

## WYSTĘPOWANIE ORAZ STRUKTURA WARSTWY BRODAWKOWEJ W CEWKACH JODŁY POSPOLITEJ (*ABIES ALBA* M.) PRZEDSTAWIONA ZA POMOCĄ SKANINGOWEGO MIKROSKOPU ELEKTRONOWEGO

Józef Kocouń

Katedra Fizyki SGGW-AR w Warszawie

Badano występowanie oraz strukturę warstwy brodawkowej w cewkach pnia, korzeni i gałęzi 120-letniej jodły pospolitej (*Abies alba* M.). Stwierdzono występowanie warstwy brodawkowej na pokładzie  $S_3$  ściany wtórnej w każdej cewce drewna jodły pospolitej. Brodawki mogą mieć różny kształt, a ich średnica zawarta jest w granicach od 50 do 500 nm. Warstwa brodawkowa może być jedną z cech taksonomicznych drewna jodły pospolitej.

### WPROWADZENIE

Brodawkowate wybrzuszenia na pokładzie  $S_3$  ściany wtórnej cewek roślin iglastych zostały odkryte prawie równocześnie przez Liese [6] u *Pinus silvestris* L. oraz Kobayashi i Utusumi [5] u *Pinus densiflora*. Pojęcie warstwy brodawkowej wprowadził Harada [2] i zostało ono powszechnie przyjęte w literaturze anatomii i struktury drewna. Należy jednak podkreślić, iż warstwa brodawkowa u rodzaju *Pinus* występuje sporadycznie. Liese w latach 1956 - 1965 stwierdził występowanie lub brak warstwy brodawkowej u około 160 gatunków (7 - 11). Na podstawie przeprowadzonych badań wysunął wniosek, iż występowanie warstwy brodawkowej nie jest związane z przynależnością systematyczną do gatunku, rodzaju czy rodziny. Badania powyższego problemu na różnych roślinach iglastych prowadzili również Wardrop [14], Cronshaw i inni [1] oraz Jayme i Azzola [3]. Wszystkie te badania opierały się na pracach z transmisyjnego mikroskopu elektronowego, który został wprowadzony w poprzednim 30-leciu do badań struktury drewna i umożliwił nowe odkrycia.

Mikroskop elektronowy skaningowy, który od kilkunastu lat został wprowadzony do badania anatomii i struktury drewna, umożliwił bezpośrednią obserwację ścian cewek, a tym samym warstwy brodawkowej. Ogólne możliwości tych badań opisane zostały przez Knigge i innych w 1971 r. [4]. Ohtani i Fujikawa [12] przeprowadzili badania porównawcze warstwy brodawkowej u 16 japońskich gatunków drzew. Verhoff i Knigge [13] przeprowadzili badania nad rozmieszczeniem i liczebnością brodawek na przekroju poprzecznym jodły pospolitej (*Abies alba* M.).

Nie prowadzono systematycznych badań występowania oraz struktury warstwy

brodawkowej w cewkach jodły pospolitej w zależności od położenia w pniu, korzeniu i gałęzi drzewa.

W niniejszej pracy postanowiono sprawdzić obecność i strukturę warstwy brodawkowej w cewkach od rdzenia do obwodu i od odziomka do wierzchołka w 120-letniej jodle pospolitej, jak również stwierdzić występowanie tej warstwy w cewkach korzeni i gałęzi.

