

Automatyczna metoda określania rozkładu parametrów cewek i włókien w drewnie na podstawie niedestrukcyjnych metod pobierania prób z drzew

Marcin Klisz¹

1. Wstęp

Zainteresowanie surowcem drzewnym koncentruje się wokół jego podstawowych cech struktury. Obok gę-

stości drewna, długość i średnica włókien stanowią o jego przydatności, przekładając się bezpośrednio na jakość produktów z niego wytwarzanych. W zależności od przeznaczenia surowca preferowane są dłuższe bądź

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn, Fax 022 7200397, e-mail: m.klisz@ibles.waw.pl

krótsze włókna, jednocześnie duży nacisk kładziony jest na średnicę włókien i grubość ich ścian komórkowych (Zobel et van Buijtenen 1989). Minimalna długość włókien wymagana do uzyskania dobrej jakości pulpy i docelowo dobrej jakości papieru wynosi 2,5–3,0 mm. Z kolei zastosowania techniczno – konstrukcyjne surowca drzewnego wymagają użycia drewna o krótkich włóknach z grubą ścianą komórkową. Nie mniej ważna jest jednolitość produktu drzewnego zarówno w skali pojedynczego drzewa jak i populacji.

Tak sprecyzowane wymagania odbiorców surowca drzewnego stawiają określone zadania przed hodowlą selekcyjną drzew. Programy selekcyjne powinny uwzględniać relacje występujące pomiędzy poszczególnymi cechami struktury drewna. Wskazane jest włączenie cech jakościowych drewna do programów selekcyjnych, a to z kolei wymaga wypracowania efektywnych metod uzyskiwania precyzyjnych danych o zmienności cech struktury drewna.

Pozyskiwanie informacji o cechach drewna drzew żyjących wymaga zastosowania niedestrukcyjnych metod pozyskiwania prób. Powszechnie stosowaną, niedestrukcyjną metodą pobierania prób są wywierty zawierające informację o przyrostach rocznych drzewa od rdzenia do kory (Niedzielska 1988). Zastosowanie łatwych do pobrania wywiertów o średnicy 5 mm umożliwia przeprowadzenie zarówno szczegółowych analiz radiometrycznych gęstości drewna jak również automatyczną analizę rozkładu parametrów włókien (Klisz 2007). Promieniowy kierunek przebiegu wywiertu stwarza pewne problemy wobec wzdłużnego kierunku ułożenia włókien w drewnie. W trakcie pobierania wywiertu z pnia część włókien ulega przecięciu, co z kolei fałszuje obraz rzeczywistego rozkładu długości włókien. W przypadku określania długości cewek drzew iglastych, u których średnia długość cewek waha się pomiędzy 2,5 a 3,5 mm, ze względu na przecinanie cewek wskazane jest stosowanie wywiertów o średnicy 8 mm lub 12 mm (Bergquist et al. 1997). Jednakże pobieranie wywiertów o tak dużej średnicy jest bardzo czasochłonne i wymaga stosowania wiertarek napędzających świdry do pobierania wywiertów (Downes et al. 1997). Innym sposobem uzyskania rzeczywistego rozkładu długości cewek w drewnie przy stosowaniu wywiertów o średnicy 5 mm jest poddanie wyników odpowiedniej analizie eliminującej wartości przypisane do przeciętych cewek (Mörling et al. 2003). Metoda ta niesie ze sobą niebezpieczeństwo niedoszacowania rzeczywistej liczby krótkich cewek w proporcji cewek długich i krótkich (Svensson et al. 2007). Wzrastające zapotrzebowanie na szczegółowe informacje dotyczące włókien zawartych w pulpie służącej do produkcji papieru wywołało dynamiczny rozwój automatycznych metod określania rozkładu parametrów włókien (Carvalho et al. 1997; Evans et al. 1995a; Robertson et al. 1999). Precyzyjne i szybkie

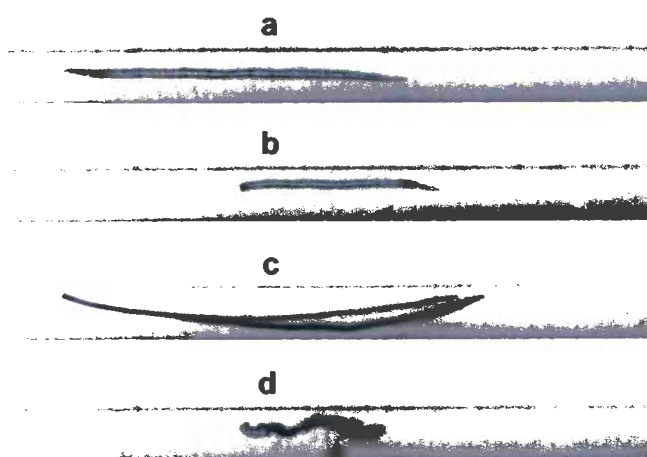
metody analityczne znalazły zastosowanie zarówno w przemyśle papierniczym, jak i badaniach nad kształtowaniem i zależnościami występującymi pomiędzy cechami struktury drewna (Ericsson et Fries, 2004; Evans et al. 1995b).

