

CHITINA E LIGNINA

Polimeri di supporto per la rigenerazione dei tessuti



Bitratto di Madame Récamier,
1800, Jacques-Louis David

Lignina e chitina sono polimeri naturali biodegradabili utilizzati come biomateriali che risultano estremamente interessanti e promettenti per l'applicazione nell'industria cosmetica e biomedicale. Aumentano l'efficienza dei principi attivi, ne migliorano la funzionalità e soprattutto la biodisponibilità, in modo che sia garantito il raggiungimento del risultato clinico prefissato.

***Morganti P.**
****Febo P.**
*****Cardillo A.**
*****Cardillo M.**

Introduzione

I polimeri naturali biodegradabili rappresentano una classe di biomateriali molto utilizzati ai nostri giorni per applicazioni cosmetiche e biomedicali, come nanovettori o tessuti ingegnerizzati. Per le loro interessanti proprietà gli scienziati sono stati incoraggiati a utilizzare questi vettori anche per la somministrazione di farmaci. Infatti, questi polimeri aumentano l'efficienza

degli ingredienti attivi, migliorandone funzionalità e biodisponibilità, con lo scopo di raggiungere il risultato clinico voluto. Tra gli esempi dei nanovettori più utilizzati e descritti da diversi lavori scientifici si possono annoverare liposomi, nanocellulosa, polilatta-

ti, chitosano, chitina e altri polimeri organizzati come particelle o fibre micro e nano-strutturate (Fig. 1) (2-7).

Le fibre polimeriche naturali sono utilizzate per realizzare materiali biocompositi utili per la produzione di vettori e matrici di sicuro interesse scientifico.

Attraverso la giusta combinazione di una matrice polimerica e una fibra naturale, denominata filler e utilizzata per rinforzarne la struttura, si possono produrre materiali compositi con proprietà innovative.

I biocompositi sono rinforzati

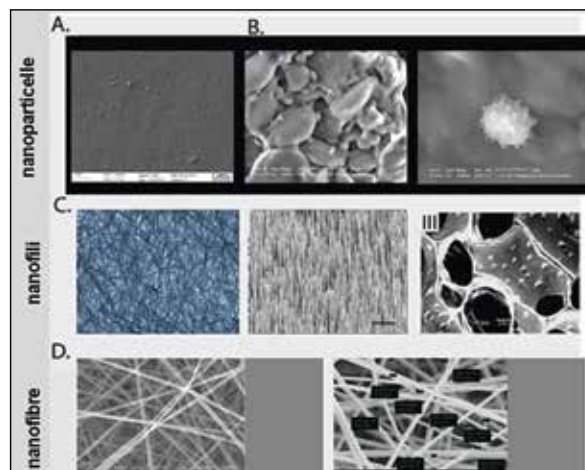


Fig. 1 Nanoparticelle, nanofili e nanofibre.

con lo scopo principale di migliorare o modificare le proprietà basilari del polimero, variando così le proprietà meccaniche, termiche, ottiche o elettriche delle matrici dentro cui vengono incorporati i filler, a una concentrazione dall'1% al 10% (8). Naturalmente si cerca anche di ottenere un biomateriale che sia biocompatibile, biomimetico, non tossico e non immunogenico, per essere così utilizzato nel settore biomedicale (9). Proprio per questo uso i biocompositi, realizzati per ingegnerizzare e produrre i tessuti di suo medico, dovrebbero facilitare l'adesione, la crescita e la migrazione delle cellule *in vivo* (10-11), oltre a essere prodotti con materiali biodegradabili a tempi diversi. Infatti, una lenta biodegradazione dei materiali è sempre da preferire per un impianto a lungo termine, mentre una rapida biodegradazione è fondamentale per il giusto rimodellamento del tessuto da riparare, nel breve periodo (10-12). Per migliorare la differenziazione e la proliferazione delle cellule è, comunque, buona norma utilizzare tessuti polimerici aventi la stessa struttura della matrice extracellulare cutanea (ECM) (13). Per tutte queste considerazioni, la tecnologia insita nella produzione e uso di nanoparticelle può essere di aiuto sia per massimizzare l'efficacia terapeutica, che per ridurre al minimo gli eventuali effetti collaterali indesiderati, provocati dai polimeri che vengono utilizzati come sistema-di-controllo per il rilascio e la biodisponibilità dell'ingrediente attivo selezionato (14,15). Il sistema di rilascio o veicolo viene, infatti, selezionato per trasportare una vasta gamma di principi attivi attraverso gli strati dell'epidermide, mantenendoli nel sito di azione, nel tempo richiesto e nel giusto dosaggio (16,17).

