

# NANOTECHNOLÓGIA AZ ÉLELMISZERC SOMAGOLÁSBAN

## LEHETŐSÉGEK ÉS KIHÍVÁSOK

Dr. Siró István

Richter Gedeon NYRT. – Csomagolásfejlesztési Osztály

# Alkalmazási területek

2

1. Nanokompozit csomagolások és bevonatok
2. Biopolimerek és bio-nanokompozitok
3. Aktív csomagolások
4. Intelligens csomagolások



# 1. Nanokompozitok

3

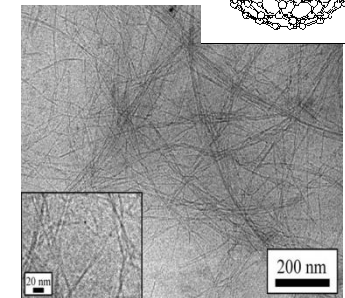
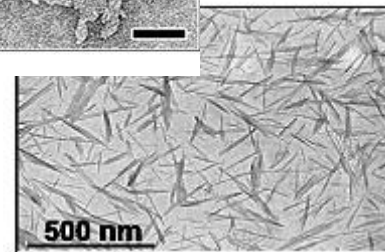
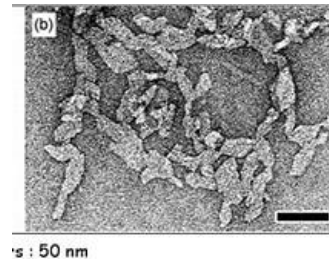
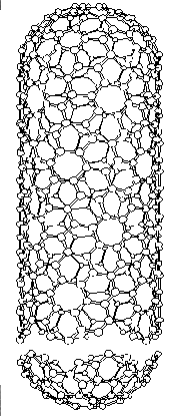
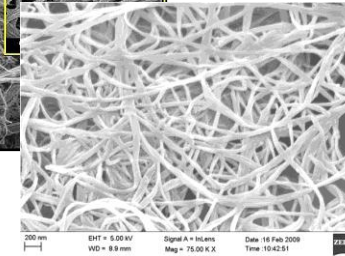
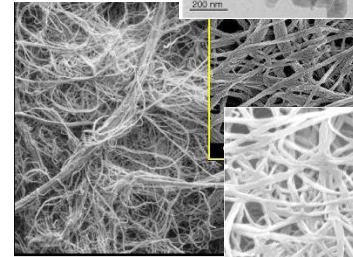
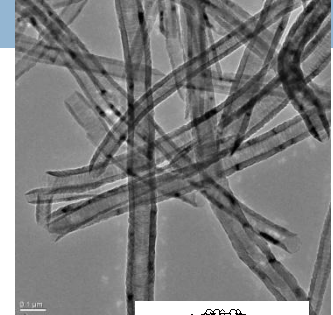
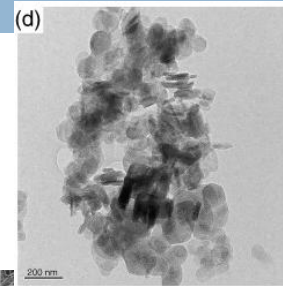


- Nanotöltelék tartalmazó kompozitok = polimer mátrix + nanotöltelék)
  - ▣ jellemzően 1–5 tömeg% töltetarány
- Legalább 1 irányban 1–100 nm kiterjedésű
  - ▣ 1D, 2D, 3D nanotöltelék
- Bizonyos tulajdonságok javítása, a polimer mátrix eredeti tulajdonságainak megtartása mellett (nagy fajlagos felület → alacsony töltési arány)
- Gáz-és vízgőzzárás, mechanikai-, termomechanikai tulajdonságok, hőstabilitás...
- Optikai tulajdonságok, rugalmasság, könnyű súly, feldolgozhatóság, újrahasznosíthatóság

