

Michael Richter

FRAUNHOFER INSTITUTE FOR INTERFACIAL ENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY IGB

🇬🇧 Keratin from feathers for the use in adhesives production

🇮🇹 La cheratina ricavata dalle piume per la produzione degli adesivi

Adhesives is a growing sector and adhesives producers are always focusing on products innovation, reducing environmental impact of production processes and improving sustainable performances. Nowadays, one of the main topics of the industry is trying to leave fossil raw materials in formulations replacing them with new sources. Industry sees the rise of demand for greener products, as also regulations are pushing the industry to leave some chemicals in formulations.

Sustainability is a megatrend that will continue to gain steam and manufacturers will only be successful if they will be able to manage different resources and bio based raw materials, adopting new manufacturing methods.

Researchers at Fraunhofer have developed a process to utilize keratin for this purpose. This highly versatile protein compound can be found, for instance, in chicken feathers. Not only can it be used to manufacture a host of different adhesives for a variety of applications, but the processes and end products are also sustainable and follow the basic principles underlying a bioinspired circular economy. The project, developed together with Henkel AG & Co. KGaA, addresses a billion-dollar market. Experts in the world recognize more than 1,000 different types of adhesives. These can bond almost every imaginable material to another. Adhesives weigh very little and so lend themselves to lightweight design.

The Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and

Quello degli adesivi è un settore in crescita e tutti i produttori di adesivi si concentrano sempre sull'innovazione dei prodotti per ridurre l'impatto esercitato sull'ambiente dai processi di produzione e per migliorare le prestazioni sostenibili. Allo stato attuale, una delle principali tematiche affrontate dall'industria è la transizione dalle materie prime fossili alle nuove risorse nelle formulazioni.

L'industria è consapevole della domanda in crescita di prodotti più ecologici anche a seguito delle pressioni normative per eliminare alcuni prodotti chimici dalle formulazioni.

La sostenibilità è la megatendenza che si affermerà sempre di più, al punto che i produttori avranno successo solo se saranno

in grado di gestire risorse differenti e materie prime bio, adottando nuove tecniche di produzione.

I ricercatori di Fraunhofer, a questo proposito, hanno messo a punto un processo che utilizza la cheratina. Questo versatile composto proteico si trova, ad esempio, nelle piume dei polli e può essere utilizzato non soltanto per produrre una serie di differenti adesivi per varie applicazioni, ma i processi e i prodotti finiti risultano essere sostenibili e conformi ai principi basilari dell'economia circolare basata sull'uso di materiali bio. Il progetto, che è stato sviluppato insieme ad Henkel AG & Co. KGaA, si rivolge a un mercato che ha un valore

di miliardi di dollari. Esperti internazionali hanno individuato più di 1.000 tipologie differenti di adesivi che possono legare quasi tutti i materiali fra loro. Il peso degli adesivi è minimo e quindi si prestano a progettazioni basate su un peso molto ridotto.

Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology IGB ha adottato recentemente un nuovo approccio rivolto



Fig. 1 - Feathers contain keratin, a structural protein insoluble in water that can be used to manufacture adhesives
Le piume contengono cheratina, una proteina strutturale insolubile in acqua che può essere usata per produrre adesivi

Biotechnology IGB has recently adopted a new approach for the industry, using feathers as a base material instead of petroleum. Feathers are a by-product of poultry meat production. They are destroyed or mixed into animal feed. But feathers are far too valuable to go to waste because they contain the structural protein keratin. This biopolymer is found in animals and makes up talons, claws, hooves or feathers. Its fibrous structure is extremely strong.

In order to make waste feathers usable, the keratin polymers are enzymatically hydrolyzed into short-chain, soluble oligomers. These can then be processed further to make adhesives and other specialty chemicals

WHY KERATIN IS PERFECT FOR MANUFACTURING ADHESIVES

Keratin is a biodegradable and thus eco-friendly material whose structure has specific properties that make it particularly suitable for the manufacture of adhesives. Keratin's polymer structure, i.e., its very long-chain molecules, as well as its ability to undergo cross-linking reactions predestine it for the manufacture of various adhesives. "The properties required for adhesives are to some extent already inherent in the base material and only need to be unlocked, modified and activated", explains project manager Dr. Michael Richter.