Il veicolo quindi, deve mirare a (a) facilitare il trasporto degli ingredienti attivi, aumentandone la loro efficacia e riducendone i possibili effetti tossici collaterali; (b) massimizzare il tempo di contatto con la pelle, riducendo al minimo l'assorbimento transdermico; e (c) rilasciare i principi attivi nei siti progettati. Lo scopo di queste nanostrutture polimeriche è di favorire un maggiore contatto con lo strato corneo, cercando anche di aumentare la quantità di ingredienti attivi incorporati, in grado di raggiungere il sito di azione (Fig. 2) (17). Da queste

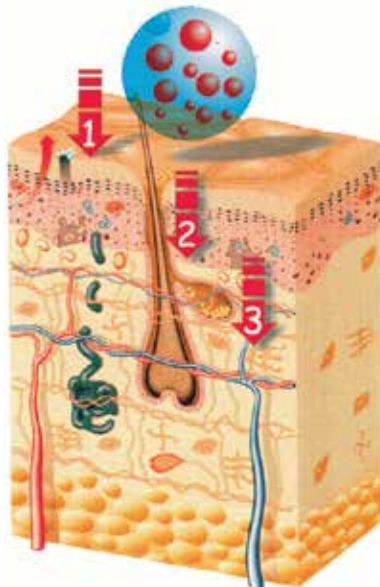


Fig. 2. Il raggiungimento del sito di azione dipende dalla grandezza delle particelle, dalla loro carica elettrica superficiale e da altre caratteristiche chimico fisiche.

considerazioni nasce la necessità di progettare i giusti protocolli necessari per (a) caratterizzare la dimensione e la morfologia delle nanoparticelle e delle fibre, (b) raggiungere la corretta nano-incapsulazione dei principi attivi e la loro inclusione nelle nanoparticelle, nel polimero, nella fibra, e nel tessuto, tenendo conto della stabilità dell'intero sistema e della sua capacità di caricare e rilasciare gli attivi in modo corretto.

Nanofibrille di chitina e nano-lignina

Da un lato la chitina, come materiale di supporto dell'esoscheletro di crostacei e insetti, oltre che delle pareti cellulari dei funghi (Fig. 3), è un sottoprodotto del-

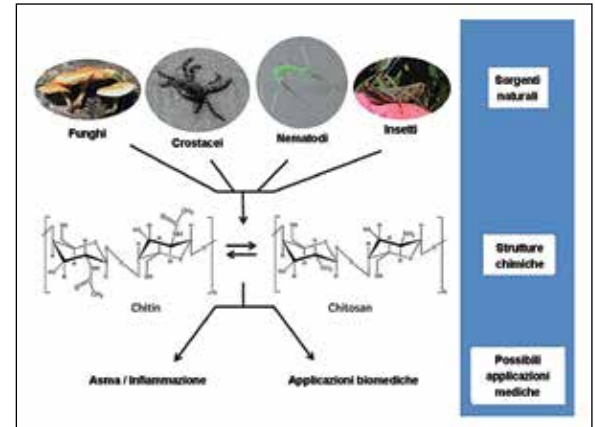


Fig. 3. La chitina rappresenta il materiale che protegge la struttura cellulare di insetti crostacei e funghi.

la lavorazione dell'industria dei crostacei e rappresenta il secondo più abbondante polisaccaride naturale dopo la cellulosa (18). Dall'altro lato la lignina (Fig. 4),

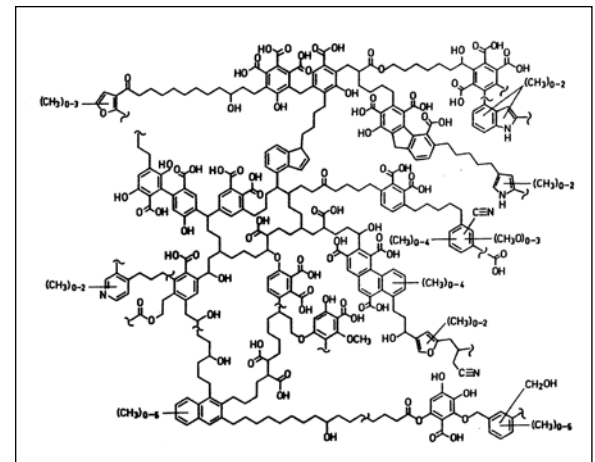


Fig. 4. Struttura della lignina

come secondo elemento fondamentale di struttura e sostegno delle cellule vegetali, rappresenta un interessante sottoprodotto recuperabile dalla fabbricazione della carta e dalla produzione di

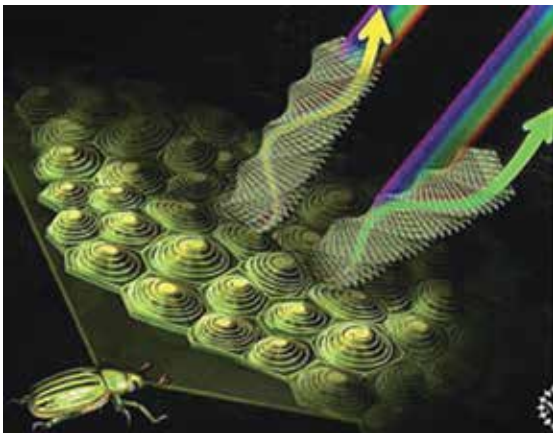


Fig. 5. Struttura organizzata delle nanofibrille di chitina.

