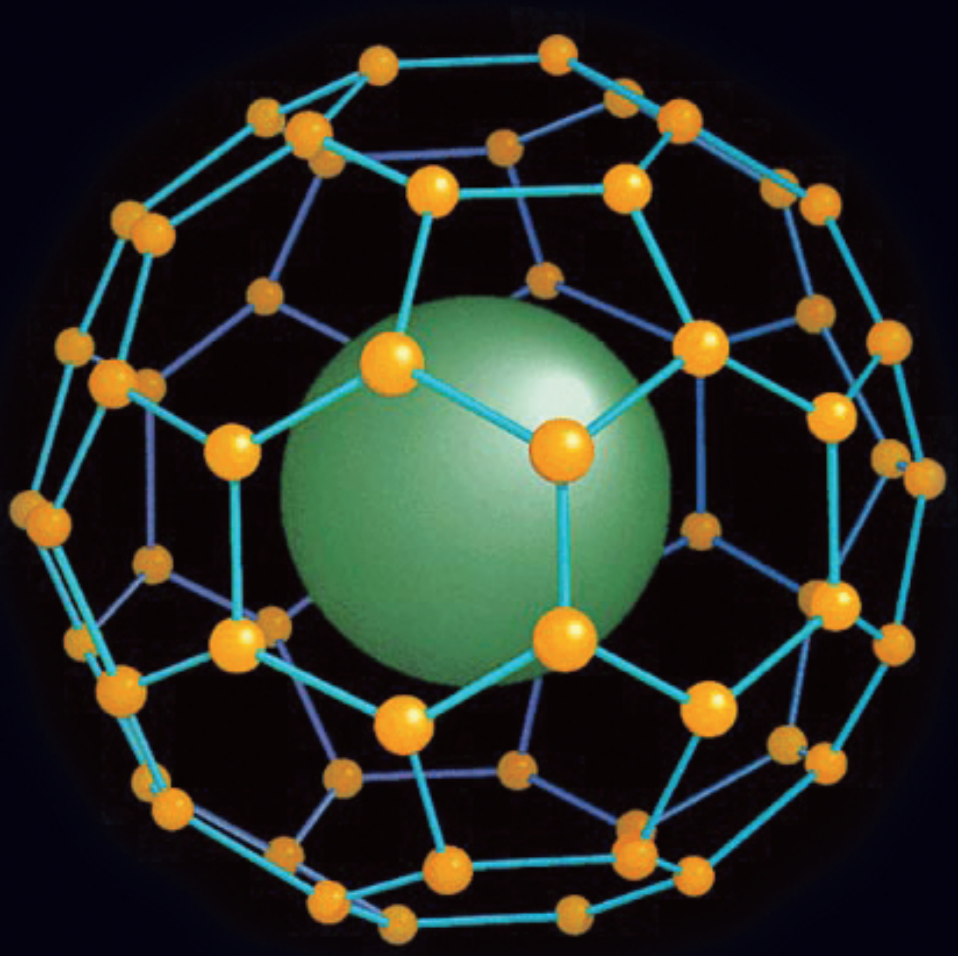
การออกกฎระเบียบควบคุมการใช้เทคโนโลยีนาโนกับอาหาร

เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์*



วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน คือ การจัดแจงวัสดุในระดับอะตอม โมเลกุล ทำให้พื้นที่ผิววัสดุต่อน้ำหนักวัสดุมีค่าสูงกว่าพื้นที่ผิวของวัสดุรชนิดเดียวกันในขนาดปกติ ด้วยเหตุนี้อนุภาคระดับนาโนจึงมีความไวทางชีวภาพกว่ามากเทคโนโลยีนาโนดังกล่าวจึงมีศักยภาพสูงในการนำไปพัฒนาใช้ด้านอาหารเสริม อาหารสำหรับรักษาโรค (ตารางที่ 1) เทคโนโลยีนาโนนำไปใช้ด้านสุขภาพมากที่สุด รองลงมาคือ อิเล็คทรอนิคและคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ใช้ในบ้านและสวน โดยสหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำตลาดมีสินค้านาโนอย่างน้อย 3 เท่าของตลาดสินค้านาโนในเอเชียตะวันออกและยุโรปรวมกัน

*สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มีผลการศึกษาหลายชิ้นระบุว่าโอกาสที่วัสดุนาโนจะเป็นอันตรายนั้นมีอยู่สูง ทำให้เกิดความกังวลขึ้นในกลุ่มผู้บริโภคเนื่องจากสินค้านาโนได้เข้าสู่ตลาดแล้วมากมายขณะที่แค่ความหมายของเทคโนโลยีนาโนก็ยังไม่ชัดเจน รวมทั้งไม่มีข้อสรุปกรณีข้อโต้แย้งเรื่องความเสี่ยงอันตรายของวัสดุนาโน และมีข้อมูลไม่มากเกี่ยวกับการประเมินความปลอดภัยของอาหารนาโน ตลอดจนข้อกำหนดควบคุมอาหารปกติต่างๆที่มีอยู่เหมาะสมกับการใช้กับอาหารนาโนหรือไม่ ข้อกังวลนี้ถูกสำทับจากสถาบันวิทยาศาสตร์ทางอาหารและเทคโนโลยี โดยได้ออกคำเตือนว่าข้อกำหนด กฎหมายที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่เพียงพอใช้ป้องกันผลกระทบของเทคโนโลยีนาโนที่ได้นำไปใช้กับอาหารและบรรจุหีบห่อ เนื่องจากเรายังขาดข้อมูลด้านต่างๆ เช่น ผลกระทบของเทคโนโลยีนาโนต่อความปลอดภัยของสุขภาพ กฎหมายที่เกี่ยวข้อง และความเป็นพิษของวัสดุนาโน ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยเราจึงควรพิจารณาอย่างรอบคอบถึงกฎกติกาอะไรบ้างที่จะใช้ควบคุม ในการดำเนินการดังกล่าวต้องใช้ข้อมูลต่างๆในการสร้างกฎ เช่น วิธีต่างๆที่ประยุกต์ใช้เทคนิคนาโนในกระบวนการผลิตอาหารและบรรจุหีบห่อ ความเป็นพิษระดับนาโน การควบคุม เหล่านี้ เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างข้อกำหนดกฎหมายที่จะทำให้การอุตสาหกรรมอาหารนาโนเติบโตได้อย่างยั่งยืนและหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจคาดไม่ถึง

