

**PERFORMANȚA RĂȘINILOR MELAMIN-
UREO-FORMALDEHIDICE (MUF)
PENTRU PLĂCI DIN AȘCHII DE LEMN
ÎNAINTE ȘI DUPĂ USCAREA PRIN
PULVERIZARE**

**PERFORMANCE OF MUF RESINS FOR
PARTICLEBOARDS BEFORE AND AFTER
SPRAY-DRYING**

Xiaojian ZHOU*

Dr. - LERMAB, ENSTIB, University of Lorraine
Adresa/Address: Wood Science Dept., Southwest Forestry University, Epinal, France
Kunming, P.R.China
E-mail: xiaojianzhou@hotmail.com

Antonio PIZZI*

Prof.Dr. - LERMAB, ENSTIB, University of Lorraine, Epinal, France
E-mail: antonio.pizzi@enstib.uhp-nancy.fr

Guanben DU

Prof.Dr. - Wood Science Dept., Southwest Forestry University
Adresa/Address: Kunming, P.R.China

Rezumat:

Rășinile melamin-ureo-formaldehidice pot fi uscate prin pulverizare pentru a obține rășini sub formă de pulbere cu o perioadă de valabilitate nelimitată. Aplicarea unor astfel de rășini ca adezivi pentru plăci din așchii, după redizolvarea lor în apă conduce la obținerea unor rășini cu performanțe excelente ca adezivi pentru plăci din așchii de lemn, dacă se ia în considerare transformarea determinată de căldura din camera de uscare prin pulverizare. Analiza CP MAS ¹³C NMR (tehnică de spectroscopie de rezonanță magnetică nucleară) a rășinilor sub formă de pulberi uscate prin pulverizare și analiza termo-mecanică au arătat o diferență de comportament a rășinilor MUF la același nivel de saturație cu apă, față de cele care nu au fost uscate prin pulverizare. Această mică, dar semnificativă diferență, poate fi atribuită diferențelor din structura rășinii.

Cuvinte cheie: rășini melamin-ureo-formaldehidice; MUF; uscare prin pulverizare; valabilitate, structura rășinii; adezivi pentru lemn.

INTRODUCERE

Industria panourilor din lemn se bazează foarte mult pe utilizarea rășinilor și adezivilor sintetici (Pizzi 1983; Pizzi ș.a. 1994a). Produsele înclieate cu adezivi de un anumit tip sau altul reprezintă 80% din produsele din lemn de pe piața actuală. De altfel, pentru a funcționa astăzi, industria panourilor din lemn se bazează pe rășinile de policondensare. Rășinile melamin-ureo-formaldehidice (MUF) reprezintă unele dintre cele două rășini de exterior care sunt folosite industrial pe scară largă.

Întăritorul pentru rășină reprezintă cel mai scump material din componența costului unui produs

Abstract:

Melamine-urea-formaldehyde (MUF) resins can be spray dried to obtain resins in powder form and indefinite shelf-life. Application as particleboard adhesives of such resins after redissolving them in water does yield resins of excellent performance as particleboard adhesives if the natural advancement caused by the heat in the spray-drier chamber is taken into account. CP MAS ¹³C NMR analysis of the spray-dried resin in powder form and thermomechanical analysis has shown some difference in behaviour in relation to MUF resins of the same level of water tolerance which have not been spray-dried. These small but significant differences can be ascribed to differences in resin structure.

Key words: melamine-urea-formaldehyde resins; MUF; spray-drying; shelf-life; resin structure; wood adhesives.

INTRODUCTION

The wood panels industry heavily relies on the use of synthetic resins and adhesives (Pizzi 1983; Pizzi et al. 1994a). Adhesive bonded products of some kind or other constitute about 80% of the wood products on the market to-day. The wood panels industry then relies on polycondensation resins to function to-day. Melamine-urea-formaldehyde (MUF) resins are one of the two exterior grade resins that are extensively used industrially.

