

Włodzimierz Buraczyk¹

Właściwości nasion a cechy morfologiczne siewek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)

Seed characteristics and morphological features of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings

Abstract. Samples of Scots pine seeds from three sources were used for the laboratory investigation: managed seed stands (GDN), seed stands excluded from harvesting (WDN) and a seed plantation. Seeds were X-rayed prior to commencement of the laboratory investigation, which made it possible to determine embryo and megagametophyte sizes. Those seeds produced seedlings which did not differ significantly one from another in terms of morphological characteristics either in the field or in the laboratory. A regression analysis revealed a close relationship between seed characteristics (seed weight, embryo and megagametophyte sizes) and the size of seedlings reared from them. A detailed analysis indicated that seedlings reared from seeds weighing up to 6 mg were significantly smaller than those reared from heavier seeds. That applies both to the aboveground seedling parts and the root system that was two or three times smaller in pines reared from low-weight (up to 6 mg) than that in seedlings reared from heavier seeds. Root systems of seedlings reared from seeds weighing up to 4 mg on the average formed 68 apical domes, whereas root systems grown from seedlings weighing over 9 mg had approximately 170 apical domes. The above relationships apply to seeds originating from all the three sources under analysis.

Key words: anatomical seed construction, seed mass, seed radiography, embryo, root system

1. Wstęp

Współczesne technologie szkółkarskie wymagają nasion bardzo wysokiej jakości, tak żeby z każdego nasiona powstała siewka, a następnie sadzonka o określonych parametrach (Szabla et Pabian 2003). Najwyższej zdolności kiełkowania oczekuje się od nasion wykorzystywanych w szkółkach kontenerowych, gdzie do jednej doniczki najlepiej jest wysiać tylko jedno nasiono. Wymusza to rachunek ekonomiczny produkcji sadzonek. W najnowszych technologiach, w których przyszłość mają nasiona np. otoczkowane, zdolność kiełkowania musi wynosić 100%.

W tradycyjnych szkółkach leśnych także powinno się stosować nasiona o najwyższej jakości. Dotychczas przy siewach do gruntu stosowano kryterium zdolności kiełkowania nasion, co przy odpowiedniej wydajności połowej gwarantowało uzyskanie odpowiedniej liczby

sadzonek z jednostki powierzchni (Sobczak 1992, Załęski 2000). Samo kryterium zdolności kiełkowania i wydajności nie gwarantuje jednak uzyskania sadzonek o odpowiednich parametrach.

Na wzrost sadzonek w fazie juvenilnej duży wpływ wywierają także parametry nasion i ich zarodków. Według Załęskiego (1995) o wzroście i rozwoju siewek w dużym stopniu decyduje masa nasion i wielkość zarodka. W literaturze brak jest jednak szczegółowych informacji o wpływie cech nasion na wzrost siewek, a szczególnie na rozwój ich systemów korzeniowych.

2. Metodyka badań

Nasiona sosny zwyczajnej zostały zebrane w 2001 roku: 1) GDN - w gospodarczym drzewostanie nasienym w Nadleśnictwie Czerwoný Dwór, oddział 6k

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Katedra Hodowli Lasu, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa. Fax +48 22 593 81 13, e-mail: wburaczyk@wp.pl

(siedlisko BMśw, wiek drzewostanu 102 lata, zdolność kiełkowania nasion 97%), 2) WDN – w wyłączonym drzewostanie nasiennym w Nadleśnictwie Maskulińskim, oddział 121a (siedlisko LMśw, wiek drzewostanu 103 lata, zdolność kiełkowania nasion 98%), oraz 3) PN – na plantacji nasiennej w Nadleśnictwie Łomża (zdolność kiełkowania nasion 99%). W 2003 roku nasiona wysiano w szkółce leśnej Nadleśnictwa Czerwony Dwór w układzie doświadczenia polowego, które wykazało, że między badanymi pochodzeniami nie było istotnych statystycznie różnic pod względem wydajności i cech morfologicznych jednorocznych siewek pierwszej oraz drugiej klasy jakości (Wierbiński 2004). Uzyskane wyniki skłoniły do powtórzenia tych badań w warunkach laboratoryjnych, gdzie jest możliwość znaczącego ograniczenia czynników zewnętrznych, wpływających na rozwój i wzrost siewek.

Od zbioru nasiona były przechowywane w temperaturze $+4^{\circ}\text{C}$, w pojemnikach zamkniętych, przy zachowaniu wilgotności około 10%. Z tych samych partii nasion, które były wykorzystane w badaniach polowych, w 2004 roku pobrano próbki nasion do badań laboratoryjnych i poddano je prześwietleniu promieniami rentgena. Na podstawie obrazu utrwalonego na kliszy określono rzeczywiste wymiary nasion ich zarodków i prabiela. Następnie pojedyncze nasiona zważono i wysiano do 2,5-litrowych pojemników wypełnionych luźnym piaskiem pochodzącym z gleby leśnej o pH 5,5. W każdym pojemniku wysiano po 64 nasiona pochodzące z jednego wariantu (WDN, GDN i PL) w więźbie $1,5 \times 1,5$ cm w układzie pozwalającym na identyfikację siewek i przypisanie ich do nasion, z których wyrosły. Dobór nasion do wysiewu był losowy pod względem ich wielkości i masy. Doświadczenie założono w pięciu powtórzeniach.