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนาโนกับอาหาร

ได้มีการประยุกต์เทคโนโลยีนาโนในกระบวนการผลิตอาหารและบรรจุหีบห่อ เช่น ใช้เป็นไมเซล (micelles) ไลโปโซม (liposomes) อีมัลชั่นนาโน อนุภาคนาโนพอลีเมอร์ชีวภาพ (biopolymeric nanoparticles) ตัวเซ็นเซอร์ เป็นต้น ตัวเลขการขายสินค้าอาหารนาโนทั่วโลกก้าวกระโดดมาก ทางการสหรัฐคาดว่ามูลค่าอาจเพิ่มเป็นล้านล้านเหรียญสหรัฐในอีกไม่กีปีข้างหน้า ในความเป็นจริงแล้วอุตสาหกรรมอาหารเพิ่งจะเริ่มตระหนักถึงศักยภาพของเทคนิคนาโนว่ายังไปได้อีกไกล สำหรับอุตสาหกรรมอาหารนาโนนั้นได้เริ่มต้นเมื่อ บริษัทคราฟ (Kraft) ได้ตั้งห้องปฏิบัติการนาโนเป็นครั้งแรกในปีพ.ศ. 2543 และมีเครือข่ายกับมหาวิทยาลัยอีก 15 แห่งทั่วโลก รวมทั้งจัดตั้งห้องปฏิบัติการวิจัยแห่งชาติสี่ปีต่อมาคือในปี พ.ศ. 2547 มีการประเมินว่าเทคโนโลยีนาโนได้มีการประยุกต์ใช้กับอาหารถึง 180 ชนิด และในปี พ.ศ. 2549 ผลการสำรวจสินค้านาโนในตลาดพบว่ามีผลิตภัณฑ์อยู่มากกว่า 200 ชนิดที่ระบุว่าเป็นนาโน โดยที่ 59% เป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพ (health and fitness) และอีก 9% เป็นอาหารและเครื่องดื่ม (food and beverage)

ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการพัฒนาอาหารนาโนใหม่ๆเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จากตารางที่ 1 เห็นได้ว่าเทคนิคนาโนได้นำไปใช้อย่างกว้างขวาง เช่น ในการทำน้ำให้สะอาด การทำให้ผนังเซลแตก การทำให้ดูดซับอาหารเสริมได้ดีขึ้น การทำเป็นแคปซูล การทำเป็นสารดับกลิ่น การฆ่าเชื้อโรค การต้านจุลชีพ รา และการยืดอายุอาหาร การประยุกต์ใช้เหล่านี้สามารถจัดกลุ่มได้เป็น กลุ่มผลิตอาหาร กล่มอาหารเสริมกลุ่มบรรจุภัณฑ์และความปลอดภัย โดยใช้วัสดุนาโนหลายประเภท ตัวอย่างเช่น เมมเบรน แคปซูลนาโน อีมัลชั่นนาโน อนุภาคนาโน หลอดนาโน (nanotube) เส้นลวดนาโน (nanowire) วัสดุเซรามิคนาโน (nanoceramic) ทรงกลมนาโน (nanosphere)

ปัญหาด้านความปลอดภัยและความเสี่ยง

พิษของอนุภาคนาโนที่ไม่ใช่อาหาร

ขณะที่เทคโนโลยีนาโนได้รับความสนใจเป็นอย่างมากก็มีข้อโต้แย้งสงสัยเช่นกัน เช่น วัสดุนาโนต่างๆ หลอดคาร์บอนนาโน เงิน ซิลิกา ไทเทเนียมไดออกไซด์ สังกะสีออกไซด์ อาจมีสมบัติที่แตกต่างหรือไม่พบในขนาดปกติและลงเอยด้วยปัญหาความปลอดภัยและความเสี่ยงที่คาดไม่ถึง ตัวอย่างเช่น อลูมิเนียมออกไซด์เป็นสารเฉื่อย และใช้ทางทันตกรรมนั้น สามารถระเบิดได้ทันทีเมื่อมีขนาดนาโนดังที่ได้มีการทดสอบใช้เป็นเชื้อเพลิงจรวด ข้อมูลวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นหรือความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสอนุภาค/วัสดุ/อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ๆ มีอยู่อย่างจำกัด กล่าวโดย

ทั่วไปผลของอนุภาคนาโนที่มีต่อร่างกายขึ้นอยู่กับสมบัติของสารนั้นๆ เช่น ขนาดอนุภาค น้ำหนัก ส่วนประกอบทางเคมี สมบัติของพื้นที่ผิว และลักษณะการเกาะรวมตัวกันอย่างไรของแต่ละอนุภาคนาโนเข้าด้วยกัน และเมื่ออนุภาคนาโนเข้าสู่ร่างกายแล้วมีเส้นทางอย่างไรภายในร่างกาย รวมทั้งตำแหน่งที่อนุภาคซึมผ่าน ความเป็นไปได้ของการสะสม การย้ายที่ในร่างกาย เหล่านี้เป็นข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากอนุภาคนั้นๆ นอกจากนี้แล้วยังต้องประเมินเรื่องต่อไปนี้ คือ (1) ปริมาณสัมผัส (2) พิษวิทยาของอนุภาคนาโน (3) ความเป็นพิษประเมินนอกช่วง (extrapolate) โดยใช้ฐานข้อมูลพิษวิทยาที่มีอยู่ (4) การแพร่กระจาย การเคลื่อนที่ ความคงทน การเปลี่ยนรูป ของอนุภาคนาโน และ (5) ความสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ และความยั่งยืนในภาพรวม

ในเดือนมีนาคม 2549 มีรายงานส่งตัวผู้ป่วย 70 คนไปโรงพยาบาล เนื่องจากมีปัญหาทางการหายใจ เมื่อสอบถามพบว่าคนเหล่านี้ใช้น้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำที่ใช้เทคนิคนาโน จากการศึกษาพบว่าน้ำยาทำความสะอาดที่ประกอบด้วยอนุภาคนาโน 50 และ 70 นาโนเมตร สามารถเข้าสู่เซลและปอดได้ตามลำดับ ขณะที่ขนาด 30 นาโนเมตร สามารถผ่านผนังเลือด และสมองได้ นอกจากนี้อนุภาคนาโนนี้ยังสามารถย้ายจากระบบทางเดินหายใจไปยังระบบเลือดได้อีกด้วย ทำให้เกิดการแพร่กระจายไปทั่วร่างกายแล้วเกิดการสะสมที่ตับ ม้าม ไขกระดูก หัวใจ สมองและอวัยวะอื่นๆ บางรายงาน ระบุว่าการหายใจเอาอนุภาคไทเทเนียมไดออกไซด์นาโนขนาดประมาณ 20 นาโนเมตรทำให้เกิดการอักเสบเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดของปอด มันสามารถซึมผ่านผิวหนังหรือแม้แต่เข้าสู่เซลเกิดเป็นอนุมูลอิสระและทำลายภายในเซล นอกจากนี้แล้วยังมีผลการศึกษาอื่นระบุว่าการได้รับอนุภาคคาร์บอนนาโนจากสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลานานทำให้ปอดอักเสบ และการแพร่จากปอดไปยังระบบหลอดเลือดโดยรอบมีผลให้เกิดโรคของหลอดเลือดได้ ด้วยเหตุนี้จึงควรจัดอนุภาคนาโนเป็นวัสดุเกิดใหม่ที่มีศักยภาพก่ออันตรายได้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างงานวิจัยทางเทคโนโลยีนาโน ผลิตภัณฑ์นาโนและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนาโนในอุตสาหกรรมอาหาร

