

## Niektóre wiadomości o drewnie reakcyjnym u liściastych gatunków drewna oraz jego wpływie na surowiec celulozowy

**B**udowa anatomiczna, jak również skład chemiczny drewna wykazuje, nawet w obrębie tego samego gatunku, znaczne odchylenia. Wywiera tu znaczny wpływ wiek oraz zespół czynników określających warunki wegetacyjne drzewa. Powodują one zmianę stosunku ilościowego drewna wczesnego do późnego oraz odmienną ich strukturę. Co więcej, u tego samego osobnika występuje pewne zróżnicowanie pomiędzy drewnem z różnych części drzewa, które wyraża się na przykład w zmienności średniej długości włókien drzewnych czy też cewek, postępującej wzdłuż strzały (S a n i o).

Obok wymienionych zróżnicowań drewna normalnego, zarówno gatunki iglaste, jak i liściaste posiadają zdolność wykształcenia drewna specyficznym zmienionego, zwanego anormalnym lub reakcyjnym. Drewno to u liściastych i iglastych przybiera formę całkowicie odmienną, niemniej uważa się, że występujące u pierwszych drewno napięciowe jest ścisłym odpowiednikiem twardzicy, spotykanej u drzew iglastych.

Zjawisko drewna reakcyjnego, szczególnie w odniesieniu do liściastych, pozostaje dotychczas w wielu punktach niewyjaśnione. Jakkolwiek istnieje kilka prac źródłowych poświęconych drewnu napięciowemu, jak np. C l a r k a (1937 r.) i C h o w a (1946 r.), w których jako obiekt badań występuje buk (*Fagus silvatica*), M a r r a (1942 r.) w odniesieniu do klonu (*Acer saccharum Marsh*), czy też ostatnie prace J a y m e'g o nad topolą, to jednak nie obejmują one całokształtu zagadnienia. Brak ustalonego określenia na drewno tego rodzaju w polskiej nomenklaturze fachowej mówi sam za siebie.

Przyjęte określenia w językach obcych brzmią następująco:

angielski — tension wood lub gelatinous fibres, francuski — bois de tension, niemiecki — Zugholz lub Weissholz, rosyjski — tiagowaja drierwiesina.

Użyty w niniejszym artykule termin „drewno napięciowe“ jest jedynie propozycją polskiej nazwy dla tego zjawiska. Należy nadmienić, że ostatnio prof. Krzysik zastosował odnośnie tego drewna nazwę „drewno ciągliwe“, a mgr Obmiński w „Botanice leśnej“ określił je jako „drewno rozciągane“.

Rzadko w podręcznikach technologicznych spotykane wzmianki na temat drewna napięciowego traktują je jako wadę drewna o marginesowym znaczeniu i ograniczonym występowaniu. Tymczasem, w związku z szerokimi pracami, prowadzonymi w ostatnich latach nad topolą, zwrócono uwagę na wyjątkowe znaczenie drewna napięciowego u tego rodzaju. Już w 1950 r. wskazał na to w swojej publikacji G. Jayme.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Interesujący jest fakt, że jakkolwiek prace J a y m e'g o dotyczą drewna, jako surowca celulozowego, na występowanie drewna napięciowego u topoli zwrócił on uwagę w wyniku konsultacji przeprowadzonej w zakładzie mechanicznego przerobu drewna, posiadającego trudności z przerobem topoli. Przyczyną tego okazała się obecność drewna napięciowego. Przykład ten wskazuje na konieczność traktowania prac badawczych jakiegokolwiek kierunku technologii drewna, jako części całości, obejmującej wszystkie gałęzie jego przerobu.

