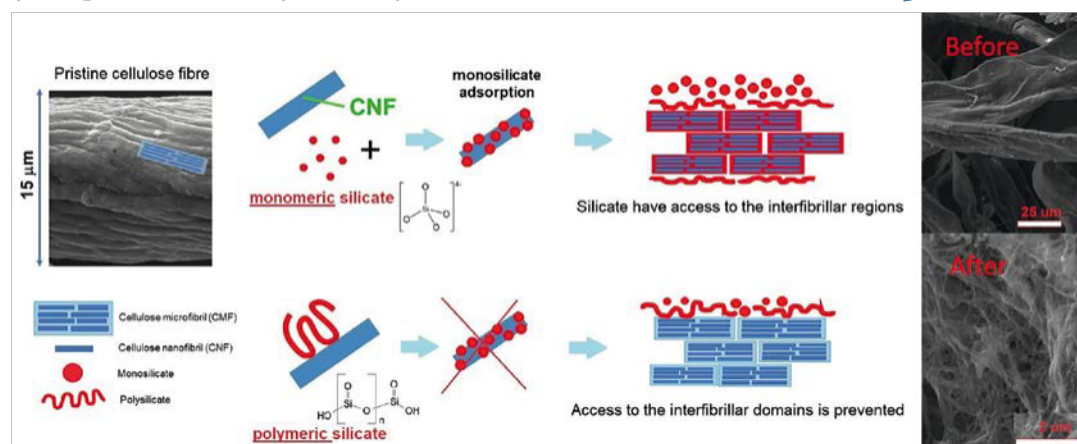


# Nový spôsob výroby nanofibrilovanej celulózy



Porovnanie procesov adsorpcie kremičitanu v interfibrilárnych oblastiach (archív pôvodcov).

(hore) Adsorpcia silikátu v interfibrilárnych oblastiach iniciovaná monomérnymi a oligomérnymi druhmi, prvý zásadný krok umožňujúci dekonštrukciu celulózovej nadstavby.

(dole) Polysilikátová adsorpcia vyskytujúca sa v blízkosti povrchu vlákien. (vpravo) Morfológia celulózy pred (hore) a po (dole) procese.

Cellulóza je hierarchický materiál, v ktorom je každé makrovlákno celulózy zložené z menších vlákien alebo mikrovlákien. Tie sa zase skladajú z menších entít, definovaných ako elementárne nanovlákná s nanometrickou veľkosťou (CNFs-cellulose nanofibres). Každý CNF je zase zväzok paralelných reťazcov na báze anhydroglukózy. CNF je mimoriadne prítlačlivý materiál vďaka kombinácii niekoľkých vynikajúcich vlastností, ako je jeho obnoviteľnosť a udržateľnosť, biologická odbúrateľnosť, vysoká pevnosť a tuhosť, ľahký; vysoký povrch, transparentnosť (nanocelulózové filmy môžu byť transparentné), všestrannosť pre rôzne aplikácie, dobré bariérové vlastnosti proti plynom, kompatibilita s inými materiálmi. Separácia a izolácia jednotlivých nanovláknien od bežnej makrocelulózy je však netriviálna úloha, pretože medzi každým vláknom sú silné sily, ktoré ich držia naskladané proti sebe. V závislosti od spôsobu výroby nanocelulózy môžu byť typmi nanocelulózy celulózové nanovlákná (CNF) alebo celulózové nanokryštály (CNCs-cellulose nanocrystals). Uvedený spôsob rieši nedostatky súčasných techník, vrátane výrobných nákladov, spotreby energie, ekologickej udržateľnosti, efektívnosti a škálovania procesu veľmi dôležitých pre priemyselnú výrobu. Okrem toho metóda ponúka efektívne, lacné a ekologické riešenie na dlhodobé skladovanie nanofibrilovanej celulózy. V súčasnosti sú známe spôsoby mechanického štiepenia celulózy na celulózové mikro- a nanovlákná, medzi ktoré patrí vysokotlaková homogenizácia (upchávanie vlákien), mikrofluidizácia, guľové frézovanie, brúsenie, kryodrvnenie. Enzymatická predbežná úprava sa všeobecne aplikuje pred mechanickou, aby sa znížila inter-

fibrilárna interakcia a uľahčila separácia CNF. Navrhovaný nový spôsob poskytuje lacný a ekologický spôsob výroby nanofibrilovanej celulózy s vysokým výťažkom, bez potreby akejkoľvek enzymatickej predbežnej úpravy.

