

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออก

ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การแปรรูปและการใช้ประโยชน์ผลสำรอง

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Processing and Utilization of Malva nut

คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : สุปรียา สุขเกษม กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว
และแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผู้ร่วมงาน : ศุภมาศ กลิ่นขจร กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว
และแปรรูปผลิตผลเกษตร

บทคัดย่อ

การผลิตสารให้ความคงตัวจากผลสำรอง เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ผลสำรองที่เป็นพืชพื้นเมืองทางภาคตะวันออกของไทย ดำเนินการที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรในปี 2556-2558 โดยการแยกเนื้อจากผลสำรองแห้งมาบดเป็นผง การแยกวันสำรองมาทำให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง พบว่าผงเนื้อสำรอง ผงวันสำรองอบแห้งและผงวันสำรองทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม มีปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.6 ปริมาณความชื้น 13.11, 4.86 และ 5.53% ปริมาณน้ำมัน 0.31, 0.15 และ 0.11% ปริมาณโปรตีน 4.05, 4.21 และ 4.40% ปริมาณเส้นใย 10.98, 11.26 และ 11.93% ปริมาณเถ้า 6.03, 6.19 และ 5.94% และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 65.52, 73.33 และ 72.09% ตามลำดับ เมื่อนำมาเติมในน้ำมัจจุผสมโยเกิร์ตพบว่าน้ำมัจจุผสมผงวันสำรองจากการอบแห้งปริมาณ 3% โดยน้ำหนัก ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด การเติมผงสำรองในน้ำสลัดมัจจุโดยเติมทดแทนแป้งข้าวโพด 2% โดยน้ำหนัก พบว่ามีน้ำมันแยกตัวออกมา จึงได้ปรับลดปริมาณน้ำมันพืชจาก 17.50% เป็น 16.00% และเพิ่มปริมาณน้ำเป็น 2.75% โดยสูตรที่เติมผงเนื้อสำรองปริมาณ 2% น้ำมันพืช 16.00% และน้ำ 2.75% จะได้น้ำสลัดที่มีความหนืดและคงตัวดีเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 30 วัน การนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงและวันสับปะรดพร้อมดื่ม จากการเติมผงสำรองในปริมาณเท่ากับปริมาณคาราจีแนนในสูตรเยลลี่มะม่วง และปริมาณวันในวันสับปะรดพร้อมดื่ม พบว่าไม่มีการจับตัวกัน ซึ่งวันสับปะรดพร้อมดื่มผสมผงสำรองได้รับคะแนนในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมในระดับไม่ชอบเล็กน้อยทุกตัวอย่าง ขณะที่เยลลี่มะม่วงผสมผงสำรองได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย จึงได้ปรับสูตรเยลลี่มะม่วงโดยการเติมผงวันสำรองอบแห้ง 1.2% และคาราจีแนน

0.3% โดยน้ำหนักจะได้เยลลี่ที่มีการจับตัวเป็นก้อนและได้รับการยอมรับรวมสูงที่สุด เมื่อนำน้ำสลัดมังคุดผสมผงสำรองและเยลลี่มะม่วงผสมผงสำรองไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า การบริโภคน้ำสลัดมังคุดผสมผงสำรอง 100 กรัมจะได้รับพลังงาน 304.35 กิโลแคลอรี เป็นพลังงานจากไขมัน 175.59 กิโลแคลอรี และการบริโภคเยลลี่มะม่วงผสมผงสำรอง 100 กรัมจะได้รับพลังงาน 129.24 กิโลแคลอรี

