

ใช้นาโน ให้ปลอดภัย ได้อย่างไร ?

เนื่องจากในปัจจุบัน ความรู้เกี่ยวกับความเป็นอันตรายของวัสดุและผลิตภัณฑ์นาโนต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมยังมีน้อยมาก เมื่อเทียบกับงานวิจัยด้านการพัฒนาใช้ประโยชน์ ทำให้ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้นการดำเนินการใดๆ จึงต้องยึดหลักระวังไว้ก่อน (precautionary principle) และใช้มาตรการประเมินและควบคุมความเสี่ยง จนกว่าจะมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ยืนยันว่าการใช้แบบใดที่มีความปลอดภัย

ถ้าใช้อย่างไม่ระมัดระวัง วัสดุและผลิตภัณฑ์นาโน อาจก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของนักวิจัยด้านนาโน คนงานที่เกี่ยวข้องกับวัสดุนาโน และผู้บริโภค



ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริโภคและคนทำงาน

1. ต้องศึกษาวัสดุนาโนที่ใช้ในการวิจัยหรือใช้ในกระบวนการผลิต เช่น ชื่อทางเทคนิค และชื่อทางการค้าของวัสดุนาโน ความเป็นอันตราย และคู่มือสารข้อมูลความปลอดภัย (SDS : Safety Data Sheet) ของสารนั้น
2. ปฏิบัติตัวตามแนวทางการจัดการที่ดีในห้องปฏิบัติการหรือในโรงงาน รวมทั้งข้อแนะนำใน SDS
3. ควบคุมการได้รับสัมผัสวัสดุนาโนให้เหลือน้อยที่สุด โดย
 - หลีกเลี่ยงหรือเลิกใช้วัสดุนาโนที่พบว่าเป็นอันตราย
 - ทดแทนหรือเปลี่ยนรูปไปใช้วัสดุที่มีความเสี่ยงน้อยกว่า เช่น เปลี่ยนวัสดุนาโนที่เป็นผงซึ่งง่ายต่อการสูดหายใจเข้าไป ให้อยู่ในรูปของเหลวหรือของแข็งแทน
 - ดำเนินการในระบบปิด ในสถานที่ที่แยกผู้ปฏิบัติงานออกจากกระบวนการผลิต
 - ใช้การควบคุมทางวิศวกรรม เช่น ระบบดูดอากาศ ตู้ดูดไอระเหย เครื่องดูดฝุ่นควั่น
 - ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal protective equipment, PPE) ที่สำคัญคือ อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ (เช่น หน้ากากมาตรฐานสากล ชนิด P3 และ FFP3) และอุปกรณ์ป้องกันการสัมผัสทางผิวหนัง (เช่น ถุงมือ รองเท้า แวนตาและชุดป้องกันสารเคมี) นอกจากนี้ ควรมีการอบรมการใช้อุปกรณ์ ทดสอบ รวมทั้งบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ควรมีการทำความสะอาดชุดที่ใช้ทำงานและจัดเก็บแยกต่างหากจากเสื้อผ้าส่วนตัว
4. ควรมีการเฝ้าระวัง โดยตรวจสอบสุขภาพอย่างสม่ำเสมอ และไม่ละเลยอาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริโภค

ในการเลือกซื้อและการใช้ผลิตภัณฑ์นาโน ควรปฏิบัติดังนี้

1. ควรพิจารณาความจำเป็นในการใช้สมบัติพิเศษของผลิตภัณฑ์นาโน
2. พิจารณาความน่าเชื่อถือของบริษัทผู้ผลิตในเบื้องต้น
3. พึงระวังคำโฆษณา บ่อยครั้งที่มักอวดอ้างเกินความเป็นจริง เช่น อ้างว่า "เป็นผลิตภัณฑ์นาโน" "ปลอดภัย" "ไม่เป็นอันตราย" โดยไม่มีข้อมูลหลักฐานยืนยัน
4. อ่านฉลากและข้อมูลผลิตภัณฑ์โดยละเอียด และปฏิบัติตามข้อแนะนำเรื่องความปลอดภัย
5. ทำมนำผลิตภัณฑ์หลายชนิดมาผสมรวมกันเพราะอาจเกิดปฏิกิริยาระเบิดหรือมีความเป็นพิษมากขึ้น
6. ควรเก็บผลิตภัณฑ์นาโนไว้ในที่มิดชิด ห่างจากเด็ก สัตว์เลี้ยง อาหาร เปลวไฟและความร้อน
7. ภาชนะที่ใช้หมดแล้ว ห้ามทิ้งลงในแม่น้ำ คู คลอง หรือแหล่งน้ำสาธารณะ ห้ามเผาทำลาย ควรแยกทิ้งในที่ทิ้งขยะให้เรียบร้อย
8. ปรีกษาและแจ้งหน่วยงานทางการแพทย์ หรือหน่วยงานที่ควบคุมดูแลผลิตภัณฑ์ ในกรณีพบผลข้างเคียงจากการใช้ หรือพบผลิตภัณฑ์ต้องสงสัยว่าอวดอ้างเกินจริง



