489**		0,768**	-0,059	1970	0,009
1970	0,103	0,269		0,414**	0,042	1971	0,108
1968						1969	

U pozostałych gatunków związku tego nie stwierdzono. Prawdopodobnie o wystąpieniu kulminacji decydują przede wszystkim zmienne warunki meteorologiczne w sezonie wegetacyjnym, a nie cechy wewnętrzne osobników.

III. PODSUMOWANIE WYNIKÓW I WNIOSKI

Wyniki uzyskane w niniejszej pracy pozwalają na stawianie hipotez lub ogólnych wniosków dotyczących wzrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym ważniejszych gatunków naszych drzew leśnych. Przy formułowaniu wniosków oparto się na danych uzyskanych dla poszczególnych sezonów wegetacyjnych oraz na wartościach średnich dla 3-letniego okresu badań.

1. Wyniki badań wskazują, że obserwowane gatunki drzew można podzielić na dwie grupy. Pierwszą grupę stanowią gatunki iglaste: sosna, jodła, świerk i modrzew, które mają jeden cykl wzrostu w sezonie wegetacyjnym. Druga grupa to buk i dąb mające więcej niż jeden cykl wzrostu w sezonie wegetacyjnym. U buka II cykl wzrostu występuje u około 25% liczby drzewek w 1968 r., w badanych latach zmniejsza się do około 10% w 1970 r. U dębu natomiast II cykl wzrostu wysokości występuje u około 90% drzewek, a III cykl u niespełna 10% drzewek.

2. Linie obrazujące wzrost wysokości w sezonie wegetacyjnym swym kształtem są zbliżone do wydłużonej litery S i są podobne do krzywych wzrostu wysokości w okresie całego życia drzew.

We wzroście wysokości w sezonie wegetacyjnym wyróżniono trzy fazy wzrostu. Faza pierwsza (początkowa) charakteryzuje się powolnym wzrostem. Wyrażając długość tej fazy w procentach długości okresu wzrostu stwierdzono, że faza I trwa najkrócej u modrzewia (5%), a dalej u buka (16%), dębu w II cyklu (14%) i I cyklu (22%), sosny (22%), świerka (31%) i najdłużej u jodły (38%).

Druga faza (środkowa) charakteryzuje się dużą dynamiką przyrostu i ma największy udział w długości okresu wzrostu. Stwierdzono największy udział tej fazy u modrzewia (85%) i dębu w II cyklu (83%), a dalej dębu w I cyklu (69%), sosny (57%), świerka (56%), buka (50%) i najmniej u jodły (44%).

Faza trzecia (końcowa) charakteryzuje się, podobnie jak faza I, powolnym wzrostem wysokości. Najmniejszy procentowy udział tej fazy wystąpił u dębu w II cyklu (3%) i I cyklu (9%) oraz u modrzewia (10%), a dalej u świerka (13%), jodły (18%), sosny (21%) i największy u buka (34%).

Zarówno u drzew jak i w wartościach średnich dla sezonów wegetacyjnych zmienność faz wzrostu jest duża.

3. Średnia długość okresu wzrostu w sezonie wegetacyjnym u obserwowanych gatunków drzew jest różna. Najdłużej, w obserwowanych latach, trwa wzrost pędu modrzewia (około 100 dni), następnie u jodły (73 dni), świerka (64 dni), sosny (61 dni), buka (50 dni) oraz dębu (około 38 dni — 18 dni I cykl i 22 dni II cykl). Zmienność tej cechy wzrostu jest największa u buka i dębu, znacznie mniejsza u gatunków iglastych, zwłaszcza u sosny.

4. Między wielkością rocznego przyrostu wysokości a długością okresu wzrostu stwierdzono dodatnią korelację. Związek ten okazał się stosun-

kowo słaby u sosny, a dla sezonu 1970 nawet nieistotny. Może to wynikać z małej zmienności długości okresu wzrostu u tego gatunku. Badany związek okazał się dość silny u dębu.

