

**SZYMON JASTRZĘBOWSKI, WŁADYSŁAW KANTOROWICZ, KRZYSZTOF UKALSKI,
MARCIN KLISZ**

Zmienność cech szyszek i nasion świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst) w zależności od ich lokalizacji w koronie drzewa*

Variability of the selected traits of *Picea abies* (L.) Karst. cones and seeds depending on their location in the crown

ABSTRACT

Jastrzębowski S., Kantorowicz W., Ukalski K., Klisz M. 2019. Zmienność cech szyszek i nasion świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst) w zależności od ich lokalizacji w koronie drzewa. Sylwan 163 (1): 3-12.

The objective of the study was to determine whether differences exist between the selected characteristics of Norway spruce cones and seeds depending on their location in the crown. The study was performed in two spruce tree stands growing under mountainous conditions (the Beskidy Mountains, southern Poland). In winter 2015, the cones were collected from 60 standing trees located in the two selected seed stands – Ujszoły and Rycerka. From each tree, the cones were collected from three crown zones: top, central and bottom differing in terms of light conditions. Two characteristics of the cones and six characteristics of the seeds were analysed. To determine quantitative and qualitative traits of seeds standard methods for seed testing were applied. Significant differences between the populations were determined for cone weight and fraction of full seeds, weight of 1000 seeds and germination capacity. The crown zones differed significantly in terms of fraction of cones in the parts of the crown and mass of one cone as well as weight of 1000 seeds, germination energy and germination capacity. Moreover, a significant intra-population variation was observed for a majority of the analysed characteristics (fraction of full seeds, weight of one cone, weight of 1000 seeds, germination energy, and germination capacity). However, no statistically significant interaction between population and crown zone was observed. A significantly lower contribution of cones in the bottom zone of the crown may affect the economic viability of the commercial harvest. On the other hand some of the important seeds traits (e.g. weight of 1000 seeds, germination energy and germination capacity) were significantly better in the bottom and central part of the crown than in the top zone. There are no justified circumstances (both qualitative and quantitative) to perform the cone harvest only from the top zone of the crown.

KEY WORDS

Norway spruce, seeds quality, crown zone, cone distribution, mountain forests

ADDRESSES

Szymon Jastrzębowski ⁽¹⁾ – e-mail: s.jastrzebowski@ibles.waw.pl
Władysław Kantorowicz ⁽¹⁾, Krzysztof Ukalski ⁽²⁾, Marcin Klisz ⁽¹⁾

*Praca powstała dzięki środkom Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na działalność statutową IBL w ramach projektu nr 240243.

⁽¹⁾ Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych, Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

⁽²⁾ Katedra Ekonometrii i Statystyki, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Wstęp

Rozmnażanie generatywne należy do najważniejszych procesów biologicznych, gwarantujących trwałość i ciągłość życia na Ziemi [Brzeziecki, Kienast 1994; Brzeziecki 2000]. Występowanie dobrego urodzaju nasion u drzew leśnych jest zależne od bardzo wielu czynników, takich jak warunki pogodowe, jakość siedliska, zanieczyszczenie powietrza itp. [Korczyk 2000]. Przerwy w produkcji nasion są dłuższe u gatunków ciężkonasiennych, co jest związane z koniecznością skumulowania rezerw energetycznych przeznaczonych na wytworzenie nasion [Tyszkiewicz 1949]. Ten wkład energii określany jest przez Harpera i Ogdena [1970] jako „wysiłek reprodukcyjny”.

Średnie zapotrzebowanie na nasiona świerka pospolitego w latach 2012-2016 wynosiło w Lasach Państwowych 360 kg/rok. Dane z tego okresu wskazują, że było ono pokrywane w całości, a nawet w niektórych latach możliwe było utworzenie zapasu nasion na tzw. lata głuche. W sezonie 2015/2016 zdecydowana większość nasion (61,1%) pozyskana została z bazy nasiennej, którą stanowią drzewostany zarejestrowane w I części Krajowego Rejestru Leśnego Materiału Podstawowego (KRLMP) przeznaczone do produkcji leśnego materiału rozmnożeniowego (lmr) z kategorii „ze zidentyfikowanego źródła”. Lmr z kategorii „wyselekcjonowany” pozyskiwany z drzewostanów zarejestrowanych w II części KRLMP oraz z kategorii „kwalifikowany” pozyskiwany z plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych (III część KRLMP) stanowił odpowiednio 26,7 i 12,2% [Kantorowicz i in. 2016].