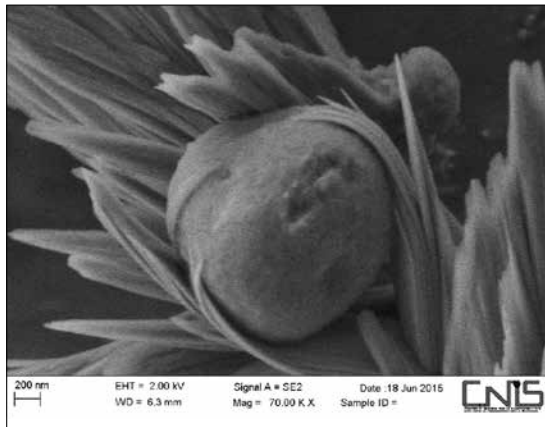


Fig. 6. Micro/nanoparticelle di lignina ricoperte di un leggero strato di polietilenglicol. Foto al SEM.

etanolo ricavato dalla biomassa ligno-cellulosica (19,20). Purtroppo sia la chitina che la lignina sono polimeri che, utilizzati principalmente per produrre combustibile, sono poco usati per produrre oggetti a maggiore valore aggiunto, anche se come materiale di scarto sono reperibili nella notevole quantità di circa 300 mi-

liardi di tonnellate/anno (21). Comunque, è interessante sottolineare come la chitina, polisaccaride rinnovabile composto da una porzione cristallina e un'altra amorfa, abbia dimostrato di essere un candidato interessante da utilizzare come nanofiller (22). La porzione cristallina, infatti, caratterizzata per il suo alto modulo e per la sua particolare reattività come polimero elettropositivo, può essere rimossa e isolata dalla porzione amorfa, isolandola mediante una nuova tecnologia brevettata (23). Da parte loro, questi nanocristalli di chitina, rivestono un alto interesse industriale, legato anche alla loro funzione protettiva. Infatti, conosciuti anche come nanofibrille di chitina (CNs), questi cristalli naturali sono utilizzati dagli organismi viventi come materiale di supporto, per la loro capacità di formare strutture microfibrillari sia nelle piante che negli animali. Queste strutture, variabili nella loro organizzazione, sono caratterizzate da dimensioni crescenti che vanno da molecole semplici, a fibrille molto cristalline a grandezza nanometrica, o materiali composti di grandezza micrometrica (Fig. 5)(18, 24).

Allo stesso modo la lignina (LG), solubilizzata in acqua e ricoperta da uno strato sottile di poliglicole ossidato (PEO), può essere facilmente lavorata con lo spray drier

per ottenere micro/nanoparticelle in polvere di colore marrone con una dimensione media di circa 163nm (Fig. 6). Inoltre, mettendo in contatto la nanochitina elettropositiva (CN) con l'elettronegativa nanolignina (LG), è possibile ottenere micro/nanoparticelle che, intrappolando una grande varietà di principi attivi idrofili e/o lipofili, possono essere utilizzate per realizzare prodotti medici innovativi e particolarmente efficaci. In particolare, le nanoparticelle CN-LG (Fig.7) hanno dimostrato di possedere interessanti proprietà antibatteriche e antinfiammatorie (25), utili per realizzare cosmetici innovativi, adatti per pelli sensibili e per risolvere problemi legati all'uso di speciali tessuti per la produzione di pannolini per bambini e per donne.

Chitina

Tornando alle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche della chitina, è stato ipotizzato come questo polisaccaride, naturale e ubiquitario, sia un regolatore dell'immunità innata (26). È utilizzato, infatti, da funghi, granchi e insetti non solo per proteggere le loro strutture dalle difficili condizioni ambientali, ma anche come risposta immunitaria all'attacco di parassiti e agenti patogeni.

L'equilibrio tra la biosintesi e la degradazione della chitina, che ne regola il suo accumulo nelle relative strutture, è mediato dalle chitinasi (cioè endo-Beta-1,4-N-acetilglucosamidasi), enzimi prodotti come risposta immunitaria da parassiti e agenti patogeni ricchi di chitina (27,28).