The resin binder constitutes the more expensive materials cost component in the wood panel industry. It is one of the parameters of which it

* Autor corespondent / Author to whom all correspondence should be addressed

al industriei panourilor din lemn. Totodată, acesta este unul dintre parametrii la care nu poate fi modificată participația procentuală, pentru că aceasta ar afecta cauza o scădere pronunțată a performanței și, prin urmare, eșecul în a satisface specificațiile standard relevante. Valabilitatea rășinilor moderne MUF preparate și livrate sub formă lichidă este, variind între o săptămână și câteva luni, în funcție de cât de avansată sau accelerată este rășina. Aceasta constituie o problemă de stoc pentru micile companii, care utilizează cantități moderate de rășină MUF sau doar ocazional și la intervale neregulate de timp: resturile de rășină nu pot fi conservate pe durată îndelungată fără să se întărească, ceea ce duce la risipă. O soluție pentru această problemă ar putea fi uscarea prin pulverizare a rășinii și prin urmare, eliminarea apei și stocarea ei sub formă de pulbere inertă, gata pentru a fi redizolvată în apă și reactivată când este necesar.

Această lucrare tratează uscarea prin pulverizare a rășinilor MUF pentru a le prepara sub formă de pulbere și a testa performanța lor după redizolvare și reactivare în apă a pulberii de rășină uscată prin pulverizare.

TESTE EXPERIMENTALE

1. Materiale

În vederea efectuării testelor experimentale, s-a achiziționat de la compania Dynea, Finlanda un concentrat ureo-formaldehidic UFC (raport molar de formaldehidă și uree de 5:1, conținut masic de 57% formaldehidă, 23% uree și 20% apă). Melamina a fost produsă de DSM, Olanda. Ureea a fost cumpărată de la Acros Organics, Franța. Plăcile au fost pregătite utilizând un amestec industrial de aşchii de miez din fag (*Fagus silvatica*) și molid (*Picea abies*). Conținutul de umiditate a fost de 4%. Instrumentul de pulverizare a fost un mini pulverizator B-290, Buchi, Elveția.

2. Sinteza rășinilor MUF

S-au amestecat sub agitare continuă mecanică 348g concentrat UFC (conținut masic de 57% formaldehidă, 23% uree și 20% apă), 90g apă și 46,8g uree, într-un reactor din sticlă, echipat cu un condensator de reflux și termometru. S-a setat apoi pH-ul soluției la 10-10,5. Temperatura a crescut la 92°C, iar reacția a continuat pentru încă 30 minute. pH-ul a fost apoi modificat la 5,0-5,5 prin adăugare de acid formic soluție 10%. După 1 oră pH-ul a fost adus la 9,5 sau mai mult utilizând soluție apoasă de NaOH 33%. La amestecul de reacție s-au adăugat 123 g melamină și 57 g apă. Reacția a fost menținută 20 minute, apoi s-au adăugat 19,5g uree la amestecul de reacție iar pH-ul a fost adus din nou la 9,5. Când saturația cu apă a ajuns la 400% sau 170%, rășina a fost apoi răcită iar pH-ul soluției a fost setat la 9,5, iar soluția a fost depozitată la temperatura camerei.

is not possible to change markedly the percentage as this will cause a very marked decrease in performance, hence failure to satisfy the relevant standard specifications. However the shelf-life of modern MUF resins prepared and delivered in liquid form is rather limited, varying between one week and a few months according to how advanced or accelerated is the resin. This constitutes a supply problem for small companies using either moderate amounts of MUF resin or using it only occasionally and at irregular times: the leftover resin cannot be conserved for long without hardening, thus going to waste. A solution to this problem would be to spray-dry the resin, thus to eliminate the water and to stock it in inert powder form, ready to be redissolved in water an reactivated only when needed.

This paper deals with the spray-drying of MUF resins to prepare them in powder form and to check their performance after redissolving and reactivation of the spray-dried powder resin in water.

EXPERIMENTAL

1. Materials

UFC concentrate (the molar ratio of formaldehyde to urea is 5:1, mass content of 57% formaldehyde, 23% urea and 20% water) was purchased from Dynea company, Finland. Melamine was a product from DSM, Netherlands. Urea were purchased from Acros Organics, France. Particleboards were prepared using an industrial mixture of core particles of beech (*Fagus silvatica*) and Norway spruce (*Picea abies*). The moisture content was 4%.

The instrument of spray dry is Mini spray dryer B-290, Buchi, Swiss.