# Nanotöltelékek

4

- Agyagásványok/rétegszilikátok
  - ▣ Montmorillonite/bentonit (MMT), hidrotalkit (LDH)
- Szén nanocsövek (CNT)
- Nanocellulóz
  - ▣ Nanofibrillált cellulóz (NFC)
  - ▣ Cellulóz nanowhisker (tűkristály)
  - ▣ Bakteriális cellulóz
- Kitin nanokristályok
- Keményítő nanokristályok

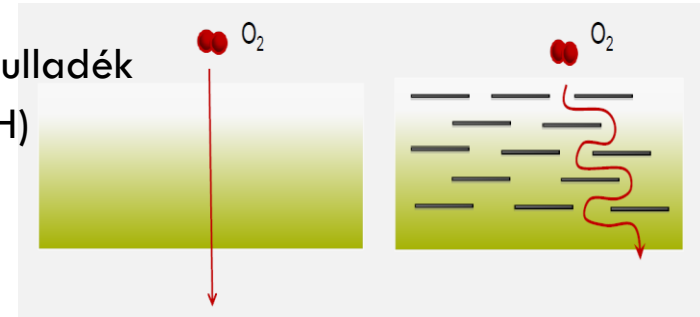


# Nanokompozitok– **Lehetőségek**

5

## □ **Gáz-, és vízgőzzárás javítása:**

- Hosszabb eltarthatóság → kevesebb élelmiszer hulladék
- Drága, speciális polimerek kiválthatók (pl. EVOH)
- Többrétegű csomagolások kiválthatók →
  - Egyszerűbb előállítás (Ø laminálás)
  - Könnyebb újrafeldolgozás



## □ **Mechanikai tulajdonságok javítása:**

- Vékonyabb/könnyebb csomagolások → kisebb környezeti terhelés

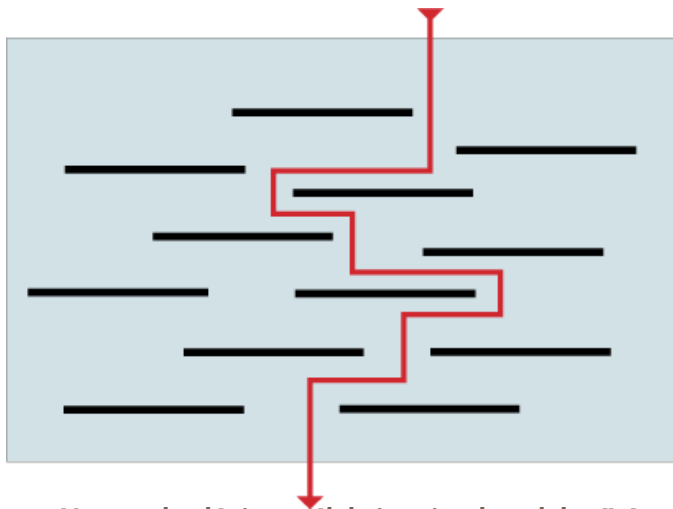
## □ **Hőstabilitás/termomechanikus tulajdonságok javítása:**

- Feldolgozhatóság javítása (szélesebb hőmérsékleti tartomány)
- Felhasználási területek (melegen töltés, rövidebb ciklusidők)
- Piacok bővülése (trópusi klíma)