ประเภท	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้
อาหาร	–พัฒนาสูตรพืชสมุนไพรต่างๆให้เป็นผงหรืออิมัลชั่น (emulsion) –พัฒนาเครื่องมือทำด้วยเซรามิคนาโน สำหรับทำให้น้ำมันสำหรับทอดไม่เกิด polymerization และลดกลิ่น –หลอดกลวงนาโนทำด้วยโปรตีนนมเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสำหรับทำให้ข้นเหนียว ทำเจลาติน ทำแคปซูล –เมมเบรนนาโนสำหรับกรองน้ำเพื่อขจัดมลสาร เชื้อโรค
บรรจุภัณฑ์	–ใส่อนุภาคนาโน เช่น เงิน ไทเทเนียมไดออกไซด์ ซิลิกอนไดออกไซด์ ในวัสดุหีบห่อเพื่อปกป้องอาหาร เช่น ปิดกั้นแสงยูวี ขจัดกลิ่น ทนความร้อน ต้านแบคทีเรีย รา –ไนลอนนาโนเพื่อปิดกั้นมิให้ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านได้ ใช้บรรจุเบียร์หรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อื่นๆ เพื่อรักษาความสดและไม่ให้กลิ่นออกไป
อาหารเสริม	–การใช้เทคโนโลยีนาโนให้มีสมบัติทางการละลายน้ำหรือไขมัน เพื่อให้วัสดุนาโน เช่น คาโรตินอยด์ ไฟโตสเตอรอล แอนตี้ออกซิแดนท์ สามารถกระจายในน้ำ หรือ น้ำผลไม้ได้ –แคบซูลนาโนใช้เป็นตัวนำรส น้ำมันระเหย แอนตี้ออกซิแดนท์ โคเอนไซม์คิว10 วิตามิน เกลือแร่ –วัสดุนาโนของส่วนผสมออกฤทธิ์ในแคบซูล เช่น พอลิฟีนอล เกลือแร่ และสารอาหาร เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันและเกิดรสที่ประสงค์
ความปลอดภัยและการสัมผัส	–พัฒนาสร้างดีเอนเอรูปต้นไม้พัฒนาใช้เป็นเครื่องนาโนบาร์โคดช่วยระบุเชื้อโรคในอาหาร –ตัวตรวจวัดขนาดจิ๋วเพื่อใช้ตรวจหาสารพิษ เชื้อโรค และสารเคมีในอาหาร –เงินนาโนใส่ในพลาสเตอร์ หรือตู้เย็นเพื่อป้องกันแบคทีเรียและจุลชีพอื่นๆ

ทางเข้าสู่ร่างกาย

เนื่องจากข้อมูลเรื่องความเสี่ยงมีน้อยมาก จึงต้องมีการควบคุมอย่างยิ่งยวดเมื่อต้องสัมผัสขณะทำงานกับอนุภาคดังกล่าวจนกว่าจะมีความรู้มากขึ้น วิธีการทำงานเกี่ยวข้องกับอนุภาคนาโน ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ดูได้ที่คณะกรรมการความปลอดภัยของสารเคมีของสมาคมเคมีอเมริกา (Committee on Chemical Safety of American Chemical Society; http://membership.acs.org/c/ccs/nano.htm)

(1) ได้รับทางผิวหนัง

ผลจากการได้รับขึ้นกับความสามารถในการซึมผ่านชั้นป้องกันภายนอกแล้วเข้าสู่ชั้นหนังกำพร้า (epidermis) และหนังแท้ (dermis) นักวิจัยบางท่านเชื่อว่าหนังกำพร้าของผู้ที่มีสุขภาพดีสามารถป้องกันอนุภาคที่มีโครงสร้างนาโนได้ สำหรับ stratum corneum ซึ่งประกอบไปด้วยเซลตายที่มี keratin (keratinized dead cells) ที่เชื่อมติดกันด้วยไขมัน ทำหน้าที่เป็นตัวจำกัดความเร็วหากมีการดูดซึมสารเคมีที่ละลายน้ำ หรือ อิออน ได้ แต่บางท่านกล่าวว่าอนุภาคนาโนสามารถซึมผ่านเข้าชั้นหนังแท้และย้ายไปยังต่อมน้ำเหลืองได้ อนุภาคขนาดเล็กของไทเทเนียมไดออกไซด์ประมาณ 20 นาโนเมตร นั้นสามารถผ่านผิวหนังและไปมีปฏิกิริยากับระบบภูมิคุ้มกัน ยิ่งไปกว่านั้นอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลจากอนุภาคนาโน เช่น ไทเทเนียมไดออกไซด์ และซิงค์ออกไซด์อาจทำลายผิวหนังได้ สรุปคือเรามีข้อมูลน้อยมากเกี่ยวกับอันตรายของอนุภาคนาโนต่อผิวหนัง กลวิธานการทำงาน และผลที่เกิดขึ้น

(2) ได้รับทางการหายใจ

ปกติวัสดุขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรสามารถผ่านช่องจมูกเข้าสู่ปอดได้ ขนาดเล็กกว่า 4 ไมโครเมตรมีโอกาสผ่านเข้าบริเวณอัลวิโอลา (alveolar) ดังนั้นยิ่งอนุภาคยิ่งเล็กโอกาสจะเข้าลึกถึงในปอดยิ่งมาก สิ่งซึ่งเป็นตัวบอกการเกิดพิษที่ปอด คือ ขนาดอนุภาค น้ำหนัก ส่วนประกอบทางเคมี ชนิดสาร และอัตราการตกสะสม

อนุภาคที่มีขนาดเล็กมากๆ (ultra fine particles) และมีการละลายต่ำมีพิษสูงกว่าอนุภาคชนิดเดียวกันที่ขนาดใหญ่กว่าโดยน้ำหนัก ทั้งนี้เพราะขนาดที่เล็กมากอนุภาคจึงสามารถเข้าไปในปอดลึกๆได้ เมื่อหายใจอนุภาคนาโนอาจสะสมในปอดและกระตุ้นโรคเรื้อรังเช่น ปอดอักเสบ นิวมอเนีย ก้อนในปอด อย่างไรก็ดีเรายังไม่สามารถสรุปรวบยอดว่าความเป็นพิษจะขึ้นกับขนาดของมันแต่เพียงอย่างเดียว ควรมีการศึกษาและประเมินแต่ละอนุภาคนาโนเป็นกรณีๆ ไป

