

BOGUSŁAW BOGACIŃSKI, STEFAN ZAJĄCZKOWSKI, TOMASZ J. WODZICKI

**Zmienność inicjacji
i kończenia sezonowej aktywności kambium
w populacjach drzewostanowych *Pinus sylvestris* L. ¹⁾**

Изменчивость начала и прекращения сезонной активности
камбия в популяциях насаждений *Pinus sylvestris* L.

Variability of initiation and termination of seasonal cambial activity in forest
populations of *Pinus sylvestris* L.

WSTĘP

Podstawą selekcji najbardziej produktywnych drzew leśnych powinna być znajomość zmienności populacyjnej w stosunku do procesów morfogenetycznych bezpośrednio związanych z tworzeniem się drewna. Brak odpowiednich kryteriów morfogenetycznych powoduje jednak, że stosowane dotychczas metody selekcji drzew leśnych opierają się głównie na zewnętrznych cechach fenotypowych, przy niewielkim stopniu znajomości cech genetycznych, od których uzależniona jest ilość i jakość produkowanej masy drzewnej.

Z wcześniejszych badań wynikało, że w wyrównanej pod względem pierśnicy populacji 60-letnich drzew sosny pospolitej występuje znaczna zmienność pod względem tworzenia się drewna (4). Dotyczy ona zarówno terminów rozpoczynania i kończenia aktywności ksylogennej kambium jak też liczby produkowanych cewek w rocznym słoju drewna.

Celem obecnych badań było bliższe poznanie źródeł zmienności dotyczącej procesów tworzenia się drewna oraz próba określenia stopnia jej uwarunkowania czynnikami genetycznymi w drzewostanach sosny pospolitej zróżnicowanych pod względem wieku, pierśnic i siedliska. Zakładając, że cechy uwarunkowane genetycznie charakteryzują się znaczną stałością w stosunku do zmiany czynników środowiskowych, badania nad stałością cech wykonano w trzech sezonach wegetacyjnych. Zmian interakcji konkurencyjnej dokonano przez rozgęszczenie populacji drzew.

Badaniami zmienności objęto następujące zagadnienia:

¹⁾ Badania wykonano w ramach problemu węzłowego 09.10., w temacie 09.10.01.01. „Badanie wewnątrzgatunkowej zmienności oraz wartości hodowlanej gatunków rodzimych różnych proveniencji”, koordynowanym przez Zakład Nasiennictwa i Selekcji Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie.

1) terminy rozpoczęcia i kończenia aktywności kambium związanej z tworzeniem się drewna,

2) długość okresu tworzenia się drewna ze strefy kambialnej i intensywność tego procesu,

3) grubość ściany komórkowej i średnicę promieniową cewek,

4) wskaźnik produkcji masy drzewnej wyrażony sumaryczną dla słoja powierzchnią przekroju poprzecznego ścian cewek.

Wyniki badań omówiono w czterech kolejnych publikacjach. W pierwszej, którą stanowi niniejsza praca, przedstawione są zagadnienia dotyczące zróżnicowania populacji pod względem terminów rozpoczynania i kończenia aktywności ksylogennej kambium w sezonie.

MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano w leśn. Głuchów nadl. Rogów, podlegającego Leśnemu Zakładowi Doświadczalnemu SGGW-AR w Rogowie k. Koluszek. W wybranych drzewostanach sosnowych założono cztery powierzchnie doświadczalne wielkości 3—5 ha. Drzewa, z których pobierano próbki do badań anatomicznych wybrano z całej populacji na każdej powierzchni doświadczalnej wg następujących kryteriów wieku i pierśnicy:

a) bór świeży:

wiek 33 lata, pierśnice: 8,0—9,5 cm i 13,5—16,5 cm

wiek 87 lat, pierśnice: 18,0—23,0 cm i 28,0—33,0 cm

b) bór mieszany:

wiek 36 lat, pierśnice: 11,0—13,0 cm i 17,5—22,0 cm

wiek 83 lata, pierśnice: 21,0—27,0 i 32,0—40,0 cm

Zbiory próbek wykonano w latach 1980, 1982 i 1984 w następujących terminach: 22 IV, 6 V, 20 V, 3 VI, 1 VII, 19 VIII, 2 IX i 16 IX.

