

بررسی تیمارپذیری چوب پالونیا با استفاده از تکنیک پلیمریزاسیون

اصغر امیدوار و مهدخت عموزاده عمرانی

دانشکده جنگلداری و فناوری چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

تاریخ دریافت: ۸۳/۷/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۵/۵

چکیده

تیمارپذیری چوب پالونیا (*Paulownia fortunei*) با استفاده از تکنیک پلیمریزاسیون انجام گرفت. اندازه‌گیری شاخص‌های تیمارپذیری، تعیین نقش هر یک از عناصر آناتومیکی در انتقال سیال، گذرگاه‌های سیال در جهات شعاعی و مماسی و مقایسه نفوذپذیری بخش‌های چوبی (چوب درون و چوب برون) از جمله اهداف این مطالعه بود. با اندود کردن سطوح عرضی و مماسی برخی نمونه‌ها و سطوح عرضی و شعاعی نمونه‌های دیگر، امکان نفوذ سیال به ترتیب در جهات شعاعی و مماسی فراهم آمد. ابعاد نمونه‌ها $4 \times 2/5 \times 2/5$ سانتی‌متر بود. برای تیمار نمونه‌ها از منومر استایرین استفاده شد. با اضافه نمودن رنگ قرمز به استایرین و پلیمریزاسیون آن بعد از تیمار، امکان مطالعه توزیع مایع در چوب با استفاده از میکروسکوپ فراهم شد. نتایج نشان داد که میزان جذب و عمق نفوذ مایع در جریان مماسی، اختلاف معنی‌داری با جریان شعاعی دارد و شاخص‌های فوق در جریان مماسی بیشتر از جریان شعاعی است. میان میزان جذب و عمق نفوذ در بخش‌های چوبی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. از لحاظ شاخص توزیع مایع، بین جریان‌های شعاعی و مماسی و نیز بخش‌های چوبی تفاوتی وجود نداشت. در جریان‌های شعاعی و مماسی و نیز در بخش‌های چوبی، آوندها به علت پر شدن توسط تیل و نیز محصور شدن با پارانشیم‌های طولی نفوذناپذیر، از تیمارپذیری خیلی ضعیف و فیبرها از تیمارپذیری ضعیفی برخوردار بودند. پره‌های چوبی و پارانشیم‌های طولی نیز به دلیل پر بودن با مواد رسوبی و ذخیره‌ای، تیمارناپذیر بودند.

واژه‌های کلیدی: پالونیا، تیمارپذیری، استایرین، پلیمریزاسیون، توزیع مایع

مقدمه

مختلف و نقش آنها در نفوذپذیری، سبب یافتن تیمارهای مطلوبی خواهد شد که این خود اساس حفاظت چوب را تشکیل می‌دهد.

شاخص‌های تیمارپذیری چوب که از دیرباز مورد توجه بوده، عبارت است از میزان جذب و عمق نفوذ ولی در این بررسی، علاوه بر توجه به شاخص‌های فوق، تأکید زیادی بر روی «توزیع مایع» شده است. زیرا در برخی موارد مشاهده شده است که چوب آلات تیمار شده که از میزان جذب و عمق نفوذ استاندارد برخوردار بوده‌اند،

تیمارپذیری^۱ یکی از ویژگی‌های مهم کاربردی چوب است که به چگونگی نفوذ و جریان مایع در آن می‌پردازد (یودودیروتو و الترز، ۱۹۷۷). این خاصیت چوب، نقش عمده‌ای را در فرایند حفاظت چوب، ساخت چندانسازه چوب پلیمر و تهیه خمیر کاغذ ایفا می‌کند (سیو، ۱۹۸۴). نتیجه بررسی ویژگی‌های آناتومیکی گونه‌های چوبی

