

ZDZISŁAW CZERNIK

**Badania właściwości geometrycznych nasion
sosny zwyczajnej, świerka pospolitego
i modrzewia europejskiego**

Исследования геометрических свойств семян сосны обыкновенной, ели
обыкновенной и европейской лиственницы

Studies of geometrical features of seeds of Scotch pine, Norway spruce
and European larch

C oraz szerzej stosowane w gospodarstwie leśnym różnorodne i intensywne metody produkcji materiału sadzeniowego — wymagają precyzyjnego przygotowania nasion do wysiewu. Czynności zbioru, wydobycia nasion z owoców, ich oczyszczenie i ewentualne wysortowanie mogą być zmechanizowane i prawidłowo przeprowadzone m.in. na podstawie znajomości cech rozdzielczych nasion.

Podstawą wszelkich procesów rozdzielczych są różnice we właściwościach fizyko-mechanicznych poszczególnych składników mieszaniny ziarnistej i tam należy poszukiwać cech rozdzielczych nasion. Przy projektowaniu maszyn zawierających różnorodne elementy rozdzielcze znajomość właściwości mieszaniny wejściowej oraz zasad rozdziału tej mieszaniny ma znaczenie podstawowe.

W literaturze odczuwa się brak opracowań na ten temat. Istniejące zaś prace (2, 6, 7,8, 9) nie mogą stanowić podstawy do projektowania roboczych elementów maszyn. Zaistniała więc potrzeba podjęcia badań nad właściwościami fizyko-mechanicznymi nasion gatunków leśnych, które dałyby podstawę do zmechanizowania prac przy obróbce przedsiębiernej oraz wzbogaciły wiedzę ogólną o nasionach.

Przedmiot badań stanowiły właściwości geometryczne nasion sosny zwyczajnej, świerka pospolitego i modrzewia europejskiego. W pracy podano i omówiono wyniki badań opartych na pomiarach i analizie statystycznej podstawowych wymiarów nasion oraz ich kształtów w obrębie wybranych populacji. Ponadto opracowano metodę określania powierzchni przekroju nasion i porównano ją z innymi sposobami okreś-

lania tej wielkości zawartymi w literaturze. Stanowiło to cel poznawczy pracy. Oprócz tego podano ogólne zasady ustalenia procesów rozdzielczych na podstawie analizy korelacyjnej cech geometrycznych nasion modrzewia, jako przykład praktycznego wykorzystania wyników badań właściwości geometrycznych nasion i znajomości podstawowych zależności między nimi występujących.

Nasiona do badań pochodziły z drzewostanów nasiennych, położonych na terenie OZLP w Krakowie, ze zbioru jednego roku. Szczegółowe charakterystyki nasion przedstawiono w tab. 1. Próbę średnią do badań pobrano z partii nasion, po ich termicznym, a w przypadku modrzewia i mechanicznym wyluszczeniu oraz odskrzydleniu. Próby laboratoryjne wydzielono zgodnie z normami (6, 7). Wykonano pomiary długości (c), szerokości (b) i grubości (a) nasion badanych gatunków z dokładnością do 0,02 mm. Powierzchnie przekroju poprzecznego obliczano trzema różnymi metodami, porównując je następnie z wielkościami otrzymanymi przez fotograficzne odwzorowanie rzutów powierzchni trzech zasadniczych przekrojów nasion, na płaszczyzny prostopadłe do trzech osi. Niezależnie od tego obliczono współczynniki kształtu nasion.

Tabela 1

Charakterystyka badanych nasion

Charakterystyka	Sosna	Świerk	Modrzew
Partia nasion, jej nr i wielkość	124/18 kg	157/26 kg	241/30 kg
Kraina i dzielnica przyrodniczo-leśna	VIII/4	VIII/5	VIII/5
Nadleśnictwo, oddział	Orawa 1101	Ujsoły 241 g	St. Sącz 701
Pora zbioru szyszek	lutym	styczeń	styczeń
Pora wyluszczenia	kwiecień	kwiecień	kwiecień
Typ siedliska	BMG	LMG	LG
Wysokość npm	600 m	750 m	500 m
Czystość	95%	89%	90%
Ciężar 1000 nasion	6,2 g	8,6 g	4,3 g
Zdolność kiełkowania	93%	93%	39%
Energia kiełkowania	86%	77%	28%
Klasa jakości	I	I	II

Na podstawie wstępnych obserwacji i pomiarów przyjęto orientacyjnie średnie wartości współczynników zmienności i wskaźników dokładności, na podstawie których obliczono konieczną liczebność spostrzeżeń. Przyjęto współczynnik zmienności 16%, wskaźnik dokładności 3%, co przy założonym poziomie istotności 0,05 daje liczebność około stu spostrzeżeń. W pracy wykonano po sto doświadczeń w trzech powtórzeniach.

