

คู่มือและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง กับผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี

ดร.จิตภา สำราญจิตต์
ทีมวิจัยการวิเคราะห์ระดับนาโน
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ





NANO SERIES

Nano
Fresh Air
สเปรย์ปรับอากาศกลิ่นฟรี



ผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี

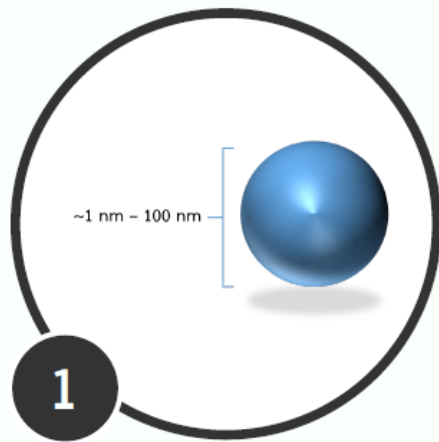
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยี

- มอก. 2691 เล่ม 1-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 1 แนวทางการระบุข้อกำหนดวัสดุนาโนจากการผลิต
- มอก. 2691 เล่ม 2-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 2 แนวทางการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะสำหรับวัสดุนาโนจากการผลิต
- มอก. 2691 เล่ม 3-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 3 แนวทางการจัดกระทำ และกำจัดวัสดุนาโนอย่างปลอดภัย
- มอก. 2691 เล่ม 4-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 4 แนวทางการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะทางฟิสิกส์-เคมี สำหรับการประเมินพิษวิทยาของวัสดุนาโนจากการผลิต
- มอก. 2691 เล่ม 5-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 5 แนวทางการประเมินความเสี่ยงของวัสดุนาโน
- มอก. 2691 เล่ม 6-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 6 การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคด้วยเทคนิคการกระเจิงแสงแบบพลวัต
- มอก. 2691 เล่ม 7-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 7 วิธีปฏิบัติเกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัยสำหรับผู้มีอาชีพที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี

มอก. 2691 เล่ม 1-2559 นานโนเทคโนโลยี เล่ม 1

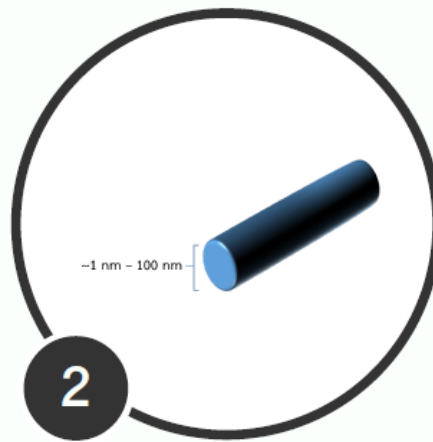
แนวทางการระบุข้อกำหนดวัสดุนาโนจากการผลิต

ข้อกำหนดทางเทคนิคทั่วไป รวมถึงลักษณะเฉพาะทางฟิสิกส์-เคมี ของวัสดุนาโนจากการผลิต ที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป



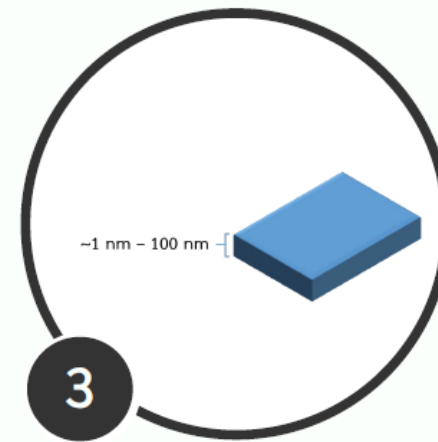
อนุภาคนาโน
Nanoparticle

วัสดุนาโนที่มีมิติภายนอกอยู่ใน
ระดับนาโนสเกลทั้ง 3 มิติ



เส้นใยนาโน
Nanofiber

วัสดุนาโนที่มีมิติภายนอกอยู่ใน
ระดับนาโนสเกลจำนวน 2 มิติ



แผ่นนาโน
Nanoplate

วัสดุนาโนที่มีมิติภายนอกอยู่ใน
ระดับนาโนสเกลจำนวน 1 มิติ

มอก. 2691 เล่ม 2-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 2

แนวทางการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะสำหรับวัสดุนาโนจากการผลิต

คำแนะนำในการจัดเตรียมคุณลักษณะจำเพาะ (specification) เชิงเทคนิคของวัสดุนาโนที่ผลิตขึ้น รวมถึงเทคนิคที่ใช้ในการวัดสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุนาโน

มอก. 2691 เล่ม 3-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 3

แนวทางการจัดกระทำ และกำจัดวัสดุนาโนอย่างปลอดภัย

แนวทางในการจัดกระทำและกำจัดวัสดุนาโนโดยอาศัยการประเมินความเสี่ยง และความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการพัฒนาการผลิต การใช้งาน เพื่อเป็นแนวทางการดำเนินการให้ปลอดภัยไว้ก่อน

มอก. 2691 เล่ม 4-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 4 **แนวทางการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะทางฟิสิกส์-เคมี สำหรับการ** **ประเมินพิษวิทยาของวัสดุนาโนจากการผลิต**

คำแนะนำเกี่ยวกับการระบุข้อมูลลักษณะเฉพาะทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของวัสดุนาโน ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความจำเป็นต่อการประเมินความเป็นพิษของวัสดุนาโนที่ผลิตขึ้น

มอก. 2691 เล่ม 5-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 5 **แนวทางการประเมินความเสี่ยงของวัสดุนาโน**

