

ZDZISŁAW CZERNIK

Badania właściwości geometrycznych nasion jodły

Studies of Geometrical Properties of Silver Fir Seeds

Wstęp

Nasiona drzew i krzewów leśnych pozyskane z szyszek, lub wydobyte z owocni są niejednorodne, złożone z wielu składników, które obniżają wartość nasion i które w procesie oczyszczania należy usunąć. W procesach rozdzielczych takich mieszanin ich oczyszczaniu, sortowaniu itp. wykorzystuje się różnice we właściwościach fizycznych poszczególnych składników mieszaniny. Uzyskany materiał siewny powinien cechować się przede wszystkim odpowiednimi właściwościami biologicznymi, które w znacznym stopniu mogą zależeć od ich właściwości fizycznych. Można wymienić takie wskaźniki jak: czystość, wykształcenie nasion, ciężary: tysiaca nasion, objętościowy, czy absolutny, również wilgotność, zapach, połysk lub kolor. Ścisłe wyznaczenie granic jakościowych jest trudne, ze względu na to, że są to właściwości o charakterze ciągłym.

Podstawą wielu procesów rozdzielczych są różnice w niektórych właściwościach fizycznych pomiędzy poszczególnymi składnikami mieszanin ziarnistych. W literaturze fachowej panuje pogląd, że cechy rozdzielcze są cechami fizycznymi. Nie wszystkie jednak cechy fizyczne, jak dotąd, mogą być wykorzystywane jako cechy rozdzielcze. Stąd wynika celowość prowadzenia badań właściwości fizycznych nasion do wykorzystania ich w konstrukcjach maszyn i elementów rozdzielających oraz prowadzenia procesów rozdzielczych.

Dotychczasowa praktyka wskazuje, że podstawowymi cechami rozdzielczymi nasion mogą być ich właściwości geometryczne. Wyniki badań tych właściwości w odniesieniu do nasion jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) zawiera przedstawione opracowanie.

Cel pracy

Celem pracy jest określenie wartości liczbowych parametrów kształtu nasion jodły oraz zależności występujących pomiędzy nimi. Należy oczekiwać, że wyniki badań odpowied-

