

## WPŁYW WYBRANYCH CECH MORFOLOGICZNYCH SZYSZEK SOSNY ZWYCZAJNEJ NA PRZEBIEG PROCESU ŁUSZCZENIA

Monika Aniszewska

*Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono porównanie parametrów procesu łuszczenia i czasów pełnego otwarcia szyszek sosny zwyczajnej różniących się formami, określonymi na podstawie kształtu zewnętrznej części tarczki łuski. Dla szyszek jednego pochodzenia, różniących się cechami zewnętrznymi, nie stwierdzono istotnych różnic dla wyróżnianych parametrów równania opisujących przebieg procesu.

**Słowa kluczowe:** szyszka, tarczka, wyluszczenie

### Wstęp

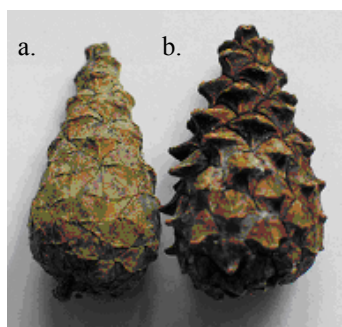
Szyszki sosny zwyczajnej są najczęściej łuszczone w polskich wyluszczeniach gospodarczych. Średni czas pozyskania z nich nasion, zmierzony w nowoczesnej wyluszczeni w Czarnej Białostockiej wynosi około 48 godzin (5 zmian roboczych). Poza czasem właściwego łuszczenia, czyli doprowadzenia szyszek do otwarcia ich łusek i wydobywania nasion, niezbędny jest jeszcze czas poświęcony na obróbkę nasion, czyli: oskrzydlenie, oczyszczenie oraz ich separację. W zależności od wydajności maszyn lub urządzeń, w których dokonują się te czynności, całkowity okres pozyskania nasion wydłuża się dodatkowo o około 10-20 godzin.

W czasie samego przebiegu procesu łuszczenia zauważa się bardzo nieregularne dochodzenie szyszek do stanu ich pełnego otwarcia. Nie można jednak zbyt wcześnie przerywać procesu łuszczenia, ponieważ nie wszystkie nasiona zostają pozyskane z szyszek. Z kolei te, które wydostały się już z łusek narażone są na działanie podwyższonej temperatury panującej wewnątrz komory. Dlatego stale podejmowane są próby podziału szyszek na partie, różniące się różnymi cechami, dzięki którym będzie można skrócić ich całkowity czas łuszczenia.

W artykule opisano proces łuszczenia szyszek sosny zwyczajnej jednego pochodzenia, różniących się jedną z cech morfologicznych tj. formą szyszek (określaną na podstawie kształtu górnej powierzchni tarczki leżącej w jej najszerszej części), porównując czasy ich pełnego otwarcia.

## Metody badań

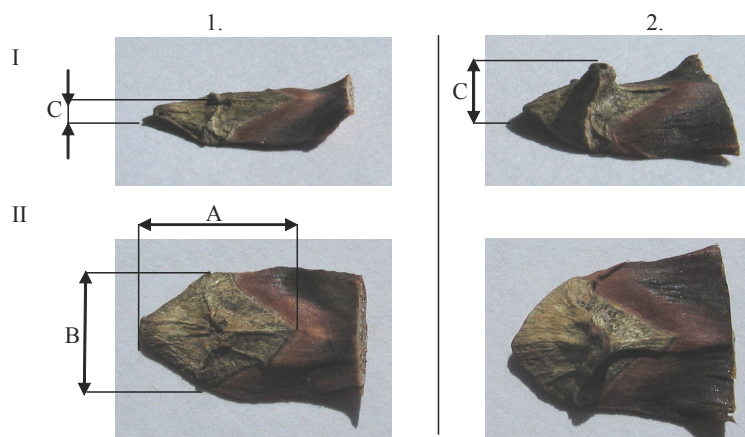
Badania szyszek sosny zwyczajnej przeprowadzono w wyluszczeni w Czarnej Białostockiej. Zgromadzony materiał pochodził z Nadleśnictwa Żednia. Z otrzymanej partii wybrano szyszki formy plana i gibba. Tarczki szyszek należące do pierwszej formy są płaskie lub nieznacznie wypukłe, często z niewielkim zagłębieniem w środku, a drugiej formy – posiadają wykształcony wyrostek w postaci piramidki niższej od połowy szerokości tarczki [Białobok i in. 1993]. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowe szyszki danej formy.