อธิบายถึงกระบวนการในการระบุการประเมิน การแจ้ง การตัดสินใจ และการสื่อสารถึงความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากการผลิตและใช้วัสดุนาโน เพื่อดูแลสุขภาพและความปลอดภัยของประชาชน ผู้บริโภค ผู้ปฏิบัติงาน และสิ่งแวดล้อม

มอก. 2691 เล่ม 6-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 6 **การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคด้วยเทคนิคการกระเจิงแสงแบบพลวัต**

กำหนดวิธีเพื่อหาขนาดเฉลี่ยของอนุภาค และการกระจายตัวของขนาดอนุภาค ที่มีขนาดไม่เกิน 1000 นาโนเมตร ในของเหลวและสารแขวนลอยที่เจือจางและเข้มข้น ด้วยเทคนิคการกระเจิงแสงแบบพลวัต

มอก. 2691 เล่ม 7-2559 นาโนเทคโนโลยี เล่ม 7 **วิธีปฏิบัติเกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัยสำหรับผู้มีอาชีพที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี**

แนวทางปฏิบัติด้านความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและใช้วัสดุนาโน รวมถึงการกำจัดวัสดุนาโน โดยเน้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการสัมผัส การประเมินความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัย และแนวทางในการจัดการ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยี (Reprint)

- มอก. 3987-2567 นาโนเทคโนโลยี - กรอบอนุกรมวิธานต้นแบบสำหรับการพัฒนาคำศัพท์ – แนวคิดหลัก
- มอก. 3988-2567 นาโนเทคโนโลยี - การพิจารณาเพื่อการพัฒนากระบวนการตั้งชื่อทางเคมีสำหรับวัตถุนาโนที่เลือก
- มอก. 3994-2567 นาโนเทคโนโลยี - ข้อเสนอแนะการวัดความเข้มข้นของจำนวนอนุภาคนาโน
- มอก. 3995-2567 นาโนเทคโนโลยี - การปฏิบัติด้านสุขภาพและความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน
- มอก. 3991-2567 นาโนเทคโนโลยี - คำศัพท์สำหรับเป็นตัวชี้บอทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม
- มอก. 3996-2567 นาโนเทคโนโลยี - แผ่นกรองอากาศที่ประกอบด้วยเส้นใยนาโนชนิดพอลิเมอร์ – เกณฑ์กำหนดของลักษณะเฉพาะและวิธีวัด
- มอก. 3989-2567 นาโนเทคโนโลยี - การหาคักยภาพของอนุภาคซิลเวอร์นาโนโดยการปล่อยกรดมูรามิคจาก *Staphylococcus aureus*

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัดพืช
สมุนไพร

สมุนไพรไทย

แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 ได้แบ่งมิติของสมุนไพรที่มีศักยภาพออกเป็น 3 มิติ

มิติด้านศักยภาพ

พิจารณาจากความพร้อมของงานวิจัย ความสามารถนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ และความสามารถในการผลิตวัตถุดิบ มี 5 ชนิด ได้แก่ กวาวเครือขาว กระจับปี่ดำ ขมิ้นชัน บัวบก มะขามป้อม

มิติด้านความต้องการ

พิจารณาจากความต้องการในการบริโภคในด้านต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ยา อาหารเสริม เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์สปา ซึ่งต้องสอดคล้องต่อความต้องการของตลาดในประเทศและต่างประเทศ มี 7 ชนิด ได้แก่ กระจับปี่ พริก ฟักทะลายโจร กระจับแดง หูฉลาม วานหางจรเข้ ไพล

มิติด้านความน่าสนใจ ในอนาคต

พิจารณาจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงบริบทต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อความต้องการในการบริโภคสมุนไพร อยู่ระหว่างการกำหนดชนิด

สมุนไพร Herbal Champions

แผนปฏิบัติการด้านสมุนไพรแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2566-2570



ขั้นตอนการจัดทำร่าง มอก.อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัดพืชสมุนไพร

เตรียมและจัดหาอนุภาคกักเก็บ
สารสกัดสมุนไพร



วิเคราะห์สารสำคัญ และสร้าง
protocol ในการวิเคราะห์
สำหรับอนุภาคระบบต่าง ๆ



เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่าง
ห้องปฏิบัติการ (inter-lab)



เตรียมร่าง มอก.และแก้ไข



จัดส่งร่าง มอก.ไปยัง สมอ.



คณะกรรมการ (ร่าง)
มาตรฐานฯ



สมอ. อย. อภ.
นักวิชาการ นักวิจัย

STANDARDS
DEVELOPING
ORGANIZATION

- ประชุมติดตามความก้าวหน้า
ประจำเดือน
- เตรียมและปรับปรุงร่าง
มอก.

- ประชาพิจารณ์
- ปรับปรุงร่าง มอก.



คณะกรรมการ สมอ.