Mentre il ruolo della chitina e delle chitinasi è stato chiaramente stabilito nel settore delle piante e dell'immunità microbica, come sensore segnale dell'invasione microbica e parassitaria (29), la loro capacità di regolare la funzione delle cellule nei pro-

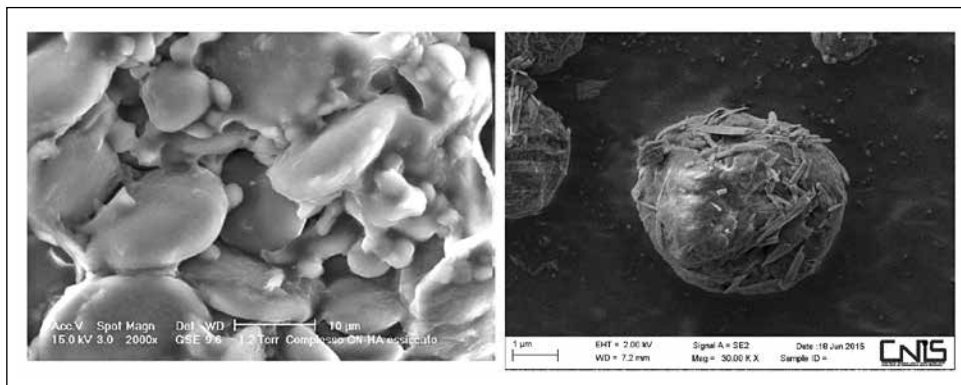


Fig. 7. Complesso chitina-lignina al SEM.

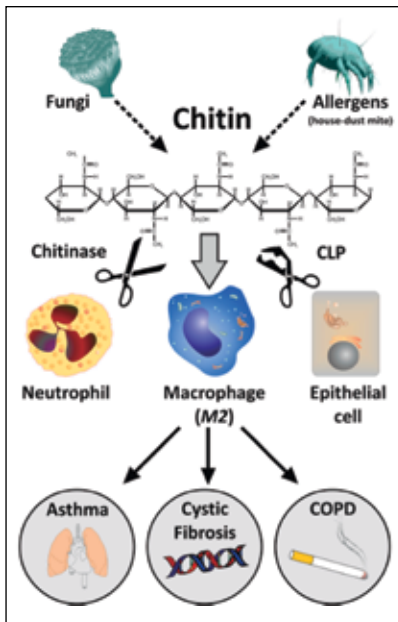


Fig. 8. Presupposto ruolo svolto dalla chitina nelle manifestazioni allergiche. Mack et al., 2015.

cessi infiammatori dei mammiferi e dell'uomo, non è stata ancora completamente chiarita (26-28). Comunque, sembrerebbe che questo polimero possa essere considerato il principale agente in grado di scatenare le allergie ambientali, provocate per esempio, dagli acari della polvere di casa, da alcuni componenti del cibo, dal consumo di crostacei, dai peli di cani e gatti e da alcune spore fungine (30-33) (Fig. 8).

Purtroppo queste allergie vengono troppo spesso mal diagnosticate. Tuttavia, diversi studi dimostrano chiaramente come la chitina e i suoi derivati siano in grado di stimolare le cellule dell'immunità innata, quali macrofagi, basofili ed eosinofili, e di modulare le risposte adottive di tipo I o di tipo 2. Tali risposte sono legate a diversi recettori cellulari di superficie, quali quelli del mannosio presenti sui macrofagi, e i recettori di tipo toll 2 e dectin-1, che mediano le attività cellulari e tissutali con modalità dimensione-dipendente (Fig. 9) (34-36).

A tale proposito, il nostro gruppo ha dimostrato di recente come le nanofibrille di chitina siano in grado di complessare diversi in-

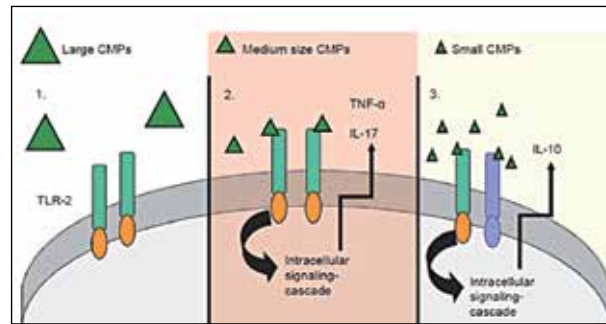


Fig. 9. L'attività pro-infiammatoria o anti-infiammatoria della chitina è legata alla sua dimensione.

gredienti attivi, con la capacità di formare micro/nanoparticelle e polimeri che, inseriti in tessuti senza trama, sono in grado di aumentare, per esempio, l'attività depigmentante e l'efficacia di emulsioni cosmetiche appositamente progettate (Fig.10). Inoltre, le nanofibrille di chitina complessate con nanolignina hanno evidenziato di possedere

un'interessante attività antinfiammatoria e immunomodulante, accelerando l'attività riparativa di cute ustionata (Fig.11) (25,37). A questo proposito, è interessante ricordare come gli enzimi chitotriosidasi, che degradano la chitina e sono prodotti dagli esseri umani come parte delle 18-glicosil-idrolasi, siano espressi e secreti soprattutto da neutrofili e