Rys. 1. Szyszki formy: a – plana, b – gibba

Fig. 1. Cone forms: a – plana, b – gibba

Przed łuszczeniem dokonano pomiaru podstawowych parametrów wielkościowych szyszek i poszczególnych taczek (znajdujących się w najgrubszej jej części): długości – A, szerokości – B i grubości – C (rys. 2).



Rys. 2. Tarczki szyszki formy: 1 – plana, 2 – gibba, I – widok z boku, II – widok z góry, A – długość, B – szerokość, C – grubość

Fig. 2. Cone form disks: 1 – plana, 2 – gibba, I – view from side, II – view from top, A – length, B – width, C – thickness

Pojedyncze szyszki umieszczono w specjalnych workach z przegrodami. Worki uszyte były z przewiewnej tkaniny, pozwalającej na swobodny przepływ przez nie suszącego powietrza, dzięki czemu znajdujące się w nich szyszki mogły swobodnie się otwierać. Każda oznaczona szyszka znajdowała się w osobnej przegrodzie, co pozwalało na dokładną jej obserwację w czasie łuszczenia. W czasie trwania procesu szyszki były wyjmowane z komory i ważone, średnio co trzy godziny, od momentu zaobserwowania początku rozchylania się ich łusek. Na podstawie ubytku masy i chwilowej zawartości wody w szyszkach zastały wyznaczone matematyczne równania opisujące przebieg procesu łuszczenia wg wzoru:

$$u = (u_o - u_k) \cdot e^{-bt} + u_k \quad 1)$$

gdzie:

- $u$  – zawartość chwilowa wody w czasie trwania procesu [ $\text{kg H}_2\text{O} \cdot \text{kg s.m.}^{-1}$ ],
- $u_o$  – zawartość początkowa wody [ $\text{kg H}_2\text{O} \cdot \text{kg s.m.}^{-1}$ ],
- $u_k$  – zawartość końcowa wody [ $\text{kg H}_2\text{O} \cdot \text{kg s.m.}^{-1}$ ],
- $b$  – współczynnik charakteryzujący rzeczywisty przebieg procesu [ $1 \cdot \text{h}^{-1}$ ],
- $\tau$  – czas [h].

Proces łuszczenia przerwano po zaobserwowaniu pełnego otwarcia się łusek i pozyskania z nich nasion. Czas, w którym nastąpiło otwarcie nazwano czasem otwarcia ( $t_{ot}$ ) i dla niego wyznaczono, na podstawie rzeczywistego przebiegu procesu, zawartość wody w chwili otwarcia ( $u_{ot}$ ). Wszystkie otrzymane wielkości uśredniono i porównano ze stworzonym modelem:

$$\tau_{ot} = \frac{\ln \frac{u_{ot} - u_k}{u_o - u_k}}{-b} \quad 2)$$

w którym uwzględniono związki funkcyjne  $u_k = f(u_o)$ ,  $b = f(d)$  i  $u_{ot} = f(u_o)$ , gdzie  $u_o$  i  $d$  są charakterystyczne dla poszczególnych szyszek.

Po zakończeniu procesu określono liczbę łusek otwartych i zamkniętych na każdej szyszce oraz liczbę i masę pozyskanych nasion. Dodatkowo w celu określenia wilgotności początkowej poddano szyszki suszeniu w temperaturze  $105^\circ\text{C}$ , przez ok. 8 godzin, wyznaczając ich masę suchą.

## Wyniki badań

### Charakterystyka badanego materiału

Szyszki sosny zwyczajnej pochodziły z wyłączonego drzewostanu nasiennego (WDN) z regionu 207. Miały one kształt stożkowaty i według klasyfikacji Pravdina zaliczone zostały w większości do grupy krępych ( $\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$  zawiera się w granicach od 2,0 do 2,5).

Charakterystyczne parametry badanych dwóch partii szyszek zawarto w tabeli 1. Szyszki formy plana charakteryzują się mniejszą długością i grubością, jak i masą - średnio o około 10 i 20%. Zbadano istotność parametrów dwóch partii szyszek używając testu

różnic między średnimi, przyjmując poziom istotności 0,05. Wśród wymienionych cech występuje istotna różnica w masie początkowej, długości i grubości w połowie długości szyszki, jej szczycie, całkowitej liczbie łusek i zamkniętych oraz grubości i szerokości tarczki. Dla pozostałych cech nie wykazano istotnych różnic.