- จัดทำแผนและแต่งตั้ง
คณะกรรมการพิจารณาร่าง มอก.
- พิจารณาร่าง มอก. เพื่อประกาศใน
ราชกิจจานุเบกษา

รายละเอียดนอก.อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัดพืชสมุนไพร

กำหนดคุณลักษณะและข้อกำหนดวิธีทดสอบ
ผลิตภัณฑ์ที่ชัดเจน

สารสำคัญ

- วารสารวิชาการ
- สารานุกรม

วิธีวิเคราะห์

- ปริมาณสารสำคัญ
- ความคงตัว
- เครื่องมือที่ใช้

ลักษณะทางกายภาพ

- ลักษณะภายนอก
- ลักษณะอนุภาค
- ขนาดและการกระจายขนาด

สุขลักษณะ

การชักตัวอย่าง

สารสกัดพืชสมุนไพร

พืชสมุนไพร	สารสำคัญ	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ขมิ้นชัน	curcumin, desmethoxycurcumin, bisdesmethoxycurcumin	HPLC
บัวบก	asiaticoside, madecassoside	HPLC
กระชายดำ	5,7-dimethoxyflavone, 5,7,4'-trimethoxyflavone, 3,5,7,3',4'-pentamethoxyflavone	HPLC
พริก	capsaisin	HPLC
ไพล	terpinen-4-ol, sabinene	GC-MS
กวาวเครือขาว	puerarin	HPLC
มะขามป้อม	total phenolic compounds (ตัวบ่งชี้คือ gallic acid, ellagic acid)	UV-vis, HPLC
ใบกระท่อม	mitragynine	HPLC
กัญชง	cannabidiol	HPLC
ฟ้าทะลายโจร	andrographolide	HPLC

ปริมาณสารสำคัญ

ชักตัวอย่าง 1 g
มี Capsaisin 0.01 g
= 10 mg

ไม่น้อยกว่า 90%
โดยมวลของที่ระบุ
ไว้ที่ฉลาก

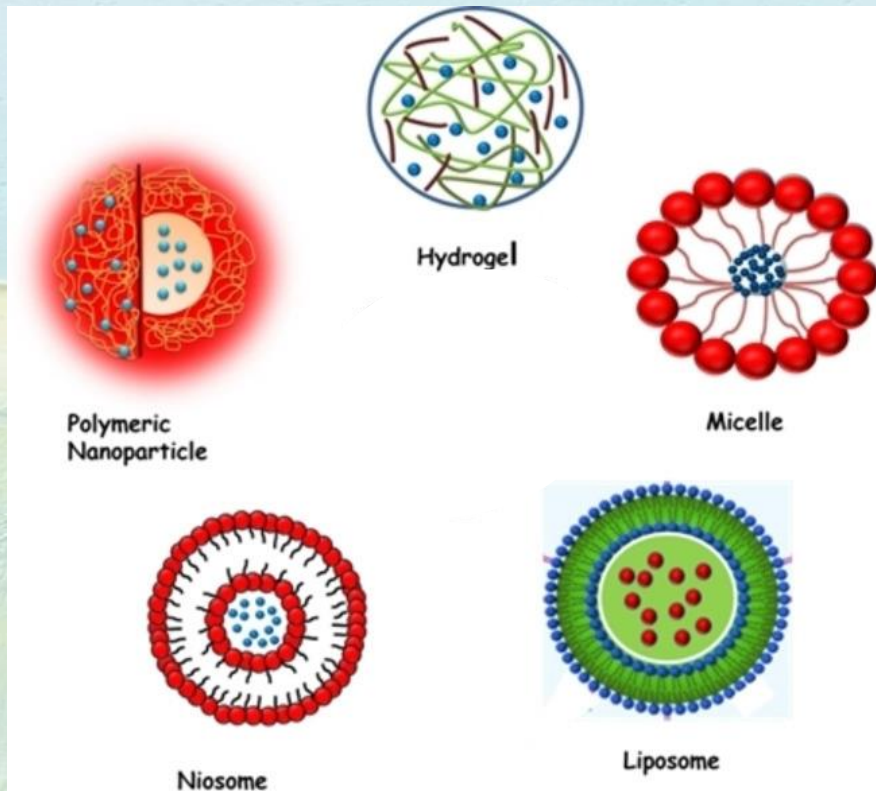
หลังทดสอบ
เสถียรภาพ
ปริมาณต้องลดลง
ไม่เกิน 20%