Production of stabilizer from malva nut for enhancing the utilization of indigenous Malva nut in the eastern province of Thailand was performed at Postharvest and Processing Research and Development Division during 2013-2015. The research was studied on ground flesh of dry malva nut and the powder of dry malva nut jelly which was prepared by separated the jelly of the malva nut flesh after that two drying methods were applied, hot air oven at 70 °C and drum drier. The color of ground flesh of dry malva nut, hot air dried malva nut jelly powder and drum dried malva nut jelly powder was dark brown, Aw was less than 0.6, the moisture content as 13.11, 4.86 and 5.53%, oil content as 0.31, 0.15 and 0.11%, protein content as 4.05, 4.21 and 4.40%, fiber content as 10.98, 11.26 and 11.93%, ash content as 6.03, 6.19 and 5.94%, carbohydrate content as 65.52, 73.33 and 72.09%, respectively. After that it was added into food products, the result showed that mangosteen juice with 3% hot air dried malva nut jelly powder received the highest overall acceptance score. Moreover, it was added into mangosteen salad dressing to substitute maize flour 2% (w/w) but oil separation was occurred. Then oil content in recipe of salad dressing was reduced from 17.50% to 16.00% and water content was increased to 2.75%. Mangosteen salad dressing with 2% the ground flesh of dry malva nut, 16% vegetable oil and 2.75% water had proper viscosity and high stability when it was kept at room temperature more than 30 days. For mango jelly and pineapple jelly drink, malva nut powder was equally added as carrageenan and agar in the recipe. It was found that the products did not set. Pineapple jelly drink with malva nut powder received the slightly dislike score in appearance, color, flavor, texture and acceptance. Whilst, mango jelly with malva nut powder received the slightly like score. Then the recipe of mango jelly was modified by adding malva nut powder 1.2% (w/w) and carrageenan 0.3% (w/w). Mango jelly would well set and received the highest overall acceptance. For the nutritional value, consuming 100 grams of mangosteen salad dressing with malva nut powder would receive 304.55 Kcal and the energy from fat was 175.59 Kcal. Consuming 100 grams of mango jelly with malva nut powder received 129.24 Kcal.

สารรองเป็นพืชสมุนไพรที่มีชื่อสามัญคือ Malva nut ลูกสำรองมีลักษณะเป็นผลแห้ง เมื่อนำมาแช่น้ำ จะมีความสามารถในการดูดน้ำสูงและมีลักษณะคล้ายวุ้น ลูกสำรองประกอบด้วยใยอาหาร 64.12-76.45% รองลงมาคือ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คัดเป็น 15.31-16.86, 5.84-27.90, 3.75-9.50 และ 0.41-9.50% ตามลำดับ ใยอาหารของลูกสำรองจัดเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำ (water soluble dietary fiber) ที่เป็นสารเมือก หรือมิวซิเลจ (mucilage) จะพองตัวได้ดีในน้ำ และมีความสามารถในการดูดซับน้ำถึง 40-45 มิลลิลิตร/กรัม ทำให้เกิดเป็นเจลหรือเป็นวุ้นได้โดยไม่ต้องอาศัยความร้อน รวมทั้งเกิดเป็นสารชั้นหนืดที่สามารถเคลือบกระเพาะอาหารและลำไส้ และยังทำให้อาหารมีความหนืดเพิ่มขึ้น มีผลให้อาหารเคลื่อนตัวช้าลงอยู่ในระบบอาหารนานขึ้น ช่วยลดระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด ช่วยขจัดพิษจากโลหะบางชนิดในร่างกาย ช่วยควบคุมการทำงานของระบบทางเดินอาหาร การย่อย และการดูดซึมสารอาหารในร่างกาย ช่วยเพิ่มกากใยอาหารในลำไส้ใหญ่ จึงช่วยลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ (นันทวัน และอรุณช, 2543; ดวงจันทร์, 2545; นุชนาฏ, 2549 และ น้ำฝน, 2556)

