

CHARAKTERYSTYKA AGROFIZYCZNA NASION JODŁY POSPOLITEJ PO SEPARACJI PNEUMATYCZNEJ

Paweł Tylek

Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. Roczne zapotrzebowanie na nasiona jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) wynosi Obecnie 17 ton. Zarówno przechowywanie nasion, jak i nowoczesne technologie hodowli materiału sadzeniowego wymuszają produkcję kwalifikowanego materiału siewnego. Biologicznie mała zdolność kiełkowania nasion jodły wraz z niewielką różnicą pomiędzy cechami fizycznymi nasion żywotnych i nieżywotnych wymuszają użytkowanie precyzyjnych urządzeń sortowniczych. Najchętniej stosowane w procesie separacji nasion drzew leśnych są urządzenia pneumatyczne, bowiem charakteryzują się szeregiem zalet: umożliwiają jednoczesne czyszczenie i sortowanie nasion, nie uszkadzają nasion, nie wpływają na zmianę ich cech fizycznych i biologicznych, umożliwiają bezstopniową regulację parametrów separacji, charakteryzują się dużą wydajnością przy małych gabarytach i niskim poborze mocy, emitują niewielki poziom hałasu oraz nie zapyłają powietrza. W pracy przedstawiono wyniki badań efektywności separacji nasion jodły w sortowniku pneumatycznym z pionowym kanałem, skonstruowanym w Katedrze Mechanizacji Prac Leśnych Akademii Rolniczej w Krakowie.

Słowa kluczowe: separacja nasion, cechy rozdzielcze, sortowanie pneumatyczne

Wstęp

Rozwój nowych technologii szkółkarskich, a w szczególności produkcja materiału sadzeniowego w szkółkach kontenerowych wymaga ciągłej poprawy jakości stosowanych do wysiewu nasion. Ma to istotne znaczenie w magazynowaniu i wysiewie nasion gatunków rzadko obradzających, a jednocześnie bardzo cennych takich, jak jodła pospolita (*Abies alba* Mill.). Nasiona tego gatunku cechują się niską, w porównaniu z innymi iglastymi, zdolnością kiełkowania, tak więc znaczne powierzchnie kwater produkcyjnych w szkółkach zostają obsiane materiałem siewnym słabej jakości. W warunkach naturalnych lata nasienne u jodły występują co 3-5 lat, w górach zaś co 5-8 lat. Zdolność kiełkowania świeżych nasion waha się w granicach 60-80%, i w ciągu roku

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Paweł Tylek, Katedra Mechanizacji Prac Leśnych Akademii Rolniczej w Krakowie, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, e-mail: rltylek@cyf-kr.edu.pl

drastycznie spada [Tomanek 1997, Matras 1999]. Powoduje to znaczne straty finansowe wynikające z nieracjonalnego wykorzystania powierzchni szkółek oraz zawyżania ogólnie przyjętych norm wysiewu. Aby wyeliminować to zjawisko należy dążyć do opracowania metod sortowania, selekcji i wysiewu nasion o najlepszych właściwościach siewnych [Sabor 1984].

Ponadto wysokie wymagania co do jakości nasion stawiane są depozytym przeznaczonym do długoterminowego przechowywania, np. w Leśnym Banku Genów w Kostrzycy, czy też w tworzonych regionalnych bankach genów. Czystość nasion jodły powinna być większa niż 95%, a żywotność powyżej 80% [Toka 1999]. Ponadto, stosowane tam technologie uszlachetniania materiału nie mogą wywoływać niekorzystnych zmian w fizjologii czy biochemii nasion [Szumowski 2002].

Stosunkowo długi okres pomiędzy kolejnymi latami nasiennymi (zwłaszcza w warunkach górskich), trudny i mało efektywny proces odnowienia naturalnego, niska żywotność nasion a także pożądaný udział jodły pospolitej w drzewostanach niżowych i górskich sprawia, że przeprowadzanie doświadczeń mających na celu ustalenie metod separacji pozwalających eliminować nieodpowiedni materiał siewny staje się jak najbardziej uzasadnione.