W literaturze (6,7,8) używane jest pojęcie wielkości nasiona, rozumiane jako jego największy wymiar liniowy. Do celów techniczno-leśnych uproszczenie to jest nie do przyjęcia, ponieważ w rzeczywistości nasiono jest bryłą, a jego zachowanie — np. w strumieniu powietrza, na sitach i innych elementach maszyn — uzależnione jest od jego wymiarów, kształtu oraz wielu innych cech fizycznych.

Z analizy wyników zawartych w tab. 2 oraz kształtów i przebiegu szeregów statystycznych poszczególnych wymiarów geometrycznych nasion badanych gatunków wynika, że mają one rozkład normalny. Dla potwierdzenia tego naniesiono wartości procentowych rozkładów kumulacyjnych badanych cech na skalę papieru prawdopodobieństwa. Otrzymano wykresy prostych, co dowodzi, że rozkłady wspomnianych cech odpowiadają ogólnemu schematowi rozkładu normalnego.

W celu pełniejszego scharakteryzowania cech geometrycznych badanych nasion obliczono współczynniki korelacji między poszczególnymi wymiarami nasion (tab. 3). Wnioski oparte zostały na wyniku testu, w którym założono hipotezę zerową o nieistnieniu korelacji, aproksymując rozkład „r” z prób badanych nasion za pomocą rozkładu normalnego, mającego średnią równą zero i odchylenie standardowe $\frac{1}{N-1}$

Wymiary nasion sosny i modrzewia są ze sobą powiązane pewnymi zależnościami. Nasiona sosny wykazały najsilniejszą korelację między wymiarami grubości i szerokości. Nasiona modrzewia są najsilniej skorelowane wymiarami długości i szerokości. Ogólnie więc u nasion sosny i modrzewia zwiększenie jednego z wymiarów wiąże się z powiększeniem pozostałych. Nie są to jednak zależności funkcyjne. Interesujące jest, że nie stwierdzono korelacji pomiędzy wymiarami nasion świerka.

Jedną z podstawowych wielkości decydujących o zachowaniu się nasiona w strumieniu powietrza jest jego chwilowa powierzchnia przekroju, prostopadła do kierunku ruchu strumienia. W przypadku cząstek, których kształt jest kulisty lub zbliżony do kuli, powierzchnię przekroju można uznać za stałą i obliczyć jako powierzchnię koła o średnicy danej czątki. Dla większości nasion roślin rolniczych, zwłaszcza zbóż, przyjmuje się kształt zbliżony do elipsy obrotowej. Obliczanie objętości i powierzchni przekrojów tych nasion nie przedstawia trudności. J. G r o

**Charakterystyka właściwości geometrycznych
nasion sosny, świerka i modrzewia**

Gatunek	Charakterystyka statystyczna	Wymiary liniowe (mm)			Powierzchnie przekroju (mm ²)			Współczynniki kształtu	
		a	b	c	F _a	F _b	F _c	$K_w = \frac{a}{c}$	$K_m = \frac{b}{c}$
Sosna	\bar{X}	1,43	2,34	4,02	2,24	4,09	6,47	0,565	0,360
	S	1,146	0,208	0,400	0,360	0,626	1,041	0,059	0,044
	V ⁰ / ₀	10,21	8,99	9,93	16,05	15,28	16,11	10,49	12,23
	m	0,015	0,021	0,04	0,036	0,062	0,106	0,006	0,004
	P ⁰ / ₀	1,05	0,89	1,00	1,62	1,52	1,61	1,05	1,22
Świerk	\bar{X}	1,68	2,18	4,35	2,95	4,75	6,76	0,503	0,383
	S	0,175	0,206	0,270	0,374	0,462	0,749	0,054	0,045
	V ⁰ / ₀	10,43	9,43	6,20	12,66	9,73	11,10	10,63	11,70
	m	0,018	0,022	0,028	0,039	0,049	0,079	0,006	0,005
	P ⁰ / ₀	1,03	0,99	0,65	1,33	1,03	1,16	1,12	1,22
Modrzew	\bar{X}	1,34	2,31	3,56	2,38	3,81	6,48	0,651	0,378
	S	0,133	0,257	0,366	0,383	0,633	1,210	0,066	0,043
	V ⁰ / ₀	9,92	11,11	10,28	16,11	16,60	18,68	10,09	11,30
	m	0,013	0,026	0,037	0,038	0,063	0,121	0,007	0,004
	P ⁰ / ₀	0,99	1,11	1,05	1,61	1,66	1,87	1,01	0,13