PLATFORM CHEMICAL AND SPECIALTY ADHESIVES

Over the past three years, Fraunhofer IGB has been working with Henkel AG & Co. KGaA on the KERAbond project: "Specialty chemicals from customized functional keratin proteins" — Kera being short for keratin, combined with the English word bond. Henkel is a global market leader in the adhesives sector. The partners in the project have recently developed and refined a new process. In the first stage, feathers received from the slaughterhouse are sterilized, washed and mechanically shredded. Next, an enzyme process splits the long-chain biopolymers or protein chains into short-chain polymers by means of hydrolysis. The output product is a platform chemical that can serve as a base material for further development of specially formulated adhesives. "We use the process and the platform chemical as a 'toolbox' to integrate bio-enhanced properties into the end product", says Richter. This means parameters can be specified for the target

all'industria utilizzando le piume come materiale di base al posto del petrolio. Le piume sono un sottoprodotto della produzione della carne del pollame. Esse vengono distrutte o mischiate nel mangime per il bestiame. Eppure, le piume sono un materiale troppo valido per essere considerate solo uno scarto, perché contengono la cheratina come proteina strutturale. Questo biopolimero è presente negli artigli, zoccoli e piumaggio degli animali e la sua struttura fibrosa è molto resistente.

Per rendere utilizzabili le piume, i polimeri della cheratina vengono idrolizzati con enzimi per formare oligomeri solubili a catena corta e possono essere ulteriormente trattati per realizzare adesivi e altri prodotti chimici di specialità.

IL MOTIVO PER CUI LA CHERATINA È PERFETTA PER LA PRODUZIONE DI ADESIVI

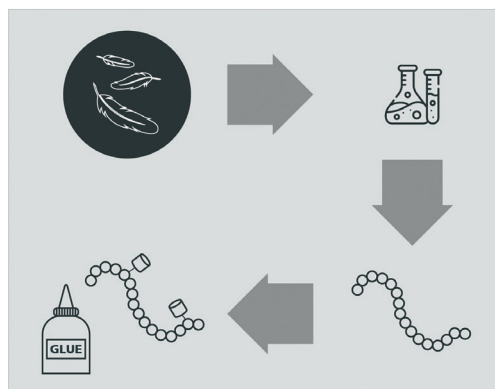
La cheratina è biodegradabile e quindi è un materiale ecocompatibile la cui struttura ha proprietà specifiche che la rendono particolarmente adatta alla produzione di

adesivi. La struttura del polimero della cheratina, vale a dire le molecole a catena lunga che la caratterizzano così come la funzionalità di reazioni di reticolazione la rendono ideale per la produzione di vari adesivi. "Le proprietà richieste dagli adesivi sono già in un certo senso intrinseche del materiale di base e devono solo essere liberate, modificate e attivate", come ha spiegato il responsabile del progetto Dr. Michael Richter.

PIATTAFORMA CHIMICA E ADESIVI DI SPECIALITÀ

Fraunhofer IGB coopera da tre anni con Henkel AG & Co. KGaA al progetto KERAbond: "I prodotti chimici di specialità ricavati dalle proteine funzionali della cheratina personalizzate" — Kera l'abbreviazione di cheratina, abbinata al termine inglese bond (legame). Henkel è leader globale nel mondo nel settore degli adesivi. I partner del progetto hanno sviluppato e raffinato recentemente un nuovo processo. Nella prima fase, le piume provenienti dal macello vengono sterilizzate, lavate e triturate meccanicamente, e nella seconda fase, un processo enzimatico divide i biopolimeri a catena lunga o catene proteiche in polimeri a catena corta mediante idrolisi.

Il prodotto risultante è una piattaforma chimica che serve da materiale di base per l'ulteriore sviluppo di adesivi specificatamente formulati. "Utilizziamo questo processo e la piattaforma chimica come 'scatola degli attrezzi' al fine di integrare proprietà bio avanzate nel prodotto finale", ha commentato Richter. Ciò significa che i parametri possono essere specificati per l'adesivo che si intende ottenere, ad esempio i tempi di reticolazione, l'elasticità, le proprietà



special adhesive such as curing time, elasticity, thermal properties or strength. Also, it's not just adhesives that are easy to manufacture but also related substances such as hardeners, coatings or primers.