با توجه به کمبود چوب در کشور، لزوم جنگل کاری با گونه‌های سریع‌الرشد امری ضروری و راهبردی به حساب می‌آید. پالونیا (*Paulownia fortunei*) درخت سریع‌الرشدی است که سازگاری خوبی با شرایط آب و هوایی بعضی از نقاط کشور از جمله جنگل شصت کلاته گرگان از خود نشان داده است. از آنجا که تاکنون برخی ویژگی‌های کاربردی چوب پالونیا بررسی شده و برخی دیگر نیز در دست مطالعه می‌باشد، نتایج این بررسی در مورد تیمارپذیری آن می‌تواند به جامعیت اطلاعات درباره این گونه کمک نموده و کاربردهای صنعتی آن را مشخص نماید.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌ها: سه اصله درخت پالونیا از سه موقعیت پارسل f-۲ جنگل آموزشی - پژوهشی شصت کلاته انتخاب، قطع و به کارگاه صنایع چوب منتقل گردید. سن درخت ۷ تا ۸ سال و میانگین قطر برابر سینه آنها ۴۰ سانتی‌متر بود. تخته‌هایی به ضخامت ۳ سانتی‌متر از گرده بینه‌های فوق تهیه و در هوای آزاد خشک شدند تا به رطوبت تعادل (۱۳ درصد) برسند. از این تخته‌ها ۴۸ نمونه شعاعی - مماسی به ابعاد ۴×۲/۵×۲/۵ سانتی‌متر تهیه گردید. سطح نمونه‌ها با سمباده کاملاً صاف شد و پس از کد گذاری در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرار گرفت و سر کیسه‌ها محکم گره زده شد.

اندود کردن: ابتدا سطوح بالا و پایین نمونه‌ها اندود گردید تا جریان عرضی مورد بررسی قرار گیرد. سپس از مجموع نمونه‌های فوق، سطح شعاعی ۲۴ نمونه شامل چوب برون و چوب درون اندود گردید تا جریان شعاعی مورد مطالعه قرار گیرد و به همان ترتیب سطح مماسی ۲۴ نمونه دیگر اندود شد تا جریان مماسی بررسی گردد. عمل اندود نمونه‌ها با استفاده از نوعی چسب اپاکسی^۴ آلمانی انجام گرفت.

پس از مدت کوتاهی دچار پوسیدگی گردیده‌اند (امیدوار و اشنایدر، ۲۰۰۴). برخی پژوهشگران، علت این پوسیدگی زودرس را حمله قارچ‌های عامل پوسیدگی نرم^۱ دانسته‌اند (دیکینسون، ۱۹۷۳ و دیکینسون و سورخوه، ۱۹۷۶). آنها معتقدند که یکی از محتمل‌ترین علل حمله قارچ‌های عامل پوسیدگی نرم به چوب آلات اشباع شده، عدم توزیع یکنواخت محلول حفاظتی میان سلول‌های مختلف چوب می‌باشد (امیدوار، ۱۹۹۵ و امیدوار و اسنایدر، ۲۰۰۴). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شاخص‌های سنتی یاد شده برای ارزیابی تیمارپذیری چوب کافی نمی‌باشد و می‌بایست علاوه‌بر این دو شاخص (میزان جذب و عمق نفوذ) شاخص توزیع مایع نیز مورد بررسی قرار گیرد.

یکی از چالش‌های همیشگی برای ارزیابی توزیع مایع در چوب‌های تیمار شده، ردیابی مایع در سلول‌های مختلف چوب می‌باشد. معمولاً محلول‌های حفاظتی - به‌ویژه نمک‌های محلول در آب - پس از نفوذ در چوب و بعد از مدت کوتاهی به میزان زیادی تبخیر و از چوب خارج می‌شوند و آنچه که بجا می‌ماند قابل رویت در زیر میکروسکوپ نمی‌باشد. برای حل این مسئله روش‌هایی ابداع شده که اکثر آنها یا به دلیل میدان محدود بررسی - مانند روش EDXA^۲ - و یا پرهزینه بودن آزمایش و محدودیت مایع تزریق شده - مانند MRI^۳ - ناکارآمد می‌باشد. یکی از روش‌های کارآمد در این زمینه، استفاده از تکنیک پلیمریزاسیون است. در این روش، ابتدا به منور رنگ مخصوص (عمدتاً قرمز) اضافه می‌شود، سپس نمونه‌های چوبی با محلول به‌دست آمده تیمار می‌شود، آنگاه عمل پلیمریزاسیون صورت می‌گیرد. بدین ترتیب موقعیت پلیمر در داخل حفرات سلولی تثبیت شده و قابل رویت در زیر میکروسکوپ نوری می‌باشد (امیدوار، ۱۳۸۲).

