**โครงงาน ของปัญหาพิเศษ**

**การใช้ไมโครเวฟในการสกัดกัมและมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก**

**ปัญหาและที่มางานวิจัย**

แมงลัก (*Ocimum canum* Sims) อยู่ในวงศ์ Lamiaceae เป็นพืชที่ปลูกอยู่ทั่วไปในประเทศไทย ใบใช้ในการปรุงอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นรส เมล็ดมีสารเมือก (mucilage) ที่สามารถพองตัวในน้ำได้ดี สารเมือกจากเมล็ดแมงลักมีคุณสมบัติพองตัวได้อย่างรวดเร็วถึง 45 เท่า (กฤษณา และคณะ, 2544) และสามารถใช้เป็นแหล่งของใยอาหาร ซึ่งสามารถก่อตัวเป็นเจล เมื่อรับประทานเข้าไปจะทำให้เพิ่มความหนืดของในทางเดินอาหาร ทำให้อัตราการย่อย การดูดซึมและการส่งผ่านในทางเดินอาหารช้าลง เพิ่มปริมาณอุจจาระ และเพิ่มอัตราการส่งผ่านในลำไส้ใหญ่ และมีการใช้เป็นยาระบายในแพทย์แผนไทย (Leelahakul *et al.*, 1992; ปลื้ม จิตต์ และ คณะ, 2526; ลักขณา, 2545; ศศิธร และปราณี, 2545) นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น วันชัย (2546) ได้ทำการศึกษาการใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมรสช็อกโกแลต ได้ทำการศึกษาผงเมือกแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว โดยแปรปริมาณเป็น 0.1, 0.3, 0.5 %และเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าไอศกรีมช็อกโกแลตที่ใช้ปริมาณผงเมือก 0.3 % รับการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัส การละลายในปาก และความชอบโดยรวมสูงสุด และพบว่าไอศกรีมที่ใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว มีความสามารถในการต้านทานการละลายได้ดี

[กมลทิพย์ สัจจาอนันตกุล](http://dcms.thailis.or.th/dcms/basic.php?query=กมลทิพย์%20สัจจาอนันตกุล&field=1003&institute_code=0&option=showindex_creator&doc_type=0) และ [มาลี ซิ้มศรีสกุล](http://dcms.thailis.or.th/dcms/basic.php?query=มาลี%20ซิ้มศรีสกุล&field=1003&institute_code=0&option=showindex_creator&doc_type=0) (2546) ศึกษาการผลิตบะหมี่สุกแห้งโดยใช้ผงเมือกแมงลักเป็นสารเพิ่มความเหนียว พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงเมือกแมงลักในสูตรบะหมี่สุกแห้ง เส้นบะหมี่ภายหลังการคืนรูปมีร้อยละของการดูดน้ำเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการคืนรูปลดลง มีความเหนียวเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาที่ใช้ในการนึ่งเส้นในกระบวนการผลิตบะหมี่สุกแห้งเพิ่มขึ้นทำให้ร้อยละของการดูดน้ำของเส้นบะหมี่สุกแห้งลดลง เวลาที่ใช้ในการคืนรูปลดลง และมีความเหนียวสูงขึ้น

ปิยนุสร์ น้อยด้วง และ วชิรพันธ์ จันทร์พงษ์ (2548) ศึกษาการใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวแทนกัวร์กัมในการผลิตไอศกรีมกล้วยหอม โดยแปรปริมาณของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 (w/w) พบว่าเมื่อปริมาณของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น ไอศกรีมจะมีความหนืดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผล ทำให้อัตราการขึ้นฟูและการละลายลดลง เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าไอศกรีมกล้วยหอมที่เติมมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส การละลายในปากและความชอบโดยรวมสูงที่สุด