Siewki rosły przez 5 miesięcy w temperaturze $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$ w podłożu o wilgotności 55%, regulowanej metodą wagową. W czasie wzrostu siewek stosowano zabezpieczenie środkami chemicznymi przeciwko grzybom zgorzelowym. W całym okresie badań stosowano stałe, 14-godzinne oświetlenie lampami jarzeniowymi (typ Flora) o natężeniu światła około 12000 luxów.

W celu wyeliminowania dodatkowych czynników modyfikujących wzrost siewek w doświadczeniu nie stosowano nawożenia mineralnego. Rosnące siewki korzystały tylko z zasobów pokarmowych zawartych w piasku. Po 5 miesiącach wzrostu korzenie siewek wypłukano z piasku i poddano kompleksowym analizom. Wykonano pomiar całkowitej wysokości siewek (długości pędu), długości ugiętej części pędu (korony), liczby liści oraz suchej masy pędu i igieł po wysuszeniu w temperaturze 104°C przez 24 godziny. Oczyszczone z piasku systemy korzeniowe siewek skanowano i poddano analizie za pomocą specjalistycznego pro-

gramu komputerowego WinRhizo. Pozwoliło to określić szereg cech morfologicznych badanych systemów korzeniowych, takich jak całkowita długość wszystkich korzeni w systemie korzeniowym, długość korzeni w klasach grubości, powierzchnia i objętość korzeni, średnia grubość korzeni oraz liczba wierzchołków i rozgałęzień. Przy opracowaniu danych skoncentrowano się na najważniejszych cechach, takich jak całkowita wysokość (długość pędu) siewek, długość części ugiętej pędu, sucha masa igieł, łączna długość korzeni, liczba wierzchołków, stosunek długości korzeni do wysokości (długości) pędu.

Brak istotnych różnic między średnimi cechami nasion i siewek pochodzących z trzech źródeł skłoniły do przeprowadzenia charakterystyki najważniejszych cech morfologicznych siewek wyhodowanych z nasion o różnej masie. W tym celu analizowane nasiona pogrupowano w osiem klas o przedziałach co 1 mg. Najlżejsze nasiona utworzyły klasę o masie do 4 mg, najcięższe zaś zaliczono do klasy o masie powyżej 10 mg. Przykładowo, do klasy 4 zaliczono nasiona o masie 4,0–4,9 mg, natomiast do klasy 7 nasiona o masie 7,0–7,9 mg. Pozwoliło to określić zależność cech siewek od masy nasion, z których zostały wyhodowane. Do analiz użyto siewki, które wyrosły tylko przez pierwsze dwa tygodnie od siewu nasion.

Zebrany materiał poddano analizie wariancji. Wyniki testowano testem Duncana w celu określenia grup jednorodnych oraz określono współczynniki korelacji między badanymi cechami.

3. Wyniki

Analiza wariancji wykazała, że nie ma istotnych różnic między wszystkimi cechami nasion, ich zarodków i prabiela pochodzących z trzech źródeł – WGN, WDN, PN (tab. 1). Obliczone dla wszystkich cech poziomy istotności P miały wartości większe od zakładanego poziomu progowego $P = 0,05$, co świadczy o braku istotnych statystycznie różnic między średnimi tych cech. Takie same wyniki uzyskano w przypadku cech siewek wyhodowanych z tych nasion. Ani korzenie, ani też nadziemne elementy siewek pochodzących z trzech źródeł nie różniły się istotnie (tab. 2).

Średnia masa jednego nasiona z GDN wyniosła 6,6 mg, z plantacji nasiennej 6,9 mg oraz z WDN 6,7 mg (tab. 1). Nasiona miały długość od 4,2 do 4,3 mm, natomiast szerokość około 2,5 mm. Najdłuższe zarodki stwierdzono u nasion z plantacji nasiennej (3,3 mm) natomiast z WDN i GDN były o 0,2 mm krótsze. Szerokość zarodków kształtowała się od 0,42 (GDN) do 0,47 mm (PN), zaś szerokość prabiela nasion z GDN

Tabela 1. Cechy morfologiczne nasion, zarodków i prabielpa sosny zwyczajnej

Table 1. Morphological characteristics of seeds, embryos and megagametophyte of the Scots pine

Pochodzenie nasion Seed origin	Nasiona Seeds			Zarodek Embryo		Prabielpo Megagametophyte
	masa weight	długość length	szerokość width	długość length	szerokość width	szerokość width
	mg	mm	mm	mm	mm	mm
GDN	6,6	4,2	2,5	3,14	0,42	1,84
WDN	6,7	4,3	2,5	3,15	0,46	1,87
PN	6,9	4,3	2,5	3,26	0,47	1,90
Średnia / Mean	6,7	4,3	2,5	3,18	0,45	1,87