Zgodnie z prognozami opracowywanymi przez Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych Instytutu Badawczego Leśnictwa urodzaj świerka pospolitego w sezonie 2015/2016 określono jako dobry. Oznacza to, że obficie obradzały drzewa na skrajach drzewostanów i znaczny odsetek drzew wewnątrz drzewostanów. Na terenie RDLP w Katowicach, gdzie zlokalizowane były obiekty badawcze, pozyskano w sezonie 2015/2016 3591 kg szyszek świerka pospolitego, z których wyłuszczone 91 kg nasion (średnia wydajność nasion z szyszek wyniosła 2,4%). Z wyłączonych drzewostanów nasiennych pochodziło 43% całości zbioru [Kantorowicz i in. 2016].

W Polsce świerk pospolity rosnący w zwarciu zaczyna owocować około 60 roku życia. Na otwartej przestrzeni kwitnienie połączone z obradaniem rozpoczyna się już w wieku około 30-40 lat [Tyszkiewicz 1949; Tomanek 1966; Chałupka 1998]. Po osiągnięciu dojrzałości generatywnej ilość wytwarzanych szyszek zwiększa się stopniowo, osiągając maksimum w wieku 110-120 lat [Chałupka 1972]. U świerków rosnących pojedynczo kwiaty żeńskie pokrywają zewnętrzną część korony aż do najniższych gałęzi. Większość kwiatostanów żeńskich zlokalizowana jest jednak w górnej części korony od strony południowej [Pukacki 1980], natomiast kwiatostany męskie zajmują dolną część korony [Longman 1989]. U świerków rosnących w drzewostanie rozmieszczenie kwiatów żeńskich i męskich jest nieco odmienne. Jak podają Eliason i Carlson [1968], w górnej strefie korony przeważają kwiatostany żeńskie (60% wszystkich kwiatów żeńskich i 43% kwiatów męskich), w środkowej udział kwiatów żeńskich i męskich jest podobny (odpowiednio 31 i 39%), natomiast w dolnej części przeważają kwiatostany męskie (18%) nad żeńskimi (9%). Dystrybucja kwiatostanów w obrębie korony ulega zmianie wraz z wiekiem drzewa. Starzenie się drzew powoduje wydłużanie się strefy występowania kwiatostanów żeńskich [Barabin 1968]. Dotychczas jednak bardzo mało wiadomo na temat związku pomiędzy zmiennością cech i jakością nasion w zależności od umiejscowienia szyszek w koronie drzewa [Kluczyński 1992].

Głównym celem prezentowanych badań było określenie, czy istnieją różnice pomiędzy wybranymi cechami szyszek i nasion świerka pospolitego w zależności od ich lokalizacji w koronie drzewa.

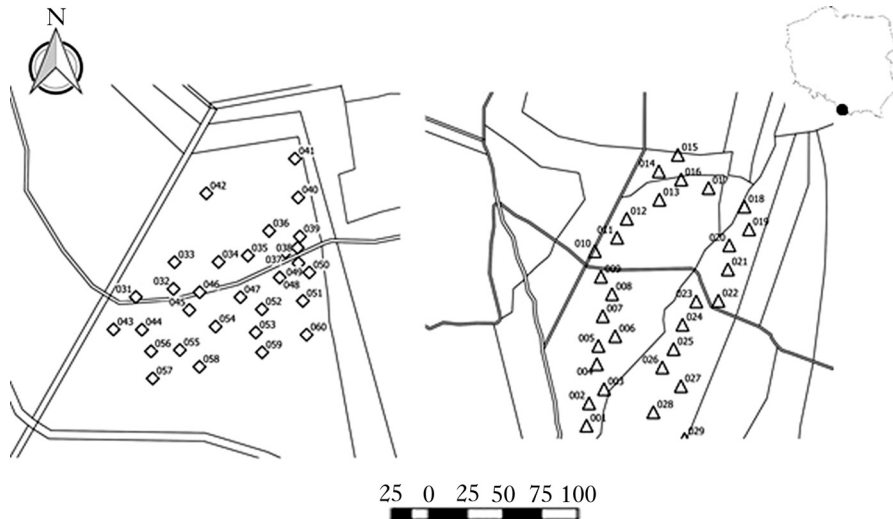
Material i metody

OBSZAR BADAŃ I POZYSKANIE SZYSZEK. Szyszki zebrano w sezonie 2015/2016 z dwóch wyłączonych drzewostanów nasiennych świerka pospolitego zlokalizowanych w Nadleśnictwie Ujsoły w południowej części Polski (ryc. 1). Populacja Ujsoły znajdowała się na wysokości 850-950 m n.p.m., natomiast populacja Rycerka położona była na wysokości 980-1100 m n.p.m. Średni wiek obu populacji różnił się o 21 lat (Rycerka – 129 lat, Ujsoły – 150 lat). W populacji Ujsoły w składzie gatunkowym oprócz świerka pospolitego (80%) znajdowała się także jodła pospolita (10%) i buk zwyczajny (10%). Populacja Rycerka była litym drzewostanem świerkowym (100%). Obie populacje rosły w podobnych warunkach siedliskowych (LMGśw).