หน่วยงาน และแหล่งข้อมูลด้านนาโน และผู้บริโภค

- ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (NANOTEC) ที่ www.nanotec.or.th/th
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ที่ www.tisi.go.th
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ที่ www.fda.moph.go.th สายด่วนโทร 1556
- สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค (สคบ.) ที่ www.ocpb.go.th สายด่วนโทร 1166



หากต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อที่

ศูนย์พัฒนานโยบายแห่งชาติด้านสารเคมี

กองแผนงานและวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

E-mail: chemical_safety@fda.moph.go.th

เว็บไซต์: <http://ipcs.fda.moph.go.th/csnetNew/>

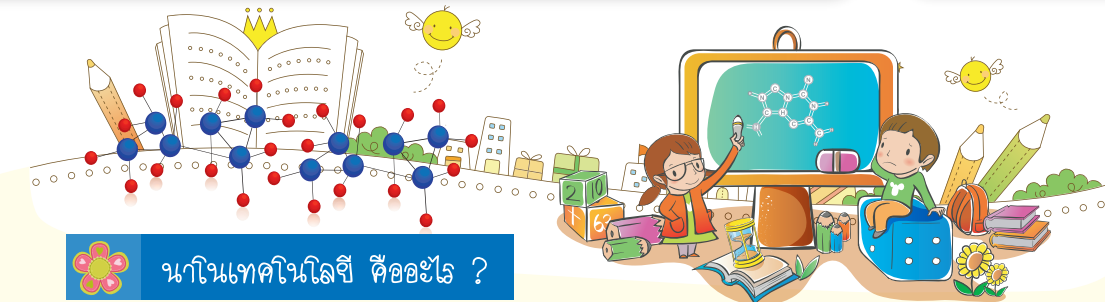


Nano Safety

ความปลอดภัยของวัสดุและผลิตภัณฑ์นาโน

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
Food and Drug Administration

เรารู้จัก "นาโน" มากแค่ไหน ?



นาโนเทคโนโลยีคืออะไร ?

องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (The International Organization for Standardization: ISO) และหน่วยงานของประเทศต่างๆ ส่วนใหญ่ได้ให้คำนิยาม "นาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology)" ว่าหมายถึง การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสังเคราะห์และควบคุมสสารในระดับนาโน เพื่อใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติและปรากฏการณ์เชิงโครงสร้างที่เกิดจากอนุภาคขนาดเล็กมากที่มีมิติในระหว่าง 1 ถึง 100 นาโนเมตร ทำให้มีคุณสมบัติพิเศษขึ้น โดยมีความแตกต่างไปจากคุณสมบัติของสสารในระดับอะตอมหรือโมเลกุลหรือวัสดุใหญ่

วัสดุนาโน และผลิตภัณฑ์นาโน ต่างกันอย่างไร ?

วัสดุนาโน (nanomaterial) หมายถึง วัสดุที่มีขนาดอย่างน้อยหนึ่งมิติเป็นขนาดนาโน หรือมีโครงสร้างของพื้นผิวหรือโครงภายในอยู่ในระดับนาโน ทั้งนี้ วัสดุนาโนมีทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น อนุภาคของแร่ต่างๆ หรือที่เกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจ เช่น อนุภาคในควันไฟหรือในไอเสียจากเครื่องยนต์ และวัสดุนาโนที่ผลิตขึ้น (engineered/manufactured nanomaterial) ซึ่งเป็นวัสดุที่ได้รับการออกแบบและผลิตขึ้นอย่างเจาะจง ให้มีสมบัติเฉพาะและมีขนาดใกล้เคียงกัน

ผลิตภัณฑ์นาโน (nanoproduct) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้นาโนเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่มีวัสดุนาโนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ไม่ว่าจะฝังตัวอยู่ในเนื้อหรือเคลือบอยู่ที่ผิว ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า วัสดุนาโนจะเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์นาโน

ขนาดนาโนเมตร เล็กแค่ไหน ?