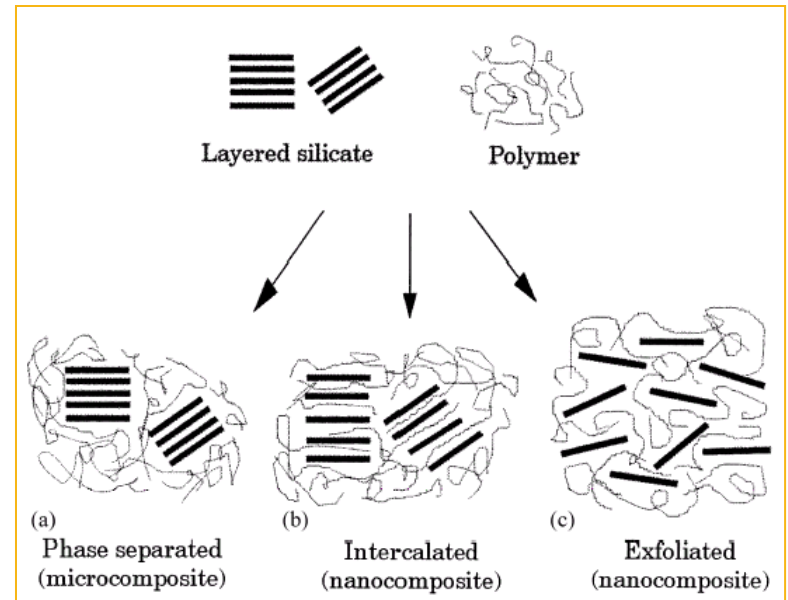
# Nanokompozitok— Kihívások!

6

- Homogenitás, Rétegszétválás, Orientáció?
- Reaggregáció?
- Kompatibilitás?
  - ▣ apoláros polimerek ↔ hidrofil nanotöltetek
  - ▣ kémiai módosítások szükségesek
- Mértéknövelés?



Nanotechnológia az élelmiszeriparban: lehetőség vagy kockázat?



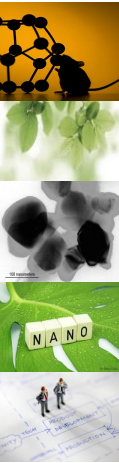
2012.05.22.



# Alkalmazási területek

7

1. Nanokompozit csomagolások és bevonatok
2. **Biopolimerek és bio-nanokompozitok**
3. Aktív csomagolások
4. Intelligens csomagolások



# 2. Biopolimerek és bio-nanokompozitok

8



## Lehetőségek:

- Biopolimerek „feljavítása” agyagásványokkal (MMT, LDH)
  - ▣ Mechanikai-, hőstabilitási tulajdonságok, nedvesség...
  - ▣ PLA, PVOH, PCL, PHA, keményítő, kitozán, fehérje alapú...
- Szintetikus polimerek + megújuló nanotöltetek (pl. nanocellulóz)
- Teljesen bio-nanokompozitok = biopolimerek + megújuló nanotöltetek (pl. PLA/nanocellulóz)
- Nanoszerkezetű biopolimerek, mint bevonatok (pl. gázzáró nanocellulóz bevonat)

**Kihívások:** homogenitás, kompatibilitás, ipari előállítás?



# Alkalmazási területek

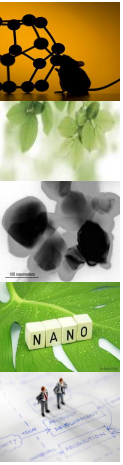
9

1. Nanokompozitok és nanostruktúrált bevonatok
2. Biopolimerek és bio-nanokompozitok
3. **Aktív csomagolások**
4. Intelligens csomagolások



# 3. Aktív csomagolások

10



Nagy fajlagos felület → **aktív** funkciók, **dinamikus** szerep az élelmiszer eltarthatóság növelésében (*interakció az élelmiszerrel és a környezettel*)

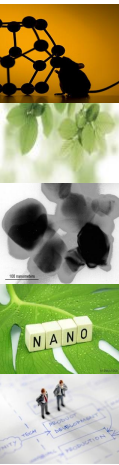
## □ Antimikrobiális csomagolások:

- „Nanoezüst”,
- MMT/Ag ion (ioncsere)
- TiO<sub>2</sub> nanorészecskék
- ZnO, MgO nanorészecskék
- Kitozán, nizin
- Hidrotalkithoz (LDH) kötött benzoátsók
- Szén nanocsövek

□ Agyagásványok → szabályozott hatóanyag-leadás (lassított diffúzió)