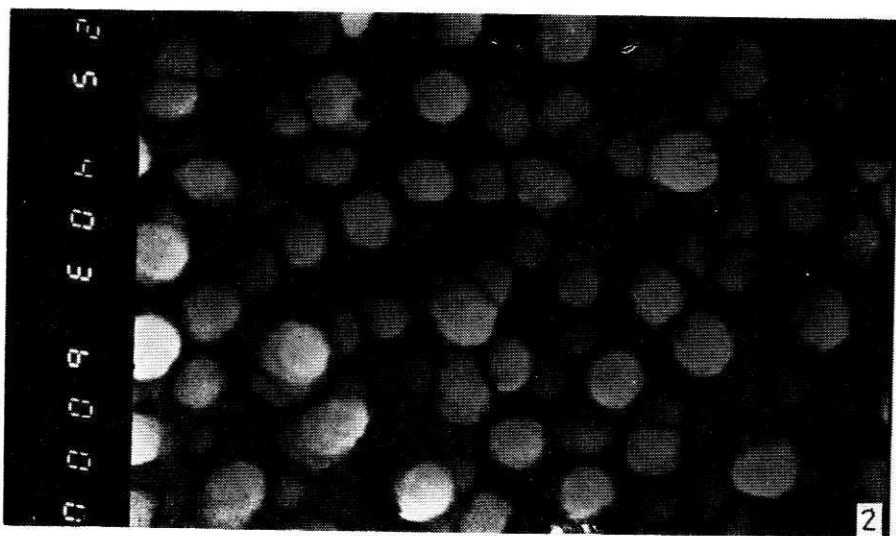
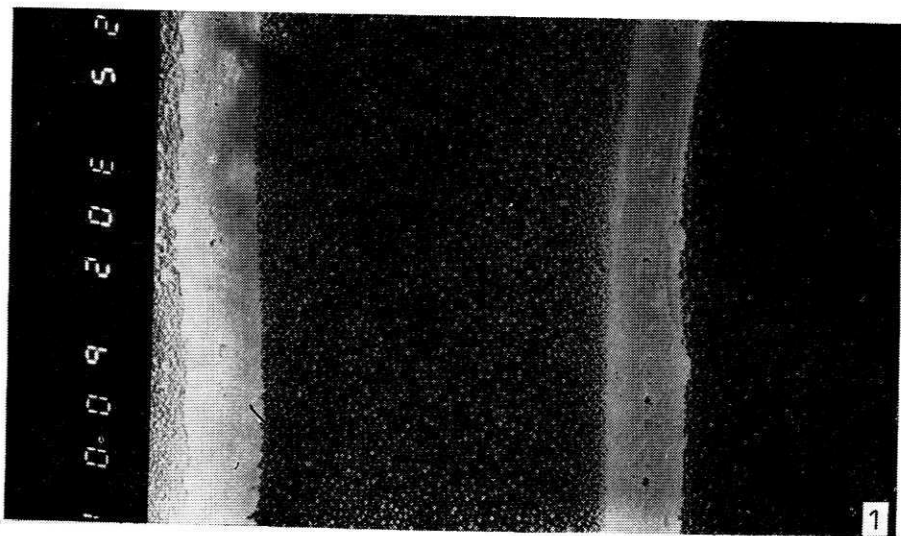
### MATERIAŁ BADAWCZY I METODYKA BADAŃ

Próbki pobrano z odziomkowej, środkowej i wierzchołkowej części pnia 120-letniej jodły pospolitej (*Abies alba* M.). W podobny sposób pobrano próbki z korzeni i gałęzi badanego drzewa. Warstwę brodawkową badano w drewnie wczesnym i późnym. Strukturę warstwy brodawkowej w cewkach można w zasadzie badać na wszystkich trzech przekrojach anatomicznych, promieniowym stycznym jak i poprzecznym. Najwygodniej badania te przeprowadzać jest na przekrojach promieniowych — na jednej próbce można obserwować warstwę brodawkową na pokładzie  $S_3$  ściany wtórnej w drewnie wczesnym i późnym. W niniejszej pracy badania warstwy brodawkowej były prowadzone na wszystkich trzech przekrojach, ale zdjęcia zamieszczono tylko z przekroju promieniowego. Próbki w postaci płytek o wymiarach  $5\text{ mm} \times 5\text{ mm} \times 2\text{ mm}$  (grubość) nanoszono na stolik mikroskopu pokryty warstwą pasty srebrnej. Następnie próbki napyłano węglem i srebrem, w napyłarce próżniowej przy ciśnieniu około  $1,3 \cdot 10^{-6}$  Pa. Próbki przeglądano i zdjęcia wykonywano w mikroskopie elektronowym JSM-35 firmy JOEL. Wysokie napięcie wynosiło około 20 kV, prąd próbki  $2 \cdot 10^{-12}$  A, stosowano powiększenie elektronowe od 30 do  $30\,000 \times$ .