W procesie separacji nasion drzew leśnych najchętniej są stosowane urządzenia pneumatyczne, a kanał pneumatyczny wchodzi w skład niemal każdej uniwersalnej maszyny do czyszczenia i sortowania. Separatory pneumatyczne mają szereg zalet: pozwalają na jednoczesne wykonanie czyszczenia i sortowania nasion, ich cechą charakterystyczną są niewielkie wymiary własne i stosunkowo niski pobór mocy, układ sterujący pozwala na regulację parametrów separacji w sposób bezstopniowy, nie powodują mechanicznych uszkodzeń w sortowanym materiale oraz nie wpływają na zmianę cech fizycznych i biologicznych nasion [Grochowicz 1994, Tylek 1999].

Obecnie najbardziej rozpowszechnione są separatory pneumatyczne z pionowym kanałem, których wadą jest niska wydajność konstrukcji. Aby uzyskać zadowalające wyniki separacji w tym układzie, należy jednorazowo podawać niewielką ilość materiału, gdyż przy większej ilości następuje zagęszczenie mieszaniny i efektywność procesu spada. Spowodowane jest to tym, że przy zagęszczeniu mieszaniny, podczas ruchu nasion w górę i w dół, występuje duża liczba wzajemnych zderzeń. Zderzenia te powodują znacznie większe zakłócenia niż w poziomych i ukośnych strumieniach [Grochowicz i Panasiewicz 1970].

Celem niniejszego opracowania jest ocena efektywności sortowania nasion jodły pospolitej w separatorze pneumatycznym. Podstawą oceny jest analiza właściwości agrofizycznych nasion w uzyskanych frakcjach.

METODY

Do separacji nasion jodły pospolitej użyto separatora pneumatycznego z pionowym kanałem, skonstruowanego w Katedrze Mechanizacji Prac Leśnych Akademii Rolniczej w Krakowie [Tylek i Walczyk 2002]. Budowa i zasada działania są nieco zbliżone do istniejących na rynku separatorów producentów skandynawskich [Święcicki 1993], jednakże nosi on znamiona wynalazku, co umożliwiło dokonanie rejestracji w Urzędzie Patentowym RP pod nazwą „Separator pneumatyczny do materiałów sypkich, zwłaszcza nasion drzew leśnych” (nr P-353630). Separator umożliwia podział mieszaniny na trzy

frakcje, w zależności od krytycznych prędkości unoszenia jej poszczególnych składników. Praca separatora polega na tym, że nasiona znajdujące się w koszu zasypowym opadają na rynnę zsypaną podajnika wibracyjnego, z której spadają grawitacyjnie do pionowej komory separacyjnej. W komorze tej nasiona nabierają prędkości, którą zwiększa współbieżny strumień ubocznego powietrza zasysanego przez kominek. W trakcie opadania wychwytywane są w górnej części komory i upuszczane w komorze osadowej lekkie frakcje nasion (frakcja I), a w dolnej części średnie frakcje (frakcja II). Frakcja celowa, najcięższa (frakcja III) opada grawitacyjnie do pojemnika.

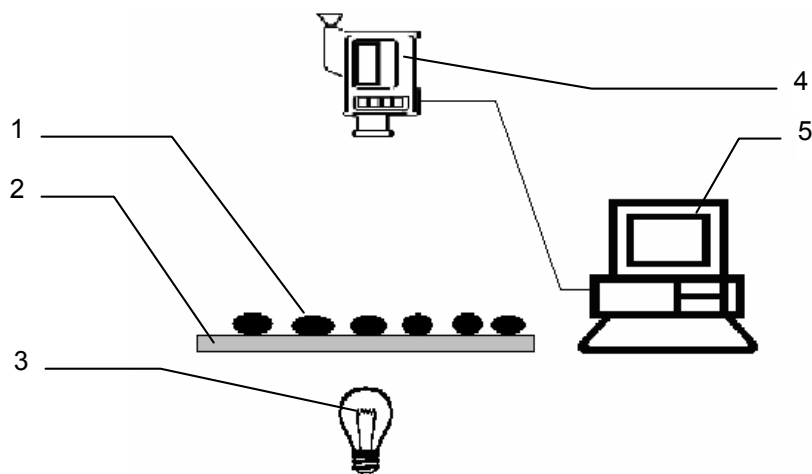
W trakcie badań, z partii 1 kg nasion jodły odebrano najpierw 22 g zanieczyszczeń lekkich, głównie w postaci obłamanych skrzydełek, ustawiając prędkość przepływu powietrza w kanale na wartości 2 m/s. Do pomiaru prędkości strumienia powietrza z dokładnością 0,01 m/s użyto termooanemometru kanałowego Airflow TA5, umieszczonego w otworze rewizyjnym separatora. Pozostałą partię nasion podzielono na trzy frakcje. Przy poniższych nastawach prędkości przepływu powietrza uzyskano następujące masy frakcji:

- frakcja I – 225 g – 2,01-5,55 m/s,
- frakcja II – 465 g – 5,56-7,40 m/s,
- frakcja III – 288 g – > 7,40 m/s.