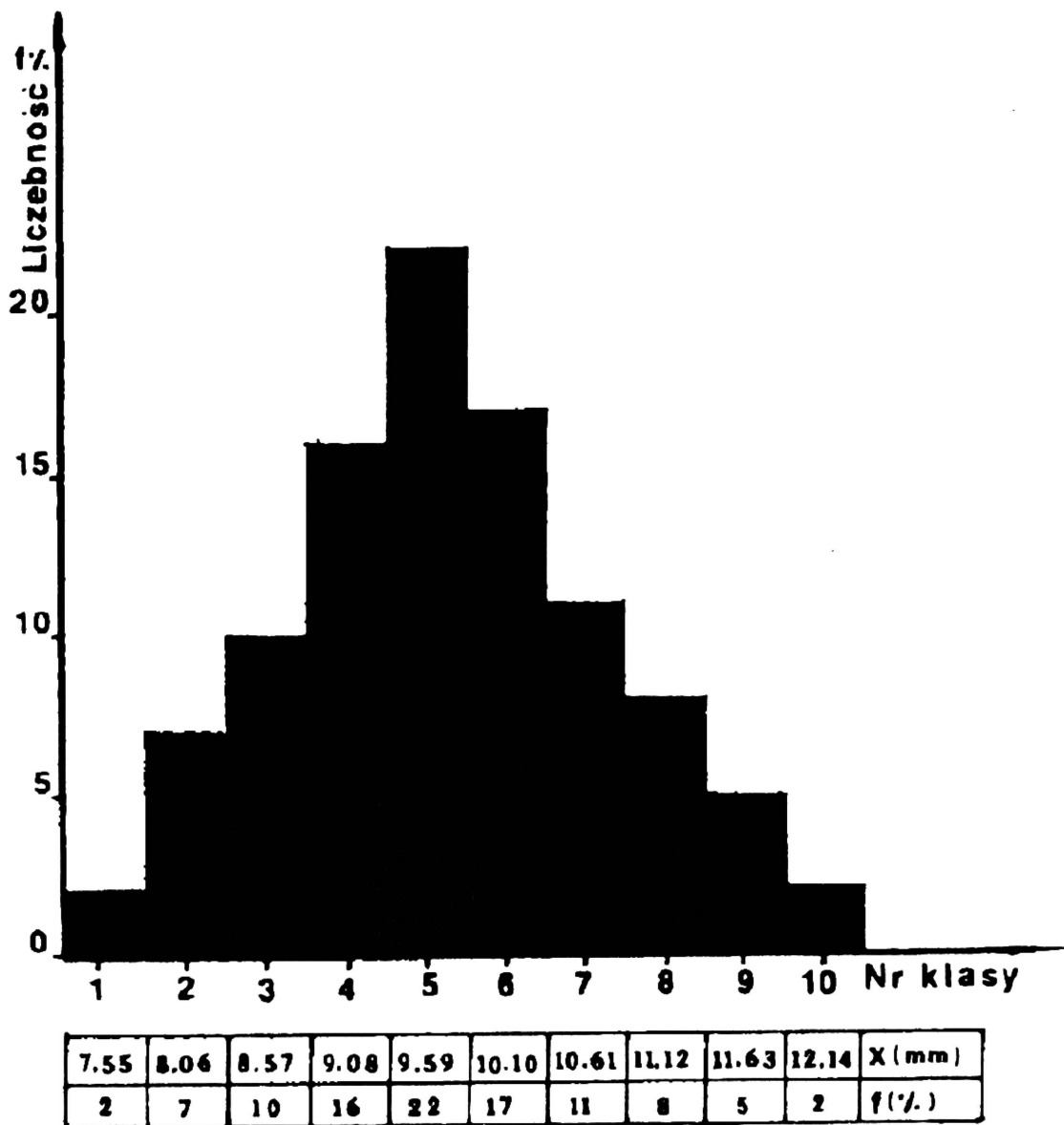
nie opracowane i skomentowane powinny stanowić podstawę do opracowania parametrów roboczych maszyn do obróbki nasion i ich wysiewu. Znajdą również zastosowanie przy projektowaniu, przebiegu i kolejności procesów technologicznych podziału mieszanin ziarnistych w przypadku ewentualnego sortowania nasion oraz wydzielania z nich zanieczyszczeń.

Metodyka badań

Nasiona pozyskiwano w VIII Karpackiej krainie przyrodniczo-leśnej z wysokości około 750 m n.p.m. Badania zlokalizowano w Leśnictwie Tylicz w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. Powierzchnia badawcza to ok. 10 ha drzewostan jodłowo-świerkowy w wieku 60 do 85 lat, na siedlisku III klasy bonitacji, w którym jodła ma od 60 do 85% udziału. Próby średnie nasion pozyskiwano losowo z całego drzewostanu z urodzaju w latach 1988–1991. Z nich wydzielano próbki do badań o odpowiednich wielkościach, kierując się przy tym ogólnymi zasadami (5). Liczbę spostrzeżeń określono metodami statystycznymi. Na podstawie wcześniejszych, własnych badań (1) i doświadczeń przyjęto wartość współczynnika zmienności $v = 15\%$, wskaźnika dokładności $p = 3\%$, przy założonym wcześniej poziomie istotności 0,05 — odpowiednia wartość powierzchni pod krzywą normalną wyrażona w jednostkach standardowych $z = 1,96$. W tych warunkach liczebność spostrzeżeń wynosi około 100. Zdecydowano wykonać po 100 pomiarów każdej zmiennej w trzech powtórzeniach. Mierzono grubość, szerokość i długość nasiona z dokładnością do 0,01 mm. Powierzchnie przekroju nasion prostopadłe do trzech podstawowych wymiarów — z dokładnością do 0,1 mm² oraz masę nasion z dokładnością do 0,01 g. Wszystkie pomiary wykonano przy stałej wilgotności nasion wynoszącej 6,3% ($\pm 0,1\%$). Obliczono również wartość współczynnika kształtu nasion, jako ilorazy ich grubości do długości (K_m) i szerokości do długości (K_w).