Bezpośrednią przyczyną zwrócenia szczególniejszej uwagi na to zagadnienie przez Zakład Technologii Chemicznej Drewna IBL były wyniki badań nad składem chemicznym drewna topoli. Próbkę 7 gatunków i odmian topoli, pobrane z Ogrodów Kórnickich, miały służyć Zakładowi do porównania tych odmian pod względem przydatności do przerobu na masy celulozowe. Wydawać by się mogło, że ze względu na zbliżone warunki wegetacyjne drzew, z których pochodziły próbki, otrzymane wyniki analiz składu chemicznego odpowiadają swoistym cechom danej odmiany czy też gatunku. Ujawnione znaczne różnice w zawartości celulozy (met. Kürschnera) pomiędzy poszczególnymi próbkami skłoniły nas do wykonania dodatkowo analiz mikroskopowych przekrojów poprzecznych drzew każdej odmiany. Wynik był nieoczekiwany. Okazało się, że większość analizowanych drzew zawiera drewno napięciowe obejmujące znaczną część powierzchni przekroju, dochodzącą w jednym przypadku do 47,7%. Te odmiany, które wykazały największą zawartość celulozy, posiadały również najwyższy udział drewna reakcyjnego.

Dalsze badania pozwalają na stwierdzenie, że stopień występowania drewna napięciowego u topoli oraz jego oddziaływanie na własności drewna, jako surowca, wymagają zrewidowania dotychczasowego stosunku do praktycznego znaczenia tego zjawiska.

Porównanie składu chemicznego i przydatności do przerobu chemicznego poszczególnych odmian i gatunków topoli bez zbadania obecności i uwzględnienia roli drewna napięciowego prowadziłoby do wyników całkowicie błędnych.

W wyniku analiz świadczących, że różnice pomiędzy poszczególnymi odmianami i gatunkami topoli wpływają w dużo mniejszym stopniu na jej własności, niż obecność drewna napięciowego, postanowiono zająć się bliżej tym zjawiskiem. Umieszczając w innym miejscu sprawozdanie z naszych prac nad drewnem napięciowym topoli chcę tu jedynie przedstawić niektóre dane odnośnie tego drewna oraz perspektywy dalszych prac badawczych z nim związanych.

Drewno napięciowe rozpatrywane jest zwykle w literaturze wspólnie ze zjawiskiem twardzicy u iglastych.

Odnośnie jego występowania wiadomo, że pojawia się zazwyczaj po górnej stronie gałęzi i pochyłych pni (na przekroju poprzecznym) oraz w nawietrznej części drzew, wystawionych na jednokierunkowe działanie wiatru i innych miejscach, które poddawane są naprężeniom rozciągającym na skutek nierównomiernego rozłożenia ciężaru drzewa. (Twardzica u iglastych tworzy się w miejscach przeciwległych ulegającym naprężeniom ściskającym). Stwierdzono również występowanie drewna napięciowego u drzew pozbawionych wierzchołka.

Tworzenie się drewna napięciowego nie jest jednak wyłącznie następstwem statycznego rozciągania, lecz stanowi ono wg Kollmanna aktywny element dynamiczny, dążący do osiągnięcia równoważnego położenia drzewa.

Obecność naprężeń dynamicznych wytwarzanych przez drzewo zostało stwierdzone również u osobników nie wykształcających drewna napięciowego. Doświadczenia Jacobsa i Koehlera wykazały, że w pniach stojących drzew liściastych, bez względu na wymiar, zewnętrzna warstwa drewna ulega podłużnemu rozciąganiu, a wewnętrzna — ściskaniu.

Również prof. Perkitny w pracy poświęconej pękaniu surowca bukowego porównuje układ naprężeń, wywołanych przez rosnące drzewa, do masztu wspartego linami.

Naprężenia rozciągające, wytwarzane przez drzewo w zewnętrznych częściach pnia dążą do tego samego, co osiąga się przy pomocy lin, tzn. uniknięcia podczas wahań pnia najbardziej szkodliwych obciążeń (przechodzenie poprzez punkt zerowy od naprężeń rozciągających do ściskających). Istnienie tych naprężeń powoduje pęknięcia po ścięciu drzewa.

Jeśli obecność tych sił jest zjawiskiem normalnym u wszystkich drzew liściastych (u iglastych sprawa wygląda nieco odmiennie), to siły powodujące tworzenie się drewna napięciowego mogą być tego samego rodzaju, z tym że są one podwyższone przez specyficzne warunki wzrostu danej części drzewa.