# Aktív csomagolások – folytatás

11



- **Oxigénelnyelő csomagolások:**
  - nagy fajlagos felület → nagy megkötő kapacitás
  - passzív és aktív funkciók kombinációja (oxigénzárás + megkötés)
- **Etilénelnyelő csomagolások**
  - nagy fajlagos felület → nagy megkötő kapacitás
- **Rögzített enzimek**
  - enzimek védelme (hő, pH ...)
  - nagy fajlagos felület → nagy reaktivitás/hatékonyság
  - pl. laktáz, koleszterol reduktáz, glükóz-oxidáz

# Alkalmazási területek

12

1. Nanokompozitok és nanostruktúrált bevonatok
2. Biopolimerek és bio-nanokompozitok
3. Aktív csomagolások
4. **Intelligens csomagolások**



# 4. Intelligens csomagolások

13

- Információt adnak az élelmiszer állapotáról
  - ▣ **Nanoérezkelők:** reagálnak a környezeti tényezők változására, mikrobiológiai szennyeződésre
    - hőmérséklet (TTI), relatív páratartalom
    - gázok ( $O_2/CO_2$ ) → integritás/mikrobiológiai aktivitás
    - bomlástermék (pl. aminok)
    - patogének (fluoreszcens nanorészecskék+antitestek)
  - ▣ **„elektromos nyelv”:** egy sor nanoérezkelő (gáz) → színreakció
  - ▣ **Nyomonkövethetőség/Hamisítás elleni védelem** (pl. RFID, nano-vonalkódok)

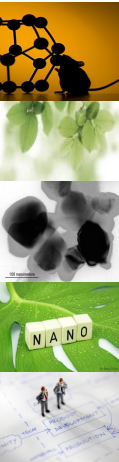




# Lehetséges kockázatok

15

- Hosszú távú hatás a szervezetre? (belégzés, érintés, elfogyasztás)
  - Nanorészecskével dolgozók?
  - Fogyasztók: nanorészecskék migrációja a csomagolásból?
    - Milyen formában/koncentrációban migrál?
    - Hogy hat a többi komponens diffúziójára?
    - Milyen hatással vannak az élelmiszerre?
  
- Környezeti terhelés
  - nanorészecskék életciklusa?
  - meddig és milyen formában?
  - felhalmozódás? (pl. nanoezüst a vizekben?)
  - Nanorészecskék és biodegradálhatóság?



Occupational health

**WHO Guidelines on Nanomaterials and Worker's Health**

Workers in all countries face new risks from manufacturing applications of rapidly advancing new technologies based on nanometer-scale atomic structures known as nanomaterials.

The World Health Assembly identified the assessment of health impacts of new technologies, work processes and products as one of the activities under the Global Plan of Action on Workers Health, adopted in 2007, and the WHO Global Network of Collaborating Centres in Occupational Health has selected manufactured nanoparticles as a key focus of their activity.

To address occupational risks of nanomaterials, WHO is developing Guidelines on "Protecting Workers from Potential Risks of Manufactured Nanomaterials" (WHO/NANOH). These Guidelines aim to facilitate improvements in occupational health and safety of workers potentially exposed to nanomaterials in a broad range of manufacturing and social environments. The guidelines will incorporate elements of risk assessment and risk management and contextual issues. They will provide recommendations to improve occupational safety and protect the health of workers using nanomaterials in all countries and especially in low and middle-income countries.

The development of WHO NANOH Guidelines is presently funded through in-kind contributions from WHO, U.S. NIOSH and global experts from a wide range of countries and organizations. There is a critical need for external funding to support a broad range of activities associated with the project such as facilitating expert participation in project meetings, holding and sponsoring expert meetings, drafting and translating guidelines and implementation documents, and pilot testing.