- 1- Soft-Rot Fungi
- 2- Energy Dispersion X-Ray Microanalysis
- 3- Magnetic Resonance Imaging

آماده‌سازی منومر: در این تحقیق از میان منومرهای وینیلی، استایرین انتخاب شد. زیرا ویژگی‌های فیزیکی آن از قبیل کشش سطحی، جرم ویژه و ویسکوزیته، حد واسطی بین مواد حفاظتی روغنی و محلول در آب است (اریکسون و بالاتینز^۱، ۱۹۶۴) و از این رو نتایج این تحقیق قابل تعمیم برای اکثر مواد حفاظتی می‌باشد. قبل از عمل تیمار، بنزوئیل پراکساید^۲ به‌عنوان کاتالیزور و به مقدار وزنی ۰/۳ درصد، به همراه اتیلن گلیکول دی متاکریلیت^۳ به‌عنوان اتصال‌دهنده عرضی^۴ و به میزان ۳ درصد وزنی، همچنین رنگ قرمز تجارتي (ساخت آلمان) به مقدار ۰/۵ درصد وزنی به منومر اضافه گردید (مایر، ۱۹۸۱).

تیمار و پلیمریزاسیون: عمل تیمار (اشباع) به روش سلول پر^۵ - بدون خلاء نهایی - انجام گردید. برای این کار، نمونه‌ها نخست وزن شدند، سپس درون بشرهای شیشه‌ای جای گرفتند، آنگاه بر روی آنها یک قطعه توری قرار گرفته و بر روی آن وزنه‌های کوچکی گذاشته شد تا پس از ورود مایع، نمونه‌ها کاملاً غوطه‌ور بمانند. پس از قرار گرفتن پیر در داخل سیلندر تیمار، خلأی به میزان ۰/۸ بار و به مدت ۱۵ دقیقه اعمال گردید. بعد از حذف خلأ، فشاری معادل ۷ بار و به مدت ۲۰ دقیقه برقرار شد. آنگاه نمونه‌های تیمار شده از بشر خارج و پس از خشک شدن با پارچه، بلافاصله وزن گردیدند و پس از پیچیده شدن در داخل ورقه‌های آلومینیومی در داخل آن قرار گرفتند. نمونه‌ها در دمای ۶۹ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۰ ساعت در آن ماندند تا عمل پلیمریزاسیون انجام گیرد. پس از اتمام ۱۰ ساعت، دمای آن به ۱۰۰ درجه افزایش یافت و نمونه‌ها تا ۲۴ ساعت در آن ماندند تا منومرهای موجود در مغز چوب نیز کاملاً پلیمر شوند (پنگ و همکاران، ۱۹۸۱ و امیدوار، ۱۹۹۶).

$$\text{تعیین شاخص توزیع} = \sum_{i=1}^4 W_i D_i / 45$$

در این فرمول که توسط کومار و همکاران (۱۹۹۰) پیشنهاد شد و امیدوار (۱۹۹۶) تغییراتی در آن ایجاد نمود، W فاکتور وزنی سلول می‌باشد. به این معنی که هر نوع

سلول به تناسب اهمیتی که در ساختار چوب و به‌ویژه تیمارپذیری دارد، دارای فاکتور وزنی معادل ۱ تا ۳ است. آوند و فیبر به لحاظ نقش و اهمیتهای آن در فاکتور وزنی ۳، پره چوبی ۲ و پارانشیم طولی ۱ می‌باشد. I، انواع سلول‌های چهارگانه - آوند، فیبر، پره چوبی و پارانشیم طولی - و D درجه نفوذپذیری هر سلول می‌باشد (از ۰ تا ۱۰ درصد دارای درجه نفوذپذیری معادل ۰، از ۱۰ تا ۲۰ درصد ۱، ۲۰ تا ۴۰ درصد ۲، از ۴۰ تا ۶۰ درصد ۳، از ۶۰ تا ۸۰ درصد ۴ و بالاتر از ۸۰ درصد ۵). درجه نفوذپذیری هر سلول هم از رابطه زیر به دست می‌آید:

۱۰۰(تعداد کل سلول‌ها در همان میدان ÷ تعداد سلول‌های تیمار شده در یک میدان) = درجه نفوذپذیری هر سلول از هر یک از چهار قطعه‌ای که از یک نمونه به دست آمد، سه مقطع میکروسکوپی تهیه و در هر مقطع، سه میدان مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه ۳۶ میدان برای هر نمونه مورد مطالعه و درصد سلول‌های تیمار شده و کل سلول‌ها تعیین و نهایتاً میانگین درجه نفوذپذیری هر سلول مشخص شد. با توجه به فرمول فوق، حداکثر شاخص توزیع، در شرایط ایده‌آل، معادل ۱ خواهد بود که نشان‌دهنده توزیع کاملاً یکنواخت مایع میان همه سلول‌ها می‌باشد.