Szyszki pozyskano z drzew stojących (łącznie 60 drzew próbnych). W celu określenia wpływu rozmieszczenia szyszek na cechy nasion koronę każdego drzewa podzielono na trzy strefy: górną, środkową oraz dolną (ryc. 2). Z każdej strefy korony zbierano i ważono wszystkie szyszki. Tym samym szyszki z każdej strefy stanowiły oddzielną partię. Nie na wszystkich drzewach szyszki występowały we wszystkich trzech strefach. Najczęściej brak szyszek stwierdzano w dolnej strefie korony.

WYŁUSZCZENIE NASION I OCENA ICH JAKOŚCI. Analizowano dwie cechy szyszek (udział szyszek w poszczególnych strefach korony i masę szyszki) oraz sześć cech nasion (udział nasion pełnych, wydajność nasion, masę nasion pełnych w szyszce, masę 1000 nasion, energię i zdolność kiełkowania).

Z każdej partii szyszek pobrano próbkę pierwotną o masie 2 kg. Z każdej próbki pierwotnej pobrano w warunkach laboratoryjnych próbkę ścisłą o masie 1 kg, która stanowiła materiał

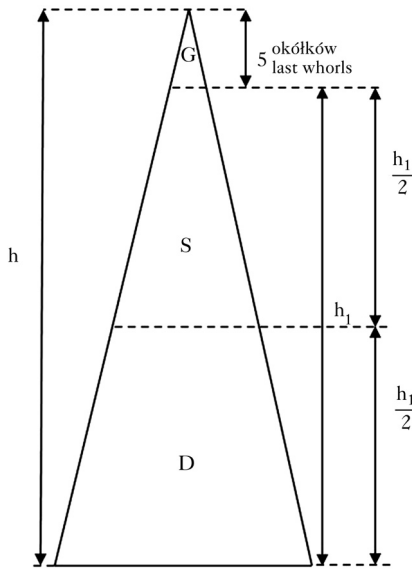


Ryc. 1.

Rozmieszczenie drzew próbnych w drzewostanie Rycerka (lewo) i Ujsoły (prawo)

Distribution of sample trees in Rycerka (left) and Ujsoły (right) stand

0XX – numer drzewa próbnego; 0XX – sample tree number



Ryc. 2.

Podział korony świerka pospolitego na strefy według Kluczyńskiego [1992]

Sectioning the crown of Norway spruce into zones according to Kluczyński [1992]

G – strefa górna, S – środkowa, D – dolna; h – całkowita wysokość korony,

h_1 – całkowita wysokość korony bez ostatnich pięciu okółków

G – top zone, S – central, D – bottom; h – total crown height, h_1 – total crown height without 5 last whorls

badawczy. Po wstępnym podsuszeniu szyszki umieszczono w szafie wyluszcarskiej i luszczono w temperaturze 50°C przez około 24 godziny (do pełnego otwarcia łusek). Po wyluszczeniu szyszek i nasiona ponownie zważono, nasiona odskrzydłono i wstępnie oczyszczono na wialni, oddzielając większość zanieczyszczeń i nasion pustych. Ustalono masę i objętość nasion oczyszczonych oraz masę i objętość nasion pustych. Następnie dla każdej partii nasion obliczono wydajność nasion z szyszek (udział nasion uzyskanych z 1 kg szyszek o wilgotności 20%, odpowiadającej średniej wilgotności szyszek podczas zbioru), udział nasion pustych, masę jednej szyszki (o wilgotności 20%) oraz liczbę pełnych i pustych nasion w jednej szyszce.

W następnym etapie wstępnie oczyszczone nasiona poddano analizie czystości zgodnie z przyjętymi standardami oceny nasion [Załęski 2000]. W wyniku tej analizy w każdej partii określono udział poszczególnych składników frakcji zanieczyszczeń nieusuniętych na wialni (pozostałości skrzydełek, igły, żywica, zanieczyszczenia mineralne, nasiona z larwami, nasiona puste, nasiona uszkodzone mechanicznie) oraz udział nasion czystych (bez zanieczyszczeń). Masę 1000 nasion obliczono na podstawie średniej masy trzech powtórzeń po 100 sztuk pomnożonej przez 10.

