



## Investigation of cottonseed oil as renewable source for the development of functional UV-curable materials

Dean Webster - NORTH DAKOTA STATE UNIVERSITY

■ Extensive production of petroleum derived polymers has put great constraint on the accessibility of nonrenewable fossil resources.

The research community has found vegetable oils to be viable feedstocks for the creation of new economically feasible polymeric materials. The unique and versatile compositions of plant oils - triglycerides of unsaturated fatty acids - allows for various possibilities for their modification, among which epoxidation is perhaps the most well-known and commercially important. Epoxidized plant oils can be further chemically transformed via ring opening of the oxirane rings into acrylated or methacrylated compounds that are known as bio-based epoxy-acrylate resins. Bearing acrylate groups, epoxy-acrylates of vegetable oils have widely been employed in ultraviolet (UV) technology. Nowadays, UV-radiation stands out as a progressively used curing technology due to its "5E concept": Efficiency, Energy saving, Enabling, Economical, and Environmental friendliness. Therefore, the combination of UV-curing technique along with bio-based materials provides a "double green" solution for industry.

A study conducted by researchers of North Dakota State University, explores the utilization of a cottonseed oil for the development of a bio-based UV-curable polymer resin. Since the fatty acid composition of cottonseed oil is very different compared to soybean oil, the products from this oil can be beneficial in entirely different applications. The combination of cottonseed oil as a raw material and the ultraviolet (UV) process as a curing technology presented in their work, provides an alternative "greener" solution for problems industry is

facing. Acrylated-epoxidized cottonseed oil (AECO) was synthesized by the epoxidation of cottonseed oil via the peracetic acid method, followed by the acrylation of the epoxidized oil using acrylic acid.

This polymer resin then was used as a main component in formulations and transformed into a crosslinked network by photopolymerization. In order to achieve the desired mechanical properties of the plant oil-based films, two reactive diluents, 1,6-hexandiol-diacylate and trimethylolpropane



triacylate, in different weight ratios were added separately to the formulations. The properties of the coatings, as well as their thermal and mechanical stability were evaluated. Moreover, comparing the AECO resin with an already existent commercially available product, the potential industrial use of AECO was assessed. In general, the results highlight increased flexibility of AECO-based materials compared to petroleum-derived ones, which is beneficial for many applications, including, but not limited to wood substrates, printed electronics, paper products. The study concluded that functionalized resins obtained from cottonseed oil can provide a competitive and sustainable alternative to accommodate the rapid growth in the use of bio-based UV-curable materials.

## Ricerca sull'olio di semi di cotone come risorsa rinnovabile per lo sviluppo di materiali funzionali reticolabili a UV

■ L'intensa produzione di polimeri derivati dal petrolio ha imposto dei forti limiti all'accessibilità delle risorse fossili non rinnovabili. La comunità di ricerca ha scoperto che gli oli vegetali sono materie prime utilizzabili per la creazione di nuovi materiali polimerici, possibile anche dal punto di vista economico. Le composizioni degli oli vegetali uniche e versatili, trigliceridi di acidi grassi insaturi, offrono varie possibilità di modificazione, fra cui l'eossidazione, forse la più nota e la più importante dal punto di vista commerciale. L'olio vegetale epossidato può essere ulteriormente trasformato chimicamente mediante apertura ad anello degli anelli ossiranici in composti acrilati e metacrilati, conosciuti come resine epossi-acrilate bio.

Contenenti gruppi acrilati, le acrilate epossidiche degli oli vegetali sono ampiamente usate nella tecnologia degli ultravioletti (UV). Attualmente, l'irraggiamento a UV si distingue come tecnologia della reticolazione sempre più utilizzata per il "principio delle 5E": Efficiency, Energy saving, Enabling,

Economical, and Environmental friendliness. Di conseguenza, la combinazione della tecnica di reticolazione a UV insieme ai materiali bio fornisce una soluzione "doppiamente verde" per l'industria.

Uno studio condotto dai ricercatori dell'Università del Nord Dakota ha esplorato l'utilizzo di un olio di semi di cotone per lo sviluppo di resine polimeriche bio reticolabili a UV. Dal momento che la composizione dell'acido grasso dell'olio di semi di cotone è molto diversa da quella dell'olio di semi di soia, i prodotti ricavati da questo olio possono essere vantaggiosi in applicazioni completamente diverse.

La combinazione dell'olio di semi di cotone come materia prima con il processo agli ultravioletti (UV) come tecnologia di reticolazione presentata nel loro lavoro di ricerca, fornisce una soluzione alternativa "più verde" ai problemi a cui l'industria fa fronte.

L'olio di semi di cotone acrilato-epossidato (AECO) è stato sintetizzato mediante epossidazione dell'olio di semi di cotone mediante tecnica dell'acido peracetico, seguito dall'acrilazione dell'olio epossidato con l'ausilio dell'acido acrilico. Questa resina polimerica è stata poi utilizzata come componente principale delle formulazioni e trasformata in un reticolo mediante fotopolimerizzazione.

Per ottenere le proprietà meccaniche desiderate dei film a base di olio vegetale, nella formulazione sono stati aggiunti separatamente due diluenti reattivi, 1,6 esandiolodiacyrato e il trimetilolpropano triacrilato, in differenti rapporti di peso. Sono state poi valutate le proprietà dei rivestimenti e la loro stabilità termo-meccanica. Inoltre, è stato valutato l'uso industriale potenziale di AECO comparando la resina AECO con un prodotto esistente, disponibile in commercio. In generale, i risultati hanno messo in luce la superiore flessibilità dei materiali a base di AECO rispetto a quelli di origine fossile, vantaggiosi per molte applicazioni, fra cui, ma non solo, quelle su substrati di legno, circuiti stampati elettronici e prodotti cartacei. Lo studio è giunto alla conclusione che le resine funzionalizzate ricavate dall'olio di semi di cotone possono rappresentare un'alternativa competitiva e sostenibile a fronte della rapida crescita dell'uso di materiali reticolabili a UV di origine naturale.