ต้องเจอ Capsaisin
อย่างน้อย 9 mg

ต้องเหลืออย่างน้อย
7.2 mg

การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ



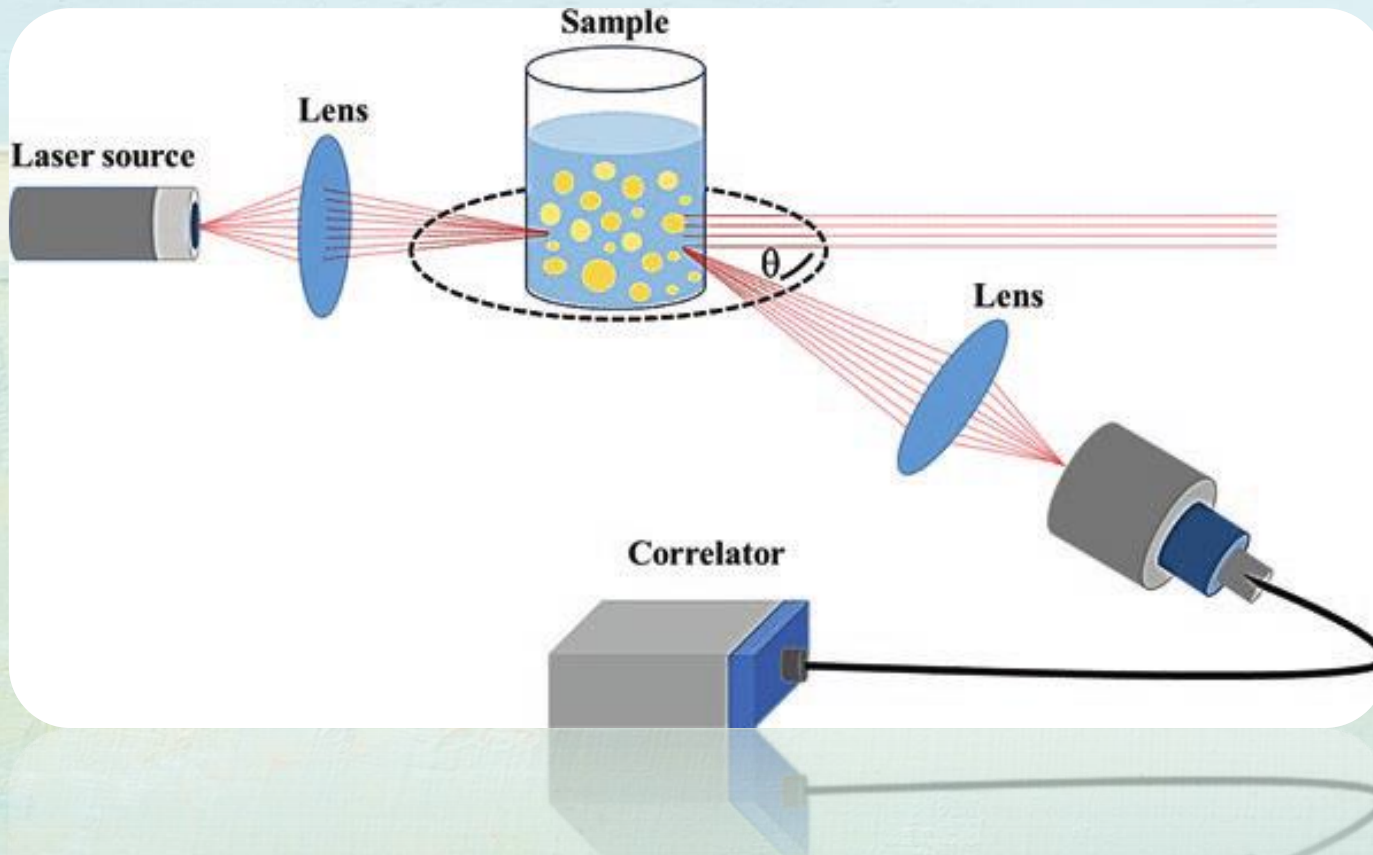
- ปั่นแยกส่วนที่ห่อหุ้มและไม่ถูกห่อหุ้ม
- นำส่วนที่ห่อหุ้มมาทำให้แตก
- วิเคราะห์ด้วยเทคนิคที่เหมาะสม
- ทดสอบเสถียรภาพที่ภาวะเร่ง (50 °C 30 วัน)

ขนาดอนุภาค

พืชสมุนไพร	ขนาดอนุภาค	PDI
ขมิ้นชัน	ต้องไม่เกิน 300 nm	ต้องไม่เกิน 0.5
บัวบก		
กระชายดำ	ต้องไม่เกิน 500 nm	ต้องไม่เกิน 0.5
พริก		
ไพล		
กวาวเครือขาว		
มะขามป้อม		
ใบกระท่อม		
กัญชง		
ฟ้าทะลายโจร		

การวัดขนาดอนุภาค

เทคนิคการกระเจิงแสงแบบพลวัต (Dynamic light scattering, DLS)



- ขนาดอนุภาค
(hydrodynamic diameter)
- การกระจายขนาดอนุภาค
(polydispersity index)
- ศักย์ซีตา (zeta potential)

หัวข้ออื่นๆในมอก.

- สารปนเปื้อน ตัวทำละลายและสารปนเปื้อนชนิดอื่นๆ
- สุขลักษณะ สถานที่ เครื่องมือ การควบคุมกระบวนการ การสุขาภิบาล
- จุลินทรีย์ ชนิดและเกณฑ์
- การบรรจุ ภาชนะและปริมาณ
- เครื่องหมายและฉลาก
- การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัดพืชสมุนไพร

1. มอก. 3076-2563 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**ขมิ้นชัน** (Turmeric)
2. มอก. 3077-2563 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**บัวบก** (Centella)
3. มอก. 3343-2564 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**กระชายดำ** (Black ginger)
4. มอก. 3488-2565 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**พริก** (Capsicum)
5. มอก. 3489-2565 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**ไพล** (Phlai)
6. มอก. 3748-2567 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**มะขามป้อม** (Indian gooseberry)
7. มอก. 3749-2567 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**กวาวเครือขาว** (Pueraria)
8. (ร่าง) มอก. 4321 – 2568 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**ใบกระท่อม** (Kratom leaves)
9. (ร่าง) มอก. 4328 – 2568 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**กัญชง** (Hemp)
10. (ร่าง) มอก. 4385 – 2568 อนุภาคนาโนกักเก็บสารสกัด**ฟ้าทะลายโจร** (Andrographis)



ผู้ประกอบการได้อะไรจากมอก.

