

WŁODZIMIERZ BURACZYK

Wpływ grubości i wysokości świerków na ich owocowanie w Puszczy Białowieskiej

The effect of the width and height on fruit production of Norway spruce
in the Białowieża Primeval Forest

Abstract. The relationship between the width and height and cone production of Norway spruce in the Białowieża Primeval Forest in 2000 was examined. This was the mast year after a two-year period (1998 and 1999) of medium and poor cone crop preceded by a four-year break (1994-1997) in cone production. The fruit crop was determined on the basis of cone quantities produced by single trees. The study on the abundance of cones was conducted on four study plots of an overall area of 8 ha located in the territory of the Białowieża National Park and in the economically utilized part of the Białowieża Primeval Forest. The study plots represented habitats typical for the Białowieża Primeval Forest.

Key words: Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst), cone crop, fructification, seed year, tree size

Wstęp

Owocowanie drzew jest jednym z najważniejszych zjawisk gwarantujących rozpoczęcie złożonego procesu naturalnego i sztucznego odnowienia lasu. Rok urodzaju zapewnia, zarówno odpowiednio dużą ilość, dobrych jakościowo nasion, jak również za ich pośrednictwem, przekazanie materiału genetycznego dla następnych pokoleń roślin. Na obfity urodzaj nasion mają wpływ właściwości danego gatunku oraz szereg czynników zewnętrznych, takich jak warunki pogodowe w roku poprzedzającym rok urodzaju, w okresie kwitnienia oraz zawiązywania owoców, żyzność gleby, stan zdrowotny drzewa itp.

Drzewa po osiągnięciu określonego wieku owocują okresowo. Gatunki lekkonasienne obradzają często, natomiast ciężkonasienne mają dłuższe przerwy między latami nasieniami. Na produkcję nasion i owoców drzewa zużywają materiały odżywcze, co przy dużych nasionach jest główną przyczyną wydłużenia okresu między kolejnymi okresami obfitego urodzaju [Tyszkiewicz 1949]. Świerk w warunkach Polski obradza średnio co 3-5 lat, natomiast na obrzeżach swego zasięgu (np. Skandynawii) co 11-12 lat [Tomanek 1966, Chałupka 1975]. Produkcja dużej ilości nasion osłabia także wzrost drzew, czego skutkiem może być mniejszy ich przyrost na grubość i wysokość [Chałupka 1975]. Po roku urodzaju drzewa świerka muszą odbudować składniki pokarmowe utracone na budowę szyszek i

nasion, przez co najczęściej nie obserwuje się owocowania w dwóch kolejnych latach [Chałupka, Giertych 1973].

Na rozwój generatywny świerka bardzo duży wpływ mają warunki pogodowe, a szczególnie temperatura w okresie zawiązywania pąków oraz kwitnienia. Wysoka temperatura przełomu czerwca i lipca roku poprzedzającego owocowanie wpływa korzystnie na zawiązywanie pąków kwiatowych świerka [Chałupka 1975]. Temperatura ma także bardzo istotny wpływ na proces kwitnienia, który w warunkach Polski odbywa się pod koniec kwietnia. Spadek temperatury w tym okresie (przymrozki) powoduje silne zakłócenie procesu zapylania [Sarvas 1970]. Duże nasłonecznienie w czerwcu oraz niedobór opadów latem także sprzyja rozwojowi szyszek i nasion w roku następnym [Chałupka 1975]. Wielkość owocowania świerka jest dodatnio skorelowana z żyznością siedliska. Zależność ta jest jednak mniej widoczna w latach obfitego urodzaju [Barabin 1969].

Duży wpływ na owocowanie świerka mają wymiary oraz pozycja drzew w drzewostanie. Dodatnią korelację stwierdzono między grubością i wysokością świerków, a ilością wytwarzanych na nich kwiatów, a następnie szyszek [Chałupka, Giertych 1975]. Drzewa najwyższe, tworzące główne sklepienie drzewostanu, produkują około 80% szyszek w skali całego drzewostanu [Chałupka 1998]. Poszczególne drzewa w drzewostanach świerkowych wykazują duże zróżnicowanie pod względem ilości produkowanych szyszek. Około 25% drzew w populacjach świerka obradza intensywnie i to właśnie one w dużym stopniu decydują o wielkości plonu, szczególnie w latach urodzaju [Eliason, Carlson 1968].