ปิยนุสร์ น้อยด้วงและ กมลทิพย์ นาคน้อย (2553) ศึกษาการใช้ผงเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว (Hibiscus esculentus Linn.) เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่ โดยแปรปริมาณของผงเมือก ร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของผงเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวมากขึ้น มีผลทำให้ความหนืดของน้ำจิ้มไก่เพิ่มมากขึ้น เมื่อนำน้ำจิ้มไก่ที่ใช้ผงเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว มาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าน้ำจิ้มไก่ที่ใช้ผงเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว ร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดในด้านสี ความข้นหนืด และความชอบโดยรวม และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำจิ้มไก่สูตรควบคุม (เพคติน ร้อยละ 0.2) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ถึงแม้ว่า สารเมือกจากเมล็ดแมงลักจะมีสมบัติที่ดีในการประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ แต่จากกระบวนการผลิตที่ใช้อยู่ ยังผลิตได้ไม่มากนัก มีร้อยละของผลผลิต ร้อยละ 20 เท่านั้น และเมื่อไม่นานนี้ มีการศึกษาการใช้คลื่นไมโครเวฟในการช่วยในการสกัดสารเมือก โดย Biren.n.Shah และ Avinash.K.Seth ได้ศึกษาผลไมโครเวฟช่วยแยกสารเมือกจากผลไม้ *Abelmoschus esculentus* ได้อย่างรวดเร็ว และมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นโดยใช้กำลังไฟฟ้าที่ 160 วัตต์ เป็นเวลา 40 นาที ร้อยละของผลผลิตเพิ่มขึ้น 11.55% ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการใช้คลื่นไมโครเวฟช่วยในการสกัดสารเมือกหรือมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเปรียบเทียบวิธีสกัดแบบเดิม และหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดและตรวจสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของสารเมือกหรือมิวซิเลจที่สกัดได้ ตัวอย่างเช่น ความหนืด ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ความสามารถในการดูดซับน้ำมัน(Oil Absorption) ความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชัน(Emulsion Capacity) และร้อยละผลผลิตที่ได้เปรียบเทียบกับวิธีสกัดแบบเดิม

**หลักการและเหตุผล**

เตาอบไมโครเวฟ (Microwaves) จะทำงานที่ความถี่ 2450 MHz จะให้พลังงาน 500-1100 Watts ในตู้อบไมโครเวฟ มีท่อที่เรียกว่า magnetron ซึ่งเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดคลื่น เมื่อเราเปิด switch ก็จะเกิดคลื่น คลื่นนี้จะถูกพัดลมพัดคลื่นให้กระจายทั่วเตา อาหารก็จะดูดซึมคลื่น นอกจากนั้นถาดที่หมุนได้จะช่วยให้อาหารได้รับคลื่นอย่างสม่ำเสมอ โมเลกุลของน้ำเมื่อได้รับคลื่นไมโครเวฟ จะเกิดการสั่นทำให้เกิดความร้อน

อาหารใดๆ ที่จะร้อนได้ด้วยไมโครเวฟ จะต้องมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งดังนี้ คือ

1. สารที่มีโมเลกุล 2 ขั้ว (Dipolar Molecules) ยกตัวอย่างเช่น โมเลกุลของน้ำซึ่งเป็นโมเลกุลมีขั้ว โดยออกซิเจนเป็นขั้วลบและไฮโดรเจนเป็นขั้วบวกน้ำพยายามจะเรียงตัวภายใต้สนามไฟฟ้าเมื่อได้รับคลื่นไมโครเวฟซึ่งมีความถี่ที่สูงมาก เหนียวนำให้ โมเลกุลของน้ำ เปลี่ยนทิศสลับไปมาอย่างรวดเร็ว ตามทิศทางของสนามไฟฟ้า เกิดการเสียดสีกันระหว่างโมเลกุลของน้ำที่สั่นสะเทือน หรือกับโมเลกุลอื่นๆ ภายในอาหารจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นมา

2. สารที่มีไอออนอยู่ในของเหลว สนามไฟฟ้าที่เกิดจากคลื่นไมโครเวฟจะทำให้เกิดการเสียดสี (Collisions) ทำให้เกิดความร้อนขึ้นมา