GDN – gospodarczy drzewostan nasienny / managed seed stand

WDN – wyłączony drzewostan nasienny / seed stand excluded from harvesting

PN – plantacja nasienna / seed plantation

 $P > 0,05$ **Tabela 2. Podstawowe parametry morfologiczne siewek sosny zwyczajnej**

Table 2 Basis morphological characteristics of Scots pine seedlings

Pochodzenie nasion Seed origin	Część nadziemna Shoot				System korzeniowy Root system			Stosunek długości korzeni do wysokości pędu Ratio of root length to shoot height
	wysokość height	długość części uigłonej length of section with needles	sucha masa pędu shoot dry mass	sucha masa igieł needle dry mass	łączna długość total length	liczba wierzchołków number of apical domes	sucha masa korzeni root dry mass	
	cm	cm	mg	mg	cm		mg	
GDN	3,6	0,97	10,5	25,8	62	126	25,4	17,2
WDN	3,8	0,98	11,1	26,3	65	132	25,9	16,6
PN	4,0	0,99	11,9	26,4	67	137	26,6	16,4
Średnia / Mean	3,7	0,98	11,1	26,1	64	131	25,9	16,8

GDN – gospodarczy drzewostan nasienny / managed seed stand

WDN – wyłączony drzewostan nasienny / seed stand excluded from harvesting

PN – plantacja nasienna / seed plantation

 $P > 0,05$

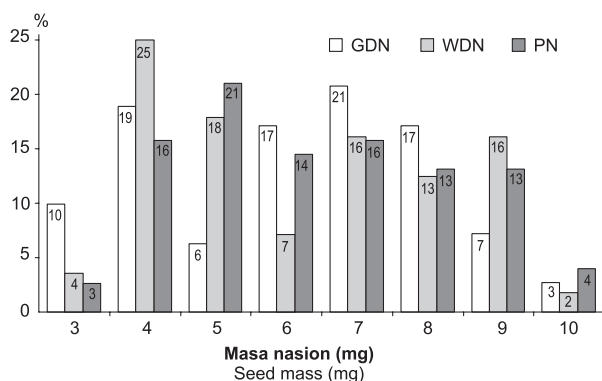
wyniosła 1,84 mm, z plantacji nasiennej 1,9 mm i 1,87 mm z WDN (tab. 1).

Wysokość całkowita siewek kształtowała się od 3,6 cm w grupie potomstwa z GDN do 4,1 z plantacji nasiennej przy średniej długości części uigłonej pędu (korony) wynoszącej 0,98 cm (tab. 2). Sucha masa pędu wyniosła 11,1 mg, a igieł kształtowała się na poziomie 26,1 mg. System korzeniowy siewek miał średnią długość 64 cm i 131 wierzchołków wzrostu oraz masę 25,9 mg (sucha masa). Wszystkie te cechy były najmniejsze u siewek pochodzących z GDN, a największe u siewek z plantacji nasiennej.

Najbardziej regularny, czyli zbliżony do normalnego, był rozkład nasion w wyróżnionych klasach w próbce pochodzącej z plantacji nasiennej, w której w klasach skrajnych (najmniejsza i największa masa) było 3–4% nasion, natomiast w pozostałych klasach od 13 do 21% (ryc. 1). W próbkach pochodzących z GDN i WDN

rozkład nasion w wyróżnionych klasach nie był tak regularny. W próbce z GDN nasion o masie do 4 mg było 10%, o masie 4–4,9 mg (klasa 4) było 19%, o masie 5–5,9 mg było 6% oraz o masie powyżej 10 mg było 3% nasion. W próbce pochodzącej z WDN najwięcej było nasion o masie 4–4,9 mg (25%), natomiast o masie 5–5,9 mg było 7% oraz tylko 2% w grupie nasion o masie powyżej 10 mg (ryc. 1).

Analiza statystyczna wykazała istotną zależność między masą nasion i długością zarodków a większością pozostałych badanych cech nasion i wyhodowanych z nich siewek (tab. 3). Masa nasion nie miała istotnego wpływu na wysokość całkowitą siewek, bez względu na ich pochodzenie oraz na liczbę liści i suchą masę korzeni u siewek pochodzących z GDN i WDN. Wraz ze wzrostem długości zarodka istotnie zwiększały się wszystkie cechy nasion pochodzących z plantacji nasiennej i wyhodowanych z nich siewek. W materiale



Rycina 1. Udział nasion w klasach masy nasion pochodzących z gospodarczego drzewostanu nasiennego (GDN), wyłączonego drzewostanu nasiennego (WDN) i plantacji nasiennej (PN)
 Figure 1. Share in mass classes of seeds from managed seed stands (GDN), seed stands excluded from harvesting (WDN) and a seed plantation (PN)

Tabela 3. Współczynniki korelacji r między masą nasion i długością zarodka a innymi cechami nasion i wyhodowanych z nich siewek

Table 3. Coefficients of correlation (r) between seed mass and embryo length and other seed characteristics and seedlings grown from them

