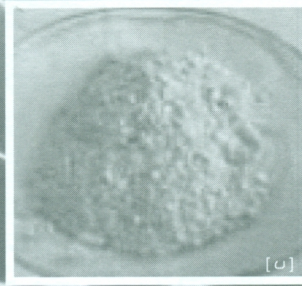
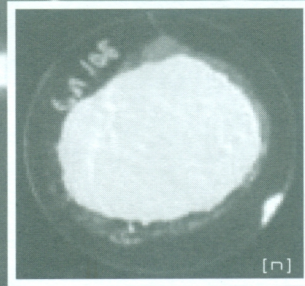
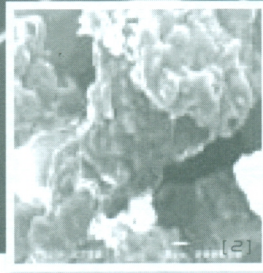
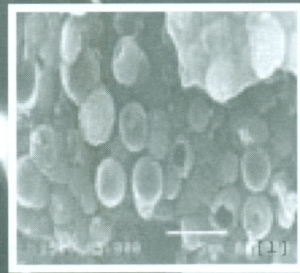


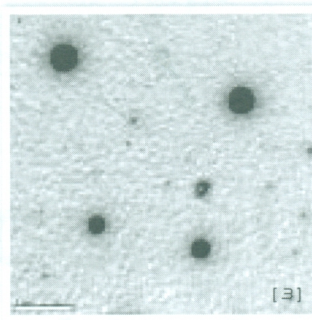
ภาพวาดแสดงลักษณะของแคปซูลแบบย่อบส่วนที่บรรจุสารออกฤทธิ์ไว้ภายใน



ภาพถ่ายแสดงลักษณะของไมโครแคปซูล (ก) ไม่ได้บรรจุสารสกัดธรรมชาติ (ข) บรรจุสารสกัดธรรมชาติ [1]

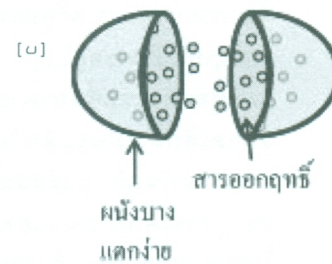
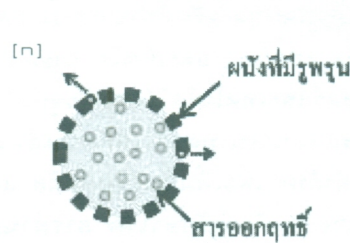


ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยายสูง แสดงลักษณะของไมโครแคปซูลที่สังเคราะห์จากพอลิยูรีเทน [1] และโคโตะซาน [2]



ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านกำลังขยายสูงแสดงลักษณะของนาโนแคปซูล (บริเวณสีดำ) [3]

การออกแบบผนังของแคปซูลย่อบส่วนให้มีลักษณะบาง มีรูพรุน หรือแคปซูลที่สามารถแตกได้เมื่อมีการกดทับ เสียตสี ทำให้สารที่บรรจุไว้ภายในแคปซูลถูกปลดปล่อยออกมา



ภาพแสดงกลไกการปลดปล่อยสารออกฤทธิ์จากแคปซูลย่อบส่วน (ก) สารออกฤทธิ์เคลื่อนที่ตามเส้นประ ผ่านรูพรุนของผนังแคปซูล (ข) สารออกฤทธิ์หลุดออกมาเมื่อผนังแคปซูลแตกเนื่องจากการเสียตสีหรือกดทับ

### การใช้ประโยชน์ของแคปซูลย่อยส่วน

**ด้านการแพทย์ เภสัชกรรม และเครื่องสำอาง**  
ไมโครแคปซูลได้ถูกนำมาใช้ในการปลดปล่อยตัวยาให้ตรงเป้าหมาย (control release) (Songet *et al.*, 2005) นอกจากนี้ยังใช้ในการบรรจุสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินซี หรือวิตามินอี moisturizer ด้วยไลโปโซม ทำให้สารเหล่านี้ติดคงทนที่ผิวหนัง ไม่ถูกชะล้างออกได้โดยง่าย