Wyniki badań i dyskusja

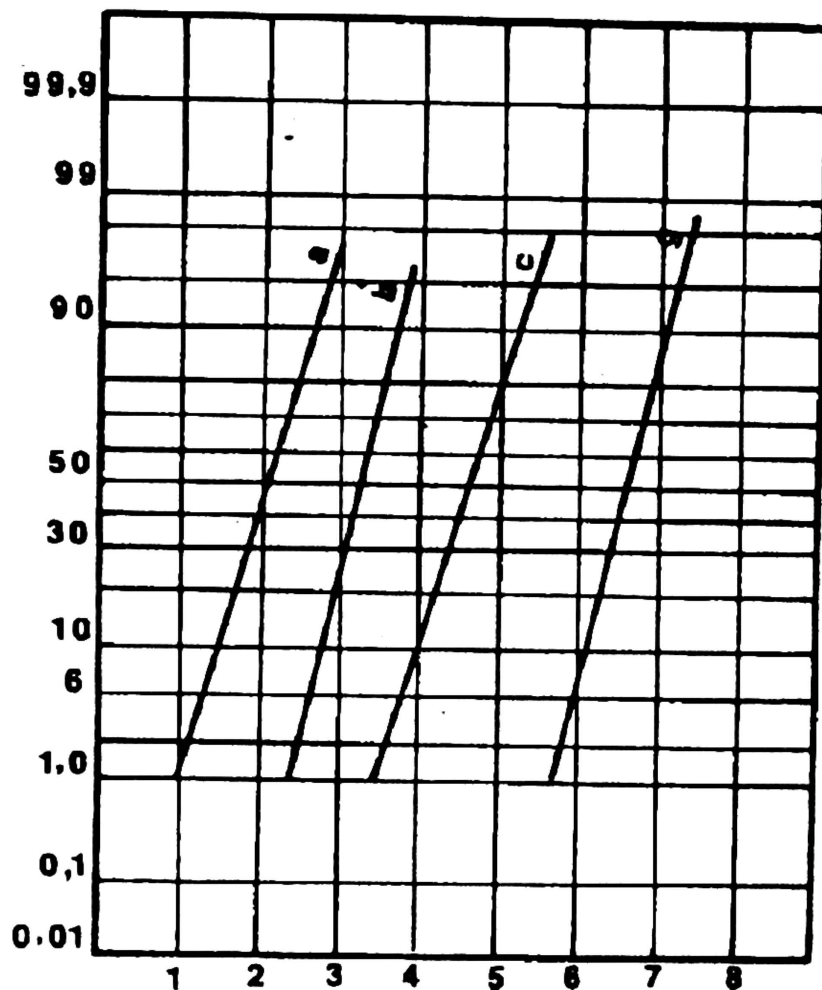
Wyniki doświadczeń opracowane metodami statystycznymi można w skrócie przedstawić następująco: wartości pomiarów grubości, szerokości, długości nasion i ich masy wykazują podobieństwo do rozkładu normalnego (ryc. 1 i ryc. 2). Uznano to za wystarczający dowód (2, 6), że rozkłady zmiennych: grubości, szerokości, długości i masy nasion jodły odpowiadają ogólnemu schematowi rozkładu normalnego. Dalsza analiza statystyczna podporządkowana temu stwierdzeniu dotyczyła zbadania: czy zaistniałe różnice w wartościach zmiennych są istotne w zakresie urodzaju jednego roku. Badano średnie arytmetyczne w poszczególnych powtórzeniach w kolejnych latach urodzaju. Założono hipotezę zerową o nie istnieniu różnic pomiędzy powtórzeniami pochodzącymi z jednego roku. We wszystkich przypadkach „t” obliczone jest mniejsze od wartości tablicowej, co upoważnia do stwierdzenia, że nie ma powodów do odrzucenia hipotezy zerowej, przy przyjętym poziomie istotności 0,05. Tym samym testem badano istotność różnic pomiędzy średnimi pochodzącymi z urodzaju nasion w kolejnych latach. We wszystkich przypadkach średnie różniły się pomiędzy sobą w sposób istotny. Stwierdzono, że przy zaobserwowanej zmienności wartości cech mierzonych, różnice pomiędzy średnimi arytmetycznymi w obrębie jednego roku są nieistotne i wynikają jedynie z wahań dokładności stosowanych przyrzą-



