บทความเชิงวิจัย

เรื่องโครงการศึกษาและพัฒนาวิธีการเตรียมเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหยสมุนไพร ด้วยเทคนิค Encapsulation เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

หลักการเหตุผลและความเป็นมา

"การนวดแผนไทย" คือ การนวดชนิดหนึ่งในแบบไทย เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่มีมาแต่โบราณ เมื่อมีอาการปวดเมื่อยมักจะลูบไล้บีบนวดตามบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อบำบัดรักษา บรรเทาปวดเมื่อย อาการตึงของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ เพิ่มความยืดหยุ่น รู้สึกผ่อนคลาย ลดอาการตรึงเครียดและทำให้รู้สึกผ่อนคลายจากความเมื่อยล้า ด้วยการสั่งสมประสบการณ์ที่สืบทอดความรู้จากรุ่นสู่รุ่นจนถึงปัจจุบัน มีการสร้างเป็นทฤษฎีการนวดเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อสังคมไทย เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย นับว่าเป็นภูมิปัญญาไทยที่ควรค่าต่อการสืบสานและอนุรักษ์อย่างยิ่ง ประกอบกับการนวดแพทย์แผนไทยมีการนำน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร (Essential Oils : EO) ซึ่งมีสรรพคุณเป็นยาหลากหลายชนิดมาปรุงและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการนวด เช่น ยาหม่อง น้ำมันนวดตัว ทั้งนี้ รวมไปถึงการพัฒนาเทคนิควิธีเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ให้มีความแตกต่างและเป็นเอกลักษณ์ โครงการนี้ จึงได้นำเทคนิคการห่อหุ้มน้ำมันหอมระเหยให้เป็นเม็ดบีดขนาดเล็ก (Encapsulation) มาพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับการนวดแผนไทย

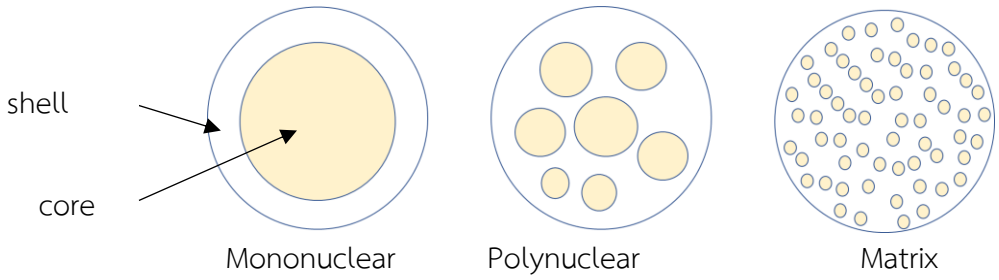
น้ำมันหอมระเหย (essential oil) เปนผลิตภัณฑธรรมชาติขั้นทุติยภูมิ ซึ่งสวนใหญมี กระบวนการชีวสังเคราะหมาจากหนวยไอโซพรีน (isoprene unit) ๒-๓ หนวย เกิดเปนสารกลุมโมโนเทอรพีน (monoterpene) เซสควิเทอรพีน (sesquiterpene) และสังเคราะหมาจากกรดชิคิมมิค เกิดเปนสารกลุมฟนิลโปรเพน (phenylpropane) พืชบางชนิดเก็บสะสมน้ำมันหอมระเหยไวในขนตอมน้ำมัน เชน วงศโหระพา (Labiatae) พืชบางชนิดเก็บสะสมไวในทอน้ำมัน เชน วงศผักชี (Umbelliferae) พืชบางชนิดเก็บสะสมไวในชองวางของเนื้อเยื่อขนาดใหญ เชน วงศส้ม (Rutaceae) พืชบางชนิดเก็บสะสมไวในเซลลพาเรนไคมา เชน ดอกกุหลาบ และดอกมะลิ เปนต้น การที่พืชสรางสารเคมีที่เปนองคประกอบของน้ำมันหอมระเหยและทำให้เกิดกลิ่นตาง ๆ กันในแตละต้น (species) ขึ้นอยูกับองคประกอบทางเคมีตางๆ ที่มารวมกันเขาซึ่งแตกตางกันทั้งชนิดและปริมาณทำใหเกิดกลิ่นที่แตกตางกัน

ปัจจุบันน้ำมันหอมระเหยได้นำมประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น สิ่งทอ เครื่องสำอาง อาหารและการทำสุคนธบำบัด (Aromatherapy) โดยความแตกต่างของกลิ่นแต่ละกลิ่นถูกนำไปงานแตกต่างกันและขึ้นกับสรรพคุณของน้ำมันหอมระเหยนั้นด้วย อย่างไรก็ตามการใช้น้ำมันหอมระเหยโดยตรงมี