2. Automatyczna metoda szacowania rozkładu wymiarów włókien i cewek – optyczny analizator włókien Kajaani FiberLab 3.5

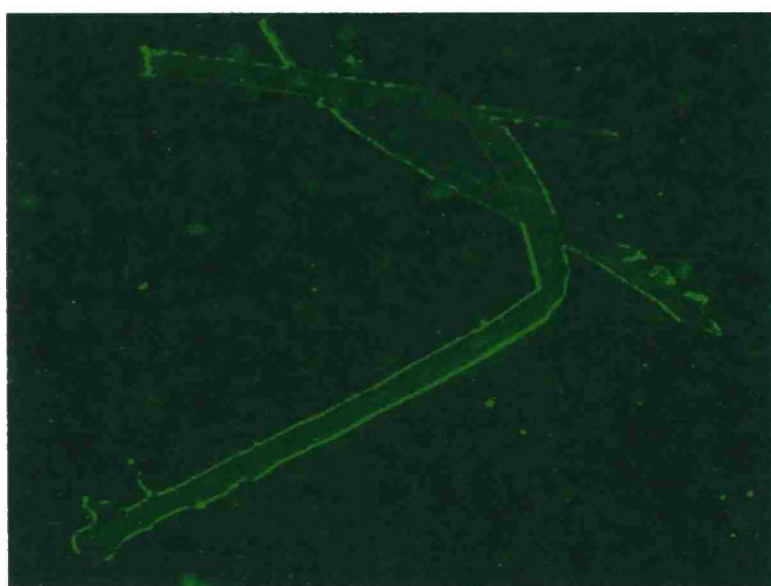
Optyczna metoda efektywnego i precyzyjnego pomiaru wymiarów włókien drzewnych wykorzystywana jest w analizatorach długości włókien z serii Kajaani FiberLab. Urządzenia te wykorzystują zmianę poziomu polaryzacji wytworzonego przez laser światła przenikającego przez mierzone włókna (ryc. 1). Pojedyncze włókna przechodzą w czasie pomiaru przez rurkę kapilarną analizatora. Światło o zmienionym poziomie polaryzacji przenikając przez filtr absorbujący rejestrowane jest przez detektor światła spolaryzowanego w wartości proporcjonalnej do kształtu i długości mierzonego włókna. Sygnał zarejestrowany przez detektor przetwarzany jest na obraz cyfrowy oddający faktyczny kształt i wymiary poszczególnych włókien (Kajaani FiberLab – Instalation and Operating Manual, 1998). Na podstawie otrzymanego obrazu analizator dostarcza informacji o średnich ważonych długościach, szerokościach, a także o grubości ścian komórkowych mierzonych włókien. Jednocześnie na bieżąco aktualizowany jest wykres rozkładu długości i szerokości włókien. Oprogramowanie obsługujące urządzenie pozwala w czasie rzeczywistym śledzić tempo i postęp procesu



Rycina 1. Zawieszona włókien w trakcie pomiaru urządzeniem Kajaani FiberLab



Rycina 2. Obraz włókna akceptowanego – a, i nieakceptowanego: b – włókno ucięte, c – dwa złączone włókna, oraz d – błąd pomiarowy wynikający z kształtu włókna



Rycina 3. Obraz uszkodzonych włókien uzyskany za pomocą mikroskopu stereoskopowego

miarowego. Ze względu na prawdopodobieństwo występowania przeciętych włókien w analizowanej próbce, analizator automatycznie usuwa wartości poniżej 0,5 mm. Od momentu umieszczenia naczynia z zawiesiną wodną zmacerowanych włókien w panelu pomiarowym urządzenia proces pomiaru zachodzi automatycznie. W trakcie jednego cyklu pomiarowego mierzonych jest 4000–10000 włókien, z których dla około 10% otrzymywany jest obraz cyfrowy kształtu włókna. Próby drewna, tj. fragmenty wywiertów poddane są procesowi maceracji w roztworze 25% H_2O_2 i kwasu octowego CH_3COOH w proporcji 1:1, w temperaturze 90–100°C przez okres 20–24 godzin (Franklin 1945). W wyniku maceracji otrzymujemy próbę zachowującą pierwotny kształt wywiertu w białym kolorze. Zmacerowane włókna po pięciokrotnym przepłukaniu destylowaną wodą poddawane są mechanicznemu rozdrobnieniu za pomocą ręcznego rozdrabniacza. Poddawaną automatycznej analizie docelową zawiesiną (zawierającą pojedyncze włókna) otrzymujemy poprzez dodanie do rozdrobnionych włókien destylowanej wody do objętości