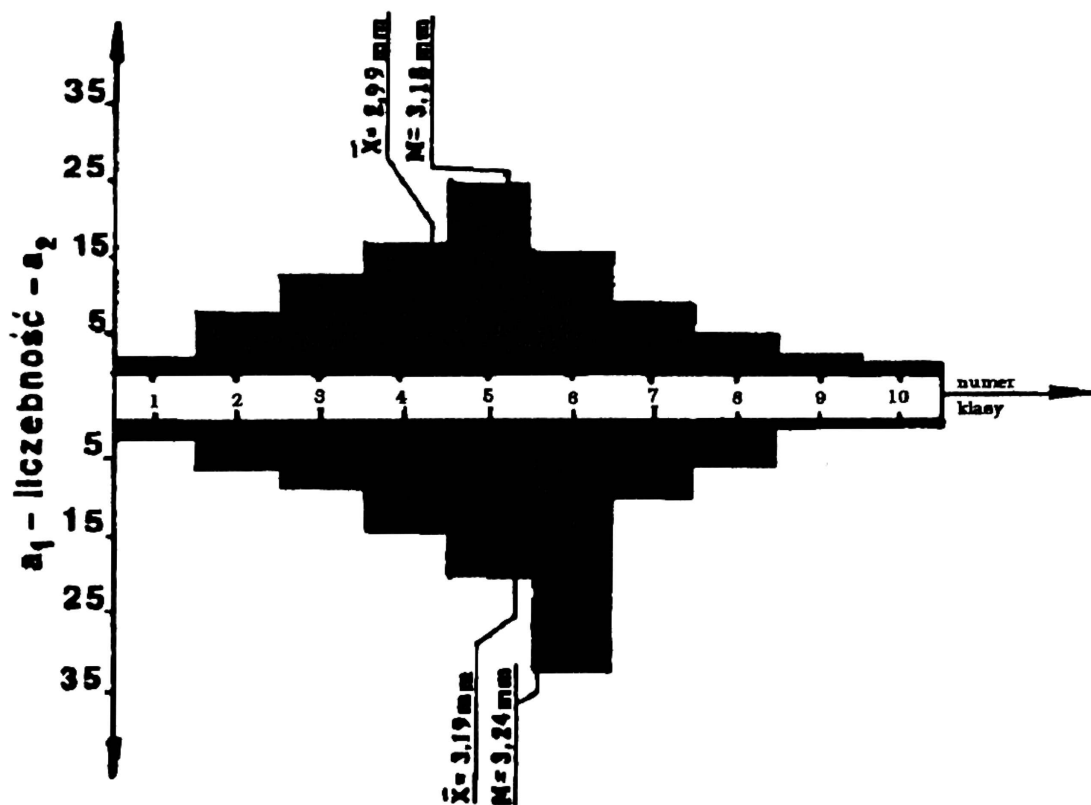
RYC. 1. Histogram liczebności długości nasion jodły