Próbki pobierano okrągłym dłutem o średnicy 5 mm; odległość między próbkami w kolejnych terminach wynosiła 1 cm (3, 4). Ogólna liczba drzew próbnych wynosiła 750. Połowę z nich stanowiły drzewa, wokół których jesienią 1980 r. usunięto drzewa sąsiednie w celu ograniczenia interakcji konkurencyjnej. Wokół pozostałych drzew próbnych, stanowiących kontrole, nie prowadzono żadnych zabiegów. Podstawowa populacja doświadczalna w drzewostanach kontrolnych i poddanych zabiegowi rozgęszczenia liczyła 25 drzew.

Próbki do badań anatomicznych zawierały warstwę łyka, strefę kambialną oraz warstwę różnicującego się i w pełni zróżnicowanego drewna w ostatnim słoju rocznym. Pomiary mikroskopowe wykonano na zamkniętych w balsamie kanadyjskim preparatach przekrojów poprzecznych barwionych safraniną i zieleniną świetlistą (2).

Przy użyciu mikroskopu optycznego, na każdym preparacie określano liczbę komórek w czterech promieniowych rzędach, od strefy kambialnej do granicy ostatniego rocznego słoja drewna. Przy zaliczaniu komórek do poszczególnych stref różnicującego się ksylemu oparto się na kryteriach proponowanych przez Wilsona i in. (1). Kryterium wiosennej inicjacji aktywności ksylogennej kambium stanowił przyrost jednej komórki w strefie kambialnej, w stosunku do okresu spoczynku. Kry-

Srednie temperatury powietrza (°C) i sumy opadów (mm) w sezonach wegetacyjnych
1980—1984 r. w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym SGGW-AR w Rogowie

Okres	marzec		kwiecień		maj		czerwiec		lipiec		sierpień		wrzesień	
	tem- pera- tura	suma opa- dów	tem- pera- tura	suma opa- dów	tem- pera- tura	suma opa- dów	tem- pera- tura	suma opa- dów	tem- pera- tura	suma opa- dów	tem- pera- tura	suma opa- dów	tem- pera- tura	suma opa- dów
1980	-0,1	21,0	5,5	52,0	9,0	32,8	15,1	106,5	15,7	135,4	15,5	119,7	11,5	33,5
1981	4,0	43,6	5,2	12,1	13,3	32,3	16,3	96,1	16,6	123,2	15,7	60,2	13,2	23,1
1982	3,0	6,0	4,7	32,0	13,1	47,4	14,8	106,6	17,8	36,8	17,5	68,7	13,7	12,3
1983	3,7	58,1	9,0	16,8	14,5	76,7	15,7	23,8	18,6	53,0	16,9	45,2	13,6	15,1
1984	0,4	28,6	7,6	19,9	12,8	59,9	13,6	58,8	15,8	65,6	17,6	16,9	12,3	124,5
średnie wielo- letnie (1971—1980)	2,2	30,4	6,2	41,2	12,4	64,3	15,6	67,3	16,7	104,6	16,3	83,6	11,7	59,5

terium zakończenia aktywności tworzenia drewna z kambium w okresie letnim stanowił brak komórek w strefie wzrostu promieniowego (4).

Przedstawione w pracy dane meteorologiczne (tab. 1) uzyskano ze stacji meteorologicznej na terenie L.Z.D. w Rogowie, położonej w odległości ok. 15 km od drzewostanów doświadczalnych.

W sezonie 1984 r. miesięczne sumy opadów zarejestrowane od marca do sierpnia były niższe od średnich wieloletnich. Niskie opady zanotowano w kwietniu, lipcu, a szczególnie w sierpniu, kiedy miesięczna suma opadów nie przekroczyła 17 mm, podczas gdy średnia wieloletnia dla tego miesiąca w Rogowie wynosi 84 mm. Okresowi suszy w sierpniu towarzyszyła stosunkowo wysoka temperatura.

W sezonie 1982 r. opady w poszczególnych miesiącach były również niższe od średnich wieloletnich, z wyjątkiem czerwca. Wyjątkowo niskie sumy opadów zanotowano w marcu i we wrześniu. Średnie miesięczne temperatury marca, maja oraz lipca — września były wyższe od średnich wieloletnich.