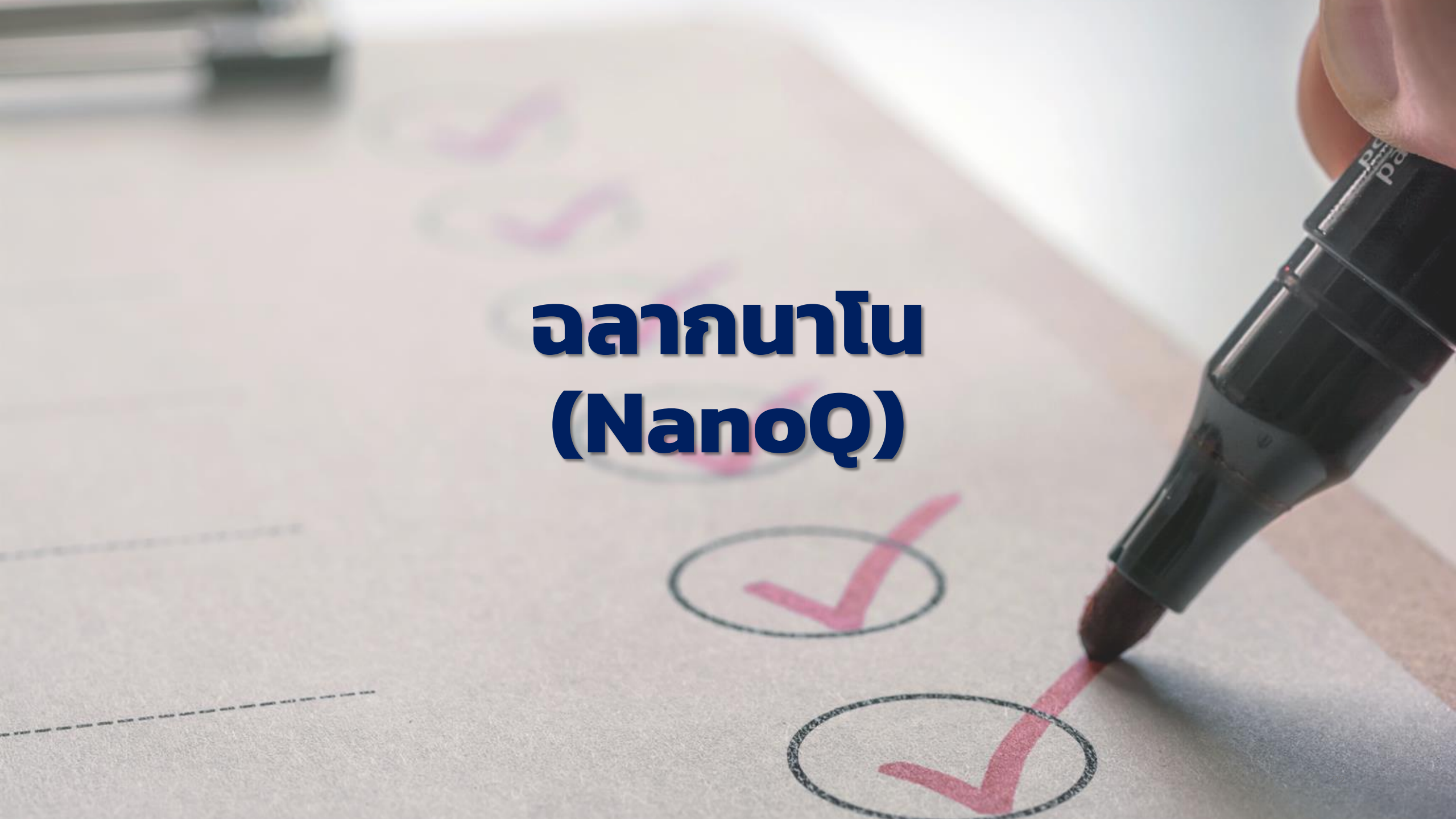
- ผลิตภัณฑ์มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น
- สามารถแข่งขันในตลาดสากลได้



มาตรฐานทั่วไป

ติดต่อสมอ. เพื่อดำเนินการ

ฉลากนาโน (NanoQ)

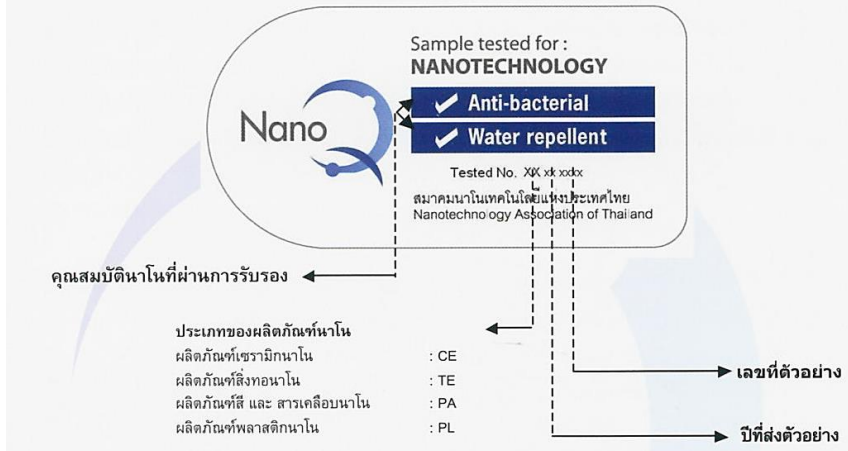


โครงการฉลากนาโน (NanoQ)



สมาคมนาโนเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
Nanotechnology Association of Thailand

ลักษณะของฉลากนาโน (NanoQ)



“ฉลากนาโน”เป็นการ**สร้างมาตรฐานให้กับผลิตภัณฑ์นาโน** ส่งเสริมให้ผู้ผลิต ผู้ค้า และผู้ให้บริการจะได้ตระหนักถึงจริยธรรมในการทำธุรกิจและความรับผิดชอบต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง **เพื่อยกระดับความเชื่อมั่น**ให้กับผู้ผลิต ผู้แทนจำหน่าย ผู้ค้า ผู้ให้บริการ รวมถึง**ความน่าเชื่อถือในการใช้ผลิตภัณฑ์นาโน**ให้กับผู้บริโภค ซึ่งจะเป็นการสร้างความเข้มแข็งให้ผู้ผลิต ผู้ค้า ผู้ให้บริการ และตลาดโดยรวมของประเทศ