Następnie nasiona wysiano na kiełkowniku Liebenberga w celu zbadania ich energii i zdolności kiełkowania. Nasiona kiełkowano na podłożu z bibuły w temperaturze 24°C. Energię kiełkowania ustalono na podstawie liczby skiełkowanych nasion po 7 dniach od chwili wysiewu, natomiast zdolność kiełkowania – po 14 dniach [Załęski 2000].

ANALIZY STATYSTYCZNE. W celu zbadania zróżnicowania cech szyszek i nasion w zależności od populacji i lokalizacji w koronie wykonano analizę wariancji za pomocą liniowego modelu stałego:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + C_j + PC_{ij} + T_k(P_i) + E_{ijk}$$

gdzie:

Y_{ijk} – wartość cechy Y dla k -tego drzewa w i -tej populacji ($k=1, \dots, 30$; $i=1,2$) i w j -tej strefie korony ($j=1, \dots, 3$),

μ – średnia ogólna,

P_i – efekt i -tej populacji,

C_j – efekt j -tej strefy korony,

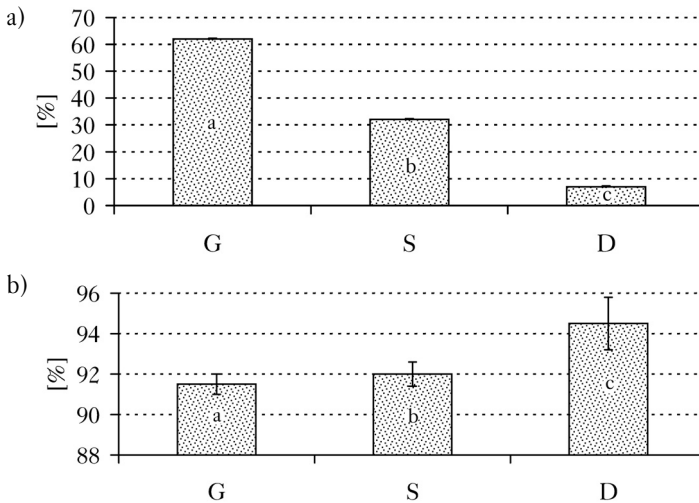
PC_{ij} – efekt interakcji pomiędzy efektem i -tej populacji i j -tej strefy korony,
 $T_k(P_i)$ – efekt zagnieżdżony k -tego drzewa w i -tej populacji,
 E_{ijk} – losowy błąd eksperymentalny.

Dla zmiennych energia kiełkowania, zdolność kiełkowania i udział szyszek w strefach korony analizę wariancji wykonano na danych transformowanych za pomocą transformacji Blissa. Grupy jednorodne wydzielono za pomocą testu HSD Tukeya. Analizy statystyczne wykonano przy użyciu pakietu SAS 9.3 (SAS Institute) za pomocą procedury GLM.

Wyniki

CECHY SZYSZEK. Łącznie w obu populacjach pozyskano 9811 szyszek (Ujsoły: 4146 szt., Rycerka: 5565 szt.). 61,7% wszystkich zebranych szyszek zlokalizowanych było w górnej strefie korony. W środkowej strefie korony znajdowało się 32,2% wszystkich szyszek, natomiast w dolnej strefie korony stwierdzono 6,0% całkowitej ilości szyszek (ryc. 3a). Średnia masa szyszki w analizowanych populacjach wyniosła 22,6 g. W środkowej i dolnej strefie korony stwierdzono szyszki istotnie cięższe (odpowiednio 22,8 i 23,8 g) niż w górnej strefie korony (21,3 g). Wśród analizowanych populacji istotnie większą średnią masą szyszki charakteryzowała się populacja Ujsoły (23,8 g) w porównaniu do populacji Rycerka, gdzie średnia masa pojedynczej szyszki osiągnęła 21,5 g (ryc. 4a).