Informacje te wskazują na dużą złożoność procesu owocowania, a tym samym na potrzebę dalszych badań w tym zakresie. Szczególną wagę mają badania nad owocowaniem drzew w okresie narastających zmian klimatycznych i wynikających z nich anomalii pogodowych. Gatunkiem, który w widoczny sposób zareagował na suszę początku lat dziewięćdziesiątych, był świerk. Następstwem osłabienia drzewostanów świerkowych, szczególnie w północno-wschodniej Polsce, były ogromne szkody spowodowane przez korniki. Niewątpliwie działanie, najpierw suszy, a następnie szkodników owadzych, mogło istotnie wpłynąć na proces owocowania świerka. Obfity urodzaj świerka w północno-wschodnich regionach Polski odnotowano w latach 1980, 1981, 1992, 1993 oraz ostatni urodzaj w 1998 [Kantorowicz 2000]. Po obfitym obradzaniu na początku lat dziewięćdziesiątych nastąpiło masowe zamieranie tego gatunku w latach 1993 i 1994, a przerwa w obradzaniu trwała cztery lata.

Z badań wykonanych w Katedrze Hodowli Lasu SGGW na stałych powierzchniach badawczych na terenie Białowieskiego Parku Narodowego wynika, że świerk w tym rejonie obrodził także w 1999 roku.

Metodyka badań

Ocenę owocowania świerka przeprowadzono na czterech stałych powierzchniach badawczych Katedry Hodowli Lasu położonych na terenie części zagospodarowanej Puszczy Białowieskiej (oddz. 334, 526, 582) oraz w Białowieskim Parku Narodowym (oddz. 284/285). Pomiarami objęto łącznie 8 ha drzewostanów uznawanych za najbardziej reprezentatywne dla Puszczy. W celu określenia wpływu żyzności gleby na proces owocowania

świerka, w obrębie tych powierzchni wydzielono trzy grupy siedlisk: borowe, lasowe oraz olsowe.

Wielkość owocowania określano na podstawie obłożenia szyszkami koron świerków. W tym celu, na wszystkich świerkach rosnących w obrębie powierzchni badawczych, policzono szyszki znajdujące się na widocznej, najczęściej południowej części korony. Taka metoda pozwalała policzyć wszystkie szyszki na drzewach o luźnych i krótkich koronach. Wynik liczenia na drzewach o długich i gęstych koronach był zaniżony o około 5-10% (pomiar kontrolny), ponieważ nie były uwzględniane szyszki znajdujące się po przeciwnej stronie korony w stosunku do punktu, z którego był wykonywany pomiar. Mały błąd pomiaru wynika głównie z tego, że w największym stopniu obłożone były wierzchołki drzew, na których wszystkie szyszki były widoczne.

Wyniki

Wydzielone grupy siedlisk różniły się pod względem nie tylko żyzności i wilgotności, ale także pod względem składu gatunkowego i udziału w nim świerka. Drzewostan występujący na siedliskach borowych składał się głównie ze świerka (powyżej 50%), sosny i graba oraz niewielkich ilości lipy, dębu i brzozy (tab. 1). Na siedliskach lasowych dominowały dąb i grab, natomiast udział świerka kształtował się na poziomie 20%. Jeszcze mniej świerka stwierdzono na siedliskach olsowych (około 10%), gdzie pod względem liczebności dominował grab, a pod względem pola przekroju jesion i olsza.