Następnie z każdej frakcji pobrano próbki, po 200 sztuk nasion, i określono ich charakterystyki masowe i geometryczne. Ponadto z każdej frakcji pobrano naważkę nasion o masie 40 g, aby wykonać ocenę żywotności. Pomiarów masy i gęstości nasion dokonano używając wagi analitycznej, współpracującej z zestawem do oznaczania gęstości ciał stałych i cieczy. Uzyskano dwie wielkości: masę nasion w powietrzu oraz po zanurzeniu w cieczy. Znając gęstość cieczy (alkohol etylowy) oraz masy badanych nasion w obydwu ośrodkach, metodą obliczeniową uzyskano ich gęstość. Pomimo zastosowania cieczy o niskiej gęstości, niektóre nasiona unosiły się na powierzchni, co uniemożliwiało pomiar ich masy na szalce „mokrej”. Aby wyeliminować to zjawisko, nasiona były przykrywane perforowaną nakładką, utrzymującą je pod powierzchnią cieczy. W ten sposób zamiast masy uzyskiwano siłę wyporu, a wynik był rejestrowany ze znakiem ujemnym.

Do wyznaczania cech geometrycznych nasion zastosowano technikę wideo – komputerową. Nasiona były układane na płytce szklanej w grupach po 100 sztuk (rys. 1). Ponieważ bardzo często w obrębie jednego gatunku występuje zróżnicowanie barwne nasion, zrezygnowano z tradycyjnego filmowania na rzecz rejestrowania cieni nasion, powstałych po podświetleniu matówki reflektorem [Tylek 2000]. Taka technika zdecydowanie poprawia kontrastowość obrazu i ułatwia jego późniejszą analizę [Rigney i Kranzler 1997]. Obrazy wejściowe z aparatu cyfrowego poddano normalizacji kontrastu celem wyeliminowania nierównomierności oświetlenia. Następnie zastosowano filtr medianowy, usuwający szum, oraz dokonano binaryzacji obrazów. Na tak przygotowanych obrazach wykonano analizę ilościową, mierząc wymiary liniowe nasion oraz pola powierzchni ich rzutów. Przedstawione powyżej przekształcenia obrazów są możliwe do wykonania w programie MultiScan v. 12.07.

Aby określić żywotność nasion poszczególnych frakcji przeprowadzono biochemiczną próbę tetrazolinową, stosowaną w wypadku nasion o długim okresie spoczynkowym.



Rys. 1. Schemat ideowy stanowiska do pomiaru cech geometrycznych nasion: 1 – analizowane nasiona, 2 – matówka, 3 – reflektor, 4 – aparat cyfrowy; 5 – mikrokomputer