การศึกษาการสกัดแยกสารเมือกจากสำรองและการนำมาใช้ประโยชน์มีการดำเนินการอย่างหลากหลาย มีการนำสารเมือกจากสำรองมาใช้ในหลายรูปแบบทั้งแบบเป็นวุ้น และเป็นผง โดยทั่วไปนิยมนำลูกสำรองมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ส่วนงานวิจัยอื่น เช่น วรรณญา และคณะ (2555) ได้นำผลสำรองแห้งมาแช่น้ำจนผลพองเต็มที่ ทำการแยกเปลือก เมล็ด เส้นใยออก นำส่วนที่เหลือไปเข้าตู้อบลมร้อน 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง นำมาบดละเอียด แล้วนำไปวิเคราะห์ใยอาหารพบว่า มีปริมาณ 76.45% Singthong *et al.* (2007) ได้แยกเนื้อสำรองด้วยน้ำอัตราส่วนลูกสำรองแห้งต่อน้ำ 1:75 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่สภาวะเป็นกลาง (pH 6.5 - 7.0) จะได้วุ้นสำรองที่มีความหนืดและความแข็งแรงของเจลสูง มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 71.16% ศิริรัตน์ (2554) ได้ผลิตและใช้สำรองผงเป็นสารเพิ่มความข้นหนืดในน้ำแป้ง โดยสกัดแยกเนื้อสำรองด้วยสำรองแห้ง:น้ำ 1:75 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ได้ปริมาณผลผลิต 53.68% ของน้ำหนักสำรองแห้ง แล้วพอกสีด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 1% อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง แบบลูกกลิ้งหมุนและแบบอบลมร้อน พบว่าการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งทำให้อสำรองมีความหนืด ค่าสี (L*) และความสามารถในการดูดซับน้ำสูงกว่าการทำแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนและแบบอบลมร้อน แต่ต้นทุนสูง จึงได้เลือกวิธีทำแห้งแบบอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่มีต้นทุนต่ำ แต่ได้สำรองผงที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เมื่อนำสำรองผงที่ได้มาใช้เพิ่มความข้นหนืดในน้ำแป้งเพื่อชุปไก่ทอด พบว่าน้ำแป้งมีความหนืด ปริมาณยึดเกาะ และความสามารถในการรักษาน้ำเพิ่มขึ้น แต่ค่าสีลดลง สามารถเติมในปริมาณ 0.25 และ 0.50 กรัม จะช่วยลดปริมาณการใช้แป้งสาสิ่ง 10 และ 20 กรัม โดยที่ผู้ชิมให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างจากน้ำแป้งสูตรทางการค้า และสูตรมาตรฐาน แต่ความชอบในการอมน้ำมันต่ำกว่า นอกจากนี้มีการนำสำรองมาเป็นเครื่องดื่ม และเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น การใช้เนื้อสำรองในผลิตภัณฑ์หมุยอ โดยพบว่าสูตรที่มีการทดแทนไขมันสัตว์ที่ 50% จะได้รับการยอมรับ (Juthong *et al.*, 2007) การใช้วุ้นสำรองทดแทนไขมันในเค้กบราวน์ ผู้ชิมให้การยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติของบราวน์ที่ใช้วุ้นสำรองทดแทนเนยได้ 25-50% มากกว่าสูตรควบคุม แต่เมื่อเพิ่มวุ้นสำรองในปริมาณมากกว่า 75% ผู้ชิมจะยอมรับโดยรวมลดลง บราวน์สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

คือสูตรที่ใช้วันสำรองทดแทนเนย 50% (อูเลียส และคณะ, 2552) การผลิตเยลลี่อ่อนและเยลลี่แข็งที่ทำจากน้ำชา มะนาวผสมเนือลูกสำรอง 7% (ชนัญชิตา และคณะ, 2556) จากสมบัติของลูกสำรองในการทำให้อาหารมีความชื้น หนืดซึ่งเป็นสมบัติสำคัญของสารให้ความคงตัว ดังนั้นจึงเห็นควรศึกษาวิจัยในการนำลูกสำรองมาผลิตเป็นสารให้ความคงตัว เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์จากลูกสำรอง