ข้อจำกัด คือ ระเหยง่าย ทำปฏิกิริยาต่อสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ความร้อน แสงแดด อากาศ ความชื้น การระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง ส่งผลทำให้เกิดการสลายตัว สูญเสียสภาพหรือเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาเปลี่ยนไป ทั้งนี้วิธีการเพิ่มความคงตัวให้กับน้ำมันหอมระเหย คือ การป้องการเกิดออกซิเดชันและป้องกันการระเหยของน้ำมันด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท การกำจัดออกซิเจนออกจากภาชนะบรรจุ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำหรือการเติมสารต้านออกซิเดชันลงในน้ำมันมันเพื่อเพิ่มความคงตัว เป็นต้น ซึ่งวิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันซึ่งนำมาใช้แก้ไขปัญหาของการป้องกันไม่ให้กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยหายไปไว คือการห่อหุ้มด้วยพอลิเมอร์ (encapsulation, microencapsulation) เป็นการเพิ่มระยะเวลาในการกักเก็บกลิ่นและควบคุมการปลดปล่อยของน้ำมันหอมระเหย โดยพอลิเมอร์เป็นเปลือกหุ้ม (shell, wall, coating material) และน้ำมันหอมระเหยเป็นแกน (core, internal phase) ซึ่งเป็นกระบวนการหรือเทคนิคอย่างหนึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ทั้งนี้การเตรียมพอลิเมอร์นี้ มีหลายเทคนิคด้วยกัน ได้แก่ การพ่นแห้ง (spray – drying) การตกตะกอนแบบกลับเฟส (phase inversion-precipitation) การตกตะกอนด้วยสารเคมี (chemical polymerization) และการทำพอลิเมอร์ไรเซชันระหว่างรอยต่อพื้นผิว (interfacial polymerization) ทั้งนี้แต่ละเทคนิคมีความยากง่ายแตกต่างกัน ต้นทุนค่าจ่าย และรวมถึงการพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรม เป็นต้น

ไมโครเอนแคปซูเลชัน (Microencapsulation) เป็นกระบวนการห่อหุ้มสารที่มีสถานะเป็นของแข็งของเหลว หรือก๊าซด้วยพอลิเมอร์ให้อยู่ในรูปของแคปซูลขนาดเล็ก เรียกว่า ไมโครแคปซูล ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ ๑ จนถึง ๑,๐๐๐ ไมโครเมตร เป็นกระบวนการห่อหุ้มสารที่มีประสิทธิภาพ ในการป้องกันการระเหย การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และการถูกทำลายโดยความร้อน แสง ความชื้น และอากาศ จึงช่วยยืดระยะเวลาในการเก็บรักษา อีกทั้งช่วยเปลี่ยนสถานะ สารจากของเหลวเป็นของแข็งจึงช่วยเพิ่มความสะดวก ในกระบวนการขนส่งและเก็บรักษา นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีคุณสมบัติในการควบคุมการปลดปล่อย สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการนำส่งยาได้ ด้วยเหตุนี้ทำให้ไมโครเอนแคปซูเลชันเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยา และอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นต้น

โครงสร้างของไมโครแคปซูล ประกอบด้วย ๒ ส่วนหลัก คือ สารที่ถูกห่อหุ้มซึ่งเป็นของเหลวหรือของแข็ง เรียกว่า สารแกนกลาง (core หรือ internal phase) และสารที่ใช้ห่อหุ้มซึ่งมีผนังบาง ๆ เรียกว่า สารห่อหุ้ม (wall หรือ coating material) ทำให้เกิดการก่อตัวเป็นไมโครแคปซูล สามารถจำแนกประเภทของไมโครแคปซูล ตามโครงสร้างได้ ๓ ประเภทคือ โครงสร้างอนุภาคเดี่ยว (Mononuclear), โครงสร้างอนุภาครวม (polynuclear) และโครงสร้างอนุภาคหลายชั้น (matrix)



รูปที่ ๑ การจำแนกประเภทของโครงสร้างของไมโครแคปซูล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการห่อหุ้ม (encapsulation) น้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ ให้เป็นไมโครแคปซูลด้วยวิธีการทางเคมี (chemical process) แบบ Coacervation

๒. เพื่อนำไมโครแคปซูลที่ได้ไปใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์สมุนไพร คือ ยาหม่องสมุนไพรและน้ำมันนวดสมุนไพร

ขอบเขตของการวิจัย

๑. งานวิจัยนี้เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา และรวบรวมภูมิปัญญาจากการผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพร มารวบรวมเป็นเอกสารเพื่อเผยแพร่และจัดทำเป็นแนวทางการพัฒนาและแปรรูปน้ำมันหอมระเหยสมุนไพรให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแบบดั้งเดิม

๒. งานวิจัยพิจารณาเลือกใช้เทคนิคการทำเอ็นแคปซูลเลทในวิธีการทางเคมี แบบ Coacervation ที่ใช้สารห่อหุ้มคือ Sodium alginate และใช้เกลือไอออนิกของ Calcium Chloride ในการ coacervative wall เท่านั้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

๑. ได้ข้อมูลและเทคนิควิธีการห่อหุ้มน้ำมันหอมระเหยสมุนไพรที่สามารถนำไปใช้ในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ยาหม่องสมุนไพรและน้ำมันนวดสมุนไพร

๒.ได้สูตรตำรับผลิตภัณฑ์คือ ยาหม่องสมุนไพร และน้ำมันนวดสมุนไพร ที่มีส่วนผสมของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยสมุนไพร