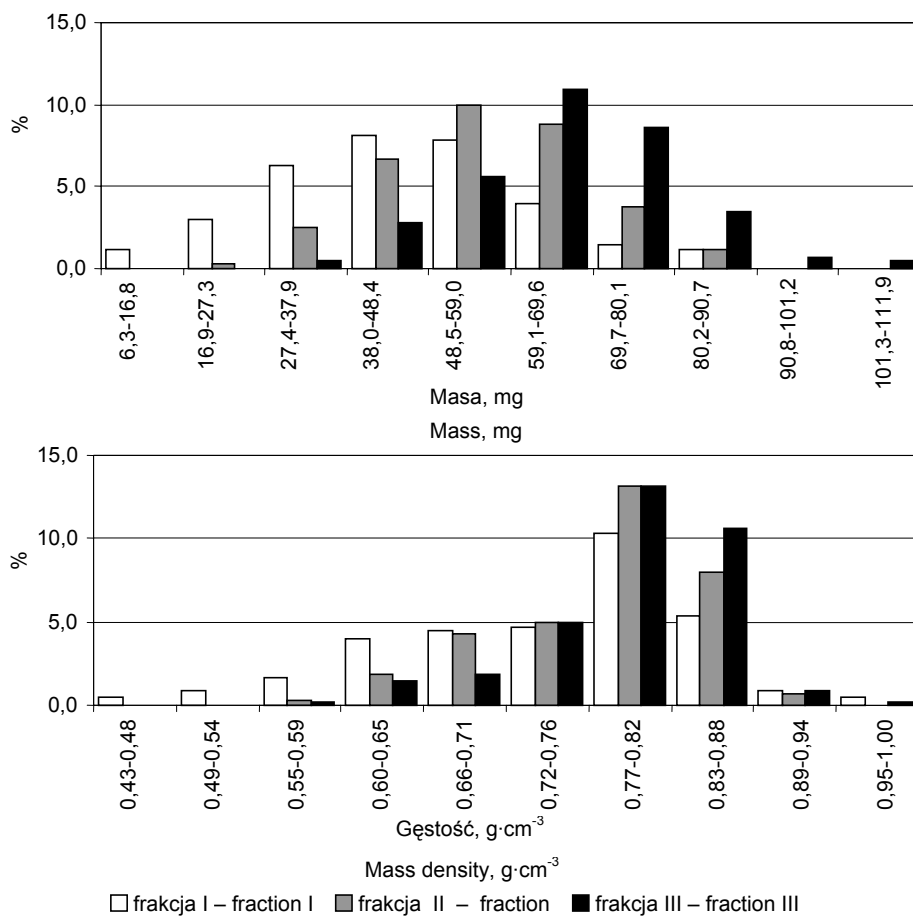
Fig. 1. Functional diagram of the stand for measurement of seeds geometrical characteristics; 1 – analysed seeds, 2 – focusing screen, 3 – reflector, 4 – digital camera, 5 – microcomputer

WYNIKI

Największą średnią masę nasion stwierdzono we frakcji III – 66,6 g. Jest ona większa od masy nasion frakcji II o blisko 19%, a od masy nasion frakcji I o 44%. Współczynniki zmienności wynoszą 20,8% dla frakcji III, 23,5% dla frakcji II oraz aż 35,7% dla frakcji I. Frakcja I zawiera nasiona, których wartości masy znajdują się w największym przedziale. Różnica między najlżejszym a najcięższym nasionem jest ponad trzynastokrotna, podczas gdy w pozostałych frakcjach jest około pięciokrotnie mniejsza. Na rysunku 2 przedstawiono histogramy rozmieszczenia nasion w klasach wagowych, z uwzględnieniem uzyskanej frakcji po separacji pneumatycznej. Rozkład mas poszczególnych frakcji ma przebieg stosunkowo stromy, a nasiona o masach jednostkowych z przedziału 27-91 mg znajdują się we wszystkich frakcjach. Z kolei nasiona o masie poniżej 22 g w całości odbierane są do frakcji I.

Znacznie mniejsze różnice pomiędzy frakcjami stwierdzono rozpatrując gęstość nasion. Największą średnią gęstość osiągają nasiona frakcji III – $0,78 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, przy czym jest ona odpowiednio o 3% oraz 7% większa niż we frakcjach II i I. Parametr gęstości jest bardzo stabilny dla nasion jodły – współczynniki zmienności dla poszczególnych frakcji są niemal trzykrotnie mniejsze w porównaniu ze zmiennością masy nasion.

Na histogramie rozmieszczenia nasion w klasach gęstości (rys. 2) widać wyraźne maksimum – w przedziale gęstości $0,77\text{-}0,88 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ znajduje się aż ponad 60% wszystkich nasion. Jednak rozkłady rozpatrywanej cechy dla poszczególnych frakcji znacznie się pokrywają, co potwierdza niewielkie zróżnicowanie gęstości nasion poddanych separacji w strumieniu powietrza.

