

ΕΦΑΡΜΟΓΈΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΈΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΈΣ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΊΑΣ

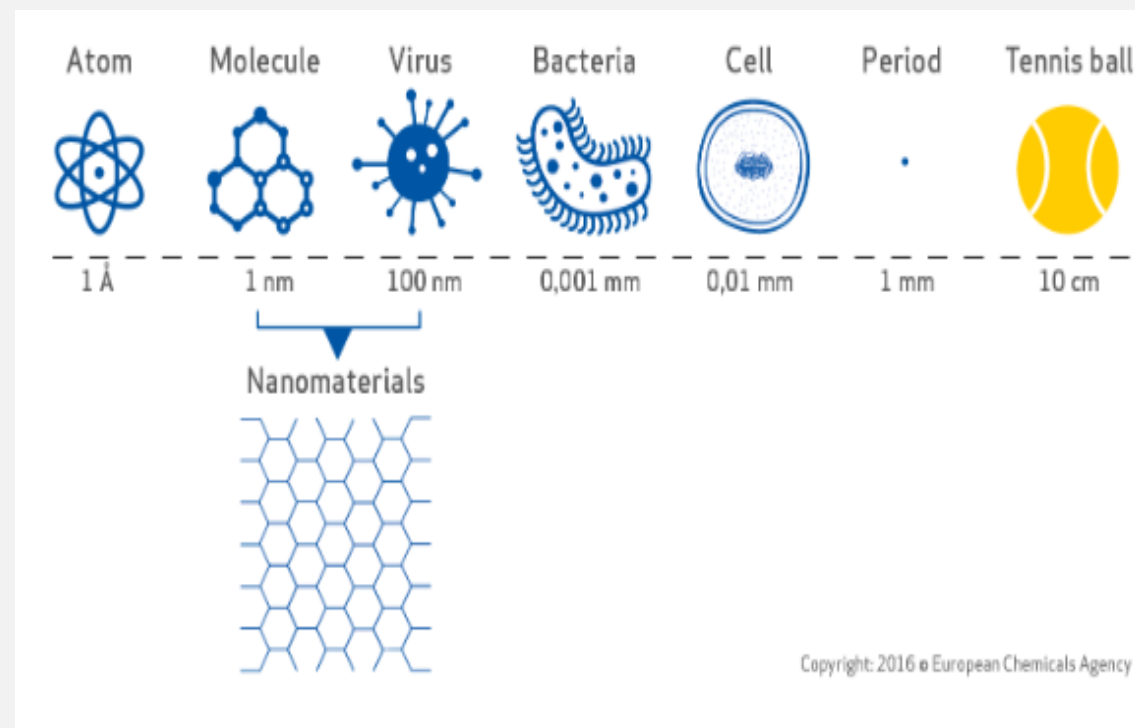
Γλυκερία Πορφυριαδου

Υπ. Διδακτορας Τμηματος Μηχανικων Επιστημης Υλικων, Πανεπιστημιου
Ιωαννινων

Παρασκευη 12/09/2025

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Ορισμός: Νανοτεχνολογία = έλεγχος & αξιοποίηση της ύλης σε κλίμακα 1–100 nm.
- **Νανοκλίμακα:** Αναφέρεται σε διαστάσεις της τάξης του 1 έως 100 νανόμετρα (nm), όπου ένα νανόμετρο είναι το ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου.
- Η νανοτεχνολογία επιτρέπει την έρευνα και την εργασία σε ατομικό και μοριακό επίπεδο, όπου τα υλικά παρουσιάζουν διαφορετικές ιδιότητες από αυτές που εμφανίζουν στη μεγαλύτερη κλίμακα.
- **Εφαρμογές:** Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει την ανάπτυξη προϊόντων σε διάφορους τομείς, όπως η ηλεκτρονική (νανοηλεκτρονική) και η ανάπτυξη νέων υλικών (νανοϋλικά).



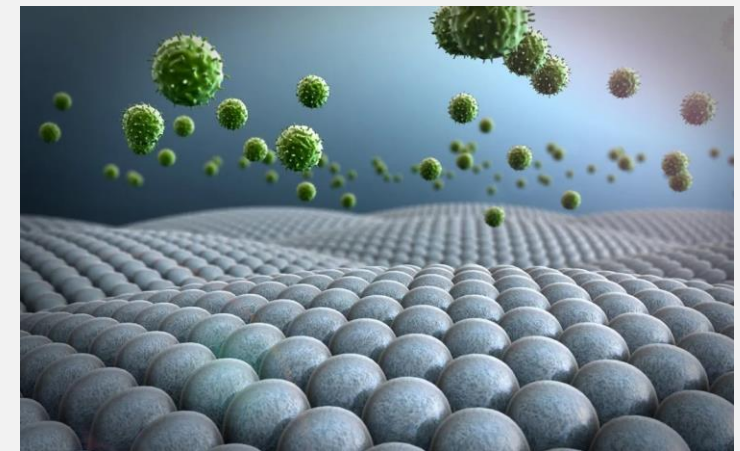
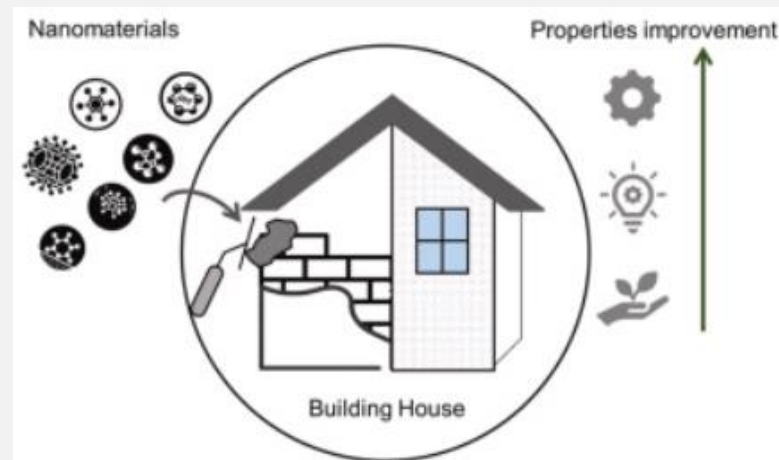
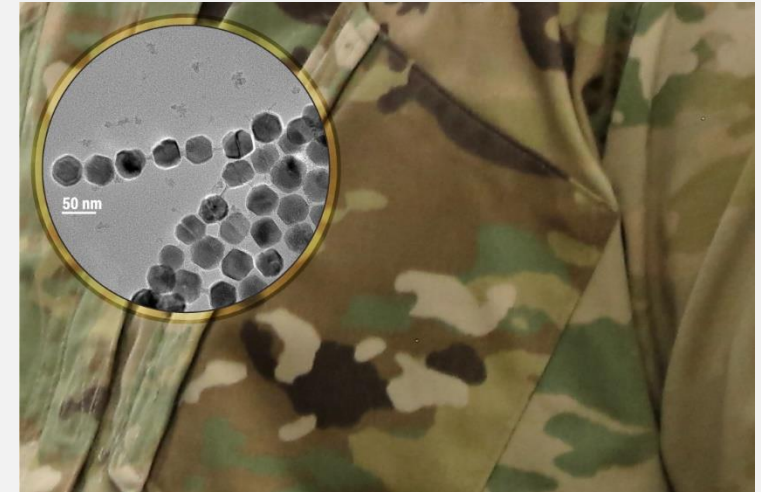
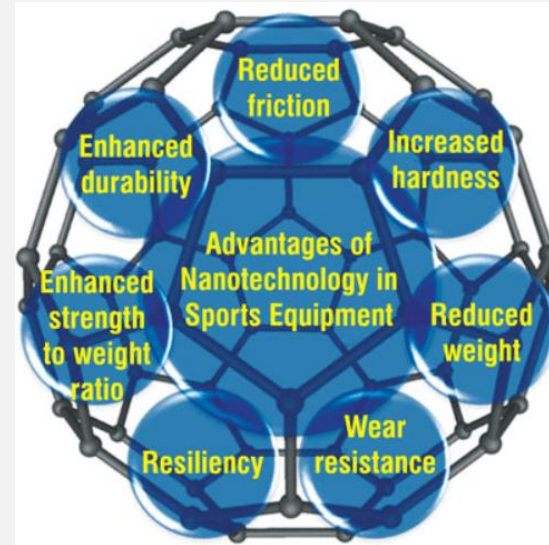
NANOΥΛΙΚΑ