Zmienne Variables		Współczynnik r obliczony dla: r coefficient calculated for:		
X	Y	GDN	WDN	PN
Masa nasion Seed mass	Długość nasiona / Seed length	0,811**	0,960**	0,831**
	Szerokość nasiona / Seed width	0,873**	0,838**	0,818**
	Długość zarodka / Embryo length	0,807**	0,921**	0,819**
	Szerokość zarodka / Embryo width	0,695**	0,688**	0,676**
	Szerokość prąbielna / Megagametophyte width	0,903**	0,908**	0,895**
	Wysokość części uigłonej siewek / Height of the section with needles	0,717**	0,761**	0,361*
	Wysokość całkowita siewek / Total seedling height	0,532	0,395	0,267
	Liczba liścieni / Number of cotyledons	0,269	0,274	0,457**
	Sucha masa pędu / Shoot dry mass	0,679**	0,590**	0,557**
	Sucha masa igieł / Needle dry mass	0,678**	0,674**	0,626**
	Sucha masa korzeni / Root dry mass	0,267	0,400	0,392*
	Łączna długość korzeni / Total root length	0,593**	0,577**	0,550**
	Długość korzeni o grubości 1 mm / Length of roots 1 mm thick	0,599**	0,566**	0,547**
	Długość korzeni o grubości 1 mm / Length of roots 1 mm thick	0,413*	0,502*	0,461**
	Objętość korzeni / Root volume	0,526**	0,534**	0,502**
Długość zarodka Embryo length	Liczba wierzchołków korzeni / Number of root apical domes	0,506**	0,406*	0,450**
	Liczba rozwidleń korzeni / Number of root bifurcations	0,546**	0,532**	0,511**
	Długość nasiona / Seed length	0,902**	0,937**	0,878**
	Szerokość nasiona / Seed width	0,733**	0,772**	0,485**
	Szerokość zarodka / Embryo width	0,663**	0,604**	0,542**
	Szerokość prąbielna / Megagametophyte width	0,707**	0,847**	0,566**
	Wysokość części uigłonej siewek / Height of the section with needles	0,659**	0,767**	0,423*
	Wysokość całkowita siewek / Total seedling height	0,437**	0,373	0,418*
	Liczba liścieni / Number of cotyledons	0,255	0,275	0,454**
	Sucha masa pędu / Shoot dry mass	0,641**	0,604**	0,663**
	Sucha masa igieł / Needle dry mass	0,685**	0,625**	0,630**
	Sucha masa korzeni / Root dry mass	0,303	0,341	0,396*
	Łączna długość korzeni / Total root length	0,586**	0,518**	0,619**
	Długość korzeni o grub. 1 mm / Length of roots 1 mm thick	0,519**	0,514**	0,615**
	Długość korzeni o grub. 1 mm / Length of roots 1 mm thick	0,316**	0,409*	0,527**
	Objętość korzeni / Root volume	0,477**	0,469*	0,559**
	Liczba wierzchołków korzeni / Number of root apical domes	0,438*	0,337	0,542**
	Liczba rozwidleń korzeni / Number of root bifurcations	0,505**	0,780*	0,649**

** – zależność istotna statystycznie na poziomie $P = 0,01$ / relationship significant at $P = 0.01$

* – zależność istotna statystycznie na poziomie $P = 0,05$ / relationship significant at $P = 0.05$

pochodzącym z GDN i WDN długość zarodków nie miała istotnego wpływu na wysokość siewek, liczbę liścieni i suchą masę korzeni.

Szerokość zarodków była dodatnio i istotnie skorelowana z pozostałymi cechami nasion bez względu

na ich pochodzenie (tab. 4). Szerokość zarodka miała najmniejszy wpływ na większość cech siewek pochodzących z plantacji, natomiast największy na siewki pochodzące z GDN. Wraz ze wzrostem szerokości prabiela istotnie zwiększały się wszystkie cechy

Tabela 4. Współczynniki korelacji r między szerokością zarodka i prabiela, długością uigłonej części pędu a innymi cechami nasion i wyhodowanych z nich siewek

Table 4 Coefficients of correlation (r) between embryo and megagametophyte width, length of the shoot section with needles and other seed characteristics and seedlings grown from them