TABELA 1

Skład gatunkowy drzewostanów na powierzchniach badawczych w Puszczy Białowieskiej określony na podstawie liczby oraz pierścnicowego pola przekroju drzew

Gatunek	Skład gatunkowy drzewostanów na siedliskach					
	borowych		lasowych		olsowych	
	wg liczby	wg pola przekroju	wg liczby	wg pola przekroju	wg liczby	wg pola przekroju
So	13,6	35,9	0,1	0,4		
Brz	2,0	4,6	3,0	1,9	0,1	0,2
Db	2,3	2,9	4,8	33,3	1,4	9,2
Gb	19,0	2,5	53,0	25,7	46,8	14,3
Js			0,2	0,6	18,9	33,3
Kl			2,3	8,1	1,5	2,6
Lp	3,4	0,6	18,1	7,2	14,0	8,1
Ol			0,3	0,8	7,6	17,3
Os	0,2	0,6	0,7	1,8	0,0	0,3
Św	59,4	53,0	17,5	20,2	7,6	14,1
Wz					2,0	0,5
Razem	100%	100%	100%	100%	100%	100%

TABELA 2
 Procentowy udział owocujących świerków oraz średnia liczba szyszek na jednym drzewie w dwucentymetrowych klasach grubości drzew

Klasa frekwencji szyszek	Liczba szyszek na jednym drzewie (N)	Udział drzew w klasach na siedliskach [%]		
		borowych	lasowych	olsowych
0	0	35,9	51,6	41,4
1*	1-25	15,6	16,1	24,3
	26-50	7,8	8,5	5,9
	51-75	6,3	2,9	3,3
	76-100	7,4	5,3	5,3
1	1-100	37,1	32,8	38,8
2	101-200	11,6	7,6	7,9
3	201-300	5,8	4,1	4,6
4	301-400	6,3	1,8	1,3
5	401-500	2,2	1,5	1,3
6	501-600	0,7	0,6	2,6
7	>600	0,4		2,0
Razem		100%	100%	100%

* – klasa 1 w rozbięciu na cztery podklasy

Pomiar obłożenia szyszkami wszystkich drzew na powierzchniach badawczych pozwolił określić wielkość oraz zmienność owocowania świerka. W tabeli nr 2 przedstawiono zestawienie liczby drzew w klasach określających ilości szyszek wyprodukowanych przez jedno drzewo. Z zestawienia tego wynika, że najmniej świerków nie owocowało na siedliskach borowych (35,9%), natomiast najwięcej na lasowych (51,6%). Na siedliskach olsowych bez szyszek było 41,4% drzew. Od jednej do stu szyszek, bez względu na siedlisko, stwierdzono na około 1/3 liczby drzew w drzewostanach, natomiast na około dziesięciu procentach drzew było od 100 do 200 szyszek. Pozostałe drzewa, czyli 15,4% na siedliskach borowych, 8,0% na lasowych oraz 11,9% na siedliskach wilgotnych, wyprodukowały więcej niż po 200 szyszek. Duży udział drzew w pierwszej klasie skłonił do podziału jej na cztery podklasy reprezentujące po 25 szyszek każda. Szczegółowa analiza wykazała, że w 2000 roku, bez względu na siedlisko, najwięcej drzew w badanych drzewostanach wykształciło od 1 do 25 szyszek.

Owocujące drzewa wyprodukowały średnio po 139 szyszek na siedliskach borowych, 102 na lasowych oraz 128 szyszek na siedliskach olsowych (tab. 3). Dodatnia zależność wielkości owocowania świerków od ich grubości stwierdzona przez autorów Chałupkę i Giertycha [1975], znalazła potwierdzenie także w badaniach. Z danych zawartych w tabeli nr 3 wynika, że na wszystkich badanych siedliskach wraz ze wzrostem grubości rosła liczba drzew owocujących, które wytwarzały także więcej szyszek.

TABELA 3

Procentowy udział świerków owocujących oraz średnia liczba szyszek na jednym drzewie w dwucentymetrowych klasach grubości drzew

