

MONIKA ANISZEWSKA

## Budowa anatomiczna szyszek świerka

Anatomical structure of spruce cones

**Abstract.** The paper contains a description of the spruce cone anatomical structure and its components: scales and the axis. Three cell zones differing in size and membrane thickness in the near-axis part of the scale and five cell zones: external and internal, two intermediate and central layers in the part above the seed occurrence were distinguished. The axis consisted of cells of similar shape along its whole length. Chemical tests proved that the bottom part of the scale contained more cellulose and the central part more lignin – which accounted for stiffness and fragility of this part of the scale.

**Key words:** cone, spruce, anatomical structure, scales, axis

### Wstęp

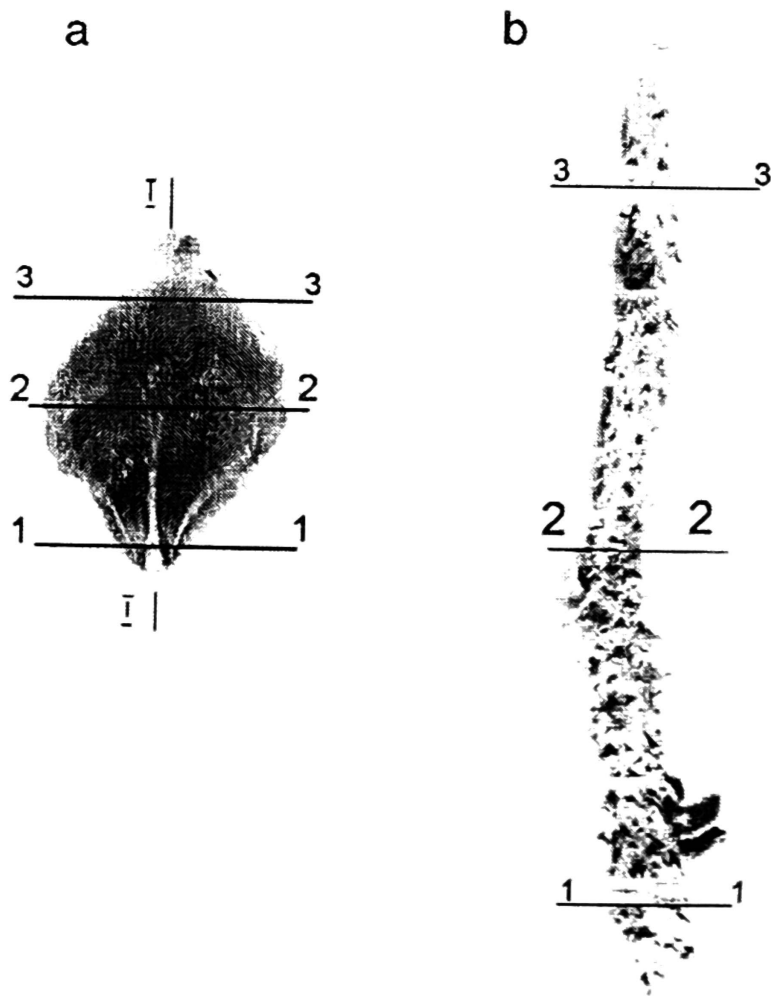
Nasiona drzew iglastych pozyskuje się z szyszek, które poddaje się specjalnym zabiegom cieplnym (świerk i sosna) lub ciepłno-mechanicznym (modrzew). Proces taki nazywany jest łuszczeniem szyszek lub wyłuszczeniem nasion. Polega on na doprowadzeniu szyszek do stanu otwarcia pod wpływem odpowiedniej temperatury i wilgotności powietrza – zmieniających się w trakcie całego procesu łuszczenia. Nasiona wydobywane z szyszek są niezwykle wrażliwe na zbyt wysoką temperaturę, dlatego tak ważne jest to, aby sam proces trwał jak najkrócej, przy zachowaniu odpowiednich warunków. Przyjmuje się, że w przypadku sosny proces przebiegający przy wilgotności bezwzględnej  $50 \text{ g/dm}^3$  i temperaturze  $55^\circ\text{C}$ , a w przypadku świerka  $80 \text{ g/dm}^3$  i  $65^\circ\text{C}$ , umożliwia uzyskanie nasion o dużej energii kiełkowania (ok. 98%). Czas procesu łuszczenia dla sosny wynosi blisko 24 h, a dla świerka ok. 20 h. Można go skrócić stosując wstępne podsuszanie szyszek, które odbywa się w niższej temperaturze  $35\text{-}40^\circ\text{C}$ , niż właściwe suszenie, przebiegające w temperaturze  $50\text{-}70^\circ\text{C}$ . Taka technika wyłuszczenia nasion stosowana jest obecnie w polskich wyłuszczeniach. Zdarza się, że duża część szyszek w przewidywanym czasie nie otworzy się, a wtedy cały proces trwa znacznie dłużej. Przykładowo, w wyłuszczeniach w Czarnej Białostockiej trwa on nawet do 35 godzin (Sarnowska, Więsik 1997). Przedłużający się okres przebywania nasion w takich wartościach temperatury jest niekorzystny i może mieć negatywny wpływ na ich żywotność. W literaturze dotyczącej łuszczenia szyszek brak jest informacji o wpływie zróżnicowanej budowy szyszek na przebieg procesu ich łuszczenia.