- Τα νανοϋλικά θεωρούνται γενικά ότι αποτελούν σωματίδια με μέγεθος που κυμαίνεται μεταξύ 1 και 100 νανομέτρων (nm).
- Τα νανοϋλικά παράγονται και στη φύση, π.χ. στη σκόνη ή στην ηφαιστειακή τέφρα.
- Για παράδειγμα, το φύλλα του άνθους του λωτού αυτοκαθαρίζονται και είναι υδατοαπωθητικά, χάρη στις νανοδομές τους. Τα οστά μας απαρτίζονται επίσης από ανόργανα στοιχεία με νανοδομές. Ακόμη και το πιο θεμελιώδες υλικό στη ζωή μας, το DNA μας, είναι νανοϋλικό.
- Τα σωματίδια σε νανοκλίμακα μπορούν να προέλθουν από πολλές και διαφορετικές ουσίες, όπως άνθρακα, μέταλλα, οξείδια μετάλλων, καθώς και πολυμερή.
- Με τη βοήθεια της επιστήμης, πλέον είμαστε σε θέση να παράγουμε τεχνητά τέτοιου είδους σωματίδια ή υλικά, χρησιμοποιώντας μηχανικές μεθόδους σε επίπεδο ατόμου.
- Το ίδιο νανοϋλικό μπορεί επίσης να έχει πολλές νανομορφές, με βάση διαφορές στο μέγεθος, το σχήμα των συστατικών σωματιδίων, και τροποποιήσεις ή διεργασίες στην επιφάνεια.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

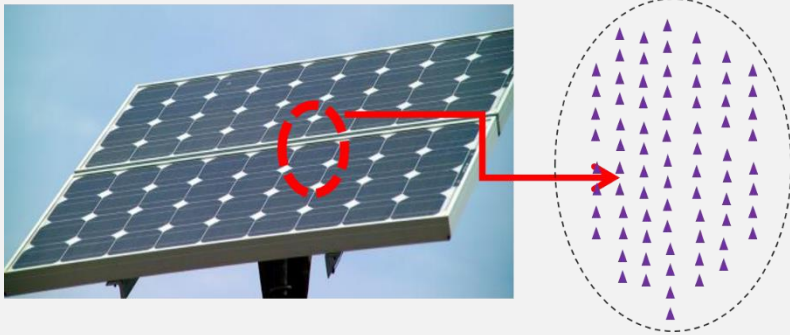
- Περιλαμβάνουν τη βελτίωση της απόδοσης αθλητικών προϊόντων με νανοσωλήνες άνθρακα, τη δημιουργία αυτοκαθαριζόμενων επιφανειών με νανο-οξείδιο του τιτανίου κ.α.

- Αθλητική Βιομηχανία
- Κατασκευές και Επιστρώσεις
- Στρατιωτικός Τομέας
- Αντιμικροβιακές Εφαρμογές



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- Καθαρισμός Ρύπων
- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
- «Πράσινη» Κατάλυση
- Οικολογικές Κυψέλες Καυσίμου



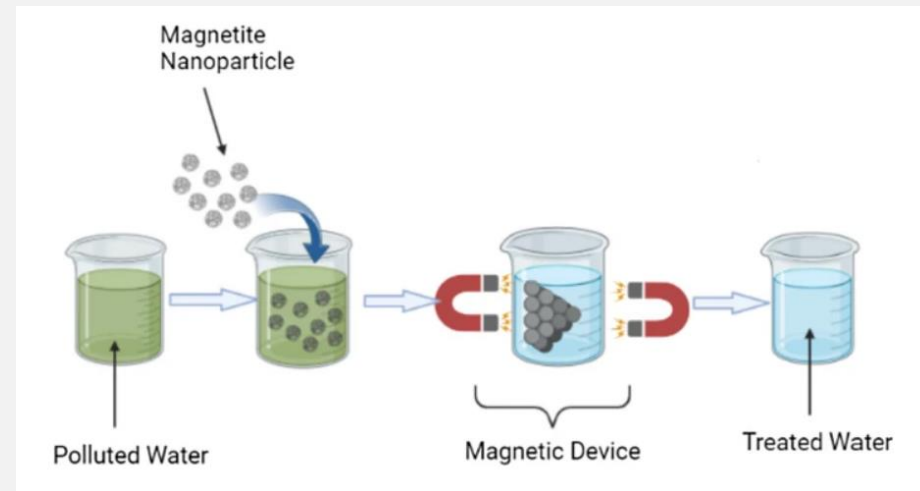
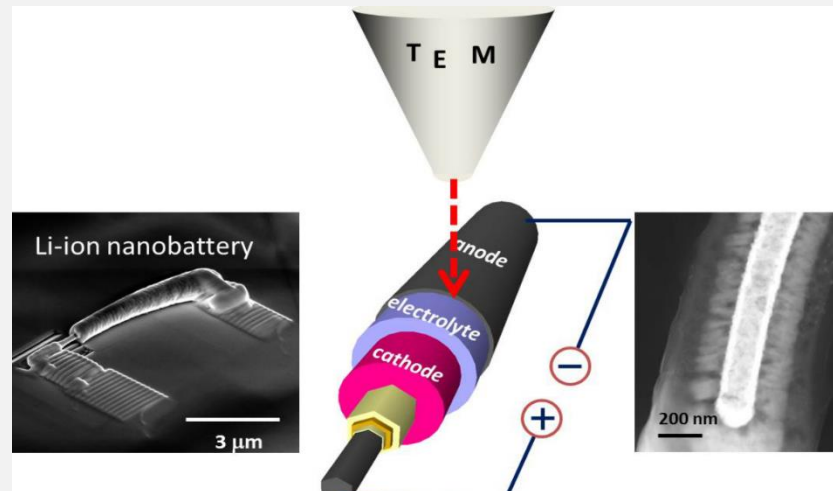
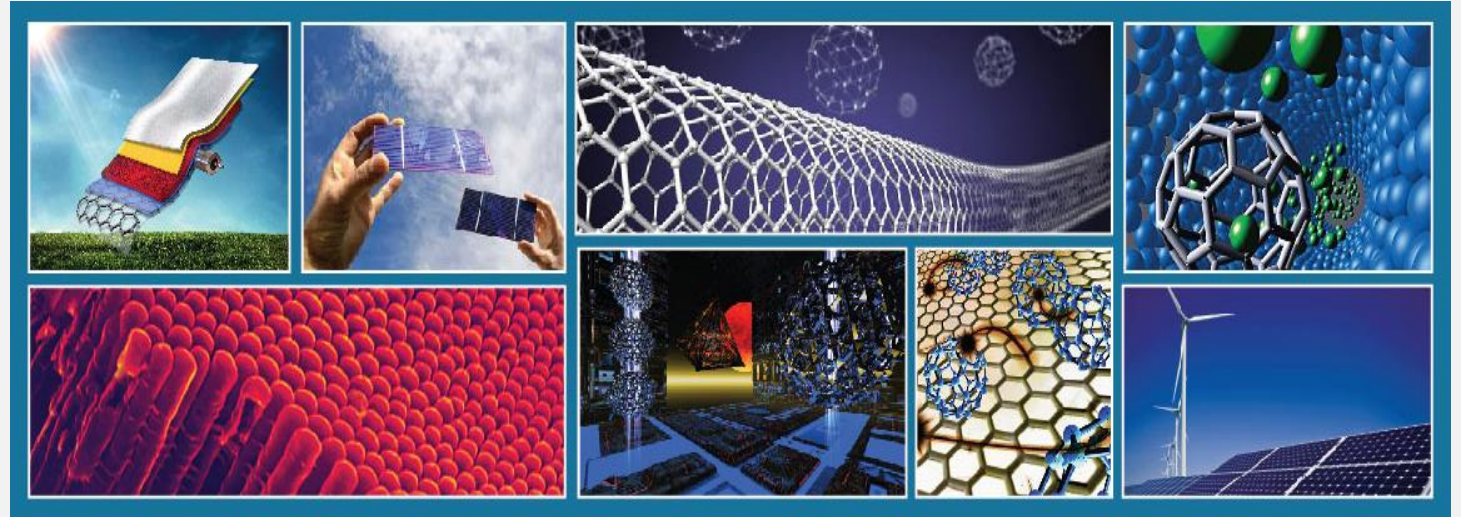
Οφέλη για την Ενέργεια