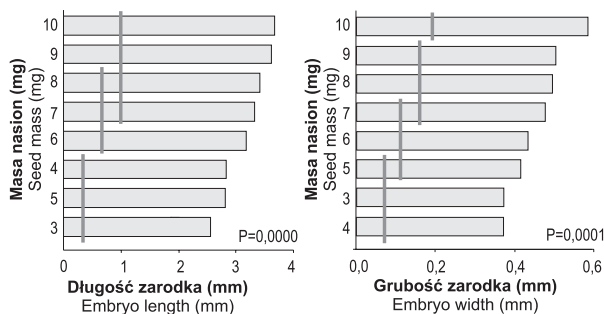
Zmienne Variables		Współczynnik r obliczony dla: r coefficient calculated for:		
X	Y	GDN	WDN	PN
Szerokość zarodka Embryo width	Długość nasiona / Seed length	0,667**	0,623**	0,537**
	Szerokość nasiona / Seed width	0,608**	0,659**	0,676**
	Szerokość prabiela / Megagametophyte width	0,566**	0,696**	0,721**
	Wysokość części uigłonej siewek / Height of the section with needles	0,395**	0,404*	0,122
	Wysokość całkowita siewek / Total seedling height	0,270	0,334	0,024
	Liczba liścieni / Number of cotyledons	0,056	0,116	0,471**
	Sucha masa pędu / Shoot dry mass	0,358*	0,309	0,278
	Sucha masa igiel / Needle dry mass	0,417*	0,385	0,327
	Sucha masa korzeni / Root dry mass	0,144	0,240	0,045
	Łączna długość korzeni / Total root length	0,431*	0,477*	0,311
	Długość korzeni o grub. < 1 mm / Length of roots < 1 mm thick	0,435*	0,464*	0,322
	Długość korzeni o grub. > 1 mm / Length of roots > 1 mm thick	0,290*	0,447*	0,185
	Objętość korzeni / Root volume	0,367*	0,461*	0,194
	Liczba wierzchołków korzeni / Number of root apical domes	0,274	0,393	0,452**
	Liczba rozwidleń korzeni / Number of root bifurcations	0,307	0,442*	0,343*
Szerokość prabiela Megagametophyte width	Długość nasiona / Seed length	0,707**	0,871**	0,642**
	Szerokość nasiona / Seed width	0,886**	0,952**	0,916**
	Wysokość części uigłonej siewek / Height of the section with needles	0,696**	0,754**	0,357*
	Wysokość całkowita siewek / Total seedling height	0,389*	0,337	0,118
	Liczba liścieni / Number of cotyledons	0,324**	0,272	0,378*
	Sucha masa pędu / Shoot dry mass	0,668**	0,562**	0,420*
	Sucha masa igiel / Needle dry mass	0,650**	0,628**	0,468**
	Sucha masa korzeni / Root dry mass	0,307*	0,352	0,257
	Łączna długość korzeni / Total root length	0,582**	0,532**	0,389*
	Długość korzeni o grub. < 1 mm / Length of roots < 1 mm thick	0,578**	0,516**	0,388*
	Długość korzeni o grub. > 1 mm / Length of roots > 1 mm thick	0,427*	0,507**	0,321
	Objętość korzeni / Root volume	0,514**	0,504**	0,349*
	Liczba wierzchołków korzeni / Number of root apical domes	0,478**	0,437*	0,323
	Liczba rozwidleń korzeni / Number of root bifurcations	0,533**	0,510**	0,341*
Wysokość części uigłonej siewek Height of the seedling section with needles	Długość nasiona / Seed length	0,587**	0,742**	0,354*
	Szerokość nasiona / Seed width	0,692**	0,667**	0,201
	Wysokość całkowita siewek / Total seedling height	0,759**	0,390	0,671**
	Liczba liścieni / Number of cotyledons	0,290	0,224	0,138
	Sucha masa pędu / Shoot dry mass	0,803**	0,663**	0,797**
	Sucha masa igiel / Needle dry mass	0,838**	0,727**	0,675**
	Sucha masa korzeni / Root dry mass	0,488**	0,347	0,612**
	Łączna długość korzeni / Total root length	0,729**	0,565**	0,628**
	Długość korzeni o grub. < 1 mm / Length of roots < 1 mm thick	0,672**	0,569**	0,595**
	Długość korzeni o grub. > 1 mm / Length of roots > 1 mm thick	0,608**	0,376	0,706**
	Objętość korzeni / Root volume	0,682**	0,465*	0,703**
	Liczba wierzchołków korzeni / Number of root apical domes	0,594**	0,255	0,323
	Liczba rozwidleń korzeni / Number of root bifurcations	0,646**	0,447*	0,604**

** – zależność istotna statystycznie na poziomie $P = 0,01$ / relationship significant at $P = 0.01$

* – zależność istotna statystycznie na poziomie $P = 0,05$ / relationship significant at $P = 0.05$

siewek wyhodowanych z nasion zebranych w GDN. Szerokość prąbielma miała najmniejszy wpływ na cechy siewek wyprodukowanych z nasion pochodzących z plantacji nasiennej.

Długość części uigłonej pędu w największym stopniu była skorelowana z cechami nasion i siewek pochodzących z GDN. W materiale pochodzącym z WDN długość części uigłonej nie była istotnie skorelowana z liczbą liści, suchą masą korzeni, długością korzeni o grubości powyżej 1 mm oraz liczbą wierzchołków korzeni. W materiale z plantacji nasiennej brak zależności stwierdzono w odniesieniu do: szerokości nasion, liczby liści i wierzchołków korzeni. Istotna



Rycina 2. Długość i szerokość (grubość) zarodka nasion o zróżnicowanej masie (P – poziom istotności, – grupy jednorodnie statystycznie)