Podane przyczyny tworzenia się drewna napięciowego wydają się prawdopodobne, nie obowiązują jednak we wszystkich przypadkach. Jane podaje np., że rozwój tego typu drewna uzależniony może być od nieregularnego rozłożenia w drzewie związków, zwanych „hormonami“, lub „auksynami“. Brown wskazuje na możliwość tworzenia się drewna napięciowego pod wpływem natężenia prądu soków, a Jayme uważa, że powodem jego powstania może być również szybki wzrost drzewa. Tutaj dochodzimy do wspomnianego wyżej szerokiego występowania tego zjawiska u topoli. Jest prawdopodobne, że tworzenie się drewna napięciowego u topoli ma specyficzny, jej tylko właściwy charakter. Jakkolwiek część drewna napięciowego, jakie zaobserwowano w próbkach, pochodzących z Kórnicka, utworzona była wskutek krzywizny pnia (*P. manitobensis*), przyczyna tworzenia się drewna napięciowego w innych odmianach jest trudna do wytłumaczenia.

Zastanawiające jest również jego rozłożenie na przekroju pnia. I tak uważa się za regułę, że występowanie drewna napięciowego jest na przekroju poprzecznym jednostronne i wiąże się z obecnością ekscentrycznego rdzenia, przy czym część przyrostów rocznych obejmujących drewno napięciowe ulega rozszerzeniu, podobnie jak u twardzicy (rycina). Brown podaje nadto, że jakkolwiek drewno napięciowe w pewnej odległości od pochyłej części pnia może być obecne na wszystkich kierunkach promieniowych, nigdy jednak nie występuje w tych warunkach na tym samym przyroście.

Tymczasem topola kórnicka (*P. wislizenii*)<sup>1)</sup>, rosnąca w miejscu zacisznym, posiada ok. 50% drewna napięciowego, nie wykazując przy tym obecności rdzenia ekscentrycznego ani rozszerzenia przyrostów rocznych, zawiera natomiast drewno napięciowe na wszystkich kierunkach promieniowych, i to na tych samych przyrostach rocznych.