\bar{X} — średnia arytmetyczna
 S — odchylenie standardowe
 V⁰/₀ — współczynnik zmienności
 m — średni błąd
 P⁰/₀ — współczynnik dokładności

a — grubość
 b — szerokość
 c — długość

Tabela 3

Zależności pomiędzy wymiarami liniowymi badanych nasion

Cechy geometryczne	współczynniki korelacji		
	sosna	świerk	modrzew
Długość (c) i grubość (a)	0,324	0,063	0,326
Długość (c) i szerokość (b)	0,415	0,144	0,491
Grubość (a) i szerokość (b)	0,445	0,205	0,277

Chowicz (4, 5) proponuje wprowadzić współczynniki kształtu nasion wyrażone jako stosunek powierzchni przekroju nasiona do powierzchni równoważnej kuli. O wiele trudniej jest w przypadku nasion, których kształt jest nieregularny, gdyż nie można ich porównywać z bryłami obrotowymi. Zamysłowski (10) proponuje, powołując się na ba-

dania Serdiukowa, Malcewa i Wojczała, przyjmując dla nasion drobnych gatunków iglastych średnią wartość powierzchni przekroju obliczoną na podstawie zależności $\sqrt[3]{(abc)^2}$ gdzie a, b, c — wymiary nasion. Identyczną zależność w swoich badaniach wykorzystuje Bezručkin (1), obok proponowanego przez siebie wzoru $\sqrt[3]{Q^2}$, gdzie Q — objętość nasion. B. Wachacki proponuje przyjmując do obliczeń średniej powierzchni nasion wzór $\sqrt[3]{a^2+b^2+c^2}$ (9).

Wybór dokładnej metody określania średniej powierzchni przekroju nasion w badaniach laboratoryjnych miał podstawowe znaczenie w późniejszych badaniach zachowania się nasion w strumieniu powietrza. Należało zatem ocenić przydatność poszczególnych metod obliczania powierzchni, opartych na dokładnej i obiektywnej metodzie jej pomiaru, jak też znaleźć możliwie prosty sposób określania powierzchni przekroju nasion sosny, świerka i modrzewia, który mógłby być wykorzystany do praktycznych obliczeń parametrów strumienia powietrza w pneumatycznych elementach rozdzielczych maszyn czyszczących i sortujących nasiona.

Zgodnie z przyjętą metodyką, określono trzy podstawowe powierzchnie przekroju nasion przez planimetrowanie odfotografowanych rzutów tych powierzchni na płaszczyzny prostopadłe do trzech osi nasiona. Następnie obliczono średnią powierzchnię przekroju, jako średnią arytmetyczną trzech powierzchni F_a , F_b , F_c . Dla tych samych nasion obliczono powierzchnię średnią posługując się wspomnianymi metodami. W tab. 4 zamieszczono wartości liczbowe średnich powierzchni przekroju nasion sosny, świerka i modrzewia europejskiego oraz procentowe różnice w stosunku do powierzchni uzyskanych z planimetrowania. Wszystkie wzory dają wyniki za wysokie w granicach od 1,69—31,03%. Najmniejsze błędy otrzymano stosując wzór na powierzchnię zastępczą koła, o średnicy równej średniej arytmetycznej trzech podstawowych wymiarów nasion. Obliczona tym sposobem powierzchnia przekroju różni się od faktycznej (z planimetrowania), dla sosny o +1,69%, świerka +5,66% i modrzewia +3,6%. W związku z tym do dalszych badań właściwości aerodynamiczne nasion przyjęto opisany sposób obliczania średniej powierzchni przekroju.

Pomiar trzech wymiarów nasion, zwłaszcza zaś długości, w praktyce jest trudny i pracochłonny. Należało zatem znaleźć prosty i możliwie dokładny sposób obliczania średniej powierzchni przekroju nasion na podstawie jednego wymiaru liniowego. Najbardziej przydatny okazał się wymiar szerokości (b). Jest on łatwy do uzyskania, metodą klasyfikatora sitowego z otworami okrągłymi.