W 1980 r. nie zanotowano okresów suszy.

Uzyskane w badaniach wyniki zostały poddane analizie statystycznej i przedstawione w formie tabel, wykresów i diagramów. Podane w opisach wartości pierśnicy i wieku drzew odnoszą się do początku badań tj. 1980 r.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

a) Wiosenna inicjacja aktywności kambium

Średnie dla populacji terminy rozpoczynania aktywności ksylogennej kambium zawierały się w przedziale 26 IV—15 V (tab. 2). U niektórych osobników pierwsze podziały merystematyczne wystąpiły już przed pierwszym terminem zbioru próbek, tj. 22 IV. Były jednak również i takie drzewa, które funkcjonowanie kambium rozpoczynały dopiero po 3 VI. Określona przy pomocy wielkości odchylenia standardowego zmienność pod względem inicjacji aktywności kambium dla poszczególnych populacji w różnych sezonach wegetacyjnych wahała się w granicach od 0 do 18 dni.

Drzewa z wyższych klas pierśnic odznaczały się zwykle mniejszą zmiennością niż drzewa cienkie. Drzewa te rozpoczynały tworzenie cewek zwykle wcześniej niż drzewa cieńsze. Największe różnice ok. 10—15 dni wystąpiły w latach 1982 i 1984 u drzew ze starszej klasy wieku, na siedlisku boru świeżego.

Terminy rozpoczynania produkcji cewek wykazywały nieznaczne zróżnicowanie, nie wykazujące prawidłowości związku w zależności od siedliska (w granicach 5—10 dni). Również i wiek drzew nie miał wyraźnego wpływu na terminy rozpoczynania aktywności ksylogennej kambium.

Zabieg rozgęszczenia populacji nie miał wyraźnego wpływu na termin inicjacji produkcji cewek, z wyjątkiem drzew cienkich II klasy wieku na siedlisku boru mieszanego w sezonie 1982 r.

Porównując średnie terminy rozpoczynania aktywności kambium w trzech sezonach wegetacyjnych u tych samych grup drzew można zauważyć zróżnicowanie sięgające 16 dni. Największe różnice wystąpiły u drzew na siedlisku boru świeżego oraz u drzew cienkich z młodszej klasy wieku na siedlisku boru mieszanego. W latach 1982 i 1984 średni termin rozpoczynania aktywności kambium w tych grupach drzew przypadłał ok. 10 dni później niż w 1980 r.

Analizując zróżnicowanie terminów wiosennej inicjacji kambium u pojedynczych drzew w różnych sezonach można zauważyć, że wyrażona wielkością odchylenia standardowego zmienność wahała się w granicach 2,7 do 18,1 dnia i była zbliżona do zmienności, jaką stwierdzono dla poszczególnych populacji w jednym sezonie wegetacyjnym (tab. 3). U około połowy drzew wiosenna inicjacja kambium w kolejnych sezonach odbywała się w tych samych terminach. Występowały jednak i takie osobniki, u których różnice te przekraczały 4 tygodnie, a w sporadycznych przypadkach 6 tygodni.

b) Kończenie aktywności kambium w sezonie

Średnie terminy kończenia produkcji cewek z kambium dla poszczególnych populacji w różnych sezonach wegetacyjnych zawierały się w okresie 19 VIII—21 IX (tab. 2).

W sezonie 1984 r., w którym wystąpiła susza, wszystkie populacje drzew kończyły aktywność merystematyczną wcześniej (10—20 dni) niż w latach 1980 i 1982.

Z porównania wartości odchyłeń standardowych średnich terminów kończenia aktywności ksylogennej kambium w poszczególnych populacjach z analogicznymi danymi odnoszącymi się do terminów inicjacji kambium wynika, że zmienności te były zbliżone. Również i z zawartych w tab. 3 danych odnoszących się do różnic w kończeniu aktywności kambium u pojedynczych drzew w sezonach 1982 oraz 1984 w porównaniu z sezonem 1980 wynika, że wartości odchyłeń standardowych były generalnie podobne do tych, jakie obserwowano dla procesu wiosennej inicjacji. W 1982 r. różnice w kończeniu aktywności podziałowej kambium w porównaniu z 1980 r. na ogół nie przekraczały 2 tygodni. Różnice te były jednak większe w 1984 r. kiedy u znacznej części drzew kończenie procesu tworzenia się drewna wystąpiło o 4 tygodnie, a czasem o 6 tygodni wcześniej niż w 1980 r.