Tabela 1. Parametry badanych szyszek sosny zwyczajnej  
Table 1. Parameters of examined Scotch Pine cones

Forma szyszek	Masa początkowa		Długość		Grubość		Grubość w połowie długości		Szczyt szyszki	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
	średnia		średnia		średnia		średnia		średnia	
	g		mm							
Plana	14,14	4,78	34,1	57,2	17,2	24,1	15,0	19,2	2,0	3,7
	7,97		43,5		20,6		17,3		3,1	
Gibba	14,33	5,82	40,5	59,0	18,1	24,8	16,2	21,8	2,8	6,2
	9,98		48,0		22,0		19,0		3,7	

Źródło: obliczenia własne

Zakresy zmian dotyczące stopnia otwarcia szyszek, czyli liczbę łusek otwartych i zamkniętych przedstawiono w tabeli 2. Wynika z niej, że szyszki formy gibba posiadają więcej łusek niż plana, mimo to liczba łusek otwartych jest podobna (23 i 24 sztuk). Potwierdzono statystycznie, że wraz ze wzrostem długości i grubości szyszki wzrasta liczba łusek w szyszce. Szyszki formy gibba mają nieznacznie (nieistotnie) dłuższą tarczkę w najszerszej części szyszki, zaś jej szerokość i grubość różni się średnio o 6,0 i 1,5 mm.

Tabela 2. Liczba otwartych i zamkniętych łusek w szyszce i charakterystyczne parametry wielkościowe tarczki pochodzących z najgrubszej jej części

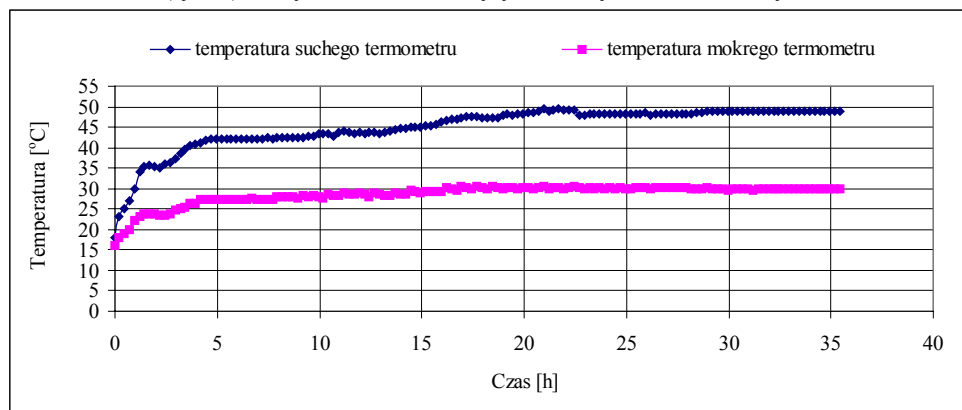
Table 2. Number of open and closed hulls in a cone, and characteristic size parameters of disks coming from its thickest part

Forma szyszek	Liczba łusek						Tarczki					
	Wszystkich		Zamkniętych		Otwartych		Długość		Szerokość		Grubość	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
	średnia		średnia		średnia		średnia		średnia		średnia	
szt.						mm						
Plana	53	75	35	46	14	32	6,7	9,0	5,4	8,7	1,3	2,2
	64		41		23		7,7		6,9		1,8	
Gibba	50	84	32	62	18	29	6,5	9,1	5,9	9,1	3,0	4,1
	69		45		24		7,9		7,5		3,3	

Źródło: obliczenia własne

### Charakterystyka procesu łuszczenia

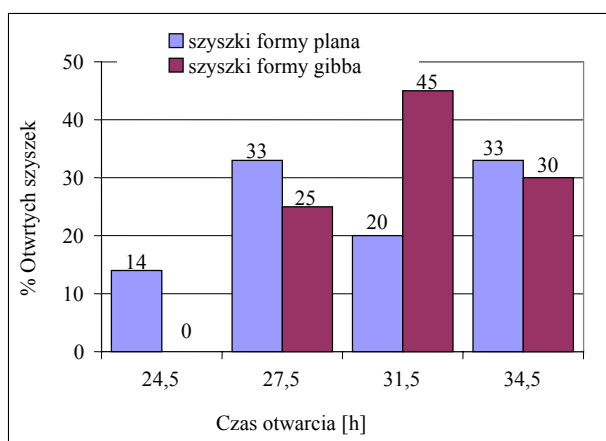
Całkowity czas trwania procesu łuszczenia wynosił 36 godzin, a temperatura suchego termometru wewnątrz komory stopniowo wzrastała od 18 do 49°C, zaś mokrego od 16 do 30°C (rys. 3). W tym czasie otworzyły się wszystkie badane szyszki.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 3. Warunki łuszczenia badanych szyszek sosny zwyczajnej  
 Fig. 3. Hulling conditions for examined Scotch Pine cones

Średni czas otwarcia szyszek formy plana wynosił 30,2 h, a formy gibba 31,4 h. Z pierwszej partii szyszek: 14% otworzyło się po 24,5, 33% po 27,5, 20% po 31,5 i pozostałe 33% po 34,5 godzinach. Z kolei z drugiej - formy gibba 25% otworzyło się po 27,5, 45% po 31,5 i 30% po 34,5 godzinach (rys. 4).