Podjęto próbę opisania podstawowych parametrów szyszek, budowy zewnętrznej (Aniszewska 2001) i anatomicznej mogącej mieć wpływ na proces łuszczenia i ewentualne ustalenie jego przebiegu stosownie do charakterystycznych cech szyszek.

W artykule przedstawiono wyniki badań nad budową anatomiczną szyszki świerka. Wiadomo, że szyszki składają się z trzpienia i otaczających je łusek nasiennych oraz znacznie mniejszych łusek okrywających. Łuski nasienne zbudowane są z komórek o różnej grubości ścian. Najcieńsze ścianki mają komórki znajdujące się od wewnętrznej strony łuski, a najgrubsze od zewnętrznej (Krzysik 1970). W czasie wyłuszczenia, następuje ubytek wody znajdującej się w komórkach łusek, dzięki czemu może następować proces otwierania się ich i uwalniania nasion. Zmianie wilgotności towarzyszą odpowiednie zmiany wymiarów komórek łuski.

### Metodyka badań

Przedmiotem badań były trzpień i łuski pochodzące z dojrzałych szyszek świerka, z Nadleśnictwa Bardo i LZD Rogów. W celu obserwacji rodzajów i wielkości komórek wykorzystano mikroskop optyczny oraz komputer ze specjalnym oprogramowaniem "Mikroscan", pozwalający na określenie wymiarów poszczególnych komórek. Przy użyciu mikrotomu saneczkowego wykonano przekroje poprzeczne i podłużne łuski, tuż przy



RYC. 1. Miejsca pobrania wycinków: a – łuski, b – trzpienia, 1,2,3 – przekroje, w których wykonywano pomiary

samym trzpieniu, pośrodku i u jej szczytu, na różnych wysokościach szyszki. Miejsca pobrania wycinków z łuski i z trzpienia szyszki podano na rycinie 1. Preparaty barwiono safraniną i zielenią jasną. Wyznaczono w łuskach – ilość celulozy (metodą Kurschnera-Hoffera), ligniny (wg PN-74/P50092) i składników niestrukturalnych, przez ekstrakcję, wykorzystując aparat Soxhleta. (Krutul 1994).