2. MUF Resin Syntheses

The 348g UFC concentrate (mass content of 57% formaldehyde, 23% urea and 20% water), were added 90g water and 46.8g urea under continuous mechanical stirring in a glass reactor equipped with a reflux condenser and thermometer. Then, the pH of solution was set at 10–10.5. The temperature was increased to 92°C, and the reaction continued for additional 30 minutes. The pH was then adjusted to 5.0–5.5 by addition of a 10% formic acid solution. After 1 hour, the pH was brought to 9.5 or higher using 33% NaOH aqueous solution. The 123g melamine and 57g water were added to the reaction mixture. The reaction was kept 20 minutes, then 19.5g urea was added to the reaction mixture and the pH was adjusted again to 9.5. When the water tolerance was reached to 400% or 170%, the resin was then cooled and the pH of solution was set at 9.5, stored at room temperature.

3. Prepararea pulberii de rășină MUF prin uscare prin pulverizare (SMUF)

Pentru a reduce conținutul de substanță uscată s-au adăugat anumite cantități de apă la rășina MUF cu 400% saturație cu apă, iar conținutul de substanță uscată al amestecului de rășină MUF a fost de 15% până la 20% înainte de pulverizare. Parametrii de pulverizare au fost setați după cum urmează: temperatura inițială a fost de 150°C, ventilatorul a fost 100%, rata pompei a fost de 10%, orificiul de curățare de 6, valva de alimentare de cuplare 1, debitmetrul pentru volumul gazului de pulverizare a fost de 40 mm.

4. Analiza termo-mecanică (TMA)

Rășinile au fost testate dinamic prin analiza termo-mecanică (TMA) pe un aparat Mettler. Au fost testate trei probe identice din lemn de fag ca atare și două piese din fag a 0,5 mm grosime încleiate cu fiecare variantă, cu dimensiunile de 12* 5*1.0mm³, la diferite temperaturi, de la 25°C la 250°C, la o rată de încălzire de 10°C/min, cu un aparat TMA SDTA 840, în trei puncte de încovoiere pe o distanță de 10 mm. Formula mecanică clasică între forță și săgeată $E = [L^3/(4bh^3)] [F/f]$ (unde L este lungimea probei, b și h sunt lățimea și grosimea, F este variația forței aplicate și f este săgeata obținută) conduce la calculul modului de elasticitate E pentru fiecare caz testat.

5. Analizele CP-MAS ¹³C NMR

Spectrul stării solide CP-MAS (spectroscopie de rezonanță magnetică nucleară) ¹³C NMR al rășinii uscate prin pulverizare a fost înregistrat pe un spectrometru Bruker MSL 300, la o frecvență de 75.47MHz. Schimbările chimice au fost calculate față de tetrametil silan (TMS). Rotorul a fost răsucit la 4kHz pe o probă Bruker cu dublă poziție de 7mm. Spectrul a fost vizibil cu 5s întârziere, la 90° puls de 5μs și un timp de contact de 1ms. Numărul de șocuri a fost de 3000.

6. Redizolvarea rășinii MUF uscate prin pulverizare pentru încleierea plăcilor din așchii

S-au adăugat 93g de pulbere de rășină MUF uscată prin pulverizare la 63g apă, conținutul de substanță uscată fiind de 60%. Incălzită la 50°C sub agitație mecanică pulberea se va dizolva în câteva minute, pH-ul a fost adus la 9,5 cu hidroxid de sodiu 30% soluție apoasă până când pulberea s-a dizolvat total.

MUF: saturația cu apă a rășinii lichide a fost de 180%.

SMUF: saturația cu apă a rășinii lichide a fost de 400%, redizolvată în apă după uscarea prin pulverizare. La final saturația cu apă a rășinii SMUF a fost de 190%.

Înainte de presarea plăcilor din așchii s-a adăugat la amestecul de rășină soluție apoasă 20% de clorură de amoniu, prin amestecare 1 minut

3. Preparation of MUF Resin Powder by Spray Drying (SMUF)

Some amounts of water was added to MUF resin with 400% water tolerance to reduce the solid content, the solid content of MUF resin mixture was around 15% to 20% before spray dry. The parameter of spray was set as follows: inlet temperature was 150°C, aspirator was 100%, pump rate was 10%, nozzle cleaner was 6, feed switch valve was 1, flow meter for spraying gas volume was 40mm.