(3) ได้รับจากการกิน

หากมองด้านพิษวิทยาแล้วขนาดอนุภาคและพื้นที่ผิวเป็นลักษณะของอนุภาคที่สำคัญ ผิวของปุ่มต่าง (villi) ที่อยู่ภายในระบบทางเดินอาหารถูกคลุมด้วย ปุ่มเล็กๆอีกที ทำให้มีพื้นที่ผิวรวมทั้งหมดประมาณ 200 ตารางเมตร การประเมินความปลอดภัยของอนุภาคนาโนที่เข้าสู่ร่างกายผ่านระบบย่อยอาหารเป็นเรื่องสำคัญสำหรับอาหารที่มีอนุภาคนาโนอยู่ อนุภาคนาโนสามารถรั้งสารให้อยู่ในระบบย่อยอาหารนานขึ้น โดยการลดกลไกการทำงานของลำไส้ เพิ่มพื้นที่ในการทำปฏิกิริยา ซึมผ่านลึกเข้าสู่เนื้อเยื่อผ่านเส้นเลือดฝอย ทำให้เกิดการดูดซับอนุภาคและกระจายไปยังอวัยวะเป้าหมายในร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้วอนุภาคนาโนที่ถูกขจัดโดยสารมูกและขนกวัด (mucociliary) ในทางเดินหายใจจะไปสิ้นสุดที่ระบบทางเดินอาหาร ได้มีการรายงานว่าอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมโครเมตรสามารถผ่านผนังเมือกของลำไส้ได้ (intestinal mucus barrier) ในการทดลองการย้ายที่ของอนุภาคพอลีสไตรีน (50 นาโนเมตร ถึง 3 ไมโครเมตร) ที่ป้อนให้กับหนู Sprague Dawley เป็นเวลา 10 วัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประมาณ 34% (ขนาด 50 นาโนเมตร) 26% (100 นาโนเมตร) ของอนุภาคนาโนถูกดูดซับขณะที่อนุภาคขนาดใหญ่กว่า 300 นาโน

เมตรกลับไม่พบในเลือด เนื้อเยื่อหัวใจ และเนื้อเยื่อปอด อีกหนึ่งตัวอย่างได้แก่ อนุภาคนาโนลาเท็กซ์ขนาด 14 และ 415 นาโนเมตร สามารถซึมผ่านชั้นเมือกที่มีความหนา 30–50 ไมโครเมตร ในเวลา 2 และ 30 นาทีตามลำดับ สรุปได้ว่าอนุภาคยิ่งขนาดเล็กยิ่งซึมผ่านผนังเมือกได้เร็ว

ความเสี่ยงสุขภาพจากอาหารที่ใช้เทคนิคนาโน

จะเห็นได้ว่าอาหารและส่วนผสมในอาหารหลายชนิดมีขนาดไมโครและนาโนตามธรรมชาติอยู่แล้ว เช่น พอลีแซคคาไรด์ซึ่งมีด้านหนึ่งของโมเลกุลหนาเล็กกว่า 1 นาโนเมตร หรือแป้ง (starch polysaccharides) มีโครงสร้างโมเลกุลทั้งสามด้านหนาเพียง 10 นาโนเมตร ในอุตสาหกรรมอาหารมีความพยายามผลิตอาหารที่มีขนาดนาโนทั้งแบบบนไปล่าง (top down) เช่น โดยการบด และแบบล่างไปบน (bottom up) เช่น โดยทำให้เกาะกลุ่มกัน โดยทั่วไปสมบัติทางฟิสิกส์เคมีทั้งขนาด การกระจายของอนุภาค การเกาะกลุ่ม รูป โครงสร้างผลึก ส่วนประกอบทางเคมี พื้นที่ผิว ลักษณะทางเคมีของพื้นผิว ประจุที่ผิว ความพรุน เหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้เข้าใจผลจากพิษของอนุภาคนาโน ซึ่งจะต้องทำการศึกษาต่อไปว่าจะมีสมบัติพิเศษเฉพาะของอนุภาคนาโนหรือไม่ ที่ทำให้เกิดกลไกใหม่ที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บอันตรายที่คาดไม่ถึง

เทคโนโลยีนาโนช่วยเปิดโลกความเป็นไปได้ของอุตสาหกรรมอาหาร เช่น หีบห่ออาหาร แต่การสร้างอนุภาคนาโนในห่วงโซ่อาหารอาจส่งผลให้เกิดการสะสมของสารพิษปนเปื้อนในอาหารและผลเสียต่อสุขภาพ จึงเกิดคำถามว่าวัสดุอาหารที่มีขนาดนาโนควรจัดว่าเป็นวัสดุใหม่หรือไม่ แม้ว่าวัสดุนาโนอาจเป็นพิษและทำให้เกิดอันตรายเกินคาด การศึกษาวิจัยเปิดเผยว่าวิธีการทำวัสดุนาโนไม่จำเป็นทำให้เกิดพิษเสมอไป เช่น เซเลเนียม จะมีพิษน้อยลงเมื่อมีขนาดเล็กลงถึงนาโน หรือ อย่างหลอดคาร์นอนนาโนที่ใส่ในหลอดลมของหนู อาจทำให้หนูตายได้ แต่ ถ้าให้หลอดคาร์บอนนาโนที่มีไนโตรเจนด้วยจะทำให้พิษลดลง ความเสี่ยงตายน้อยลงด้วย

การควบคุมเทคโนโลยีนาโนและผลิตภัณฑ์นาโน

องค์กรและงานวิจัยที่สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีนาโน

ปัจจุบันได้มี โครงงาน คณะกรรมาธิการ หรือ ศูนย์ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนาโนจำนวนมากในโลก ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของรัฐหรือของเอกชนทั้งในสหรัฐอเมริการ ยุโรป ญี่ปุ่น ฯลฯ หน่วยงานเหล่านี้ทำงานตั้งแต่งานพัฒนาเทคนิค การประยุกต์ใช้ เพิ่มศักยภาพเทคนิค และก็มีอีกหลายหน่วยงานได้มีการเสนอกฎ กติกาต่างๆเพื่อใช้ป้องกันปัญหาสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เทคนิคนาโนนั้นบริษัทผู้ผลิตส่วนใหญ่อยู่ในสหรัฐอเมริกา (126) รองลงมาอยู่ในเอเชีย (42) ยุโรป (35) และอื่นๆ (7) (ข้อมูลในปี 2550) สำหรับตลาดเอเชีย บางผลิตภัณฑ์ใช้คำว่า “เทคโนโลยีนาโน” หรือ “ขนาดเล็ก” ในการโฆษณาผลิตภัณฑ์โดยอ้างว่าด้วยส่วนประกอบหรือ ส่วนผสมที่เล็กมากจะสามารถดูดซับ/ดูดซึมได้ง่ายทั้งๆที่ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่นั้นไม่สามารถพิสูจน์ได้ถึงขนาดที่ว่าเล็กนั้นได้ด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ ในบางประเทศ เช่นในสหรัฐอเมริกา กฎหมายที่เขามีอยู่ เช่น พระราชบัญญัติการควบคุมสารพิษ (Toxic Substances Control Act) หรือ พระราชบัญญัติความปลอดภัยในอาชีพ และสุขภาพอนามัย (Occupational Safety and Health Act) หรือ พระราชบัญญัติอาหาร ยาและเครื่องสำอาง (Food, Drug and Cosmetic Act) รวมทั้งกฎหมายสิ่งแวดล้อมหลักๆ หากมองในแง่เทคโนโลยีนาโนแล้วพระราชบัญญัติและกฎหมายดังกล่าวเป็นเพียงแค่กฎหมายพื้นๆเท่านั้นไม่ได้เฉพาะเจาะจงกับเทคโนโลยีนาโนเลย สำหรับคณะกรรมธิการโครงการมาตรฐานอาหาร (Codex Alimentarius Commission, CODEX),