5. Dla niektórych gatunków drzew stwierdzono korelację między długością okresu wzrostu sezonu wegetacyjnego i długością okresu wzrostu sezonu wcześniejszego. Istotność tego związku stwierdzono u jodły, buka i sosny (w dwóch przypadkach przy poziomie istotności 0,05). Dla gatunków tych drzewka, które mają długi okres wzrostu w danym roku, mają również długi okres wzrostu w roku następnym.

6. Dla niektórych gatunków drzew stwierdzono korelację między długością pędu wytworzonego w sezonie wegetacyjnym i długością pędu wytworzonego w sezonie wcześniejszym. Związek ten okazał się dość silny u jodły, słaby i istotny jedynie w jednym przypadku u świerka i buka, natomiast istotny u sosny na poziomie 0,05. U wymienionych gatunków drzewka, które wytwarzały długi pęd w danym roku, wytwarzały również długi pęd w roku następnym.

7. Przebieg dobowego przyrostu wysokości w sezonie wegetacyjnym przedstawia linia łamana o wyraźnie większych wartościach przyrostu w środkowej fazie wzrostu z widocznym w tym okresie maksimum wartości przyrostu dobowego. Przebieg ten u gatunków z jednym cyklem wzrostu w sezonie wegetacyjnym jest na ogół podobny do przebiegu rocznego przyrostu wysokości w okresie życia drzew danego gatunku. U buka i dębu są niekiedy 2 lub 3 okresy kulminacji.

Kulminacja dobowego przyrostu wysokości wystąpiła średnio u sosny w 22 dniu wzrostu wysokości, u jodły 42 dnia, świerka 39 dnia, modrzewia 37 dnia, buka 24 dnia i dębu w I cyklu 8 dnia oraz w II cyklu 10 dnia wzrostu. Zmienność czasu kulminacji, mierzona wartością odchylenia standardowego jest największa u buka (17—20 dni), natomiast u innych gatunków znacznie mniejsza ($\delta = 3-9$ dni).

8. Dobowy przyrost wysokości w okresie kulminacji osiągnął największą wartość u buka i dębu (20—24 mm), nieco mniejszą u sosny i modrzewia (16—19 mm) i najmniejszą u jodły i świerka (9—11 mm). Zmienność dobowego przyrostu wysokości jest największa u buka i dębu ($\delta = 7-11$ mm), znacznie mniejsza u gatunków iglastych ($\delta = 3-4$ mm).

9. U jodły, buka i dębu stwierdzono związek między czasem wystąpienia kulminacji przyrostu dobowego i długością okresu wzrostu. Także u świerka dla dwóch okresów stwierdzono ten związek, ale na poziomie istotności 0,05. U wymienionych gatunków później kulminują te drzewka, które mają dłuższy okres wzrostu.

10. Podjęty temat wymaga dalszych badań. Badania te można rozszerzyć przez wydłużenie okresu obserwacji, np.: do 10 lat lub też przez uwzględnienie innych cech wzrostu, np.: grubości drzewa. Jednak podjęcie na szeroką skalę takich badań wymaga przede wszystkim ustalenia jednolitej metodyki badań.

LITERATURA

1. Achmierow A. M. — O dynamice prirosta sosny obyknowiennoj w wegetacyjnoj period. „Lesnoj Żurnał” 1967, nr 5.
2. Anič M. — Rhythmus des Höhenwachstums bei Pflanzen verschiedener Holz-