4. Thermomechanical Analysis (TMA)

The resins were tested dynamically by thermal mechanical analysis (TMA) on a Mettler apparatus. Triplicate samples of beech wood alone, and of two beech pieces each 0.5mm thickness bonded with each system, samples dimensions of 12* 5*1.0mm³ were tested in nonisothermal mode from 25 to 250°C at a heating rate of 10°C/min with a TMA SDTA 840 apparatus in three points bending on a span of 10mm. The classical mechanics relation between force and deflection $E = [L^3/(4bh^3)] [F/f]$ (where L is the sample length, b and h are the sample width and thickness, F is the variation of the force applied, and f is the deflection obtained) allows the calculation of the modulus of elasticity (MOE) E for each case tested.

5. CP-MAS ¹³C NMR Analysis

Solid state CP-MAS (cross-polarization/magic angle spinning) ¹³C NMR spectra of the spray dry resin were recorded on a Bruker MSL 300 spectrometer at a frequency of 75.47MHz. Chemical shifts were calculated relative to tetramethyl silane (TMS). The rotor was spun at 4kHz on a double-bearing 7mm Bruker probe. The spectra were acquired with 5 s recycle delays, a 90° pulse of 5μs and a contact time of 1ms. The number of transients was 3000.

6. Re-Dissolving the Spray-Dried MUF Resin for Bonding Particleboard

93g MUF resin powder by spray dry was added to 63g water, the solid content was 60%. Increasing to 50°C under mechanical stirring, the powder will dissolve in some minutes, the pH was adjust to 9.5 with some sodium hydroxide 30% aqueous solution while the powder was dissolved absolutely.

MUF: the water tolerance of liquid resin is 180%.

SMUF: the water tolerance of liquid resin is 400%, re-dissolved in water after spray dry. Finally, the water tolerance of SMUF resin is of 190%.

Before pressing the particleboard, 2% ammonium chloride 20% aqueous solution based on solid resin was added to resin mixture, stirring one minute at room temperature.

la temperatura camerei.

Trei probe paralele de plăci unistratificate cu dimensiunile de 350*300*14mm au fost realizate la o temperatură de presare de 195°C, timp de 7,5 minute timp total de presare, la o presiune maximă de 28kg/cm². Retenția de rășină solidă a fost de 10% în greutate așchii uscate de lemn. Toate plăcile din așchii au fost testate pentru a determina legăturile interne de încleiere în stare uscată și după 2h fierbere în apă, urmată de uscare la 103°C timp de 16h.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

S-au desfășurat două experimente. În primul dintre acestea, aceeași rășină MUF preparată cu apă la o saturație de 180% a fost comparată înainte și după uscarea prin pulverizare. Rășina obținută prin uscare - pulverizare nu a putut fi redizolvată în apă. Aceasta arată că instalația de uscare prin pulverizare la temperatură ridicată (temperatura inițială de 150°C) a transformat în mod considerabil rășina la un nivel de întărire similar cu stadiul B al rășinii, iar aceasta, în ciuda răcirii parțiale a particulelor de rășină datorită evaporării rapide a apei în camera de uscare prin pulverizare. Prin urmare, pulberea de rășină uscată prin pulverizare s-a înmuiat atunci când temperatura a crescut, dar nu este posibil să se dizolve în apă, iar aceasta este deci inutilizabilă ca adeziv pentru plăci din așchii.

Luînd în considerare efectul de transformare al rășinii în timpul uscării prin pulverizare, s-a preparat rășina MUF la o saturație cu apă de 400%, deci mult mai puțin polimerizată și mult mai solubilă în apă. Aceasta a fost uscată prin pulverizare în aceleași condiții iar pulberea obținută a putut fi dizolvată în apă relativ ușor. Saturația cu apă a rășinii redizolvate a fost de aproximativ 190%. Plăcile din așchii au fost apoi pregătite utilizând rășina uscată prin pulverizare, redizolvată (SMUF) și rășina lichidă, neuscată prin pulverizare (MUF) la o saturație de 170% cu apă. Caracteristicile celor două rășini în ce privește conținutul de substanță uscată, vâscozitatea și timpul de gelificare la 100°C sunt prezentate în Tabelul 1. Acest tabel arată că cele două rășini sunt asemănătoare, cu diferența că vâscozitatea rășinii uscate prin pulverizare a fost mai scăzută decât cea a rășinii lichide. Rezultatele obținute în laborator la plăcile din așchii pentru cele două rășini sunt prezentate în Tabelul 2. Acest tabel arată că nu există diferențe semnificative în privința tensiunilor interne (IB) testate în stare uscată și după 2h imersie în apă fiartă pentru panourile obținute cu cele două rășini. Aceasta arată că rășinile MUF sub formă de pulbere, uscate prin pulverizare, care pot fi stocate pentru perioade lungi de timp, pot fi preparate fără a compromite calitatea și performanța încleierii.