"นาโนเมตร" (Nanometer) หมายถึง สิบก้านิลบเก้าเมตร (10⁻⁹) หรือ 1 ส่วนพันล้านของ 1 เมตร หากเปรียบเทียบกับสิ่งใกล้ตัว เส้นผมของคนเรามีขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ดังนั้นขนาด 1 นาโนเมตร ก็จะเล็กกว่าเส้นผมประมาณหนึ่งแสนเท่า และเล็กกว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงประมาณ 6,000 เท่า

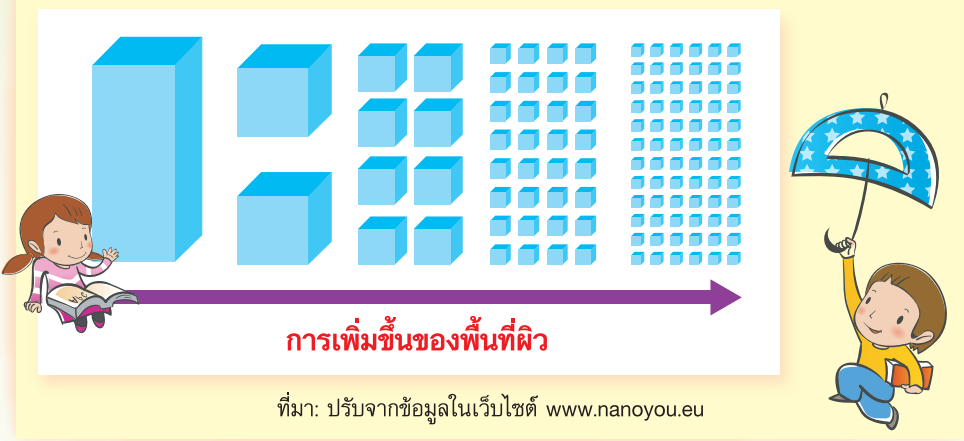
วัสดุนาโนเล็กกว่า
เซลล์เม็ดเลือดแดงถึง 6,000 เท่า



นาโนเทคโนโลยีทำให้เกิดคุณสมบัติพิเศษอย่างไร ?

ยิ่งวัสดุมีขนาดเล็กลงเท่าใด จำนวนอะตอมที่อยู่บริเวณผิวสัมผัสของวัสดุก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น ส่งผลให้วัสดุที่มีขนาดระดับนาโนมีคุณสมบัติแตกต่างไปจากเดิม และพิเศษแปลกใหม่อย่างไม่เคยพบมาก่อน การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิวสัมผัสจะเห็นได้จากตัวอย่างการแบ่งลูกเต๋า (ตามรูปที่ 1) หากเรานำลูกเต๋าขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีพื้นที่ผิว 6 ตารางเมตร มาแบ่งเป็นลูกเต๋าลูกเล็กๆ ขนาดนาโนเมตร เราจะได้ลูกเต๋ากว่าจำนวน 10^{27} ลูก และมีพื้นที่ผิวถึง 6,000 ตารางกิโลเมตร

รูปที่ 1 : การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิว เมื่อวัสดุมีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ แม้จะมีปริมาตรเดียวกัน



ตัวอย่างคุณสมบัติพิเศษบางประการของวัสดุนาโน ได้แก่

- **สถานะทางกายภาพ** เช่น ทองคำธรรมดาเป็นของแข็ง ส่วนทองคำนาโนจะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง
- **คุณลักษณะเชิงแสง** เช่น ทองคำแบบก้อนมีสีเหลือง แต่ถ้าเราย่อขนาดทองคำให้เล็กลงจนเป็นอนุภาคนาโนของทองคำจะเห็นเป็นสีแดงทับทิม ส่วนอนุภาคนาโนของไททาเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) สามารถสกัดกันแสงเหนือม่วงได้ และไม่มีสีขาวขุ่นเหมือนกับไททาเนียมไดออกไซด์ขนาดใหญ่ จึงนิยมใช้ในโลชั่นทากันแดดทำให้หน้าไม่ขาวเกินไป
- **ความไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงขึ้น** เนื่องจากวัสดุนาโนมีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงมาก ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและปรากฏการณ์ต่างๆ บนพื้นผิวได้ง่ายมากขึ้น ตัวอย่างเช่น สารเนื้อเยื่อจะกลายเป็นสารเร่งปฏิกิริยาที่มีความไวสูง (ทองคำขาวนาโน) และสารที่เป็นฉนวนไฟฟ้าจะกลายเป็นสารนำไฟฟ้า (ซิลิคอนนาโน)
- **ความแข็งแรงและความแข็งแรงที่ดีขึ้นกว่าเดิม** เช่น โลหะทองแดงที่มีขนาดเกรนในระดับนาโนเมตรจะมีความแข็งแรงสูงกว่าทองแดงปกติถึง 5 เท่า

เราประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ มากน้อยเพียงใด ?