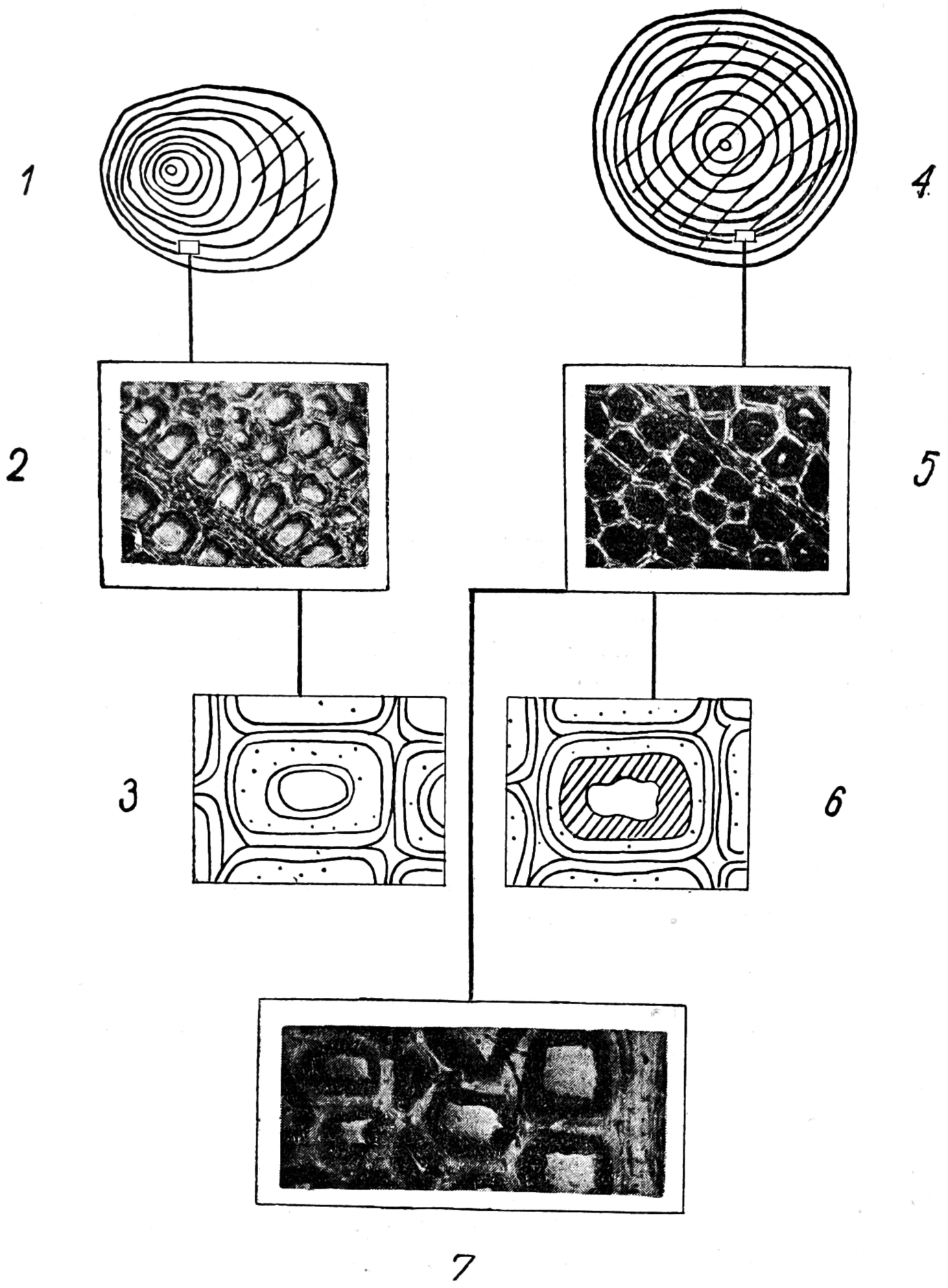
*Makroskopowe odróżnienie* drewna napięciowego od normalnego jest niezwykle trudne. Jakkolwiek niemieckim synonimem dla tego drewna jest określenie „Weissholz“, czyli drewno białe, to jednak nie zawsze odznacza się ono białym zabarwieniem. Literatura podaje dane wręcz sprzeczne. Kollmann potwierdza jego białe zabarwienie, podczas gdy Jane pisze, że „drewno napięciowe jest czasami ciemniejsze od otaczającego je drewna normalnego“. Wg „Technologii“ Browna można je wyróżnić u drzew z ciemną twardzielą, ze względu na srebrzysty połysk wzdłuż jej słoików. Duża ilość analiz mikroskopowych na obecność drewna napięciowego, jakie przeprowadzono w Zakładzie Technologii Chemicznej Drewna IBL, pozwala na stwierdzenie, że makroskopowe odróżnienie drewna napięciowego jest, przynajmniej w przypadku topoli, bardzo problematyczne. U młodych drzew, przekroje poprzeczne wykazywały na całej powierzchni jednolite, jasne zabarwienie, posiadając w istocie drewno napięciowe tylko na jej części; podczas gdy inna próbka z jasnobrązową twardzielą wykazywała obecność drewna napięciowego na całej powierzchni przekroju.

Zasadnicze różnice pomiędzy drewnem normalnym i napięciowym rozpoznawalne są dopiero pod mikroskopem.

Odmienna *struktura drewna napięciowego* wyraża się przede wszystkim w budowie ściany komórkowej włókien drzewnych, podczas gdy budowa ściany komórkowej naczyń pozostaje niezmienną.

Wewnętrzna warstwa błony wtórnej włókna drewna napięciowego jest w porównaniu z drewnem normalnym znacznie zgrubiała, stanowiąc  $1/2$ — $3/4$  całej ściany komórkowej,

<sup>1)</sup> Według informacji inż. Bugały, topola dostarczona jako *P. wislizenii* to w rzeczywistości *P. robusta*.