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ผลสำรองจากจังหวัดจันทบุรี
2. เครื่องหาปริมาณน้ำมัน Soxtec System ของ TECATOR Model HT 6
3. เครื่องวิเคราะห์โปรตีนเครื่องหาปริมาณโปรตีน ของ Gerhardt ประกอบด้วย
 - ชุดย่อย Model KB 20
 - ชุดกลั่น Model Vapodest
4. เครื่องหาปริมาณเส้นใย VELP Scientifica Model FIWE
5. เครื่องหาปริมาณน้ำอิสระ (Aw)
6. เครื่องวัดสี
7. ตู้อบไฟฟ้า (oven) MEMMERT Model U 40
8. เตาเผา Stuart Scientific
9. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ MEMMERT
10. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
11. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide)
12. สารตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether, bp 40-60°C)
13. กรดซัลฟูริก (sulfuric acid)
14. กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid)
15. เอทานอล (ethanol)
16. เครื่องแก้วและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์อื่น ๆ

วิธีการ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกสำรอง

นำลูกสำรองแห้งมาทำความสะอาดแล้วแช่น้ำ 1 คืน แยกส่วนเปลือกและรุ้นออกมา นำทั้งสองส่วนมาอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนแห้ง บดเป็นผง นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใย ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์โบไฮเดรต

- วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

ตั้งอุณหภูมิตู้อบที่ 103 ± 2 องศาเซลเซียส อบด้วยอุณหภูมิเนียมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด 0.0001 กรัม และชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้อย่างละเอียดใส่ถ้วยอลูมิเนียม 10 กรัม นำไปอบในตู้อบ อบจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ แล้วนำออกมาใส่โถดูดความชื้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก นำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 100$$

$$W = \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

$$W_1 = \text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบและน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม}$$

- วิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันด้วยเครื่อง Soxtec System

ชั่งตัวอย่างอย่างละเอียด 3 กรัมใส่ในกระตาะกรอง แล้วพับให้มิดชิดใส่ลงในทิมเบิล (thimble) ต่อทิมเบิลเข้าเครื่อง เทสารทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ 45 มิลลิลิตรใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้ว หลังจากนั้นนำถ้วยอลูมิเนียมไปวางบนแผ่นให้ความร้อนของเครื่อง ปรับตำแหน่งให้ตัวอย่างแช่ลงในตัวทำละลายเป็นเวลา 40 นาที แล้วปรับตำแหน่งให้ตัวอย่างยกขึ้นมาให้ตัวทำละลายที่ควบแน่นแล้วชะผ่านตัวอย่างลงในถ้วยเป็นเวลา 40 นาที หลังจากนั้นระเหยตัวทำละลาย แล้วจึงนำถ้วยอลูมิเนียมออกจากเครื่องมาอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำออกมาใส่โถแก้วดูดความชื้นจนเย็น แล้วนำไปชั่งปริมาณน้ำมันที่ได้

$$\text{น้ำมัน (\%)} = \frac{W_1 \times 100}{W}$$

$$W = \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

$$W_1 = \text{น้ำหนักน้ำมันที่ได้}$$

- วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนด้วยเครื่อง Gerhardt System

ชั่งตัวอย่างอย่างละเอียด 0.6 กรัมใส่ในหลอดย่อย เติมสารเร่ง จำนวน 2 เม็ดและกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตรเขย่าเบา นำไปย่อยบนเครื่องย่อยจนได้สารละลายใส แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำไปต่อกับเครื่องกลั่น แล้วนำขวดแก้วซึ่งบรรจุกรดบอริกเข้มข้น 4% ที่มีสารละลาย bromocresol green และ methyl red เป็นอินดิเคเตอร์ปริมาณ 25 มิลลิลิตรมารองรับส่วนที่กลั่นได้ เครื่องจะเติม น้ำกลั่นและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40% ลงในหลอดย่อยที่เตรียมไว้ในเครื่องกลั่นโดยอัตโนมัติ แล้วเปิด steam เพื่อกลั่นตัวอย่าง เมื่อกลั่นเสร็จปิด steam ถอดหลอดย่อยออก และนำขวดแก้วที่รองรับส่วนที่กลั่นได้มาไตเตรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานเข้มข้น 0.1 N จนได้สารละลายสีชมพู บันทึกปริมาณของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานที่ใช้ นำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} = \frac{14.01 \times (A - B) \times N}{W \times 10}$$

