# การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี ในผลิตภัณฑ์สุขภาพ

## Application of Nanotechnology in Health Products

**ณยา วงษ์พูน ใจพร พุ่มคำ**
*สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา*

### บทนำ

นาโนเทคโนโลยี (nanotechnology) หมายถึง การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการและควบคุมสารและการสังเคราะห์วัสดุในระดับนาโนสเกล เพื่อใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับขนาดหรือโครงสร้างของสสาร โดยคุณสมบัติหรือปรากฏการณ์ดังกล่าวแตกต่างจากที่พบในวัสดุขนาดใหญ่ นาโนเทคโนโลยีถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในผลิตภัณฑ์สุขภาพและที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์สุขภาพ เช่น ในผลิตภัณฑ์ยาเพื่อเพิ่มความจำเพาะเจาะจงต่อเซลล์เป้าหมาย และลดขนาดยาในการรักษา[1,2] เป็นต้น ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น ในครีมกันแดดเพื่อทำให้เนื้อครีมโปร่งแสงไม่เป็นคราบ และในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อให้บูดเสียช้าลงหรือเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ในเสื้อผ้า สิ่งทอ ถุงเท้า โดยการเคลือบหรือฝังอนุภาคนาโนเงินเพื่อการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือวัสดุในยานอวกาศ คอมพิวเตอร์ รถยนต์เพื่อทำให้แข็งแรง ทนทาน ยืดหยุ่น มีประสิทธิภาพสูง มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ในผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย เช่น ผลิตภัณฑ์ฆ่าแมลง มีการนำนาโนเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มความเจาะจงต่อแมลงเป้าหมายและลดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในผลิตภัณฑ์สุขภาพ เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการควบคุม กำกับ ดูแลผลิตภัณฑ์นาโนของประเทศต่างๆ และแนวทางการควบคุม กำกับ ดูแลผลิตภัณฑ์นาโนในผลิตภัณฑ์สุขภาพของสำนักงานคณะกรรมการอาหาร-และยา

### ความเล็กระดับนาโนมีความพิเศษอย่างไร

เนื่องจากคุณสมบัติหลายด้านของอนุภาคของแข็งจะขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค เช่น เมื่อขนาดของอนุภาคเล็กลงไปถึงระดับนาโนเมตร จะพบว่าสิ่งที่เปลี่ยนแปลงตามมาในทันที คือ เกิดผลกระทบจากปรากฏการณ์ควอนตัม (quantum effect) โดยมักแสดงผลของปรากฏการณ์ออกมาในด้านการมองเห็น การนำไฟฟ้า และการเป็นแม่เหล็ก นอกจากนี้ ยังส่งผลในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ เช่น ที่อุณหภูมิห้องทองคำจะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ทองแดงจะเปลี่ยนจากทึบแสงเป็นโปร่งแสง ซิลิคอนจะเปลี่ยนจากฉนวนเป็นสามารถนำกระแสไฟฟ้า นอกจากนั้นยังทำให้อนุภาคเงินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ทั้งนี้ สภาวะดังกล่าวข้างต้นมีสาเหตุมาจาก

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเฉพาะของสารในด้านจุดหลอม ละลาย การเรืองแสง การนำกระแสไฟฟ้า ความสามารถในการทำปฏิกิริยาเคมี การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิวสัมผัสโดยรวมต่อมวลของอนุภาคทั้งระหว่างอนุภาคกับสิ่งแวดล้อมและระหว่างอนุภาคกับอนุภาคด้วยกัน ซึ่งการมีพื้นที่สัมผัสเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อความสามารถในการทำปฏิกิริยาระหว่างกัน ดังนั้น จึงมีการนำคุณสมบัติและหน้าที่ที่พิเศษและความจำเพาะเจาะจงดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ทั้งในทางการแพทย์และไม่ใช่ทางการแพทย์ เช่น 1) การมีคุณสมบัติเรืองแสงจะถูกนำมาใช้ในการบ่งชี้และติดฉลากสาร 2) การเปลี่ยนคุณสมบัติที่ปรากฏเป็นสีแดงหรือสีม่วงแทนสีเหลืองเมื่อทำปฏิกิริยากับแสงและการเลือกสะสมเฉพาะที่เซลล์เนื้องอกของอนุภาคนาโน จึงทำให้ทองคำถูกนำมาใช้ในการสะท้อนภาพ (imaging) และทำลายเซลล์เนื้องอก 3) การมีพื้นที่ผิวสัมผัสเพิ่มขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาง่ายขึ้น จึงถูกนำมาใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมน้ำมันเชื้อเพลิงและอุตสาหกรรมเคมี เช่น นาโนแบตเตอรี่ซึ่งทำให้ประหยัดและได้พลังงานที่สะอาด หรือการสร้างเป็นโครงสร้างนาโนเมมเบรนเพื่อทำให้น้ำสะอาด เป็นต้น[3, 4]

## การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในผลิตภัณฑ์สุขภาพ

มีการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์สุขภาพต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ยา ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์[5] ผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย โดยแสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในผลิตภัณฑ์สุขภาพในตารางในหน้า 11 ซึ่งพบว่า การนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในผลิตภัณฑ์ยาเพื่อบทบาทในการ "นำส่งยา (drug delivery)" โดยมีจุดประสงค์ในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ของยา เช่น ช่วยเพิ่มการละลาย ช่วยควบคุมการปลดปล่อยยา ช่วยนำส่งยาอย่างเจาะจงเฉพาะเซลล์เป้าหมาย ทำให้ลดความเป็นพิษของยาต่อเซลล์อื่นที่ไม่ใช่เซลล์เป้าหมาย ช่วยลดการกระจายยา ช่วยเพิ่มค่าครึ่งชีวิตของยา ซึ่งอาจทำให้ช่วยลดขนาดยา ลดปริมาณการใช้ยาและลดค่าใช้จ่ายด้านยา ซึ่งจะเกิดประโยชน์ต่อประเทศในด้านการลดค่าใช้จ่ายของระบบสาธารณสุข[6, 7] ในผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์มีการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้เพื่อการวินิจฉัยโรคโดยการสะท้อนภาพ (imaging) การติดตามและบ่งชี้ตำแหน่งโรค[8] การเคลือบบนเครื่องมือแพทย์เพื่อป้องกันการติดเชื้อ[9, 10] หรือเป็นโครงรูปในการสร้างอวัยวะเทียมในด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อ[11] ส่วนนาโนเทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารนั้นเพื่อบทบาทในการควบคุมคุณภาพ การเก็บรักษาและการบรรจุหีบห่อ เช่น มีการบรรจุนาโนเซนเซอร์ (nanosensor) ซึ่งจะเรืองแสงเมื่อตรวจพบจุลินทรีย์ในอาหาร[12, 13] สำหรับในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น ครีมกันแดด แป้ง ครีมบำรุงผิวหน้า ยาสีฟัน สบู่ มีการใช้อนุภาคนาโนเงิน อนุภาคนาโนทอง อนุภาคนาโนเหล็กออกไซด์ อนุภาคนาโนซิลิคอนออกไซด์ อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ อนุภาคนาโนอลูมิเนียมออกไซด์และอนุภาคนาโนพาดาเลียม[14] ด้านสิ่งทอ เช่น ฝังหรือเคลือบอนุภาคนาโนเงินหรืออนุภาคนาโนสังกะสีหรืออนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ลงในเสื้อ ชุดกีฬา ชุดนักเรียน ถุงเท้า เพื่อยั้บยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้ไม่มีกลิ่นเหม็น ไม่เปียกน้ำและไม่ยับยั้ง[15] เป็นต้น

## สรุป

อนุภาคของแข็งที่เล็กลงไปในระดับนาโน (ขนาดในช่วง 1-100 นาโนเมตร) จะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่เปลี่ยนแปลงไป จึงมีการนำการเปลี่ยนแปลงนั้นมาใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์สุขภาพ เช่น ผลิตภัณฑ์ยา ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ ผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย ดังนั้น หน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการควบคุม กำกับ ดูแลผลิตภัณฑ์สุขภาพของหลายประเทศ จึงเริ่มมีการออกแนวทางกฎระเบียบในการควบคุม กำกับ ดูแลผลิตภัณฑ์สุขภาพที่มีการใช้นาโนเทคโนโลยี