Drzewa z wyższych klas pierśnic kończyły zwykle aktywność kambium o kilka dni później niż drzewa cieńsze tej samej klasy wieku na podobnym siedlisku. Większą różnicę (17 dni) zanotowano w przypadku drzew młodych na siedlisku boru mieszanego w 1982 r.

Siedlisko i wiek drzew nie miały wyraźnego wpływu na terminy kończenia produkcji cewek z kambium w sezonie.

Generalnie, zabieg rozgęszczenia populacji wykonany w 1980 r. powodował późniejsze kończenie aktywności kambium w latach 1982 i 1984 u drzew cienkich, szczególnie z wyższej klasy wieku na siedlisku boru świeżego. W 1982 r. wyraźny wpływ trzebieży zaznaczył się u drzew

Rozpoczynanie i kończenie aktywności kambialnej związanej z tworzeniem się drewna w sezonach 1980, 1982 i 1984 r. w populacjach drzewostanowych sosny, zróżnicowanych pod względem siedliska, wieku, klasy grubości i zagęszczenia populacji

S — odchylenie standardowe średnich terminów

K — populacje kontrolne

T — populacje rozgęszczone po zakończeniu sezonu 1980 r.

Sied- lisko	Wiek (lata)	Pierś- nica (cm)	Wa- riant	Rozpoczynanie						Kończenie					
				1980 r.		1982 r.		1984 r.		1980 r.		1982 r.		1984 r.	
				średni termin	S (dni)	średni termin	S (dni)	średni termin	S (dni)	średni termin	S (dni)	średni termin	S (dni)	średni termin	S (dni)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		8,0—9,5	K	9 V	6,29	1 V	12,09	—	—	12 IX	6,86	13 IX	13,56	—	—
			T	10 V	7,92	3 V	6,06	—	—	11 IX	9,44	19 IX	10,10	—	—
			K	15 V	10,23	—	—	30 IV	3,80	11 IX	10,23	—	—	27 VIII	8,38
			T	4 V	6,78	—	—	30 IV	3,80	12 IX	9,70	—	—	2 IX	9,80
	33		K	29 IV	0,00	1 V	5,22	—	—	17 IX	8,00	15 IX	12,77	—	—
		13,5—16,5	T	2 V	9,10	30 IV	2,74	—	—	18 IX	6,72	16 IX	11,28	—	—
			K	30 IV	2,74	—	—	29 IV	0,00	19 IX	6,29	—	—	26 VIII	0,00
			T	30 IV	2,74	—	—	1 V	8,23	19 IX	6,06	—	—	27 VIII	5,60
Bór świeży	87	18,0—23,0	K	15 V	10,23	11 V	13,53	9 V	14,84	10 IX	14,54	2 IX	13,20	23 VIII	8,06
			T	12 V	9,66	11 V	15,25	4 V	10,61	13 IX	12,53	13 IX	9,43	8 IX	13,98