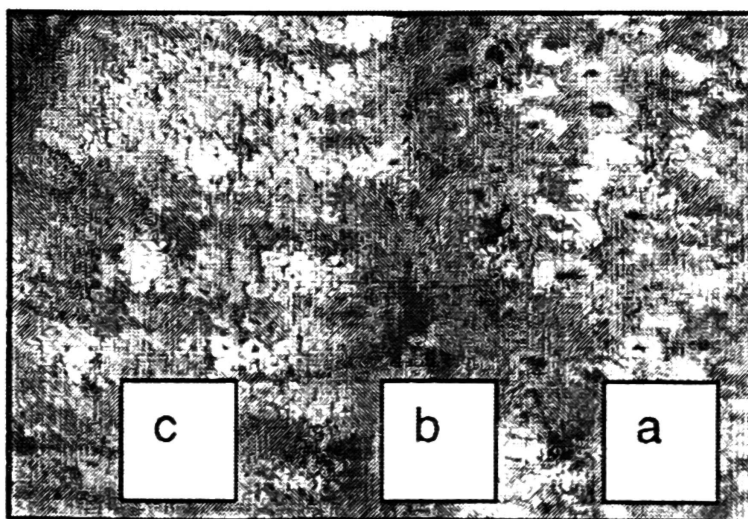
## Wyniki i dyskusja

### Budowa mikroskopowa łuski

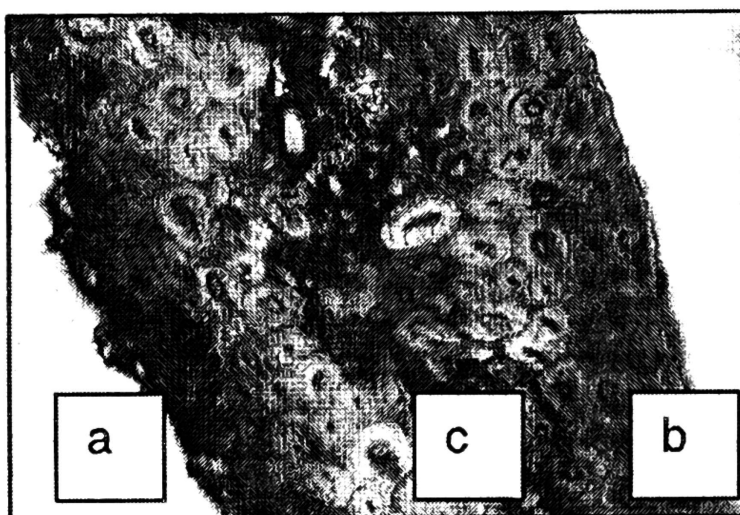
W łusce świerka można wyróżnić dwie charakterystyczne części, pierwszą przytrzępioną, do miejsca osadzenia nasionek i drugą powyżej, aż do wierzchołka łuski.

Pierwsza część składa się z trzech stref różniących się wielkością komórek (ryc. 2). Zewnętrzna strona tej części, zbudowana jest z komórek dużych. Wewnętrzna strona zbudowana jest z komórek małych. Komórki duże są okrągłe, grubościennie z małym światłem, komórki małe mają kształt mniej regularny i cieńszą ścianę komórkową. Pomiedzy komórkami dużymi, a małymi wyróżnić można komórki pośrednie. Wnikają one w warstwy komórek małych w postaci długich pojedynczych łańcuchów. Komórki pośrednie mają inne zabarwienie niż komórki małe i duże. Są żółto- lub ciemnobrązowe, z wyraźnymi światłami komórkowymi, zaś komórki duże i małe są bezbarwne. Komórki pośrednie przebiegają łukiem, otaczając wraz z komórkami dużymi, komórki małe. Przesuwając się w górę łuski, komórki duże zajmują coraz większy obszar i obejmują komórki małe. Wymiary średnic komórek dużych średnio wynoszą  $56,7 \mu\text{m}$  i zawierają się w granicach od  $39,7$  do  $77,9 \mu\text{m}$ , a światła komórkowego  $14,7 \mu\text{m}$  – od  $8,4$  do  $21,7 \mu\text{m}$ , komórek pośrednich średnio  $32,2 \mu\text{m}$  – od  $23,2$  do  $48,0 \mu\text{m}$ , (dla światła komórkowego średnio  $11,5 \mu\text{m}$  – od  $6,4$  do  $17,7 \mu\text{m}$ ), komórek małych średnio  $15,3 \mu\text{m}$  od  $11,5$  do  $22,7 \mu\text{m}$ , (dla światła komórkowego średnio  $5,8 \mu\text{m}$  i od  $3,5$  do  $9,0 \mu\text{m}$ ).