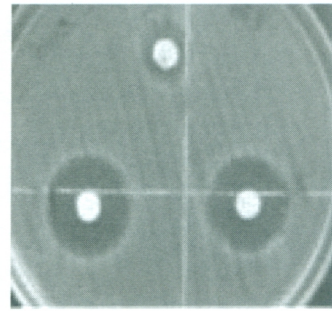
**ด้านอาหารและเครื่องดื่ม** เก็บรักษากลิ่น สี โปรไบโอติกส์ ไว้ไม่ให้ถูกทำลายหรือป้องกันการเกิดออกซิเดชันเนื่องจากสภาวะสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เพื่อยืดอายุสิ่งเหล่านี้ในระหว่างการเก็บรักษา หรือบางครั้งเพื่อวัตถุประสงค์ในการปลดปล่อยสิ่งเหล่านี้ตามเวลาหรือบริเวณที่ต้องการ ผงของแคปซูลเหล่านี้ทำมาจากพอลิเมอร์ที่สามารถกินได้ เช่น อัลจิเนต คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คาราจีแนน เจลาติน และเพคติน (Anal and Singh, 2007)

**ด้านการเกษตร** เมื่อนำไปบรรจุและปลดปล่อยสารต่างๆ เช่น ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าหญ้า ปุ๋ย ฮอร์โมนพืช ทำให้ลดปริมาณการใช้ ลดการตกค้างของยาฆ่าแมลงและวัชพืชในสิ่งแวดล้อม และลดอันตรายที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรจากการพ่นยาเหล่านี้ ในกรณีที่เป็นปุ๋ยและฮอร์โมนพืช แคปซูลย่อยส่วนจะช่วยให้ในแง่ลดการสูญเสียปุ๋ยและฮอร์โมนพืชสู่สิ่งแวดล้อม

**ด้านอุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอ** ในที่นี้ขอกล่าวถึงรายละเอียดของการนำแคปซูลย่อยส่วนไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ด้วยความต้องการกระดาษ และสิ่งทอสมบัติพิเศษ (functional textiles) ที่ให้สมบัติดีกว่าการเป็นเสื้อผ้าที่สวมใส่ธรรมดามากมาย สมบัติพิเศษเหล่านี้ได้แก่

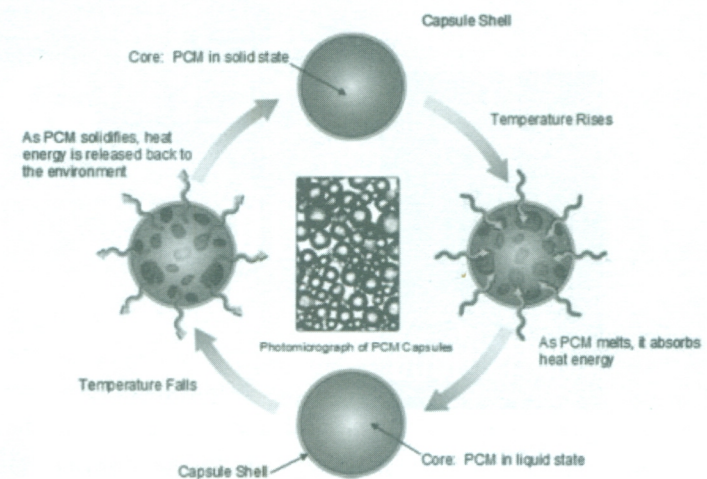
- สมบัติการกันไฟ ได้มีการสังเคราะห์ไมโครแคปซูลจากพอลิยูรีเทนที่บรรจุสารกันไฟกลุ่มฟอสเฟต แล้วนำไปเคลือบบนผ้าฝ้าย พบว่า ผ้าฝ้ายหลังเคลือบมีความเสถียรต่อไฟ คือไม่เกิดการไหม้ไฟนั่นเอง (Giraud *et al.*, 2002)

- สมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรีย อภิญา และออร์ณี (2552) ได้สังเคราะห์ไมโครแคปซูลจากพอลิยูรีเทนบรรจุสารต้านเชื้อแบคทีเรียที่สกัดจากพืชสมุนไพรท้องถิ่น แล้วนำไปตกแต่งสำเร็จบนผ้าฝ้าย พบว่า ผ้าฝ้ายสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella enteritidis* นอกจากนี้ยังพบว่าผ้าฝ้ายตกแต่งสำเร็จยังสามารถต้านเชื้อราสายพันธุ์ *Trichophyton mentagrophytes* ได้อีกด้วย



ภาพแสดงวงใส (clear zone) ที่เกิดขึ้นจากการต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดสมุนไพรที่บรรจุในแคปซูล