ผู้ผลิตและผู้บริโภคได้อะไร เมื่อผลิตภัณฑ์ มีเครื่องหมายฉลากนาโน

- ✓ สินค้าที่ผ่านการรับรองได้รับความเชื่อถือจากผู้บริโภค
- ✓ ผู้บริโภคเกิดความมั่นใจในการใช้ผลิตภัณฑ์นาโนที่เป็น
ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุนาโนหรือผลิตด้วยนาโนเทคโนโลยี
- ✓ สร้างมาตรฐานให้กับผลิตภัณฑ์นาโนซึ่งจะนำไปสู่การ
พัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

ประเภทของฉลากนาโน



กลุ่มผลิตภัณฑ์นาโน (Nano Product)



กลุ่มวัตถุดิบ (Raw Materials)



กลุ่มผลิตภัณฑ์นาโนขั้นกลาง
(intermediate nanoprocess)



กลุ่มอนุภาคนาโนกักเก็บ
(Nanoencapsulation)

กลุ่มผลิตภัณฑ์นาโน (Nano Product)



- ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยวัสดุนาโนหรือมีการใช้นาโนเทคโนโลยีในการผลิต และต้องอยู่ในลักษณะที่ลูกค้าพร้อมใช้งานใน 4 กลุ่ม ได้แก่ **สีและสารเคลือบ สิ่งทอ พลาสติก และเซรามิก** เช่น ถังเก็บน้ำ ผนังรถพยาบาลยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย สียับยั้งเชื้อแบคทีเรีย โดยผลิตภัณฑ์ต้องมีสมบัติพิเศษอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
 - ยับยั้งแบคทีเรีย
 - สะท้อนน้ำ

กลุ่มผลิตภัณฑ์นาโนขั้นกลาง (intermediate nanoproduct)



- ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยวัสดุนาโนหรือมีการใช้นาโนเทคโนโลยีในการผลิต แต่ยังไม่อยู่ในลักษณะที่พร้อมใช้งาน จำเป็นต้องผ่านกระบวนการผลิตเพิ่มเติม เช่น ผสมกับสารอื่น หรือต้องผ่านกระบวนการขึ้นรูป ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น เม็ดพลาสติกที่มีส่วนประกอบของอนุภาคนาโน โดยผลิตภัณฑ์ต้องมีผลการทดสอบสมบัติที่ระบุไว้

กลุ่มวัตถุดิบ (Raw Materials)



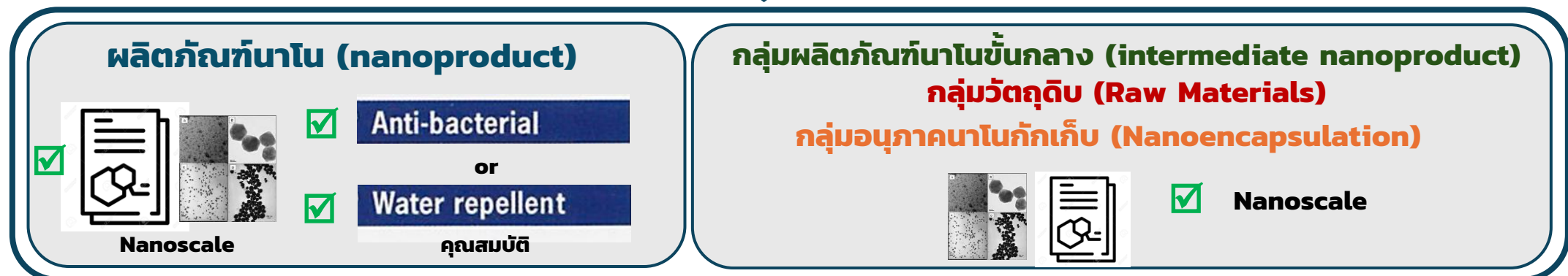
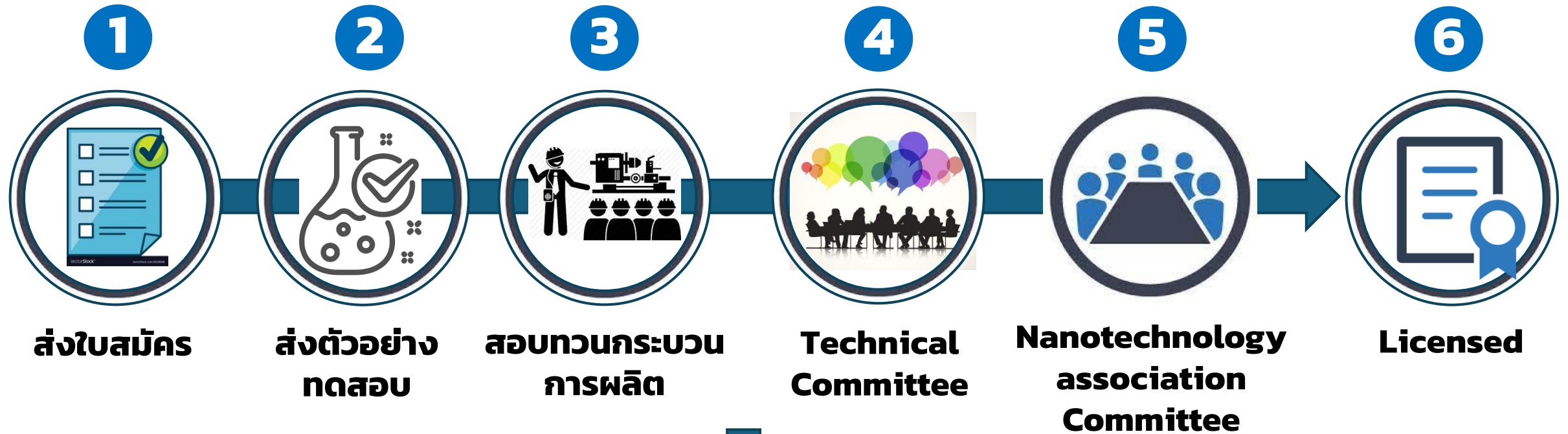
- วัสดุที่มีขนาดในช่วง 1 - 100 นาโนเมตร ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่พร้อมใช้งาน วัสดุนี้ต้องเข้าข่ายวัสดุนาโน วัสดุโครงสร้างนาโน หรือวัสดุที่มีการใช้นาโนเทคโนโลยีในกระบวนการผลิต เช่น อนุภาคนาโนทองคำ ท่อนาโนคาร์บอน อนุภาคนาโนพอลิเมอร์