Klasy grubości drzew (cm)	Udział owocujących świerków na siedliskach					
	borowych		lasowych		olsowych	
	% drzew owocują- cych	średnia liczba szyszek na 1 drzewie	% drzew owocują- cych	średnia liczba szyszek na 1 drzewie	% drzew owocują- cych	średnia liczba szyszek na 1 drzewie
5	0		0			
7	11,1	10	0		0	
9	13,3	7	0		0	
11	9,1	6	0		0	
13	15,0	7	11,5	38	0	
15	11,5	6	21,9	17	25,0	6
17	30,0	20	25,0	11	37,5	10
19	50,0	39	52,4	42	57,1	7
21	44,8	55	65,2	39	54,5	20
23	74,1	24	57,1	38	100	15
25	72,0	49	53,3	45	50,0	18
27	89,3	88	66,7	31	44,4	61
29	81,3	108	92,3	56	54,5	85
31	87,0	101	87,5	81	100	44
33	93,1	97	50,0	30	100	50
35	92,3	141	100	66	100	83
37	91,7	165	100	107	100	65
39	100	178	87,5	114	75,0	97
41	100	234	75,0	89	100	112
43	100	273	87,5	119	87,5	94
45	100	285	100	149	100	560
47	100	290	100	231	100	125
49	100	325	100	360	100	119
51	100	280	80	195	100	141
53	100	125	100	120	100	240
55	100	250	83,3	126	100	280
57	100	400	100	310	100	280
59	100	425	100	262	100	170
61			100	76		
63			100	440	100	900
65	100	360	100	350	100	80

cd. tabeli 3 na następnej stronie

TABELA 3 cd.

Klasy grubości drzew (cm)	Udział owocujących świerków na siedliskach					
	borowych		lasowych		olsowych	
	% drzew	średnia	% drzew	średnia	% drzew	średnia
	owocują- cych	liczba szyszek na 1 drzewie	owocują- cych	liczba szyszek na 1 drzewie	owocują- cych	liczba szyszek na 1 drzewie
67	100	443	100	270	100	600
69	100	1200				
71						
73						
75	100	370	100	230		
77		600	100			
85					100	800
Średnia	64,1	139	48,4	102	58,6	128

Na siedliskach borowych najcieńszym drzewem, które obrodziło w 2000 roku był świerk z klasy grubości 7, na którym stwierdzono 10 szyszek. Na siedliskach żyzniejszych najcieńsze, obradzające drzewa miały pierśnice około 13-15 cm. Wraz ze wzrostem grubości rosła ilość owocujących drzew oraz ilość produkowanych przez te drzewa szyszek. Grubością, powyżej której we wszystkich drzewostanach owocowało więcej niż 80% drzew, można przyjąć 30 cm, natomiast przy grubości powyżej 45 cm można uznać, że 100% drzew wytwarza szyszki (tab. 3).

Na siedliskach borowych drzewa o grubości do 17 cm produkowały nie więcej niż po 10 szyszek, natomiast z przedziału pierśnicy od 17 do 27 cm wytwarzały do 100 szyszek. Na siedlisku lasowym nie stwierdzono drzew które miały mniej niż 10 szyszek, natomiast do 100 szyszek produkowały drzewa o grubości do 37 cm. Na siedliskach wilgotnych wartość graniczna grubości, poniżej której drzewa tworzyły do 100 szyszek wyniosła 41 cm, a w trzech klasach grubości (15, 17 i 19) mniej niż 10 szyszek na jednym drzewie. Drzewa grubsze od 41 cm produkowały więcej niż po 100 szyszek. Populacja świerków o grubości powyżej 60 cm była mało liczna, ale w tej grupie na siedlisku borowym stwierdzono drzewo, które wyprodukowało największą liczbę szyszek (1200 szt.). Analiza korelacji potwierdziła istotną statystycznie zależność wielkości owocowania od grubości. Największy wpływ grubości na owocowanie stwierdzono na siedliskach borowych ($r = 0,687$, $R^2 = 47,2$) oraz lasowych ($r = 0,673$, $R^2 = 45,4$), natomiast na siedliskach olsowych zależność ta była najslabsza ($r = 0,622$, $R^2 = 38,7$).