dów i precyzji odczytów (ryc. 3). Różnice zaś wartości cech w poszczególnych latach są znaczne i wywoływane rzeczywistymi przyczynami. W celu uściślenia dalszych rozważań porównano wartości średnich arytmetycznych i odchyłeń standardowych obliczonych łącznie z trzech powtórzeń w każdym roku (tab. 1). Znając wartości skrajne minimalne i maksymalne wymiarów i masy nasion można wnioskować o ich zmienności. Precyzyjniejsze są jednak wnioski wynikające z analizy odchyłeń standardowych i średnich arytmetycznych. Wiedząc, że odchylenie standardowe wyrażone jest w tych samych jednostkach jak dane pierwotne, w miarę zwiększania się zmienności danych wartości odchylenia wzrastają. W stosunku do zmiennych o rozkładach normalnych, co ma miejsce w naszym przypadku, odchylenie standardowe określa część rozkładu znajdującą się w określonych granicach od średniej. Należy więc oczekiwać, że np. 99% nasion jodły badanej populacji przyjmie wartości przedstawione w tabeli 2.

Z myślą o praktycznym wykorzystaniu badań podaje się sumaryczne wartości cech geometrycznych nasion jodły mianowicie grubość wynosi — $a = 3,17$ mm, szerokość — $b = 5,45$ mm, długość — $c = 10,19$ mm, a masa — $g = 45,48$ g. Należy podkreślić, że wyniki te dotyczą nasion jodły badanej populacji.



RYC. 2. Kumulatoryjno-procentowe rozkłady *a* — grubości, *b* — szerokości, *c* — długości, *g* — masy nasion jodły



RYC. 3. Zmienność grubości nasion jodły pomiędzy dwoma powtórzeniami

TABELA 1
Charakterystyki statystyczne nasion w poszczególnych latach

Rok	Charakterystyka statystyczna	Właściwości nasion			
		Grubość [mm]	Szerokość [mm]	Długość [mm]	Masa [g]
1988/1989	Średnia arytmetyczna	3,10	5,41	9,91	44,74
	Odchylenie standardowe	0,357	0,495	0,967	6,042
1989/1990	Średnia arytmetyczna	3,19	5,43	10,20	44,97
	Odchylenie standardowe	0,331	0,484	0,983	6,043
1990/1991	Średnia arytmetyczna	3,22	5,51	10,46	46,77
	Odchylenie standardowe	0,345	0,494	0,962	6,082

Istotnym elementem opracowania wyników badań było stwierdzenie zależności pomiędzy zmiennymi. Okazało się, że trzy podstawowe wymiary nasion oraz ich masa są ze sobą skorelowane dodatnio. Zależności te wyrażone liczbowo współczynnikiem korelacji przyjmują wartości od 0,620 do 0,803, a charakter tych zbieżności najlepiej wyraża równanie prostej o ogólnej postaci $y = a + bx$. Obliczono wartości współczynników a i b (tabela 3) i dowiedziono, że zależności pomiędzy zmiennymi są istotne. Pomocny przy wnioskowaniu okazał się wykres punktowy sporządzony dla całego zakresu wartości zmiennych, oraz tzw. rachunek reszt, czyli badanie odchyłeń wartości zmiennych od najlepiej dopasowanej prostej. Analizując równania z tabeli 3 widać, że współczynniki spadku prostej przyjmują wartości bliskie zeru. Proste są nachylone pod niewielkim kątem do osi odciętych, a wartości zmiennych niezależnych mają niewielki wpływ na przebieg zmiennej zależnej. W badanym przypadku zmiany grubości nasion wpływają najbardziej na masę nasion, nieco mniej zmiany szerokości, a najmniej długość nasion. Stwierdzenie to może być wykorzystane w praktyce przy ewentualnym sortowaniu nasion jodły.