Po wewnętrznej stronie łuski, gdzie znajdują się nasiona, występuje przegroda rozgraniczająca umiejscowienie dwóch nasion.



RYC. 2. Trzy warstwy komórek w dolnej części łuski na wysokości występowania nasion, a – warstwa zewnętrzna, b – warstwa środkowa, c – warstwa wewnętrzna [ $\times 100$ ]

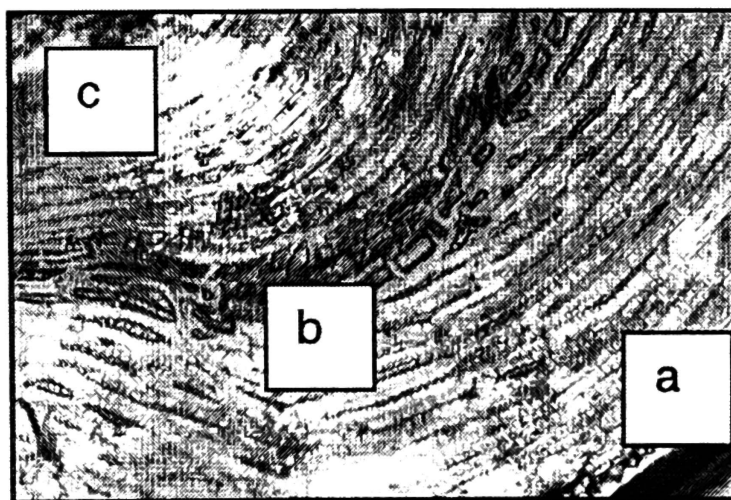


RYC. 3. Przekrój poprzeczny drugiej części łuski, powyżej występowania nasiona w środku łuski: a – strona wewnętrzna, b – strona zewnętrzna łuski, c – skupiska komórek podobne do wiązek [×100]

W części przytrzeniowej powyżej miejsca występowania nasion obserwuje się zmniejszenie grubości łuski. Na przekroju poprzecznym maleje warstwa komórek małych i wykształcają się skupiska komórek podobnych do wiązek.

Na przekroju poprzecznym drugiej części łuski, można wyróżnić pięć stref komórek (ryc. 3). Pierwszą – strefę zewnętrzną łuski – stanowi jedna warstwa komórek o regularnym wydłużonym kształcie, ściśle do siebie przylegających ścianami antyklinalnymi. Poniżej zewnętrznej warstwy występuje druga strefa, zbudowana z licznych warstw, dużych komórek. Charakteryzują się większym światłem, znacznie jaśniejszym, pod mikroskopem, niż komórki pierwszej warstwy. W kolejnej strefie występują komórki tworzące skupienia podobne do wiązek. Są one ułożone, w pewnych odstępach, wzdłuż całej łuski.

Komórki otaczające wiązki mają nieregularne kształty, są zwykle powyginane. Ściany ich są nierównomiernie zgrubiałe. Większą grubość mają komórki znajdujące się od zewnętrznej strony łuski, niż te występujące od wewnątrz łuski.



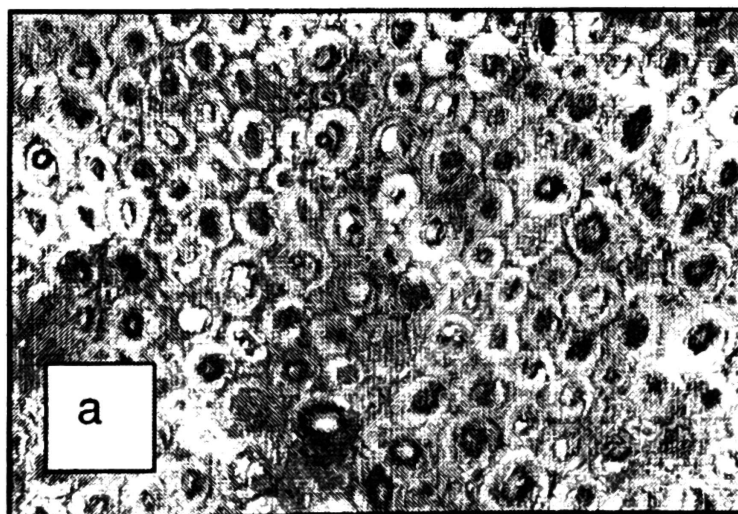
RYC. 4. Przekrój podłużny w części przytrzeniowej łuski; a – warstwa zewnętrzna, b – warstwa środkowa, c – warstwa wewnętrzna [×40]