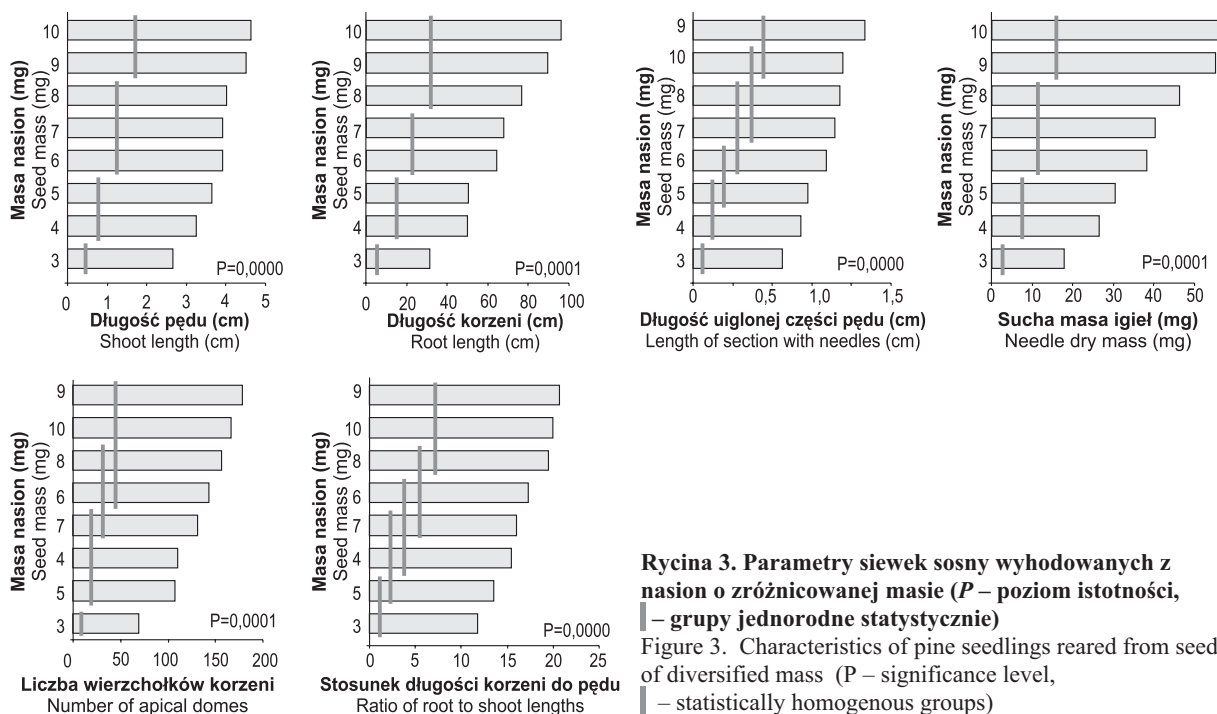
Figure 2. Length and width (thickness) of embryo from seeds of diversified mass (P – significance level, – statistically homogenous groups)

statystycznie dodatnia korelacja była między długością części uigłonej a pozostałymi cechami siewek (tab. 4).

Długość zarodka w nasionach o masie do 6 mg wynosiła od 2,6 do 2,8 mm (ryc. 2). Na podstawie testu Duncana stwierdzono, że nasiona o masie do 6 mg nie różniły się pod względem długości zarodka. Również nasiona o masie od 6 do 9 mg były jednorodnie statystycznie pod względem długości zarodka. Najdłuższy zarodek, istotnie różny niż w poprzednich grupach jednorodnych, miały nasiona o masie powyżej 9 mg. Długość zarodka zwiększała się wraz ze wzrostem masy nasion. Nasiona o masie do 6 mg miały najcieńszy zarodek, natomiast o masie powyżej 8 mg najgrubszy.

Długość pędów oraz korzeni siewek sosny była istotnie zależna od masy nasion, z których zostały wyhodowane. Siewki wyhodowane z nasion o masie do 4 mg miały pęd o długości 2,7 cm i korzenie o całkowitej długości 31 cm (ryc. 3). Pod względem tych cech była to grupa siewek najmniejszych i istotnie różniła się od pozostałych grup. Jednakowo pod względem statystycznym były siewki wyprodukowane z nasion o masie od 4 do 6 mg. Podobnie, grupę jednorodną utworzyły siewki powstałe z nasion o masie od 6 do 9 mg. Siewki najwyższe i o najdłuższym systemie korzeniowym wyhodowano z nasion o masie powyżej 9 mg.

Najkrótszą częścią uigłoną pędu oraz najmniejszą suchą masą igieł charakteryzowały się siewki z nasion o masie do 4 mg (klasa 3). Test Duncana uszeregował siewki pod względem suchej masy igieł w 4 grupy jednorodne, natomiast pod względem długości części



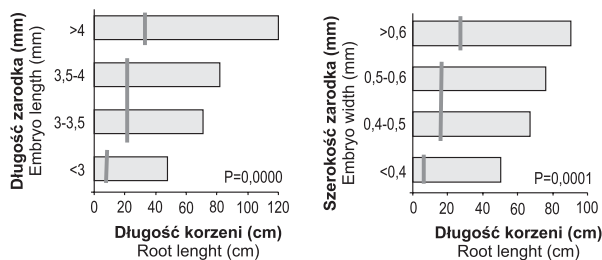
Rycina 3. Parametry siewek sosny wyhodowanych z nasion o zróżnicowanej masie (P – poziom istotności, – grupy jednorodnie statystycznie)

Figure 3. Characteristics of pine seedlings reared from seeds of diversified mass (P – significance level, – statistically homogenous groups)

uigłonej w 6 grup. Sucha masa igieł siewek wyhodowanych z nasion o masie do 4 mg wyniosła 12,4 mg, natomiast z nasion najcięższych (powyżej 9 mg) była około 3-krotnie większa (ryc. 3).

