

Nanocellulose / **Νανοκυτταρίνη**

Παρουσίαση ενός καινοτομικού προϊόντος

**με εξαιρετικές έως απίστευτες μελλοντικές
προοπτικές τον 21^ο αιώνα!**

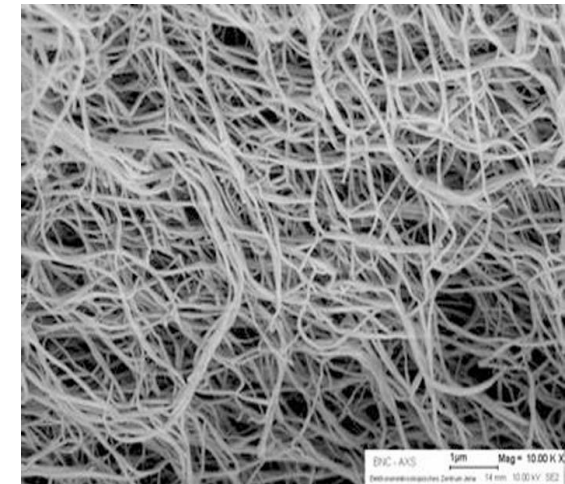
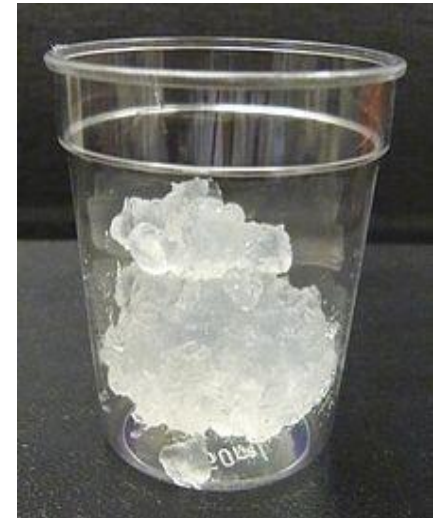
του Γεωργίου Μαντάνη, Καθηγητή ΤΕΙ/Θ

Courtesy: Prof. Arthur Ragauskas, Georgia Tech (USA)

Τι είναι η **Νανοκυτταρίνη**;