- Αύξηση Απόδοσης
- Μείωση Ενεργειακού Αποτυπώματος
- Καινοτόμες Λύσεις

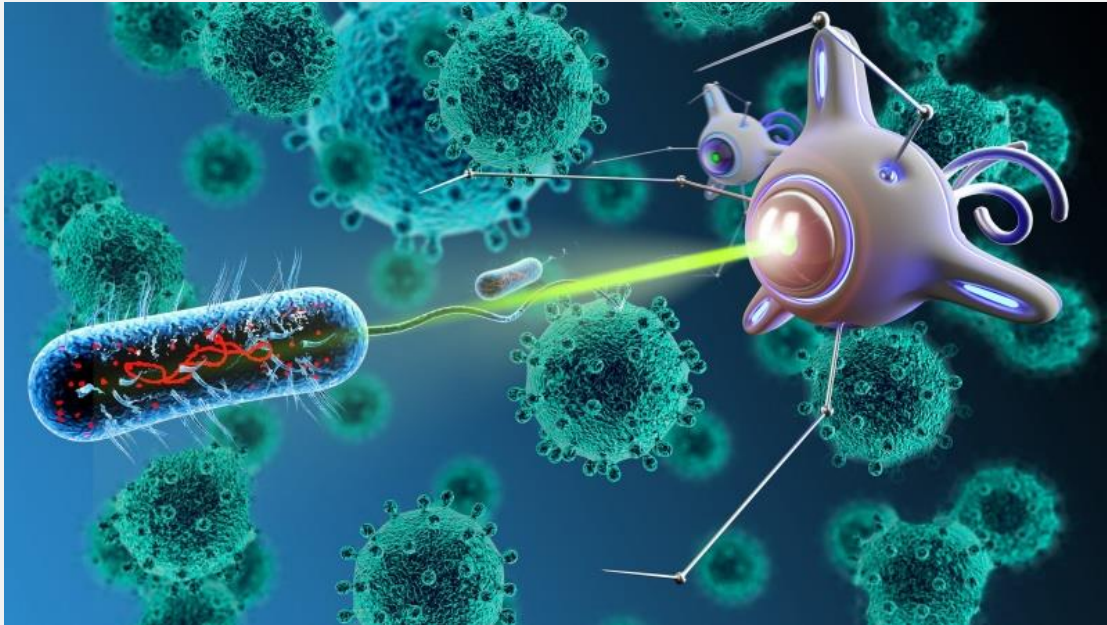


ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- Βελτίωση φωτοβολταϊκών στοιχείων
- Αποδοτικότερες μπαταρίες
- Αποθήκευση ενέργειας
- Καθαρισμός νερού
- Καταλυτική δράση
- Βιώσιμα δομικά υλικά



ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ



Παραδείγματα

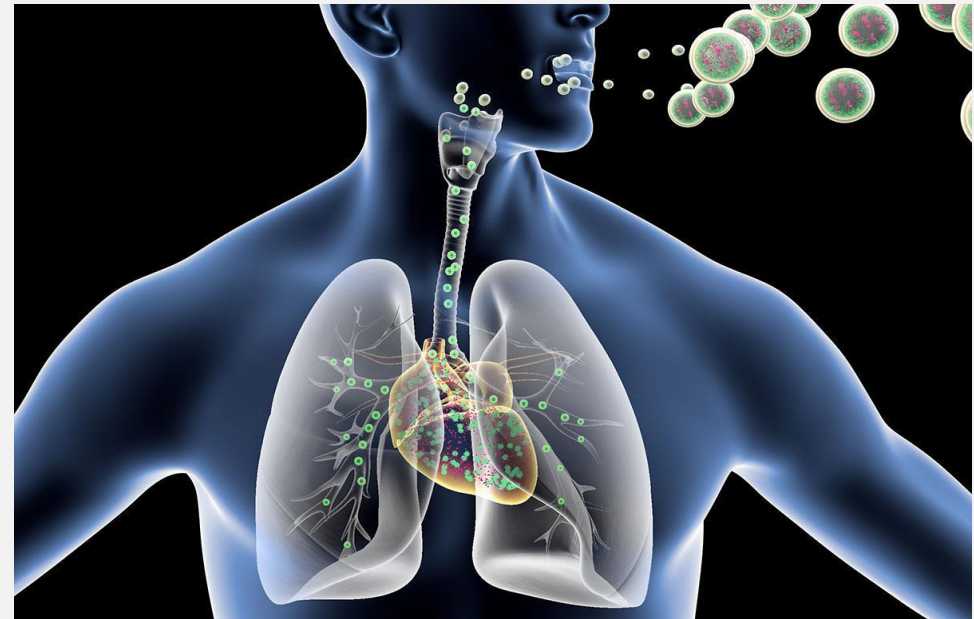
- Αντιμετώπιση Καρκίνου
- Καρδιαγγειακές Παθήσεις
- Εφαρμογές Βιο-αισθητήρων
- Νανοσωματίδια για Καρδιαγγειακά και Νευροεκφυλιστικά Νοσήματα
- Υλικά για Επίδεση και Περιποίηση Δέρματος

- Οι νανοϋλικές εφαρμογές στην υγεία επικεντρώνονται κυρίως στην στοχευμένη χορήγηση φαρμάκων, την βελτιωμένη διάγνωση (με νανο-αισθητήρες) και τη δημιουργία νέων θεραπευτικών μέσων.
- Η νανοιατρική χρησιμοποιεί αυτά τα υλικά σε μικροσκοπική κλίμακα για να μεταφέρει χημειοθεραπεία απευθείας σε καρκινικούς όγκους, να εντοπίζει βλάβες στις αρτηρίες για την αντιμετώπιση καρδιαγγειακών παθήσεων, και να αναπτύσσει βιο-αισθητήρες υψηλής ευαισθησίας.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Βασικές Εφαρμογές στη Νανοϊατρική