Curbele analizei termo-mecanice (TMA) pentru cele două rășini prezentate în Fig.1 arată că rezistența posibilă finală este aceeași, după cum

Triplicates one-layer laboratory particleboard panels of 350*300*14mm dimensions were prepared at a press temperature of 195°C for 7.5min total pressing time under maximum pressure of 28kg/cm². The resin solids load was 10% by weight on dry wood particles. All particleboard panels were tested for internal bond strength dry and after 2h in boiling water followed by drying at 103°C for 16h.

RESULTS AND DISCUSSION

Two experiments were carried out. In the first one the same MUF resin prepared with a water tolerance of 180% was compared before and after spray-drying. The spray-dried resin obtained could not be redissolved in water. This indicates that the spray-drier chamber high temperature (inlet temperature 150°C) has considerably advanced the resin to a level of curing similar to a B-stage resin, and this notwithstanding the partial cooling of the resin particle in the spray-drier chamber due to water flash-evaporation. Thus, the spray dried resin powder melts when the temperature is increased but it is not possible to dissolve it in water and it is thus unusable as an adhesive for particleboard.

Considering the effect of advancement of the resin during spray-drying a MUF resin presenting a water tolerance of 400%, thus much less polymerized and much more soluble in water was prepared. This was spray-dried under the same conditions and the powder obtained could be dissolved in water with relative ease. The water tolerance of the redissolved resin was approximately 190%. Particleboards were then prepared using the redissolved spray-dried resin (SMUF) and the non-spray-dried liquid MUF resin (MUF) also of 170% water tolerance. The characteristics of the two resins as concerns percentage solids content, viscosity and gel time at 100°C are shown in Table 1. This table shows that the two resins are very similar, with the only difference being a lower viscosity of the spray-dried resin in relation to the non spray-dried one. The results obtained for laboratory particleboard for the two resins are shown in Table 2. This table shows that there is no significant difference in the internal bond (IB) strength tested dry and after 2 hours immersion in boiling water for the panels obtained with the two resins. This indicates that spray-dried MUF resins in powder form which can be stocked for very long periods can be prepared without compromising on bond quality and performance.

The thermo-mechanical analysis (TMA) curves for the two resins shown in Fig. 1 indicate that the ultimate possible strength of the two resins is the same as shown by the maximum value of the Modulus of elasticity (MOE) being comparable. They also indicate that while the maximum strength is reached in the same period of time for the two resins

arată valoarea maximă a modulului de elasticitate (MOE) care este comparabilă. Acestea arată, de asemenea, că rezistența maximă a crescut în același interval de timp pentru cele două rășini, dar alura curbei de creștere a fost diferită. Prin urmare, rășina SMUF prezintă o creștere mai timpurie și mult mai rapidă a modulului de elasticitate MOE în funcție de temperatură. Aceasta arată că la durate de presare a plăcilor mai mici decât cele utilizate pentru obținerea rezultatelor din Tabelul 2, rezistența maximă nu s-a atins probabil niciodată. Rășina SMUF va produce probabil legături interne mai bune ale panoului. Aceste diferențe ar putea fi rezultatul unui cumul de cauze. Oricum, vâscozitatea evident mai mică a rășinii SMUF față de rășina MUF, observată în Tabelul 1, cumulată cu diagramale analizei TMA din Fig. 1, arată că diferența între cele două rășini este (1) fie în nivelul de ramificare, SMUF la o egalitate moleculară în masă fiind mai ramificată, deci o vâscozitate mai redusă, sau egală (2) în proporție relativă de metilen (-CH₂-) față de punțile de metilen-eter (-CH₂-O-CH₂-). Cel de-al doilea este cunoscut că abundă în rășinile MUF și se știe că este ușor de aranjat în punți metilenice cu închidere ulterioară a rețelei de rășină la întărire. SMUF transformată în camera de uscare prin pulverizare pare să aibă deja aranjate majoritatea punților metilen-eterice la punți metilenice, contrar rășinii MUF, iar ca urmare și diferența în comportamentul TMA.