### WYNIKI BADAŃ

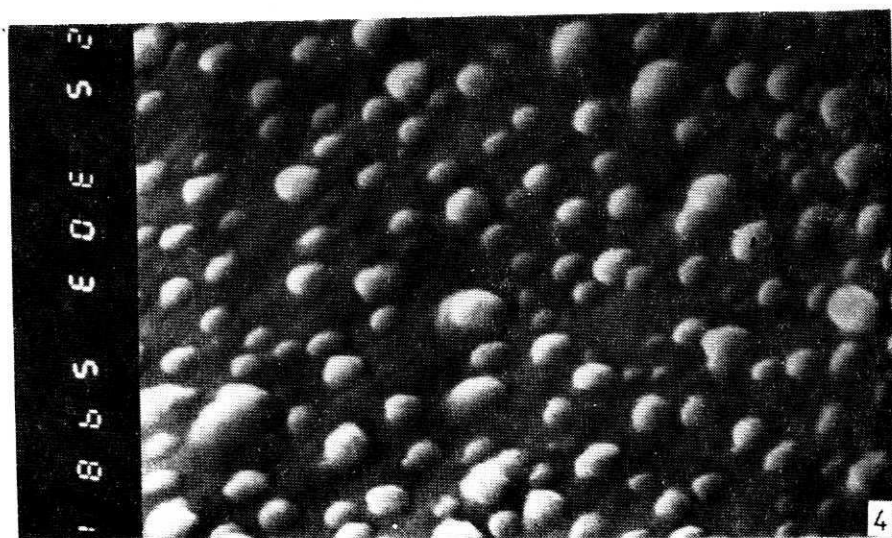
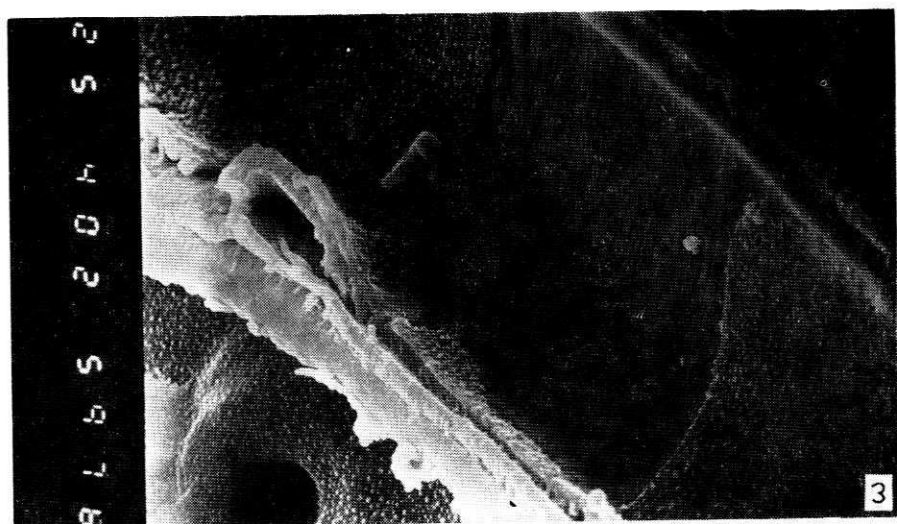
Z przeprowadzonych badań wynika, że warstwa brodawkowa występuje w każdej cewce wiosennej (drewno wczesne) i letniej (drewno późne) od rdzenia do obwodu. Przykładowo warstwę brodawkową na pokładzie  $S_3$  ściany wtórnej drewna wczesnego strefy rdzeniowej odziomkowej części pnia przedstawiają rysunki 1 i 2, na których tak dobrano powiększenia elektronowe by można było zaobserwować występowanie warstwy brodawkowej (rys. 1) jak i określić jej strukturę (rys. 2). Warstwa brodawkowa ma postać błony z odpowiednimi wybrzuszeniami lub wypukłościami (brodawkami).

