

แบบเสนอโครงการวิจัย (research project)

ประกอบการเสนอของบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย)การผลิตชะมวงผงบรรจุแคปซูลเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริม

(ภาษาอังกฤษ) Production of Instant chamuang capsule for supplement food products

ชื่อแผนงานวิจัย (ภาษาไทย)(กรณีเป็นโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย).....

(ภาษาอังกฤษ).....

ส่วน ก : ลักษณะโครงการวิจัย

☒ โครงการวิจัยใหม่☐ โครงการวิจัยต่อเนื่อง

ระยะเวลา.....1.....ปี.....เดือน ปีนี้เป็นปีที่.....

1. ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ยุทธศาสตร์ ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 8 : ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม

เป้าประสงค์-ไม่ต้องระบุ-

กลยุทธ์ -ไม่ต้องระบุ-

2. นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ

ยุทธศาสตร์ ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 1 : เร่งส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายและสนองตอบต่อประเด็น
เร่งด่วนตามยุทธศาสตร์และแผนพัฒนาประเทศ และภารกิจของหน่วยงาน โดยรัฐลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้น
อย่างต่อเนื่อง

กลยุทธ์ ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 1 กลยุทธ์ที่ 1 : เร่งส่งเสริมและสนับสนุนให้หน่วยงานและนักวิจัยผลิตผลงานวิจัย
องค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยีจากงานวิจัย

แผนวิจัย -ไม่ต้องระบุ-

3. ยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติรายประเด็น

เกษตรเพื่อความยั่งยืน

4. ยุทธศาสตร์ชาติ

การสร้างความสามารถในการแข่งขัน

5. นโยบาย/เป้าหมายของรัฐบาล

☒ ระเบียบวาระแห่งชาติ

2) การขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอาหารครัวไทยสู่ครัวโลก

☐ โครงการท้าทายไทย

1.1 ด้านอาหารและการเกษตร

☐ นโยบายรัฐบาล

8. การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม

6. ยุทธศาสตร์ของหน่วยงาน

ทิศทางการวิจัยที่2 การสร้างมูลค่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอาหาร และการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขัน
เป็นผลผลิตการวิจัยกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาหรือสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

☐ ไม่มีการตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง☒ ตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว ไม่มีทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง☐ ตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว มีทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

หน่วยงานร่วมลงทุน ร่วมวิจัย รับจ้างวิจัย หรือ Matching fund

ชื่อหน่วยงาน/บริษัท.....

ที่อยู่.....

เบอร์โทรศัพท์.....

ชื่อผู้ประสานงาน.....

เบอร์โทรศัพท์ผู้ประสานงาน.....

เบอร์โทรสารผู้ประสานงาน.....

อีเมลผู้ประสานงาน.....

การเสนอข้อเสนอหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของงานวิจัยนี้ต่อแหล่งทุนอื่น หรือเป็นการวิจัยต่อยอดจากโครงการวิจัยอื่น ☐ มี☒ ไม่มี

หน่วยงาน/สถาบันที่ยื่น.....

ชื่อโครงการ.....

ระบุความแตกต่างจากโครงการนี้.....

สถานะการพิจารณา

☒ ไม่มีการพิจารณา☐ โครงการได้รับอนุมัติแล้ว

สัดส่วนทุนที่ได้รับ.....%

☐ โครงการอยู่ระหว่างการพิจารณา

มาตรฐานการวิจัย

☐ มีการใช้สัตว์ทดลอง☐ มีการวิจัยในมนุษย์☐ มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพ☒ มีการใช้ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี

ส่วน ข : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย**1. ผู้รับผิดชอบ**

คำนำหน้า	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งในโครงการ	สัดส่วนการมีส่วนร่วม	เวลาที่ทำวิจัย (ชั่วโมง/สัปดาห์)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	พงษ์เทพ เกิดเนตร	หัวหน้าโครงการ	60	10
อาจารย์	วิษณุภา ถาวโรจน์	ผู้ร่วมวิจัย	20	4
อาจารย์	จิราภรณ์ ตันติพงศ์อาภา	ผู้ร่วมวิจัย	20	4

2. ประเภทการวิจัยการวิจัยประยุกต์

สาขาการวิจัยหลัก OECD4. เกษตรศาสตร์

สาขาการวิจัยย่อย OECD4.8 เกษตรศาสตร์ : วิทยาศาสตร์ทางด้านการเกษตรอื่นๆ

ด้านการวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. สาขาวิชาการ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา**4. คำสำคัญ (keyword)**

คำสำคัญ (TH) ชะมวง แคปซูล อาหารเสริม

คำสำคัญ (EN) chamung , capsule, supplement foods

5. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ใบชะมวง ต้นชะมวงหรือต้นส้มม่วง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า การ์ซิเนีย โคว่า (*Garcinia cowa* Roxb) ลักษณะของต้นชะมวงและต้นมะดันมีความคล้ายกัน เพราะต้นไม้ 2 ชนิดนี้ อยู่ในวงศ์กัททิฟเฟอราซี (Guttiferaceae) เหมือนกัน แต่ถ้าหากเป็นคนช่างสังเกตจะเห็นว่า ส้มม่วงหรือต้นชะมวง มีรูปทรงใบ ขั้ว และ ผล ที่มีรสเปรี้ยว เหมือนกับมะดันก็จริง แต่ต้นมะดันจะมีลำต้นค่อนข้างเตี้ย ไม่ใหญ่โต ชอบขึ้นตามดินจืดทั่วไป ส่วนต้นชะมวงจะมีลำต้นค่อนข้างใหญ่โต ต้นสูง ชอบขึ้นตามดินน้ำเค็มถึงดินกร่อยชายทะเล ต้นชะมวงหรือต้นส้มม่วงจัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงกลางไม่ผลัดใบ เรือนยอดเป็นทรงพุ่มรูปกรวยคว่ำทรงสูง มีความสูงประมาณ 5 – 10 เมตร ลำต้นเกลี้ยงเปลือก ลำต้นสีน้ำตาลลักษณะขรุขระมีน้ำยางสีเหลืองข้นไหลเยิ้มจากเปลือกต้น พบได้ทั่วไปตามป่าชื้นที่ระดับต่ำเป็นไม้ที่ทนต่อความแห้งแล้ง กระจายพันธุ์ในป่าดิบชื้นตามที่ลุ่มต่ำทั่วไป พบมากในภาคใต้และภาคตะวันออก ประโยชน์ของใบชะมวง ช่วยแก้กระหาย แก้ไอ ลดเสมหะ เป็นยาระบาย (หากรับประทานมากเกินไป) มีรสเปรี้ยว