## Nové riešenie

Tím pôvodcov z Centra pre využitie pokročilých materiálov SAV, v. v. i. a z Ústavu fyziky materiálu Akadémie vied Českej republiky si stanovil cieľ navrhnúť nový spôsob výroby nanofibrilovanej celulózy, ktorý vyrába nanofibrilovanú celulózu mechanickým rozpadom celulózy (mikro alebo makro) z akéhokoľvek zdroja (čistá celulóza, regenerovaná celulóza, bavlna, papier, recyklovaný papier atď.). Metóda využíva polotuhé médium na vodnej báze zložené z kremičitanu sodného, v ktorom sú dispergované prekursori celulózy, a stroje (ako sú kladivá, dierovače, rýchlohydraulické lisy atď.) schopné poskytnúť silnú vysokorýchlostnú deformáciu masívne láme celulózové reťazce a seká vlákna na nanometrickú veľkosť. Sodno-silikátové médium je lacné, netoxické a ľahko odstrániteľné, okrem toho je vysoko účinným úložným médium, ktoré udržuje nanovlákná defibrilované, zabraňuje akémukoľvek ukladaniu nanofibrilovanej celulózy po spracovaní a chráni nanovlákná pred degradáciou (napríklad bakteriálna a plesňová degradácia).

## Výhody nového riešenia

Predstavený nový spôsob výroby nanofibrilovanej celulózy sa vyznačuje predovšetkým nasledujúcimi konkurenčnými výhodami:

- je nízkonákladový, keďže syntéza plne recyklovateľného vodného skla pozostáva z lacných vstupných materiálov,
- ľahko sa reprodukuje a nevyžaduje drahé a sofistikované stroje,

- využíva sa vodné médium, a preto je ekologické a netoxické,
- je efektívna a na výrobu nanofibrilovanej celulózy a nevyžaduje dlhý čas spracovania a/alebo predúprav,
- vysoká kvalita a čistota vyrobenej nanofibrilovanej celulózy, keďže vodné médium je ľahko umývateľné,
- škálovateľná a vhodná na hromadnú výrobu, keďže za jeden deň možno vyrobiť až niekoľko kg produktu,
- všestranná a flexibilná, keďže médium vodného skla možno použiť na skladovanie alebo ďalšiu syntézu nanokompozitu,
- médium je zároveň úložným médium na konzerváciu defibrilovanej nanocelulózy a
- poskytuje rovnakú kvalitu konečného produktu s menšou spotrebou energie a pod atmosférickým tlakom.

## Hľadá sa partner

Nový spôsob je možné použiť v rôznych oblastiach nanomateriálov, najmä techník syntézy, výroby, spracovania a skladovania nanofibrilovanej celulózy, ako aj mechanických techník výroby nanocelulózy.

Nanocelulóza pripravená navrhovaným spôsobom výroby je vhodná na ďalší vývoj nanokompozitov pre rôzne aplikácie, najmä keramických, kovových a polymérnych nanokompozitov.

Predstavený nový spôsob výroby nanofibrilovanej celulózy je predmetom medzinárodnej patentovej prihlášky PCT/SK2024/050005.

Slovenská akadémia vied a Akadémia vied Českej republiky hľadajú priemyselných partnerov pre licencovanie/predaj daného riešenia.

KTT SAV a tím pôvodcov  
www.ktt.sav.sk