نتایج و بحث

میزان جذب: میانگین میزان جذب در جریان شعاعی ۵۰/۶ و در جریان مماسی ۹۱/۵۵ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد که این اختلاف در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. همچنین میزان جذب در چوب درون ۶۹/۱ و چوب برون ۷۳/۰۵ کیلوگرم بر متر مکعب بود که این اختلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل جهت جریان و بخش چوبی بر میزان جذب که در جدول ۱ آمده است نشان از عدم اختلاف معنی‌دار میان میانگین‌ها دارد.

عمق نفوذ: میانگین نفوذ در جریان شعاعی ۳/۶۱ میلی‌متر و در جریان مماسی ۵/۳۹ میلی‌متر به دست آمد که این اختلاف با توجه به جدول ۲ تجزیه واریانس در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. عمق نفوذ در چوب درون ۴/۷۰ میلی‌متر و در چوب برون ۴/۳۱ میلی‌متر به دست آمد که این اختلاف معنی‌دار نشد. همچنین همانطور که در جدول ۲ پیداست، اثر متقابل جهت و بخش چوبی بر روی عمق نفوذ نیز معنی‌دار نشد.

توزیع مایع: نتایج شاخص توزیع مایع در جریان شعاعی در جدول ۳ آمده است. همانطور که از این جدول پیداست، آوندها از تیمارپذیری خیلی ضعیفی برخوردارند. علت این امر وجود مقادیر متنابهی تیل در حضوات آوندی است که در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. تیمار فیبرها هم در جهت شعاعی ضعیف بود. به نظر می‌رسد تنها گذرگاه مؤثر برای انتقال سیال میان فیبرها، روزنه‌های بین فیبری باشد. زیرا سلول‌های پارانشیمی اطراف فیبرها تیمار ناپذیرند و حفرات آنها خالی است، بنابراین روزنه‌های بین فیبرها و پارانشیم‌ها، نمی‌توانند نقشی در تبادل سیال میان این دو نوع سلول ایفاء نمایند. همچنین، همانطور که در شکل ۳ پیداست، به دلیل احاطه آوندها توسط پارانشیم‌های نفوذپذیر و حائل شدن این پارانشیم‌ها بین فیبرها و آوندها، امکان تبادل سیال میان آنها را بسیار ضعیف و ناممکن نموده است. بطورکلی، پره‌های چوبی در چوب پالونیا که به صورت همگن و ناهمگن نوع سوم هستند تیمارناپذیر بودند. علت این امر پر شدن سلول‌های پارانشیمی با مواد ذخیره‌ای می‌باشد. این مواد که به رنگ شیری دیده شد بعد از رنگ‌آمیزی با اکسالات مالاکیت به رنگ سبز تغییر نمود (شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴). پارانشیم‌های طولی هم که در چوب تابستانه به صورت گردآوندی بالدار پیوسته و گاهی نواری و در چوب بهاره به شکل پارانشیم‌های پهن نواری شکل مشاهده می‌شدند، تیمارناپذیر بودند (شکل ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل جهات جریان و بخش های چوبی بر میزان جذب.

F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
***۲۳,۸۴	۲۰۱۲۲,۸۳	۲۰۱۲۲,۸۳	۱	جهات جریان (شعاعی و مماسی)
ns۰,۲۲	۱۸۷,۲۳	۱۸۷,۲۳	۱	بخش های چوبی (چوب درون و چوب برون)
ns۰	۲,۰۸۳۳۳	۲,۰۸۳۳۳	۱	جهات جریان x بخش های چوبی
	۸۴۴,۱۶۵۱۵	۳۷۱۴۳,۲۶۶۶۷	۴۴	اشتباه
		۵۷۴۵۵,۴۱	۴۷	کل

علامت های ** و ns به ترتیب به مفهوم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد و عدم معنی دار است.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل جهات جریان و بخش های چوبی بر عمق نفوذ.

F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
**۸,۷۰	۳۸,۰۵۶۴	۳۸,۰۵۶۴	۱	جهات جریان (شعاعی و مماسی)
ns۰,۴۲	۱,۸۴۸۷	۱,۸۴۸۷	۱	بخش های چوبی (چوب درون و چوب برون)
ns۱,۹۴	۸,۴۶۷۲	۸,۴۶۷۲	۱	جهات جریان x بخش های چوبی
	۴,۳۷۴۱	۱۹۲,۴۶۱۳	۴۴	اشتباه
		۲۴۰,۸۳۳۶	۴۷	کل