A = ปริมาณของกรดที่ใช้ในการไตเตรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาณของกรดที่ใช้ในการไตเตรตกับ blank

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

W = น้ำหนักของตัวอย่างเป็นกรัม

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน} \times 6.25$$

- วิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย (crude fiber) ด้วยเครื่อง FIWE

บดตัวอย่างที่สกัดน้ำมันออกแล้วซึ่งใส่ในถ้วยแก้ว (glass crucible) อย่างละเอียด 0.5-0.6 กรัม เติมสารช่วยกรอง 0.5 กรัม นำไปต่อเข้าเครื่อง แล้วเติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.25% ที่ทำให้ร้อนก่อน แล้วปริมาณ 150 มิลลิลิตร เติม n-octanol จำนวน 3-5 หยด หลังจากส่วนผสมเดือดต้มต่อไปอีก 30 นาที เปิดส่วนสุญญากาศ (vacuum) เพื่อดูดสารละลายออก ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน ๆ ปริมาณ 30 มิลลิลิตร 3 ครั้ง แต่ ละครั้งเปิดส่วนความดัน (pressure) เพื่อดันให้อากาศผ่านฐานของถ้วยแก้ว ทำให้ส่วนผสมในถ้วยคลุกเคล้ากันดี หลังจากนั้นปล่อยน้ำกลั่นที่ล้างครั้งสุดท้ายออก เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.25% ที่ทำให้ ร้อนไว้ก่อนแล้วปริมาณ 150 มิลลิลิตร เติม n-octanol จำนวน 3-5 หยด หลังจากส่วนผสมเดือดต้มต่อไปอีก 30 นาที ระบายสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ออก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนทำซ้ำ 3 ครั้ง ล้างด้วยน้ำกลั่น เย็นอีก 1 ครั้ง แล้วล้างด้วยอะซิโตนปริมาณ 25 มิลลิลิตร 3 ครั้ง เปิดส่วนให้ความร้อนเข้าทุกครั้ง หลังจากนั้น นำถ้วยแก้วออกจากเครื่องเข้าตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เมื่อนำออกมาซึ่งจะได้ค่าน้ำหนักของเส้นใยรวมกับเถ้า(น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา) นำไปหาปริมาณเถ้าโดยเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักจะได้น้ำหนักเถ้า(น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา) แล้วจึงนำค่าน้ำหนักทั้งหมดมาคำนวณหาปริมาณของเส้นใย

$$\text{ปริมาณเส้นใย (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

- วิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

ชั่งตัวอย่างอย่างละเอียด 2 กรัมใส่ลงในครุชีเปิดที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วนำไปวางบนแผ่นให้ความร้อน ให้ความร้อนอย่างช้าๆ ค่อยๆเพิ่มความร้อนจนตัวอย่างเป็นสีดำและหมดควัน จึงนำเข้าเตาเผาไฟฟ้า เเผาที่อุณหภูมิ 600°C นาน 2 ชั่วโมง ปิดเครื่องทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลง นำมาใส่ถ้วยแก้วดูความชื้นจนเย็นนำไปชั่ง นำค่าน้ำหนักมาคำนวณหาปริมาณของเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

- วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

วิเคราะห์โดยนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาลบจาก 100 จะได้ปริมาณของคาร์โบไฮเดรต

2. ศึกษาการทำผงสำรองและวิเคราะห์คุณภาพ

2.1 การผลิตผงเนื้อสำรอง นำผลสำรองแห้งมาชูดเฉพาะเนื้อแล้วบดให้เป็นผง

2.2 การผลิตผงวุ้นลูกสำรองอบแห้ง นำผลสำรองแห้งมาทำความสะอาดแล้วแช่น้ำ 1 คิน นำส่วนวุ้นของลูกสำรองที่แช่น้ำจนพองได้ที่ ทำให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นน้อยกว่า 10% แล้วบดเป็นผง บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิท

2.3 การผลิตผงวุ้นลูกสำรองทำให้ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง นำผลสำรองแห้งมาทำความสะอาดแล้วแช่น้ำ 1 คิน นำส่วนวุ้นของลูกสำรองที่แช่น้ำจนพองได้ที่ ทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง อุณหภูมิประมาณ 120-122 องศาเซลเซียส บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิท

นำผงสำรองที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่องหาปริมาณน้ำอิสระ (Aw) ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี และทดสอบการพองตัว

3. ทดสอบการใช้ผงสำรองที่ได้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร

โดยทดลองเติมผงสำรองที่ได้จากข้อ 2.1, 2.2 และ 2.3 ในน้ำมัจคุดผสมโยอาหาร ดัดแปลงจากสูตรของศุภมาศและคณะ (2552) น้ำสลัดมัจคุดดัดแปลงจากสูตรของศุภมาศและคณะ (2553)

3.1 การทดสอบในน้ำมัจคุดผสมโยอาหาร

สูตรน้ำมัจคุดผสมโยอาหารประกอบด้วย น้ำมัจคุด 1,000 กรัม น้ำตาลทราย 160 กรัม กรดซิตริก 2.5 กรัม น้ำ 837.5 กรัม และเติมผงสำรองแทนผงเมล็ดแมงลัก 6 กรัม ซึ่งส่วนผสมตามสูตร ตั้งน้ำให้ร้อน จากนั้นเติมน้ำตาลทรายกรดซิตริก และผงสำรอง คนต่อเนื่องจนละลาย แล้วเติมน้ำมัจคุดและให้ความร้อนจนถึง 85 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที เพื่อฆ่าเชื้อ บรรจุขวดขณะร้อนพร้อมปิดฝา แช่ในน้ำจืดเย็น จากนั้นเก็บรักษาในตู้เย็น นำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 10 คน ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale กำหนดให้ 1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุด

3.2 การทดสอบในน้ำสลัดมัจคุด

สูตรน้ำสลัดมัจคุดประกอบด้วย น้ำมัจคุด 355 กรัม น้ำมันพืช 174.5 กรัม น้ำส้มสายชู 150 กรัม น้ำตาลทราย 202.5 กรัม ไข่แดง 70 กรัม เกลือ 12.5 กรัม ผงมัสดาร์ต 2.5 กรัม พริกไทย 2.5 กรัม น้ำ 10.5 กรัม และเติมผงสำรองแทนแป้งข้าวโพด 20 กรัม ซึ่งส่วนผสมตามสูตร ผสมของแห้งต่างๆเข้าด้วยกัน ผสมน้ำและน้ำมัจคุดเข้าด้วยกัน แล้วเติมของแห้งที่ผสมเข้ากันแล้วคนผสมด้วยเครื่องตีไข่จนน้ำตาลทรายและเกลือละลาย ค่อยๆเติมน้ำมันพืชทีละน้อยและตีผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน ค่อยๆเติม

น้ำส้มสายชูที่ละน้อยและตีผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปให้ความร้อนจนถึง 85 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เพื่อฆ่าเชื้อ บรรจุในภาชนะปิดสนิทปิดฝา บันทึกลักษณะปรากฏที่ระยะเวลาต่างๆ

4. ปรับสูตรน้ำสลัดมังคุดผสมที่เติมผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัว

ทำการปรับสูตรน้ำสลัดมังคุดผสมผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัวโดยแปรปริมาณน้ำมันจากสูตรพื้นฐานที่มี 17.50% เป็น 15.00 และ 16.00% และปริมาณน้ำจากสูตรพื้นฐานที่มี 1.00% เป็น 2.75 และ 3.75% เพื่อให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสม บันทึกลักษณะปรากฏเปรียบเทียบกับน้ำสลัดมังคุดสูตรพื้นฐาน