**การประยุกต์ใช้ไมโครเวฟในกระบวนการแปรรูปอาหาร**

การใช้ไมโครเวฟในการแปรรูปอาหารเป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้ประยุกต์ใช้ไมโครเวฟมาในกระบวน[การแปรรูปอาหาร](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1149/food-processing-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B8%9B%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3) การ ได้แก่การลวก (blanching)

|  |  |
| --- | --- |
| **กระบวนการที่นำไมโครเวฟไปใช้** | **ผลิตภัณฑ์** |
| การละลายน้ำแข็ง ([Thawing](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0526/thawing-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%8A%E0%B9%88%E0%B9%80%E0%B8%A2%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%81%E0%B8%82%E0%B9%87%E0%B8%87" \o "thawing (การละลายอาหรแช่เยือกแข็ง)),[Tempering](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0837/tempering)) | [frozen seafood](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1901/frozen-seafood-%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B9%81%E0%B8%8A%E0%B9%88%E0%B9%80%E0%B8%A2%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%81%E0%B8%82%E0%B9%87%E0%B8%87), [meat](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1141/meat-%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%A7%E0%B9%8C" \o "meat (เนื้อสัตว์)),[fish](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0985/fish-%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2),[butter](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0750/butter-%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%A2) |
| การทำให้สุก ([Cooking](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0767/cooking-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B9%83%E0%B8%AB%E0%B9%89%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%81" \o "cooking (การทำให้สุก))) | [Bacon](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1137/bacon-%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%99),[meat](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1141/meat-%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%A7%E0%B9%8C),[potato](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1158/potato-%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%9D%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%87),patties, |
| การทำแห้ง ([Dehydration](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0277/dehydration-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B9%81%E0%B8%AB%E0%B9%89%E0%B8%87)) | [pasta](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1145/pasta-%E0%B8%9E%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%B2),[spice](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1331/spice-%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8),oion, [cereal grain](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0229/cereal-grain-%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%94%E0%B8%98%E0%B8%B1%E0%B8%8D%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B8%8A),seaweed,[yolk](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0556/yolk-%E0%B9%84%E0%B8%82%E0%B9%88%E0%B9%81%E0%B8%94%E0%B8%87),[spice](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1331/spice-%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8),[herb](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2364/herb-%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%99%E0%B9%84%E0%B8%9E%E0%B8%A3) |
| การพาสเจอไรซ์ ([Pasteurization](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0428/pasteurization-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9E%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%AD%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%8B%E0%B9%8C" \o "pasteurization (การพาสเจอไรซ์))) |  |
| การสเตริไรซ์ ([Sterilization](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0506/sterilization-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%8B%E0%B9%8C-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B9%83%E0%B8%AB%E0%B9%89%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B9%80%E0%B8%8A%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD" \o "sterilization (การสเตอริไรซ์, การทำให้ปลอดเชื้อ))) | [milk](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1159/milk-%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%99%E0%B8%A1), prepared food |
| การอบ ([Baking](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0200/baking-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%9A)) | [bread](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1143/bread-%E0%B8%82%E0%B8%99%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B8%B1%E0%B8%87),doughnut |
| การคั่ว ([Roasting](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1066/roasting-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%A7-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%9A)) | tree nut,peanut, coffee, cocoa |
| การลวก ([Blanching](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0797/blanching-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B8%A7%E0%B8%81)) | [herb](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2364/herb-%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%99%E0%B9%84%E0%B8%9E%E0%B8%A3),[vegetable](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1665/vegetable-%E0%B8%9C%E0%B8%B1%E0%B8%81),[corn](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2893/corn-%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B9%82%E0%B8%9E%E0%B8%94),[fruit](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1662/fruit-%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%89) |
| [Rendering](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1060/rendering-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A7) | [Lard](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2840/lard-%E0%B9%84%E0%B8%82%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B9),[tallow](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2934/tallow-%E0%B9%84%E0%B8%82%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%A7) |

ไมโครเวฟทำให้อาหารร้อนได้ เนื่องจากของคลื่นไมโครเวฟ เหนี่ยวนำให้ความร้อนในอาหาร คลื่นไมโครเวฟนำมาประยุกต์ใช้ในการแปรรูปอาหาร เช่น การลวก ([blanching](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0797/blanching-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B8%A7%E0%B8%81" \o "blanching (การลวก))) การละลายอาหารแช่แข็ง ([thawing](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0526/thawing-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%8A%E0%B9%88%E0%B9%80%E0%B8%A2%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%81%E0%B8%82%E0%B9%87%E0%B8%87)) การทำแห้ง ([dehydration](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0277/dehydration-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B9%81%E0%B8%AB%E0%B9%89%E0%B8%87)) การฆ่าเชื้อด้วยระบบไมโครเวฟ

**ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ**

1. ความถี่ของคลื่น

คลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ต่ำกว่า 816 และ 915 MHz จะทะลุผ่านชิ้นอาหาร ได้ดี และมีความสม่ำเสมอในการให้ความร้อนมากกว่า เมื่อใช้กับอาหารที่มี loss factor ต่ำ หรือมี ขนาดชิ้นเล็กๆ อย่างไรก็ตามระดับความลึกของการทะลุผ่านของคลื่นไม่ใช่สิ่งจำเป็น การเลือกความยาวคลื่นของไมโครเวฟที่ใช้จะขึ้นกับความเหมาะสมในการใช้พลังงาน

2. ความเข้มของสนามไฟฟ้า

เมื่อความเข้ม ของสนามไฟฟ้ามากขึ้น การให้ความร้อนกับอาหาร จะใช้เวลาน้อยลง จึงเป็นตัวปรับอัตราเร็วในการให้ความร้อนกับอาหาร

3. [ความชื้น](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0830/moisture-content-%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%8A%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%99)ในอาหาร

เนื่องจากน้ำมีค่า loss factor สูง อาหารที่มีความชื้นสูงจึงเพิ่มอุณหภูมิได้รวดเร็ว

4. อุณหภูมิของอาหาร

อุณหภูมิของอาหาร จะมีผลต่อสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงพลังงาน และมีผลต่อสถานะขององค์ประกอบที่ดูดกลืนพลังงานได้ดีในอาหาร เช่น น้ำ ดังนั้นอุณหภูมิจึงมีผลต่อการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ

5. ขนาด และ รูปร่างของอาหาร

อาหารที่มีขนาดใหญ่ หรือมีความหนามาก เมื่อใช้ไมโครเวฟที่มีความถี่สูงเกินไป อาจทำให้ไมโครเวฟไม่สามารถทะลุผ่านเข้าไปถึงกึ่งกลางของอาหารได้ ทำให้การเพิ่ม อุณหภูมิไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้น ความสม่ำเสมอของรูปร่างก็มีผลต่อการให้ความร้อนเช่นเดียวกันตัวอย่างเช่น อาหารที่มีรูปร่างกลมจะได้รับความร้อนอย่างสม่ำเสมอมากกว่าอาหารที่มีเหลี่ยมมุม

6. การนำไฟฟ้า

เนื่องจากการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟจะเกิดการเคลื่อนที่ของโมเลกุลที่มีประจุในอาหาร จึงมีความสัมพันธ์กับการนำไฟฟ้าในอาหาร เมื่อเพิ่มการนำไฟฟ้าให้กับอาหาร เช่นเติมเกลือ หรือสารอื่น (เช่น น้ำตาล) ที่สามารถแตกตัวให้ประจุ จะทำให้อัตราการให้ความร้อนสูงขึ้น

7. การนำความร้อน ([thermal conductivity](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0564/thermal-conductivity-%E0%B8%84%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%99%E0%B8%B3%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%99)) ของอาหาร

ระหว่างการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟจะเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนในชิ้นอาหารด้วย ซึ่งจะเห็นได้ชัดในกรณีที่อาหารมีชิ้นใหญ่ หรือมีความหนามาก ไมโครเวฟไม่สามารถทะลุเข้าไปถึงกึ่งกลางได้ แต่สำหรับอาหารชิ้นเล็ก หรือมีความหนาไม่มาก การนำความร้อนจะไม่มีผลต่ออัตราการเพิ่มอุณหภูมิมากนัก

8. ความร้อนจำเพาะ ([specific heat](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0967/specific-heat-%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%B3%E0%B9%80%E0%B8%9E%E0%B8%B2%E0%B8%B0)) ของอาหาร

ความร้อนจำเพาะของอาหารมีผลต่ออัตราเร็วในการเพิ่มอุณหภูมิ อาหารที่มีความร้อนจำเพาะสูงกว่า จะมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิช้ากว่า

บรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับไมโครเวฟ

วัสดุบรรจุภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่สามารถส่งผ่านคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Transparency) ได้ แม้ว่าจะมีการดูดคลื่นไว้บ้างแล้ว บรรจุภัณฑ์แต่ละประเภทจะดูดคลื่นไว้แตกต่างกัน ตัวเลขยิ่งสูงหมายความว่าจะดูดพลังงานไมโครเวฟได้มาก โดยปกติคลื่นไมโครเวฟจะใช้คลื่นความถี่ 2450 MHz แต่ในตารางนี้เป็นการทดสอบที่ 3000 MHz ส่วน RF คือ ความถี่คลื่นวิทยุ (Radio Frequency) ที่ 10 MHz เพื่อเป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการดูดคลื่นที่ความถี่ต่างกัน แม้ว่าจะมีการดูดคลื่นไว้บ้างแล้ว ด้วยเหตุนี้จะไม่มีปัญหาอะไรที่จะใช้การฆ่าเชื้อด้วยไมโครเวฟของตัวสินค้าและบรรจุภัณฑ์พร้อมกัน

**แมงลัก (Psylium)**

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum canum* Sims. Var. citratum Back.

ชื่อสามัญ Hairy basil, แมงลัก

ชื่อวงศ์ Labiatae



**ภาพ**  แสดงลักษณะต้นแมงลักและเมล็ดแมงลัก

แมงลักเป็นพืชที่ขึ้นในเขตร้อนปลูกทั่วไปในประเทศไทย จัดเป็นพืชล้มลุกแตกกิ่งก้านสาขา ใบเป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้าม รูปไข่ ขอบใบเรียบหรือหยักมนๆ ใบและต้นมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ในใบมี น้ำมันหอมระเหย ประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด เช่น การบูร, ซิทราล, บอร์นีออล (borneol), แคมฟีน (camphene), ยูจีนอล (eugenol) เป็นต้น (วันดี กฤษณพันธ์, 2539) ซึ่งใบใช้ในการปรุงอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นรส และน้ำมันหอมระเหยจากใบมีฤทธิ์ช่วยขับลม ลดอาการจุกเสียด แน่นท้อง แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด ดอกออกเป็นช่อที่ยอด อาจเป็นช่อเดี่ยวๆ หรือแตกสาขา ดอกย่อยมีขนาดเล็ก สีขาว ผลเป็นผลชนิดแห้งประกอบด้วยผลขนาดเล็กๆ 4 ผลอยู่รวมกัน (ภาพ)

เมล็ดแมงลักที่พองตัว เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจะไม่ถูกย่อยหรือถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารหรือลำไส้ จึงกลายเป็นกากอาหารทั้งหมด และสารเมือก (mucilage) ที่หุ้มเมล็ดจัดเป็นสารในกลุ่มใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) ประเภทเดียวกับกัม (gum) (ศศิธร เรืองจักเพ็ชร และปราณี อ่านเปรื่อง, 2545) จึงทำให้เมล็ดแมงลักมีคุณสมบัติเป็นยาระบายชนิดเพิ่มกาก (bulk laxative) เนื่องจากเมล็ดแมงลักไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหาร มีผลกระตุ้นการบีบตัวของลำไส้โดยอัตโนมัติ และยังทำให้อุจจาระอ่อนตัวกว่าปกติ (ภาคภูมิ พานิชยูปการนันท์และคณะ, 2542) ซึ่งสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก อีกทั้งยังใช้เป็นยาระบายชนิด bulk forming laxatives ในคนไข้ ในปัจจุบัน มียาแผนปัจจุบันที่ผลิตจากเมล็ดแมงลักอยู่หลายชนิด เช่น Metamucil, Plantago, Mucilose เป็นต้น (วารสารอนุทินแพทย์โอลัน, 2536)

ในทางโภชนาการเราสามารถจำแนกชนิดของเส้นใยอาหารหรือไฟเบอร์ ตามลักษณะของการละลายน้ำได้ 2 ชนิด คือ