ซึ่งเป็นหน่วยงานระหว่างรัฐบาลเกิดขึ้นจากความร่วมมือขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO) และองค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) มีบทบาทด้านประสานงานมาตรฐานเกี่ยวกับอาหารทั้งหมดที่ดำเนินการโดยองค์กรรัฐบาลระหว่างประเทศหรือไม่ใช่องค์กรของรัฐบาลเพื่อป้องกันการเกิดช่องว่างระหว่างกฎหมายหรือข้อกำหนด ในเมื่อ CODEXซึ่งมีบทบาทในการพัฒนาข้อกำหนดหรือกฎหมายระหว่างประเทศเกี่ยวกับความปลอดภัยในอาหาร ควรที่ CODEX จะได้พิจารณาผนวกเรื่องการใช้อนุภาคนาโน และเทคนิคระดับนาโนในอาหารและเกษตรเข้าไปอยู่ในความดูแลด้วย ณ เวลานี้ ยังไม่มีข้อกำหนด/กฎหมายระหว่างประเทศเกี่ยวกับเทคโนโลยีนาโนหรือผลิตภัณฑ์นาโนโดยเฉพาะเลย มีเพียงหน่วยงานรัฐบาลหรือองค์กรไม่กี่ประเทศจากหลายประเทศที่ได้กำหนดมาตรฐานในอันที่จะพยายามจำกัดความและควบคุมการใช้เทคโนโลยีนาโนข้อกำหนด/กฎระเบียบที่มีอยู่ดังกล่าว เช่น ในสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น ประเทศจีน นั้นสรุปได้ดังนี้

–สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา US Food and Drug Administration, USFDA) เป็นองค์กรแรกของโลกที่ได้ให้คำจัดความเทคโนโลยีนาโนและผลิตภัณฑ์นาโน อย่างไรก็ดี FDA ก็ไม่ได้ใช้คำจำกัดความของตัวเองแต่ใช้ของโครงงานแรกเริ่มเทคโนโลยีนาโนแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Nanotechnology Initiative, NNI) โดยที่ NNI ให้ความหมายของเทคโนโลยีนาโนดังนี้

(1) การพัฒนางานวิจัยหรือเทคโนโลยีในระดับอะตอม โมเลกุล หรือ ใหญ่กว่าโมเลกุลในช่วงความยาว) ประมาณ 1–100 นาโนเมตร

(2) ทำให้เกิดโดยใช้โครงสร้าง เครื่องมือ หรือ ระบบที่ให้สมบัติหรือหน้าที่ใหม่ (novel property) เนื่องจากมีขนาดเล็ก

(3) สามารถที่จะควบคุมหรือ จัดแจงได้ในระดับอะตอม

จะเห็นได้ว่าคำจำกัดความดังกล่าวค่อนข้างกว้างและดูเหมือนว่ามุ่งไปที่วัสดุนาโนที่ไม่ใช่อาหาร ซึ่งเป็นข้อจำกัดของเทคโนโลยีนาโนและอาจไม่เหมาะสมที่จะใช้ตัวเลขจากกระบวนทางเคมีมาใช้กับกระบวนการผลิตอาหาร ดังนั้นคำจำกัดความดังกล่าวยังไม่ชัดเจนว่าจะเหมาะที่จะใช้กับอาหารนาโนได้

ดังนั้นหน่วยงานรัฐบาลต่างๆควรให้ความร่วมมือกันมากกว่านี้และอย่างใกล้ชิดในเรื่องของความรู้และนโยบายซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาให้เกิดข้อกำหนดเดียวกัน(harmonized regulation) ในกรณีใช้เทคโนโลยีนาโน USFDA ได้ปฏิบัติงานร่วมกับ National Institute of Health, Nation Institute of Environmental health Sciences (NIH/NIEHS) ในการศึกษาพิษของสารนาโน ในปี 2549 USFDA ได้กำหนดงานเร่งด่วนภายใน USFDA เอง เพื่อหาวิธีการควบคุมและสนับสนุนการพัฒนาต่อเนื่องของความปลอดภัย

สำหรับประเทศสหราชอาณาจักรนั้นราชสมาคมและราชสำนักวิชาการวิศวกรรม (Royal Society and the Royal Academy of Engineering (RS&RAE) ได้ทำการศึกษาอิสระเกี่ยวกับเทคโนโลยีนาโน มีการรวบรวมประโยชน์และปัญหาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีนาโนโดยมีคณะกรรมการจัดการสุขภาพและความปลอดภัย (Health and Safety Executive, HSE) ได้ร่วมถก ตกลง และผลักดันให้เกิดข้อกำหนดกฎหมายเพื่อควบคุมอนุภาคนาโนที่ผลิตขึ้น ซึ่งได้เสนอให้ข้อกำหนดที่ว่าเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย ความเสี่ยงเกิดไฟ การระเบิดของวัตถุ เช่น มาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพที่ได้รับอนุมัติ (Approved Code of Practice, ACOP) ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมสารอันตรายต่อสุขภาพ(Control of Substances Hazardous to Health Regulations) นั้น อาจนำมาประยุกข์ใช้ในการควบคุมการใช้อนุภาคนาโนได้ ยิ่งไปกว่านั้น ได้เสนอแนะว่าสารเคมีที่อยู่ในรูปของอนุภาคนาโน หรือ หลอดนาโน ควรนับเป็นสารใหม่ภายใต้กฎหมายความปลอดภัยสารเคมี (Chemical Safety Regulation) เช่น พระราชบัญญัติการจดแจ้งสารใหม่ (Notification of New Substances,

NONS act รวมทั้งในREACH (Registration, Evaluation, and Authorization Chemicals) ของคณะกรรมาธิการยุโรป ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เป้าหมายของระบบ REACH ที่พัฒนาขึ้นก็เพื่อให้แน่ใจว่าสารเคมีใหม่จะถูกปฏิเสธในตลาดหากไม่มีข้อมูลพิสูจน์ว่าปลอดภัย หรืออีกนัยหนึ่ง คือ ไม่มีข้อมูลก็ไม่มีตลาด