LAVORAZIONI C/TERZI

Integratori alimentari in capsule, liquidi e liofilizzati

Si eseguono produzioni di piccoli e medi lotti

- Integratori in capsule formato 0
- Integratori liquidi in monodose da 10 e 15 ml
- Integratori con contagocce
- Liquidi e soluzioni in flaconi fino a 1000 ml
- Liofilizzazione in monodose con sigillatura sottovuoto
- Integratori di nostra produzione con possibilità di personalizzazione
- Lavorazione materie prime fornite dal cliente
- Confezionamento finale
- Assistenza per formulazioni personalizzate
- Assistenza per la procedura di notifica ministeriale

TECNO-LIO
L'energia della Vita

Tecno-lio S.r.l.

Via Riviera Berica, 260

36100 Vicenza

Tel.0444530465 - fax.0444532275

E-mail: info@tecno-lio.it

Website: www.tecno-lio.it

Fig.10. Attività depigmentante di una emulsione cosmetica a base del complesso chitina-lignina.



Fig. 11. Attività riparativa esercitata da un tessuto a base di chitina-lignina su cute affetta da ustioni.



macrofagi. Questi particolari chitinasi vengono trasportati nei siti dell'infiammazione e dell'infezione con lo scopo di riparare e rimodellare la struttura del tessuto cutaneo (38-41). Tale comportamento ci fa comprendere come queste proteine siano in grado di svolgere ruoli attivi nella difesa anti-infettiva e nelle risposte immunitarie delle cellule immunocompetenti (28, 42-44), secondo meccanismi riportati anche da nostri studi recenti (25,37). Questi studi, infatti, hanno evidenziato un aumento nel rilascio di defensine cutanee con una contemporanea modulazione delle metallo-proteinasi (25,37). Inoltre, come evidenziato da altri autori, (45) la chitina ha una struttura organizzata secondo un modulo molecolare ripetitivo che, analogo a quello dei recettori di tipo Toll-2, è codificato negli esseri umani dal gene TLR-2 (45). Infatti, i geni TLRs hanno dimostrato di funzionare come sensori capaci di segnalare l'in-

vasione microbica e parassitaria, attraverso una risposta immunitaria, evidenziata dalla cascata infiammatoria indotta dall'attività di questi patogeni (46,47). Recentemente (48), è stato anche evidenziato come la chitina sembra comportarsi come un agente patogeno che, come modello-molecolare (PAMP), sarebbe capace di mediare alcuni effetti cellulari e tissutali, in modo specifico e dipendente dalle proprie dimensioni. Secondo questo schema, i macrofagi verrebbero attivati tramite i geni K TLR-2, che ne regolano sia la funzione che i processi infiammatori acuti. La cascata infiammatoria, che si verifica *in vitro* che *in vivo* attraverso la produzione stimolata di citochine pro- e anti- infiammatorie, sembra essere legata alle diverse dimensioni della chitina. I frammenti di chitina, infatti, hanno dimostrato di esercitare una loro funzione sui macrofagi, agendo da immunomodulanti, con meccanismi che sembrano

dipendere esclusivamente dalla grandezza del polimero (48). La chitina di dimensione media sembra esercitare un'attività pro-infiammatoria, mentre i frammenti di piccole dimensioni (< 40 μm) hanno dimostrato di svolgere una funzione antinfiammatoria, attivando nei macrofagi TNF e IL-10 (Fig. 9). Probabilmente l'efficacia dimostrata dalle nanofibrille di chitina è legata a motivi diversi, quali la loro dimensione pari a 240 x 7 x cinque nm e la struttura molecolare simile all'acido ialuronico. La nanochitina, per esempio, potrebbe essere utilizzata come segnale di allarme dell'avvenuta degradazione (29,49).

È stato così suggerito come questo polimero, riconosciuto da alcuni recettori, sia in grado di innescare l'induzione delle chitinasi, che a loro volta condurrebbero alla formazione delle particelle di piccole dimensioni utilizzate dalla cellula ospite (32). La sua capacità di modulare i processi infiammatori, secondo la propria dimensione, potrebbe rappresentare un principio generale della glicobiologia (32,36,50), dove i frammenti di chitina o di nanochitina potrebbero modulare l'intensità e la cronicità dell'infiammazione locale, regolando di conseguenza anche il fenomeno dell'apoptosi o morte cellulare (51,25).

Lignina

Le lignine, molecole fenoliche molto ramificate, sono prodotti industriali di scarto, che disponibili in grande quantità perché ricavati dalla biomassa vegetale, sono principalmente usati per la produzione di energia (52).