Rozłożenie drewna napięciowego na przekroju pnia

1 — typowe umiejscowienie drewna napięciowego (linie ukośne — drewno napięciowe); 2 — drewno zwykłe (pow. 450 X); 3 — schemat budowy włókna zwykłego; 4 — umiejscowienie drewna napięciowego u jednej z topoli kórnickich; 5 — drewno napięciowe (pow. 450 X); 6 — schemat budowy włókna drewna napięciowego; 7 — drewno napięciowe (pow. 1000 X).

przy czym na przekroju poprzecznym bardzo często oddziela się od reszty ściany i wypełnia sobą niemal całe światło komórki. Reakcja barwna (Odczynnik Herzberga) wykazuje, że warstwa ta jest niezłignifikowana. Barwi się ona, podobnie jak czysta celuloza na kolor fioletowy, podczas gdy pozostałe drewno na kolor żółty. Analogiczna warstwa istnieje i w drewnie normalnym, lecz ze względu na jej znikomą grubość, nie odznacza się przy próbie barwnej, jakkolwiek jest również niezdrewniała.

Niezależnie od faktycznej, zwiększonej grubości wewnętrznej warstwy błony wtórnej (warstwy 3-ciorzędowej) u włókna drewna napięciowego, znaczny jej rozmiar na obrazie mikroskopowym, spowodowany jest prawdopodobnie również i większą podatnością na pęcznienie. Wskazują na to obrazy mikroskopowe drewna napięciowego, już częściowo rozwartego, jakie zaobserwowano w Zakładzie Technologii Chemicznej Drewna IBL przy próbach gotowania drewna napięciowego na masy celulozowe. Na skrawkach mikrotomowych takiego drewna widać, że po częściowej delignifikacji różnica grubości między wymienioną warstwą a resztą ściany komórkowej jest znacznie mniejsza.

Charakter włókien drewna napięciowego trafnie określa angielski termin „gelatinous fibres“ (włókna galaretowate).

Układ fibryll, który w pozostałej części ściany wtórnej przebiega pod kątem ok.  $40^{\circ}$  (wg M ü n c h a), w warstwie niezdrewniałej dąży do położenia równoległego z osią podłużną włókna, odchylając się od niej o ok.  $5^{\circ}$ . Struktura taka jest celowa, ze względu na przeznaczenie włókien drewna napięciowego do przejścia naprężeń rozciągających.

Różnice pomiędzy ścianą komórkową włókna drewna normalnego i napięciowego przejawiają się nie tylko w odłożeniu specyficznie zmienionej wewnętrznej warstwy błony wtórnej, lecz występują również w pozostałych jej warstwach. Są one cieńsze od odpowiednich warstw drewna normalnego i wykazują, o czym jest mowa w dalszej części, odmienny skład chemiczny.

W strukturze ściany komórkowej drewna napięciowego występują ponadto przerywane znakowania spiralne, o niewyjaśnionej naturze. Są one trudno uchwytnie pod mikroskopem, nawet przy dużych powiększeniach. C h o w przypuszcza, że są one wynikiem sił, działających na drewno w czasie wzrostu, które powodują odkształcenia kryształów celulozy. Znakowania te występują zapewne w strefie niezłignifikowanej ściany wtórnej, gdyż obecność ich w miejscach, gdzie struktura celulozowa jest wsparta ligniną wydaje się mniej prawdopodobna.

Odnośnie długości włókien drewna napięciowego, w pracach, których obiektem badań było drewno bukowe, wykazano jej zwiększenie w porównaniu do drewna normalnego. Natomiast pomiary przeprowadzone w Niemczech na drewnie topolowym (mierzono włókna masy celulozowej) nie uchwyciły istotnej różnicy w długości włókien drewna normalnego i napięciowego. Długość ich wynosiła średnio ok. 0,650 mm. <sup>1)</sup>

Również i inne cechy drewna napięciowego, podawane w literaturze, jak mniejsza szerokość włókien oraz zajmowanie przez naczynia 1,5 razy mniejszej objętości niż u drewna normalnego, nie mogą być przyjęte jako zjawiska występujące w każdym wypadku.