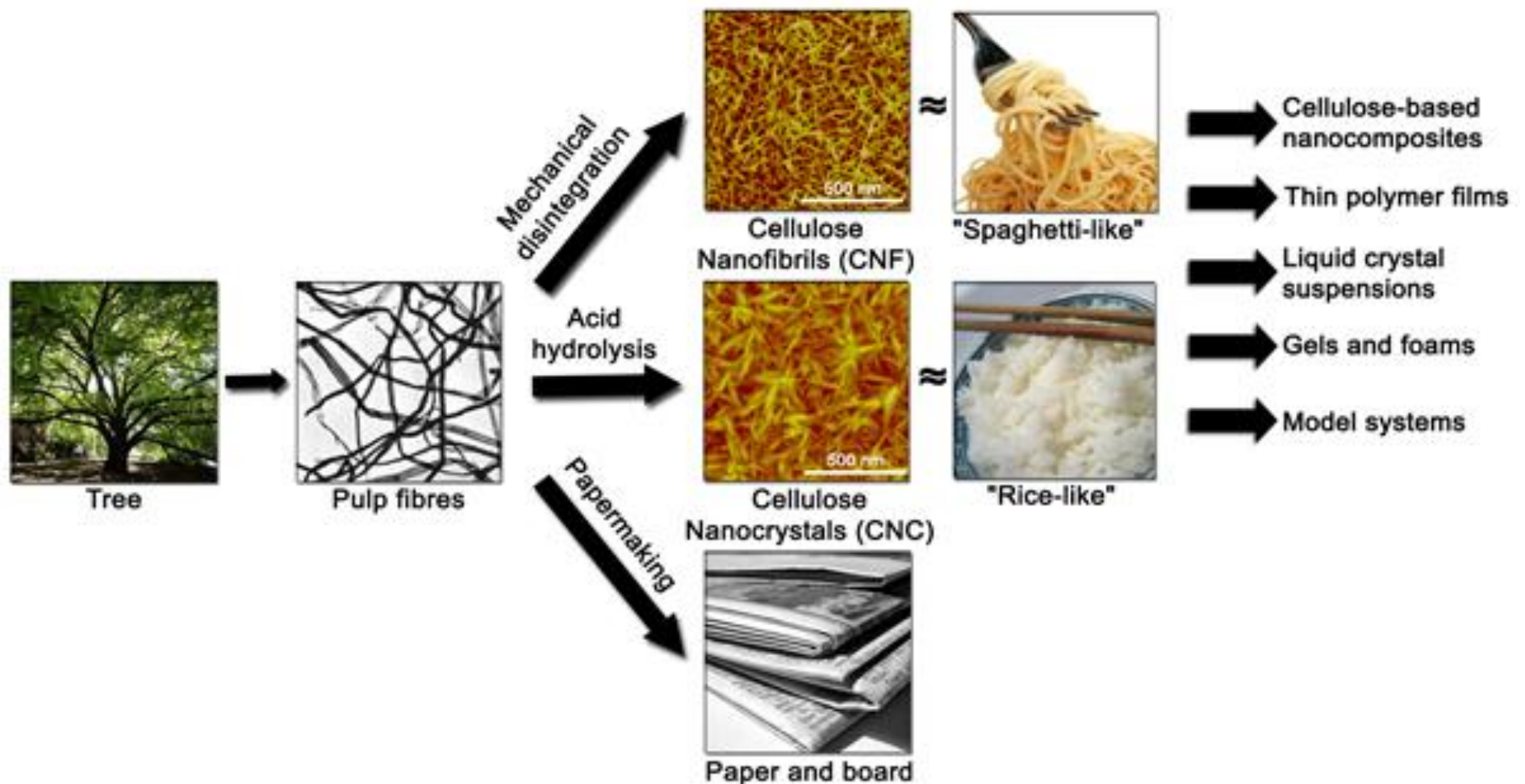
Νανοκυτταρίνη είναι ένα ινώδες υλικό, συχνά αναφερόμενο ως nano-structured cellulose. Μπορεί να απαντηθεί ως **cellulose nanofibers (CNF)** και ως **nanocrystalline cellulose (NCC)**, η δεύτερη παράγεται από υδρόλυση. CNF είναι υλικό μιας νανοκυτταρίνης από ινίδια μεγέθους νανοκλίμακας ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), που χαρακτηρίζεται από πολύ υψηλή *σχέση μήκους : πλάτους*. Συνήθως τα νανοϊνίδια έχουν πάχος 5-20 nm και μήκος λίγα μικρόμετρα (μm). Είναι *ψευδοπλαστική* και μοιάζει σαν gel ή παχύρευστο υγρό σε κανονικές κλιματικές συνθήκες. Αλλά ως **θιξοτροπικό** υλικό, με ανάδευση γίνεται πολύ λεπτό και αποκτά πολύ χαμηλό ιξώδες. Προέρχεται από οποιαδήποτε κυτταρινική ύλη, κυρίως ίνες (πολτός) ξύλου π.χ. διεργασία της χημικής πολτοποίησης, αφού πρώτα επεξεργαστεί κατάλληλα: **α)** υψηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας **ομογενοποίηση** με υψηλή ταχύτητα, **β)** **πολτοποίηση**, και **γ)** **μικρορευστοποίηση** (microfluidization).

Νανοκυτταρίνη μπορεί επίσης να παραχθεί από φυτικές κυτταρινικές ίνες μέσω διεργασίας **όξινης υδρόλυσης** (acid hydrolysis) που αποδίδει κρυσταλλικά νανοτεμαχίδια (CNC), που είναι κοντύτερα (100-1000 nm) σε σύγκριση με τα νανοϊνίδια. Το προϊόν αυτό είναι γνωστό ως *νανοκρυσταλλική κυτταρίνη*.