Warstwa brodawkowa ma pochodzenie ściankowe i cytoplazmatyczne. Ściankowe pochodzenie polega na tym, że pokład  $S_3$  ściany wtórnej wpukła się do wnętrza cewki, zaś pochodzenie cytoplazmatyczne jest pozostałością po autolizie protoplastu. Autolizie podlega każda obumierająca komórka, cewka dojrzała jest komórką martwą, więc zaszła w niej autoliza. Warstwę tę można usunąć i pokazać pokład  $S_3$  ściany wtórnej (rys. 3).



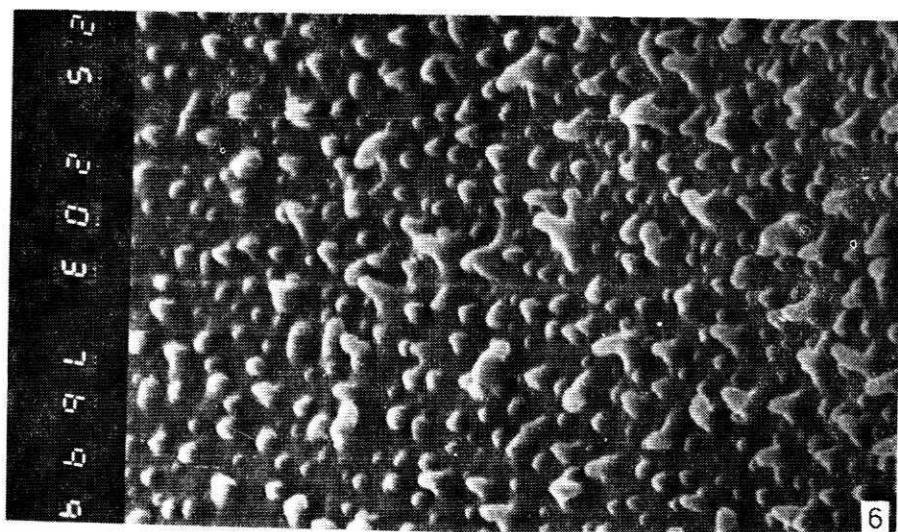
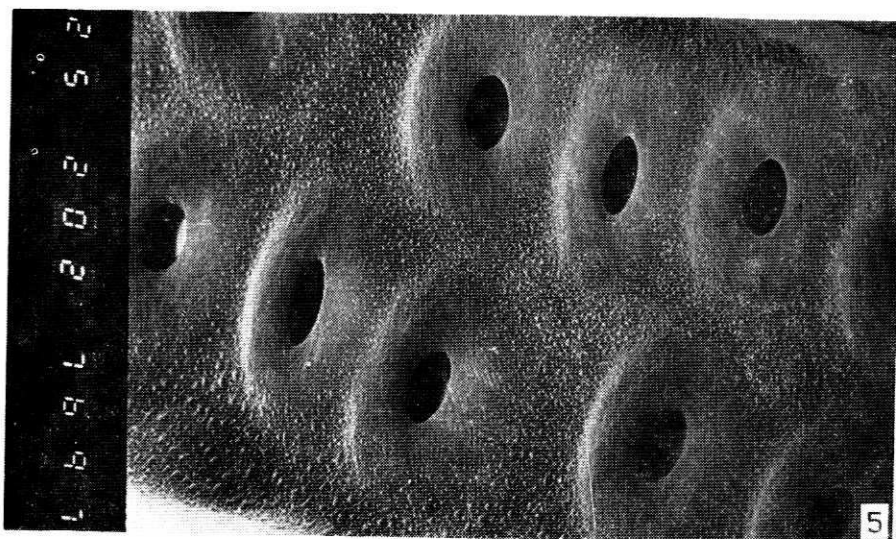
Rys. 1 i 2. Warstwa brodawkowa w cewkach wiosennych odziomkowej rdzeniowej części pnia  
 jodły pospolitej (*Abies alba* M.). Pow. 3000 i 40 000 ×