อย่างไรก็ดีในรายการสารเคมีที่มีการซื้อขายกันในประชาคมยุโรป (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances) ภายใต้กฎของ NONS นั้น กล่าวว่าวัสดุระดับนาโน ควรจะจัดเป็นสารใหม่หรือไม่นั้นขึ้นกับวิธีการผลิตว่าเป็นแบบ บนไปล่าง หรือล่างไปบน วัสดุนาโนที่สร้างแบบบนไปล่าง ได้แก่ พวกที่ทำจากสสารที่คุ้นเคยที่ระดับนาโนและไม่ต้องทำการจดแจ้ง (Notification) แต่พวกที่ทำจากล่างไปบนค่อนข้างจะเป็นสสารใหม่ จะต้องจดแจ้ง ตัวอย่างเช่น ไทเทเนียมไดออกไซด์ ไม่จำเป็นต้องแจ้ง ขณะที่คาร์บอนฟูลเลอรีนเป็นวัสดุนาโนประเภทล่างไปบน จะต้องแจ้งเนื่องจากเป็นสารเคมีใหม่

ในญี่ปุ่น อุตสาหกรรมเทคโนโลยีนาโนได้รับการสนับสนุนอย่างมากจากหน่วยงานรัฐบาลญี่ปุ่นรวมทั้งกระทรวงการศึกษา วัฒนธรรม กีฬาและวิทยาศาสตร์ (MEXT) กระทรวงเศรษฐกิจ การค้าและอุตสาหกรรม (METI) กระทรวงสุขภาพ แรงงานและสวัสดิการ (MHLW) และกระทรวงสิ่งแวดล้อม (MOE) MEXT จะรับผิดชอบงานวิจัยและพัฒนาและกำลังสร้างความร่วมมือระหว่างอุตสากรรม วิชาการ และรัฐบาลเพื่อสนับสนุนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีนาโนและวัสดุศาสตร์ ส่วน METI ทำงานเกี่ยวกับมาตรฐานการทดสอบเพื่อประเมินความปลอดภัยของอนุภาคนาโน ส่วน MHLW กำลังพัฒนาวิธีการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากอนุภาคนาโน ดังนั้น MEXT จะรับผิดชอบในการทำวิจัยด้านวิทยาศาสตร์เพื่อให้สาธารณชนยอมรับเทคโนโลยีนาโน ขณะที่ METI, MHLW และ MOE มุ่งไปทางการควบคุม ยิ่งไปกว่านั้นศูนย์เครือข่ายนักวิจัยเทคโนโลยีนาโน (Nanonet : the Nanotechnology Researcher Network Center) ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งก่อตั้งโดยสถาบันแห่งชาติของญี่ปุ่นด้านวัสดุศาสตร์ (National Institute for Materials Sciences ; NIMS) จะให้ข้อมูลสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีนาโน

ในประเทศจีน ศูนย์แห่งชาติด้านวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยี (National Center for Nanosciences and Technology ; NCNST) ซึ่งก่อตั้งโดยสถาบันวิชาการจีนด้านวิทยาศาสตร์ (Chinese Academy of Sciences: CAS) ร่วมกับกระทรวงศึกษาธิการในปี 2546 โดยที่ NCNST ประกอบด้วยห้องปฏิบัติการจำนวนมาก เช่น (1) ห้องปฏิบัติการทางเครื่องมือนาโนและการผลิตนาโน (2) ห้องปฏิบัติการโครงสร้างนาโนและวัสดุนาโน (3) ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพนาโนและยานาโน (4) ห้องปฏิบัติการทดสอบและตรวจโครงสร้างนาโน (5) ห้องปฏิบัติการร่วม เป็นต้นต่อมาในปี 2548 NCNST ได้ก่อตั้ง คณะกรรมธิการจัดทำมาตรฐานเทคโนโลยีนาโน (Commission on Nanotechnology Standardization) ให้รับผิดชอบการพัฒนามาตรฐานแห่งชาติในการให้ความหมาย ข้อกำหนด กติกา วิธีการปลอดภัยสำหรับการตรวจวัดขนาดอนุภาค วัสดุนาโน เครื่องมือนาโน คณะกรรมธิการฯ นี้ทำหน้าที่รวมทั้งการให้คำแนะนำควบคุมการประเมินและการรับรองผลิตภัณฑ์นาโนเพื่อให้อุตสาหกรรมนาโนได้เพิ่มพูนคุณภาพ ลดความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพ เกิดความปลอดภัยและเกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆขึ้นมา

ควรระลึกว่าความปลอดภัยในการวิจัยเทคโนโลยีนาโนและการพัฒนากฎ กติกา ควบคุมในประเทศต่างๆ ส่วนใหญ่ยังมุ่งไปที่วัสดุนาโนที่ไม่ใช่อาหาร และด้วยการประยุกต์ใช้ไปในอุตสาหกรรมอาหารเกิดขึ้นเร็วมาก จะเห็นได้ว่างานวิจัยด้านความปลอดภัย การพัฒนามาตรฐานการควบคุม ความตระหนักของสาธารณชน และการยอมรับการใช้เทคโนโลยีนาโนในอุตสาหกรรมอาหารจะเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง

ระบบการรับรองผลิตภัณฑ์นาโน

ระบบการรับรองผลิตภัณฑ์นาโนเกิดขึ้นครั้งแรกในโลกที่ประเทศไต้หวัน เมื่อปี 2547 โดยสถาบันวิจัยทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันฯดังกล่าวมีหน้าที่สร้างระบบการรับรองผลิตภัณฑ์นาโนและออกใบรับรอง เครื่องหมายนาโน (Nano Mark) ให้กับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรับรอง และนับเป็นหนังสือรับรองฉบับแรกของโลก วัตถุประสงค์ของการรับรองก็เพื่อกระตุ้นอุตสาหกรรมนาโน สนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานสูงและโดดเด่น ปกป้องลูกค้า และยกระดับการยอมรับของผู้บริโภค และด้วยความช่วยเหลือของคณะที่ปรึกษามีการประเมินที่โรงงาน และตรวจวัดโรงงานผลิตและประเมินบนเกณฑ์ของขนาดอนุภาค สมบัติ การผลิต การควบคุมคุณภาพ รายงานความปลอดภัย การพิสูจน์ผลิตภัณฑ์ โดยที่จะได้รับเครื่องหมายนาโนจะต้องได้คุณสมบัติอย่างน้อยสองประการคือ ขนาดขององค์ประกอบส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์จะต้องอยู่ภายใน 1–100 นาโนเมตร และ ผลิตภัณฑ์นาโนนั้นจะต้องทำให้สมบัติดีขึ้นเนื่องจากมีขนาดเล็กลง ปรากฏว่าในปี 2550 มีผลิตภัณฑ์นาโนที่ได้รับเครื่องหมายนาโนอยู่ 3 ประเภท ตัวอย่างเช่น หลอดไฟฟลูออเรสเซ็นต์ต้านจุลชีพ กระเบื้องต้านจุลชีพ และไทเทเนียมไดออกไซด์ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ออกฤทธิ์หลักในผลิตภัณฑ์นาโน 42 ชนิด ณ จนถึงปี 2550 ผลิตภัณฑ์นาโนที่ได้รับการรับรองเป็นอาหารนาโนส่วนใหญ่