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono także silny związek między owocowaniem i wysokością świerków. Podobnie jak w przypadku grubości, wraz ze wzrostem wysokości świerki produkowały więcej szyszek. Zależność ta wystąpiła na wszystkich siedliskach, przy czym najsilniejsza była na siedliskach lasowych ($r = 0,586$, $R^2 = 34,4$) a najslabsza na

TABELA 4

Procentowy udział owocujących świerków oraz średnia liczba szyszek na jednym drzewie w 2-metrowych klasach wysokości drzew

Klasy wysokości drzew (m)	Udział owocujących świerków na siedliskach					
	borowych		lasowych		olsowych	
	% drzew owocują- cych	średnia liczba szyszek na 1 drzewie	% drzew owocują- cych	średnia liczba szyszek na 1 drzewie	% drzew owocują- cych	średnia liczba szyszek na 1 drzewie
3	0		0			
5	10	10	0			
7	0		0		0	
9	20	7	6	9		
11	16	6	0		0	
13	19	6	15	9	0	
15	6	70	28	32	50	11
17	35	28	45	22	40	6
19	41	61	54	33	46,2	10
21	62	35	54	67	70,0	34
23	70	58	68	48	53,8	41
25	70	105	95	60	100	61
27	87	117	100	82	100	100
29	95	148	88	132	88,9	95
31	100	197	75	167	90	307
33	100	291	100	214	100	134
35	100	278	100	222	100	215
37	100	318	100	271	100	527
39	100	457	50	375		
41			100	5	100	800
Suma	64	139	48	101	58,6	128

borowych ($r = 0,546$, $R^2 = 29,8$). Na siedliskach borowych owocowało 10% drzew o wysokości 5-7 m, natomiast najniższe drzewa, na których stwierdzono szyszki, na siedliskach lasowych miały 9-11 m, a na siedliskach olsowych 15-17 m wysokości (tab. 4). W 2000 roku, bez względu na siedlisko, owocowała połowa drzew o wysokości do 20 m. Obecność szyszek stwierdzono na wszystkich drzewach, które przekroczyły wysokość 30 m na siedliskach borowych i lasowych oraz 25 m na olsowych.

Świerki niskie (do 15 m) produkowały nie więcej niż po 10 szyszek, natomiast powyżej 100 szyszek stwierdzono na drzewach wyższych od 25 m na siedliskach borowych oraz na wyższych od 27-29 m na siedliskach lasowych i olsowych (tab. 4).

Dyskusja

Badania potwierdziły przedstawione w literaturze informacje o dodatniej korelacji między grubością i wysokością świerków a wielkością ich owocowania [Chałupka, Giertych 1975]. Wynika z nich, że w 2000 roku na siedliskach borowych obficie obrodziły (więcej niż po 100 szyszek) świerki o grubości powyżej 29 cm i wysokości większej niż 25 m. Na siedliskach lasowych i olsowych taką samą ilość szyszek wyprodukowały drzewa o grubości większej od 40 cm i wysokości przekraczającej 29 m. Wielkość owocowania w większym stopniu jest uzależniona od grubości niż wysokości drzew. Korelacja tych cech z wielkością owocowania uzależniona jest także od żyzności siedliska. Badania wykazały, że wraz ze wzrostem żyzności siedliska maleje wpływ grubości na owocowanie świerka, natomiast nie stwierdzono takiej zależności w przypadku wysokości drzew.

Zebrane dane nie potwierdziły natomiast informacji podanych przez Barabina [1969] o dodatniej korelacji między owocowaniem a żyznością siedlisk. Autor stwierdza także, że zależność ta jest mniejsza w latach obfitego urodzaju, co może częściowo wytłumaczyć, stwierdzony w badaniach, brak zależności między owocowaniem a żyznością siedlisk. W Puszczy Białowieskiej na siedliskach uboższych (borowych) owocowało więcej drzew, które także wytworzyły więcej szyszek niż drzewa rosnące na siedliskach żyzniejszych i wilgotniejszych. Najśłabszy urodzaj odnotowano na siedliskach lasowych. Mniejsza produkcja szyszek na siedliskach żyznych może wynikać także z faktu, że na proces owocowania, poza wymiarami i indywidualnymi predyspozycjami genetycznymi, duży wpływ ma także wiek, stan zdrowotny drzewa, wielkość korony oraz pozycja drzewa w strukturze drzewostanu. Bardzo ważnym elementem kształującym wielkość owocowania może być skład gatunkowy drzewostanu i udział w nim świerka. Na siedliskach borowych udział świerka w składzie gatunkowym wynosi ponad 50%, natomiast na pozostałych 15-20%. Można więc sądzić, że na żyznych siedliskach lasowych oddziaływanie gatunków liściastych może skracać i osłabiać korony świerków w większym stopniu niż na uboższych siedliskach borowych.