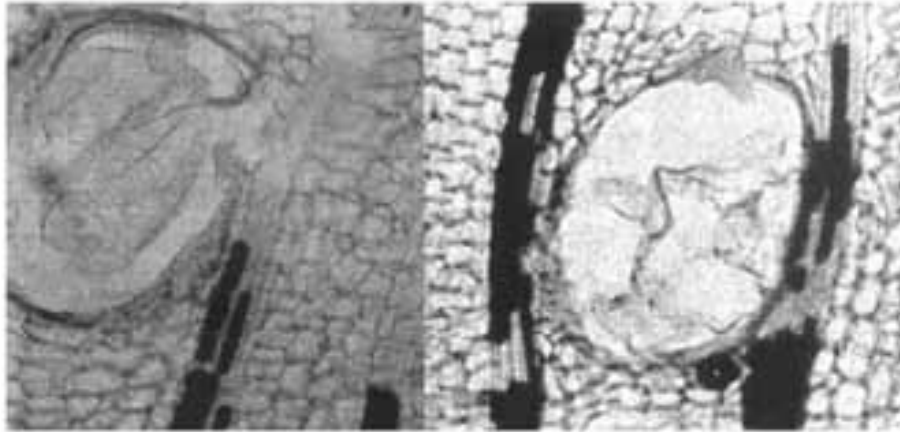
جدول ۳- شاخص کمی توزیع مایع در چوب تیمار شده در جریان شعاعی.

عناصر	درجه توزیع هر عنصر	شاخص توزیع هر عنصر	شاخص توزیع کل
	D_i	$W_i D_i$	$\sum_{i=1}^4 W_i D_i / 45$
آوند	+	$1 \times 3 = 3$	
فیبر	++	$2 \times 3 = 6$	
پره چوبی	*	$0 \times 2 = 0$	$9 \div 45 = 0.2$
پارانشیم طولی	*	$0 \times 1 = 0$	

* تیمار نشده + تیمار خیلی ضعیف ++ تیمار ضعیف.

مماسی صدق می کند. همچنین میان چوب درون و چوب برون نیز اختلاف مشاهده نشد. بطور کلی می توان نتیجه گرفت که چوب پالونیا برخلاف انتظار و برعکس بسیاری از گونه های سریع الرشد، از تیمارپذیری ضعیفی برخوردار است.

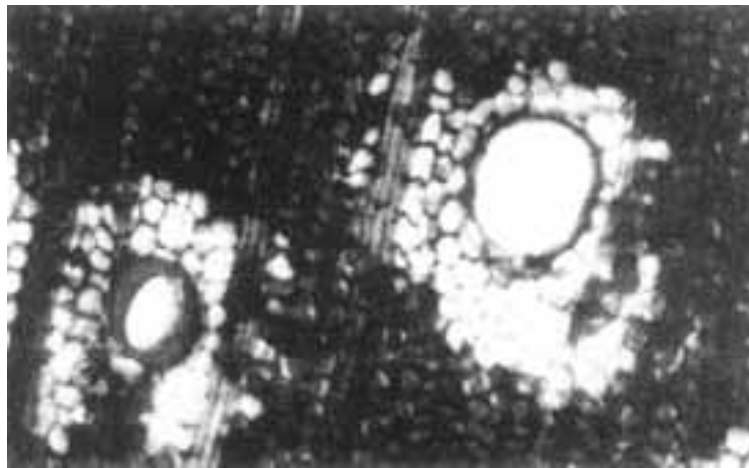
مشاهدات میکروسکوپی نشان داد که وضعیت توزیع مایع در جریان مماسی چه به لحاظ کمی و چه کیفی کاملاً شبیه جریان شعاعی است. بنابراین، توضیحات فوق ۵ به همراه مندرجات جدول ۳ عیناً در مورد جریان



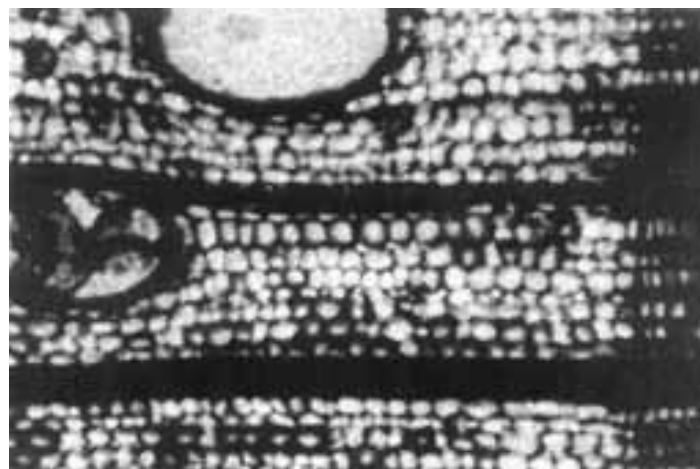
(۲)

(۱)

شکل های ۱ و ۲- نمونه هایی از تصاویر میکروسکوپی مقطع عرضی چوب تیمار نشده پالونیا. وجود تیل در حفرات آوندی علت اصلی تیمارناپذیری آن می باشد. همچنین مواد ذخیره ای در پره های چوبی نیز موجب عدم نفوذ مایعات در آن می شود. بزرگنمایی $\times 100$.