In the next stage, the Fraunhofer team set about converting the feathers on a large scale. Ramping up the process fell to the Fraunhofer Center for Chemical-Biotechnological Processes CBP in Leuna. The aim was to prove that the keratin-based platform chemicals can also be manufactured cost-efficiently on an industrial scale. This involved processing several kilograms of chicken feathers, with the material produced being used for promising initial material trials at Fraunhofer IGB and Henkel.

FOUNDATIONS OF A BIOINSPIRED ECONOMY

This bioinspired process is of particular significance for the Fraunhofer-Gesellschaft. This is not just because it involves biodegradable raw materials or particularly efficient manufacturing methods. Biotechnology is in fact one of the main fields of research for the Fraunhofer-Gesellschaft. Richter explains the underlying concept: "We draw our inspiration from functionality or properties that already exist in nature or in natural raw materials. And we attempt to translate these properties into products through innovative manufacturing methods. This generates a bioinspired cycle for valuable raw materials".

Fraunhofer IGB has been active in all aspects of the bioeconomy for some years and has developed exclusive expertise when it comes to keratin, for example. Which is why chemicals company Henkel approached Fraunhofer IGB for this project.

The scientific output is also on point: A patent application has been filed for the new process. This new keratin-based technology will allow a host of platform chemicals to be produced in a sustainable, bioinspired way. The KERAbond project has been funded and supported over the past three years by Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) in Gülzow on behalf of the Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) under the Renewable Resources Funding funding program (grant number 22014218).

termiche o la tenacità. Inoltre, non sono solo gli adesivi ad essere prodotti in modo semplice, ma anche sostanze correlate quali gli indurenti, i rivestimenti o i primer.

Nella fase successiva, il team Fraunhofer inizia a convertire le piume su larga scala. Proseguendo nelle sue fasi di sviluppo il processo è stato dirottato nel Fraunhofer Center for Chemical-Biotechnological Processes CBP di Leuna. Lo scopo era quello di dimostrare che i prodotti chimici a base di cheratina possono essere realizzati anche a costi contenuti su scala industriale e sono stati trattati diversi chilogrammi di piume di polli utilizzando il materiale ottenuto per eseguire prove iniziali al Fraunhofer IGB e Henkel.

I FONDAMENTI DELL'ECONOMIA SOSTENIBILE

Il processo basato sull'utilizzo di materiali bio riveste una particolare importanza per Fraunhofer-Gesellschaft, non solo perché si affida a materie prime biodegradabili o a tecniche di produzione particolarmente efficienti; la biotecnologia, infatti, rappresenta uno dei principali campi di ricerca

per Fraunhofer-Gesellschaft. Richter ha spiegato questo concetto basilare: "Traiamo ispirazione da funzionalità o proprietà che esistono già in natura o nelle materie prime naturali e tentiamo di trasferire queste proprietà nei prodotti grazie a metodi di produzione innovativi. In questo modo diamo vita a un ciclo bio per materie prime molto valide".

Fraunhofer IGB è attiva da qualche anno in tutti gli aspetti della bioeconomia e ha maturato un'esperienza esclusiva nel campo della cheratina, ad esempio. Questo è il motivo per cui l'industria chimica Henkel si è unita a Fraunhofer IGB per intraprendere questo progetto.

Anche i risultati scientifici sono a un buon punto: per il nuovo processo è stata depositata una domanda di brevetto. Questa nuova tecnologia basata sull'utilizzo della cheratina consentirà di produrre molti materiali chimici in modo sostenibile ed ecologico.

Il progetto KERAbond è stato finanziato e supportato nel corso di questi ultimi

tre anni da Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) di Gülzow per conto del Ministero Federale per i Prodotti alimentari e per l'Agricoltura (BMEL) in base al programma di Finanziamento delle Risorse Rinnovabili (numero di concessione 22014218).



Fig. 2 - The process was scaled up at Fraunhofer CBP, where several kilograms of chicken feathers were processed. The process has been developed on a large scale at Fraunhofer CBP, treating several kilograms of chicken feathers.