- สมบัติการปรับอุณหภูมิร่างกายตามสภาพภูมิอากาศ ไมโครแคปซูลบรรจุสารเปลี่ยนสถานะได้ (phase change materials, PCMs) สารเปลี่ยนสถานะนี้มีลักษณะพิเศษคือสามารถเกิดการเปลี่ยนอุณหภูมิได้เมื่ออากาศร้อนหรืออากาศเย็น ในกรณีที่อากาศร้อน PCMs ที่มีลักษณะที่เป็นของแข็งจะเกิดการดูดความร้อนจากสิ่งที่อยู่รอบข้างรวมทั้งอากาศที่อยู่บริเวณผิวหนังเราเข้าไปทำการเปลี่ยนสถานะให้กลายเป็นของเหลว แต่เมื่ออากาศหนาวเย็น PCMs ที่เป็นของเหลวจะเกิดการคายความร้อนจากสิ่งที่อยู่รอบข้างเพื่อเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง ดังภาพ



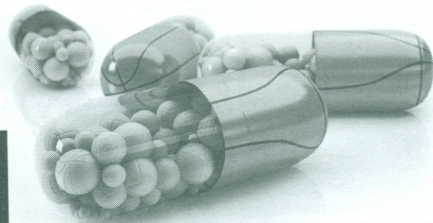
ภาพแสดงการควบคุมอุณหภูมิของสาร PCMs ทำให้เกิดความสบายในการสวมใส่

นอกจากนี้แคปซูลย่อยส่วนยังสามารถนำไปบรรจุกลิ่นหอม ให้เกิดการสดมเพื่อการผ่อนคลาย นอกจากนี้การบรรจุกลิ่นหอมไว้ภายในแคปซูลย่อยส่วน ยังสามารถเพิ่มความคงทนของกลิ่นให้กลิ่นหอมติดทนนานหลายวัน อย่างเช่นที่เห็นในโฆษณาผ้าอาบน้ำร้อนบางยี่ห้อ หรือนำไปบรรจุสารต้านยูวี เพื่อให้สิ่งทอทำหน้าที่เป็น cosmetics textiles ได้เช่นกันกับเครื่องสำอางทั่วไป

ห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้พัฒนาไมโครแคปซูลและนาโนแคปซูลขึ้นเพื่อบรรจุสารต้านเชื้อแบคทีเรียและไล่แมลงเพื่อการประยุกต์ใช้ในทางสิ่งทอ ผงของแคปซูลสามารถทำได้จากทั้งพอลิเมอร์สังเคราะห์และพอลิเมอร์จากธรรมชาติ ทำให้บริษัทสิ่งทอและกลุ่มอุตสาหกรรมขนาดย่อมมีความสนใจที่จะนำไปใช้ในการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ เพื่อเพิ่มมูลค่าของสิ่งทอ อีกทั้งยังเป็นการนำพืชสมุนไพรท้องถิ่นมาใช้ให้แพร่หลายมากขึ้น



MAE JO VISION  
เอกสารอ้างอิง



- ลัดดาวัลย์ ดำเขียว. (2552). การเตรียมและตรวจสอบลักษณะเฉพาะของอนุภาคนาโนโคโตซานสำหรับการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้ม. รายงานปัญหาพิเศษ ปี 2552. เชียงใหม่: สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ศิริรัตน์ นาใจ. (2552). การเตรียมและตรวจสอบลักษณะเฉพาะของอนุภาคนาโนโคโตซานสำหรับกักเก็บสารสกัดจากสะเดา. รายงานปัญหาพิเศษ ปี 2552. เชียงใหม่: สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อภิญา พาพลงาม และอรุณี คงดี. (2552). การตกแต่งผ้าฝ้ายด้านเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดสมุนไพรด้วยเทคนิคเอนแคปซูเลชัน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต ปี 2552 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. เชียงใหม่: สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- Anal, A.K. and H. Singh. (2007). Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trend in Food Science & Technology* 18: 240-251.
- Giraud, S., S. Bourbigot, M. Rochery, I. Vroman, L. Tighzert and R. Delobel, (2002). Microencapsulation of phosphate: application to flame retarded coated cotton. *Polymer Degradation and Stability* 77: 285-297.
- Song, M., N. Li, S. Sun, L.R. Tiedt, W. Liebenberg and M. M. de Villiers. (2005). Effect of viscosity and concentration of wall former, emulsifier and pore-inducer on the properties of amoxicillin microcapsules prepared by emulsion solvent evaporation. *IL Farmaco* 60: 261-267.
- [www. microteklabs.com/how-they-work](http://www.microteklabs.com/how-they-work)