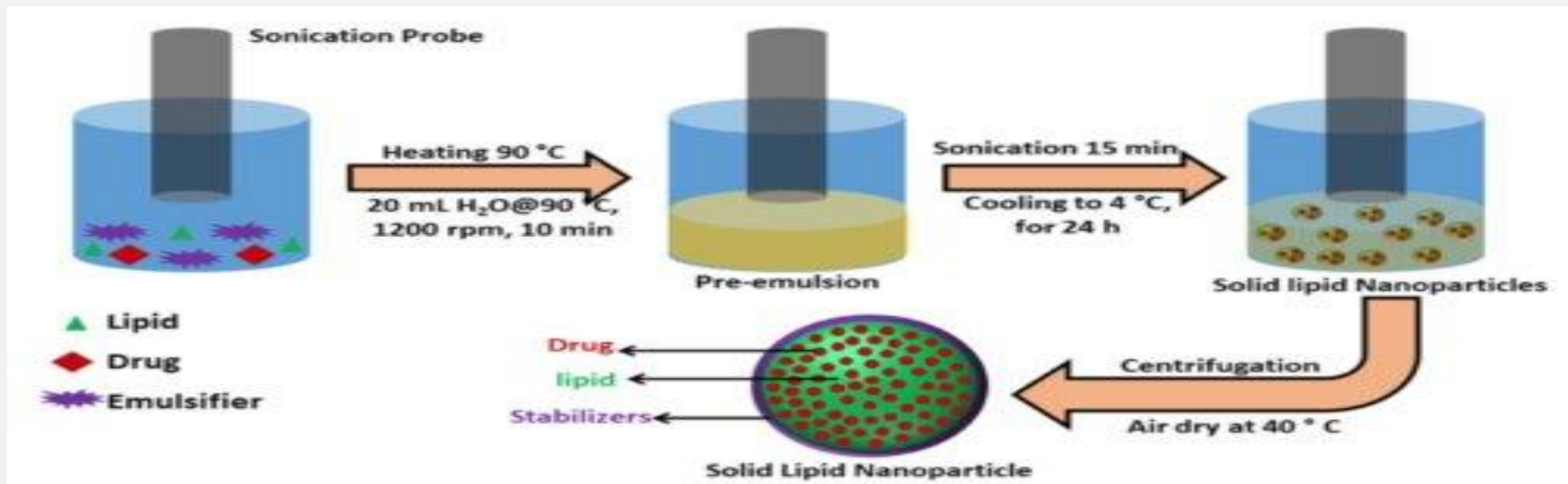
- Διάγνωση και Πρόληψη
- Στοχευμένη Θεραπεία
- Βελτιωμένη Βιοδιαθεσιμότητα
- Ανίχνευση Ασθενειών



Τα νανοσωματίδια λόγω του μεγέθους τους αποτελούν μια καινοτόμα πλατφόρμα για την καταπολέμηση διαφόρων παθήσεων. Καταρχάς τα σωματίδια αυτά είναι τουλάχιστον μια τάξη μεγέθους μικρότερα από τα κύτταρα. Έτσι μπορούν να εισχωρήσουν μέσα σε ασθενή κύτταρα. Μάλιστα, λόγω του **μικρού τους μεγέθους** μπορούν να εισχωρήσουν ακόμα και στον εγκέφαλο διαπερνώντας τον αιματοεγκεφαλικό φραγμο. Αυτή η ικανότητά τους είναι πολύ σημαντική σε περιπτώσεις που αφορούν εγκεφαλικές παθήσεις και μάλιστα σε καρκίνο του εγκεφάλου.

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ

- Τα νανοσωματίδια στη φαρμακευτική χρησιμοποιούνται ως φορείς για την ενθυλάκωση και μεταφορά φαρμάκων, βελτιώνοντας τη διαλυτότητα, τη σταθερότητα και την στοχευμένη δράση τους.
- Λόγω του μικρού τους μεγέθους (1-100 νανόμετρα), μπορούν να ενσωματώσουν φάρμακα και να τα μεταφέρουν πιο αποτελεσματικά σε συγκεκριμένα σημεία του σώματος, αυξάνοντας τη βιοδιαθεσιμότητά τους και μειώνοντας τις παρενέργειες.



ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ



Πώς λειτουργούν??

- Ενθυλάκωση Φαρμάκων
- Στοχευμένη Δράση
- Αυξημένη Διαλυτότητα



Οφέλη??

- Καλύτερη Απορρόφηση
- Προστασία Φαρμάκου
- Στοχευμένη Θεραπεία
- Βελτιωμένη Βιοδιαθεσιμότητα



Ποιες είναι οι εφαρμογές??

- Φαρμακευτικοί Νανοκρύσταλλοι
- Λιποσώματα και Λιπιδικά Νανোসωματίδια
- Αντι-καρκινική Θεραπεία
- Μεταφορά Φαρμάκων στον Εγκέφαλο
- Εντοπισμός Όγκων



Πως χρησιμοποιούνται??

- Φορείς Φαρμάκων
- Στοχευμένη Δράση
- Αυξημένη Διαλυτότητα
- Φαρμακευτικοί Νανοκρύσταλλοι
- Διαφορετικές Μορφές
- Βελτιωμένη αποτελεσματικότητα
- Μειωμένες παρενέργειες
- Δυνατότητα χορήγησης δύσκολων φαρμάκων

ΝΑΝΟΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ

Οι **νανοεπιστρώσεις** (ή **νανοεπικαλύψεις**) είναι λεπτά υμένια ή στρώσεις υλικών που έχουν πάχος σε κλίμακα νανομέτρων (1–100 nm περίπου). Τοποθετούνται πάνω σε επιφάνειες για να βελτιώσουν ή να προσδώσουν νέες ιδιότητες, χωρίς να αλλάζουν τις μακροσκοπικές διαστάσεις του αντικειμένου.

- **Πάχος:** από μερικά νανόμετρα έως μερικές εκατοντάδες νανόμετρα.
- **Μέθοδοι παρασκευής:**
 - Φυσική απόθεση ατμών (PVD)
 - Χημική απόθεση ατμών (CVD)
 - Sol-gel
 - Ψεκασμός, εμβάπτιση ή spin coating
- **Ιδιότητες που προσδίδουν:**
 - Αντιβακτηριακή δράση
 - Υδροφοβικότητα ή υπερυδροφοβικότητα (απωθούν νερό/υγρά)
 - Αντιχαρακτικές/ανθεκτικές σε φθορά
 - Αντιδιαβρωτικές
 - Θερμομονωτικές ή ηλεκτρομονωτικές
 - Οπτικές (αντιανακλαστικές, φωτοκαταλυτικές κ.ά.)

Υλικά που χρησιμοποιούνται: Οξείδια, Νανοάνθρακες, Διαμαντοειδή, Μέταλλα.

ΝΑΝΟΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ

- **Εφαρμογές:**

- Γυαλιά και φακοί (αντιχαρακτικά, αντιανακλαστικά, αυτοκαθαριζόμενα)
- Ηλεκτρονικά (προστασία κυκλωμάτων, αισθητήρες)
- Ιατρικά εμφυτεύματα (αντιβακτηριακές επικαλύψεις)
- Οικοδομικά υλικά (υδροφοβικά τσιμέντα, αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες)
- Αυτοκινητοβιομηχανία (ανθεκτικά χρώματα, προστατευτικά επιστρώματα)