- arten im Laufe der Vegetationsperiode. Institut für Waldbau der Fakultät für Forstwirtschaft, Zagreb, Yugoslavia—London 1958.
3. Praca zbiorowa. Arboretum w Rogowie. PWRiL, Warszawa 1966.
 4. Assmann E. — Nauka o produktyjności lasu. PWRiL, Warszawa 1968.
 5. Bałut S. — Próba wykorzystania zjawisk fotoperiodycznych do badań rozwoju stadialnego roślin drzewiastych. „Sylwan” 1954, nr 3.
 6. Bjuggsjen M. — Strojienije i żyżń naszich lesnych dieriewiew. SPB 1927.
 7. Boborieko E. Z. — Siezonnij ritm rosta pobiegow introducirowannych bojarisznikow *Crataegus L.* Mińsk 1966.
 8. Borowski M. — Statystyka matematyczna. Warszawa 1969.
 9. Borowski M. — Przyrost drzew i drzewostanów. PWRiL, Warszawa 1974.
 10. Gowin T. — Development of apical buds of Scots pine (*Pinus silvestris L.*) seedlings of different provenience. „Ekologia Polska” 1972, vol. XX, nr 48.
 11. Gowin T. — Growth of scots pine (*Pinus silvestris L.*) seedlings of different provenience on comparative plantations in three regions of Poland. „Ekologia Polska” 1973, vol. XXI, nr 21.
 12. Griffing C. G., Elan W. — Height Growth Patterns of Loblolly Pine Saplings. „Forest Science” vol. 17, nr 1, March 1971.
 13. Hoffman G. — Wurzel- und Sprosswachstumsperiodik der Jungpflanzen von *Quercus robur L.* im Freiland und unter Schattenbelastung. „Arch. f. Forstwesen” 1967, t. 16, nr 6/9.
 14. Józefaciuk W. — Obserwacje nad wpływem warunków meteorologicznych na przyrost wysokości sadzonek leśnych. „Prace IBL” 1961, nr 230.
 15. Kocięcki S. — Wielkość i przebieg rocznego przyrostu wysokości sadzonek modrzewia różnego pochodzenia. „Sylwan” 1969, nr 10.
 16. Kobranow N. P. — Selekcja duba. M. 1925.
 17. Kozłowski T. T. — Growth and development of trees. Vol. I. Seed, germination, ontogeny and short growth. Academic Press, New York 1971.
 18. Krajewoj S. A., Jaskin B. J. — O wazmożnych przicinach poliwalentnowo rosta duba czereszkatowo. D.A.N. SSSR, 1957, t. 117, nr 2.
 19. Lutzke R. — Der innerjährliche Gang des Höhenzuwachses der Kiefer in Abhängigkeit von den Witterungselementen. „Flora”, B 1, 1972.
 20. Michalak K. — Wzrost i przyrost wysokości w drzewostanie sosnowym z puszczy Augustowsko-Suwalskiej w zależności od stanowiska biosocjalnego drzew. „ZN SGGW”, Leśnictwo 15, Warszawa 1970.
 21. Michalak K. — Charakterystyka dendrometryczno-przyrostowa jodły syberyjskiej w Arboretum Leśnym w Rogowie — „ZN SGGW”, Leśnictwo 19, Warszawa 1973.
 22. Mitscherlich G., Schöpfer W., Sloboda B., Künstle E. — Über den Jahresablauf des Höhenzuwachses junger Nadelbäume. „Allgemeine Forst- und Jagdzeitung” z. 1, 1973.
 23. Nowikowa A. A. — Periodiczność rosta siejancew miestnych i introducirowanych driewiesnych porod. Mińsk 1965.
 24. Odin H. — Studies of the increment rhythm of Scots pine and Norway spruce plants. „Studia Forestalia Suecica nr 97, 1972.
 25. Pintarič K. — Uslovjenost ritma privaščivanja u visinu od sume temperature. „Narodni Šumar”. XXV, z. 56, Sarajewo 1971.
 26. Serebrjakow J. G. — Morfologia wiegietatywnych organow wysszych rastenij. M. 1952.
 27. Sirotkin J. D., Amufrijewa W. G. — Osobiennosti sezonnogo rosta

sosny i jeli w smieszanych lesnych kulturach. „Lesowiedienija i liesnoje chozjajstwo. Mińsk 1973.

28. Smirnow W. W. — Sezonnyj prirost odnoletnich pobiegow i chwoi u jeli i sosny. Soob. Łab. Les. W. 5, M. 1961.
29. Smirnow W. W. — Sezonnyj rost gławniejszich drowiesnych porod. — Izdatielstwo „Nauka”, Moskwa 1964.
30. Stecki Z. — Badania przebiegu wzrostu na wysokość pędów topoli w ciągu sezonu wegetacyjnego. „Arboretum Kórnickie” R. XVI, 1971.
31. Szkutko J. W. — Chwojnyje ekzoty Bielorusi i ich chozjajstwiennieje znaczenie. Mińsk 1970.
32. Tomanek J., Bednarek A. — Materiały klimatyczne dla lasów Doświadczalnych SGGW w Rogowie. Warszawa 1973.
33. Tomanek J. — Wyniki spostrzeżeń nad przebiegiem usłonecznienia w Rogowie w latach 1961—1965. „ZN SGGW”, Leśnictwo 15, Warszawa 1970.
34. Żelawski W. — Wpływ fotoperiodyzmu na długość okresu wegetacji siewek modrzewia europejskiego. „Sylwan” 1954, nr 3.
35. Żelawski W. — Czynniki termiczny i świetlny w okresie budzenia się pączków drzew na wiosnę. „Sylwan” 1954, nr 6.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 6 maja 1977 r.