**ตาราง** แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในผลิตภัณฑ์สุขภาพ

| ผลิตภัณฑ์ | สาร/อนุภาคนาโน | วัตถุประสงค์ | เอกสารอ้างอิง |
|---|---|---|---|
| ยา | - อนุภาคนาโนเงิน (Silvernanoparticles, Nanosilver) | - ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา<br>- ยับยั้งการติดเชื้อไวรัสเอดส์และเริม | 15,16, 17 |
| | - เดนไดร์เมอร์ (Dendrimer) | - นำส่งยาเจาะจงเฉพาะเซลล์เป้าหมาย | 18 |
| | - ลิโพโซม (Liposome) | - เพิ่มการละลาย | 19 |
| | - เอ็กโซโซม (Exosome) | - นำส่งยาเจาะจงเฉพาะเซลล์เป้าหมาย | 20 |
| | - พีอีจี (PEG) | - เพิ่มค่าครึ่งชีวิตของยา | 21 |
| | - พีแอลจีเอ (PLGA) | - เพิ่มการรับยาเข้าเซลล์ (cellular uptake) | 22 |
| เครื่องมือแพทย์ | - อนุภาคนาโนทองคำ (Gold nanoparticles) | - การสะท้อนภาพและการวินิจฉัยโรค | 23 |
| | - ควอนตัม ดอท (Quantum dot) หรือ แคดเมียมซีลีไนด์ นาโนพาร์ติเคิล (Cadmium selenide nanoparticle) | - การสะท้อนภาพ เพื่อหาตำแหน่งของก้อนเนื้องอก | 24 |
| | - คาร์บอนนาโนทิวป์ (Carbon nanotube) | - ฆ่าเซลล์มะเร็ง โดยใช้ร่วมกับความร้อน<br>- เป็นโครงรูป (scaffold) ในการสร้างอวัยวะเทียม | 25, 26 |
| อาหาร | - ไฟโตสเตอร์รอล (Phytosterol) | - เพิ่มคุณค่าทางอาหาร เช่น ยับยั้งการขนส่งคอเลสเตอรอลจากระบบย่อยอาหารเข้าสู่กระแสเลือด | 27 |
| | - นาโนคอมโพซิทต์ (Nanocomposite/ biopolymer-based materials) | - ยืดอายุอาหาร โดยนาโนฟิล์มจะป้องกันไม่ให้อากาศและความชื้นเข้าไปในหีบห่อ | 28, 29 |
| เครื่องสำอาง | - อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide nanoparticle)<br>- อนุภาคนาโนสังกะสี (Zinc oxide nanoparticle) | - เพื่อให้เนื้อผลิตภัณฑ์สะท้อนแสง โปร่งแสง ไม่เป็นคราบ | 30, 31, 32 |
| วัตถุอันตราย | - อนุภาคนาโนเงิน (Silver oxide)<br>- อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) | - ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและรา | 33 |
| | - อะซีเฟต (Acephate) | - ควบคุมการออกฤทธิ์ให้มีความจำเพาะเจาะจง โดยใช้เทคนิคนาโน-เอนแคปซูเลชั่น (nano-encapsulation techniques) | 34, 35 |

## บรรณานุกรม


1. EUROPA. Nanotechnologies (Acessed on Mar 19, 2013, http://ec.europa.eu/health/opinions2/en/nanotechnologies/index.htm)
2. Nano.gov National Nanotechnology Initiative. What is naontechnology?(Acessed on 19, 2013, http://www.nano.gov/)
3. Nano.gov National Nanotechnology Initiative. What's So Special about the Nanoscale? (Acessed Mar 11, 2013, http://www.nano.gov/nanotech-101/ special)
4. nanowerk. What's so special about nanotech and why is it an issue now? (Acessed April 2, 2013, http://www.nanowerk.com/nanotechnology/ten_things_you_should_know_3.php)
5. Salata OV. Applications of nanoparticles in biology and medicine. Nanotechnology 2004;2:1-6.
6. Devalapally H, Chakilam A and Amiji MM. Role of Nanotechnology in Pharmaceutical Product Development. Pharm Sci 2007;96(10):2547-2565.
7. Bertrand N and Leroux JC. The journey of a drug-carrier in the body: An anatomo-physiological perspective. Control Release 2012;161:152-163.
8. Voegele JW, et al. inventors; Ethicon Endo-Surgery, Inc,,Cincinati, OH (US) assignee. Nanoparticle treated medical devices. US Patent Number 0255425. 2008 Oct 16.
9. FurnoF, Morley KS, Sharp BL, et al. Silver nanoparticles and polymeric medical devices: a new approach to prevention of infection?J AntimicrobChemother 2004;54:1019-1024.
10. Taylor E and Webster TJ. Reducing infectious through nanotechnology and nanoparticles. Int J Nanomed 2011;6:1463-1473.
11. Li X, Fan Y and Watari F. Current investigations into carbon nanotubes for biomedical application. Biomed Mater 2010; 5(2):22001.
12. Neethirajan S. Nanotechnology for Food and Bioprocessing Industries. The Canadian Wheat Board Centre for Grain Storage Research 2009; 5th CIGR International Technical Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management 31 August 2009, Postdam, Geramany.
13. Lyons Kristen. Nanotechnology: Transforming Food and Development (Acessed Apr 10, 2013, http://www.foodfirst.org/sites/www.foodfirst.org/files/pdf/Backgrounder%20Spring%20'10%20Nanotech7.pdf)
14. Patel A, Prajapati P and Boghra R. Overview on application of nanoparticles in cosmetics. AJPSCR 2011;1(2):40-55.
15. Rai M, Yadav A and Gade A. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. BiotechnolAdv2009;27(1):76-83.
16. BEYOND PESTICIDES. Nanosilver (Acessed Mar 19, 2013, http://www.beyondpesticides.org/antibacterial/nano.php)
17. Mohammed Fayaz A, Ao Z, Girilal M, et al. Inactivation of microbial infectiousness by silver nanoparticles-coatd condom: a new approach to inhibit HIV- and HSV-transmitted infection. Int J Nanomedicine 2012;7:5007-5018.
18. Wijagkanalan W, Kawakami S and Hashida M. Designing dendrimers for drug delivery and imaging: pharmacokinetic considerations. Pharm Res 2011;28(7);1500-1519.
19. Kimar P, Gulbake A and Jain SK. Liposome a vesicular nanocarrier: potential advancements in cancer chemotherapy. Crit Rev Ther Drug Carrier Syst 2012;29(5);355-419.
20. Kooijmans SA, Vader P, van Dommelen SM, et al. Exosomemimetics: a novel class of drug delivery systems. Int J Nanomedicine 2012;7:1525-1541.
21. mediLexicon. Peg-Intron (peginterferon alfa-2b) (Acessed Mar 22, 2013, http;//www.medilexicon.com/drugs/peg-intron.php)
22. Mimeault M and Batra SK. Potential applications of curcumin and its novel synthetic analogs and