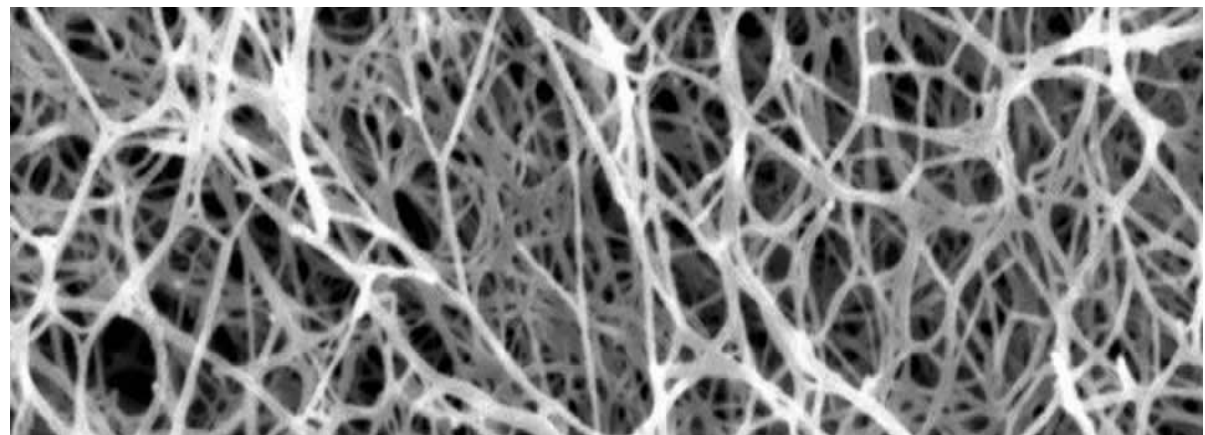
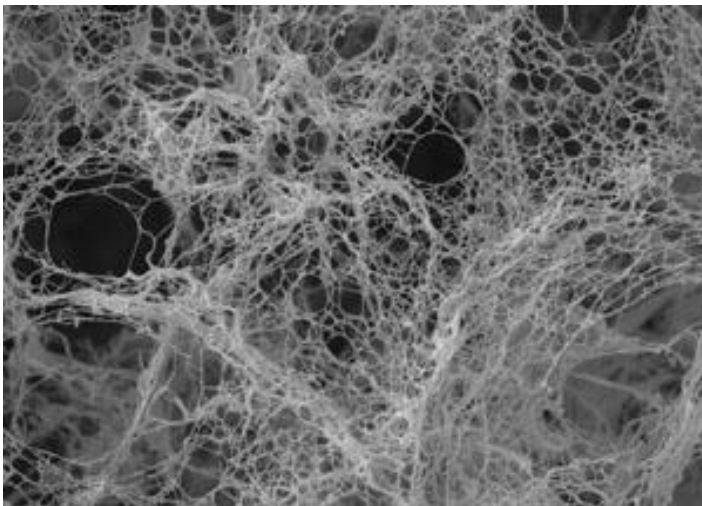
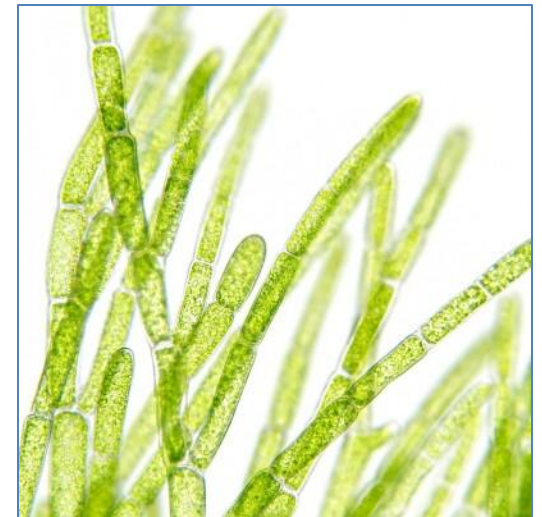
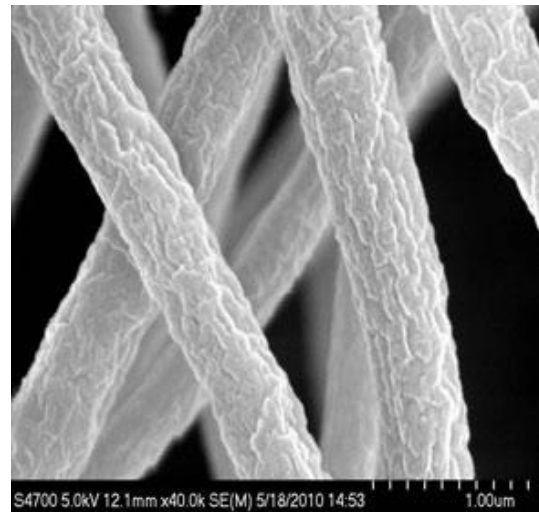


Video

Nanocellulose / Νανοκυτταρίνη



Μορφές νανοκυτταρίνης



Γιατί **νανοκυτταρίνη**;