ต้นชะมวงสามารถปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย และมีการนำมาใช้ประโยชน์ในส่วนของใบ โดยประกอบเป็นอาหารคาวเพื่อให้รสชาติที่เปรี้ยว นอกจากนี้ในปัจจุบันยังนำมาแปรรูปเป็นน้ำชะมวงพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพ แต่ในกระบวนการแปรรูปอาจทำให้คุณค่าทางโภชนาการหายไป หากได้ทำการวิจัยเพื่อหากรรมวิธีแปรรูปที่เหมาะสมโดย

แปรรูปเป็นน้ำชะมวงผงบรรจุแคปซูลซึ่งผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง นอกจากจะช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการได้อย่างดีแล้ว ผลิตภัณฑ์ยังเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่นิยมอาหารเสริมเพื่อสุขภาพอีกด้วย นอกจากนี้ยังเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่นรวมทั้งสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน

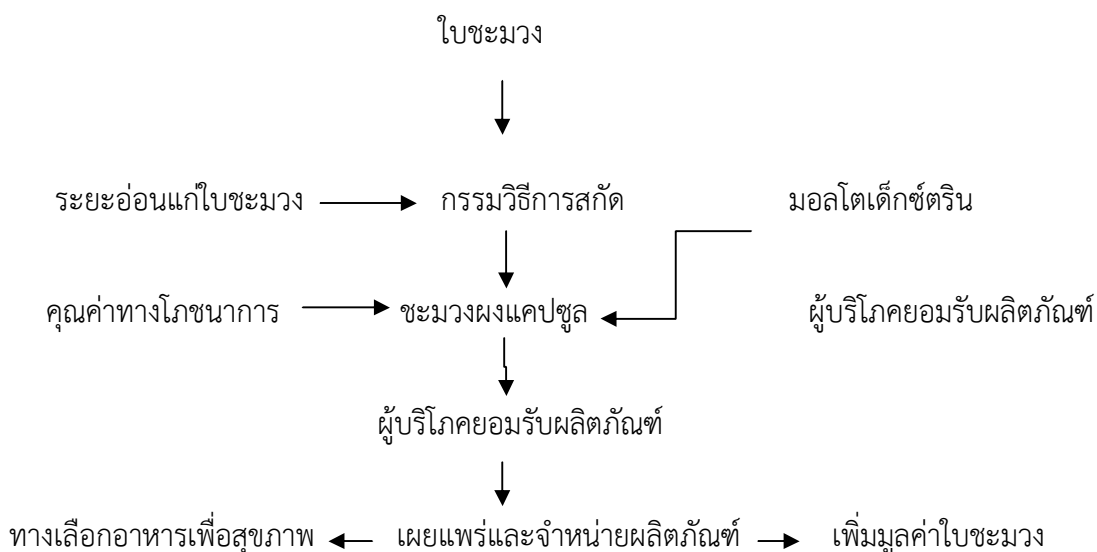
6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 6.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากชะมวงเป็นอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ
- 6.2 เพื่อหากรรมวิธีแปรรูปที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์จากชะมวง
- 6.3 เพื่อวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระจากชะมวง
- 6.4 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

7. ขอบเขตของโครงการวิจัย

หารูปแบบระยะใบแก่อ่อนของชะมวง หาอัตราส่วนใบชะมวงต่อปริมาณน้ำสกัด หาปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมในการทำแห้ง วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ และคำนวณต้นทุนการผลิต

8. ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



9. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

ชะมวง ชื่อวิทยาศาสตร์: *Garciniaacowa* เป็นต้นไม้ ขนาดกลาง สูง 15 - 20 เมตร เรือนยอด เป็นพุ่มรูปกรวยคว่ำ ทรงสูง แตกกิ่งชั้นเดียว เปลือกนอก เรียบ สีนํ้าตาลเข้มเกือบดำ เปลือกใน สีชมพูถึงแดง มีน้ำยางสีเหลือง ชุ่มไหลเยิ้มออกมาจากเปลือกต้น ใบเดี่ยว ออกตรงกันข้ามเป็นคู่ ๆ แต่ละคู่เรียงตรงกันข้ามเป็นมุมฉากซึ่งกันและกัน ใบรูปไข่ขอบขนาน ปลายใบและโคนใบแหลม ผิวใบเป็นมัน เนื้อใบหนา ใบมีรสเปรี้ยว ดอกเป็นช่อขนาดเล็ก กลีบดอก

แข็ง หนา ขนาด 10 - 15 มิลลิเมตรแตกออกจากโคนใบและปลายกิ่ง ผลสดทรงกลมผิวเรียบมีร่องรอยเป็นพูบาง ๆ รอบผล ขนาดผล 2.5 - 3.0 เซนติเมตร ผลอ่อนสีเขียวอมเหลือง ผลแก่เมื่อสุกมีสีเหลืองถึงส้ม ชอบขึ้นในดินกร่อย หรือดินชายทะเล ชะมวงมีฤทธิ์เป็นยาสมุนไพร ใบและผลรสเปรี้ยว สรรพคุณ รากรสเปรี้ยว แก้ไข้ แก้อ่อนในกระหาย น้ำ ยาถอน พิษไข้ แก้บิด เสมหะเป็นพิษ ใบรสเปรี้ยว ยาระบายท้อง แก้ไข้ กัดฟอกเสมหะ แก้อาตุพิการ แก้โลหิต แก้ไอ แก้อ่อนในกระหายน้ำ ผลรสเปรี้ยว ยาระบายท้อง แก้ไข้ กัดฟอกเสมหะ แก้อาตุพิการ แก้อ่อนในกระหายน้ำ ฟอกโลหิต

ใบชะมวง ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับตรงข้ามกัน ลักษณะของใบเป็นรูปรีแกมใบหอกหรือแกมขอบขนาน โคนใบสอบแหลม ปลายใบป้านหรือแหลมเล็กน้อย ส่วนขอบใบเรียบ ใบมีความกว้างประมาณ 2.5-5 เซนติเมตร และ ยาวประมาณ 8-13 เซนติเมตร ใบอ่อนเป็นสีเขียวอ่อนหรือเขียวอมสีม่วงแดง ส่วนใบแก่เป็นสีเขียวเข้ม (สีน้ำเงินเข้ม) บริเวณปลายกิ่งมักแตกเป็น 1-3 ยอด หลังใบเรียบลื่นเป็นมัน ท้องใบเรียบ เนื้อใบมีลักษณะค่อนข้างหนาและเปราะ เส้นใบเห็นได้ไม่ชัด แต่ด้านหลังใบจะเห็นเส้นกลาง ส่วนก้านใบเป็นสีแดง