Porównania średnich powierzchni przekroju badanych nasion

Gatunek	Średnia powierzchnia przekroju nasion F (mm ²) obliczona:						
	planimetr	$\sqrt{(abc)^2}$	$\sigma^0/0$	$\sqrt[3]{a^2+b^2+c^2}$	$\sigma^0/0$	$\Pi \frac{D^2}{4}$	$\sigma^0/0$
Sosna	4,19	5,49	31,03	4,81	14,79	4,12	1,69
Świerk	4,29	5,37	25,17	4,80	11,88	4,06	5,66
Modrzew	3,75	4,76	26,94	4,41	17,60	3,62	3,59

Na podstawie przeprowadzonej analizy wartości powierzchni uzyskanych z planimetrowania oraz wymiarów liniowych tych samych nasion, biorąc równocześnie pod uwagę wielkość współczynników zmienności, dla potrzeb praktycznych proponuje się przyjąć za średnią powierzchnię nasion wymiar szerokości (b) podniesiony do kwadratu. Zmienność wymiarów nasion uwzględniono w postaci odpowiednich współczynników (tab. 5). Proponowane współczynniki odnoszą się do na-

Tabela 5

Praktyczny sposób określania średniej powierzchni przekroju nasion w zależności od ich szerokości

Gatunek	Szerokość w mm	Średnia powierzchnia przekroju F (mm ²)
Sosna	> 2,30	0,8 b ²
	≤ 2,30	0,9 b ²
Świerk	> 2,10	0,9 b ²
	≤ 2,10	b ²
Modrzew	> 2,40	0,6 b ²
	≤ 2,40	0,7 b ²

sion badanych prób, reprezentujących określone populacje nasion sosny, świerka i modrzewia europejskiego. Nie badano zmienności cech geometrycznych nasion w obrębie gatunków, trudno więc byłoby określić, czy zaproponowane współczynniki mogą być uniwersalne. Należy jednak sądzić, że opisana metoda określania średniej powierzchni przekroju znajdzie praktyczne zastosowanie, a dalsze badania w tym kierunku pozwolą na sprecyzowanie wielkości liczbowych zaproponowanych współczynników.

Procesy rozdziału mieszanin ziarnistych oraz wydzielanie z nich zanieczyszczeń przy użyciu urządzeń technicznych opierają się na różnicach w wartościach poszczególnych cech składników mieszaniny. Na podstawie graficznej analizy cech rozdzielczych nasion lub nasion i zanieczyszczeń występujących w mieszaninie można ustalić granicę podziału oraz teoretyczny stopień rozdziału mieszaniny według danej cechy.

Dla przykładu pobrano mieszaninę (wejściową) nasion i zanieczyszczeń nasion modrzewia. Próbki do badań pobrano bezpośrednio po mechanicznym wyluszczeniu nasion. Zawierały one nasiona pełne, nasiona puste i zanieczyszczenia charakterystyczne dla stosowanego obecnie mechanicznego rozdrabniania szyszek w wytrząsarkach.

Rycina przedstawia tablicę korelacyjną zależności między grubością i szerokością nasion oraz zanieczyszczeń. Wynika z niej, że istnieje możliwość wydzielenia zanieczyszczeń w stosunkowo prosty sposób przy pomocy sit płaskich z otworami okrągłymi i podłużnymi. Granice podziału na rycinie zakreskowano. W ten sposób można nie tylko ustalić wielkość otworów sit, ale także kolejność rozdziału, a więc przebieg całego procesu technologicznego. W tym konkretnym przypadku mieszanina wejściowa zostaje podzielona na dwie frakcje na sicie płaskim o otworach prostokątnych. Frakcja zawierająca nasiona i ok. 15% zanieczyszczeń przechodzi na sito płaskie z otworami okrągłymi o średnicy 2,7 mm, gdzie oddzielone zostają zanieczyszczenia wg wymiaru szerokości. Uzyskany produkt zawiera jeszcze ok. 4% zanieczyszczeń, stratność ok. 2%. Zważywszy jednak, że w klasie od 1,0 do 1,9 mm znajdują się tylko nasiona puste — stratność procesu jest minimalna.

Metoda graficznej analizy cech geometrycznych nasion pozwala na wybór właściwej cechy rozdzielczej, przy której różnice między składnikami mieszaniny będą najwyraźniejsze (zapewniającej najskuteczniejszy podział mieszaniny).