Tuttavia, questo interessante polimero naturale oltre ai gruppi fenolici, contiene nella propria struttura molecolare gruppi, ossidrilici, carbossilici, carbonilici e metossilici. Per queste sue

caratteristiche, la lignina rappresenta un'ottima fonte per la produzione d'interessanti ingredienti attivi con funzione antiossidante, antimicrobica e con proprietà anti mutageniche (53). Comunque, una delle sue proprietà più studiate è quella antiossidante, indotta dai gruppi idrossilici e metossilici che,

funzionando come donatori di protoni, stabilizzano i radicali della struttura di risonanza del chinone (54). Naturalmente, i diversi tipi di lignine possiedono differenti proprietà antiossidante, antimicrobica e di assorbimento degli UV, legate ai diversi metodi di lavorazione, di post-trattamenti e dall'origine delle piante.

Ogni polimero è, comunque, iriconoscibile per il proprio peso molecolare, le caratteristiche fisico-chimiche e la polidispersità, legate tutte alla propria conformazione molecolare (55,56). E questo è il motivo per cui, nella messa a punto delle condizioni di processo, è necessario bilanciare il recupero e la qualità della lignina con le caratteristiche chimico-fisiche degli altri componenti del legno. Questa macromolecola naturale contiene, infatti, vari gruppi fenolici, basati principalmente sulla struttura dell'acido benzoico e dell'acido cinnamico (cioè acidi p-cumarico e ferulici) che le conferiscono le caratteristiche e interessanti proprietà antimicrobiche e antiossidanti (57,58).

Per queste ragioni la lignina, interferendo con i gruppi fenolici agirebbe come stabilizzatrice delle reazioni indotte dall'ossigeno molecolare e dai radicali liberi dell'ossigeno e dell'azoto (ROS e RNS), rallentando l'invecchia-

mento sia dei composti polimerici che dei sistemi biologici. Pertanto, viene ritenuto ingrediente sicuro ed efficace, se utilizzato come antiossidante e/o antimicrobico, essendo anche facilmente biodegradabile e a basso tenore di tossicità (59).

Inoltre, le proprietà antiossidante e protettiva nei confronti dei raggi ultravioletti, unite all'efficacia antibatterica, fanno classificare la lignina come promettente principio verde.

Così, un suo maggiore utilizzo per combattere i microrganismi pericolosi, potrebbe permettere di ridurre i problemi ambientali connessi all'uso dei prodotti chimici derivati dalla lavorazione del petrolio (60-62). Infine, studi recenti hanno posto, in evidenza come il principale fattore che determina l'effetto antimicrobico della lignina, sarebbe rappresentato dalla presenza nella propria struttura dei numerosi gruppi fenolici (63,64), disposti soprattutto in posizione laterale. Tale effetto verrebbe notevolmente potenziato dalla sua dimensione nanometrica (65).

Per tutte queste ragioni il nostro gruppo ha studiato e realizzato con il metodo della gelificazione, nanoparticelle ottenute attraverso il contemporaneo utilizzo della nanochitina e nanolignina. Questi

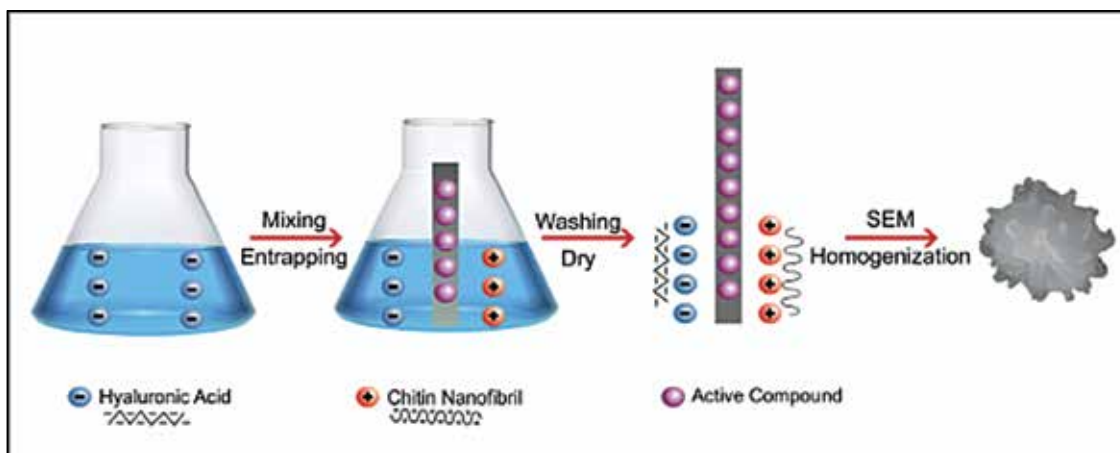


Fig. 12. Procedimento di complessazione delle micro/nano particelle di chitina e lignina poste a contatto tra di loro in ambiente acquoso.