Wewnętrzną część łuski (czwartą strefę) stanowią warstwy komórek, o mniejszej grubości ścian, ale z większymi światłami komórkowymi. Ostatnia, piąta strefa składa się z pasma komórek, o cienkich ścianach ułożonych wzdłużnie. W otwartych suchych łuskach, komórki te są poszarpane. Na przykład łączna grubość pięciu warstw komórek, które pobrane są ze środkowej części szyszki wynosi średnio 1607  $\mu\text{m}$  i zawiera się w granicach od 1335 do 2039  $\mu\text{m}$ .

Do zbadania przekrojów podłużnych łuski, wycinki pobierano z części przytrzępieniowej łuski oraz z części powyżej występowania nasion. Na przekroju części przytrzępieniowej wyraźnie widać trzy strefy wydłużonych komórek (ryc. 4). Pierwsza warstwa zewnętrzna (a) składa się z komórek dużych, grubościennych, druga środkowa (b) – z komórek pośrednich, a trzecią wewnętrzną (c) – stanowią komórki małe. Wszystkie komórki ułożone są równoległe do siebie. Wyraźnie widoczne są światła komórkowe w komórkach dużych.

### Mikroskopowa budowa trzpienia

Trzpień szyszki zbudowany jest z grubościennych komórek. W dolnej części trzpienia komórki mają kształt nieregularny. Z kolei przesuając się w górę szyszki jego komórki są bardziej równomierne (ryc. 5). Przesuwając się po promieniu do brzegu trzpienia, komórki zmniejszają się (najlepiej widoczne jest to w próbce pobranej ze środkowej części trzpienia). Dalej następuje złączenie trzpienia z łuskami. Widoczne są małe komórki łuski wnikające w trzpień. Wymiary średnic komórek trzpienia pobranych ze środka szyszki mają, średnio wymiary 57,3  $\mu\text{m}$  i zawierają się w granicach od 32,4 do 72,6  $\mu\text{m}$ , a średnice światła komórkowego średnio wynoszą 29,9  $\mu\text{m}$  i są od 15,0 do 40,9  $\mu\text{m}$ .



RYC. 5. Przekrój poprzeczny trzpienia w środkowej części szyszki; a – komórki trzpienia [ $\times 100$ ]

### Składniki chemiczne w łuskach szyszki

Badania chemiczne łusek pozwoliły wyodrębnić z nich następujące składniki: substancje niestrukturalne, ligninę i celulozę.

Poza wyznaczeniem procentowej zawartości głównych składników, dokonano oceny względnego zróżnicowania zawartości celulozy i ligniny w ścianach komórek łuski w

zależności od umiejscowienia przekroju poprzecznego. Zabarwiano poszczególne skrawki łuski barwnikami safraniny i zieleni jasnej, z których safranina barwi ściany zdrewniałe na czerwono, a zieleń jasna ściany celulozowe na zielono. Na przekroju poprzecznym pierwszej części łuski – poniżej występowania nasion – przeważają ściany celulozowe, a na przekrojach drugiej części łuski, w środku wysokości i u wierzchołka, znaczne powierzchnie zajmują ściany wysyczone ligniną.

Średnie wartości badanych składników w łuskach szyszek pochodzących z Nadleśnictwa Bardo i LZD Rogów wynoszą odpowiednio: celulozy 35,7% (odchylenie standardowe  $\delta = 0,047$ ) i 35,83% ( $\delta = 0,094$ ), ligniny 61,46% ( $\delta = 1,029$ ) i 60,9% ( $\delta = 0,235$ ) oraz substancji niestrukturalnych 6,97% ( $\delta = 0,633$ ) i 6,66% ( $\delta = 0,560$ ). Z otrzymanych wartości udziałów poszczególnych składników (razem stanowią powyżej 100%) wynika, że przy określeniu oddzielnie każdej z nich, nie udało się wyeliminować całkowicie zawartości pozostałych (Mikłaszewicz, Gawart 2000). Można zauważyć, że pochodzenie szyszek nie miało większego znaczenia na proporcje określonych składników.