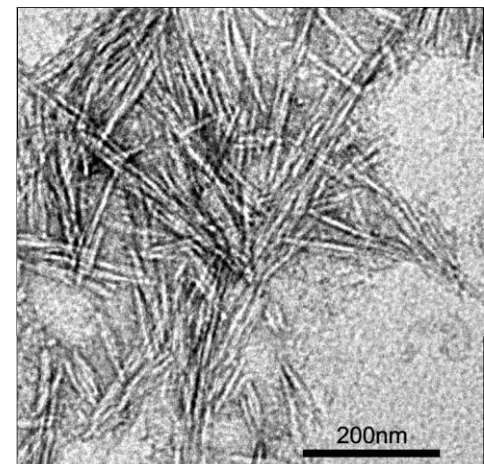
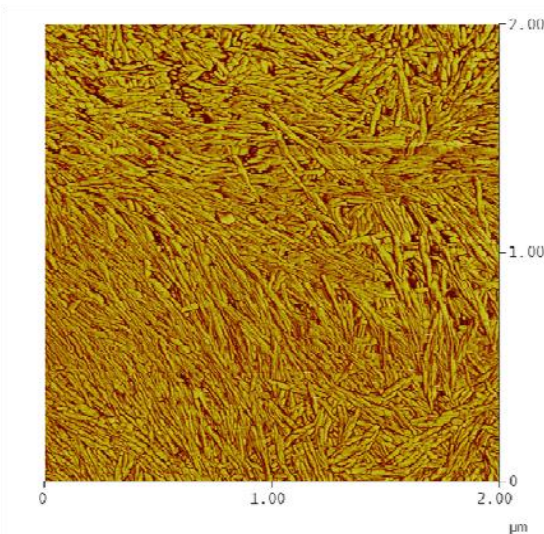
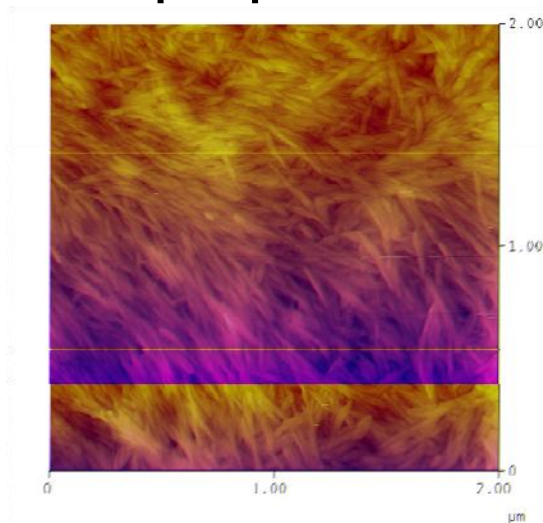
- ❖ Για να βελτιώσουμε δραστικά τις ιδιότητες των **πολυμερών**:
 - **Μηχανικές αντοχές** (*MOE, MOR, αξονικός εφελκυσμός*)
 - **Θερμική σταθερότητα**
 - **Σκληρότητα**
 - **Μονωτικότητα**
 - **Ευκολία βιοαποικοδόμησης**
 - **Καλύτερες ιδιότητες optics**
- ❖ Για να αξιοποιήσουμε **ανανεώσιμες** ύλες & υπολείμματα
- ❖ Για να δημιουργήσουμε **νέες εφαρμογές** σε π.χ. :
 - Συσκευασίες, ιατρική, μεταφορές, ηλεκτρονικά κ.α.

Cellulose Whiskers

Ειδική Επιφάνεια

E-Glass (Fibre glass)	1
Ίνες χαρτιού	4
Γραφίτης	25 - 300
Fumed Silica	100 - 400
Fully Exfoliated Clay	περ. 500
Nanocellulose	400 - 700
Ανθρακονήματα	περ. 100

- Μέγεθος: πλάτη ~5-30 nm, μήκη ~150-500 nm
- Εκτιμώμενο MOE: ~150 GPa



Nanocellulose

Άφθονη πρώτη ύλη από πολλά, κυτταρινικής φύσης υλικά (βλ. **φυτική & δασική βιομάζα**)