สรรพคุณของชะมวงช่วยฟอกโลหิต (ผลอ่อน,ใบ) ช่วยรักษาธาตุพิการ (ผล,ใบ,ดอก) ราก ใบ และผลอ่อนมีรสเปรี้ยว สรรพคุณเป็นยาแก้ไข้ แก้ไข้ตัวร้อน (ผลอ่อน,ใบ,ดอก,ราก) ช่วยถอนพิษไข้ (ราก) ช่วยแก้อาการร้อนใน กระหายน้ำ (ราก) ช่วยแก้อาการกระหายน้ำ(ผล,ใบ) ช่วยแก้อาการไอ (ผล,ใบ) บ้างก็ว่าเนื้อไม้มีสรรพคุณช่วยแก้ อาการไธได้เช่นกัน (เนื้อไม้) ช่วยแก้เสมหะ กัดเสมหะ กัดฟอกเสมหะ (ผลอ่อน,ใบ,ดอก,ราก) เสมหะเป็นพิษ (ราก) (ช่วยขับเสมหะ (เนื้อไม้) ใช้เป็นยาระบายท้อง (ผลอ่อน,ใบ,ดอก) ส่วนตำยาพื้นบ้านอีสานจะใช้รากชะมวง ผสมกับราก กำแพงเจ็ดชั้น รากตุ้มกาขาว และรากปอดอ่อน นำมาต้มกับน้ำดื่มเป็นยาระบาย (ราก) บ้างก็ว่าเนื้อไม้มีสรรพคุณเป็น ยาระบายเช่นกัน เป็นยาขับเลือดเสีย (ใบ) ช่วยขับโลหิตระดูของสตรี (ใบ) ช่วยแก้ดีพิการ (ดอก)ช่วยในการย่อยอาหาร (ดอก) รากมีสรรพคุณช่วยแก้บิด (ราก) หรือจะใช้ผลนำมาหั่นเป็นแว่นตากแห้ง ใช้ดินเป็นยาแก้บิดก็ได้เช่นกัน ใบ ชะมวงใช้ผสมกับยาชนิดอื่น ๆ ใช้ปรุงแก่นใช้ฝนหรือแช่กับน้ำดื่ม มีสรรพคุณช่วยแก้อาการเหน็บชา ได้มีการค้นพบ สารชนิดใหม่จากใบชะมวง และได้มีการตั้งชื่อว่า “ชะมวงโอน” (Chamuangone) ซึ่งสารดังกล่าวมีฤทธิ์ในการต้าน มะเร็งได้ดี (ทดสอบกับเซลล์มะเร็งปอดและเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว) ช่วยต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคทางเดินอาหาร (เชื้อ *Helicobacter pylori*) ช่วยยับยั้งเชื้อโปรโตซัว *Leishmania major* (เป็นโรคระบาดที่เคยพบในภาคใต้) ได้ เป็นอย่างดี

องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ลดไขมันของใบชะมวง สารสกัดเอทานอนจากใบชะมวง มีฤทธิ์ยับยั้งการดูดซึม คอเลสเตอรอลเข้าสู่เซลล์ Caco-2 ได้ร้อยละ 14.6 ช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Pancreatic lipase ด้วยค่า IC50 196.60 มก./มล. และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ HMG CoA reductaseได้ร้อยละ 97.06 เมื่อนำสารสกัด เอทานอนจากใบมาแยกเป็นส่วนสกัดย่อยด้วยวิธีการ Partition จะได้เป็นสารสกัดเฮกเซน สารสกัดไดคลอโรมีเทน สารสกัดบิวทานอล และสารสกัดน้ำ ซึ่งจากผลการทดสอบฤทธิ์ลดไขมันในหลอดทดลองพบว่า ที่ความเข้มข้น 100 มก./มล. สารสกัดเฮกเซนและสารสกัดไดคลอโรมีเทน สามารถยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลเข้าสู่เซลล์ Caco-2ได้ ร้อยละ 36.74 และ 32.80 ตามลำดับ สารสกัดเฮกเซนและสารสกัดไดคลอโรมีเทนมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ pancreatic lipaseด้วยค่า IC50 67.45 และ 352.80 มก./มล. ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 10 มก./มล. สามารถ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ HMG CoA reductaseร้อยละ 114.34 และ 80.55 ตามลำดับ และเมื่อศึกษา องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดไดคลอโรมีเทนจากใบชะมวงด้วยวิธีทางโครมาโทกราฟีและทำการพิสูจน์โครงสร้าง

ทางเคมีของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้วิธี NMR spectrometry และเปรียบเทียบข้อมูลสเปกตรัมกับสารที่เคยมีรายงานในอดีต พบว่า สารสกัดไดคลอโรมีเทนจากใบชะมวงมีสารกลุ่ม flavonoid C-glycoside 2 ชนิด คือ orientin และ vitexin และยังพบ β -sitosterol เป็นองค์ประกอบอีกด้วย

มอลโตเดกซ์ตริน (maltodextrin) คือ คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประเภท (polysaccharide) ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช (starch) บางส่วนให้เป็นสายสั้นๆของน้ำตาลกลูโคส มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดขาวไม่มีรสหรือมีรสหวานเล็กน้อยละลายน้ำได้ดีมีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดขาวไม่มีรสหรือมีรสหวานเล็กน้อยละลายน้ำได้ดี มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดขาวไม่มีรสหรือมีรสหวานเล็กน้อยละลายน้ำได้ดีมีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดขาวไม่มีรสหรือมีรสหวานเล็กน้อยละลายน้ำได้ดี (glucose) มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดขาวไม่มีรสหรือมีรสหวานเล็กน้อยละลายน้ำได้ดี

มอลโตเดกซ์ตรินเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสตาร์ช (starch hydrolysate) วัตถุดิบที่ใช้ผลิตมอลโตเดกซ์ตริน คือ สตาร์ช (starch) จากพืชต่างๆ เช่น แป้งมันสำปะหลัง (tapioca starch) แป้งข้าวโพด (corn starch) แป้งมันฝรั่ง (potato starch) ประเภทของมอลโตเดกซ์ตริน Maltodextrin แบ่งได้ ตามค่าที่มีค่าสมมูลเดกซ์โทรส (Dextrose Equivalent, DE) มอลโตเดกซ์ตริน (dextrose equivalent) มีค่า DE ต่ำระหว่าง 5-20 เปอร์เซนต์ maltodextrin ที่มีค่า DE สูง แสดงว่า โมเลกุลสตาร์ชย่อยได้เมื่อมีน้ำตาลกลูโคสมากจะมีความหวานมากกว่า maltodextrin ที่มีค่า DE ต่ำ