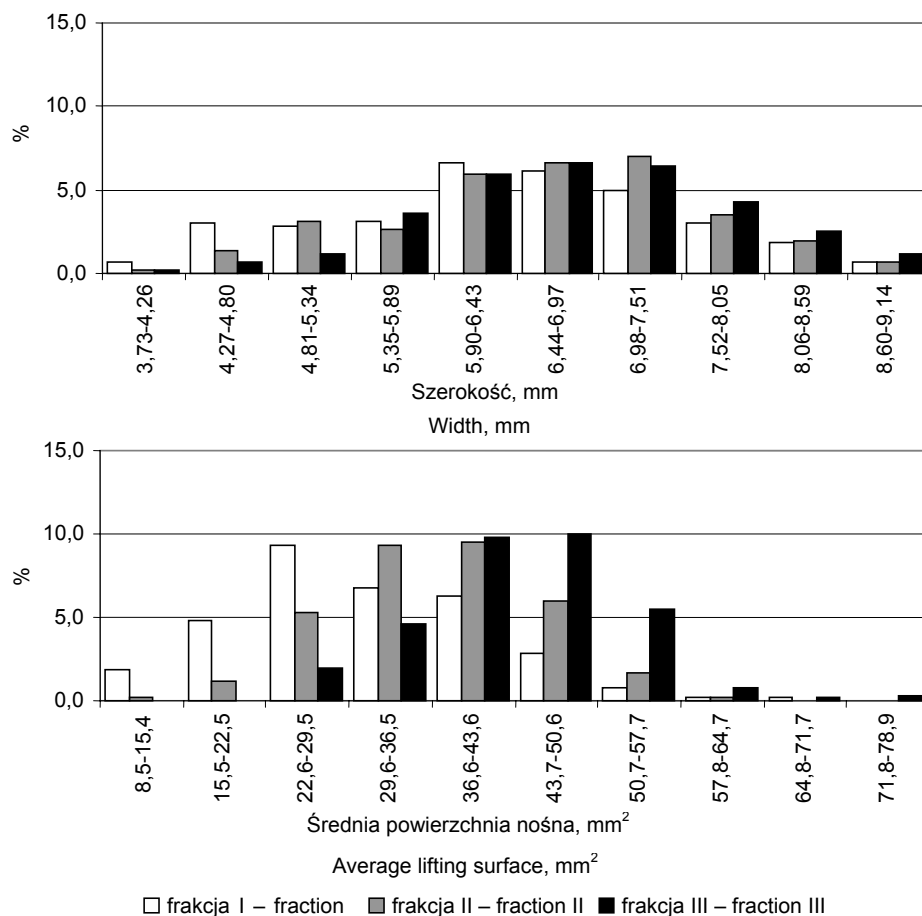


Rys. 2. Charakterystyka masowa nasion jodły
Fig. 2. Mass characteristics of the Silver fir seeds

Równie małe zróżnicowanie pomiędzy frakcjami stwierdzono rozpatrując szerokość nasion. Ponadto, we wszystkich frakcjach znalazły się nasiona z całego zakresu szerokości (rys. 3). Rozkład cechy ma przebieg bardzo łagodny, podobny do rozkładu normalnego.

Ze względu na dużą zmienność długości nasion, wynikającą z różnej długości skrzydełek, względnie ich pozostałości, stwierdzono istotne różnice powierzchni nośnych nasion, decydujących o ich zachowaniu się w strumieniu powietrza. Największą średnią powierzchnią nośną charakteryzowały się nasiona frakcji III. Wynosiła ona 44 mm² i była większa, odpowiednio o 18 oraz 42%, niż powierzchnie frakcji II i I.

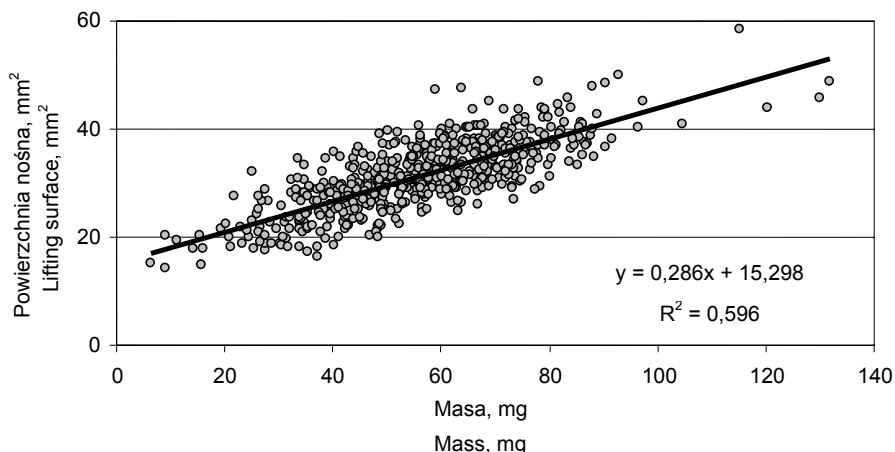
Wpływ na prędkość krytyczną ma zarówno masa nasion (im większa tym, tym większa prędkość), jak i powierzchnia przekroju prostopadła w danym momencie do kierunku przepływu powietrza (im większa, tym prędkość mniejsza). Nie stwierdzono zależności między prędkością, a jedną z ww. właściwości fizycznych. Nasiona cięższe