Kształt nasion jodły jest nieregularny i trudny do opisanego w formie matematycznej. Pewne wyobrażenie o nim daje analiza wartości współczynników kształtu obliczonych jako ilorazy

TABELA 2
Wartości oczekiwane cech geometrycznych nasion jodły przy poziomie istotności 0,01

Cecha	Rok		
	1988/1989	1989/1990	1990/1991
Grubość [mm]	2,18–4,02	2,34–4,04	2,33–4,10
Szerokość [mm]	4,18–6,68	4,18–6,68	4,24–6,78
Długość [mm]	7,42–12,40	7,67–12,73	7,98–12,94
Masa [g]	29,21–60,27	29,36–60,49	31,10–61,44

TABELA 3
Zależności korelacyjne pomiędzy wymiarami i masą nasion

Zależności zmiennych	Współczynnik korelacji	Równanie prostej
Grubość: szerokość	0,620	$y=0,404+0,074x$
Grubość: długość	0,774	$y=0,360+0,036x$
Szerokość: długość	0,652	$y=0,663+0,068x$
Masa: grubość	0,760	$y=8,130+2,541x$
Masa: szerokości	0,803	$y=5,59+1,029x$
Masa: długości	0,744	$y=7,39+0,755x$

grubości nasion do długości ($K_m = a/c$) i szerokości do długości ($K_w = b/c$). Jak należało przypuszczać wartości współczynników przyjmują kształt rozkładu normalnego, podobnie jak wartości odpowiednich wymiarów nasion, z których wynikają. Średnie arytmetyczne współczynników z poszczególnych powtórzeń nie różnią się pomiędzy sobą w sposób istotny, jak również różnice średnich pomiędzy latami. Zatem współczynniki kształtu dla nasion jodły badanej populacji wynoszą $K_m = 0,346$ przy odchyleniu standardowym $s = 0,0333$ i wartości środkowej $M = 0,339$ oraz $K = 0,546$, przy odchyleniu standardowym $s = 0,0383$ i wartości środkowej $M = 0,548$. Współczynniki kształtu są wielkościami raczej teoretycznymi przydatnymi zwłaszcza w dalszych rozważaniach i badaniach innych właściwości fizycznych nasion, np. ich zachowania się w strumieniu powietrza. Istnieją jednak również przykłady praktycznego ich wykorzystania (2) przy klasyfikacji nasion np. na krótkie i długie.

Podobnie wartości powierzchni przekrojów poprzecznych prostopadłych do trzech zasadniczych wymiarów nasion należy uznać za wielkości teoretyczne, których znajomość jest niezbędna w badaniach właściwości aerodynamicznych nasion. W przypadku nasion, których kształt jest kulisty, lub zbliżony do kuli powierzchnie przekroju można obliczyć jako powierzchnię koła o średnicy nasiona. W wielu przypadkach, zwłaszcza zbóż i innych roślin rolniczych przyjmuje się kształt zbliżony do elipsy obrotowej. J. Grochowicz (2) proponuje wprowadzić współczynnik kształtu dla tych nasion, jako stosunek powierzchni nasiona do powierzchni równoważnej kuli. W przypadku nasion o kształtach nieregular-

TABELA 4
Charakterystyki statystyczne powierzchni przekrojów nasion w poszczególnych latach

Lata	Charakterystyka statystyczna	Powierzchnia przekroju (mm^2)		
		\bar{F}_a	F_b	F_c
1988/1989	Średnia arytmetyczna	10,51	18,21	34,44
	Odchylenie standardowe	1,012	1,466	2,339
1989/1990	Średnia arytmetyczna	10,62	18,27	34,62
	Odchylenie standardowe	1,116	1,468	2,631
1990/1991	Średnia arytmetyczna	10,78	18,30	34,98
	Odchylenie standardowe	1,213	1,479	2,801

nych nie można ich porównywać do brył obrotowych. Poszukiwano więc możliwości odniesienia powierzchni przekroju nasion do ich wymiarów liniowych, a nawet objętości (1, 3, 7). W naszym przypadku określono trzy podstawowe powierzchnie przekroju nasion przez planimetrowanie rzutów ich powierzchni na płaszczyznę prostopadłą do trzech osi nasiona. Analizy statystyczne wykazały, że otrzymane szeregi statystyczne mogą być charakteryzowane rozkładem normalnym. W tabeli 4 podano wartości liczbowe powierzchni przekroju nasion jodły wraz z podstawowymi ich charakterystykami. Średnie z poszczególnych powtórzeń w obrębie jednego roku nie różnią się pomiędzy sobą istotnie. Natomiast w poszczególnych latach wartości powierzchni przekrojów są różne.