มอลโตเดกซ์ตริน (maltodextrin) ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวาง ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานอาหารไขมันต่ำ ในผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ประเภทอาหารผง เช่น เครื่องดื่มผง เครื่องปรุงรสชนิดผงใช้ในอาหารเพื่อสุขภาพ โดยจัดเป็น Functional food ประเภท prediottic เป็นสารให้ความหวาน (sweetener) เป็นสารทดแทนไขมัน (fat substitute) ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (bakery) ไอศกรีม ป้องกันการจับกันเป็นก้อน (anticaking agent) เพิ่มเนื้อ (bulking agent) เช่น เพิ่มเนื้อในการทำแห้ง อาหารประเภทแห้ง (dehydration) อาหารผง เครื่องดื่มผง ด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย spray drier หรือ drum drier ห่อหุ้มสารให้มีกลิ่นรส (flavor encapsulation)

การระเหิด (Sublimation) เป็นกระบวนการที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ โดยไม่ผ่านการเป็นของเหลวก่อน เมื่ออนุภาคของสารได้รับความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเพียงเล็กน้อย การระเหิดทำให้อนุภาคของสารนั้นแยกออกจากผลึก โดยเฉพาะอนุภาคที่อยู่บริเวณผิวหน้าของผลึกจะหลุดออกและเคลื่อนที่เป็นอิสระได้ง่าย เช่น การระเหิดของน้ำแข็งแห้ง (dry ice) ไอโอดีน การระเหิดของเนฟทาลิน (ลูกเหม็น) การระเหิด เมนทอล เป็นต้น ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการระเหิด คืออุณหภูมิ อัตราการระเหิดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้การระเหิดมากขึ้นชนิดของของแข็ง ของแข็งที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยจะระเหิดได้ง่ายความดันบรรยากาศการลดความดันของบรรยากาศเพิ่มอัตราการระเหิดของของแข็งพื้นที่ผิวของของแข็ง ถ้ามีพื้นที่มากจะระเหิดได้ง่ายการเคลื่อนที่ของอากาศเหนือของแข็ง อากาศเหนือของแข็งจะต้องมีการถ่ายเทเสมอ เพื่อป้องกันการอิมตัวของไอ

การแช่เยือกแข็ง (freezing) เป็นการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing point) เพื่อให้เกิดผลึกน้ำแข็ง (ice crystal formation) อัตราเร็วของการแช่เยือกแข็ง (freezing rate) ควรเป็นการแช่เยือกแข็ง

แบบเร็ว เพื่อให้เกิดผลึกและผลึกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็ก การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว ที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี เช่น การแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นเป่า (air blast freezing) การแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจน (cryogenic freezing) และการแช่เยือกแข็งแบบจุ่มในของเหลวเย็นจัด (immersion freezing) เป็นต้นการประยุกต์การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งในอาหารการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เหมาะกับอาหารที่ไวต่อการสูญเสียคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการด้วยความร้อน เช่น ผักผลไม้สมุนไพร อาหารทะเล อาหารที่ต้องการรักษา และมีสมบัติในการคืนสภาพได้ดี

การทำแห้งขั้นต้น (primary drying) เป็นการลดปริมาณน้ำ (dehydration) โดยการระเหิด น้ำแข็งให้เป็นไอ โดยการลดความดันบรรยากาศ เพื่อให้ผลึกน้ำแข็งที่อยู่ภายในเกิดการระเหิดเป็นไอ ออกไปจากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ระดับของสุญญากาศ (vacuum) ควรอยู่ต่ำกว่า 132 Pa และ 132 mPa ตามลำดับ การระเหิดของผลึกน้ำแข็งจึงเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์การระเหิดของชั้นน้ำแข็ง (ice layer) จะเริ่มจากชั้นน้ำแข็งบริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ระเหิดไปเป็นไอ ทำให้บริเวณนี้กลายเป็นชั้นแห้ง (dry layer) จากนั้น เป็นการระเหิดของชั้นน้ำแข็งที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์ ระเหิดผ่านชั้นแห้ง ออกไปสู่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาการระเหิด ขึ้นอยู่กับ ขนาด รูปร่าง และ โครงสร้างของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

การทำแห้งขั้นที่สอง (secondary drying) เมื่อการทำแห้งขั้นต้นเสร็จสมบูรณ์ น้ำแข็งจะละลายไปหมด จะมีความชื้นที่หลงเหลืออยู่ จึงต้องมีการทำแห้งด้วยการเพื่ออุณหภูมิให้สูงขึ้น เพื่อดึงเอาความชื้นที่เหลืออกอยู่ออกถึงระดับความชื้นที่ปลอดภัยสำหรับการเก็บรักษา

ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องคือความหนาของอาหารมีผลต่อระยะเวลาการทำแห้งหากมีความหนามากจะทำให้การแทรกผ่านความร้อนเป็นไปได้น้อยความหนาของอาหารไม่ควรเกิน 15-20 mm. พื้นที่ผิวของอาหารการเพิ่มพื้นที่ผิวของอาหารจะทำให้อัตราการขจัดน้ำออกได้เร็วขึ้นการให้ความร้อนแก่อาหาร แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน และปริมาณการให้ความร้อนแก่อาหาร

การทำแห้ง Dehydration หรือการดึงน้ำออก อาจเรียกว่า drying การทำแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) ที่นิยมใช้มานาน โดยลดความชื้น (moisture content) ของอาหารด้วยการระเหยน้ำ ด้วยการอบแห้ง (dehydration) การทอด (frying) หรือการระเหิดน้ำส่วนใหญ่ในอาหารออก วัตถุประสงค์ของการทำแห้งอาหารคือการยืดอายุการเก็บรักษา การทำแห้งเป็นการลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เช่น รา (mold) ยีสต์ (yeast) แบคทีเรีย (bacteria) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (enzyme) หรือชะลอปฏิกิริยาต่างๆ ทั้งทางเคมีและทางชีวเคมีซึ่งมีน้ำเป็นส่วนร่วมและเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (food spoilage) ทำให้อาหารปลอดภัย การลดปริมาณน้ำในอาหารโดยการทำแห้ง ทำให้อาหารมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity) น้อยกว่า 0.6 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) รวมทั้งยับยั้งการสร้างสารพิษของเชื้อรา (mycotoxin) เช่น Aflatoxin เพื่อทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง การบริโภค หรือการนำไปเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปต่อเนื่องด้วยวิธีอื่นๆสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นทางเลือกของผู้บริโภคมากขึ้น