5000 ml. Po zakończonym cyklu pomiarowym analizator przepłukuje układ mierzący w celu usunięcia pozostałości włókien przed następnym cyklem. Ze względu na występowanie w analizowanych włóknach jednostek przeciętych oraz niedostatecznie rozdrobnionych, złączonych ze sobą włókien, wyniki zawierające obrazy cyfrowe włókien, zarejestrowane w czasie cyklu pomiarowego, eksportowane są do internetowej bazy danych o włóknach i cewkach. Internetowa baza danych umożliwia manualne zaklasyfikowanie ich do jednej z czterech kategorii: akceptowanych, nieakceptowanych ze względu na przecięcie, nieakceptowanych ze względu na złączenie dwóch włókien oraz nieakceptowanych ze względu na błąd pomiarowy wynikający z ich kształtu (ryc. 2). Ze względu na niedostateczną jakość obrazów włókien z analizatora, klasyfikacja ta powinna być poprzedzona wstępną oceną ich kształtu oraz rodzajów uszkodzeń na podstawie preparatów mikroskopowych (ryc. 3) Wyniki analizy danych mogą zostać poddane analizie statystycznej z uwzględnieniem rozkładu poszczególnych kategorii w klasach długości włókien.

Literatura

- Bergqvist G., Bergsten U., Ahlqvist B. 1997: Effect of radial increment core diameter on tracheid length measurement in Norway spruce. *M. Sc Wood Science & Technology*, 31: 241-250.
- Carvalho G. M., Ferreira P. J., Martins A. A., Figueiredo M. M. 1997: A comparative study of two automated techniques for measuring fiber length. *Tappi* 80(2): 137-142.
- Ericsson T., Fries A. 2004: Genetic analysis of fibre size in full-sib *Pinus silvestris* L. progeny test. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19(1): 7-13.
- Evans R., Gartside G., Downes G. 1995(a): Present and prospective use of Silviscan for wood microstructure analysis. *Appita annual conference*, 91-96.
- Evans R., Downes G., Menz D., Stringer S. 1995(b): Rapid measurement of variation in tracheid transverse dimensions in a radiata pine tree. *Appita*, 48: 134-138.
- Downes G. M., Hudson I. L., Raymond C. A., Michell A. M., Schimleck L. S., Evans R., Dean. G. H. 1997: *Sampling Plantation Eucalypts for Wood and Fibre Properties*. CSIRO Publishing, Melbourne, 132 pp.
- Franklin G. L. 1945: Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for Wood. *Nature*, 3924(13), 51.
- KajaaniFiberLab – Instalation and Operating Manual. Kajaani Electronics Ltd., Finland, 1998.
- Klisz M. 2007: Określanie struktury wewnętrznej słoja przyrostu rocznego – rentgenograficzna metoda pomiaru gęstości drewna. *Leśne Prace Badawcze*, 4: 142 -145.
- Mörling T., Sjöstedt-de Luna S., Snensson I., Fries A., Ericsson T. 2003: A method to estimate fibre length distribution in conifers based on wood samples from cores. *Holzforschung*, 57: 248-254.

Niedzielska B. 1988 Zastosowanie wywiertów w badaniach drewna. *Sylwan*, 132(11–12): 99-104.

Robertson G., Olson J., Allen P., Chan B., Seth R. 1999: Measurement of fiber length, coarseness, and shape with the fiber quality analyzer. *Tappi*, 82(10): 93-98.

Svensson I., Sjöstedt-de Luna S., Mörling T., Fries A., Ericsson T. 2007: Adjusting for fibre length-biased sampling probability using increment cores from standing trees. *Holzforschung*, 61: 101-103.

Winter M. B. 2007: The effect of silvicultural treatments on wood properties. Report of the Applied Period at the Swedish University of Agricultural Sciences – SLU Faculty of Forestry / Umeå. October – December 2007.

Zobel J. B., Jett B. J. 1995: Genetics of wood production. Springer-Verlag, N. York-Berlin.

Praca została złożona 30.11.2007 r. i po recenzjach przyjęta 17.01.2008 r.

© 2008, Instytut Badawczy Leśnictwa