CECHY NASION. Z ogólnej liczby 9811 szyszek wyłuszczone 899 400 nasion, z czego 619 200 stanowiły nasiona pełne (68,8%), natomiast 280 800 nasiona puste. 88,8% wszystkich nasion w obu populacjach pozyskano z górnej i środkowej strefy korony. W dolnej strefie korony zebrano 11,2% wszystkich nasion. Istotne różnice stwierdzono jedynie w udziale nasion pełnych i pustych pomiędzy analizowanymi populacjami oraz poszczególnymi drzewami w populacji (tab.). Nasiona

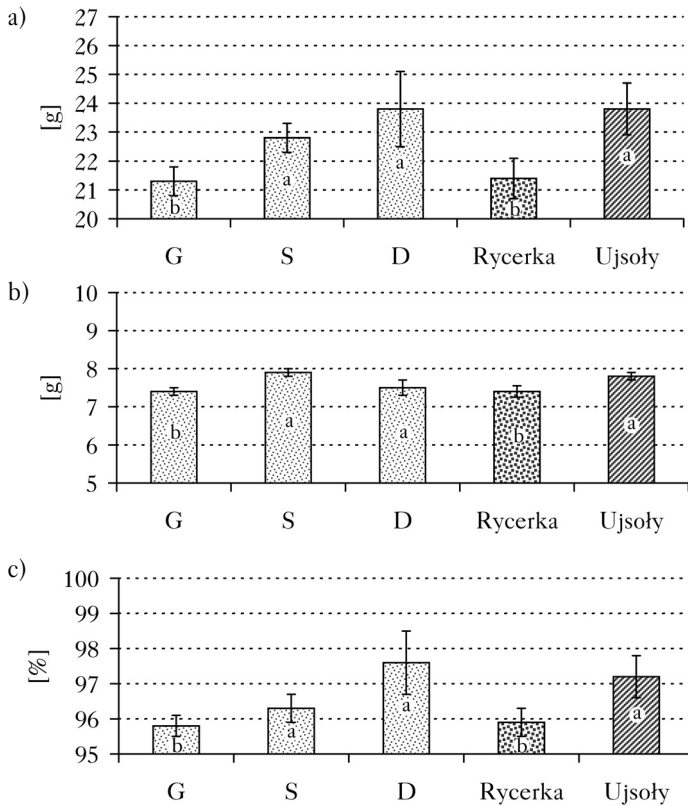


Ryc. 3.

Średnia (słupki) i błąd standardowy (wąsy) udziału szyszek (a) i energii kiełkowania nasion (b) w poszczególnych strefach korony

Mean (bar) and standard error (whiskers) of fraction of cones (a) and germination energy (b) in individual tree crown zones

oznaczenia stref korony jak na ryc. 2; ta sama litera oznacza brak istotnych różnic między średnimi crown section denotes as in figure 2; the same letter indicates no significant difference between means



Ryc. 4.

Średnia (słupki) i błąd standardowy (wąsy) masa szyszki (a), masa 1000 nasion (b) i zdolność kiełkowania (c) w poszczególnych strefach korony i populacjach

Mean (bar) and standard error (whiskers) of cone weight (a), germination capacity (b) and weight of 1000 seeds (c) in individual tree crown zones and populations

oznaczenia stref korony jak na ryc. 2; ta sama litera oznacza brak istotnych różnic między średnimi
crown section denotes as in figure 2; the same letter indicates no significant difference between means

pełne w populacji Rycerka stanowiły 69,8% wszystkich zebranych nasion, podczas gdy w populacji Ujsoły udział ten był istotnie mniejszy i wynosił 63,8%. Udział nasion pełnych w górnej strefie korony wynosił 67,6% i nie różnił się istotnie od pozostałych stref korony (środkowa: 67,4% nasion pełnych, dolna: 65,4% nasion pełnych). Nie stwierdzono istotnej interakcji populacja × strefa korony, co może wskazywać, że badane populacje charakteryzowały się podobnym udziałem nasion pełnych w poszczególnych strefach korony.

Średnia wydajność nasion wyniosła 3,0% i nie różniła się istotnie pomiędzy górną, środkową i dolną strefą korony (tab.). Nie stwierdzono także różnic pomiędzy populacjami Ujsoły i Rycerka (odpowiednio 2,7 i 3,2%). Również interakcja populacja × strefa korony okazała się nieistotna.

Średnia masa nasion pełnych w szyszce wyniosła 0,83 g. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy średnią masą nasion pełnych w górnej, środkowej i dolnej strefie korony (odpowiednio 0,75, 0,87 i 0,85 g) oraz populacjami Rycerka i Ujsoły (odpowiednio 0,90 i 0,75 g). Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji stwierdzono istotne różnice pomiędzy badanymi populacjami i strefami korony dla zdolności kiełkowania i masy 1000 nasion (tab., ryc. 4b i 4c). Dla energii kiełkowania istotne różnice stwierdzono jedynie pomiędzy strefami korony (tab., ryc. 3b). W populacji

Tabela.