Promienie rdzeniowe drewna napięciowego są większe i zawierają większe ilości substancji zapasowych. Występując w niewielkim zagęszczeniu, komórki napięciowe umieszczone są w pewnym oddaleniu od naczyń i promieni rdzeniowych i dopiero przy masowym występowaniu obejmują wszystkie włókna drzewne. Charakterystyczne jest również to, że drewno napięciowe koncentruje się głównie we wczesnej strefie przyrostu rocznego, omijając najpóźniejsze rzędy komórek.

---

<sup>1)</sup> Przecenia się dotychczas wpływ długości włókien na jakość papierniczej masy celulozowej. Jayme (Papierfabrikant 40,1942) stwierdził, że długość włókien wpływa na wytrzymałość papieru przy wymiarach poniżej 0,3 mm.

*Skład chemiczny drewna napięciowego* charakteryzuje przede wszystkim wyższa, niż w drewnie normalnym zawartość celulozy.

Podwyższenie ilości celulozy dochodzi do 20%, w stosunku do jej zawartości w drewnie normalnym. Celuloza drewna napięciowego jest również bardziej spolimeryzowana, co wyraża się znacznym wzrostem zawartości  $\alpha$ -celulozy w masie celulozowej z drewna napięciowego, w porównaniu do zwykłej topolowej masy celulozowej. Pozostaje to w związku z faktem, że niezlignifikowana warstwa węglowodanowa w drewnie napięciowym złożona jest głównie z  $\alpha$ -celulozy, jakkolwiek w jej skład wchodzi również inne, niezidentyfikowane jeszcze związki. Wszystkie badania drewna napięciowego potwierdzają niższą w porównaniu do drewna normalnego zawartość ligniny. Stwierdzono również mniejszą ilość łatwo rozpuszczalnych hemiceluloz (J a y m e).

Odnosnie pentozanów, badania na buku (C h o w) wykazały podwyższenie ich zawartości w przeciwieństwie do wyników otrzymanych przy analizie topoli (J a y m e), które wykazują jedynie wzrost ilości pentozanów silnie związanych. Niektóre badania wykazują nadto na zwiększenie w drewnie napięciowym ilości popiołu.

Porównanie składu chemicznego drewna napięciowego z drewnem normalnym dowodzi, że różnice powyższe nie są spowodowane wyłącznie obecnością wymienionej niezlignifikowanej warstwy, lecz również odmiennym składem chemicznym pozostałej części ściany wtórnej.

Do istotnych czynników odróżniających drewno napięciowe należy *ciężar objętościowy*. Jakkolwiek i zwykle drewno topolowe odznacza się bardzo dużą rozpiętością ciężaru objętościowego, to jednak w przypadku obecności w tym samym osobniku obu rodzajów drewna, ciężar objętościowy części objętej drewnem napięciowym jest znacznie wyższy. Wzrost ten wynosił w badaniach G i o r d a n o 12%, J a y m e g o 17,5%, podczas gdy u naszych próbek dochodził do 20%.<sup>1)</sup>

Kurczliwość podłużna drewna napięciowego poniżej punktu nasycenia włókien przewyższa 2—2,5-krotnie kurczliwość drewna normalnego. C h o w przypuszcza, że spowodowane jest to głównie zwieraniem się wymienionych znakowań spiralnych ściany komórkowej.

Ciekawe jest zachowanie się drewna napięciowego pod względem wytrzymałości. Jak się tego można spodziewać, drewno napięciowe odznacza się zwiększoną wytrzymałością na rozciąganie. Wykazały to badania C l a r k a przeprowadzane na buku. Wskazał on również na znacznie zmniejszoną wytrzymałość na ściskanie. M a r r natomiast przy badaniu klonu otrzymał wyniki odmienne, wykazujące nieznaczną różnicę w wytrzymałości na ściskanie (równolegle i prostopadle do kierunku przebiegu słoików).

