

Author/Autore
Wayne Hicks
NREL

(National Renewable Energy Laboratory)

Resin made from biomass enables chemical recycling at end of useful lifespan

Researchers at the U.S. Department of Energy's National Renewable Energy Laboratory (NREL) see a realistic path forward to the manufacture of bio-derivable wind blades that can be chemically recycled and the components reused, ending the practice of old blades winding up in landfills at the end of their useful life.

The new resin, which is made of materials produced using bio-derivable resources, performs on par with the current industry standard of blades made from a thermoset resin and outperforms certain thermoplastic resins intended to be recyclable. The researchers built a prototype 9 meter blade to demonstrate the manufacturability of an NREL-developed biomass-derivable resin nicknamed Pecan. The acronym stands for PolyEster Covalently Adaptable Network, and the manufacturing process dovetails with current methods. Under existing technology, wind blades last about 20 years, and afterward they can be mechanically recycled such as shredded for use as concrete filler.

The chemical recycling process allows the components of the blades to be recaptured and reused again and again, allowing the remanufacture of the same product, according to Ryan Clarke, a postdoctoral researcher at NREL. "It is truly a limitless approach if it's done right".

He said the chemical process was able to completely break down the prototype blade in six hours.

The researchers demonstrated an end-of-life strategy for the Pecan blades and proposed recovery and reuse strategies for each component.

Le resine derivate dalla biomassa permettono il riciclo chimico al termine della loro vita utile

I ricercatori del dipartimento US di Energy's National Renewable Energy Laboratory (NREL), considerano percorribile il percorso verso la produzione di pale eoliche di derivazione bio che possano essere riciclate chimicamente riutilizzandone i componenti e mettendo così fine alla pratica comune di mandare le pale eoliche in discarica al termine della loro vita utile.

La nuova resina, realizzata con materiali prodotti con risorse bio, agisce secondo lo standard dell'industria moderna di pale realizzate con resina termoindurente e supera in prestazione alcune resine termoplastiche che vengono poi riciclate.

I ricercatori hanno realizzato un prototipo di pala di 9 metri per dimostrare la producibilità di una resina derivata dalla biomassa sviluppata da NREL, denominata Pecan. L'acronimo sta per Poliesteri Covalenti a Rete Adattabile e il processo produttivo è pienamente in linea con le tecniche attuali. Con la tecnologia esistente, le pale eoliche durano circa 20 anni e in seguito possono essere riciclate meccanicamente, frantumandole per l'uso come riempitivo per calcestruzzo.

Il processo di riciclo chimico consente ai componenti delle pale di essere recuperati e riutilizzati più volte e consente di realizzare più volte lo stesso prodotto, come afferma Ryan Clarke, ricercatore post-dottorato di NREL. "È una tecnica che non ha veramente limiti se attuata correttamente". Ha spiegato che il processo chimico ha sezionato interamente il prototipo di pala in sei ore e i ricercatori hanno dimostrato una strategia del termine della vita utile per le pale Pecan proponendo tecniche di recupero e di riutilizzo per ogni componente.



Photo shows small cubes of the PolyEster Covalently Adaptable Network (PECAN) resin. (Photo by Werner Slocum/NREL)

Piccoli cubi della resina Poliestere Covalente a Rete Adattabile (PECAN). (Foto di Werner Slocum/NREL)

“The Pecan method for developing recyclable wind turbine blades is a critically important step in our efforts to foster a circular economy for energy materials”, said Johny Green, NREL’s associate laboratory director for Mechanical and Thermal Engineering Sciences.

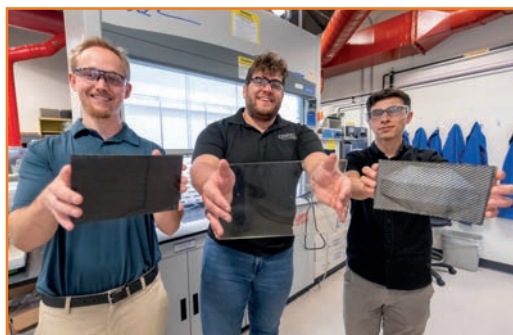
The research into the Pecan resin began with the end. The scientists wanted to make a wind blade that could be recyclable and began experimenting with what feedstock they could use to achieve that goal. The resin they developed using bio-derivable sugars provided a counterpoint to the conventional notion that a blade designed to be recyclable will not perform as well.