Analiza wariancji dla cech nasion i szyszek
Analysis of variance for seed and cone traits

	Populacja Population		Strefa korony Crown Zone		Populacja × Strefa korony Population × Crown Zone		Drzewo (Populacja) Tree (Population)	
	F	P	F	P	F	P	F	P
	Udział szyszek w strefach korony [%] Share of cones in the crown zones	0	1,000	90,91	<0,001	0,54	0,582	0
Udział nasion pełnych [%] Share of full seeds	17,90	<0,001	0,69	0,505	2,69	0,076	8,62	<0,001
Wydajność nasion [%] Efficiency of seeds	1,96	0,167	0,20	0,821	0,84	0,437	1,25	0,198
Masa szyszki [g] Weight of the one cone	21,74	<0,001	12,09	<0,001	0,90	0,413	16,38	<0,001
Masa pełnych nasion w szyszce [g] Weight of the full seeds in the cone	0,98	0,326	0,64	0,532	1,16	0,322	1,41	0,097
Masa 1000 nasion [g] Weight of 1000 seeds	20,20	<0,001	26,67	<0,001	2,26	0,114	22,70	<0,001
Energia kiełkowania [%] Germination energy	0,09	0,763	5,84	0,003	1,19	0,306	18,74	<0,001
Zdolność kiełkowania [%] Germination capacity	15,55	<0,001	4,81	0,009	0,64	0,528	4,30	<0,001

Ujsoły średnia masa 1000 nasion (7,98 g) była istotnie większa niż w populacji Rycerka (7,55 g). Nasiona zebrane w dolnej i środkowej strefie korony charakteryzowały się istotnie większą wartością tej cechy (8,09 g) niż nasiona pozyskane w górnej strefie korony (7,38 g).

Podobnie jak w przypadku masy 1000 nasion największą średnią energią kiełkowania charakteryzowały się nasiona pozyskane z dolnej strefy korony (94,5%). Nasiona ze środkowej i górnej strefy korony cechowały się wartością tej cechy odpowiednio na poziomie 92,0 i 91,5% (brak istotnych różnic pomiędzy górną i środkową strefą korony).

Zdolność kiełkowania istotnie różniła się pomiędzy badanymi populacjami oraz poszczególnymi strefami korony. Średnia dla populacji Ujsoły wyniosła 97,2%, natomiast dla populacji Rycerka 95,8%. Największą średnią zdolnością kiełkowania charakteryzowały się nasiona pozyskane w dolnej (97,0%) i środkowej (96,6%) strefie korony. Istotnie niższą wartość tej cechy stwierdzono natomiast u nasion z górnej strefy korony (95,8%).

Istotne różnice między drzewami stwierdzono w przypadku masy szyszki, udziału nasion pełnych, masy 1000 nasion, energii kiełkowania i zdolności kiełkowania (tab.). Pod względem pozostałych cech poszczególne drzewa próbne nie różniły się istotnie.

Dyskusja

Zagadnienie jakości oraz ilości szyszek i nasion w zależności od lokalizacji w koronie drzew było dotychczas rzadko podejmowane [Kluczyński 1992; Buraczyk 2005]. W obu analizowanych obiektach badawczych ponad połowa wszystkich szyszek znajdowała się w górnej strefie korony. Strefa ta, zwłaszcza w przypadku drzew zakwalifikowanych do I klasy Krafta, jest najlepiej oświetlona i tym samym wytwarza się w niej więcej kwiatostanów żeńskich [Pukacki 1980]. Udział szyszek w pozostałych strefach korony odpowiada rozkładowi podawanemu przez Eliasona i Carlsona

[1968]. Pomimo dość znacznego wieku analizowanych populacji nie stwierdzono wyraźnego wydłużania się strefy z kwiatostanami żeńskimi, tak jak podaje Barabin [1968]. W obu populacjach proporcje udziału szyszek w poszczególnych strefach korony były zbliżone.

Buraczyk [2005], badając zależność długości korony i produkcji nasion świerka pospolitego w zróżnicowanych warunkach siedliskowych Puszczy Białowieskiej, stwierdził, że liczba szyszek jest pozytywnie skorelowana ze względną długością korony. Autor ten stwierdza także, że w roku dobrego urodzaju wszystkie drzewa o koronie dłuższej niż 23 m produkują nasiona. W prezentowanych badaniach uzyskano potwierdzenie tych danych. Z pojedynczego drzewa uzyskano od 53 (drzewo nr 25, drzewostan Ujsoły) do 476 szyszek (drzewo nr 29, drzewostan Rycerka). Zbiór prowadzony był tylko z drzew dominujących, o długich koronach.