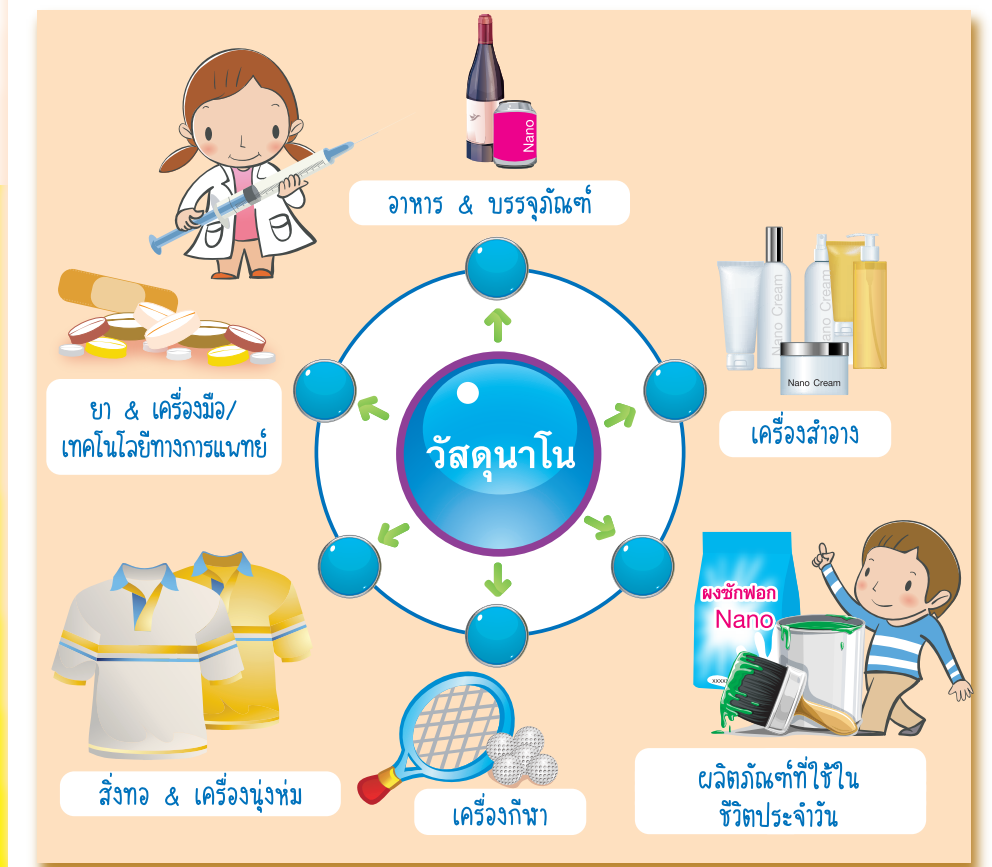
เนื่องจากนาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้มนุษย์สามารถจัดระเบียบโมเลกุลและอะตอมได้ นาโนเทคโนโลยีจึงเปรียบเสมือนเทคโนโลยีที่ช่วยขับเคลื่อนการวิจัยและพัฒนาเพื่อต่อยอดเป็นอุตสาหกรรมต่างๆ ได้อย่างมากมาย อาทิเช่น

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วงจรรวม หน่วยเก็บความจำของคอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

อุตสาหกรรมพลังงาน เช่น การใช้นาโนเทคโนโลยีในเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้ดูดแสงได้ ในช่วงคลื่นที่กว้างขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้เซลล์แสงอาทิตย์

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภค เช่น อาหารและบรรจุภัณฑ์อาหาร เครื่องสำอาง ยา เครื่องมือและเทคโนโลยีทางการแพทย์ สิ่งทอ เครื่องนุ่งห่ม และเครื่องกีฬา เป็นต้น