Źródło: obliczenia własne

Rys. 4. Porównanie czasów pełnego otwarcia szyszek formy plana i gibba  
 Fig. 4. Comparison of full opening times for the plana and gibba form cones

W tabeli 3 zawarto zakres zmian charakterystycznych parametrów procesu łuszczenia,  $u_o$ ,  $u_k$  i  $b$ . Analiza statystyczna tych wartości nie wykazała istotnych różnic dla dwóch opisywanych form. Podobnie jest z ilością zawartej wody w chwili pełnego otwarcia -  $u_{ot}$ . Pomimo występowania znacznych różnic w zakresie zmian dla danej formy, i w tym przypadku nie wykazano istotnych różnic.

Tabela 3. Zakres zmian charakterystycznych rzeczywistych parametrów procesu łuszczenia i czasów otwarcia badanych szyszek

Table 3. The scope of characteristic changes for actual hulling process parameters and opening times for the examined cones

Forma szyszek	Zawartość początkowa wody		Zawartość końcowa wody		Zawartość wody w chwili otwarcia		Współczynnik		Czas otwarcia rzeczywisty		Czas otwarcia z modelu	
	$u_o$		$u_k$		$u_{ot}$		$b$		$t_{rz}$		$t_M$	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
	średnia		średnia		średnia		średnia		średnia		średnia	
	kg $H_2O$ · kg $s.m.$ <sup>-1</sup>						$h^{-1}$		h			
Plana	0,335	0,556	0,005	0,035	0,051	0,074	0,06	0,09	24,5	34,5	25,2	33,0
	0,449		0,020		0,061		0,08		30,2		30,0	
Gibba	0,331	0,609	0,004	0,038	0,039	0,090	0,06	0,10	27,5	34,5	28,4	34,3
	0,445		0,018		0,059		0,08		31,4		31,0	

Źródło: obliczenia własne

Stworzony model opisujący przebieg zmiany zawartości wody w czasie trwania procesu, oraz wyliczony z niego czas otwarcia ( $t_M$ ), pozwolił na porównanie go z rzeczywistym czasem otwarcia szyszek sosny obu form ( $t_{ot}$ ). Średnie arytmetyczne ich wartości różnią się o 0,2 i 0,4 h. Z kolei analizując czasy otwarcia poszczególnych szyszek, różnice pomiędzy ich czasami są większe i wynoszą odpowiednio 9,2 i 7,7% (ok. 2,8 i 2,4 h).

## Wnioski

1. W badanym zbiorze szyszki należące do formy plana są mniejsze pod względem wymiarów zewnętrznych i masy, lecz nie różnią się istotnie wilgotnością początkową.
2. W badanej partii szyszek, w której wyróżniono dwie formy (plana i gibba), pochodzącej z jednego zbioru nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy średnimi wartościami parametrów charakteryzujących przebieg procesu łuszczenia.
3. Różnice czasu pełnego otwarcia dla poszczególnych szyszek formy plana i gibba wynoszą odpowiednio 10 i 7 godzin.

## **Bibliografia**

**Białobok S., Baratyński A., Bugala W.** 1993. Biologia sosny zwyczajnej. Instytut Dendrologii PAN. Poznań: Kórnik. ISBN 83-85599-21- 5.

## **THE IMPACT OF SELECTED MORPHOLOGICAL FEATURES OF SCOTCH PINE CONES ON THE PROGRESS OF HULLING PROCESS**

**Abstract.** The paper presents comparison of hulling process parameters and full opening times for Scotch Pine cones, which differ in form, determined on the grounds of the shape of external part of hull disk. No significant differences for distinguished parameters of equation describing the process progress were found for cones of the same origin, which differ in their external features.

**Key words:** cone, disk, hulling

**Adres do korespondencji:**

Monika Aniszewska; e-mail: [monika\\_aniszewska@sggw.pl](mailto:monika_aniszewska@sggw.pl)  
Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
ul. Nowoursynowska 164  
02-787 Warszawa