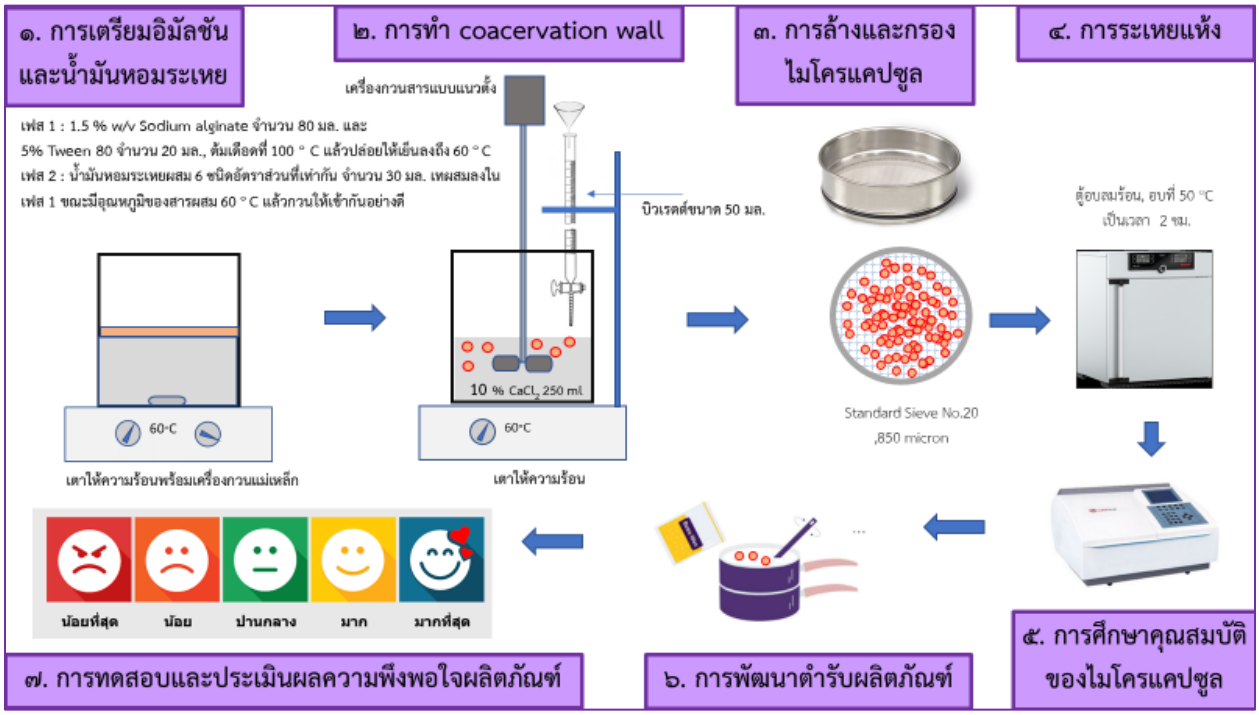
๓. เผยแพร่ความรู้ให้ผู้ที่สนใจโดยเฉพาะนักเรียน นักศึกษา กลุ่มเศรษฐกิจชุมชน (SME) ตลอดจนประชาชนให้เห็นความสำคัญและคุณค่าของสมุนไพร สามารถนำองค์ความรู้ไปผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เพื่อประกอบธุรกิจได้

ระเบียบวิธีวิจัย

ศึกษาเทคนิคการทำ Encapsulation โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยซึ่งเป็นโครงสร้างแกนกลางของเม็ดบีดหายไปไวด้วยการห่อหุ้มด้วยพอลิเมอร์ไว้ ควบคุมการปลดปล่อยน้ำมันหอมระเหยในเม็ดบีดให้อยู่ได้นานขึ้น และป้องกันการทำปฏิกิริยาที่มีสาเหตุจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ความร้อน แสงแดด อากาศและความชื้น ที่ส่งผลทำให้น้ำมันหอมระเหยเกิดการสลายตัว สูญเสียสภาพหรือเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาเปลี่ยนไป

ขั้นตอนการดำเนินการ

๑. ศึกษาทดลองวิธีการห่อหุ้มน้ำมันหอมระเหยด้วยพอลิเมอร์ชีวภาพ (Sodium alginate)
๒. ศึกษาสมบัติทางกายภาพและการปลดปล่อยน้ำมันหอมระเหยของเม็ดบีด
๓. เตรียมผลิตภัณฑ์ตำรับยาหม่องและน้ำมันนวดที่มีส่วนผสมของเม็ดบีดที่เตรียมได้
๔. ทดสอบและประเมินผลความพึงพอใจผลิตภัณฑ์สำหรับการนวดแผนไทย



รูปที่ ๒ แผนผังสรุปขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

รูปที่ ๓-๕ แสดงกรรมวิธีการผลิตเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหยสมุนไพร

ตารางที่ ๑ แสดงผลการทดลองการคัดเลือกสูตรการผลิตเม็ดบีดต้นแบบ					
สารเคมี	เฟส ๑			เฟส ๒	การเติม ionic salt สำหรับทำ coacervative wall
	Sodium Alginate	5 % v/v Tween 20	น้ำกลั่น	น้ำมันหอมระเหยสมุนไพรผสม	$CaCl_2$ @ 60 °C
ช่วงทดลอง	๐.๕-๒.๐ กรัม	๑๕-๔๐ มล.	เติมครบ ๑๐๐ มล.	๕-๕๐ มล.	2.5 -15% w/v, ๒๕๐ มล.
เลือกใช้	๑.๕ กรัม	๒๐ มล.	๘๐ มล.	๓๐ มล.	๑๐% ๒๕๐ มล.