1. ไฟเบอร์ที่ละลายน้ำได้ (Soluble fiber) ซึ่งไฟเบอร์ละลายน้ำ จะมีลักษณะเป็นเจลซึ่งเกาะติดกับโมเลกุลของไขมัน จากอาหารที่รับประทานเข้าไปได้อย่างดี ทำให้ป้องกันการดูดซึมไขมันเข้าสู่กระแสเลือด และไฟเบอร์ชนิดนี้ก็จะนำพาสารอาหารที่ติดอยู่ขับออกไปทางอุจจาระ จึงช่วยลดระดับไขมันและน้ำตาลในคนไข้ที่มีปัญหาได้ดี และทำให้น้ำหนักตัวค่อยๆลดลงอย่างปลอดภัย

2. ไฟเบอร์ที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble fiber) ไฟเบอร์ชนิดนี้จะมีการทำงานคล้ายๆ ฟองน้ำ โดยจะทำการดูดน้ำไว้กับตัวเองทำให้พองตัว ถ้าหากรับประทานไฟเบอร์ชนิดนี้เข้าไป ก็ทำให้รับประทานอาหารได้น้อยลง เพราะรู้สึกอิ่มและแน่นท้อง นอกจากนี้ก็จะส่งผลให้ปริมาณที่ต้องการขับถ่ายมากขึ้น ทำให้เร่งให้อุจจาระเคลื่อนผ่านไปยังลำไส้ใหญ่ได้เร็วขึ้น จึงป้องกันปัญหาการดูดซึมสารอาหารเข้าร่างกาย และป้องกันสภาวะท้องผูก

จากประโยชน์ดังกล่าวของไฟเบอร์จากเมล็ดแมงลัก จึงได้มีการนำเมล็ดแมงลักมาทำการลดน้ำหนัก แก้ไขปัญหาไขมันในเลือดสูง หรือน้ำตาลในเลือดสูง และใช้ป้องกันรักษาอาการท้องผูก ซึ่งนักมีการผสมไฟเบอร์ทั้งสองแบบ ในสัดส่วนที่เท่ากันในแต่ละผลิตภัณฑ์ แต่ส่วนใหญ่ที่มีขายตามท้องตลาด ก็มักจะประกอบด้วย ไฟเบอร์ชนิดละลายน้ำได้ประมาณร้อยละ 70-80 เพื่อป้องกันการดูดซึมไขมันและน้ำตาลเข้ากระแสเลือด และไฟเบอร์ชนิดไม่ละลายน้ำ ประมาณร้อยละ 20-30 เพื่อช่วยทำให้อิ่มเร็วขึ้นและร่างกายขับถ่าย เพื่อแก้ปัญหาสารตกค้างในลำไส้ที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง และแก้ไขปัญหาริดสีดวงทวารในคนที่ขับถ่ายได้ลำบาก

แมงลักเป็นพืชที่ขั้นในเขตร้อนปลูกทั่วไปได้ภายในประเทศไทย จัดเป็นพืชล้มลุกแตกกิ่งก้านสาขาใบเป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้ามรูปไข่ ขอบใบเรียบหรือหยักมน และมีกลิ่นเฉพาะตัวในใบมีน้ำมันหอมระเหย ประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด เช่น การบูร, ซิทราล,บอร์นีออล, แคมฟีน , ยูจีนอล เป็นต้น (วันดี กฤษณพันธ์, 2539) ซึ่งใบใช้ในการปรุงอาหาร

ส่วนเมล็ดนั้น ได้การศึกษาลักษณะของเมล็ดและเยือเมือก พบว่ามีรูปร่างคล้ายรูปสามเหลี่ยมโค้งเล็กน้อย ด้านท้องเป็นเหลี่ยมแต่ไปบรรจบกับเส้นกลาง จากเส้นที่บรรจบกันนี้เป็นรอยลาดไปถึงหัว Hilum เมื่อดูด้วยแว่นขยายจะเห็นเยื่อหุ้มขาวๆหุ้มอยู่ภายนอกเมล็ด เปลือกแข็งมาก เมล็ดแก่มีสีดำด้านๆ เมล็ดยังไม่แก่มีสีน้ำตาลไหม้ เมล็ดเมื่อถูกน้ำเยื่อขาวภายนอกจะพองทันที ซึ้งสามารถพองน้ำได้ 45 เท่า ลักษณะการพองตัวจะมีสายเยื่อเมือกยืดออกเป็นเส้นๆ คล้ายขนของเปลือกเงาะ