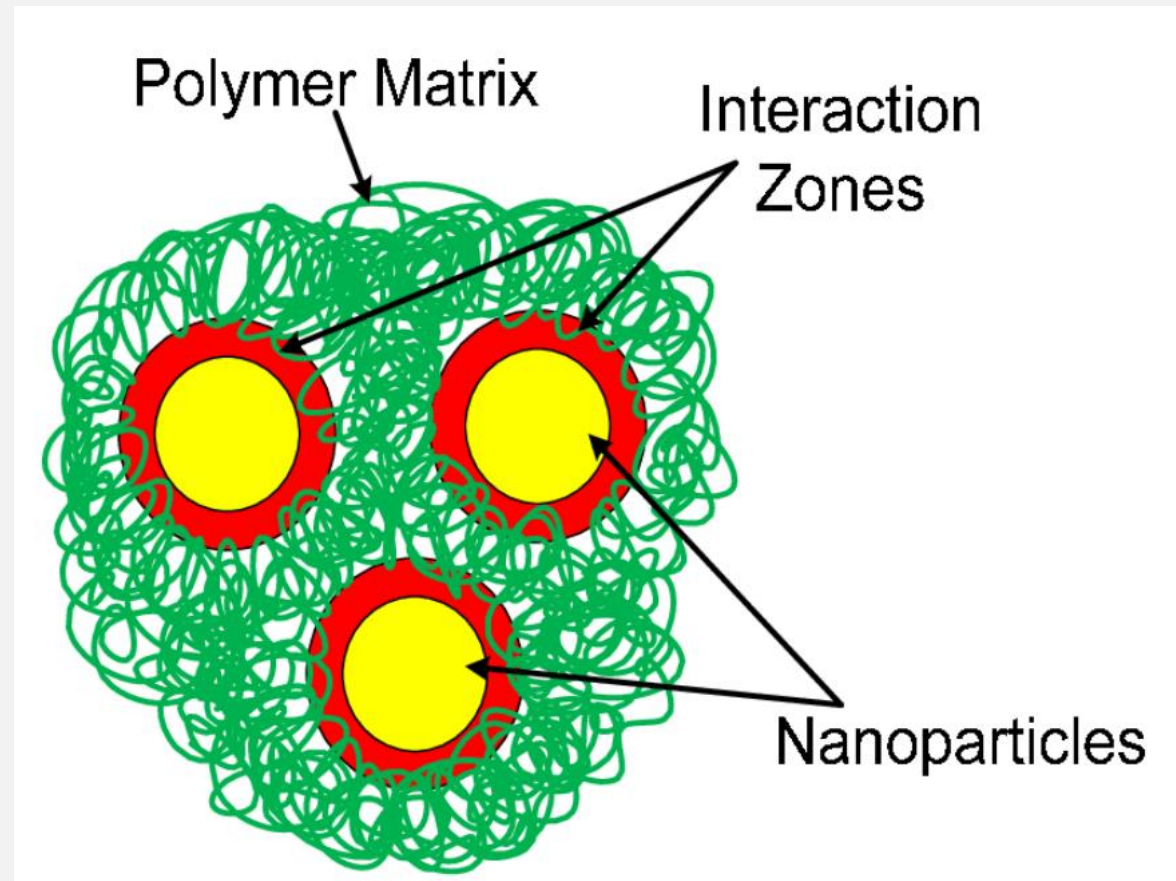
- **Είδη νανοεπιστρώσεων (ανά λειτουργία)**

- **Αντιδιαβρωτικές** → Προστατεύουν μέταλλα και κράματα από οξείδωση (π.χ. Al_2O_3 , SiO_2).
- **Αντιχαρακτικές** → Διαμαντοειδείς επιστρώσεις (Diamond-Like Carbon, DLC).
- **Υδροφοβικές/Υπερυδροφοβικές** → Προστασία από υγρασία, “αυτοκαθαριζόμενες” επιφάνειες (π.χ. TiO_2).
- **Αντιβακτηριακές** → Χρήση Ag, ZnO, CuO νανοσωματιδίων.
- **Οπτικές** → Αντιανακλαστικά, φίλτρα UV, φωτοκαταλυτικά.
- **Αγωγές ή μονωτικές** → Χρήσιμες σε ηλεκτρονικά/νανοηλεκτρονική.

ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ

Τι είναι τα νανοσύνθετα;

- Είναι συνδυασμός δύο ή περισσότερων υλικών, όπου τουλάχιστον ένα υλικό (τα "εγκλείσματα" ή "ενισχυτικά υλικά") είναι σε νανοκλίμακα.
- Αυτά τα νανοσωματίδια διασπείρονται μέσα σε μία κύρια μήτρα, η οποία είναι συχνά πολυμερής.



ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑ

Πλεονεκτήματα

- Μείωση χρήσης φυτοφαρμάκων & λιπασμάτων → πιο βιώσιμη γεωργία
- Αύξηση παραγωγικότητας και ποιότητας καλλιεργειών
- Βελτίωση ανθεκτικότητας φυτών σε στρες (ξηρασία, αλατότητα, ασθένειες)
- Μείωση κόστους παραγωγής σε βάθος χρόνου

Προκλήσεις & Περιορισμοί

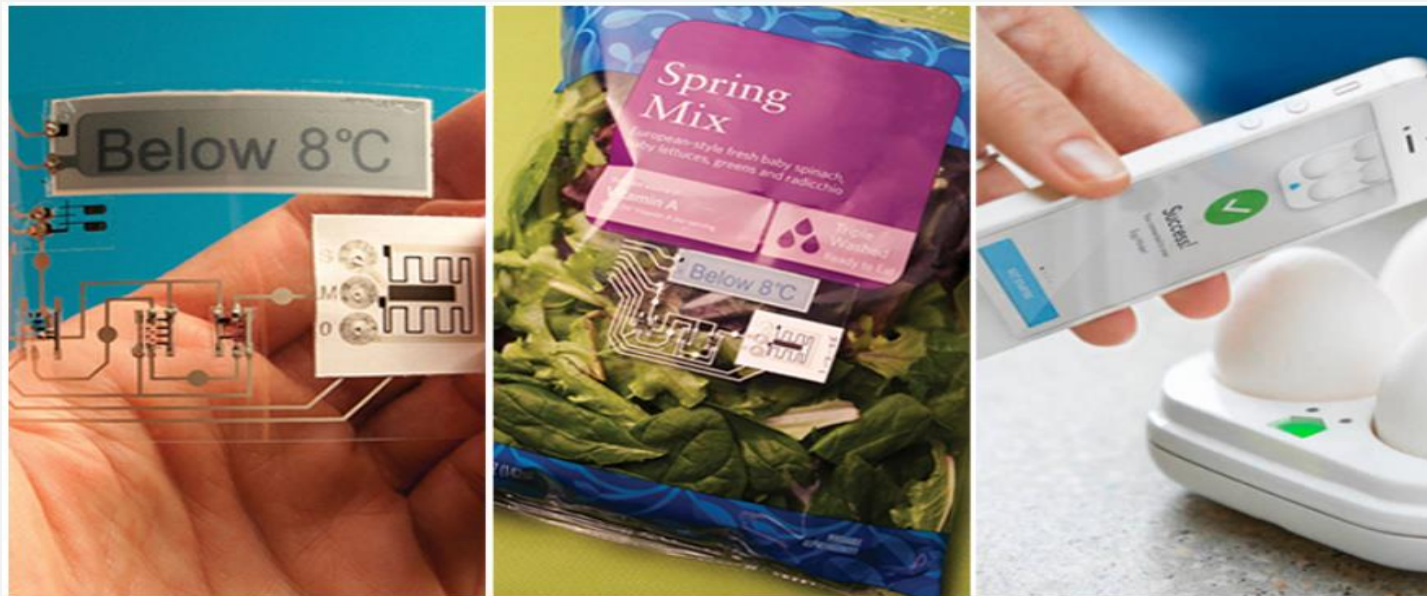
- Έλλειψη ρυθμιστικού πλαισίου για χρήση νανοϋλικών στα τρόφιμα
- Πιθανοί κίνδυνοι για περιβάλλον & υγεία (π.χ. τοξικότητα νανοσωματιδίων)
- Υψηλό κόστος τεχνολογίας σε σχέση με παραδοσιακές μεθόδους
- Ανάγκη για εκπαίδευση αγροτών

Εφαρμογές

- Λιπάσματα & Θρέψη Φυτών
 - *Νάνο-λιπάσματα*
 - *Σκευάσματα θρέψης*
- Γεωργικά Συστήματα & Εξοπλισμός
 - *Βιώσιμη Ενέργεια*
 - *Ανίχνευση & Παρακολούθηση*
- Προστασία Φυτών & Ανθεκτικότητα
 - *Αντιμετώπιση Ασθενειών*
 - *Ενίσχυση Ανθεκτικότητας*

ΝΑΝΟ-ΑΓΡΟΤΟΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ

- **Νανοαισθητήρες:** ανίχνευση παθογόνων σε λεπτά αντί για μέρες.
- **Στοχευμένη απελευθέρωση:** νανοκάψουλες για λιπάσματα και φυτοφάρμακα → μείωση χημικών έως 40%.
- **Νανοσυσκευασία τροφίμων:** μεμβράνες με νανοϋλικά που καθυστερούν την αλλοίωση.