Pentru a confirma această ultimă ipoteză s-a realizat analiza spectrofotometrică MAS ¹³C NMR pentru pulberea de rășină. Aceasta se prezintă în Fig.2, în care este clar vizibil vârful dominant al melaminei disubstituită și trisubstituită, centrat la 167ppm, cu un vârf scăzut la 170 ppm care aparține melaminei nereacționate, un vârf puternic de N, N' uree disubstituită, cu un umăr de N,N uree disubstituită la 162 ppm și o serie de vârfuri mai mici de uree trisubstituită și structuri uronice la 155ppm (Pizzi 1994b). Grupările metilolice active (-CH₂OH) sunt centrate la un vârf de 65 ppm, iar grupările metilolice ramificate (la 72ppm) a căror prezență indică faptul că rășina este încă activă, diferite punți metilenice la 48ppm și 55ppm, iar structurile uronice la 78ppm (Pizzi 1994b). Analiza NMR confirmă că majoritatea structurilor metilen-eterice sunt blocate în structuri uronice, structurile deschise metilen-eterice fiind mai degrabă scăzute sau inexistente, ceea ce explică parțial diferența de comportament între rășinile SMUF și MUF observate la testul TMA.

CONCLUZIE

În concluzie, o durată stabilă de valabilitate a rășinii MUF pentru plăcile din aşchii poate fi obținută prin uscarea prin pulverizare a rășinii, mai puțin polimerizată decât de obicei, acest lucru fără a scădea performanțele adezivilor îmbunătățiți, redizolvați.

the paths to reach it are different. Thus, the SMUF presents a much earlier and rapid increase in MOE as a function of temperature. This indicates that at faster board pressing times than what used to get the results in Table 2, thus when maximum strength is never likely to be reached. SMUF will be likely to yield a better IB strength of the panel. The causes of this difference could be due to a variety of causes. However, the evidently smaller viscosity of SMUF in relation to MUF observed in Table 1 coupled with the TMA curves difference in Fig. 1 indicates that the difference of the two resins is (i) either in the level of branching, SMUF at parity of molecular weight being more branched, hence of lower viscosity, or equally likely (2) in the relative proportions of methylene (-CH₂-) in relation to methylene ether (-CH₂-O-CH₂-) bridges. This latter is known to abound in MUF resins, and known to be easy to rearrange to methylene bridges with consequent tightening of the resin network on hardening. The SMUF advanced by the hot spray-drier chamber is most likely to have already rearranged the majority of its methylene ether bridges to methylene bridges, contrary to the MUF resin, thus the difference in TMA behaviour.

To confirm these latter hypothesis CP MAS ¹³C NMR of the SMUF powder resin was done. This is reported in Fig. 2. In this are clearly visible the dominant peak of disubstituted and trisubstituted melamine centered at 167 ppm with the small peak at 170 ppm belonging to unreacted melamine, the strong 160 ppm peak of N,N' disubstituted urea with the small shoulder of N,N disubstituted urea at 162 ppm and the series of small peaks of trisubstituted urea and uron structures at 155 ppm (Pizzi 1994b). Centered at 65 ppm is the peak of the active methylol groups (-CH₂OH), and branched methylol groups (at 72 ppm), the presence of which indicates that the resin is still active, different methylene bridges at 48 ppm and 55 ppm, and uron structures at 78 ppm (Pizzi 1994b). The NMR analysis confirms that the majority of the methylene ether structures are blocked into uron structures, open methylene ether structures being rather low or non-existent, partly explaining the difference of behaviour between SMUF and MUF observed in the TMA test.

CONCLUSION

In conclusion, shelf-life stable MUF resins for particleboard can be obtained by spray drying a resin less polymerized than usual, and this without decrease in performance of the regenerated redissolved adhesive.