กระบวนการ freeze – drying เป็นกระบวนการทำให้แห้งโดยการ freezing สารละลายหรือ วัตถุให้เปือกก่อน แล้วทำให้น้ำแข็ง ระเหิดกลายเป็นไอกายใต้ความดันอากาศต่ำๆ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิต่ำ และทำให้เกิดการเสื่อมสลายจาก ความร้อนน้อยมาก แต่ค่าใช้จ่ายในการเตรียม ค่อนข้างสูง

ในอุตสาหกรรมยา สารละลายยาในน้ำจะถูกบรรจุในภาชนะที่เหมาะสม โดยทั่วไปใช้ vials ซึ่งจะวางลงบน shelves ที่มีการควบคุมอุณหภูมิภายใน chamber ประมาณ -40°C ผลิตภัณฑ์จะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นของแข็ง คือ น้ำแข็ง และ solid solute หลังจากผลิตภัณฑ์เกิดการแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ ระบบจะถูกทำให้ระเหิดโดยการใช้น้ำ vacuum pump ต่อมาอุณหภูมิของ shelves จะถูกทำให้เพิ่มขึ้น เรียกกระบวนการนี้ว่า primary drying และไอน้ำที่เกิดจากการระเหิดจะถูกส่งผ่านไป แล้วเกิดการกลั่นตัวใน condense chamber ที่มีอุณหภูมิประมาณ -60°C หลังจากนั้นน้ำแข็งทั้งหมดจะถูกนำออกโดยการระเหิด ผลิตภัณฑ์ยังคงมีปริมาณน้ำอยู่ประมาณ 20-50% ที่ยังละลายอยู่ภายใน amorphous portion ของ solid ที่เรียกว่า dissolved water และน้ำที่ยังหลงเหลืออยู่จะถูกนำออกไป ในขั้นตอนที่เรียกว่า secondary drying stage โดยทั่วไปขั้นตอนนี้จะใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำน้ำออกไปให้มากขึ้น

ข้อดีของเทคโนโลยี Freeze-drying ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีรักษาสภาพของผลิตภัณฑ์ให้คงสภาพเดิมลดความเสี่ยงของ การปนเปื้อนของแบคทีเรียทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง 70 -90% นำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีทางเทคโนโลยีชีวภาพ

ปัญหาสำคัญที่พบในการนำ freeze - drying มาใช้กับผลิตภัณฑ์โปรตีน คือ ปัญหาความไม่คงตัว และปัญหาที่เกิดจากในสูตรตำรับเอง นอกจากนี้ ยังอาจมีปัญหาย่อยของกระบวนการผลิตและการเลือกใช้สารช่วย โดยมักจะก่อให้เกิดปัญหาด้านความคงตัวได้ และในบางกรณีต้องมีการเติมส่วนประกอบอื่นๆ ลงไปในตำรับยา เพื่อจุดประสงค์ต่างๆ

สารช่วยเพิ่มปริมาณ (bulking agent) ได้แก่ 1. mannitol หรือ glycine โดยมีการเติมลงไปเพื่อเพิ่มความสวยงาม และป้องกันการยุบตัวของผลิตภัณฑ์ 2. Buffer and salts บ่อยครั้งจะมีการใช้ buffer เพื่อควบคุม pH และมีการเติมเกลือลงไป เพื่อจุดประสงค์ในการเป็น isotonic solution แต่ก็มีพบว่า เกลือที่มีความเข้มข้นสูงๆ อาจทำให้ pH เปลี่ยนแปลงได้ จึงควรใช้ buffer และ salts ในปริมาณน้อยๆ ให้สัมพันธ์กับปริมาณโปรตีน 3. สารที่ช่วยเพิ่มการละลายในตัวยาที่เป็น tissue plasminogen activator 4. สารช่วยที่เติมลงไป เพื่อเพิ่ม collapse temperature 5. สารช่วยเพิ่มความคงตัว (Lyoprotectant) สารที่ใส่ลงไป เพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวระหว่างการทำ freeze - drying และยังช่วยเพิ่มความคงตัวในระหว่างการเก็บ ซึ่งสารที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ พวกน้ำตาล เช่น trehalose, sucrose พวกโปรตีน เช่น human serum albumin, bovine serum albumin

แคปซูล เปลือกแคปซูล หรือเปลือกแคปซูลที่ใช้บรรจุยาส่วนมากทำมาจากเจลาตินและน้ำ โดยการแปรรูปคอลลาเจนที่มีอยู่ในผิวหนังและกระดูกของสัตว์ เช่น วัว หมู โดยเปลือกนี้จะสามารถละลายได้ที่อุณหภูมิของร่างกาย เปลือกแคปซูลแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบแข็งและแบบนิ่มแตกต่างกันที่วิธีผลิตโดยแคปซูลชนิดแข็งมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ตัวแคปซูลและฝาปิดเมื่อบรรจุยาแล้วถึงนำมาเชื่อมต่อกันพบมากในประเภทยาปฏิชีวนะ ส่วนแคปซูลแบบนิ่มเวลาผลิตจะผลิตเปลือกและบรรจุยาไปพร้อมกันใช้ในกรณีที่ตัวยาไวต่ออากาศและแสงอย่างมาก เช่น พวกน้ำมันตับปลาและวิตามินต่างๆ ตามมาตรฐานแล้วแคปซูลมีอยู่ 8 ขนาด

หน้าที่ของเปลือกแคปซูลก็เป็นภาชนะบรรจุยา แล้วนำไปส่งที่ลำไส้เล็กเพื่อดูซึมเอาไปใช้งาน โดยยาที่จำเป็นต้องบรรจุในแคปซูลนั้นพิจารณาจากเหตุผล คือ ต้องการกลบกลืนและรสชาติที่ไม่ดีของยาชนิดนั้นๆ และยังสามารถใช้ระบุเอกลักษณ์ของยา แยกชนิดโดยใช้สี ซึ่งยาเม็ดโดยทั่วไปมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถทำได้ ทั้งยังมี