شکل ۳- نمونه ای از مقطع عرضی چوب تیمار پالونیا. وجود پارانشیم های دور آوندی نفوذناپذیر بین فیبرها و آوندها مانع ارتباط میان آوند شده اند. بزرگنمایی $\times 100$.



شکل ۴- تیمار ضعیف فیبرها در مقطع عرضی چوب تیمار شده دیده می شود. پره های چوبی نفوذناپذیر به همراه تیل در حفره آوند نیز قابل رویت است.

منابع

۱. امیدوار، ا. ۱۳۸۲. ویژگی‌های کاربردی چوب - پلاستیک در صنایع و تحقیقات. مجموعه مقالات نخستین همایش ملی فرآوری و کاربرد مواد سلولزی، ۹-۱۰ مهرماه ۱۳۸۲، پردیس ۳ دانشکده فنی دانشگاه تهران، ص ۴۴۲ - ۴۴۹.
2. Dickinson, D.J. 1973. The microdistribution of copper-chrome-arsenate in *Acer pseudoplatanus* and *Eucalyptus maculate*. IRG/WP/319, pp 21-31.
3. Sorkhoh, N.A.A.H. 1976. The microdistribution of wood preservatives. In proceeding of workshop on plant science application of the SEM, I.I.T.R.I. April, Chicago, pp 549-554.
4. Erickson, H.D., and Balatinecz, J.J. 1964. Liquid flow paths into wood using polymerization techniques. *Forest Prod. J.* 14(7): 293-299.
5. Kumar, S., Sharma, R.P., Dobrial, P.B., and Chaubey, B.B. 1990. Pressure impregnation of hardwoods. *Wood and Fiber Sci.* 22(1):3-9.
6. Meyer, J.A. 1981. Wood-Polymer materials: state of the art. *Wood Sci.* 14(2):49-54.
7. Omidvar, A. 1996. The influence of moisture content on treatability of red maple. Ph. D. Thesis, University of New Brunswick, Faculty of Forestry and Environmental Management, Fredricton, N.B, Canada. 145pp.
8. Schneider, M.H. 2004. Evaluation of fluid distribution in pressure treated wood in different directions. IRG/WP 04-40281.8pp.
9. Perng, W.R., Brebner, K.I., and Schneider, M.H. 1985. Aspen wood anatomy and fluid transport. *Wood and Fiber Sci.* 17(2):281-289.
10. Siau, J.F. 1984. Transport processes in wood. Springer-Verlag, Berlin, Germany. 245pp.
11. Yudodibroto, H., and Walters, C.S. 1977. A treatability classification for some tropical wood - species. American Wood Preservers Association. (AWPA):157-171.

Investigation on treatability of Paulownia wood using polymerization technique

A. Omidvar and M. Amozadeh-omrani

Associate prof, College of Forestry and wood technology and Former M.Sc student, Gorgan Univ., of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

Treatability of Paulownia wood was carried out using polymerization technique. The main aims of this study were: to determine the treatability indices, the role of anatomical factors on fluid flow, flow in radial and tangential flows and comparative study of heart wood and sapwood treatability. The ends and tangential surfaces of some specimens and radial surfaces of the other samples were sealed to examine tangential and radial flows respectively. Specimen dimensions were 2.5×2.5×4cm. Monomeric styrene was chosen to impregnate the specimens. Adding the red dye to monomer before impregnation, the distribution of polymer among different cell types examined using light microscopy. The results showed that the retention and depth penetration in tangential flow were greater than those in radial flow. No significant difference was observed between retention and penetration of sapwood and latewood. Distribution index in tangential flow was the same as in radial flow. Vessels were treated very weak in all flow directions due to blockage by tylosis; fibers were poorly treated and rays, as well as longitudinal parenchyma, were not treated at all, due to storage of food and deposited materials in their cell lumen.

Keywords: Paulownia; Treatability; Styrene; Polymerization technique; Distribution