Fig. 1 and 2. The warty layer in spring tracheids of basal, central part of *Abies alba* M. stem.  
 × 3000 and × 40 000



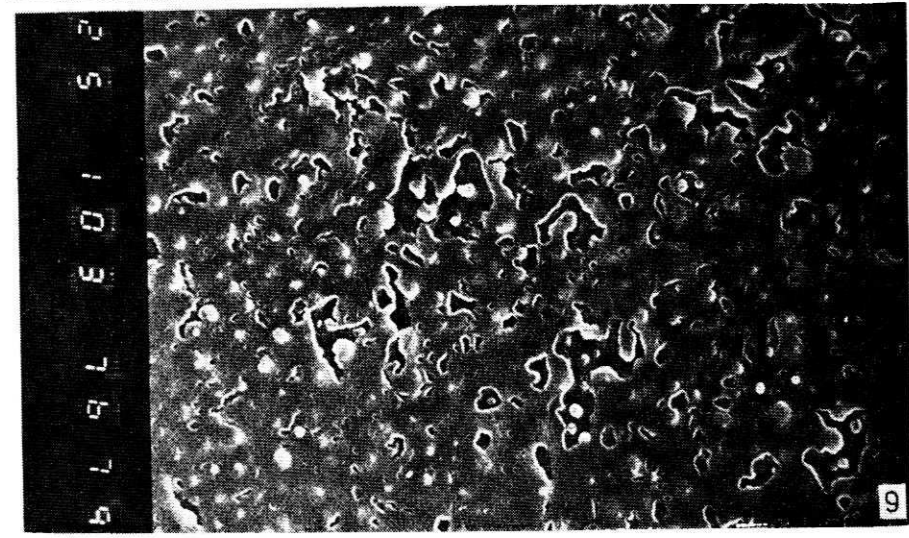
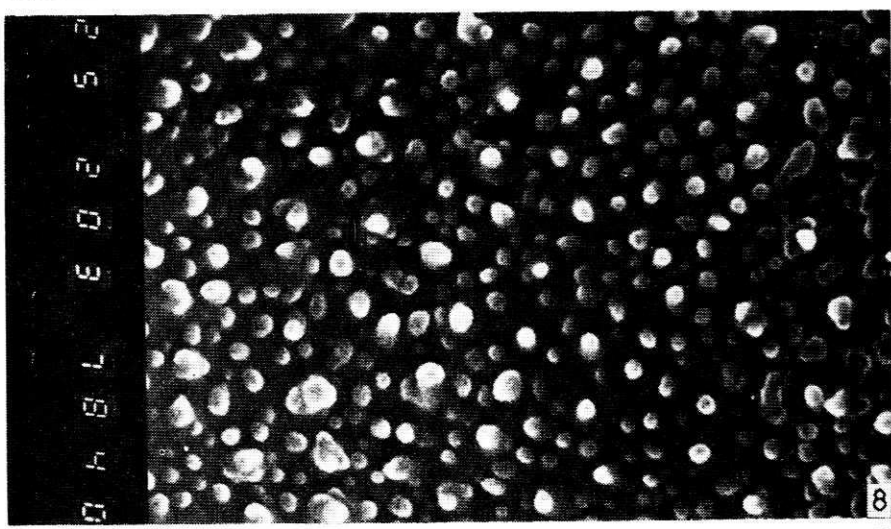
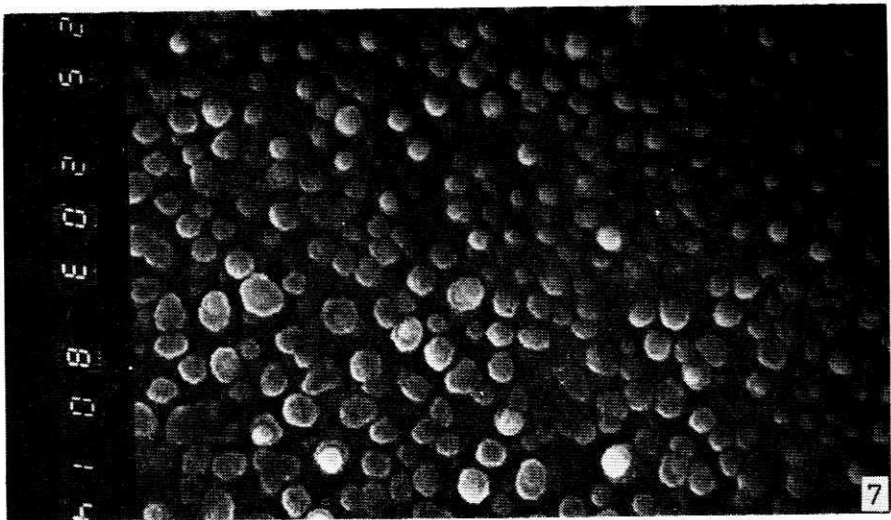
Rys. 3 i 4. Warstwa bródawkowa w cewce letniej odziomkowej rdzeniowej części pnia jodły pospolitej. Pow. 2000 i 20 000 ×