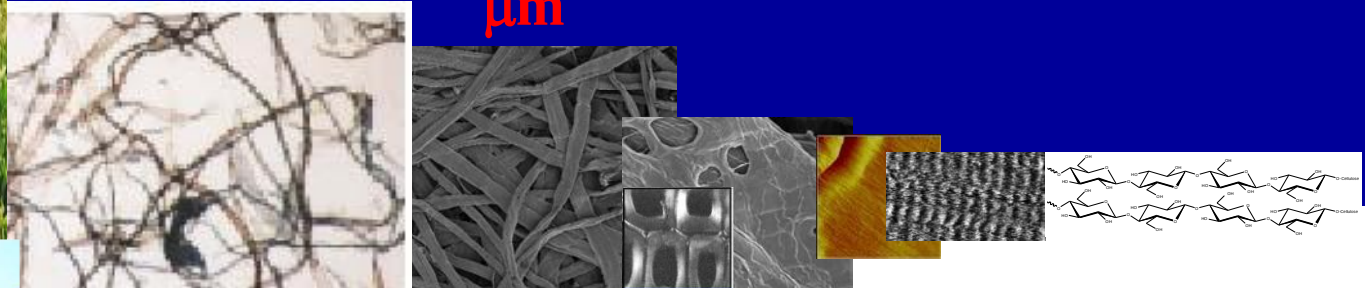
m

Nanocellulose Whiskers

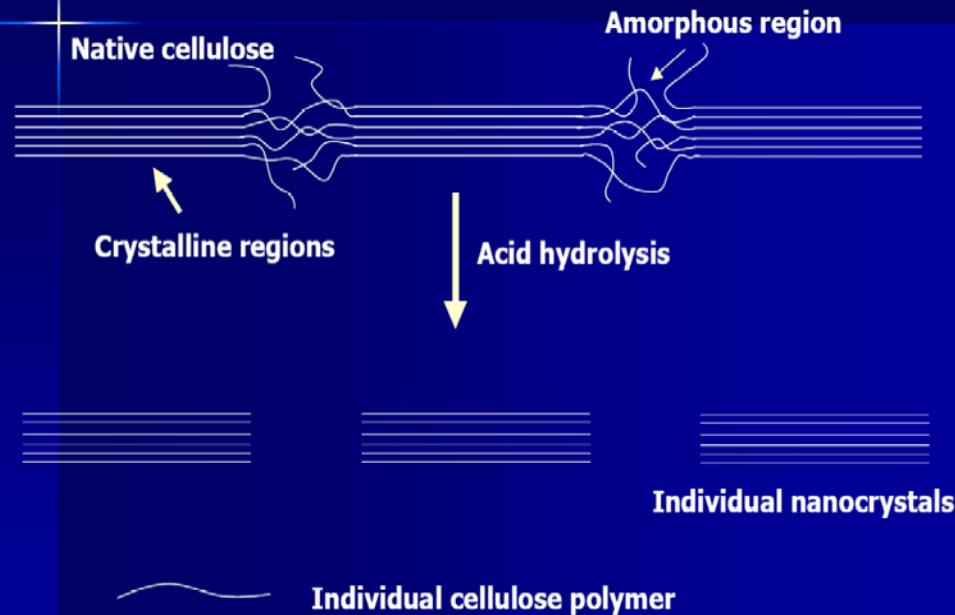
Παραγωγή

mm

μm



Cellulose Nanocrystal Production



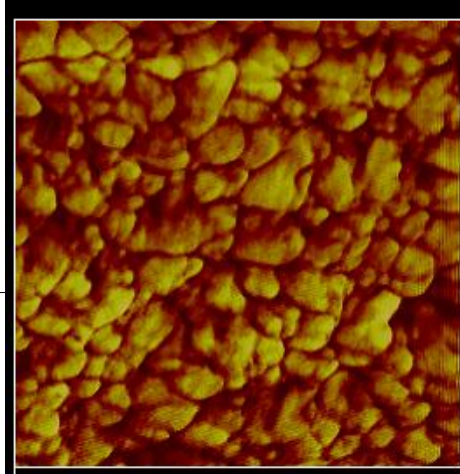
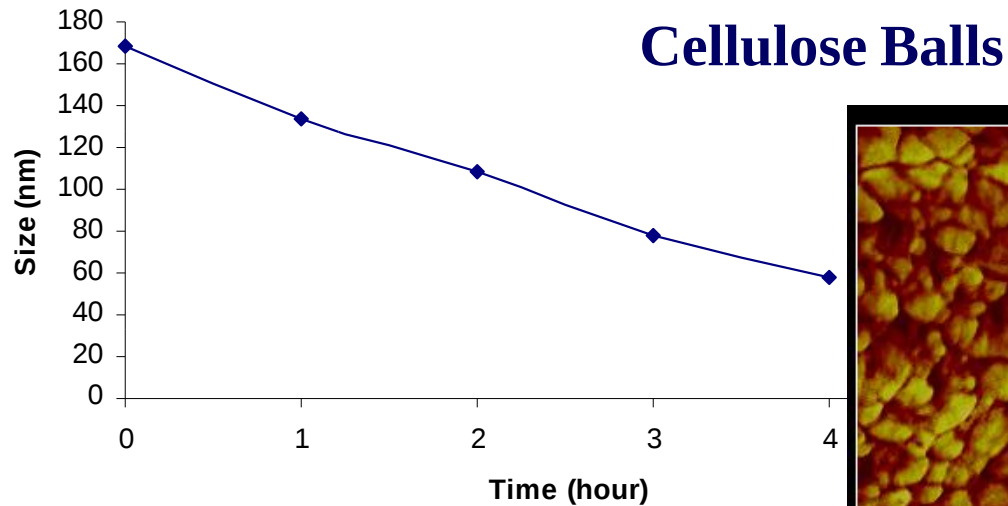
Αντοχή σε Αξον. Εφελκυσμό