กลุ่มอนุภาคนาโนกักเก็บ (Nanoencapsulation)



- อนุภาคนาโนกักเก็บ เป็นอนุภาคโครงสร้างนาโนที่เก็บกักสารสำคัญเพื่อให้มีเสถียรภาพยาวนานขึ้น หรือเพื่อปรับปรุงสมบัติอื่นที่ไม่พึงประสงค์ของสารสำคัญ โดยระบบห่อหุ้มสามารถเป็นได้ทั้งกลุ่มไขมันและกลุ่มพอลิเมอร์ และมีขนาดใหญ่ได้ถึง 500 นาโนเมตร โดยผลิตภัณฑ์ต้องมีผลการทดสอบสมบัติที่ระบุไว้

ขั้นตอนการขอการรับรองฉลากนาโน



สมาคมนาโนเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย มอบประกาศนียบัตร NanoQ แก่ 6 ผู้ประกอบการไทย พร้อมเปิดตัว NanoQ เพิ่มอีก 3 กลุ่มสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้บริโภค





สมาคมนาโนเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
Nanotechnology Association of Thailand

โทร : (02) 564-7100 ต่อ 6598

มือถือ : (089) 183-7123

info@nanoassociation.or.th

ทีมวิจัยการวิเคราะห์ระดับนาโน Nanocharacterization Research Team (NCH)

Advanced Nanocharacterization Safety and
Informatics Research Group (ANSI)

National Nanotechnology Center, Thailand

Nanocharacterization Research Team (NCH)

- Characterization technique improvement
- Protocol development
- Certified reference materials



- Characterization instruments
- Microbiological tests
- Contracted research
- Technical services



- Instrumentation and protocols
- Thai industrial standards



DLS, E-SEM, AFM

Encapsulated herbal extracts

รายการบริการวิเคราะห์ทดสอบ

No.	Equipment
1	DLS for lab (NANO-ZS)
2	DLS for lab (Ultra Pro)
3	DLS for ISO17025 (NANO-ZS)
4	Mastersizer / Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer
5	UV-Vis Spectrophotometer
6	UV-Vis-NIR Spectrophotometer
7	Fluorescence Spectrometer
8	FTIR
9	ICP-MS
10	Confocal Raman spectroscopy
11	AFM-Raman spectroscopy
12	XRD
13	Bench Top XRD

No.	Equipment
14	TEM
15	FIB FE-SEM
16	SEM
17	Fluorescence Stereomicroscope
18	Optical Microscope
19	GC-MS
20	GC-MS/MS
21	LC-MS/MS
22	HPLC
23	uHPLC
24	Surface area and porosity meter analyzer (BET)

No.	Equipment
25	Differential Scanning Calorimetry (DSC)
26	Thermogravimetric Analysis (Netzsch)
27	Thermogravimetric Analysis (Mettler)
28	Weathering testing Oven (Q-SUN)
29	Weathering testing Oven (Q-UV)
30	AFM SEIKO SPA400
31	AFM SEIKO SPA300HV
32	Bio AFM
33	Material AFM
34	Contact Angle Meter
35	Nano Mechanical Tester

No.	Microbiological test
36	AATCC147
37	JIS L 1902
38	CLSI M2-A11
39	AATCC 100
40	JIS Z 2801
41	ISO22196
42	CLSI M7-A9 (MIC/MBC)
43	ASTM E 2149
44	ISO27447

No.	Sample preparation
45	Microwave digestion
46	Reactive-ion etching
47	Nano coater for EM
48	Sputtering
49	Centrifuge



DLS

- measures size of particles dispersed in solution from **0.3 nm to 10 μm** and analyzes surface charges on the particle surface
- certified by ISO/IEC17025 in the range of **50-1000 nm**

Mastersizer

- measures size of particles dispersed in solution from **10 nm to 3 mm**

Dynamic light scattering (DLS) and Mastersizer



Scanning electron microscope (E-SEM)

- magnification up to 300000 times
- certified by ISO/IEC17025 in the range of 100-1000 nm



Scanning electron microscope (FIB FE-SEM)

- magnification up to 1000000 times
- FIB can cut for intra-material measurements

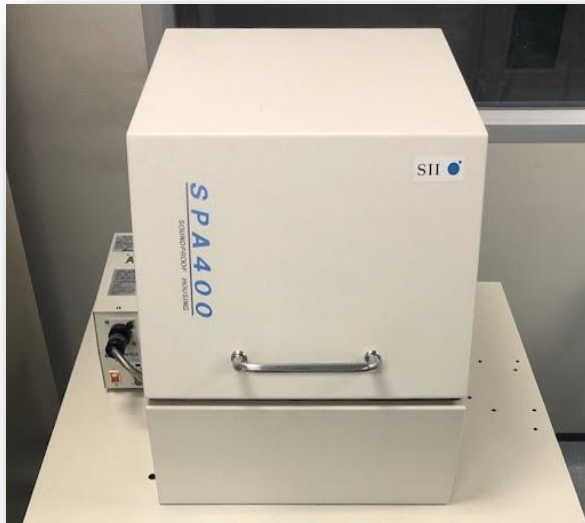


Transmission electron microscope (TEM)