# Fogyasztói elfogadottság

16

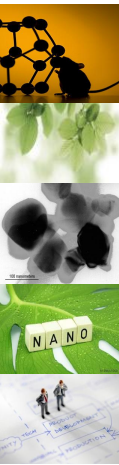


- Földrajzi különbségek:
  - ▣ (konzervatívabb európai fogyasztók vs. nyitottabb USA, Japán)
- „**nanocsomagolás**” vs. „**nanoélelmiszer**”
- „Nanocsomagolás” → Az előnyöket helyezik előtérbe, a kockázatok nem annyira triviálisak

# Jogi szabályozás

17

- Jelenleg nincs szabályozás
- FDA: „közvetett élelmiszeradalék”
- EU: „Food Contact Material”
  - ▣ Framework Regulation on materials and articles intended to come into contact with food [Regulation EC 1935/2004](#)
  - ▣ [Regulation EU 10/2011](#) – plastic materials and articles intended to come into contact with food
- Folyamatos konzultáció



## Science & Research

Home Science & Research Science and Research Special Topics Nanotechnology

### Science and Research Special Topics

- Nanotechnology
- Nanotechnology Task Force
- Nanotechnology Task Force Report 2007

### FDA Issues Two Draft Guidances Related to Nanotechnology Applications in Cosmetics and Food Substances

In April 2012 FDA issued for public comment two product-specific draft guidance documents to address the use of nanotechnology by the foods and cosmetics industries. Both guidance documents are being issued as part of FDA's ongoing implementation of recommendations from FDA's 2007 Nanotechnology Task Force Report.



EFSA Journal 2011;9(5):2140

## SCIENTIFIC OPINION

### Guidance on the risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the food and feed chain<sup>1</sup>

EFSA Scientific Committee<sup>2,3</sup>

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

# Záró gondolatok

18

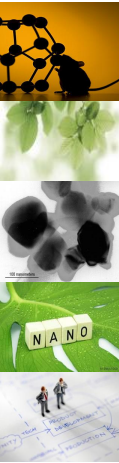


- Lehetséges az eltarthatóság, élelmiszerbiztonság, a fenntarthatóság növelése...
  - összetétel  $\Leftrightarrow$  szerkezet  $\Leftrightarrow$  feldolgozás  $\Leftrightarrow$  tulajdonságok közötti kapcsolat meghatározása
  - a vizsgálati technikák további finomítása (TEM, SEM, AFM, XRD...)
  - ipari eljárások a nanorészecskék homogén eloszlására
  - a humán kockázatok és környezeti hatások megismerése és megismertetése
  - Funkciók kombinálása:
    - „release on command” rendszerek
    - biológiailag lebomló

# Köszönöm a figyelmet!

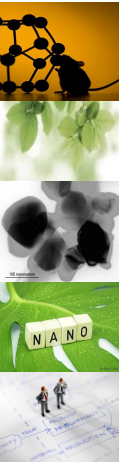
19

Dr. Siró István  
e-mail: [siroi@richter.hu](mailto:siroi@richter.hu)

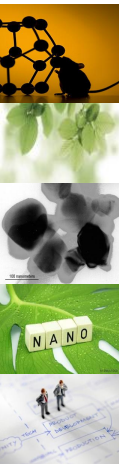


# Kutatási projektek/Publikációk

20



- **Eco-sustainable Food Packaging based on polymer nanomaterials** (*Cost Action FA0904*), ([www.nanocomposites-cost.eu](http://www.nanocomposites-cost.eu))
- **Assuring the Safety of Nanomaterials in Food Packaging** ([www.nanotechproject.org/](http://www.nanotechproject.org/)) (July 2008)
- **Nanotechnology White Paper**, U.S. Environmental Protection Agency ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)) (Feb 2007)
- Robinson D. K. R. And Morrison M. J. (2010) **Nanotechnologies for food packaging: Reporting the science and technology research trends: Report for the ObservatoryNANO.** August (2010). [www.observatorynano.eu](http://www.observatorynano.eu)
- **Review: Nanocomposites in Food Packaging** – Arora & Padua, Vol. 75, Nr. 1, 2010—*J Food Sci*
- **Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors** – Duncan, *Colloid Interface Sci.* (2011)
- **Acceptance of nanotechnology in food and food packaging: a path model analysis** – Stampfli *et.al.* - *Journal of Risk Research* Vol13, Issue 3, April 2010, Pages 353-365
- **Active food packaging evolution: Transformation from micro- to nanotechnology-** Imran *et al.* - *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* Vol 50, Issue 9, 2010, Pages 799-821