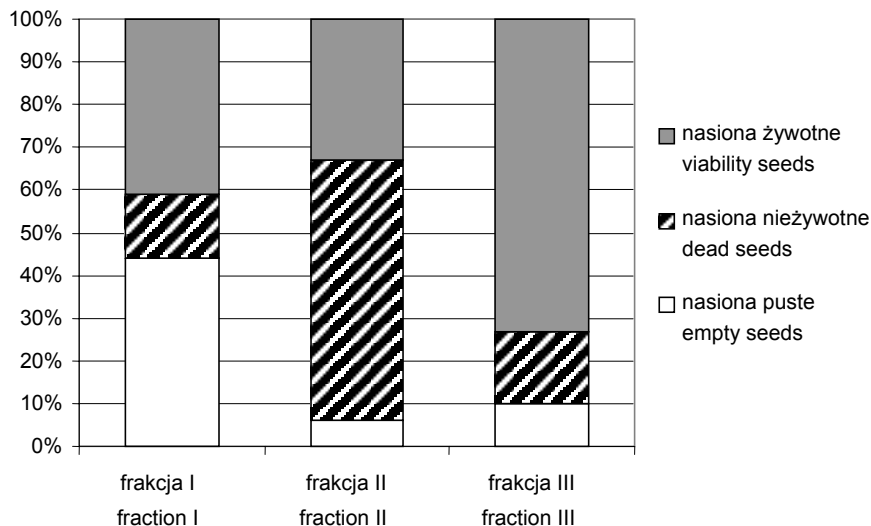
Rys. 3. Charakterystyka geometryczna nasion jodły
Fig. 3. Geometrical characteristics of the Silver fir seeds

są bowiem z reguły również większe, co powoduje, że ich powierzchnie nośne są także większe. Potwierdza to wysoki współczynnik korelacji liniowej między rozpatrywanymi cechami wynoszący ponad 0,77 (rys. 4). Rozkłady powierzchni nośnych poszczególnych frakcji są zbliżone do normalnych i wyraźnie przesunięte względem siebie, podobnie jak w wypadku masy nasion (rys. 3).

Istotne różnice żywotności nasion w poszczególnych frakcjach wykazał test tetrazolinowy (rys. 5). We frakcji III, w której znalazło się najwięcej nasion o dużej masie, udział nasion żywych był wysoki i wynosił 73%. Nasion nieżywych i pustych było odpowiednio 17% i 10%. We frakcji II największy udział miały nasiona nieżywe (61%), a we frakcji I puste (44%). Niestety w tej ostatniej znalazło się dużo nasion żywych (41%). Ponieważ frakcja ta jest proporcjonalnie najmniejsza, stratność separacji pneumatycznej przy jej odrzuceniu będzie niewielka i wyniesie około 10%. W wypadku odrzucenia frakcji I i II stratność przekroczy 25%.



Rys. 4. Związek między masą a powierzchnią nośną nasion jodły
 Fig. 4. Relationship between the mass of Silver fir seeds and their lifting surface



Rys. 5. Wyniki testu tetrazolinowego
 Fig. 5. Results of tetrazolium test

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone analizy wykazały nieco odmienne zachowanie się nasion jodły w strumieniu powietrza od zachowania nasion modrzewia, świerka czy buka. Szczególnie znamienne jest znikome zróżnicowanie gęstości nasion odseparowanych w poszczególnych frakcjach. Wynika to zapewne z dwóch powodów. Po pierwsze masa okrywy

nasiennej jest duża i w znacznym stopniu determinuje całkowitą gęstość nasiona. Po drugie znaczna ilość pustych nasion wypełnia się substancjami żywicznymi, co upodabnia je pod względem fizycznym do nasion pełnych.