Herbo Veneta
DROGHE VEGETALI, DERIVATI E AFFINI

Herbo Veneta
Via Umbria, 24
35043 Monselice (PD)
Tel. 0429/781044 - Fax 0429/782899
www.herboveneta.it info@herboveneta.it

Azienda certificata ISO 9001
Laboratorio autorizzato, dal Ministero della Sanità, alla produzione di "integratori alimentari" a nostro marchio o a marchio del cliente

PRODUZIONE E COMMERCIO DI:
Droghe Vegetali - Basi Composte - Infusi di Frutta-Tè
Yerba Mate - Lecitina di Soia non OGM - Manna - Aloe
Argille - Capsule - Linea Ginseng - Estratti Fluidi - Propoli
Macerati Glicerinati - Tinture Madri - Henné - Liquirizia
Oli Vegetali - Oli Essenziali - Pappa Reale - Polline
Igienici - Cosmetica - Essenze - Incensi - Pot-Pourry

Oggettistica

nano-veicoli, carichi con diversi ingredienti attivi, sono stati utilizzati per produrre tessuti senza trama, mediante la tecnologia dell'elettrofilatura.

La nanochitina è, infatti, un polimero cationico, mentre la nanolignina è un complesso molecolare anionico. Posti a contatto tra di loro in ambiente acquoso si forma subito il polielettrolita composito CN-LG, che complessa i due polimeri mediante la formazione di legami ionici (Fig. 12).

Le nanoparticelle ottenute con questo procedimento vengono elettrofilate per realizzare tessuti senza trama, completamente innovativi nella loro struttura. Questi tessuti, applicati su cute ustionata, hanno dimostrato di possedere un forte e rapido effetto antiossidante, antinfiammatorio e riparativo, come precedentemente riportato (25,37,66).

Nanoparticelle di chitina e lignina

A causa delle interessanti e specifiche caratteristiche delle nanofibrille di chitina e della nanolignina, le nanoparticelle CN-LG sono state utilizzate come veicolo d'ingredienti attivi per la rigenerazione di tessuti umani. A questo scopo, gli sforzi principali sono stati rivolti allo sviluppo di tessuti senza trama che imitassero il comportamento della pelle. Attraverso diversi studi (22,37), è

stato dimostrato come il tessuto e/o la pellicola, prodotti mediante l'elettrofilatura con l'utilizzo di nanoparticelle CN-LG additivate con molecole di argento nanostrutturato, e incorporate al polietilenglicol ossido (PEO) e al chitosano, sembra svolgere un ruolo importante nel fornire un supporto utile per la riparazione della cute. Questo supporto naturale sembra capace di influenzare la percezione e la risposta delle cellule umane ai molteplici stimoli meccanici e chimici ai quali viene continuamente sottoposta la pelle. Così, applicato su ferite e/o su pelle ustionata, ha dimostrato di possedere le giuste proprietà chemiotattili. Infatti, sembra in grado non solo di attivare macrofagi e neutrofili, necessari per innescare il processo di rigenerazione della cute, ma di avere anche la capacità di neutralizzare il biofilm microbico (22). Inoltre, è stato posto in evidenza come CN sia in grado di stimolare la formazione del tessuto di granulazione, favorendo la riepitelizzazione cutanea e limitando la formazione di cicatrici anomale (Fig.13) (67). Questo fenomeno si verificherebbe perché le nanoparticelle di chitina sembrano capaci di attivare la proliferazione di cheratinociti e fibroblasti, regolando così sia la sintesi del collagene da parte dei fibroblasti che la produzione

di citochine da parte dei macrofagi (68,69). Inoltre, secondo un recente studio (70), la guarigione delle ustioni ottenuta con l'uso di questi tessuti innovativi, sembrerebbe essere basata anche sull'attivazione d'immunociti e il rilascio di glucosamina e acetilglucosamina, in grado di modulare la sintesi dell'ECM.

Così l'introduzione delle nanofibrille di chitina nella matrice del chitosano/PEO precedentemente riportata, rende possibile la formazione di fibre e compositi riassorbibili con cui produrre tessuti con caratteristiche di buona adesività e biocompatibilità. Allo stesso modo, le nanofibre elettrofilate con CN, per la loro un'architettura simile all'ECM, sembrano aprire nuove prospettive per la produzione di pannolini e adsorbenti per neonati e adulti, caratterizzati non soltanto per le loro interessanti attività antibatteriche e antinfiammatorie, ma anche per la loro completa biodegradabilità.

Note conclusive

In conclusione, sembra possibile affermare che la difesa dagli stress biologici e ambientali possa essere centrata sul controllo della regolazione endocrina della sintesi e produzione della chitina, che, utilizzata dai sistemi immunitari degli invertebrati e dei vertebrati,

sembra essere presente anche nell'uomo (71). Così da una parte, la chitina e le proteine simili giocherebbero un ruolo importante nei normali processi biologici, quali la crescita delle cellule, il loro turnover e ri-modellamento.