d.c. tab. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Bór świeży	87	28,0—33,0	K	12 V	2,74	26 IV	9,70	26 IV	7,92	16 IX	8,04	16 IX	6,99	31 VIII	13,06		
			T	12 V	4,92	28 IV	6,24	27 IV	12,14	14 IX	6,78	15 IX	9,70	3 IX	8,07		
	36	11,0—13,0	K	5 V	8,96	11 V	16,82	—	—	—	14 IX	10,55	1 IX	8,96	—	—	
			T	3 V	10,26	2 V	6,86	—	—	—	12 IX	10,48	7 IX	10,23	—	—	
			K	2 V	7,29	—	—	11 V	17,35	12 IX	9,92	—	—	—	—	19 VIII	7,00
			T	6 V	8,96	—	—	12 V	17,84	12 IX	8,85	—	—	—	—	23 VIII	5,96
			K	2 V	5,98	1 V	6,03	—	—	—	—	20 IX	6,86	18 IX	7,80	—	—
			T	30 IV	3,80	29 IV	0,00	—	—	—	—	19 IX	6,29	16 IX	9,80	—	—
			K	1 V	4,55	—	—	30 IV	5,49	19 IX	6,29	—	—	—	—	27 VIII	2,74
			T	2 V	5,98	—	—	4 V	12,88	21 IX	5,13	—	—	—	—	29 VIII	8,05
Bór mieszany	83	21,0—27,0	K	2 V	8,85	1 V	8,23	9 V	12,22	17 IX	8,92	8 IX	12,19	26 VIII	7,00		
			T	30 IV	3,80	3 V	12,35	6 V	12,60	17 IX	9,76	10 IX	15,07	26 VIII	6,86		
	32,0—40,0	83	32,0—40,0	K	29 IV	0,00	30 IV	2,74	30 IV	8,78	21 IX	4,55	17 IX	8,92	3 IX	8,92	
				T	30 IV	2,74	29 IV	0,00	28 IV	9,83	20 IX	5,60	15 IX	8,96	1 IX	10,68	

Różnice w terminach rozpoczynania oraz kończenia aktywności ksylogennej kambium w populacji sosny w latach 1982 i 1984 w porównaniu z sezonem 1980 r.

\bar{x} — średnie różnice (znaki „—” oznaczają wcześniejsze w stosunku do 1980 r. terminy rozpoczynania lub kończenia aktywności kambium)

S — odchylenie standardowe średnich

K — populacje kontrolne

T — populacje rozgęszczone po zakończeniu sezonu 1980 r.

Sied- lisko	Wiek (lata)	Pierśnica (cm)	Wa- riant	Rozpoczynanie				Kończenie			
				1982—1980		1984—1980		1982—1980		1984—1980	
				\bar{x} (dni)	S (dni)	\bar{x} (dni)	S (dni)	\bar{x} (dni)	S (dni)	\bar{x} (dni)	S (dni)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bór świeży	33	8,0—9,5	K	— 8,4	15,8	—15,1	10,4	1,7	12,7	—15,7	10,7
			T	— 7,0	9,0	— 4,7	6,6	7,0	12,8	—10,1	12,2
		13,5—16,5	K	2,2	5,1	— 0,6	2,7	— 1,2	10,6	—24,1	6,3
			T	— 2,8	9,6	1,1	5,5	— 1,7	10,0	—23,1	7,8
	87	18,0—23,0	K	— 4,5	13,0	— 6,4	12,1	— 7,3	15,4	—17,5	14,7
			T	— 1,8	18,1	—10,2	10,5	0,0	10,9	— 4,0	11,5
		28,0—33,0	K	—16,2	10,2	—16,2	8,6	— 0,6	7,4	—16,2	11,0
			T	—14,0	7,0	—15,3	14,6	0,0	11,9	—10,8	8,4
Bór mieszany	36	11,0—13,0	K	6,4	17,6	8,3	15,0	—12,9	12,5	—24,8	9,4
			T	— 1,7	8,2	7,0	17,1	— 5,0	13,6	—20,2	9,8
		17,5—22,0	K	— 1,7	7,2	0	6,9	—2,2	7,6	—23,5	7,6
			T	— 1,1	3,8	1,8	13,3	— 3,4	12,7	—23,5	9,8
	83	21,0—27,0	K	— 1,1	12,5	7,3	14,9	— 8,4	13,1	—21,6	9,9
			T	3,4	12,1	5,6	11,9	— 7,3	13,8	—21,8	10,5
		32,0—40,0	K	0,6	2,8	1,1	8,8	— 4,5	10,3	—18,5	10,3
			T	— 0,6	2,8	— 1,7	9,3	— 5,2	8,9	—18,7	11,9

młodszych niższej klasy pierśnic na siedlisku boru mieszanego. Różnice w terminach między populacjami rozgęszczonymi i kontrolnymi wynosiły 5—15 dni.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Uzyskane wyniki badań można podsumować następująco:

1. Średnie dla populacji terminy rozpoczynania aktywności ksylogennej kambium zawierały się w przedziale 26 IV—15 V, a terminy kończenia w zakresie 19 VIII — 21 IX. W skrajnych przypadkach różnicowanie terminów rozpoczynania tworzenia drewna przekraczało 6 tygodni, a terminów kończenia produkcji cewek — 4 tygodnie.