Fig. 3 and 4. The warty layer in summer tracheids of basal, central part of *Abies alba* M. stem. × 2000 and × 20 000



Rys. 5 i 6. Warstwa brcdawkowa w cewkach wiosennych obwodowej strefy w środku pnia jodły  
 pospolitej. Pow. 2000 i 20 000 ×

Fig. 5 and 6. The warty layer in spring tracheids of peripheral area in the middle of *Abies alba* M.  
 stem. × 2000 and × 20 000



Strukturę i ultrastrukturę warstwy brodawkowej w drewnie późnym omawianego słoja przedstawia rysunek 3 i 4. Ultrastruktura warstwy brodawkowej przedstawionej na rysunku 4 jest nieco inna niż na rysunku 2. Badania nad występowaniem i strukturą warstwy brodawkowej w środkowej części pnia jodły pospolitej dały analogiczne rezultaty, jakie zostały wyżej opisane. Nie występuje ona na obrzeżach jamek lejko-watych (rys. 5). Warstwa brodawkowa może przybierać postać nieregularną (rys. 6). Występuje ona również w każdej cewce korzeni i gałęzi jodły pospolitej. Ultrastrukturę warstwy brodawkowej w drewnie wczesnym korzenia pokazuje rysunek 7, gałęzi zaś rysunek 8. Sporadycznie na pokładzie  $S_3$  ściany wtórnej cewek jodły pospolitej można spotkać warstwę z minimalną liczbą bardzo drobnych brodawek (rys. 9). Nie spotkano w drewnie jodły pospolitej cewki bez warstwy brodawkowej. Może ona przybierać różną formę, a brodawki mogą mieć różne rozmiary. Brodawki mogą mieć postać prawie kulistą (rys. 2), mogą być pewnymi wpukleniami pokładu  $S_3$  ściany wtórnej do wnętrza cewki (rys. 4), mogą przybierać postać nieregularną (rys. 6) lub mogą występować bardzo drobne brodawki zanurzone w bezpostaciowej masie (rys. 9). Średnica brodawek zawiera się w granicach od 50 do 500 nm.

Najistotniejszym wnioskiem wypływającym z wykonanej pracy jest stwierdzenie że warstwa brodawkowa występuje w każdej cewce *Abies alba* M. i powinna być jedną z cech rozpoznawczych drewna jodły pospolitej.

Praca wpłynęła do Redakcji  
w czerwcu 1983 r.

#### LITERATURA

1. Cronshaw J., Davies G. W., Wardrop A. B.: A note on the wart structure of conifer tracheids. *Holzforschung* 15 (1961), 75 - 78.
2. Harada H.: Electron microscopic investigation on the wartlike structure of conifer tracheids. *J. Japan. For. Soc.* (1953), 35 - 393.
3. Jayme G., Azzola K.: Zur chemischen Resistenz der Warzenschicht von Holzfasern. *Holzforschung* 20 (1966), 101 - 103.
4. Knigge W.: Raster-elektronenmikroskopische Untersuchungen an Bohrspänen. *Holz als Roh- u. Werkst.* 29 (1971), 461 - 469.
5. Kobayashi K., Utusumi N.: Elektronmicroscopy of conifer tracheids. *Comm. Note on Electr. Microsc.* (1951), 56 - 93.
6. Liese W.: Demonstration elektronenmikroskopischer Aufnahmen von Nadelholztüpfeln. *Ber. Deut. Bot. Ges.* 64 (1951), 31 - 32.