- magnification up to 1500000 times

Electron microscope

AFM SEIKO SPA400



AFM JPK Bio AFM



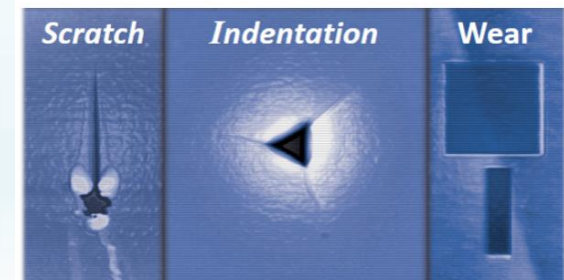
Atomic Force Microscopy (AFM)

- analyze roughness, mechanical properties and electrical properties of material surfaces
- certified by ISO/IEC17025 in the range of 100-1000 nm

Mechanical and Surface analysis

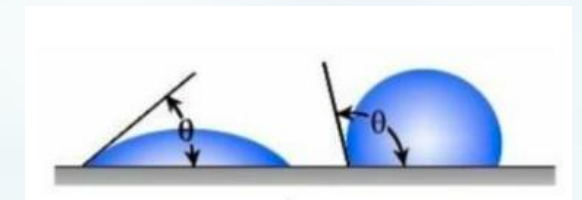
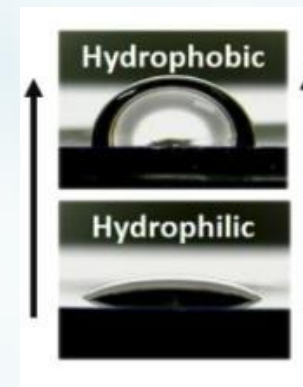
Nano Mechanical Tester (NMT)

- **Nano-indentation test:** use a small indenter at nanoscale to microscale to press the sample surface to study **strength and pressure resistance**
- **Nano-scratch test:** drag the indenter onto the sample surface with the specified force to study the **strength and scratch-resistance**
- **Nano-wear test:** use the indenter with a specified pressure to study the **strength and adhesion of the coating**



Contact angle

- evaluate the **wettability of a solid surface** by dropping a solution such as water, alcohol, or other chemicals onto the surface
- the angle formed between the liquid droplet and the solid surface, providing insights into surface energy, adhesion, and hydrophobicity/hydrophilicity



Chemical Analysis

HPLC, μ HPLC, LC-MS and LC-MS/MS

- Used for separating, identifying, and quantifying chemical compounds, particularly in complex mixtures



GC-MS, GC-MS/MS

- analyze type and quantity of volatile organic chemical compounds



ICP-MS

- a highly sensitive analytical technique used for detecting and quantifying trace elements and isotopes in various sample types
- combines an inductively coupled plasma (ICP) source with a mass spectrometer (MS) to achieve ultra-low detection limits



Chemical Analysis

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

- analyze functional group of the sample by measuring the infrared absorption

Confocal Raman Spectroscopy

- provides information on vibrational modes of molecules
- can be used to study molecular bonding, crystal structures, and defects in materials
- Confocal Raman microscopy refers to the ability to spatially filter the analysis volume of the sample, in the XY (lateral) and Z (depth) axes

Fluorescence Spectroscopy

- used to study the fluorescence properties of molecules by measuring the emission of light

UV-Vis-NIR Spectroscopy

- measures the absorption and transmission spectra in the range of 200 – 2000 nm giving information about electronic transitions, band gaps, and optical properties



Thermal and Stability Analysis

Thermalgravimetric Analysis (TGA)

- study the thermal stability and composition of materials by measuring weight loss as a function of temperature
- provide information about decomposition, oxidation, and moisture content



Weathering testing oven, Q-SUN

- simulate humidity and sunlight spectral range
- cover UV, visible light and infrared
- suitable for testing the color of textiles or printing inks



Q-Sun (xenon arc)
295-800 nm



Q-UV (fluorescent UV)
300-400 nm

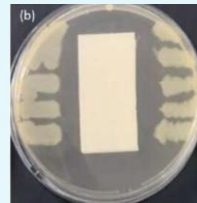
UV accelerated weathering tester, QUV

- simulate weather conditions in UV range
- deterioration of materials after long periods of use
- suitable for durability testing such as roofing, coating, plastic work, etc.

Microbiological Tests

Qualitative test

- AATCC 147 Textile materials: Clear zone of inhibition
- JIS L 1902 Textile materials: Colony plate count method
- CLSI M2-A11 Clear zone by Disc-diffusion method



Quantitative test

- AATCC 100 Antimicrobial fabric test (% reduction)
- JIS Z 2801 and ISO 22196 Antimicrobial activity of plastics and other non-porous surfaces (% reduction)
- CLSI M7-A9 (MIC/MBC) Minimal inhibitory concentrations
- ASTM E 2149 Antimicrobial activity of antimicrobial agents under dynamic contact conditions (% reduction)
- ISO 27447 Test for Antimicrobial activity of photocatalytic materials

A person wearing a white lab coat and blue nitrile gloves is holding a tablet computer. The background is a blurred laboratory setting with various pieces of equipment and containers. The text "Thank you for your attention" is overlaid in the center of the image.

Thank you for your attention

Nanocharacterization Team

Tel: 0-2564-7100 ext. 6567, 6625

Email: bdis-infs@nanotec.or.th