Liczba wierzchołków w systemie korzeniowym również zwiększała się wraz ze wzrostem masy nasion, z których wyhodowano siewki (ryc. 3). Na podstawie wyników testu Duncana można wyróżnić grupę siewek wyhodowanych z nasion o masie do 6 mg, których system korzeniowy ma istotnie mniej wierzchołków wzrostu niż korzenie siewek powstałych z cięższych nasion. Grupę jednorodną statystycznie o największej liczbie wierzchołków utworzyły siewki wyhodowane z nasion o masie powyżej 8 mg. Stosunek długości korzeni do długości pędu u siewek wyhodowanych z nasion o masie do 8 mg kształtował się w przedziale od 12 do 17,5, natomiast u siewek powstałych z nasion o masie powyżej 8 mg wyniósł od 19,6 do 20,9 (ryc. 3).

Długość systemu korzeniowego bardzo silnie zależała od wielkości zarodka. Siewki wyhodowane z nasion, w których zarodek miał długość do 3 mm i szerokość (grubość) do 0,4 mm, wykształciły system korzeniowy długości około 50 cm (ryc. 4), natomiast siewki powstałe z nasion z zarodkiem o długości od 3 do 4 mm i szerokości od 0,4 do 0,6 mm miały korzenie o długości 70–80 cm. Z nasion o największym zarodku wyrosły siewki o łącznej długości korzeni powyżej 90 cm. Test Duncana wyróżnił 4 statystycznie jednorodne grupy zarodków.



Rycina 4. Długość korzeni siewek sosny wyhodowanych z nasion o zróżnicowanej długości i szerokości zarodka (P – poziom istotności, ▮ – grupy jednorodne statystycznie)

Figure 4. Length of roots of pine seedlings reared from seeds of diversified embryo length and width (P – significance level, ▮ – statistically homogenous groups)

4. Dyskusja

Badania laboratoryjne potwierdziły wyniki uzyskane w warunkach polowych szkółki leśnej (Wierzbński 2004), które jednoznacznie wskazują na brak istotnych statystycznie różnic między cechami morfologicznymi

siewek sosny zwyczajnej wyhodowanych z nasion pochodzących z gospodarczego (GDN) i wyłączanego (WDN) drzewostanu nasiennego oraz plantacji nasiennej (PN). Nasiona z badanych źródeł nie odbiegały wymiarami od przyjętych w warunkach Polski standardów. Masa badanych nasion wahała się od 6,6 do 6,9 mg, co odpowiada masie tysiąca nasion (MTN) 6,6–6,9 g. Według Antosiewicza (1970) w warunkach Polski masa 1000 nasion sosny zwyczajnej wynosi średnio 6,2 g, przy czym może wahać się od 4 do 8,5 g. Tyszkiewicz (1949) podaje, że masa 1000 nasion u tego gatunku powinna wynosić 5,5 do 6 gramów. Przyjęta dla warunków Polski długość zarodka w nasionach sosny zwyczajnej powinna wynosić 3,02 mm, natomiast szerokość 0,52 mm oraz szerokość prabielma 1,94 mm (Załęski 1995). Badane nasiona miały zarodek o 0,16 mm dłuższy, ale o 0,07 mm cieńszy od przyjętych standardów oraz nieznacznie węższe prabielmo (o 0,07 mm). Najbardziej zbliżone do standardowych wymiarów były zarodek i prabielmo w nasionach pochodzących z plantacji nasiennej. Nieznacznie większe były wymiary nasion, zarodka oraz prabielma w próbce pozyskanej na plantacji nasiennej, co mogło mieć też wpływ na parametry wyhodowanych z nich siewek większe niż siewek pochodzących z obu drzewostanów nasiennych. Różnice te jednak nie były istotne statystycznie.

Szczegółowe badania nad zmiennością budowy anatomicznej nasion sosny zwyczajnej przeprowadził Wrześniewski (1982 a, b), który również wykazał bardzo silny dodatni związek między masą nasion i wymiarami zarodków oraz prabielma. Autor ten stwierdził też, że nasiona o masie od 6 do 8 mg najszybciej pęcznieją i kiełkują, a kiełki ich po 120 godzinach wzrostu są najdłuższe, co może sugerować, że uzyskane z tych nasion siewki powinny uzyskać większe wymiary w kolejnych etapach rozwoju. Takiej zależności nie potwierdziły przeprowadzone badania, ponieważ istotną dodatnią korelację między masą nasion i wymiarami wyhodowanych z nich siewek stwierdzono w całym przedziale masy nasion, także w grupie nasion o masie powyżej 8 mg.