Carbon Fibers > Cellulose Nanocrystals > > S-Glass (fibreglass) > Aramid (Kevlar)

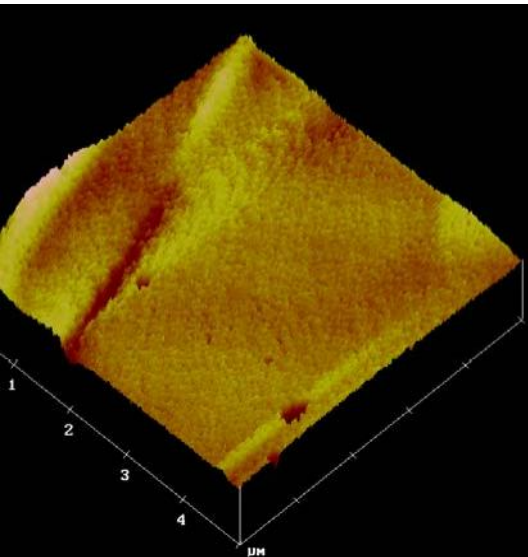
Cellulose Nano Balls vs. Whiskers

Εφαρμογές

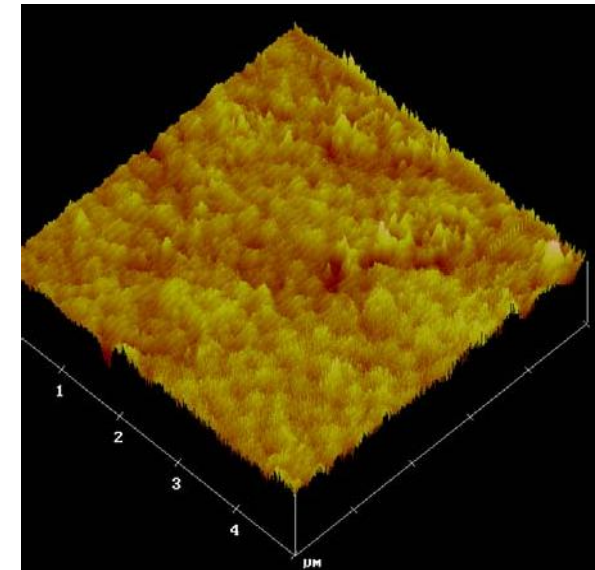
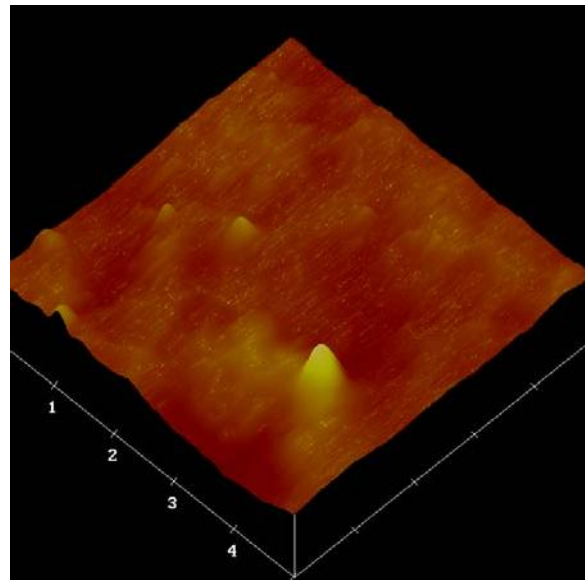
- *Composites*
- *Φάρμακα*