นอกจากระบบการรับรองผลิตภัณฑ์ของทางราชการแล้ว ก็มีสมาคมเอกชนก่อตั้งขึ้นโดยโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ในไต้หวัน ชื่อ สหภาพฯการตรวจและผลิตนาโน ได้เกิดขึ้นในปี 2549 สหภาพนี้จะพัฒนาเทคนิควิธีการวิเคราะห์ มาตรฐานการตรวจวัด รวมทั้งให้บริการการสร้างวัสดุนาโน การวิเคราะห์ การตรวจผลิตภัณฑ์ การแลกเปลี่ยนข้อมูล การปรึกษาทางเทคนิค เร็วๆนี้ สหภาพฯกำลังร่างเอกสารเพื่อพัฒนาการผลิตที่มีประสิทธิภาพและการตรวจวัดมาตรฐานสำหรับการผลิตผงมุกละเอียด (100–500 นาโนเมตร) โดยที่ขนาดที่ใหญ่กว่าเป็นวัสดุที่พบในยาพื้นเมืองของจีน การประเมินเกณฑ์ผงไข่มุกขนาดต่ำกว่าไมโครเมตรนั้น จะตรวจสอบขนาดอนุภาค โลหะหนัก ฉลากโภชนาการ ปริมาณกรดอะมิโน และแหล่งที่มา สำหรับสหภาพฯแล้วขนาดผงไข่มุกขนาดไมโครเมตรถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์นาโน เห็นได้ชัดว่ามีความแตกต่างระหว่างหน่วยงานรัฐบาลและสหภาพเอกชนในเรื่องของขนาดอนุภาคนาโน

การพัฒนากฎระเบียบสำหรับอาหารนาโน

การเติบโตของการนำเทคโนโลยีนาโนไปใช้ทางอาหารและบรรจุภัณฑ์เป็นไปอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันยังไม่มีการบังคับใช้ฉลากสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีอนุภาคนาโน ตลอดจนไม่มีค่ามาตรฐานไว้ใช้สำหรับเปรียบเทียบ ในตลาดมีการใช้คำเรียกผลิตภัณฑ์อาหารที่มีอนุภาคนาโน ว่า “อาหารนาโน” และ “อาหารเล็กละเอียดมาก” ขณะที่เป็นการยากที่จะบอกว่าอาหารประเภทไหนเป็นนาโนจริงตามที่โฆษณา คำจำกัดความของเทคโนโลยีนาโนและยอมรับโดย USFDA คือขนาดวัสดุนาโนที่ 1–100 นาโนเมตร ซึ่งใช้กับอาหารไม่ได้ ดังนั้นจึงควรให้จำกัดความอนุภาคนาโนด้านอาหารด้วย ปัจจุบัน ผู้บริโภคชาวยุโรปค่อนข้างไม่ได้ตระหนักอาหารนาโนเท่าใด ขณะที่มีผู้ผลิตหลายแห่งที่ได้ผลิตอาหารนาโนแล้วและได้อ้างว่าผลิตภัณฑ์ของตนใช้เทคนิคนาโน ขณะเดียวกันผู้ผลิตเอเชีย เช่น ประเทศจีน ไต้หวัน และฮ่องกงได้อ้างเทคโนโลยีนาโนเพื่อการตลาด โดยที่ในหลายผลิตภัณฑ์อ้างว่าเป็นอาหารขนาดเล็กอุลตร้า หรือขนาดนาโน ในตลาดไต้หวันซึ่งเกินจริงและถูกปรับจากแผนกสุขภาพไต้หวันเนื่องจากฝ่าฝืนข้อกำหนดในการโฆษณาและการติดฉลากอาหาร

ขณะที่ความเสี่ยงซึ่งเกิดจากสัมผัสอนุภาคนาโนในหลายๆรูปแบบนั้นก็ยังไม่เข้าใจถ่องแท้ การที่อนุญาตให้ผลิตภัณฑ์อาหารที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนาโนเข้าสู่ตลาดโดยที่คำจำกัดความ การประเมินความปลอดภัย และข้อกำหนดที่เหมาะสมยังไม่มี ซึ่งในที่สุดก็จะคุ้มกับกำไรที่จะได้จากอุตสาหกรรมอาหารหรือไม่ สถาบันวิทยาศาสตร์อาหารและเทคโนโลยีได้เตือนเรื่องข้อกำหนดกฎหมายที่ยังไม่เพียงพอของข้อกำหนดที่มีอยู่เกี่ยวกับผลกระทบของเทคโนโลยีนาโนและบรรจุภัณฑ์ เพื่อความปลอดภัยจึงเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะพัฒนาข้อกำหนดเพื่อตอบโจทย์ในเรื่องคำจำกัดความและมาตรฐานเพื่อควบคุมการติดฉลากและการประเมินความเสี่ยงของวัสดุนาโนที่ใช้ในอาหารหลากหลายประเภท หนึ่งใน

ขั้นตอนของการพัฒนามาตรฐานข้อกำหนดมันจำเป็นที่ต้องพิจารณาปัจจัยหลายอย่างเช่น ช่วงขนาดอนุภาค การตรวจวัดสมบัติทางกายภาพเคมี ความปลอดภัย และความเสี่ยง (ตารางที่ 3) นอกจากนั้นจำเป็นต้องคำนึงว่าเทคโนโลยีประยุกต์ใช้ได้หลายรูปแบบซึ่งจะทำให้ต้องมีข้อกำหนดเฉพาะแต่ละการประยุกต์ใช้ และพิจารณาว่าแล้วทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจต้องควบคุมกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ด้วยใช่ไหม

ตารางที่ 3 ข้อพิจารณาในการสร้างมาตรฐาน คำจำกัดความ มาตรการการควบคุมและข้อกำหนด

1 ช่วงขนาดอนุภาคและการตรวจวัด
*ขนาดที่จะให้ใช้กับอาหาร เครื่องมือชนิดใดและวิธีไหนที่ใช้วิเคราะห์ขนาดอนุภาค เป็นไปได้หรือไม่ที่จะตรวจวัดตั้งแต่เป็นวัตถุดิบ ระหว่างการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จ หรือ ณ จุดใดๆในกระบวนการผลิต