		With selected:				Sort by					
		Download	Export	Print	Email	Create bibliography	+ Add to My List	View citation overview	View Cited by	View references	Date (Newest)
	Document title	Author(s)	Date	Source title	Cited by						
<input type="checkbox"/>	1 <b>Perceived risks and benefits of nanotechnology applied to the food and packaging sector in México</b>	López-Vázquez, E., Brunner, T.A., Siegrist, M.	2012	<i>British Food Journal</i> 114 (2), pp. 197-205	0	View at publisher   Show abstract   Related documents					
<input type="checkbox"/>	2 <b>Future prospects for nanotechnology in food packaging</b>	[No author name available]	2011	<i>Food Engineering and Ingredients</i> 36 (4), pp. 36-39	0	Related documents					
<input type="checkbox"/>	3 <b>Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors</b>	Duncan, T.V.	2011	<i>Journal of Colloid and Interface Science</i> 363 (1), pp. 1-24	8	View at publisher   SCIENCE@DIRECT®   Show abstract   Related documents					
<input type="checkbox"/>	4 <b>Active food packaging evolution: Transformation from micro- to nanotechnology</b>	Imran, M., Revol-Junelles, A.-M., Martyn, A., Tehrani, E.A., Jacquot, M., Linder, M., Desobry, S.	2010	<i>Critical Reviews in Food Science and Nutrition</i> 50 (9), pp. 799-821	3	View at publisher   SCIENCE@DIRECT®   Show abstract   Related documents					
<input type="checkbox"/>	5 <b>Food and nanotechnology: New research project of the Bavarian State Office for Health and Food Safety and the Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging   [Lebensmittel und nanotechnologie neues forschungsprojekt des bayer. LGL und des fraunhofer IVV]</b>	Kohlhuber, M., Winterhalter, R., Schmid, W., Franz, R., Fromme, H.	2010	<i>Deutsche Lebensmittel-Rundschau</i> 106 (6), pp. 308-317	0						
<input type="checkbox"/>	6 <b>Acceptance of nanotechnology in food and food packaging: A path model analysis</b>	Stampfli, N., Siegrist, M., Kastenholz, H.	2010	<i>Journal of Risk Research</i> 13 (3), pp. 353-365	2	View at publisher   Show abstract   Related documents					
<input type="checkbox"/>	7 <b>Public perception of nanotechnology in foods and food packaging</b>	Siegrist, M.	2010	<i>Food Engineering and Ingredients</i> 35 (1), pp. 8-10	0	Related documents					
<input type="checkbox"/>	8 <b>Application of nanotechnology in food packaging: an overview</b>	Mandai, P.K., Choi, K., Min, S.-G., Lee, C.-H.	2009	<i>Korean Journal for Food Science of Animal Resources</i> 29 (4), pp. 403-408	0	Show abstract   Related documents					
<input type="checkbox"/>	9 <b>Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging</b>	Siegrist, M., Stampfli, N., Kastenholz, H., Keller, C.	2008	<i>Appetite</i> 51 (2), pp. 283-290	34	View at publisher   SCIENCE@DIRECT®   Show abstract   Related documents					
<input type="checkbox"/>	10 <b>Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust</b>	Siegrist, M., Cousin, M.-E., Kastenholz, H., Wiek, A.	2007	<i>Appetite</i> 49 (2), pp. 459-466	61	View at publisher   SCIENCE@DIRECT®   Show abstract   Related documents					
<input type="checkbox"/>	11 <b>Case studies on nanotechnologies for food packaging</b>	[No author name available]	2007	<i>Food Technology</i> 61 (7), pp. 102-107	1	Show abstract   Related documents					