น้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการผลิตเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหยสมุนไพรในโครงการศึกษา

๑. น้ำมันกานพลู (Clove oil) มีสรรพคุณบรรเทาอาการปวดจากแมลงสัตว์กัดต่อย นวดแก้อาการบวมช้ำ แก้ชาตามปลายมือปลายเท้า และอื่น ๆ

๒. น้ำมันตะไคร้หอม (Citronella oil) มีสรรพคุณช่วยให้หายอ่อนเพลีย บรรเทาอาการเครียด ปวดศีรษะ บรรเทาอาการหลอดลมอักเสบ และอาการหวัด นิยมนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่ยุงและแมลง และมีการนำน้ำมันหอมระเหยกลิ่นตะไคร้ไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อราที่ผิวหนังอีกด้วย

๓. น้ำมันยูคาลิปตัส (Eucalyptus oil) มีสรรพคุณช่วยกระตุ้นเซลล์ในร่างกาย บรรเทาอาการปวดศีรษะ ด้วยกลิ่นที่หอมเย็นเฉพาะตัวจึงช่วยลดอาการคัดจมูก ช่วยให้หายใจสะดวก บรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตามร่างกาย

๔. น้ำมันเหงือกปลาหมอ (Sea Holly Oil) มีสรรพคุณบรรเทาอาการปวดเมื่อย เคล็ดขัดยอก แก้โรคผิวหนัง บำรุงผิวหนังและช่วยให้รู้สึกผ่อนคลาย

๕. น้ำมันมินท์สะระแหน่ (Pepper Mint oil) มีสรรพคุณช่วยให้สดชื่น ปลุกความกระปรี้กระเปร่า สร้างความตื่นตัว ช่วยขับลม ลดอาการท้องอืด มีกลิ่นหอมเย็นบรรเทาอาการคัดจมูก ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยตามข้อและกล้ามเนื้อ

๖. น้ำมันระกำ (Methyl Salicylate) มีสรรพคุณบรรเทาอาการปวดต่าง ๆ เช่น ปวดข้อ ปวดกล้ามเนื้อ ข้อต่อ ลดการอักเสบทำให้ผิวหนังรู้สึกเย็นและอุ่นขึ้น มีฤทธิ์เป็นยาชาอ่อน ๆ

ประเภทของสารเคลือบที่ใช้ในกระบวนการเอนแคปซูเลท

๑. ประเภทคาร์โบไฮเดรต เช่น สตารช (starch), มอลโตเดกซทริน (maltodextrin), corn syrup solids และ gum acacia

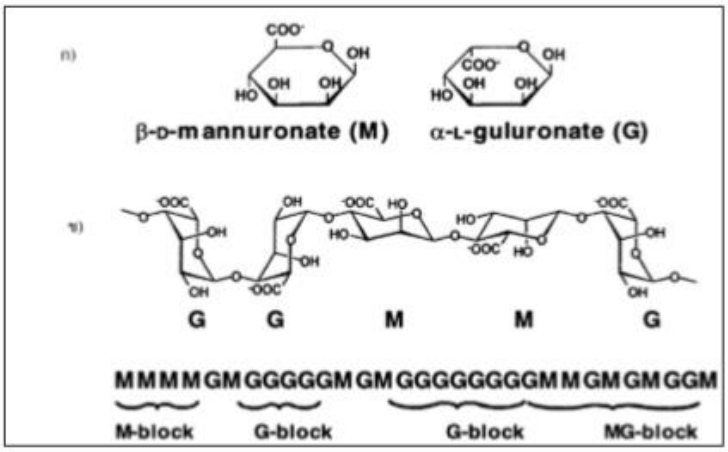
๒. ประเภทโปรตีน เช่น เวย์โปรตีน และโปรตีนชนิดอื่น ๆ รวมถึงอนุพันธุ์ ของเจลาติน ทั้งนี้ เจลาทินเปนผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายคอลลาเจน (collagen) ถูกนำมาใช้ ในรูปของสารเคลือบในการเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสโดยเทคนิค complex coacervation และเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย เนื่องจาก สามารถละลายน้ำได้ดีและมีคุณสมบัติในการเคลือบผิว ไมโครแคปซูลของสารให้กลิ่นรสที่ได้ โดยใช้เจลาทิน เปนสารเคลือบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส (seasoning) ได้ด้วย

ชนิดของสารเคลือบ	คุณลักษณะเฉพาะ
Maltodextrin (DE<20)	Film forming
Corn syrup solid (DE>20)	Film forming
Modified starch	Very good emulsifier
Gum Arabic	Emulsifier, film forming
Modified cellulose	Film forming
Gelatin	Emulsifier, film forming
Cyclodextrin	Encapsulant, emulsifier
Lecithin	Emulsifier
Whey protein	Good emulsifier
Hydrogenated fat	Barrier to oxygen and water

ที่มา : Madene et al., 2006

อัลจิเนต (alginate) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ประเภทพอลิแซคคาไรด์สายตรงที่ละลายน้ำได้ สกัดได้จากผนังเซลล์ของสาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae) เช่น Macrocystis pyrifera, Laminaria digitata, Laminaria hyperborea และผ่านการทำแห้ง มีลักษณะเป็นผง อัลจิเนตเป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของอนุพันธุ์ของน้ำตาล ๒ ชนิด คือกรดแมนนูโรนิก (β-D-mannuronic) และกรดกูลูโรนิก (α-L-guluronic acid) เชื่อมต่อกันโดยพันธะ (1–4) glycosidic bonds เกิดเป็นพอลิยูโรไนด์ มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง ๓๒,๐๐๐-๒๐๐,๐๐๐ ดาลตัน มี degree of polymerization อยู่ในช่วง ๑๘๐-๙๓๐ สัดส่วนของมอนอเมอร์ภายในเป็นตัวบ่งชี้คุณสมบัติของอัลจิเนต ประโยชน์ของอัลจิเนตสามารถใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด สารเพิ่มความคงตัวในอิมัลชัน สารทำให้เกิดเจลโดยเติมสารที่มีประจุบวก เจลที่ได้นี้มีความคงทนต่อความร้อน หรือไม่เปลี่ยนไปมาเมื่อได้รับความร้อน และสามารถเกิดเจลได้ที่อุณหภูมิห้อง