Przeprowadzone badania oraz analiza ich wyników pozwalają wysunąć następujące wnioski:

1. Nasiona badanych gatunków w obrębie wybranych populacji są bryłami nieregularnymi o złożonym kształcie. Wielkość ich jest charakteryzowana trzema podstawowymi wymiarami, które u sosny i modrzewia są ze sobą skorelowane dodatnio, natomiast u nasion świerka zależności nie stwierdzono.

2. W obrębie badanych populacji nasion sosny, świerka i modrzewia stwierdzono, że podstawowe trzy wymiary nasion mogą być uznane za cechy rozdzielcze i na podstawie analizy graficznej mogą być wykorzystane do projektowania kolejności i przebiegu procesów oczyszczania

i kalibracji nasion, za pomocą sit płaskich z otworami okrągłymi i podłużnymi.

3. Fotograficzna metoda określania średniej powierzchni przekroju nasion pozwala na ocenę dotychczas stosowanych metod określania tej wielkości. Za średnią powierzchnię przekroju nasion proponuje się przyjmując powierzchnię koła o średnicy będącej średnią arytmetyczną trzech podstawowych wymiarów nasion.

4. Właściwości geometryczne nasion sosny, świerka i modrzewia stanowią zmienne losowe ciągle i mogą być charakteryzowane normalnym rozkładem prawdopodobieństwa.

5. Zachodzi potrzeba kontynuowania badań nad właściwościami fizyko-mechanicznymi nasion gatunków leśnych jako podstawy do konstrukcji maszyn służących do oczyszczania, przygotowania przedsięwzięcia oraz siewu nasion.

LITERATURA

1. Bezručkin I.: Separacja zerna vozdušnym potokom. Selchozmašina 1949 nr 5.
2. Boronov I.: Očistka i sortirovanie semjan. Selechozgiz 1959.
3. Fałara W.: Cechy fizyczne traw i niektórych występujących w nich chwastów. Biul. Inf. IMER 1963.
4. Grochowicz J.: Kształt jako cecha rozdzielcza nasion. Nowe Roln. 1970 nr 23.
5. Grochowicz J.: Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. Warszawa: PWRiL 1971.
6. PN-69/R-65950: Materiał siewny. Metody badania nasion. Warszawa: WN 1965.
7. PN-69/R-71603: Materiał siewny. Pobieranie prób do badań. Warszawa: WN 1965.
8. Tyszkiewicz S.: Nasiennictwo leśne z zarysem selekcji drzew leśnych. Warszawa: PWRiL 1952.
9. Wachacki B.: Badania właściwości fizyko-mechanicznych nasion niektórych gatunków drzew leśnych. Zesz. Nauk. AR Krak., Leś. 1973 nr 6.
10. Zamylovskij V.: Isledovanie aerodiničeskich svojstv semjan drevesnych i kustarnikovych porod. Goslesbumizdat 1959.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 15 sierpnia 1981 r.

Краткое содержание

Механизация ряда при предпосевной обработке семян и их сева возможна на основании знания их физико-механических свойств. Обосновывает это предприятие исследований геометрических свойств семян сосны, ели и европейской лиственницы. В работе представлены результаты исследований основанных на измерениях и статистическом анализе основных измерений семян и их форм в границах выбранных популяций. Кроме того, разработан метод определения площади сечения семян и сравнения её с другими способами определения этой величины. Кроме того, представлены общие принципы определения разделительских процессов на основании корреля-

ционного анализа геометрических свойств семян лиственницы, как пример практического использования результатов исследований геометрических свойств семян и знания основных зависимостей наблюдаемых между ними.

Summary

The mechanization of many operations at seed treatment before and during sowing is possible on the base of knowledge of physical and mechanical features of the seeds. This justified the undertaking of studies of the geometrical features of seeds of Scotch pine, Norway spruce and European larch. The paper contains results and discussion of studies based on measurements and statistical analysis of basic dimensions of seeds and their shapes within chosen populations. Moreover, a method of determination of the area of seed section was elaborated and compared with other ways of determining this area. Also general principles of determining the separation processes on the base of correlation analysis of geometrical features of larch seed was given as example of practical use of results of studies of the geometrical features of seeds and of the knowledge of relations existing between them.

TYLKO PRENUMERATA

GWARANTUJE OTRZYMYWANIE „SYLWANA”