Badania Kluczyńskiego [1992] także wskazują na istotne zróżnicowanie liczby szyszek w zależności od rozmieszczenia w strefach korony. Jednak w odniesieniu do jakości nasion autor ten nie stwierdził takiego zróżnicowania. W niniejszych badaniach stwierdzono takie zróżnicowanie w odniesieniu do masy 1000 nasion oraz bardzo ważnych parametrów związanych z żywotnością nasion, jakimi są energia i zdolność kiełkowania. Kluczyński [1992] postulował, aby badania nad obradzeniem świerka pospolitego prowadzić szczególnie w latach dobrego urodzaju, a niską jakość nasion, jaką otrzymał, wiązał z różnymi czynnikami destrukcyjnymi w czasie kwitnienia i obradzania świerka pospolitego.

Interesujący jest fakt, że nasiona pochodzące z dolnej i środkowej strefy korony charakteryzują się lepszymi parametrami jakościowymi niż te pozyskane ze strefy górnej. Lokalizacja kwiatostanów żeńskich oraz lepsze oświetlenie górnej strefy korony powinny wpływać na powstawanie lepszych jakościowo nasion niż w części dolnej (niższy poziom samozapylenia). Jednakże mniejsza ilość kwiatostanów męskich w środkowej i dolnej strefie korony może także przyczyniać się do mniejszego udziału własnego pyłku w zapyłaniu własnych kwiatostanów żeńskich, a tym samym do zmniejszenia udziału nasion pustych. Koski [1970] na podstawie badań z radioaktywnie znakowanym pyłkiem szacuje, że w naturalnych warunkach u świerka pospolitego 7% pyłku osobnika pada na jego własne kwiaty żeńskie. Podobnego zdania są także Burczyk i in. [1991]. Od strony odwietrznej udział ten może zwiększyć się nawet do 24%. Badania przeprowadzone za pomocą markerów genetycznych wskazują, że poziom zapylenia własnym pyłkiem u świerka pospolitego waha się od 3 do 10% [Walles 1967].

Burczyk i in. [1991], analizując wzorzec krzyżowania oraz udział nasion pustych u klonów modrzewia europejskiego w zależności od położenia szyszek w koronie, stwierdzili mniej nasion pustych w wyższych partiach korony niż w dolnych (odpowiednio 48,7 i 41,2% nasion pełnych). Oznacza to, że zapyleniu krzyżowemu sprzyja lokalizacja szyszek w szczytowych partiach korony. Jednakże, jak wykazują niniejsze badania, średnia masa nasion pełnych z jednej szyszki i średnia wydajność nasion były najwyższe w środkowej, a nie w górnej strefie korony. Związane może to być z obserwowanym u świerka pospolitego i wielu innych roślin zjawiskiem metandrii, polegającym na tym, że początek pylenia następuje później niż rozchylenie łusek kwiatów żeńskich u tego samego osobnika. Jest to mechanizm obronny zapobiegający samozapłodnieniu. Zdarza się jednak, że gotowość kwiatostanów żeńskich do zapylenia przedłuża się i pokrywa w czasie z okresem pylenia. W rejonach północnej Szwecji u około 80% drzew kwiaty żeńskie były zdolne do zapylenia dzień przed rozpoczęciem pylenia, a u 18% zjawiska te wystąpiły jednocześnie [Andersson 1965]. Tym samym stwierdzony udział nasion pustych w górnej strefie korony może świadczyć o zaburzeniu mechanizmów obronnych lub o specyficznej zmienności w rozwoju kwiatostanów żeńskich w analizowanych populacjach.

Podczas analizy zmienności międzypopulacyjnej udziału nasion pustych zwraca uwagę fakt ich mniejszego udziału w populacji Rycerka (29,1%). W tej populacji nasiona puste stanowiły niższy odsetek we wszystkich strefach korony drzewa niż w przypadku populacji Ujsoły. Różnice te można tłumaczyć wiekiem drzew w populacji Ujsoły, u których mechanizmy obronne zapobiegające chowowi wsobnemu mogły ulec osłabieniu [Wojnicka-Półtorak i in. 2014]. Wydaje się, że konkurencja międzygatunkowa o dostępne zasoby oraz trend wiekowy powinny sprzyjać produkcji mniejszych, a tym samym lżejszych szyszek. Tymczasem to w starszej populacji (Ujsoły) średnia masa szyszki była istotnie większa. Podobne zależności stwierdzono również dla masy 1000 nasion i zdolności kiełkowania.