Analizy statystyczne wykazały, że na cechy morfologiczne siewek istotny wpływ ma masa nasion i długość zarodka. Mniejszy wpływ na cechy siewek miała szerokość (grubość) zarodka, szczególnie w materiale pochodzącym z plantacji nasiennej. Może to mieć związek z tym, że szerokość zarodka badanych nasion była mniejsza od przyjętych w Polsce standardów tej cechy.

Cechą, którą szczególnie łatwo można wykorzystać w praktyce szkółkarskiej, jest masa nasion. Analiza wariancji oraz wyniki testu Duncana, pozwoliły wyróżnić jednorodne statystycznie grupy siewek wyhodowane z grup nasion o określonej masie. Siewki wyhodowane z nasion o masie do 6 mg (MTN do 6 g) należy uznać za istotnie statystycznie mniejsze od siewek z nasion o

większej masie. Większe siewki charakteryzowały się też większym stosunkiem długości korzeni do długości pędu, co może sugerować lepszą ich jakość hodowlaną. Mogą to być informacje, które należy uwzględnić przy doborze materiału siewnego, zarówno do produkcji szkółkarskiej jak też w badaniach naukowych. Dobór nasion o odpowiedniej jakości jest szczególnie ważnym zagadnieniem w szkółkarstwie kontenerowym (Szabla, Pabian 2003), gdzie powinno się stosować nasiona o dużej masie.

Badania wskazują też na potrzebę szczegółowego poznania zmienności cech nasion, zarówno populacyjnej, jak i indywidualnej, związanej z obradaniem poszczególnych drzew w drzewostanie lub klonów na plantacjach nasiennych. Niektóre drzewa lub klony na plantacjach nasiennych mogą produkować małe nasiona (Staszkiwicz 1993, Urbański 1982), z których wyprodukowane sadzonki nie będą spełniały norm jakościowych. W praktyce może to oznaczać rezygnację ze zbioru szyszek z takich drzew i tym samym optymalizację kosztów pozyskania nasion.

Cechy nasion i wyhodowanych z nich siewek w dużym stopniu mogą być też uwarunkowane genetycznie, czego dowodem mogą być badania przeprowadzone przez Reicha i in. (1994), które wykazały zróżnicowanie, zarówno budowy nasion, jak też i wzrostu na wysokość w pierwszych siedmiu latach siewek sosny zwyczajnej różnych pochodzeń europejskich.

Ważnym zagadnieniem jest też zmienność masy nasion wykształcanych w obrębie korony jak też między szyszkami. Liczne badania (Sokołowski 1931, Tyszkiewicz 1949, Załęski 1995) wykazały dodatnią korelację między wielkością szyszek i masą nasion, co może wskazywać na możliwość selekcji też na etapie zbioru i przygotowania szyszek do wyluszczenia.

5. Literatura

- Antosiewicz Z. 1970. Nasiennictwo. Poradnik Leśnika. Warszawa, SITLiD, PWRiL.
- Reich P.B., Oleksyn J., Tjoelker M.G. 1994. Seed mass effects on germination and growth of diverse European Scots pine populations. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 306-320.
- Sobczak R. 1992. Szkółkarstwo leśne. Warszawa, Wydawnictwo Świat..
- Sokołowski S. 1931. Prace biometryczne nad rasami sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) na ziemiach Polski. *Prace Rolniczo-Leśne PAU*, 5: 1-106.
- Staszkiwicz J. 1993. Zmienność morfologiczna szpilek, szyszek i nasion. [W:] Biologia sosny zwyczajnej. Praca pod redakcją Białoboka, Boratyńskiego, Bugały. Poznań-Kórnik, PAN Instytut Dendrologii.
- Szabla K., Pabian R. 2003. Szkółkarstwo kontenerowe. Warszawa, CILP.
- Tyszkiewicz S. 1949. Nasiennictwo leśne. Warszawa, IBL.
- Urbański K. 1978 Wpływ ciężaru nasion sosny pospolitej, pochodzących z różnych drzew, na wielkość jednorocznych siewek. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, 155-167.
- Wierzbński D. 2004. Wpływ właściwości nasion na cechy morfologiczne jednorocznych siewek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Praca magisterska wykonana w Katedrze Hodowli Lasu SGGW, Warszawa.
- Wrzesniewski, W. 1982a. Physiology of Scots pine seedlings grown from seed of different weight. I. Differentiation of seed characteristics. *Acta Physiologica Plantarum*, 4: 31-42.
- Wrzesniewski, W. 1982b. Physiology of Scots pine seedlings grown from seed of different weight. II. Imbibition, germination, respiration and early growth. *Acta Physiologica Plantarum*, 4: 43-51.
- Załęski A. 1995. Nasiennictwo leśnych drzew i krzewów iglastych. Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- Załęski A. 2000. Zasady i metodyka oceny nasion w Lasach Państwowych. Warszawa, CILP.