รูปที่ 2 : ผลิตภัณฑ์นาโนสำหรับผู้บริโภค



ตารางที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้นาโน

ผลิตภัณฑ์	วัสดุ/อนุภาคนาโน และคุณสมบัติที่ใช้
ครีมกันแดด	การลดขนาดของไททาเนียมไดออกไซด์หรือซิงค์ออกไซด์ในอนุภาคนาโนเมตร ทำให้ไม่เกิดคราบขาวหลังทา
โลชั่นและครีมบำรุงผิว	ใช้เทคโนโลยีนาโนในการผลิตโดยการย่อขนาดของสารบำรุงให้เป็นระดับนาโนเพื่อให้ซึมซาบสู่ผิวได้ดีขึ้น หรือใช้เป็นตัวขนส่งสารบำรุงเข้าไปยังเซลล์ผิว ช่วยให้ครีมที่มีส่วนผสมของวิตามินหรือโคเอนไซม์คิวเทนซึมซาบเข้าบำรุงได้ดีขึ้น ลดการสลายตัวของวิตามิน
ยารักษาโรค	ใช้อนุภาคนาโนเป็นตัวนำส่งยาเข้าสู่เป้าหมายได้อย่างเฉพาะเจาะจง โดยตัวยาคจะถูกห่อหุ้มด้วยแคปซูลนาโนเพื่อควบคุมการปลดปล่อยตัวยาให้ได้นานและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
สีทาบ้าน กระຈก	ผสมนาโนซิลเวอร์หรือนาโนไททาเนียมไดออกไซด์เพื่อให้มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อแบคทีเรียและทำความสะอาดตัวเอง
เสื้อผ้า ถุงเท้า พวงซักฟอก ไรลอน/เบี่ยงตาตัว เครื่องกรองน้ำ	ผสม/เคลือบอนุภาคนาโนซิลเวอร์เพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียและ/หรือป้องกันกลิ่นอับชื้น
อุปกรณ์กีฬา (เช่น ไม้เทนนิส ลูกกอล์ฟ) ชิ้นส่วนรถยนต์และจักรยาน วัสดุก่อสร้าง	ผสมวัสดุนาโนชนิดท่อนาโนคาร์บอน ทำให้มีความแข็งแรงและน้ำหนักเบา

แม้ปัจจุบัน จะมีผลิตภัณฑ์นาโนออกสู่ตลาดมากมาย แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นเพียงแค่ผลผลิตของการพัฒนาเทคโนโลยีในยุคเริ่มต้นเท่านั้น นั่นคือเป็นเทคโนโลยีในการเติมอนุภาคนาโนลงในผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต เช่น การเคลือบอนุภาคนาโนของเงินเพื่อกำจัดแบคทีเรีย การเติมท่อนาโนคาร์บอนเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น แต่ในอนาคตอีก 5-10 ปีข้างหน้าเราจะเห็นการสังเคราะห์/การประกอบวัสดุและโครงสร้างระดับนาโนเมตรที่ซับซ้อนและประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น



วัสดุนาโน และผลิตภัณฑ์นาโน ปลอดภัยแค่ไหน ?

ข้อห่วงกังวลเรื่องความปลอดภัยต่อสุขภาพ เกิดจากคุณสมบัติพิเศษของวัสดุนาโนที่แตกต่างไปจากวัสดุขนาดใหญ่ กล่าวคือ ด้วยขนาดที่เล็กมากของวัสดุนาโนจึงมีข้อกังวลว่าอนุภาคนาโนจะสามารถเข้าไปยังที่ที่อนุภาคขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้าถึงได้ เช่น ถุงลมขนาดเล็กในปอด รวมทั้งสามารถเคลื่อนย้ายในร่างกายได้ง่าย เช่น จากปอดเข้าสู่กระแสโลหิตแล้วเข้าสู่สมอง เป็นต้น นอกจากนี้ พื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาลของอนุภาคนาโนอาจส่งผลให้เกิดความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางชีวภาพที่อาจนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความเป็นพิษได้

นอกจากนั้น วัสดุนาโนที่มีความคงทนสูงกว่าวัสดุแบบดั้งเดิม อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ยาวนานกว่า สำหรับผลิตภัณฑ์นาโน เมื่อหมดอายุการใช้งานจะกลายเป็นขยะนาโน ในอนาคตหากมีการสะสมของขยะจากผลิตภัณฑ์นาโนเพิ่มขึ้นอย่างมาก ก็อาจก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในสมดุลของระบบนิเวศได้ ตัวอย่างข้อกังวลเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การสะสมของอนุภาคนาโนของเงิน (silver nano) ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์นั้น อาจส่งผลเสียต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งถ้าส่วนล่างสุดของห่วงโซ่อาหารได้รับความกระทบกระเทือนก็จะส่งผลถึงด้านบนสุดของห่วงโซ่อาหารก็คือนมนุษย์ได้

รูปที่ 3 : เส้นทางของวัสดุนาโนตลอดวงจรชีวิต (life-cycle perspective)