ลักษณะของเยื่อเมือกเป็นเมือกเหนียวข้น คล้ายวุ้น สีขาวขุ่น สำหรับส่วนประกอบทางเคมีเป็น Polyuronic acid พบในธรรมชาติ อาจจะเป็น calcium, potassium, magnesium saly ของ polyuronic acid ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำตาลและกรด uronic acid เชื่อมต่อด้วย glycosidic linkage และเป็น branched chain ส่วนน้ำตาลจะเป็น pentose หรือ hexose หรืออาจจะมีทั้ง pentose และ hexose อยู่ด้วยกัน หรืออาจเป็น D-xylose, D-galactose, D-mannose, L-rhamnose รวมทั้ง oil, polysaccharide และ mucilage, uronic acid ที่พบมากคือ Glucuronic acid และ Galacturonic acid (ปลื้มจิตต์ โรจนพันธุ์ และคณะ, 2526)

เมล็ดแมงลักที่พองตัวเมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจะไม่ย่อย หรือดูดซึมในกระเพราะอาหารหรือลำไส้จึงกายเป็นกากอาหารทั้งหมด และสารเมือก(mucilage) ที่หุ้มเมล็ดจัดเป็นสารในกลุ่มใยอาหารที่ละลายน้ำได้(soluble dietery fiber) ประเภทเดียวกับกัม(gum) (ศศิธร เรืองจักรเพชร และปราณีอ่านเปรื่อง, 2545) จึงทำให้เมล็ดแมงลักมีคุณสมบัติเป็นยาละลายชนิดเพิ่มกาก เนื่องจากเมล็ดแมงลักไม่ย่อยในทางเดินอาหาร มีผลกระตุ้นการบีบตัวของลำไส้โดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ป่าวโรคเบาหวานหรือผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก และสามารถใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด และสารแขวนตะกอน

**วัตถุประสงค์**

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้คลื่นไมโครเวฟช่วยในการสกัดสารเมือกหรือมิวซิเลจเปรียบเทียบกับวิธีสกัดแบบเดิม

2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารเมือกหรือมิวซิเลจที่สกัดได้จากการใช้ไมโครเวฟในการสกัดเปรียบเทียบกับวิธีสกัดแบบเดิม

**ขอบเขตการศึกษาของงานวิจัย**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **เรื่อง** | **ต.ค.** | | **พ.ย.** | | **ธ.ค.** | | **ม.ค.** | | **ก.พ.** | | **มี.ค.** | |
| 1. ค้นคว้าข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. สกัดเมือกเมล็ดแมงลักโดยวิธีเดิมและหาร้อยละการผลิต |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการใช้ไมโครเวฟในการสกัดเมือกจากแมงลัก |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของเมือกที่สกัดจากวิธีเดิม และวิธีไมโครเวฟ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. รวบรวมข้อมูลสรุปผลการทดลองเขียนวิทยานิพนธ์ และเสนอผลงาน |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**วิธีการทดลอง**

**1. การเตรียมผงเมือกจากเมล็ดแมงลัก (วิธีสกัดแบบเดิม)** (ดัดแปลงจากวิธีของ ศศิธร และ ปราณี, 2545)

นำเมล็ดแมงลักมาแช่น้ำที่อุณหภูมิ 60 oC ให้พองตัวนาน 1 ชั่วโมง ปั่นด้วยเครื่องปั่นนาน 10 นาที บีบแยกส่วนเมือกผ่านผ้ากรอง จากนั้น อบแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 oC จนแห้ง บดให้เป็นผง

**2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผงเมือกจากเมล็ดแมงลัก (วิธีสกัดแบบเดิม)**

นำผงเมือกจากเมล็ดแมงลักที่สกัดได้ มาศึกษาสมบัติทางกายภาพต่างๆ ดังนี้

**2.1 สี**

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักมาวัดค่าสี (L,a,b) ด้วยเครื่องวัดสี (รุ่น Miniscan XE Plus Hunter Lab, USA)