Краткое содержание

Исследования ритмичности прироста высоты в вегетационный период проводились в шести культурах: сосновой, пихтовой, еловой, лиственничной, буковой и дубовой. В каждой культуре измерялась длина годовичного прироста главного побега на приблизительно 50 деревцах через каждые 3 дня и в течение 3 очередных вегетационных периодов — 1969—1971 у лиственницы и 1968—1970 у остальных пород.

В росте высоты в вегетационный период выделены 3 фазы роста. Первая фаза (начальная) продолжается короче всех у лиственницы (составляет она 5% продолжительности периода роста), а длиннее всех у пихты (38%), Вторая фаза (центральная) дольше всех продолжается у лиственницы (85% продолжительности периода роста, а короче всех у пихты (44%). Третья фаза (конечная) продолжительнее всего у бука (34%), самая короткая у дуба во II цикле (3% продолжительности периода роста).

Средняя продолжительность периода роста самая большая у лиственницы (около 100 дней), потом у пихты (73 дня), ель (64 дня), сосны (61 день), бука (50 дней) у дуба 38 (дней).

Кульминация суточного прироста высоты наблюдалась в среднем на 22 день роста высоты у сосны, 42 день у пихты, на 39 день у ели, на 37 день у лиственницы, на 24 день у бука и у дуба в I цикле на 8 день и 10 день во II цикле достигая величину суточного прироста в этом периоде 19 мм у сосны, 9 мм у пихты, 11 мм у ели, 16 мм у лиственницы, 23 мм у бука, 20 мм у дуба в I цикле и 24 мм во II цикле.

Между величиной годового прироста высоты и продолжительностью периода роста констатирована дополнительная корреляция. Для некоторых древесных пород установлена корреляция между продолжительностью периода роста вегетационного периода и продолжительностью периода роста более раннего сезона, а также между длиной побега, выросшего в вегетационном сезоне и длиной побега выросшего в более раннем сезоне.

Summary

Studies on the rhythm of height growth during vegetation season were carried out in six plantations, namely: pine, fir, spruce, larch, beech, and oak one. On each plantation the length of current-year leader was measured on ca 50 saplings at 3 day intervals during three subsequent vegetation seasons — 1969—1971 for larch and 1968—1970 for the remaining species.

Three growth phases were identified in the height growth during vegetation season. The first (initial) phase is shortest in larch (it comprises 5% of the duration of growth period), and longest — in fir (38%). The second (central) phase is longest in larch (85% of the duration of growing period), and shortest in fir (44%). The third (terminal) phase is longest in beech (34%), while shortest in oak in the II cycle (3% of the duration of growth period).

The mean duration of the growing period is greatest in larch (about 100 days), then in fir (73 days), spruce (64 days), pine (61 days), beech (50 days), and in oak (38 days).

The culmination of the diurnal height growth occurred on average on the 22nd day of height growth in pine, 42nd day — in fir, 39th day — in spruce, 37th day — in larch, 24th day in beech, and in oak in the I cycle on 8th day and in II cycle — on 10th day, while attaining the value of diurnal growth during this period of 19 mm in pine, 9 mm in fir, 11 mm in spruce, 16 mm in larch, 23 mm in beech, and 20 mm in oak in the I cycle and 24 mm — in the II cycle.

Positive correlation was found between the size of the annual height growth and the duration of a growing period.

Correlation between the duration of growing period during vegetation season and the duration of growing period of the previous season as well as between the length of shoot formed during vegetation season and the length of shoot formed during the previous season was found for certain tree species.