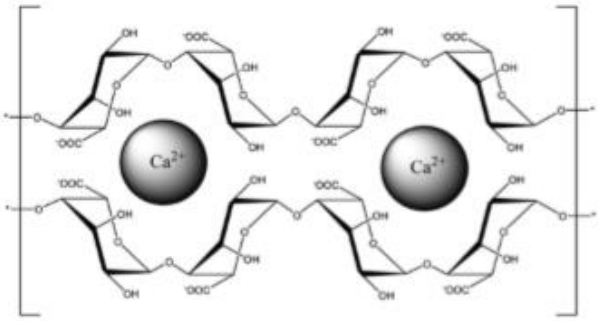
อัลจิเนต ที่ผลิตจำหน่ายเป็นการค้ามีหลายอนุพันธ์จึงมีสมบัติการละลายในน้ำ ที่แตกต่างกัน เช่น อนุพันธ์ของเกลือ Ca^{2+} , K^{+}, Na^{+}, NH_4^{+}



รูปที่ ๖ โครงสร้างของอัลจิเนต (alginate)

(ก) โครงสร้างน้ำตาลทีเป็นองค์ประกอบ (ข) ลักษณะการจัดเรียงตัวในรูปแบบต่าง ๆ

โซเดียมอัลจิเนต เป็นพอลิเมอร์ที่ไม่มีพิษสามารถผลิตได้จากหญ้าทะเล (seaweeds) และสามารถสังเคราะห์ได้จากแบคทีเรีย (Azotobacter and Pseudomonas bacteria) เป็นพอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ไม่ก่อการระคายเคือง มีคุณสมบัติบวมน้ำ ก่อเจล และมีลักษณะเป็นกาวเหนียว (mucoadhesive properties) ดังนั้น อัลจิเนตจึงสามารถทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันได้หลายวิธี เช่น การปรับค่าไอออนนิก (ionic modification) โดยกลไกนี้เรียกว่า “egg-box” model ทั้งนี้ แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) เป็นสารที่ถูกนำมาใช้ในเพื่อก่อเจลเนื้อให้แข็งขึ้น (hardening) ได้ที่อุณหภูมิต่ำ อย่างไรก็ตาม ข้อด้อยที่เด่นชัดที่ได้จากเทคนิคนี้ คือ ประสิทธิภาพการห่อหุ้มยาที่ละลายในน้ำได้ ให้ผลิตผลต่ำ และมีสารอินทรีย์หลงเหลืออยู่บ้าง



รูปที่ ๗ กลไกการเกิดเจลของ calcium alginate (Egg-box model)

เทคนิคที่ใช้ในการเอนแคปซูเลชัน (Encapsulation techniques)

เทคนิคการเอนแคปซูเลทแบ่งออกเป็น ๒ เทคนิค ได้แก่ เทคนิคทางเคมีและเทคนิคทางกล

	Encapsulation Methods	Particle size(μm)	Max load(%)	reference
Chemical techniques	Simple coacervation	20-200	<60	Richard & Benoit, 2000
	Complex coacervation	5-200	70-90	Richard & Benoit, 2000
	Molecular inclusion	5-50	5-10	Uhlemann et al., 2002
Mechanical techniques	Spray-drying	1-50	<40	Richard & Benoit, 2000
	Spray chilling	20-200	10-20	Uhlemann et al., 2002
	Extrusion	200-2000	6-20	Uhlemann et al., 2002
	Fluidised bed	>100	60-90	Richard & Benoit, 2000

ที่มา : Madene et al., 2006

ผลการศึกษาวิจัย

๑. คุณลักษณะและสมบัติของของเม็ดบีดที่เตรียมได้

คุณลักษณะ	ผลการวัด/วิเคราะห์
๑. น้ำหนักเฉลี่ยก่อนอบที่ ๕๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๒ ชม (มิลลิกรัม)	๑๘.๘๘
๒. น้ำหนักเฉลี่ยหลังอบที่ ๕๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๒ ชม. (มิลลิกรัม)	๑๑.๒๐
๓. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดบีดก่อนอบฯ (มิลลิเมตร)	๓
๔. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดบีดหลังอบฯ (มิลลิเมตร)	๒
๕. การเปลี่ยนแปลงขนาดของเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหยหลัง ๖ ชม. ภายหลังการอบที่ ๕๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๒ ชั่วโมง (ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักเฉลี่ย)	๒๕
๖. การเปลี่ยนแปลงของขนาดเม็ดบีดแช่ในน้ำเป็นเวลา ๖ ชม. (เส้นผ่านศูนย์กลางที่เปลี่ยนแปลง, มิลลิเมตร)	๐ (ไม่เปื่อยยุ่ย)
๖. การเปลี่ยนแปลงของขนาดเม็ดบีดแช่ในเอทานอล ๙๕% โดยปริมาตร เป็นเวลา ๖ ชม. (เส้นผ่านศูนย์กลางที่เปลี่ยนแปลง, มิลลิเมตร)	๐ (ไม่เปื่อยยุ่ย)