Stwierdzone niewielkie zróżnicowanie wielkości nasion pomiędzy frakcjami pokazało, że separacja w pionowym strumieniu powietrza nie nadaje się do kalibracji wymiarowej nasion jodły. Co prawda różnice w powierzchni nośnej nasion były znaczne, ale głównie za sprawą pozostałości skrzydełek na niektórych nasionach. Ten ostatni fakt wynika z trudności całkowitego oskrzydlenia nasion. Intensywny proces odskrzydlenia może bowiem uszkodzić kanaliki żywiczne nasion, co prowadzi do otwarcia dróg infekcji. Należy zatem dbać, aby po odskrzydleniu otrzymać materiał siewny jak najbardziej jednorodny (pozostałości skrzydełek o podobnej powierzchni). W przeciwnym wypadku nasiona ciężkie, prawidłowo wykształcone będą porywane przez strumień powietrza i nieprawidłowo frakcjonowane.

Ocena żywotności wykazała możliwość znaczącego podniesienia wartości siewnej nasion metodą separacji pneumatycznej. Duży udział nasion żywotnych odrzuconych w frakcji I można zapewne ograniczyć, ujednociając proces odskrzydlenia nasion. Jednak nie pozwoli to obniżyć stratności separacji poniżej wymaganego, podczas długoterminowego przechowywania, poziomu wynoszącego 2%. Tak więc w tym wypadku separacja pneumatyczna powinna być jednym z etapów wieloetapowej separacji mechanicznej, wykorzystującej różne cechy rozdzielcze nasion. Efektywność pracy badanego separatora jest natomiast zupełnie wystarczająca w separacji nasion jodły, przeznaczonych do siewów na kwaterach szkółek otwartych.

PIŚMIENNICTWO

- Grochowicz J., 1994. Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. Wyd. AR, Lublin.
- Grochowicz J., Panasiewicz M., 1970. Pneumatyczne układy sortująco-czyszczące stosowane w czyszczalniach i maszynach rolniczych. *Masz. Ciąg. Roln.* 4, 28-30.
- Matras J., 1999. Selekcyjna i gospodarcza baza nasienna jodły pospolitej w Lasach Państwowych oraz jej wykorzystanie. *Zesz. Nauk. AR Krak. Ser. Sesja Nauk.* 61, 13-27.
- Rigney M.P., Kranzler G.A., 1997. Machine vision for conifer seedling quality control. *New Forest* 13, 51-62.
- Sabor J., 1984. Zależność między ciężarem a zdolnością kiełkowania nasion jodły pospolitej. *Sylwan* 4, 59-69.
- Szumowski B., 2002. Nowe technologie i techniki stosowane w Leśnym Banku Genów Kostrzyca. *Post. Tech. Leśn.* 82, 34-42.
- Święcicki Z., 1993. Czyszczalnia pneumatyczna „Damas”. *Głos Lasu* 5, 13-14.
- Toka K., 1999. Zasoby genowe jodły pospolitej w Leśnym Banku Genów w Kostrzycy. *Zesz. Nauk. AR Krak. Ser. Sesja Nauk.* 61, 101-127.
- Tomanek J., 1997. Botanika leśna. PWRiL Warszawa.
- Tylek P., 1999. Problemy selekcji pneumatycznej nasion drzew leśnych. *Sylwan* 12, 65-72.
- Tylek P., 2000. Układ optyczny do wspomaganie pomiarów planimetrycznych nasion metodą analizy obrazu. *Inż. Roln.* 7 (18), 175-181.
- Tylek P., Waleczyk J., 2002. Separator pneumatyczny do nasion drzew leśnych. *Przegl. Tech. Roln. Leśn.* 10, 16-25.

**AGROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF SILVER FIR SEEDS
AFTER PNEUMATIC SEPARATING**

Abstract. Requirement for seeds of Silver fir (*Abies alba* Mill.) is actually about 17 ton per year. Seeds storage as well as new technologies of seedling material production require production of qualified sowing material. Relatively low vitality of the Silver seeds and small difference between physical properties of vital and dead seeds make necessary application of precision selection equipment. Pneumatic devices are widely used in the separation of seeds of forest trees because they offer many advantages: simultaneous purification and sorting of seeds, no damage to seeds, no change in the physical and biological properties of seeds, continuous regulation of the parameters of separation, high efficiency associated with low dimensions and low energy demand, low level of noise, no air contamination. The paper presents the results of investigations into the effectiveness of separation conducted in a pneumatic separator with a vertical air column, designed and produced at the Department of Forest Works Mechanization of the Agricultural University of Cracow.

Key words: separation seeds, selective features, pneumatic selection

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 7.01.2005 r.