



Lari Vähäsalo

CH-BIOFORCE

🇬🇧 Lignin as promising building blocks for pressure-sensitive adhesives

🇮🇹 La lignina come componente strutturale per adesivi pressosensibili

A new peer-reviewed study has explored how lignins produced with CH-Bioforce's Bioforsense® technology can be transformed into soft, functional materials for pressure-sensitive adhesives (PSA). These adhesives are widely used in everyday products such as sticky notes, labels, tapes and the well-known Blu Tack®.

The research investigated lignins from birch, spruce and wheat straw, all produced with the CH-Bioforce process, and evaluated how they perform when grafted with poly(n-butyl acrylate) (PnBA).

The work highlights how bio-based lignin can replace fossil-based polymers in entirely new adhesive applications.



Un nuovo studio molto approfondito ha messo in luce come la lignina prodotta con la tecnologia Bioforsense® di CH-Bioforce può essere trasformata in materiali funzionali molli per adesivi pressosensibili (PSA). Questi adesivi sono ampiamente usati nei prodotti d'uso quotidiano come i post-it, le etichette, i nastri e i ben noti Blu Tack®. Il lavoro di ricerca si è concentrato sulla lignina derivata dal legno delle betulle, abete rosso e paglia di frumento, mediante il processo CH-Bioforce, di cui si è poi valutata la risposta in caso di

innesto con il poli(n-butyl acrilato) (PnBA). Il lavoro mette in luce come la lignina bio può sostituire i polimeri di origine fossile per applicazioni di nuovi adesivi.

LIGNINA MODIFICATA INNESTATA CON SUCCESSO CON IL POLIACRILATO

I ricercatori hanno preparato i macroiniziatori a base di lignina per poi innestarli con il PnBA mediante la polimerizzazione ATRP. Lo studio ha confermato:

- l'innesto ben riuscito della lignina nel poliacrilato, verificato mediante FTIR, NMR e SEC/GPC.
- Le chiare differenze fra legno duro, tenero, la lignina residua nella formazione del macroiniziatore e nell'efficacia della polimerizzazione.
- Le lignine delle betulle e dell'abete rosso hanno dimostrato una risposta efficace alla copolimerizzazione, mentre la lignina della paglia di frumento ha dato prova di una reattività inferiore a causa della complessità strutturale.

La cromatografia di permeazione su gel ha rivelato in modo evidente il cambio di peso molecolare, distinguendo così i veri copolimeri dalle semplici miscele.

MODIFIED LIGNINS SUCCESSFULLY GRAFTED WITH POLYACRYLATE

The researchers first prepared lignin-based macroinitiators and then grafted them with PnBA using ATRP polymerisation. The study confirmed:

- successful lignin-polyacrylate grafting, verified through FTIR, NMR and SEC/GPC.
- Clear differences between hardwood, softwood and straw lignins in macroinitiator formation and polymerisation efficiency.
- Birch and spruce lignins showed the most effective copolymerisation behaviour, while wheat straw lignin displayed lower reactivity due to structural complexity. Gel permeation chromatography further demonstrated

clear molecular-weight shifts, distinguishing true copolymers from simple blends.

THERMAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES SUPPORT ADHESIVE PERFORMANCE

The resulting lignin-g-PnBA copolymers displayed:

- increased glass-transition temperatures compared to pure polyacrylate.
- Structural differences between lignin sources reflected in their thermal decomposition profiles.
- Strong viscoelastic behaviour, with birch-based copolymers showing particularly good performance in rheology tests.
- Compliance with the Dahlquist criterion, the established requirement for pressure-sensitive adhesives (low modulus under deformation).

Notably, birch-lignin-based materials (BLNBA2 and BLNBA4) showed adhesive behaviour comparable to commercial Blu Tack®, confirming excellent tack and softness in real-world use.

LIGNIN AS A RENEWABLE ROUTE TO SOFT, FUNCTIONAL ADHESIVE MATERIALS

This study provides strong evidence that CH-Bioforce lignins can be converted into soft, elastic materials suitable for PSA applications. Unlike conventional petroleum-based polymers, lignin offers: Rapid renewability, a high-value outlet for side streams, the potential to reduce fossil-based content in consumer products and a compatibility with circular economy principles. By demonstrating high-performing, lignin-based PSA materials, the research opens the door to sustainable alternatives for everyday adhesive products.

ACKNOWLEDGMENT

Doctoral thesis (Åbo Akademi University), Bhadane, Rupali: “Structure and Properties of Lignin from Biomass Waste and Engineering of Sustainable Acrylic Adhesives”, <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-12-4720-0>.



PROPRIETÀ TERMICHE E REOLOGICHE A SUPPORTO DELLA PRESTAZIONE ADESIVA

I copolimeri risultanti lignina-PnBA hanno dimostrato:

- *temperature di transizione vetrosa in aumento rispetto ai poliacrilati puri.*
- *Differenze strutturali fra le fonti di lignina che si riflettono nei profili di decomposizione termica.*
- *Una risposta viscoelastica molto evidente con i copolimeri del legno di betulla che offrono una prestazione molto soddisfacente nei test reologici.*
- *Conformità ai criteri Dahlquist, il requisito fisso degli adesivi pressosensibili (basso modulo in caso di deformazione).*

Notoriamente, i materiali a base di lignina (BLNBA2 e BLNBA4) hanno mostrato una risposta adesiva comparabile a quella di Blu Tack® in commercio, a conferma dell'eccellente adesività e mollezza nell'uso nel mondo reale.

LA LIGNINA COME PERCORSO ECOLOGICO PER OTTENERE MATERIALI ADESIVI FUNZIONALI MOLLI

Questo studio fornisce una prova evidente del fatto che le lignine CH-Bioforce possono essere convertite in materiali molli ed elastici, adatti ad applicazioni PSA. Diversamente dai polimeri convenzionali di origine fossile, la lignina offre: una rapida ricomposizione, una fonte in uscita di grande valore per flussi di materiali laterali, la potenzialità di ridurre il contenuto di origine fossile nei prodotti di consumo e la compatibilità con i principi dell'economia circolare. Avendo offerto dati di ricerca sui materiali PSA a base di lignina di alta prestazione, la ricerca amplia gli orizzonti delle alternative sostenibili per prodotti adesivi d'uso quotidiano.

RINGRAZIAMENTI

Tesi di dottorato (Åbo Akademi University), Bhadane, Rupali: “Structure and Properties of Lignin from Biomass Waste and Engineering of Sustainable Acrylic Adhesives”, <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-12-4720-0>.