รูปที่ ๘ เม็ดบีดน้ำมันหอมระเหย

๒. ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร

๒.๑ ยาหม่องสมุนไพร

ยาหม่อง เป็นยาสามัญประจำบ้าน มีลักษณะเป็นขี้ผึ้งเนื้อเหลวอ่อน มีกลิ่นหอม ใช้สำหรับทา ถู นวด หรือบริเวณที่มีอาการ บรรเทาอาการแมลงสัตว์กัดต่อย หน้ามืดวิงเวียน คัดจมูกเนื่องจากหวัด หน้ามือตาลาย ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ Office syndrome แก้ฟกช้ำดำเขียว และอื่น ๆ นำไปใช้ในการนวดแผนไทย แผนโบราณได้อีกด้วย โดยการนวดด้วยยาหม่องสมุนไพร นับว่าเป็นอีกหนึ่งของภูมิปัญญาไทย ที่เผยแพร่สู่สากล และเป็นความภาคภูมิใจของคนไทย ยาหม่องประกอบด้วยวัตถุดิบเป็นตัวยาสมุนไพรและน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ เช่น กานพลู พิมเสน การบูร น้ำมันสมุนไพรรวม เกล็ดสะระแหน่ น้ำมันระกำ เป็นต้น ด้วยสรรพคุณของตัวยาของน้ำมันสมุนไพรหลายชนิด จึงมีผลิตภัณฑ์ยาหม่องจำนวนมาก และผู้ผลิตได้นำเอาสมุนไพรเด่น มาเป็นจุดขาย เช่น

- ยาหม่องไพล : บรรเทาอาการปวดเมื่อย ฟก ช้ำ แก้กล้ามเนื้อและเส้นเอ็นอักเสบ
- ยาหม่องมะรุม : บรรเทาปวด แก้การอักเสบของบาดแผล และกล้ามเนื้อ
- ยาหม่องตะไคร้หอม : บรรเทาอาการเคล็ดขัดยอกแมลงสัตว์กัดต่อย บรรเทาอาการวิงเวียนศีรษะ
- ยาหม่องเสลดพังพอน : บรรเทาเคล็ดขัดยอก ฟกช้ำ ห้อเลือด แก้พิษแมลงสัตว์กัดต่อย เริม งูสวัด
- ยาหม่องแป๊ะตำปึง : แก้พิษแมลงสัตว์กัดต่อย ลดผื่นคัน

๒.๒ การพัฒนาสูตรตำรับยาหม่องสมุนไพร (ผสมเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหย) ส่วนเนื้อครีม

สูตร	รายการ	ร้อยละโดยน้ำหนัก
๑.	พาราฟินแข็ง (White paraffin)	๗
๒.	วาสลีนนิ่ม (Vaseline)	๓๕
๓.	เมนทอล (Menthol)	๑๗
๔.	การบูร (Camphor)	๒๐
๕.	น้ำมันระกำ (Methyl salicylate)	๖
๖.	น้ำมันยูคาลิปตัส (Eucalyptus oil)	๔
๗.	น้ำมันมินท์สะระแหน่ (Mint oil)	๔
๘.	น้ำมันเหงือกปลาหมอ (Sea Holly oil)	๕
๙.	สารสกัดจากใบขลู่แห้งในเอทานอล (Khlu Extract)	๒
๑๐.	สีน้ำมันสำหรับยาหม่อง (ตามใจชอบ ความเข้มของสีพองาม)	-

๒.๓ กรรมวิธีการผลิตยาหม่องส่วนเนื้อครีม

๑. ชั่งส่วนผสมตามสัดส่วนต้นตำรับ ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก (๒ ตำแหน่ง) ในบิกเกอร์แก้ว

๒. นำพาราฟินแข็งและวาสลีนนิ่มใส่ลงในหม้อต้มสแตนเลสเพื่ออุ่นให้ความร้อนไฟปานกลาง เพื่อให้ส่วนผสมหลอมเหลว (ระวังการลุกติดไฟ) พร้อมคนส่วนผสมให้เข้ากัน หากต้องการแต่งสี ให้เติมสีน้ำมันสำหรับทำยาหม่องลงไป ในระหว่างการต้มหลอม ทิ้งไว้กระทั่งมีอุณหภูมิประมาณ ๖๐ องศาเซลเซียส

๓. นำส่วนผสมอื่นตามตาราง ผสมกันในบิกเกอร์พร้อมกวนสารให้เข้ากัน

๔. นำส่วนผสมในข้อ ๒ เทลงในบิกเกอร์ข้อ ๓ พร้อมกวนสารละลายให้เข้ากัน อุ่นสารละลายให้มีอุณหภูมิประมาณ ๖๐ องศาเซลเซียส

๕. นำเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหยที่เตรียมไว้แล้วใส่ลงในขวดบรรจุภัณฑ์ยาหม่องที่ต้องการ

๖. นำส่วนผสมในข้อ ๔ เทหรือหยอดลงในขวดยาหม่อง จนถึงคอขวด ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ ๓๐-๔๕ นาที เมื่อเนื้อครีมยาหม่องเริ่มที่จะแข็งขึ้นให้เติมเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหยลงไปส่วนบน ทั้งนี้ อาจคนกวนสารให้เข้ากันในขวดบรรจุก็ได้ตามความพึงพอใจ เพื่อให้เม็ดบีดกระจายตัวในเนื้อครีมยาหม่องในขวดบรรจุอย่างทั่วถึง จากนั้นปิดฝาและฉลากบรรจุภัณฑ์ (ถ้ามี)