Tabelul 1 / Table 1

Proprietățile rășinilor adezive MUF uscate prin pulverizare și neuscate prin pulverizare/ Properties of spray-dried and non-spray-dried MUF adhesive resins

Rășini /Resins	pH	Conținut de substanță uscată/Solid content (%)	Vâscozitate/Viscosity (mPas)	Timp de gelifiere/Gel time (S)
MUF	9.5	60	350	60
SMUF	9.5	60	200	62

Tabelul 2 / Table 2

Rezultate comparative ale plăcilor unistratificate de laborator, încleiate cu adezivi pe bază de rășini MUF uscate prin pulverizare și neuscate prin pulverizare/Comparative results of one layer laboratory particleboard bonded with spray-dried and non-spray-dried MUF adhesive resins

Rășini /Resins	Densitate/Density (kg/m ³)	Legături interne/IB strength (Uscat/dry) (MPa)	Legături interne /IB strength (2h în apă fiartă/2h in boil water) (MPa)
MUF	720	0.96±0.07	0.20±0.02
SMUF	720	1.02±0.04	0.23±0.05

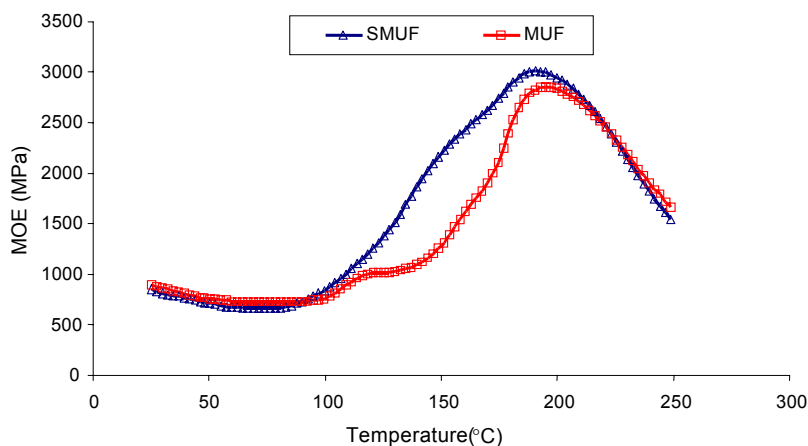


Fig. 1.

Curbele analizei comparative TMA a rășinilor melamin-ureo-formaldehidice uscate prin pulverizare (SMUF) și neuscate prin pulverizare (MUF)/ Comparative TMA curves of melamine-urea-formaldehyde (SMUF) and non-spray-dried (MUF) resins.

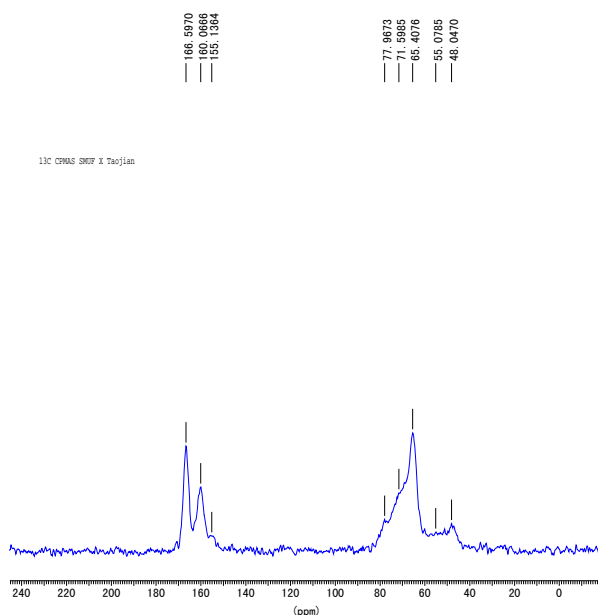


Fig. 2.
Spectrul CP MAS ^{13}C NMR al pulberilor solide de rășini MUF uscate prin pulverizare (SMUF) / CP MAS ^{13}C NMR solid state spectrum of spray-dried powder MUF resin (SMUF).

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- Pizzi A (1983) Aminoresin Wood adhesives, chapter 2 in Wood Adhesives Chemistry and Technology (A.Pizzi Ed.). Marcel Dekker Inc., New York.
- Pizzi A, Lipschitz L, Valenzuela J (1994a) Holzforschung 48 pp. 254.
- Pizzi A (1994b) Advanced Wood Adhesives Technology. Marcel Dekker Inc., New York.