Wyniki badań są częściowo zgodne z informacjami zawartymi w komunikacie Instytutu Badawczego Leśnictwa o zrealizowanym zbiorze w 2000 roku oraz o prognozie obradzenia świerka w 2001 roku [Załęski, Kantorowicz 2001]. Komunikat ten informuje, że na terenie RDLP Białystok w 2000 roku procent urodzaju wyniósł 65%, natomiast obliczony dla powierzchni badawczych w Puszczy Białowieskiej kształtował się na poziomie 55,5%. Mniejsza wartość wskaźnika może wynikać z tego, że prezentowane badania były prowadzone w drzewostanach o zróżnicowanej strukturze wiekowej z uwzględnieniem wszystkich drzew, także niskich ze środkowego i dolnego piętra.

*Katedra Hodowli Lasu
Wydział Leśny SGGW
ul. Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa*

Literatura

1. Barabin A. J. 1969. Srawnitelnyj analiz urozaja semian eli semennogo i małourozajnego goda w uczebno-opytnom leschoze ALTI. Lesn. Ž. 12(3): 137-138.
2. Chałupka W. 1998. Kwitnienie i obradzanie szyszek. W: Biologia świerka pospolitego. Opracowanie zbiorowe pod redakcją Boratyńskiego A. i Bugały W., PAN Instytut Dendrologii
3. Chałupka W. 1975. Wpływ czynników klimatycznych na urodzaj szyszek u świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.) w Polsce. Arboretum Kórnickie 20: 213-225.
4. Chałupka W., Giertych M. 1973. Seed years in *Picea abies* (L.) Karst., Arboretum Kórnickie 18: 183-186.
5. Chałupka W., Giertych M. 1975. The effect of growth on cone crops in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). Arboretum Kórnickie 20: 193-200.
6. Chałupka W., Giertych M., Królikowski Z. 1975. The effect of cone crops on growth in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Arboretum Kórnickie 20: 201-212.
7. Eliason E.J., Carlson D. E. 1968. Variability of flower and cone production in Norway spruce. Proc. 11th Mtg Comm. For. Tree Breeding in Canada, Part 2: 273-280.
8. Kantorowicz W. 2000. Half a Century of Seed Years in Major Tree Species of Poland. *Silvae Genetica* 49, 6: 245-249.
9. Sarvas R. 1970. Investigation of the flowering and seed crop of *Picea abies*. *Comm. Inst. For. Fenn.* 67. 5.
10. Tyszkiewicz S. 1949. Nasiennictwo leśne. Instytut Badawczy Leśnictwa.
11. Tomanek J. 1966. Botanika leśna. PWRiL, Warszawa
12. Załęski A., Kantorowicz W. 2001. Komunikat o przewidywanym urodzaju nasion najważniejszych gatunków drzew leśnych w polsce w 2001 roku. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.

Summary

The effect of the width and height on fruit production of Norway spruce in the Białowieża Primeval Forest

The studies on fructification of Norway spruce in the Białowieża Primeval Forest were carried out in 2000. This was the mast year preceded by two years of medium and poor cone crop in 1998 and 1999 and a four-year break in cone production in 1994-1997. The fruit crop was determined on the basis of cone quantities produced by single trees. The study on the abundance of cones was conducted on four study plots (8 ha) representing coniferous, deciduous and alder forest habitats. The studies confirmed information found in the relevant literature about positive correlation between the width and height of spruces and fruit crop production. In 2002, the trees growing in coniferous habitats produced on average 136 cones per tree, 102 cones per tree in deciduous habitats, and 128 cones per tree – in alder forest habitats. These results did not confirm information found in the literature about the correlation between the quantity of fruit production and habitat fertility.