G i o r d a n o wykazał u topoli z drewnem napięciowym wytrzymałość na ściskanie (równolegle do podłużnej osi włókien), zginanie i udarność o 10—20% mniejszą niż u drewna normalnego. W g M a r r a drewno napięciowe posiada mniejszą wytrzymałość na zginanie statyczne oraz mniejszą twardość (o 13,3%).

*Własności technologiczne drewna napięciowego*, które wynikają z jego struktury, powodują traktowanie go w mechanicznym przerobie drewna jako wady surowcowej.

Najważniejszą jego wadą jest dawanie welnistej powierzchni w czasie obróbki. Jest to szczególnie szkodliwe w produkcji obłogów i sklejek a uniemożliwia w ogóle produkcję zapalek. Do dalszych wad należą trudności przy pilowaniu (ściskanie piły) oraz pęknięcie i odkształcanie się tarcicy czy też oklein, zawierających drewno napięciowe (nierównomierność naprężeń).

Drewno napięciowe u topoli, której wprowadzenie do hodowli ma na celu głównie pozyskanie surowca dla przemysłu celulozowego, odgrywa przy tego rodzaju przerobie

<sup>1)</sup> Oznaczenia wykonano w Laboratorium Badania Fizycznych i Mechanicznych Właściwości Drewna IBL.

rolę całkowicie odmienną. Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że obecność drewna napięciowego w surowcu celulozowym jest jego zaletą. Zalety te można ująć w następujące punkty:

1. Wyższa zawartość celulozy, a co za tym idzie podwyższenie wydajności masy celulozowej (o 10—20% w stosunku do wydajności z drewna normalnego).
2. Wyższa zawartość  $\alpha$ -celulozy w masie celulozowej (o 14%). Istotna zaleta przy przetwórczym przemyśle celulozowym.
3. Większy ciężar objętościowy (o ok. 18%) oraz większe wykorzystanie pojemności wurnika.
4. Możliwość przyjęcia łagodniejszych warunków gotowania masy celulozowej, przy jednoczesnym otrzymaniu masy celulozowej o własnościach zbliżonych do masy otrzymanej z drewna normalnego w warunkach ostrzejszych. Tłumaczy się to łatwiejszym rozwieraniem drewna napięciowego, ze względu na jego słabsze zdrewnienie i odmienną budowę ściany włókna.

Trzeba jednak zaznaczyć, że w przypadku rozwierania drewna normalnego i napięciowego w tych samych warunkach, to ostatnie dawało masę celulozową znacznie słabszą. Tłumaczy się to prawdopodobnie zbyt ostrymi warunkami gotowania drewna napięciowego, tzn. w chwili rozwarcia drewna normalnego masa celulozowa z drewna napięciowego — jest już osłabiona przez działanie chemikalii oraz pozbawiona części wpływających dodatnio na wytrzymałość polioz drzewnych.

Dopiero w przypadku zastosowania dla drewna napięciowego warunków łagodniejszych, obie masy celulozowe byłyby porównywalne. Wpływ specyficznej morfologii włókna drewna napięciowego na wytrzymałość masy celulozowej nie został jeszcze wyświetlony. Jeśli przedstawione powyżej w punktach zalety drewna napięciowego jako surowca celulozowego ujmemy cyfrowo, to okaże się, że z tej samej masy przestrzennej drewna otrzymamy, przerabiając drewno napięciowe, o około 40% więcej masy celulozowej.

Naturalnie nasze dotychczasowe wiadomości odnośnie występowania drewna napięciowego u topoli nie upoważniają na razie do zbytowego wyolbrzymiania praktycznego znaczenia tego zjawiska. Niezaprzeczalny natomiast jest fakt, że jakiegokolwiek prace badawcze nad drewnem topoli muszą uwzględniać występowanie drewna napięciowego. Z tego względu prowadzone od dłuższego czasu w wielu krajach prace nad porównaniem różnych odmian i gatunków topoli muszą być obecnie poddane gruntownej rewizji.