**2.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity)**

นำผงเมือกเมล็ดแมงลัก มาวัดความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยวิธีดัดแปลงจากวิธีของ Aufret et al. (1994) ชั่งตัวอย่าง 0.25 กรัม ละลายในน้ำ deionized 50 มิลิลิตรกวนด้วย magnetic stirrer นาน 5 นาที เหวี่ยงแยกสารละลายผสมด้วยความเร็ว 10,000 x g นาน 20 นาทีเทส่วนใสทิ้ง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเปียกก่อนนำไปอบที่ 105 oC นาน 5 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้งที่มีอยู่จริง

**2.3 ความหนืด (Viscosity)**

นำสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลัก ที่แปรค่าความเข็มเป็น 0.3 0.5 0.7 และ 1.0 % (w/v) มาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer (รุ่น TA-XT2 ,USA )

**2.4 ค่าการดูดซับน้ำมัน (Oil Absorption)**

นำผงเมือกเมล็ดแมงลัก มาวัดค่าดูดซับน้ำมัน โดยวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Sathe and Salunkhe (1981) โดยชั่งตัวอย่างที่น้ำหนักแน่นอนประมาน 1 กรัม ใส่ลงในหลอดสำหรับเหวี่ยงแยกเติมน้ำมันพืช 10 มิลลิลิตร ผสมด้วย Vortex mixer นาน 30 วินาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที นำไปเหวี่ยงแยกที่ความเร็ว 3,000 x g นาน 30 นาที รินส่วนใสออกคว่ำหลอดทิ้งไว้นาน 15 นาที ชั่งตัวอย่างน้ำหนักที่ดูดน้ำมันไว้

**2.5 ความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชัน(Emulsion Capacity)**

นำผงเมือกเมล็ดแมงลัก มาวัดค่าความสามารถในการเกิดอิมัลชัน ตามวิธีของ Cui et al. (1993)โดยชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ละลายน้ำกลั่น 40 มิลิลิตร จากนั้นเติมน้ำมันพืช 40 มิลิลิตร แล้วทำให้เป็นอิมัลชันโดยใช้เครื่อง handhomogenizer นาน 1 นาที จากนั้นน้ำไปเหวี่ยงแยกที่ความเร็ง 1,300 x g นาน 5 นาที วัดความสูงของชั้นอิมัลชันเทียบกับความสูงของชั้นของเหลวทั้งหมด

**3. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้คลื่นไมโครเวฟช่วยในการสกัดผงเมือกจากเมล็ดแมงลัก**

|  |  |
| --- | --- |
| Intensity  (w) | Duration  (min) |
| 800 | 3 |
| 640 | 5 |
| 480 | 10 |
| 320 | 30 |
| 320 | 20 |
| 160 | 30 |
| 160 | 40 |
| 160 | 60 |

**4. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผงเมือกจากเมล็ดแมงลักที่ได้จากการใช้คลื่นไมโครเวฟช่วยในการสกัด**

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผงเมือกจากเมล็ดแมงลัก (วิธีสกัดแบบเดิม)

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ปริมาณร้อยละของผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการสกัดโดยใช้ไมโครเวฟ
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดลดลง
3. คุณสมบัติทางกายภาพทางด้าน สี ความหนืด การอุ้มน้ำ การอุ้มน้ำมัน และการทำให้เกิดอิมัลชันเพิ่มขึ้น

**เอกสารอ้างอิง**

* Food Network Solution, ไมโครเวฟ [ออนไลน์], 29 กันยายน 2556 , เข้าถึงได้จาก; [http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0401/microwave%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B8%9F](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0401/microwave-%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B8%9F)
* คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, Microwave [ออนไลน์], 29 กันยายน 2556 , เข้าถึงได้จาก; <http://www.rmutphysics.com/charud/specialnews/6/microwave1/index4.htm>
* อาจารย์ตรี วาทกิจ, ข้อดีของการใช้ไมโครเวฟ [ออนไลน์], 29 กันยายน 2556 , เข้าถึงได้จาก;agri.npu.ac.th/publication/Aj.TREE/.../Microwave.ppt‎