

- Freudenberg, K. 1965. Lignin: Its Constitution and Formation from *p*-Hydroxycinnamyl Alcohols. *Science* 148, 595—600.
- Hartley, R. D. 1973. Carbohydrate Esters of Ferulic Acid as Components of Cell-walls of *Lolium multiflorum*. *Phytochemistry* 12, 661—665.
- Hayashi, A. 1961. Studies on the Chemical Combination Between Lignin and Carbohydrate. Part X. The Existence of Phenol- β -Glycoside Bond. *J. Agri. Chem. Soc. Japan* 35, 83—86.
- Kawamura, I. and T. Higuchi. 1952. Relation Between Lignin and Carbohydrates in Wood. V. Methylation of Carbohydrate contained in Dioxane Lignin. *J. Soc. Textile Cellulose Ind. (Japan)* 8, 335—337.
- Koshijima, T. and R. Tanaka. 1970. Fractionation of the Lignin-Containing Hemicellulose Extracted with Dimethylsulfoxide from Japanese Red Pine. *Cell. Chem. Technol.* 6, 609—620.
- Koshijima, T., T. Taniguchi and R. Tanaka. 1972. Lignin Carbohydrate Complex. Pt. I. The Influences of Milling of Wood upon the Björkman LCC. *Holzforschung* 26, 211—217.
- Kringstad, K. P. and C. W. Cheng. 1969. Studies on Lignin-Hemicellulose Complexes. *Tappi* 52, 2382—2385.
- Lindgren, B. O. 1958. The Lignin-Carbohydrate Linkage. *Acta Chem. Scand.* 12, 447—452.
- Ludowig, J. and A. Dorfman. 1960. A Micromethod for the Colorimetric Determination of N-Acetyl Groups in Acid Mucopolysaccharides. *Biochem. Biophys. Acta* 38, 212—218.
- Merewether, J. W. T., L. A. M. Samsuzzaman and I. C. Calder. 1972. Studies on a Lignin-Carbohydrate Complex. Pt. II. Characterisation of the Water-Soluble Lignin-Carbohydrate Complex. *Holzforschung* 26, 180—185.
- Pew, J. C. 1957. Properties of Powdered Wood and Isolation of Lignin by Cellulytic Enzymes. *Tappi* 40, 553—558.
- Tanaka, R. and T. Koshijima. 1972. Fractionation of Björkman LCC and Separation of Acetyl Glucosaminan from the LCC. *J. Japan Wood Res. Soc.* 18, 403—408.
- Tsujisaka, Y. and J. Fukumoto. 1963. Purification of Cellulytic Enzymes of *Aspergillus niger*. *Kagaku To Kogyo (Osaka)* 37, 494—504.
- Yaku, F. and T. Koshijima. 1971. Lignin-Acetyl Glucosaminan Interaction in Björkman LCC. *J. Japan Wood Res. Soc.* 17, 267—268.

Étude ultrastructurale de quelques étapes de la biodégradation dans la nature du tissu lignifié de *Pinus nigra* Arn. subsp. *laricio* (Poir.) Maire

Par G. Kilbertus¹⁾, R. Rohr²⁾ et F. Mangenot¹⁾

Mots clés
Dégradation
Délignification
Ponctuation
Lamelle moyenne
Ultrastructure
Xylème
Pinus nigra

Étude ultrastructurale de quelques étapes de la biodégradation dans la nature du tissu lignifié de *Pinus nigra* Arn. subsp. *laricio* (Poir.) Maire

Résumé

Les auteurs ont étudiés dans la nature, la biodégradation du tissu lignifié de *Pinus nigra* Arn. subsp. *laricio* (Poir.) Maire. Dans le cadre de l'expérience, cette décomposition se fait selon trois étapes:

- écartement des différentes couches des parois du bois,
- formation de cavités sous l'action des champignons,
- délignification progressive des fibres du xylème.

Les champignons passent de cellule à cellule par les ponctuations ou se déplacent parallèlement à la lamelle moyenne. Les derniers stades sont caractérisés par une augmentation importante du nombre des bactéries. Enfin, l'intervention de la faune dans le processus de dégradation est envisagé.

Schlüsselwörter
Abbau (Zellwand)
Delignifizierung
Mittellamelle
Pilzbefall
Tüpfel
Ultrastruktur
Xylem
Pinus nigra

Ultrastrukturuntersuchungen von einigen Abbau-Stadien am Holzgewebe von *Pinus nigra* Arn. subsp. *laricio* (Poir.) Maire

Zusammenfassung

Die Beschaffenheit und der biologische Abbau ist am Holzgewebe von *Pinus n.* untersucht worden. Im Zuge der Untersuchung vollzieht sich dieser Abbau in 3 Stadien:

- Auseinanderweichen der verschiedenen Schichten der Holzzellwand,
- Bildung von Hohlräumen durch die Tätigkeit von Pilzen,
- Fortschreitende Delignifizierung der Xylanfasern.

Die Pilze wachsen von Zelle zu Zelle durch die Tüpfel oder parallel zur Mittellamelle. Die Endstadien sind charakterisiert durch eine erhebliche Vermehrung der Bakterien. Schließlich ist auch die Mitwirkung von tierischen Schädlingen im Verlauf des Abbaus in Betracht zu ziehen.

Keywords
Degradation (Cell wall)
Delignification
Decay (Fungus attack)
Middle lamella
Pit
Ultrastructure
Xylem
Pinus nigra

Investigation on the ultrastructure of different stages of degradation of *Pinus nigra* Arn. subsp. *laricio* (Poir.) Maire

Summary

The nature and the biological degradation of *Pinus nigra* was investigated. It was found that the degradation takes place in 3 stages:

- Going apart of the different layers of cell wall,
- Forming of voids in the cell wall due to the fungal activity,
- Further delignification of the fibres of xylem.

The fungi grow from cell to cell through the pit or parallel the middlelamella. The end of the fungal attack is characterized through increase of bacteria. The action due to animal decay has been considered.

¹⁾ Laboratoire de Botanique et de Microbiologie.

²⁾ Laboratoire de Cytologie Végétale, Université de Nancy I, C. O. n° 140, 54037 Nancy, France.