Rys. 7. Warstwa brodawkowa w cewkach wiosennych korzenia jodły pospolitej. Pow. 20 000 ×  
Fig. 7. The warty layer in spring tracheids of *Abies alba* A. root × 20 000

Rys. 8. Warstwa brodawkowa w cewkach wiosennych gałęzi jodły pospolitej. Pow. 20 000 ×  
Fig. 8. The warty layer in spring tracheids of *Abies alba* M. branch × 20 000

Rys. 9. Specyficzna struktura warstwy brodawkowej występująca sporadycznie w cewkach jodły pospolitej. Pow. 10 000 ×

Fig. 9. Specific structure of warty layer occurring occasionally in tracheids of *Abies alba* M. × 10 000

7. Liese W.: Elektronoptische Beobachtungen über die Warzenstruktur bei den Koniferen. Electron Mikroskopy. Proc. Stockholm Conf. (1956a), 276 - 279.
8. Liese W.: Zur systematischen Bedeutung der Warzenstruktur bei der Gattung *Pinus* L. Holz als Roh- u. Werkst. 14 (1956b), 417 - 424.
9. Liese W.: Beitrag zur Warzenstruktur den Koniferentracheiden unter besonderer Berücksichtigung der *Cupressaceae*. Ber. Deut. Bot. Ges. 70 (1957a), 21 - 30.
10. Liese W.: Tertiary wall layer in wood cells. J. Polymer Sci. Part. C. 2 (1963), 213 - 229.
11. Liese W.: The warty layer. In: W. A. Cote. Jr. Cellular ultrastructure of woody plants. Syracuse University Press. (1965).
12. Ohtani J., Fujikawa S.: Study of warty layer by the scanning electron microscopy. 1. The variation of warts on the tracheid wall within an annual ring of coniferous woods. J. Japan. Wood. Res. Soc. 17 (1971), 89 - 95.
13. Verhoff S., Knigge W.: Untersuchungen über Grobe Anzahl und Verteilung der Warzen auf der Radialwand der Tanne (*Abies alba* M.). Holz als Roh- u. Werkst. 34 (1976), 175 - 180.
14. Wardrop A. B., Liese W., Davies G. W.: The nature of wart structure in conifer tracheids. Holzforschung 13 (1959), 115 - 120.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СТРУКТУРА КЛУБНИКОВОГО СЛОЯ В ТРАХЕИДАХ ПИХТЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*ABIES ALBA* M.) ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ С ПОМОЩЬЮ РАСТРОВОГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА

Содержание

Бородавчатый слой выступает в зоне  $S_3$  вторичной стенки трахеидов ранней и поздней древесины ствола, ветвей и корней пихты (*Abies alba* M.). Бородавки эти могут приобретать разную форму и величину — от 50 до 500 нм. Бородавчатый слой может служить как таксономический признак древесины пихты.

APPEARANCE AND STRUCTURE OF WART LAYER IN SILVER FIR (*ABIES ALBA* M.) TRACHEIDS SHOWED BY MEANS OF SCANNING ELECTRONIC MICROSCOPE

Summary

The warty layer occurs on the  $S$  layer of the secondary wall of spring and summer growth tracheids of stem, branches and roots of *Abies alba* M. The warts can assume various shape and wart diameter ranges from 50 to 500 nm. The warty layer should be one of the taxonomic features of the *Abies alba* M. wood.

Adres autora:

prof. dr hab. Józef Kocoń  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
Akademia Rolnicza w Warszawie  
Katedra Fizyki  
ul. Rakowiecka 26/30  
02-523 Warszawa