Display 20 results per page

Page: 1 of 1

Document title	Author(s)	Date	Source title	Cited by
<input type="checkbox"/> 1 <b>Preparation and properties of linear low density polyethylene based nanocomposite films for food packaging</b> <a href="#">Show abstract</a>   <a href="#">Related documents</a>	Manikantan, M.R., Varadharaju, N.	2012	<i>Indian Journal of Engineering and Materials Sciences</i> 19 (1), pp. 54-66	0
<input type="checkbox"/> 2 <b>Nanocomposite multilayer films of ethylene co-vinyl alcohol with kaolin for high barrier food packaging</b> <a href="#">Show abstract</a>   <a href="#">Related documents</a>	Ratto, J.A., Froio, D., Schirmer, S., Bernacconi, M., Vanderwalker, D., Thellen, C., Lucciarini, J.	2011	<i>Annual Technical Conference - ANTEC, Conference Proceedings</i> 3, pp. 2269-2273	0
<input type="checkbox"/> 3 <b>Preparation and properties of polypropylene-based nanocomposite films for food packaging</b> <a href="#">View at publisher</a>   <a href="#">Show abstract</a>   <a href="#">Related documents</a>	Manikantan, M.R., Varadharaju, N.	2011	<i>Packaging Technology and Science</i> 24 (4), pp. 191-209	0
<input type="checkbox"/> 4 <b>Nanocomposite sensors for food packaging</b> <a href="#">View at publisher</a>   <a href="#">Show abstract</a>   <a href="#">Related documents</a>	Avella, M., Errico, M.E., Gentile, G., Volpe, M.G.	2011	<i>NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics</i> , pp. 501-510	0
<input type="checkbox"/> 5 <b>Development and evaluation of food packaging related properties of high density polyethylene based nanocomposite films</b> <a href="#">Show abstract</a>   <a href="#">Related documents</a>	Manikantan, M.R., Varadharaju, N.	2011	<i>Journal of Polymer Materials</i> 28 (2), pp. 245-266	0
<input type="checkbox"/> 6 <b>Preparation and evaluation of nanocomposite LDPE films containing Ag and ZnO for food-packaging applications</b> <a href="#">View at publisher</a>   <a href="#">Show abstract</a>   <a href="#">Related documents</a>	Ernamifar, A., Kadivar, M., Shahedi, M., Soleimani-Zad, S.	2010	<i>Advanced Materials Research</i> 129-131, pp. 1228-1232	0
<input type="checkbox"/> 7 <b>Nanocomposite polypropylene film for food packaging applications</b> <a href="#">Show abstract</a>   <a href="#">Related documents</a>	Schirmer, S., Ratto, J., Froio, D., Thellen, C., Lucciarini, J.	2008	<i>Technical Papers, Regional Technical Conference - Society of Plastics Engineers</i> 3, pp. 1365-1369	0
<input type="checkbox"/> 8 <b>Potential use of biopolymer-based nanocomposite films in food packaging applications</b> <a href="#">Show abstract</a>   <a href="#">Related documents</a>	Rhim, J.-W.	2007	<i>Food Science and Biotechnology</i> 16 (5), pp. 691-709	21
<input type="checkbox"/> 9 <b>Nanocomposite technology in food packaging</b> <a href="#">Show abstract</a>	[No author name available]	2007	<i>Food Technology</i> 61 (10), pp. 80-83	4
<input type="checkbox"/> 10 <b>Multilayer films of ethylene co-vinyl alcohol nanocomposite and polypropylene for food packaging applications</b> <a href="#">Show abstract</a>   <a href="#">Related documents</a>	Schirmer, S., Froio, D., Thellen, C., Mannarino, M., Lucciarini, J., Ratto, J.A.	2007	<i>Annual Technical Conference - ANTEC, Conference Proceedings</i> 4, pp. 2324-2328	0
<input type="checkbox"/> 11 <b>Nylon nanocomposite films for food packaging</b>	Thellen, C., Froio, D., Ziegler, D., Lucciarini, J., Ratto, J.A.	2006	<i>Annual Technical Conference - ANTEC, Conference Proceedings</i> 2, pp. 1057-1061	0