W związku z tym, przyjęcie metody odwzorowania rzutów nasion na powierzchnię normalną i planimetrowanie ich może być punktem wyjścia do opracowania sposobów obliczania średnich przekrojów nasion dla celów praktycznych.

Wnioski

Przeprowadzone badania oraz analiza statystyczna wyników pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

- Właściwości geometryczne nasion jodły oraz ich ciężar jednostkowy stanowią zmienne losowe ciągłe, które mogą być charakteryzowane normalnym rozkładem prawdopodobieństwa.
- Nasiona jodły w zakresie badanej populacji są bryłami nieregularnymi o złożonym kształcie, a ich wielkość może być scharakteryzowana w wystarczający sposób trzema podstawowymi wymiarami: grubością, szerokością i długością.
- Wielkość nasion jodły nie jest cechą stałą i w poszczególnych latach się zmienia. Natomiast kształt nasion w poszczególnych latach nie wykazuje istotnych zmian.
- Współczynniki zmienności właściwości geometrycznych nasion jodły są wielkościami charakterystycznymi dla badanej populacji. Można przypuszczać, że otrzymane wartości współczynników zmienności mogą być charakterystyczne dla jodły (*Abies alba* Mill.), wymaga to jednak potwierdzenia w dalszych badaniach.
- Podstawowe trzy wymiary nasion jodły: grubość, szerokość i długość są ze sobą skorelowane. Zależności te mają charakter liniowy, a stosunkowo wysokie wartości współczynników korelacji (0,620–0,803) pozwalają przypuszczać, że są one zbliżone do funkcyjnych.
- Podstawowe trzy wymiary nasion jodły mogą być uznane za cechy rozdzielcze (stałe współczynniki zmienności). Mogą zatem być wykorzystane w praktyce do projektowania kolejności i przebiegu procesów oczyszczania i sortowania nasion (np. na podstawie analizy graficznej) za pomocą sit płaskich z otworami okrągłymi i podłużnymi.
- Z przeprowadzonych badań i analiz wynika potrzeba kontynuowania obserwacji nad właściwościami fizyko-mechanicznymi nasion drzew i krzewów leśnych w

celu poszerzenia ogólnej wiedzy o nasionach i możliwościach ich praktycznego wykorzystania.

Z Katedry Użytkowania Lasu i Drewna AR w Krakowie

Literatura

1. **Czernik Z.:** Badania właściwości geometrycznych nasion sosny zwyczajnej, świerka pospolitego i modrzewia europejskiego. Sylwan 1983, nr 7.
2. **Freund J.:** Podstawy nowoczesnej statystyki. Warszawa, 1968 rok.
3. **Grochowicz J.:** Kształt jako rozdzielcza cecha nasion. Nowe Rolnictwo 1970, nr 23.
4. **Grochowicz J.:** Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. PWRiL, Warszawa 1971.
5. Materiał siewny. Metody badania nasion. Warszawa, W.N. 1965 rok.
6. **Snedecor G.W.:** Statistical methods. Jowa, 1956.
7. **Wachacki B.:** Badania właściwości fizyko-mechanicznych nasion niektórych gatunków drzew leśnych. Zesz. Nauk. AR Kraków, Leś. 1973 rok.

Summary

The basis for fractionation are differences in some physical properties of grain mixture components. According to the practice and research that has been conducted so far, separations features of seeds can be attributed to their geometrical properties. The results of geometrical properties studies concerning Silver fir seeds are presented in this paper. Research has aimed at defining the numerical values of seeds' shape parameters and the relationship between them. The seeds have been collected from yields of three succeeding years, from 1989 to 1991.

The results of the research adequately worked out and commented are the basis for calculating design parameters for processing seeds and sowing machines. The parameters could be also utilized for designing technological processes for sorting seeds and removing debris.