Istnieją dwa czynniki, dzięki którym zjawisko drewna reakcyjnego u topoli jest dla nas zagadnieniem ważnym. Pierwszy z nich — to wpływ drewna napięciowego na surowiec celulozowy, drugi zaś — stopień jego występowania.

Przy próbkach drewna topolowego, pobranych z Ogrodów Kórnickich bez jakiegokolwiek zwracania uwagi na możliwość występowania drewna reakcyjnego, zjawisko to wysunęło się samo jako zagadnienie, którego nie można pominąć. Jak już zaznaczyłem, była nim objęta w znacznym stopniu większość próbek, a nie było takiej, która by nie wykazywała śladów jego obecności. Fakt, że występowało ono u osobników, które nie odpowiadały zwykle przyjętym warunkom jego wykształcania, budzi daleko idące nadzieje odnośnie wpływu takich czynników, jak szybki wzrost, czy też skłonności danej odmiany do wytwarzania tego drewna.

Na podstawie analiz 7 drzew nie można oczywiście wyprowadzić uogólniających wniosków, lecz biorąc pod uwagę podobne spostrzeżenia częstego występowania tego drewna u topoli poczynione za granicą, niezbędne wydają się dalsze badania nad drewnem napięciowym. Powinny one dać odpowiedź na 3 zasadnicze możliwości, odnośnie jego występowania.

1. Tworzenie się drewna napięciowego u topoli związane jest wyłącznie z działaniem wiatru bądź też naprężeniami spowodowanymi pochyłością pnia itp., w stopniu niezależnym od odmiany i gatunku topoli.

2. Przyczyna tworzenia się drewna napięciowego — jak wyżej, przy czym pewne odmiany lub gatunki wykazują skłonność w kierunku wykształcenia drewna napięciowego, a inne nie.

3. Istnienie odmian lub gatunków topoli, tworzących drewno napięciowe nie tylko w sposób opisany, lecz również wskutek innych czynników, jak naprężenia w strefie kambium przy szybkim wzroście, natężenie soków itd.

Prace te, łącznie z dalszymi badaniami własności drewna napięciowego, powinny określić możliwości zwiększenia bazy surowcowej dla przemysłu celulozowego poprzez hodowanie topól o maksymalnej zawartości drewna napięciowego.

## LITERATURA

### A. Czasopisma

1. Chow. „Forestry“, 1946 r., nr 20 (62—77).
2. Clarke. „Forestry“, 1937 r., nr 11 (85—91).
3. Compredon. „Revue de Bois“. 1953 r., nr 8 (3—7).
4. Jane. „Science Progress“, 1949 r., (148, 705).
5. Jane. „Wood“, 1952 r., nr 3 (100—104).
6. Jayme i inni. „Das Papier“, 1950 r., nr 4 (104).
7. Jayme. „Das Papier“, 1951 r., nr 19/20 (411).
8. Jayme. „Das Papier“, 1951 r., nr 23/24 (504).
9. Jayme. „Holz als Roh-und Werkstoff“, 1951 r., nr 9 (173).
10. Münch. „Flora“, 1938 r., nr 32 (357—424).

### B. Publikacje książkowe

11. Brown i inni — Textbook of Wood Technology. 1949 r., (293, 287).
12. Kollmann — Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe, 1951 r., (27).
13. Obmiński — Botanika leśna. 1953 r., (235).
14. Pieriełygin — Wpływ wad na techniczne własności drewna. 1953 r., (166).
15. Pieriełygin — Driewiesinowiedienije. 1949 r., (275).
16. Razdorskij — Anatomija Rastienij. 1949 r., (304—306).
17. Tiemann — Wood Technology. 1947 r., (154).
18. Trendelenburg — Das Holz als Rohstoff. 1939 r., (183—186).
19. Vorreiter — Holztechnologisches Handbuch. 1949 r., (89).