W łuskach dojrzałych szyszek świerka jest znacznie większy procentowy udział ligniny, mniejszy zaś celulozy. Wyniki te odnoszą się jednak do całej łuski. Na podstawie zabarwienia przekrojów wykonanych na różnej wysokości wynika, że udziały procentowe celulozy i ligniny mogą być znacznie zróżnicowane. W części przytrzępieniowej przeważają ściany celulozowe, a w drugiej – ściany wysyczone ligniną. Duża zawartość ligniny w łuskach, szczególnie w jej drugiej części, świadczy o tym, że są one sztywne, twarde i kruche. Ta część łuski podlegać więc może mniejszym zmianom wymiarowym niż drewno. Można przypuszczać, że to w części przytrzępieniowej, zawierającej znacznie większy udział celulozy, sprzyjającej zmianom wymiarowym (skurczowi), następuje odkształcenie łuski prowadzące do jej rozchylenia i uwolnienia nasion. Duża zawartość substancji niestrukturalnych w łuskach świadczy o małej przepuszczalności warstw zewnętrznych, co może mieć też związek z powolnością odparowywania wody i rozchylenia łusek.

## Wnioski

- Łuski szyszki są zbudowane z komórek, ułożonych warstwami, biegnącymi od trzępienia ku wierzchołkowi. Na przekrojach poprzecznych, zależnie od położenia, można wyróżnić pod względem wymiarów trzy (w części przytrzępieniowej) do pięciu (w części środkowej) warstw komórek. W części przytrzępieniowej komórki duże mają przeciętną średnicę 56,7  $\mu\text{m}$ , pośrednie 32,2  $\mu\text{m}$ , a małe 15,3  $\mu\text{m}$ . Światła tych komórek mają przeciętną średnicę odpowiednio: 14,7; 11,5 i 5,8  $\mu\text{m}$ .
- Przeciętnie w łuskach jest substancji niestrukturalnych 5%, celulozy 35%, ligniny 60%. Można zauważyć, że pochodzenie szyszek nie miało większego znaczenia na proporcje określanych składników. Na przekroju poprzecznym szyszki części przytrzępieniowej występują ściany celulozowe, a w drugiej części – powyżej występowania nasion – ściany wysyczone ligniną.

Wydział Inżynierii Produkcji  
SGGW, ul. Nowoursynowska 166  
02-676 Warszawa

## Literatura

- Krutul D.:** Ćwiczenia z chemii drewna oraz wybranych zagadnień chemii organicznej. Wydawnictwo SGGW. Warszawa 1994.
- Krzysik F.:** Nauka o drewnie. Wyd. 4 zaktualizowane. Warszawa: PWN 1970.
- Mikłaszewicz M.:** Badania składu chemicznego łusek szyszki świerka. W: Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej 2000 nr 5, s. 22-25.
- Sarnowska G., Więsik J.:** Wyluszczenia w Czarnej Białostockiej. Część I Proces technologiczny i przygotowanie szyszek do łuszczenia. W: Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej 1997 nr 11, s. 12-13.

## Summary

### Anatomical structure of spruce cones

Seeds from cones are extracted by applying a thermal method. The method consists in making cones open by ensuring appropriate air temperature and humidity. Seeds are usually extremely sensitive to high temperatures so the whole process should proceed under controlled conditions. Such conditions provided good quality of seeds although they open unevenly. Anatomical structure of basic elements of cones such as scales and the axis, as well as chemical composition can affect the cone opening time.

A detailed study of cone anatomical structure will allow to examine the effect of cone anatomical characteristics on the extracting process and formulate conditions to minimise extraction costs and energetic expenditure.