nanotechnology-based formulations in cancer prevention and therapy.Chin Med 2011;6:31.

23. Jio PF, Zhou HY, Chen LX, et al. Cancer-targeting multifunctionalized gold nanoparticles in imaging and therapy. Curr Med Chem 2011;18(14):2086-20102.

24. Luo G, Long J, Zhang B, et al. Quantum dots in cancer therapy. Expert Opin Drug Deliv 2012;9(1):47-58.

25. Gannon CJ, Cherukuri P, Yakobson BI, et al. Carbon Nanotube-enhanced Thermal Destruction of Cancer Cells in a Noninvasive Radiofrequency Field. Nanotube Heating Kills Cancer Cells2007;110(12)2654-2665.

26. Laurencin CT, et al. inventors; University of Connecticut assignee. Carbon nanotube composite scaffolds for bone tissue engineering. US Patent Number 0075904-A1. 2010 Mar 25.

27. PEN The Project on Emerging Nanotechnologies. Canola Active Oil (Acessed Mar 19, 2013, http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/browse/products/canola_active_oil/)

28. Tang XZ, kumar P, Alavi S, et al. Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposites for food packaging materials. Crit Rev Food SciNutr 2012;52(5):426-442.

29. Arora A and Padua GW. Review; nanocomposites in food packaging. J Food Sci2010;75(1):R43-49.

30. Vakayil AY, et al. inventors; The National titanium dioxide co., LTD. Assignee. Titanium dioxide nanoparticles. US Patent Number 0276389-A1. 2012 Nov 1.

31. Weir A, Westerhoff P, Fabricius L, et al. Titanium dioxide nanoparticles in food and personal care products. Environ SciTechnol2012;46(4):2242-2250.

32. European Commission. Nano-form zinc oxide in sunscreens (Acessed Apr 4, 2013,http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_035.pdf)

33. BEYOND PESTICIDES. Researchers Settle NanoSilver Antimicrobial Mechanism; Low Dose May Enhance Bacteria Resistance (Acessed Apr 4, 2013,http;//www.beyondpesticides.org/dailynewsblog/?p=7703)

34. Choudhury SR, Pradhan S and Goswami A. Preparation and characterization of acephatenano-encapsulated complex. Nanoscience Methods 2012;1:9-15.

35. Perlatti B, de Souza Bergo LP, et al. Polymeric Nanoparticle-Based Insecticides; A Controlled Release Purpose for Agrochemicals. (Acessed Apr 4, 2013, http://cdn.intechopen.com/pdfs/42208/InTech-Polymeric_nanoparticle_based_insecticides_a_controlled_release_purpose_for_agrochemicals.pdf)