D'altra parte, anche i peptidi antimicrobici della pelle e la sintesi



Fig. 13. Cicatrizzazione rapida di ferite mediante con l'utilizzazione di una emulsione a base di nanofibrille di chitina.

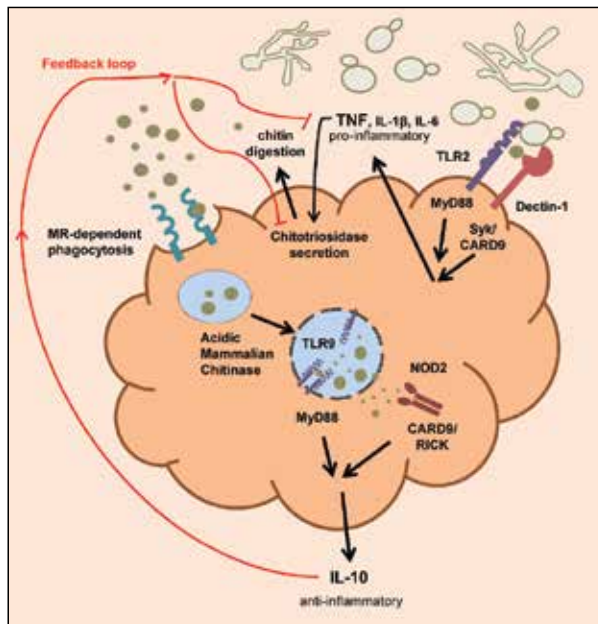


Fig. 14. Probabile attività immunomodulante esercitata sia dalla lignina che dalla chitina.

si della melanina sembrerebbero essere strettamente collegati con l'attività delle chitinasi, anche negli uomini (71-74).

Inoltre, prendendo in considerazione la parete delle cellule vegetali, costituita principalmente da carboidrati legati alla lignina, appare evidente come questa macromolecola possa essere considerata non soltanto come componente passivo della barriera difensiva organizzata contro l'attacco degli agenti patogeni, ma sembra essere anche una struttura dinamica di molecole segnale, in grado di attivare le risposte immunitarie delle piante, come anche degli esseri umani (Fig. 14) (71,74).

Infine, come precedentemente riportato, la lignina è un biopolimero versatile che possiede diverse proprietà utili, come la protezione dagli UV, unita all'attività antiossidante, antimicotica, antibiotica, e anti-cancerogena (75). Da tutte queste premesse risulta più facile comprendere l'attività antinfiammatoria e riparatrice riscontrata dal nostro gruppo sulla cute ustionata, trattata con le nanoparticelle di micro/nanochitina e micro/nanolignina intrappolate nei tessuti medicali assieme all'argento

nanostrutturato. L'efficacia di questa medicazione avanzata è sicuramente dovuta a questo veicolo innovativo che permette il rilascio dei principi attivi nella giusta dose e nel tempo programmato (25,37,6).

Così, con l'uso di questi e altri ingredienti rispettosi dell'uomo e dell'ambiente si potranno cercare di comprendere meglio e approfondire le complesse implicazioni e interazioni che certamente si verificano tra chitina-chitinasi e CN-lignina a livello della cute umana. Queste nuove conoscenze potranno essere di grande rilevanza, non soltanto per trovare applicazioni cosmetiche e biomediche innovative, ma anche per identificare nuovi bio-indicatori e terapie alternative per la cura di patologie fungine e di altra origine con l'utilizzo di prodotti naturali e biodegradabili. Questo l'obiettivo dei nostri progetti di ricerca rivolti allo studio e alla produzione di biopolimeri rinnovabili.

Realizzati con l'uso di materiali di scarto, questi polimeri contribuiscono alla conservazione delle materie prime naturali necessarie alle future generazioni e al mantenimento della biodiversità del nostro pianeta.

* II UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI

Professore di Farmacologia Cutanea, Istituto Dermatologico;

Visiting Professor, China Medical University, Shenyang, China;

Direttore R&S, MAVI NanoScience Center, Aprilia (LT)

** Atertek, Pescara Italy, Technical Consultant

*** Dermatologo, R&D ISCD, Roma

La bibliografia del presente articolo è consultabile sul sito

www.natural1.it, sezione "Cosmesi naturale"

GIZAMI

CONTENITORI PER UTILIZZO ERBORISTICO, FARMACEUTICO E ALIMENTARE

GIZAMI
Via Newton, 11 - 20016 Pero (MI)
Tel.: 02 38100327; fax 02 33914041
E-mail: info@gizami.it - gizami2@libero.it
www.gizami.it