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΤΟΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ

- Οι νανοϋλικές εφαρμογές στον αγροδιατροφικό τομέα περιλαμβάνουν τη βελτίωση των συσκευασιών τροφίμων για μεγαλύτερη αντοχή και μεγαλύτερο χρόνο ζωής, την ενθυλάκωση θρεπτικών συστατικών και αρωμάτων για καλύτερη διατήρηση, την ανάπτυξη «έξυπνων» συσκευασιών που ανιχνεύουν κινδύνους και τη βελτίωση της υφής και θρεπτικής αξίας των τροφίμων.

Συσκευασίες Τροφίμων

- Ελαφρύτερα και Ανθεκτικότερα Υλικά
- Επιμήκυνση Χρόνου Ζωής
- Έξυπνες Συσκευασίες:

Επεξεργασία Τροφίμων

- Βελτίωση Υφής και Γεύσης
- Ενθυλάκωση
- Διατροφική Βελτίωση

Άλλες Εφαρμογές

- Ανίχνευση Κινδύνων
- Σύγχρονη Γεωργία

ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ ΑΡΓΥΡΟΥ ΩΣ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

- Πολλές αρχαίες κοινωνίες αποθήκευαν το κρασί και το νερό σε αργυρά σκεύη.
- Τα ναυτικά πλοία και τα αεροσκάφη επένδυαν τις δεξαμενές του νερού τους με άργυρο για να κρατήσει το νερό πόσιμο για μεγάλες περιόδους του χρόνου.
- Ο άργυρος ήταν ο παράγοντας αποστείρωσης για το νερό στο ρωσικό διαστημικό σταθμό MIR και στα διαστημικά λεωφορεία της NASA, και η αντιμικροβιακή του δραστηριότητα ευρέος φάσματος και το χαμηλό κόστος τον έχουν κάνει υποψήφιο ενεργό παράγοντα απολύμανσης του νερού σε αναπτυσσόμενες χώρες.
- Το 2009, το FDA τροποποίησε τους κανονισμούς για τα πρόσθετα των τροφίμων για να επιτραπεί η άμεση προσθήκη νιτρικού αργύρου ως απολυμαντικό σε εμπορικά εμφιαλωμένο νερό σε συγκεντρώσεις $\leq 17 \mu\text{g/kg}$.

ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ ΑΡΓΥΡΟΥ ΩΣ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

- Έχει βρεθεί ότι, τα νανοσωματίδια αργύρου (AgNP) είναι ισχυροί παράγοντες κατά πολυάριθμων ειδών βακτηρίων.
- Επιπλέον, τα AgNPs είναι τοξικά για τους μύκητες, φύκη και φυτοπλαγκτόν και είναι ανασταλτικοί σε τουλάχιστον δύο ιούς.
- Τα νανοςύνθετα AgNP/πολυμερή είναι ελκυστικά υλικά για χρήση τόσο σε ιατρικές συσκευές, καθώς και σε υλικά συσκευασίας τροφίμων για τη συντήρηση του προϊόντος στο ράφι.
- Τα νανοςύνθετα με βάση τα AgNP προσφέρουν προστιθέμενη σταθερότητα και πιο αργή απελευθέρωση ιόντων αργύρου η οποία είναι σημαντική για τη διάρκεια της αντιμικροβιακής δράσης.
- Η αντιμικροβιακή δράση βρέθηκε επίσης ότι είναι εξαρτώμενη από παράγοντες οι οποίοι επιδρούν στο ποσοστό απελευθέρωσης ιόντων αργύρου, όπως ο βαθμός κρυσταλλικότητας του πολυμερούς, το είδος πλήρωσης, η υδροφοβικότητα της μήτρας και το μέγεθος των σωματιδίων.

ΕΞΥΠΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ

- Συσκευασίες που παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των τροφίμων ή «αντιδρούν» όταν το περιεχόμενο τρόφιμο έχει αλλοιωθεί, αλλάζοντας για παράδειγμα χρώμα.
- Στόχος της χρήσης τους είναι ο καταναλωτής να έχει μια πιο έγκυρη από την ημερομηνία λήξης πληροφόρηση για την καταλληλότητα του τροφίμου προς κατανάλωση
- Οι πρώτες «έξυπνες» συσκευασίες ήταν οι γνωστοί χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες. Χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:
 1. Αυτοί που βασίζονται στο φαινόμενο της «μετανάστευσης» μιας ειδικής μπογιάς διαμέσου ενός πορώδους υλικού, το οποίο είναι θερμο- και χρόνο-εξαρτώμενο.
 2. Αυτοί στους οποίους λαμβάνει χώρα μια χημική αντίδραση με αποτέλεσμα μια χρωματική μεταβολή.



ΕΞΥΠΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ - ΝΑΝΟΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

- Οι νανο-αισθητήρες παρουσιάζουν ευαισθησία σε περιβαλλοντικές αλλαγές, υποβάθμιση του προϊόντος και μικροβιακή επιμόλυνση.
- Μπορούν να ανιχνεύσουν συγκεκριμένα χημικά συστατικά, παθογόνα και τοξίνες στο τρόφιμο.

Πώς λειτουργούν?

- Ανίχνευση αλλοίωσης
- Εντοπισμός ζημιών
- Παρακολούθηση συνθηκών
- Ηλεκτροχημικοί νανοαισθητήρες
- Νανοστιβάδες



Οφέλη?

- Μείωση απωλειών
- Ενημέρωση καταναλωτή
- Ασφάλεια τροφίμων



ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

- Το νάνο-λίπασμα αναφέρεται σε ένα προϊόν σε κλίμακα νανομέτρων που προσφέρει θρεπτικά συστατικά στις καλλιέργειες.
- Η τεχνολογία του νάνο-λιπάσματος είναι μία πρόσφατη καινοτομία. Η αντικατάσταση των παραδοσιακών μεθόδων της εφαρμογής λιπάσματος με νάνο-λιπάσματα είναι μια προσέγγιση που να απελευθερώνει θρεπτικά συστατικά στο έδαφος σταδιακά και με ελεγχόμενο τρόπο.
- Στα νάνο-λιπάσματα, τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να ενθυλακωθούν σε νανοϋλικά, επικαλυμμένα με ένα λεπτό προστατευτικό φιλμ, ή να χορηγηθούν ως γαλακτώματα ή νανοσωματίδια

Πλεονεκτήματα

1. Διεγείρει την ανάπτυξη του φυτού
2. Βελτιώνει την απόδοση και την παραγωγή
3. Είναι στοχευμένη λίπανση και περιβαλλοντικά φιλική
4. Μειώνει το κόστος παραγωγής
5. Μειώνει τις απώλειες θρεπτικών συστατικών από θερμοκρασίες κ.ά
6. Αντιμετωπίζει το στρεσάρισμα της καλλιέργειας
7. Βελτιώνει τις ιδιότητες του εδάφους
8. Βελτιώνει τη δυνατότητα συγκράτησης υγρασίας
9. Δημιουργεί στρώμα επί του φυλλώματος προστατεύοντας από βλάβες από μύκητες και καύσωνες.

ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Πίνακας 1. Συμβατικά λιπάσματα εναντίον Νανο-λιπάσματα

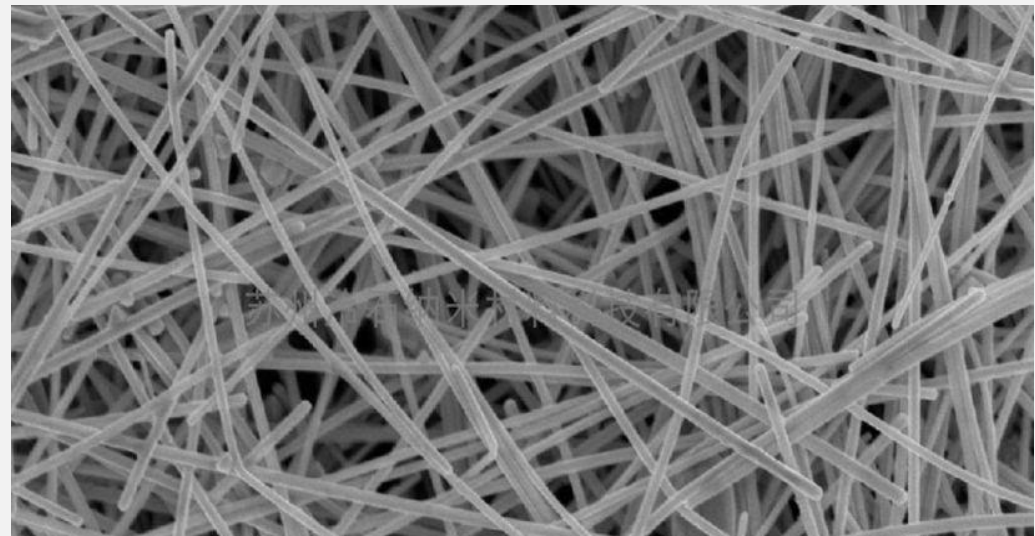
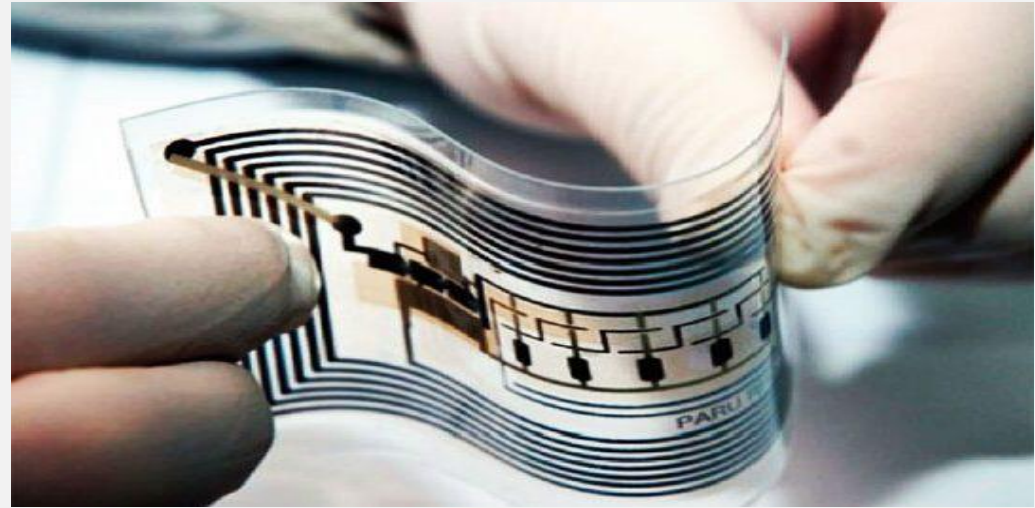
Δείκτης	Νάνο-Λίπασμα	Συμβατικό Λίπασμα
Διαλυτότητα	Υψηλή	Χαμηλή
Διασπορά μεταλλικών ιχνοστοιχείων	Βελτιωμένη διασπορά αδιάλυτων θρεπτικών.	Χαμηλή διαλυτότητα λόγω του μεγάλου μεγέθους των σωματιδίων.
Προσρόφηση και ρύθμιση του εδάφους	Μειωμένη	Υψηλή
Βιοδιαθεσιμότητα	Υψηλή	Χαμηλή
Επάρκεια πρόσληψης θρεπτικών	Αυξημένος βαθμός πρόσληψης, εξοικονόμηση λιπάσματος	Τα συμβατικά λιπάσματα δεν είναι διαθέσιμα στις ρίζες και η επάρκεια πρόσληψης θρεπτικών είναι χαμηλή.
Ελεγχόμενη απελευθέρωση	Ο ρυθμός απελευθέρωσης και ο τρόπος ελέγχονται με ακρίβεια.	Υπερβολική απελευθέρωση που οδηγεί σε τοξικότητα και μη ισορροπία εδάφους.
Αποτελεσματική διάρκεια της απελευθέρωσης	Εκτεταμένη αποτελεσματική διάρκεια.	Χρησιμοποιείται από το φυτό στον τόπο και την ώρα της εφαρμογής. Το υπόλοιπο μετατρέπεται σε αδιάλυτη μορφή.
Βαθμός απώλειας	Μειωμένη απώλεια των θρεπτικών του λιπάσματος.	Υψηλός βαθμός απώλειας εξαιτίας της έκπλυσης της απομάκρυνσης και της απορροής.

ΝΑΝΟ-ΛΙΠ'ΑΣΜΑΤΑ ΕΠ'ΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓ'ΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤ'ΩΝ ΚΑΙ ΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜ'Ο ΤΟΥΣ

- Η πλειοψηφία των πρόσφατων μελετών υποστηρίζει την ιδέα ότι τα νανοσωματίδια έχουν κάποιες δυσμενείς επιπτώσεις για τα φυτά.
- Τα νανοσωματίδια άνθρακα με πολλαπλά τοιχώματα (MWCNP) έχει αποδειχθεί ότι προάγουν τη βλάστηση και την ανάπτυξη της τομάτας και ενισχύουν την ανάπτυξη των κυττάρων.
- Η επίδραση των νανοσωματιδίων ZnO στη φυσιολογία των φυτικών κυττάρων διερευνήθηκε χρησιμοποιώντας κυτταρικό αντιοξειδωτικό σύστημα ως μοντέλο.
- Αποδείχθηκε ότι οι χαμηλές συγκεντρώσεις νανοσωματιδίων ZnO έχουν θετική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών και η συσσώρευση της φυλλώδους βιομάζας έχει βελτιωθεί.
- Η εφαρμογή των νανοσωματιδίων TiO_2 αποδείχθηκε ότι προάγει τη φωτοσύνθεση υπό ορατό και υπεριώδες φως και την ανάπτυξη στο σπανάκι.
- Παρατηρήθηκε αύξηση κατά 73% σε ξηρό βάρος, τριπλάσιος ρυθμός φωτοσύνθεσης και αύξηση κατά 45% της χλωροφύλλης μετά από επεξεργασία των σπόρων από το σπανάκι.

ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

- Νανοτρανζίστορ / νανοηλεκτρονική
- Νανοκαλώδια
- Νανοαισθητήρες ηλεκτρονικά
- Κβαντικές τελείες (quantum dots)
- QLED νανοτεχνολογία
- Μνήμη με νανοϋλικά / nano memory devices
- Γραφένιο ηλεκτρονικά
- Νανοτεχνολογία υπολογιστές



ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

- Παγκόσμια αγορά νανοτεχνολογίας: >150 δισ. \$ μέχρι το 2035.
- Σημαντικοί τομείς: clean tech, agri-tech, health tech.
- Χρηματοδότηση: Horizon Europe, ΕΣΠΑ, venture capital.
- Startups & case studies (π.χ. εφαρμογές σε packaging, ενέργεια).
- **1. Αγορές με ραγδαία ανάπτυξη**
 - **Φάρμακα & Ιατρική Νανοτεχνολογία** → τεράστιο πεδίο R&D (π.χ. στοχευμένες θεραπείες καρκίνου).
 - **Ενέργεια** → ανανεώσιμες πηγές και αποθήκευση (μπαταρίες, υπερπυκνωτές με νανοϋλικά).
 - **Ημιαγωγοί** → κάθε γενιά ηλεκτρονικών μικραίνει χάρη στη νανοτεχνολογία.
 - **Πράσινες τεχνολογίες** → καθαρισμός ρύπων, απολύμανση, βιώσιμα υλικά.
- **2. Προβλεπόμενη Αγορά**
 - Η παγκόσμια αγορά νανοτεχνολογίας υπολογίζεται να φτάσει ~250 δισ. \$ έως το 2030, με CAGR >15%.
 - Οι μεγαλύτερες επενδύσεις γίνονται σε **ΗΠΑ, Κίνα, ΕΕ**.
- **3. Επενδυτικά Ρίσκα**
 - Ρυθμιστικά θέματα** (ασφάλεια νανοσωματιδίων για τον άνθρωπο/περιβάλλον).
 - Υψηλό κόστος παραγωγής** σε κάποιες εφαρμογές.
 - Τεχνολογική αβεβαιότητα** → κάποιες ιδέες δεν έχουν βγει ακόμα στην αγορά.
- **4. Ευκαιρίες στην Ελλάδα**
 - Ερευνητικά κέντρα και Πανεπιστήμια (π.χ. ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, Πολυτεχνεία).
 - Startups σε υλικά, βιοϊατρική και ενέργεια.
 - Συνεργασίες με βιομηχανίες δομικών υλικών (τσιμέντο, επιστρώσεις).

CASE STUDIE I

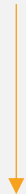
Nano-packaging για Ντομάτες

- Shelf-life ντομάτας: +14 μέρες.
 - Μείωση food waste: 20–30%.
 - Αύξηση κόστους συσκευασίας: +15%.
 - Υλικό: βιοδιασπώμενο νανοπολυμερές.
 - Ασφάλεια: EFSA approval pending.
- Σύμφωνα με τον FAO, το 30% της παγκόσμιας παραγωγής τροφίμων χάνεται λόγω μικρής διάρκειας ζωής. Ερευνητές ανέπτυξαν μια νανο-μεμβράνη συσκευασίας, βιοδιασπώμενη, που παρατείνει τη φρεσκάδα της ντομάτας κατά 14 μέρες. Το προϊόν δοκιμάζεται ήδη σε Ινδία, ΗΠΑ και ΕΕ.

CASE STUDIE I

ΟΜΑΔΑ Α΄

Επιστήμονες



Ενδιαφέρονται για την
τεχνολογία & ασφάλεια.

ΟΜΑΔΑ Β΄

Επενδυτές



Κοιτάνε κόστος, αγορά,
κέρδος.

ΟΜΑΔΑ Γ΄

Καταναλωτές



Θέλουν ασφάλεια, χαμηλή
τιμή, βιωσιμότητα.

CASE STUDIE I

- **Ως επιστήμονες:** Ποιο είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της νανο-μεμβράνης;
- **Ως επενδυτές:** Αν η συσκευασία κοστίζει +15%, θα επενδύατε; Γιατί;
- **Ως καταναλωτές:** Θα αγοράζατε ντομάτες με νανοσυσκευασία αν ήταν 0,20€ ακριβότερες/κιλό;
- **Πιθανός κίνδυνος:** Τι πρόβλημα βλέπετε;

CASE STUDIE II

Nanofilters για Καθαρισμό Νερού

- Αφαίρεση παθογόνων: 95%
- Κόστος: ~20% φθηνότερο από τα κλασικά φίλτρα
- Διάρκεια ζωής: 1 έτος
- Δυνατότητα καθαρισμού: 500 λίτρα/φίλτρο
- Ρυθμιστική κατάσταση: WHO pilot projects
- Σε αγροτικές περιοχές της Ινδίας, εκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό. Ερευνητές ανέπτυξαν φίλτρα νερού με νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου, ικανά να εξουδετερώνουν το 95% των παθογόνων σε λίγα λεπτά. Το κόστος τους είναι χαμηλότερο από τα συμβατικά φίλτρα.

CASE STUDIE II

ΟΜΑΔΑ Α΄

Δημόσια Υγεία



Ενδιαφέρονται για μείωση ασθενειών.

ΟΜΑΔΑ Β΄

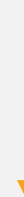
Επενδυτές / Start-ups



Κοιτάνε κέρδος και scalability.

ΟΜΑΔΑ Γ΄

Τοπικές Κοινότητες



Νοιάζουν για κόστος και διαθεσιμότητα.

CASE STUDIE II

- **Ως Δημόσια Υγεία:** Πώς βοηθάει το nanofilter;
- **Ως Επενδυτές:** Είναι βιώσιμο επιχειρηματικά;
- **Ως Κοινότητες:** Θα το αγοράζατε αν κόστιζε 10€ το φίλτρο;
- Ποιο είναι το μεγαλύτερο εμπόδιο;

.

CASE STUDIE III

Νανοεπιστρώσεις σε Κτίρια και Υλικά

- Κόστος: +10% αρχικό σε σχέση με κλασικά υλικά
- Διάρκεια ζωής: +20 χρόνια
- Εξοικονόμηση συντήρησης: -40%
- Ιδιότητες: αυτοκαθαριζόμενο (φωτοκαταλυτικό TiO_2), ανθεκτικό σε ρύπους, μούχλα, βακτήρια.
- Στην οικοδομή, η φθορά των υλικών (διάβρωση, υγρασία, ρύπανση) δημιουργεί τεράστιο κόστος συντήρησης. Νανοεπιστρώσεις (nanocoatings) με βάση το διοξείδιο του τιτανίου (TiO_2) και νανοσωματίδια σιλικόνης, προσφέρουν αυτοκαθαριζόμενες, αντιδιαβρωτικές και αντιβακτηριακές επιφάνειες.

CASE STUDIE III

ΟΜΑΔΑ Α΄

Κατασκευαστικές
Εταιρείες



Νοιάζουν για αντοχή &
κόστος.

ΟΜΑΔΑ Β΄

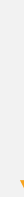
Δήμοι / Δημόσιος
Τομέας



Νοιάζουν για συντήρηση
κτιρίων & αισθητική.

ΟΜΑΔΑ Γ΄

Πολίτες /
Καταναλωτές



Νοιάζουν για ποιότητα ζωής
& υγιεινή.

CASE STUDIE III

- **Ως κατασκευαστές:** Θα επενδύατε σε υλικά με +10% κόστος αλλά +20 χρόνια διάρκεια;
- **Ως Δήμοι:** Ποιο είναι το όφελος για δημόσια κτίρια;
.
- **Ως πολίτες:** Θα θέλατε να ζείτε σε πόλη με τέτοια κτίρια;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ???

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΎ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