กระบวนการผลิตที่สั้นและง่ายกว่ายาเม็ด ไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องแรงอัดและความร้อนที่ใช้ในการผลิต เหมาะสำหรับยาที่ไม่ทนต่อความร้อน

สริตาและชญาณี (2553) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำผักและผลไม้ชนิดผง ที่มีโปแตสเซียมสูงและโซเดียมต่ำ น้ำผักและผลไม้เป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดส่วนใหญ่จะเป็นรูปแบบพร้อมรับประทาน ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน น้ำผักและผลไม้ชนิดผงจึงเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ สะดวกในการพกพาและประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ โครงการพิเศษนี้ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำผักและผลไม้ที่มีโปแตสเซียมสูงและโซเดียมต่ำชนิดผงขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค โดยเลือกใช้สับปะรด กล้วย แอปเปิล แครอท กระเจี๊ยบและคื่นช่าย ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย มาผลิตเป็นน้ำผักและผลไม้โดยไม่ปรุงรสด้วยน้ำตาลและเกลือ จากนั้นแปรรูปเป็นผงแห้งด้วยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย และวิธีการทำแห้งเยือกแข็งสุญญากาศ ได้ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดผง 6 สูตร ได้แก่ สูตรมีกล้วยและสูตรไม่มีกล้วยที่ทำเป็นผงแห้งด้วยวิธีทำแห้งเยือกแข็งสุญญากาศ 2 สูตร สูตรมีกล้วยและสูตรไม่มีกล้วยผสมสารช่วยยึดเกาะมอลโทเดกซ์ทรีนสูตรละ 20% และ 30% ทำเป็นผงแห้งด้วยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย 4 สูตร เมื่อทำการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี analysis of variance โดยนักศึกษาคณะเภสัชศาสตร์เดียวกัน 30 คน ประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 สูตร พบว่าเครื่องดื่มสูตรมีกล้วยโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย ผสมสารช่วยยึดเกาะปริมาณ 20% ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด 4.1 (ชอบ ถึง ชอบมาก) ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในการเปรียบเทียบน้ำผักและผลไม้โดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอยใน 4 สูตร พบว่าสูตรมีกล้วยผสมสารช่วยยึดเกาะปริมาณ 20% ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด 4.1 ซึ่งไม่แตกต่างทางนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และการเปรียบเทียบเครื่องดื่มโดยวิธีทำแห้งเยือกแข็งสุญญากาศใน 2 สูตร เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี t-test พบว่าสูตรมีกล้วยและสูตรไม่มีกล้วยได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 3.7 และ 3.5 (เฉยๆ ถึง ชอบ) ตามลำดับ ซึ่งคะแนนความชอบของเครื่องดื่มทั้งสองชนิดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

สุชาดา และคณะ(2555) ได้ทำการศึกษาสภาวะการแปรรูปน้ำมะนาวเป็นมะนาวผงด้วยวิธีอบแห้งแบบแช่แข็ง(Freeze Drying) เพื่อให้เหมาะสมกับการผลิตน้ำมะนาวเชิงพาณิชย์มะนาว จัดเป็นกลุ่มของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยถูกใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อเพิ่มรสชาติในการปรุงอาหารชนิดต่าง ๆ ทั่วทุกภาคของประเทศ ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะในการที่ให้รสเปรี้ยวและมีกลิ่นหอมพิเศษของมะนาวเป็นตัวเพิ่มรส นอกจากนั้นแล้วยังถูกนำมาใช้เป็นเครื่องดื่ม เช่น น้ำมะนาว, เป็นส่วนผสมของเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ รวมถึงถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางค์, ผงซักฟอกและอื่น ๆ อีกมากมายทำให้การใช้มะนาวเพื่อการบริโภคในประเทศไทย มีปริมาณหลายพันตันต่อปี

ในภาวะการณปัจจุบันซึ่งตลาดของเครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้ได้รับการตอบสนองจากผู้บริโภคกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งน้ำมะนาวเป็นน้ำผลไม้ชนิดหนึ่งที่จะมีส่วนแบ่งในตลาดน้ำผลไม้พร้อมดื่ม ซึ่งชูประเด็นในแง่ของน้ำผลไม้เพื่อสุขภาพ อันประกอบไปด้วยวิตามินซีในปริมาณสูง ถึงแม้ว่ามะนาวสามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่ผลผลิตของมะนาวก็ขึ้นอยู่กับฤดูกาล และพบว่าในประเทศไทยประสบปัญหาการขาดแคลนของมะนาวในช่วงหน้าแล้ง ประมาณเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ซึ่งทำให้มะนาวมีราคาแพงขึ้น 5-10 เท่า ในขณะที่หน้าฝนซึ่งมีผลผลิตของมะนาวออกสู่ตลาดมากมะนาวจะมีราคาต่ำมาก ด้วยสาเหตุนี้การกระตุ้นให้เกิดการทำมะนาวผงในเชิงพาณิชย์จึงเป็นอีกทางหนึ่งที่จะช่วยป้องกันและแก้ไขปัญหาการขาดแคลนของมะนาว และช่วยพยุงราคาของมะนาวในช่วงที่

ผลผลิตออกสู่ตลาดมากได้ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจของประเทศได้อีกทางหนึ่ง แต่ปัญหาของการผลิตในเชิงพาณิชย์ในรูปของมะนาวผิวยังขาดข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพด้านความคงตัวของกลิ่นและรส รวมถึงความเหมาะสมของการบรรจุภัณฑ์ในการผลิตเชิงพาณิชย์ ทางห้องปฏิบัติการกลางเพื่อการวิเคราะห์และบริการ สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ ร่วมกับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จึงได้ทำการศึกษาหาสภาวะในการผลิตมะนาวผิวยโดยใช้ Freeze Dryer รวมถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการผลิตเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลและแนวทางในการที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาการผลิตในเชิงพาณิชย์ได้จริง อันจะสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ SME นำไปใช้ประโยชน์ อันจะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนมะนาวและช่วยแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจได้ดังกล่าว