2. Drzewa z wyższych klas grubości, obu klas wieku, na obydwu siedliskach, rozpoczynały aktywność ksylogenną kambium wcześniej (o ok. 10 dni) i zwykle później ją kończyły niż drzewa cieńsze. Zabieg rozgęszczenia populacji powodował opóźnienie terminu kończenia aktywności kambium u drzew cienkich. Natomiast u drzew grubszych efekt trzebieży nie ujawniał się zarówno w zmianie terminów rozpoczynania jak i kończenia aktywności kambium.

3. Terminy rozpoczynania i kończenia produkcji cewek wykazywały nieznaczne różnicowanie w zależności od siedliska (wahania 5—10 dni). Wiek drzew nie miał wyraźnego wpływu na terminy rozpoczynania i kończenia aktywności ksylogennej kambium.

4. Średnie dla populacji różnice terminów rozpoczynania aktywności ksylogennej kambium w różnych sezonach zawierały się w przedziale 1—16 dni. Wszystkie badane populacje w 1984 r. (w którym wystąpiła susza) kończyły aktywność kambium wcześniej (do 20 dni) niż w latach 1980 i 1982.

Z Katedry Botaniki Leśnej
SGGW-AR w Warszawie

LITERATURA

1. Wilson B. F., Wodzicki T. J., Zahner R.: Differentiation of cambial derivatives: proposed terminology. For. Sci. 1966 Vol. 12 No. 4.
2. Wodzicki T.: Investigation on the kind of *Larix polonica* Rac. wood formed under various photoperiodic conditions. Acta Soc. Bot. Pol. 1960 Vol. 29 nr 3.
3. Wodzicki T. J., Zajaczkowski S.: Methodical problems in studies on seasonal production of cambial xylem derivatives. Acta Soc. Bot. Pol. 1970 Vol. 39 nr 3.
4. Wodzicki T. J., Zajaczkowski S.: Variation of seasonal cambial activity and xylem differentiation in a selected population of *Pinus silvestris* L. Fol. For. Pol. Ser. A, Leś. 1983 z. 25.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 19 grudnia 1986 r.

Краткое содержание

Исследования проведены в сезонах 1980, 1982 и 1984 гг. в популяциях насаждений сосны обыкновенной дифференцированных с точки зрения возраста (II и V класса), диаметра на высоте груди, условий местопроизрастания (бор свежий и бор смешанный) и плотности популяции.

Средние для популяции сроки начала активности камбия заключались в пределе 26.IV — 15.V, а сроки окончания в границах 19.VIII — 1.IX. У отдельных деревьев дифференциация сроков начала превышала 6 недель, а сроков окончания — 4 недели. В разновозрастных насаждениях деревья из высших классов толщины ствола начинали раньше активность камбия (около 10 дней) и обычно позже её заканчивали, чем тонкие деревья. Мероприятие уменьшения плотности популяции проявлялось только у тонких деревьев, вызывая опаздывание срока окончания активности камбия. Возраст деревьев и условия местопроизрастания не имели отчётливого влияния на сроки начала и окончания ксилогенной активности камбия.

Summary

The studies were conducted in vegetation seasons 1980, 1982 and 1984 in stand populations of Scots pine, differing with regard to age (2nd and 5th class), breast height diameter, site (fresh poor coniferous forest site and moderately poor coniferous forest site) and population density.

The means for populations dates of initiation of cambial activity were contained in interval 26.IV — 15.V and the mean dates of termination in interval 19.VIII — 1.IX. In individual tress, the differences in initiation times exceeded 6 weeks, and in the of termination dates 4 weeks. In even-aged stands, trees of higher trunk diameter classes started (about 10 days) earlier the cambial activity and usually terminated it later than thin trees. The effect of reduction of the population density appeared only in thin trees, in form of delayed termination of cambial activity. The age and site did not distinctly influence the dates of initiation and termination of xylogenic cambial activity.