รูปที่ ๙ ผลิตภัณฑ์ยาหม่องสมุนไพรที่มีส่วนผสมของเม็ดบีด

รูปที่ ๑๐-๑๑ ลักษณะตัวอย่างของฉลากเพื่อติดบรรจุภัณฑ์

รูปที่ ๑๒ ผลิตภัณฑ์ยาหม่องสมุนไพร

๒.๔ น้ำมันนวดสมุนไพร

การนวดด้วยน้ำมันหอมระเหยสมุนไพร เป็นการนวดแบบหนึ่งที่ช่วยลดอาการปวดตามกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ส่วนหลัง ต้นคอ แขนขา ในขณะเดียวกันยังส่งเสริมให้เกิดความผ่อนคลาย การนวดด้วยน้ำมันสมุนไพร จึงเป็นศาสตร์ปฏิบัติทางคลินิกในการดูแลสุขภาพแขนงหนึ่ง โดยสามารถผสมผสานการนวดด้วยน้ำมันหอมระเหยและประคบสมุนไพร ร่วมกับการรักษาตามแนวปฏิบัติของแพทย์แผนปัจจุบัน การนวดแผนไทยนับเป็นการบำบัดอาการปวดเมื่อยที่ได้ผลดีอีกทั้งให้ผลทางจิตใจอีกด้วย ได้มีการรวบรวมและพัฒนาองค์ความรู้การนวดอย่างเป็นระบบ จนเป็นที่ยอมรับและสร้างความมั่นใจให้กับประชาชน ในวงกว้างทั้งในและต่างประเทศ และนำเข้าสู่ระบบการรักษาอาการปวดเมื่อยดัง ทั้งนี้ การนวดไทยได้ขึ้นทะเบียนนานาชาติจากองค์การยูเนสโก ให้เป็นมรดกความทรงจำแห่งโลก (UNESCO Memory Of The World) ในปี พ.ศ.๒๕๕๖

น้ำมันนวดสมุนไพร เป็นน้ำมันที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช มีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ และคุณสมบัติในการบำบัดที่แตกต่างกันของพืชแต่ละชนิด คุณลักษณะด้านกลิ่นความซึมซาบผิวที่ดี ไม่เหนียวเหนอะหนะ ลดอาการปวดเมื่อยและให้ความรู้สึกและอารมณ์เกิดความผ่อนคลาย ผิวหนังชุ่มชื้น ไม่แสบร้อนไม่ทำให้ผิวไหม้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารกันแดดได้ด้วย จึงเป็นสิ่งสำคัญของน้ำมันหอมระเหยสมุนไพร และน้ำมันนวดสมุนไพร เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการนวดแผนไทยทั้งแบบราชสำนักและแบบเชลยศักดิ์ (นวดพื้นบ้าน) การนวดอะโรมา Sport massage การนวดรีดเส้น และการนวดบรรเทาอาการ office syndrome ทั้งนี้ ประโยชน์ของการนวดด้วยน้ำมัน มีดังนี้

- กระตุ้นการทำงานของระบบประสาท ลดอาการตึงเครียด ผ่อนคลายจากความเมื่อยล้า
- กระตุ้นระบบไหลเวียนเลือดให้มีประสิทธิภาพ จึงช่วยให้เลือดนำออกซิเจน และสารอาหารไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ดีขึ้น เสริมสร้างกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันโรคจากการมีสุขภาพจิตดี รู้สึกปลอดโปร่ง
- เพิ่มความยืดหยุ่นให้ร่างกาย ฟื้นฟูระบบกล้ามเนื้อ และข้อต่อต่าง ๆ ให้ทำงานได้ดี
- ช่วยผลัดเซลล์ที่ตายแล้ว ทำให้ผิวเรียบเนียนชุ่มชื้น
- ช่วยให้การนอนหลับดียิ่งขึ้น

๒.๕ การพัฒนาสูตรตำรับน้ำมันนวดสมุนไพร (ผสมเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหย) ส่วนของเหลว

สูตร	รายการ	ร้อยละโดยปริมาตร
๑.	White oil (Mineral oil) หรือน้ำมันจากพืช เช่น น้ำมันงาสกัดเย็น น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น หรือส่วนผสมของน้ำมันในอัตราเท่ากัน	๘๕
๒.	น้ำมันเหงือกปลาหมอ (Sea holly oil)	๘
๓.	สารสกัดจากใบขลู่แห้งในเอทานอล (Khlu Extract)	๒.๕
๔.	เมนทอล (Menthol)	๒
๕.	น้ำมันหอมในน้ำมัน (Essential oil) กลิ่นที่ต้องการ	๐.๕
๖.	สารทำให้ผิวลื่น นุ่มชุ่มชื้น (Cetiol AB)	๑.๗๕
๗.	วิตามินอี อะซิเตท (Vitamin E acetate)	๐.๒๕

รูปที่ ๑๓ ผลิตภัณฑ์น้ำมันนวดสมุนไพรที่มีส่วนผสมของเม็ดบีด

๒.๖ คุณลักษณะของน้ำมันนวดสมุนไพร (ผสมเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหย) และผลการศึกษาเบื้องต้น