เศรษฐกิจ(2546) ได้ทำการผลิตน้ำตำลึงผิวยโดยการทำแห้งแบบเยือกแข็ง โดยได้ศึกษาวิธีการผลิตน้ำตำลึงผิวยโดยการทำแห้งแบบเยือกแข็ง ในขั้นตอนแรกได้ศึกษาวิธีการเตรียมโดยการแปรระดับอุณหภูมิและเวลาในการลวกเพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส ผลการศึกษาพบว่า การลวกผักตำลึงที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที เพียงพอที่จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสได้ และเมื่อนำน้ำตำลึงไปทำแห้งแบบเยือกแข็งโดยการแปรปริมาณมอลโตเด็คทรีนที่ใส่เป็น 3 ระดับคือ 4, 6 และ 8% ก่อนนำไปแช่เยือกแข็ง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การแปรปริมาณมอลโตเด็คทรีนที่ระดับ 8% ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดและแตกต่างจากที่ระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากนั้นได้แปรปริมาณน้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโตสที่ระดับ 3 และ 5% ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การใส่น้ำตาลฟรุกโตสที่ระดับ 5% ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดแตกต่างจากที่ระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อนำไปศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือนพบว่า มีปริมาณเบต้าแคโรทีนเท่ากับ 1133 เรตินอลต่อ 100 กรัม ไม่แตกต่างจากตำลึงสดอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราพบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทผงขมิ้น (มผช. 168/2546)

10. เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย

- ไพโรจน์ วิริยจารี.2535. เครื่องต้ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 354 หน้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www/202.28.199.3/tdc/browse>. สืบค้นวันที่ 26 กรกฎาคม 2556.
- ศุภนารถ เกตุเจริญ. 2538. ขา. กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 65 หน้า.
- สมฤดี ไทพาณิชย์.2555. กระบวนการแปรรูปด้วยเอนไซม์และการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยของไซรับขนุนชนิดผง. ว.เทคโนโลยีการอาหาร.
- สโรบล ชโรวิกสิต และชัยรัตน์ ตั้งดวงดี. 2554. วิจัยผลของอุณหภูมิการอบแห้งและสารช่วยอบแห้งต่อคุณภาพของของน้ำสับปรดผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www/202.28.199.3/tdc/browse>. สืบค้นวันที่ 13 พฤษภาคม 2559.
- อภิญา จันทะเปี้ยว และเจือใจ กุลพันธ์. 2541. สภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตกระเจี๊ยบผง. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2541
- AACC, 1995, Approved method of the American Association of Cereal Chemists, 9th ed, American Association of Cereal Chemists St, Paul, MN.

- Birchal, V.S., Passos, M.L., Wildhagen, G.R.S. and Mujumdar, A.S. 2005. Effect of spray-dryer operating variables on the whole milk powder quality. *Drying Technology*. 23: 611-636.
- Chegini, G.R. and Ghobadian, B. 2005. Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder. *Drying Technology*. 23: 657-68.
- Goula, A.M., Adamopoulos, K.G. and Kazakis, N.A. 2004. Influence of spray drying conditions on tomato powder properties. *Drying Technology*. 22: 1129-1151.
- Grabowski, J.A., Truong, V.D. and Daubert, C.R. Nutritional and rheological characterization of spray dried sweet potato powder. *LWT-Food Science and Technology*. In Press
- Koa Joseph S.P. 2546. ชา...เลือกชาดื่ม ช้อชาเป็น. The Knowledge Center. เชียงใหม่. 152 หน้า.
- Macrae, R., R.K. Robinson, and Sadler. 1993. *Encyclopaedia of food Technology and Nutrition* Vol2. 26 กรกฎาคม 2556.
- Malik, D.D. 1995. Effects of processing conditions on the quality of spray-dried coconut milk and skim milk. Dissertation. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology.
- Roustapour, O.R., Hosseinalipour, M. and Ghobadian, B. 2006. An experimental investigation of lime juice drying in a pilot plant spray dryer. *Drying Technology*. 24: 181-188.
- Spicer, A. 1974. *advance in Preconcentration and Dehydration of food*. London: Applied Science Publishers LTD. 526 p. สืบค้นวันที่ 26 กรกฎาคม 2556.
- Tsai, P.J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B. and Jordan, B.R. 2002. Anthocyanin and antioxidant Capacity in Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) extract. *Food Research International*. 35: 351-356.

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 11.1 เผยแพร่ผลงานวิจัยโดยการตีพิมพ์เอกสารลงในวารสารทางวิชาการเช่นวารสารอาหาร วารสารคห เศรษฐศาสตร์ หรือวารสารอุตสาหกรรมเกษตร เป็นต้น
- 11.2 เผยแพร่กรรมวิธีการผลิตให้กับหน่วยงานต่างๆที่มีความประสงค์ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน หรือถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนโดยตรง
- 11.3 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ เช่นสถาบันการศึกษาด้านอาหารและโภชนาการ เกษตรกรและชุมชน ผู้ประกอบการ

การนำไปใช้ประโยชน์ในด้าน

- ☒ ด้านวิชาการ
- ☐ ด้านนโยบาย
- ☐ ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์/อุตสาหกรรม
- ☐ ด้านสังคมและชุมชน

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

สถาบันการศึกษาด้านอาหารและโภชนาการทั้งภาครัฐและเอกชน เกษตรกรและชุมชน ผู้ประกอบการ

12. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ชะมวงผงแคปซูลเพื่อสุขภาพ ให้ผู้ประกอบการขนาดย่อมหรือผู้ที่สนใจ โดยใช้เอกสารเผยแพร่กรรมวิธีการผลิตแก่ผู้ที่มีความประสงค์จะเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต

13. วิธีการดำเนินการวิจัย

13.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

13.1.1 ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของใบชะมวง โดยนำใบชะมวงที่มีระยะแก่อ่อนทั้งสองระยะ ได้แก่ระยะใบเพสลาด และระยะใบแก่ มาตรวจสอบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ค่าสี (L, a, b) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าบrix (ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด) ปริมาณเถ้า เยื่อใย วิตามินซี และความชื้น โดยทำการเตรียมใบชะมวงดังกล่าวทั้ง 2 ระยะ มาคัดแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก แล้วนำไปวิเคราะห์

13.1.2 การออกแบบการทดลอง ออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2 ปัจจัยๆ แรกได้แก่รูปแบบใบ 3 รูปแบบ (ใบแก่, ใบเพสลาด และใบแก่ผสมใบเพสลาดเท่ากัน) ปัจจัยที่สองได้แก่อัตราส่วนของใบต่อน้ำสกัด 4 ระดับ (1:0, 1:0.5, 1:0.75 และ 1:1) ได้ทั้งหมด 12 ชุดการทดลอง(3X4) ดังแสดงในตารางที่ 1 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