**5% Cellulose Balls
Latex Film**

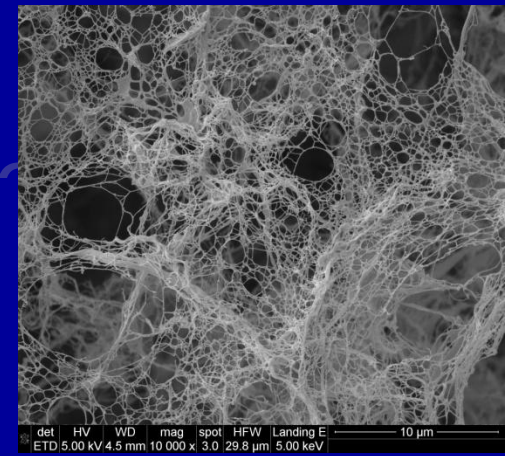


**5% Cellulose Whiskers
Latex Film**



Μικρο-ινιδοτοποιημένη κυτταρίνη

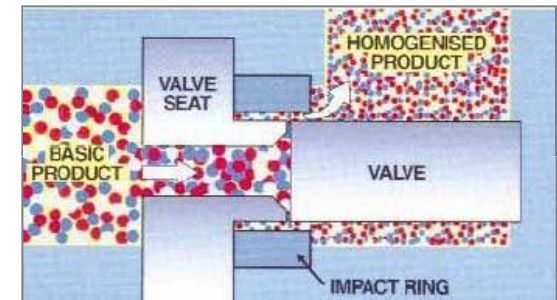
Προετοιμασία



Διάμετροι: 5-40 nm & Μήκη: >1000 nm

Μηχανικές κατεργασίες

- Ομογενοποίηση
- Μικρορευστοποίηση
- Λείανση (grinding)
- Cryocrushing
- Κατεργασία με υπερήχους



Composites από νανοκυτταρίνη

- ❖ Καουτσούκ
 - ❖ Resole-τύπου Φαινολικές ρητίνες
 - ❖ Poly-vinyl alcohol (PVA)
 - ❖ Poly(styrene-co-hexylacrylate) πολυμερή
 - ❖ Poly-vinyl chloride (PVC), polyurethane (PUR)
 - ❖ Πολυπροπυλένιο (PP), polystyrene (PS)
-
- ✓ Τα ειδικά αυτά νανοϊνίδια προσδίδουν πλεονεκτήματα εξαιτίας: ειδικής επιφάνειας, υψηλής ελαστικότητας κ.α.
 - ✓ Στα νέα composites εμφανίζονται πρόσθετα οφέλη σε αξονικό εφελκυσμό, ποσοστό επιμήκυνσης, κ.α.

Φιλμς από νανοκυτταρίνη

- ✓ Hydroxy-propyl-μεθυλο-κυτταρίνη
- ✓ Ξυλάνες
- ✓ Άμυλο
- ✓ Γλυκομαννάνη
- ✓ Latex στυρενίου

Οφέλη εξαιτίας των κάτωθι ιδιοτήτων της νανοκυτταρίνης:

- Υψηλής ανθυγροσκοπικότητας
- Υψηλής αντοχής σε αξονικό εφελκυσμό
- Υψηλής ελαστικότητας

Χρήσεις της **νανοκυτταρίνης**

- Χαρτοσανίδες
 - βελτίωση αντοχής σε εφελκυσμό
- Πολυμερή PP (πολυπροπυλενίου)
 - βελτίωση αντοχής σε εφελκυσμό & κάμψη
- Polysodium acrylate υπεραπορροφητικά πολυμερή
 - βελτίωση αντοχής σε διάτμηση

Ειδικότερα **πλεονεκτήματα** που προσδίδονται:

- μείωση υδροφιλίας & μεγαλύτερη μονωτικότητα
- αύξηση ελαστικότητας & αξονικού εφελκυσμού

Χρήσεις της νανοκυτταρίνης

- ❖ Ηλεκτρονικά (*flexible circuits*)
- ❖ Ελαστικά *solar panels*
- ❖ Χρώματα, πιγμέντα, μελάνια
- ❖ Οθόνες
- ❖ Επικαλύψεις (*coatings*)



Video