- การทดสอบภายหลังการทิ้งไว้ ๖ เดือน (ที่อุณหภูมิห้อง) และภายหลังการเร่งสภาวะอุณหภูมิ ๘๐ องศาเซลเซียสเป็นเวลา ๔๘ ชั่วโมง จำนวน ๕ รอบ พบว่า น้ำมันหอมระเหยสมุนไพรมีความคงตัวของส่วนผสม ไม่มีกลิ่นหืน และความหนืดคงตัว ไม่เกิดอิมัลชัน (ทั้งนี้ขั้นตอนการเตรียมจะต้องระมัดระวังไม่ให้มีส่วนผสมของน้ำปะปนในส่วนผสม)

- ผลการทดลองใช้ พบว่ากลุ่มตัวอย่าง (ผู้ทดสอบการนวดด้วยน้ำมันนวดสมุนไพรโดยใช้แบบประเมินด้วยตัวเอง) พบว่าภายหลังการนวดด้วยน้ำมันผิวหนังมีความนุ่มลื่น ไม่แห้งกร้าน ผิวหนังไม่แสบร้อน ไม่เกิดการระคายเคือง ให้ความรู้สึกเย็นผ่อนคลายผิว และสามารถบรรเทาอาการปวดตามจุดได้ โดยเปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่นวดด้วยน้ำมันสมุนไพรกับบริเวณนวดโดยไม่ใช้น้ำมันสมุนไพร ความรู้สึกของผู้ทดลองใช้น้ำมันนวดที่มีส่วนผสมของเม็ดบีดพบว่าขณะถูนวดคล้ายกับการสครับผิว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้น้ำมันนวดสมุนไพร มีข้อคิดเห็นว่า สามารถนำผลิตภัณฑ์พัฒนาต่อยอดไปสู่เชิงพานิชย์ และการวิจัยเชิงคลินิกขั้นสูงต่อไปได้

อภิปรายและสรุปผล

จากการศึกษาและเปรียบเทียบการห่อหุ้ม (encapsulation) น้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ ให้เป็นไมโครแคปซูลด้วยวิธีการทางเคมี (chemical process) แบบ Coacervation ด้วย Sodium Alginate พบว่าสามารถใช้ความเข้มข้นของ Sodium Alginate ตั้งแต่ ๑ % w/wขึ้นไป ในเฟสของน้ำมันหอมระเหยทั้ง ๖ ชนิดที่ทำการศึกษาคือ น้ำมันกานพลู น้ำมันตะไคร้หอม น้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันเหงือกปลาหมอ น้ำมันมินท์สะระแหน่ และน้ำมันระกำ (Methyl Salicylate) อย่างไรก็ดี หากใช้ปริมาณ Sodium Alginate ที่น้อยกว่า พบว่าเม็ดบีดจะมีลักษณะไม่เป็นทรงกลม รูปร่างไม่แน่นอน และหากใช้ในความเข้มข้นสูงเกิน ๔ % w/wขึ้นไป พบว่า ความหนืดของสารในเฟสนี้จะมากขึ้น จำเป็นต้องเพิ่มความเข้มข้นของ Tween 20 (สารก่ออิมัลชั่น) และจะส่งผลต่อความหนืดของสารทำให้การสร้างเม็ดมีดโดยการปล่อยจากบิวเรตหรือหลอดฉีดยาทำได้ยาก ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ผสมลงในเฟสของ Sodium Alginate ที่เกินกว่า ๓๐ %w/w ทำให้มีปริมาณน้ำมันหลงเหลือในเฟสของ Calcium Chloride ๑๐ % w/v ความเข้มข้นของ Calcium Chloride ช่วง ๑๐ - ๑๕ %w/v ไม่ส่งผลต่อความแข็งของผิวของเม็ดบีด หรือไม่มีนัยสำคัญของปริมาณที่ใช้แต่อย่างใด เมื่อนำเม็ดบีดที่ผลิตขึ้นไปวิเคราะห์ทดสอบในด้านการปลดปล่อยปริมาณน้ำมันหอมระเหยในตัวทำละลายที่ใช้ทดสอบ คือ น้ำและเอทาอล ๙๕% v/v ในระยะเวลาที่แตกต่างกันพบว่า น้ำมันหอมระเหยสามารถถูกชะออกมาในตัวทำละลายเอทานอลได้ดีกว่าน้ำ ทั้งนี้ เพราะว่า เอทานอลสามารถละลายน้ำมันจากผิวของเม็ดบีดได้ดีกว่าน้ำ และสัมพันธ์กับระยะเวลา คือ เมื่อระยะเวลาที่ใช้แช่เม็ดบีดในตัวทำละลายนานขึ้น ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจะออกมามากขึ้น ทั้งนี้ อาศัยการวัดการดูดกลืนแสงย่านวิซิเบิล (๕๐๐ นาโนเมตร) ด้วยเครื่องสเปคโตรมิเตอร์ สามารถอภิปรายได้ว่า การห่อหุ้มน้ำมันหอมระเหยด้วยพอลิเมอร์ชีวภาพ สามารถควบคุมการปลดปล่อยน้ำมันจากผิวได้ เม็ดบีดสามารถกักเก็บน้ำมันได้ยาวนานขึ้น ด้วยคุณลักษณะนี้ จึงเป็นข้อได้เปรียบในการนำเอาเม็ดบีดน้ำมันหอมระเหยที่เตรียมได้ไปใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ทั้งการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์สมุนไพร (ยาหม่องสมุนไพรและน้ำมันนวดสมุนไพร) และการเพิ่มประสิทธิภาพการรักษุณภาพและกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจากผลิตภัณฑ์สมุนไพรให้ยาวนานขึ้นอีกด้วย