2 สมบัติทางกายภาพ และเคมี
*วัสดุอาหารจัดอยู่ในพวก GRAS สารธรรมชาติ หรือ สารประกอบเทียม
*วัสดุนาโนในอาหารจะถูกย่อย ดูดซับ หรือเมตาบอไลส์อย่างเดียวกับวัสดุนาโนที่ขนาดใหญ่
*วัสดุนาโนปรากฏเป็นอนุภาคเดี่ยว หรือ รวมกับตัวอื่น
*ต้องทราบสมบัติของวัสดุนาโนในเรื่องการละลาย มวล พื้นที่ผิว ความเข้มข้น การดูดซับ สมบัติทางกล ความร้อน ความเป็นกรดด่าง

3 กระบวนการผลิต
*วัสดุนาโนที่เตรียมขึ้นจากการบด หรือ การสร้างข้น
*มีวัสดุนาโนตกค้างภายหลังการผลิต

4 ความปลอดภัย
*ศักยภาพที่จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพหรือสิ่งแวดล้อมของวัสดุนาโน แม้ขนาดวัสดุเดิมที่ใหญ่กว่าจะพบว่าปลอดภัยที่จะใช้
*วัสดุนาโนนั้นมีการปรับปรุงทางเคมีหรือไม่
*วัสดุนาโนนั้นจัดเป็นสารใหม่หรือไม่
*ต้องทราบศักยภาพความเสี่ยงเกิดพิษ ความคงทน การสะสมทางชีวภาพ การย้ายที่ภายในร่างกาย
*วิธีการและเครื่องมือใดที่จะใช้ตรวจติดตามและประเมินความปลอดภัยและพิษของวัสดุนาโน

ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าจะได้มีการจำกัดความและการควบคุมนาโนเทคโนโลยีในหลายประเทศ แต่ไม่มีการควบคุมหรือกำหนดนโยบายที่ใช้สำหรับอาหาร ตารางที่ 4 เป็นข้อเสนอในการพัฒนาข้อกำหนดทางอาหาร จะมีกระบวนการดังนี้ (1) ใช้ฐานข้อมูลงานวิจัยและพัฒนาเพื่อประเมินการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีด้านอาหารและเกษตร (2) เลือกผลิตภัณฑ์เฉพาะเพื่อประเมินและระบุความเสี่ยงและประโยชน์ที่จะได้รับ (3) วิเคราะห์ข้อกำหนดที่เหมาะสม จากข้อมูลที่เรามีอยู่การโต้แย้งเรื่องความเสี่ยงและประโยชน์ของเทคนิคนาโนในอุตสาหกรรมอาหารจะมีไปอีกนาน แม้ว่าปัจจุบันยังไม่มีข้อสรุปเกี่ยวกับผลเสียของนาโนเทคโนโลยี แต่เพื่อความปลอดภัยเราก็ควรจะควบคุมจนกว่าจะมีข้อพิสูจน์ หรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ออกมา

นอกจากนี้แล้วข้อมูลส่วนใหญ่ที่มีอยู่ของหน่วยงานรัฐบาลของประเทศจีนและไต้หวันเป็นภาษาจีน หรือของประเทศญี่ปุ่นก็เป็นภาษาญี่ปุ่น ทำให้ข้อมูลเหล่านี้ไม่สามารถสื่อไปทั่วโลกเพื่อจักได้ช่วยกันพัฒนาระบบการรับรองสำหรับเทคโนโลยีนาโนสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร ต่อไป

ตารางที่ 4 ข้อเสนอการพัฒนาการควบคุมอาหารนาโน

–พิจารณาเกณฑ์ ช่วงขนาดของอนุภาค วิธีการตรวจวัด สมบัติทางกายภาพเคมี และความปลอดภัย –ควบคุมอาหารและผลิตภัณฑ์นาโนที่ประกอบด้วยอนุภาคนาโน โดยขนาดที่ใหญ่กว่ามันซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร หรือสารปรุงแต่งได้รับอนุญาตไว้แล้ว –พิจารณา อาหารขนาดไมโคร (micronized food) อาหารเล็กละเอียด (ultrafine food) อาหารนาโน (nanofood) –ค่าสูงสุดขอบขนาดอนุภาคนาโนอาจจะใหญ่กว่า 100 นาโนเมตร ขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ –นอกจากจะเพ่งเล็งที่ขนาด ควรพิจารณาด้วยถึงการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากสมบัติทางกายภาพและเคมี เมื่อมีขนาดลดลง –แบ่งอาหารนาโนเป็นประเภทต่างๆ เช่น ของเหลว ผง ละอองลอย สารแขวนลอย เพื่อช่วยในการจัดการและวิเคราะห์ –องค์ประกอบของฉลากอาหารเพื่อระบุรายละเอียดวัสดุนาโนในผลิตภัณฑ์ ขนาด และข้อมูลความปลอดภัย –วิจัยปัญหาทางสังคมและจริยธรรมในการใช้อาหารนาโน –ในการศึกษาพิษของวัสดุนาโน ควรระบุลักษณะทางกายภาพ/เคมีของวัสดุนาโนด้วย –ประเมินความปลอดภัย หรือศึกษาพิษของวัสดุนาโนที่ได้ปรับปรุงทางเคมี –วัสดุนาโนซึ่งไม่พบปรากฏในธรรมชาติจะต้องนับเป็นสารใหม่และให้ความระวังในการควบคุมความเป็นพิษของวัสดุนาโน เครื่องป้องกันส่วนบุคคล และเฝ้าระวังสุขภาพ –โอกาสเกิดพิษของแต่ละวัสดุนาโนจำเป็นต้องศึกษาเป็นกรณีๆไป –การประเมินความปลอดภัยและการศึกษาพิษของวัสดุนาโนที่มีขนาดใกล้หรือเล็กกว่า 100นาโนเมตรแม้ว่าขนาดที่ใหญ่กว่าจะพิสูจน์แล้วว่าปลอดภัยสำหรับบริโภค –การประเมินความเสี่ยงควรรวมทั้งศักยภาพที่จะหลุดออกจากหีบห่อวัสดุนาโนเข้าสู่อาหาร –พิจารณช่องว่างของการควบคุมเพื่อควบคุมการใช้ส่วนประกอบ –ห้องปฏิบัติการที่ต้องทำงานกับวัสดุนาโนและฝุ่นจำเป็นที่จะต้องป้องกันผู้ทำงานและนักวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการที่จะได้รับสัมผัส เสนอว่าควรเริ่มด้วยกระบวนการมาตรฐานสุขอนามัย ได้แก่ ถุงมือ หน้ากากที่ป้องก้นวัสดุนาโน

เรียบเรียงจาก

Chau, CF, Wu, SH and Yen, GC 2007 The development of regulations for food nanotechnology. Trend in Food Science and technology 18: 269–280