Wnioski

- ✦ Pod względem cech jakościowych nasiona pochodzące z dolnej i środkowej strefy korony charakteryzują się lepszymi parametrami niż te pozyskane ze strefy górnej.
- ✦ Populacje Ujsoły i Rycerka, pomimo różnic w składzie gatunkowym, wieku oraz budowie pionowej, nie różniły się istotnie pod względem energii kiełkowania, udziału szyszek w partiach korony, wydajności nasion oraz masy nasion pełnych w jednej szyszce.
- ✦ Zbiór szyszek z dolnej strefy korony może dostarczyć mniejszych ilości materiału nasiennego, gdyż większość szyszek zlokalizowana jest w pozostałych strefach korony, jednakże ze względu na stwierdzoną dobrą jakość nasion w pozostałych partiach korony brak jest uzasadnionych przesłanek do zbioru szyszek tylko i wyłącznie ze szczytowej strefy korony.

Podziękowania

Autorzy pragną złożyć serdeczne podziękowania Nadleśnictwu Ujsoły za udostępnienie obiektów badań, paniom Ewie Aniśko i Hannie Lipińskiej za pomoc przy wykonywaniu oceny nasion oraz firmie Dalpinex za zbiór szyszek z drzew stojących. Autorzy dziękują także Recenzentowi za wnikliwe uwagi i komentarze, które przyczyniły się ulepszenia niniejszej publikacji.

Literatura

- Andersson E. 1965. Cone and Seed Studies in Norway Spruce (*Picea abies* L. Karst.). Studia For. Suec. 23.
- Barabin A. J. 1968. Vybór vetok iz korony eli dlja podsčeta začatkov sovetij pri prognozirovanii semenošenija. Bjull. Mosk. Obšč. Isp. Prir., OTD. Biol. 73 (1): 155-158.
- Brzeziecki B. 2000. Strategie życiowe gatunków drzew leśnych. Sylwan 144 (8): 5-14.
- Brzeziecki B., Kienast F. 1994. Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grimian model. For. Ecol. Manage. 69: 167-187.
- Buraczyk W. 2005. Relation between crown length and seed production in Norway spruce trees (*Picea abies* [L.] Karst.). Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW, For. and Wood Technol. 56: 78-86.
- Burezyk J., Kosiński G., Lewandowski A. 1991. Mating pattern and empty seed formation in relations to crown level of *Larix decidua* (Mill.) clones. Silva Fennica 25 (4): 201-205.
- Chałupka W. 1972. Obrządzanie szyszek w roku 1971 a wiek drzew i drzewostanów świerka *Picea abies* (L.) Karst. Sylwan 116 (4): 73-77.
- Chałupka W. 1998. Rozmnażanie. W: Biologia świerka pospolitego. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- 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 2: 273-280.
- Harper J. L., Ogden J. 1970. The reproductive strategy of higher plants. J. Ecol. 58: 681-698.
- Kantorowicz W., Jastrzębowski S., Aniśko E., Lipińska H., Garbień-Pieniżkiewicz D. 2016. Komunikat nr 69 o przewidywanym urodzaju nasion najważniejszych gatunków drzew leśnych w Polsce w 2016 r. Sękocin Stary.
- Kluczynski B. 1992. Plonowanie i jakość nasion świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.) w zależności od strefy w koronie oraz wybranych biologicznych i siedliskowych cech drzew. Sylwan 136 (5): 25-35.
- Korczyk A. F. 2000. Kwitnienie, obrządzanie i jakość nasion sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.) w Puszczy Białowieskiej. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa A 1 (893): 45-73.
- Koski V. 1970. A study of pollen as a mechanism of gene flow in conifers. Comm. Inst. For. Fenn. 70 (4): 1-78

- Longman K. A. 1989. *Picea*. W: Halevy A. H. [red.]. CRC Handbook of Flowering 6: 522-537.
- Pukacki P. 1980. Temperature of Norway spruce and Scots pine buds. *Arbor. Kórnickie* 25: 277-287.
- Tomanek J. 1966. Botanika leśna. PWRiL, Warszawa
- Tyszkiewicz S. 1949. Nasiennictwo leśne. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Wallis B. 1967. The homozygous and heterozygous effect of an Aurea mutation on plastid development in Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Studia For. Succ.* 60: 1-20.
- Wojnicka-Półtorak A., Celiński K., Chudzińska E., Prus-Głowacki W., Korezyk A. F. 2014. Profil genetyczny najstarszych drzew *Picea abies* (L.) Karst. w Puszczy Białowieskiej. *Sylvan* 158 (5): 370-376.
- Załęski A. 2000. Zasady i metodyka oceny nasion w Lasach Państwowych. CILP, Warszawa.