13.1.3 การสกัดน้ำชะมวง นำใบชะมวงที่มีระยะใบเพสลาดและใบแก่ที่ผ่านการคัดส่วนที่ไม่ต้องการออกแล้ว และอัตราส่วนน้ำสกัดต่อใบชะมวงตามตารางที่ 1 จากขั้นตอนที่ 13.1.2 กรองเพื่อแยกกากด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำชะมวงที่ได้ไปตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ และร้อยละของผลผลิต

13.1.4 การทำน้ำชะมวงผง นำน้ำชะมวงที่ได้จากขั้นตอนที่ 13.1.3 มาผสมกับมอลโตเดกซ์ตรินในอัตราส่วนร้อยละ 30, 40 และ 50 กวนให้ละลายเข้ากันดี นำไปแช่เยื่อแข็งที่อุณหภูมิ -40°C . ก่อนระเหิดด้วยเครื่อง freeze dry เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ชะมวงในรูปแบบแห้งนำไปบดให้ละเอียด บรรจุแคปซูล

13.1.5 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แล้วนำไปวัดค่าทางเคมีและกายภาพ ได้แก่

- สารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH
- ความชื้น (moisture content) นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนตามมาตรฐาน AOAC (AOAC, 2012)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (brix)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- ค่าน้ำอิสระ (a_w)
- ค่าสีและการเปลี่ยนแปลงค่าสีโดยรวม โดยใช้เครื่องวัดสีแบบฮันเตอร์
- ความหนาแน่นปรากฏ และความหนาแน่นบรรจุ โดยวิธีของ AL-Kahtani and braki (1990)
- ความหนาแน่นบรรจุ (Packed density)
- การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลใช้วิธีของ Duncan's New Multiple Rang Test

13.1.6 คำนวณหาค่าต้นทุนในการผลิต โดยการคำนวณต้นทุนดังกล่าวโดยรวมค่าใช้จ่ายแรงงาน ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 1 ชุดการทดลอง

สูตร	อัตราส่วนของใบชะมวง ต่อน้ำสัດ	รูปแบบใบชะมวง		
		ใบแก่	ใบเพสลาด	ใบแก่ผสมใบเพสลาด(1:1)
T1	1:0	1	0	0
T2	1:0.5	1	0	0
T3	1:0.75	1	0	0
T4	1:1	1	0	0
T5	1:0	0	1	0
T6	1:0.5	0	1	0
T7	1:0.75	0	1	0
T8	1:1	0	1	0
T9	1:0	0	0	1
T10	1:0.5	0	0	1
T11	1:0.75	0	0	1
T12	1:1	0	0	1

14. ระยะเวลาการวิจัย

ระยะเวลาโครงการ 1 ปี0เดือน

วันที่เริ่มต้น1 ตุลาคม 2560 วันที่สิ้นสุด30 กันยายน 2561

สถานที่ทำการวิจัย

ในประเทศ/ ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/ จังหวัด	พื้นที่ที่ทำวิจัย	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	สงขลา	ห้องปฏิบัติการ	ห้องปฏิบัติการเคมีและห้องปฏิบัติการอาหาร หลักสูตร สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

แผนการดำเนินงานวิจัย

ปี	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2561	ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	X	X										
2561	วางแผนดำเนินการวิจัย	X											
2561	ดำเนินการวิจัยระยะที่ 1		X	X	X	X							
2561	รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล สรุป					X							
2561	ส่งรายงานความก้าวหน้าระยะที่ 1						X						
2561	ดำเนินการระยะที่ 2							X	X	X	X		
2561	ส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2									X			
2561	รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล สรุป									X	X	X	X
2561	ส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์												X

15. ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย (อุปกรณ์การวิจัย โครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ) ระบุเฉพาะปัจจัยที่ต้องการเพิ่มเติม)

ประเภท	ชื่อครุภัณฑ์/ สิ่งก่อสร้าง	สถานภาพใน หน่วยงาน	รายละเอียด	เหตุผลและความ จำเป็น	ประมาณการ ราคา
ครุภัณฑ์		มี			
สิ่งก่อสร้าง		ไม่มี			

16. งบประมาณของโครงการวิจัย

ปี	ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	จำนวน (บาท)
2561	งบบุคลากร	ค่าจ้างผู้ช่วยนักวิจัย	0
2561	งบดำเนินการ : ค่าตอบแทน	ค่าตอบแทนนักวิจัย 10% จากงบดำเนินงาน	17,000
2561	งบดำเนินการ : ค่าใช้สอย	ค่าจ้างทำรายงานฉบับสมบูรณ์ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ค่าวิเคราะห์ตัวอย่าง	2,000 3,000 25,000

ปี	ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	จำนวน (บาท)
2561	งบดำเนินการ : ค่าวัสดุ	ค่าวัสดุสำนักงาน วัสดุบริโภค ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ ค่าสารเคมีอื่นๆ ค่าวัสดุเชื้อเพลิง	1,000 5,000 50,000 80,000 4,000
2561	งบดำเนินการ : ค่าสาธารณูปโภค	ค่าสาธารณูปโภค (ค่าน้ำ+ค่าไฟฟ้า) 10% ของงบดำเนินการ	17,000
2561	งบดำเนินการ : ค่าธรรมเนียมอุดหนุน สถาบัน		0
	รวมตลอดโครงการ	(สองแสนสี่พันบาทถ้วน)	204,000

หมายเหตุ: ขอถัวเฉลี่ยจ่ายค่าใช้จ่ายทุกรายการ โดยจะเบิกจ่ายตามหลักเกณฑ์ที่ระเบียบกำหนดและไม่เกินวงเงินที่ได้รับอนุมัติ

17. ผลสำเร็จ

ปี	ผลสำเร็จที่คาดว่าจะได้รับ	ประเภท
2561	ได้ทราบกรรมวิธีแปรรูปที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์จากชะมวงบรรจุแคปซูล เป็นอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ ทราบคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ตลอดจนคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์	Primary Result
2561	ได้ผลงานเผยแพร่แก่ชุมชน หรือผลงานวิจัยตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการระดับชาติ	Intermediate Result

18. โครงการวิจัยต่อเนื่อง (คำรับรองจากหัวหน้าโครงการวิจัยว่าโครงการวิจัยได้รับการจัดสรรงบประมาณจริงใน ปีงบประมาณที่ผ่านมา)

-

19. คำชี้แจงอื่น ๆ (ถ้ามี)

-

20. ลงลายมือชื่อ หัวหน้าโครงการวิจัย พร้อมวัน เดือน ปี

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงษ์เทพ เกิดเนตร)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่..... เดือน พ.ศ.