“Just because something is bio-derivable or recyclable does not mean it's going to be worse”, said Nic Rorer, senior researcher in the biomaterials development and polymer engineering group at NREL. He said one concern others have had about these types of materials is that the blade would be subject to greater 'creep', which is when the blade loses its shape and deforms over time. “It really challenges this evolving notion in the field of polymer science, that you can't use recyclable materials because they will underperform or creep too much”.

Composites made from this resin held their shape, withstood accelerated weatherization validation, and could be made within a timeframe similar to the existing cure cycle for how wind turbine blades are currently manufactured.

“Nine meters is a scale that we were able to demonstrate all of the same manufacturing processes that would be used at the 60, 80, 100 meter blade scale”, said Robynne Murray, research Engineer at NREL.

The U.S. Department of Energy jointly funded the research through its Advanced Materials and Manufacturing Technologies Office and Bioenergy Technologies Office and their support of the BOTTLE Consortium. Additional research and funding will allow the investigators to build larger blades and to explore more bio-derived formulations.



Researchers at the National Renewable Energy Laboratory (NREL) hold up samples of the PolyEster Covalently Adaptable Network (PECAN) resin. From left to right: Erik Rognerud, research technician, Nic Rorer, senior researcher, and Jason DesVeaux, researcher (Photo by Werner Slocum / NREL)

I ricercatori di NREL mostrano i campioni della resina Poliestere Covalente a Rete Adattabile (PECAN). Da sinistra a destra: Erik Rognerud, ricercatore tecnico, Nic Rorer, ricercatore senior e Jason DesVeaux, ricercatore (Foto di Werner Slocum/NREL)

Il metodo Pecan per lo sviluppo di pale eoliche riciclabili è un processo particolarmente importante nel promuovere l'economia circolare per i materiali energetici”, ha affermato Johny Green, Direttore Associato del laboratorio NREL per le Scienze relative all'Ingegneria Meccanica e Termica.

Le ricerche attuate sulla resina Pecan hanno avuto un inizio e una finalità. Gli scienziati volevano realizzare una pala eolica che potesse essere riciclabile e hanno iniziato a compiere esperimenti sulle materie prime utilizzabili per raggiungere questo obiettivo. La resina che hanno messo a punto utilizzando zuccheri bioderivati ha contraddetto la credenza comune che una pala sviluppata in modo tale da poter essere riciclabile non offre una prestazione accettabile.

“Il fatto che un oggetto sia di origini bio o riciclabile non significa che andrà a peggiorare con il tempo”, ha commentato Nic Rorer, ricercatore senior del gruppo che si occupa dello sviluppo dei biomateriali e di ingegneria dei polimeri presso NREL. Ha poi aggiunto che quel che preoccupa di questa tipologia di materiali è che la pala sarebbe soggetta a 'deformazioni' superiori, perdendo la propria forma in modo permanente.

“È veramente una sfida nel mondo della scienza dei polimeri continuare a credere che non sia possibile usare materiali riciclabili perché rischiano di perdere la loro funzionalità o che potrebbero deformarsi”.

I compositi ricavati da questa resina mantengono integra la loro forma, resistono alle prove di resistenza alle intemperie

e possono essere prodotti in un arco temporale simile a quello dei cicli di reticolazione esistenti dell'attuale produzione delle pale delle turbine eoliche.

“Nove metri è una scala numerica che siamo riusciti a dimostrare nei processi di produzione che verrebbero attuati su una scala di 60, 80, 100 metri di lunghezza di una pala”, ha affermato Robynne Murray, ricercatore di NREL.

Il Ministero dell'Energia U.S. ha finanziato la ricerca tramite l'Advanced Materials and Manufacturing Technologies Office e il Bioenergy Technologies Office con il supporto del Consorzio BOTTLE. Le ulteriori attività di ricerca e di finanziamento consentiranno ai ricercatori di costruire pale di dimensioni superiori e di esplorare un numero maggiore di formulazioni bio.