5. ทดสอบการใช้ผงสำรองในผลิตภัณฑ์เยลลี่ผลไม้และวุ้นผลไม้พร้อมดื่ม

นำมาทดสอบผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์เยลลี่ผลไม้และวุ้นผลไม้พร้อมดื่ม เพื่อเพิ่มใยอาหาร โดยทดลองเติมผงสำรองที่ได้จากข้อ 2.1 และ 2.2 คือผงเนื้อสำรอง และผงวุ้นลูกสำรองอบแห้ง ในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วง และวุ้นสับปะรดพร้อมดื่ม ดัดแปลงจากสูตรของชุดวิชาและคณะ (2553)

5.1 การทดสอบในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วง

เยลลี่มะม่วงประกอบด้วย เนื้อมะม่วง 200 กรัม น้ำตาลทราย 200 กรัม กรดซิตริก 2 กรัม แปรปริมาณน้ำ 586, 589 และ 592 กรัม และแปรปริมาณเติมผงสำรอง 6, 9, 12 และ 15 กรัม ซึ่งส่วนผสมตามสูตร ผสมน้ำตาลทรายและผงสำรอง ตั้งน้ำให้ร้อน จากนั้นเติมน้ำตาลทรายและผงสำรอง คนต่อเนื่องจนละลาย แล้วเติมเนื้อมะม่วงบดละเอียดและกรดซิตริก คนจนเป็นเนื้อเดียวกัน และให้ความร้อนจนถึง 85 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที เพื่อฆ่าเชื้อ เทใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ รอให้เย็น ปิดฝา จากนั้นเก็บรักษาในตู้เย็น

5.2 การทดสอบในผลิตภัณฑ์วุ้นสับปะรดพร้อมดื่ม

ส่วนผสมประกอบด้วยน้ำสับปะรด 500 กรัม น้ำตาลทราย 100 กรัม กรดซิตริก 1.0 กรัม แปรปริมาณน้ำ 384, 387 และ 500 กรัม และแปรปริมาณผงสำรอง 2.8, 12.0 และ 15.0 กรัม ซึ่งส่วนผสมตามสูตร นำน้ำตาลทราย กรดซิตริกและผงสำรองมาผสมให้เข้ากัน นำน้ำสะอาดตั้งไฟ ใส่ส่วนผสมที่เตรียมไว้คนจนละลาย ใส่น้ำสับปะรดที่เตรียมไว้ คนให้เข้ากัน ให้ความร้อนจนถึง 85°C นาน 5 นาที เพื่อฆ่าเชื้อ บรรจุใส่ถ้วยพลาสติกชนิด PP ขณะร้อน ปิดฝา และหล่อน้ำเย็นทันที

บันทึกลักษณะปรากฏ และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 10 คน ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale กำหนดให้ 1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุดเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงและผลิตภัณฑ์วุ้นสับปะรดพร้อมดื่มสูตรพื้นฐาน

6. ปรับสูตรเยลลี่มะม่วงที่เติมผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัว

ทำการทดลองปรับสูตรเยลลี่มะม่วงที่เติมผงสำรองโดยแปรปริมาณเนื้อมะม่วงจากสูตรพื้นฐานที่มี 200 กรัม เป็น 300 กรัม และปริมาณน้ำจากสูตรพื้นฐานที่มี 589 กรัม เป็น 483, 486 และ 583 กรัม

แปรปริมาณคาร์โบไฮเดรต 0 และ 3 กรัม และแปรปริมาณผงสำรอง 12.0 และ 15.0 กรัม เพื่อให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสม บันทึกลักษณะปรากฏเปรียบเทียบกับเยลลี่มะม่วงสูตรพื้นฐาน

7. วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้

เวลาและสถานที่

เวลา ตุลาคม 2555 – กันยายน 2558

สถานที่ ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกสำรอง

องค์ประกอบทางเคมีลูกสำรอง เมื่อนำผลลูกสำรองไปแช่น้ำ ผลลูกสำรองจะพองตัวได้ประมาณ 30.47 เท่า และมีองค์ประกอบทางเคมี ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 65.06%

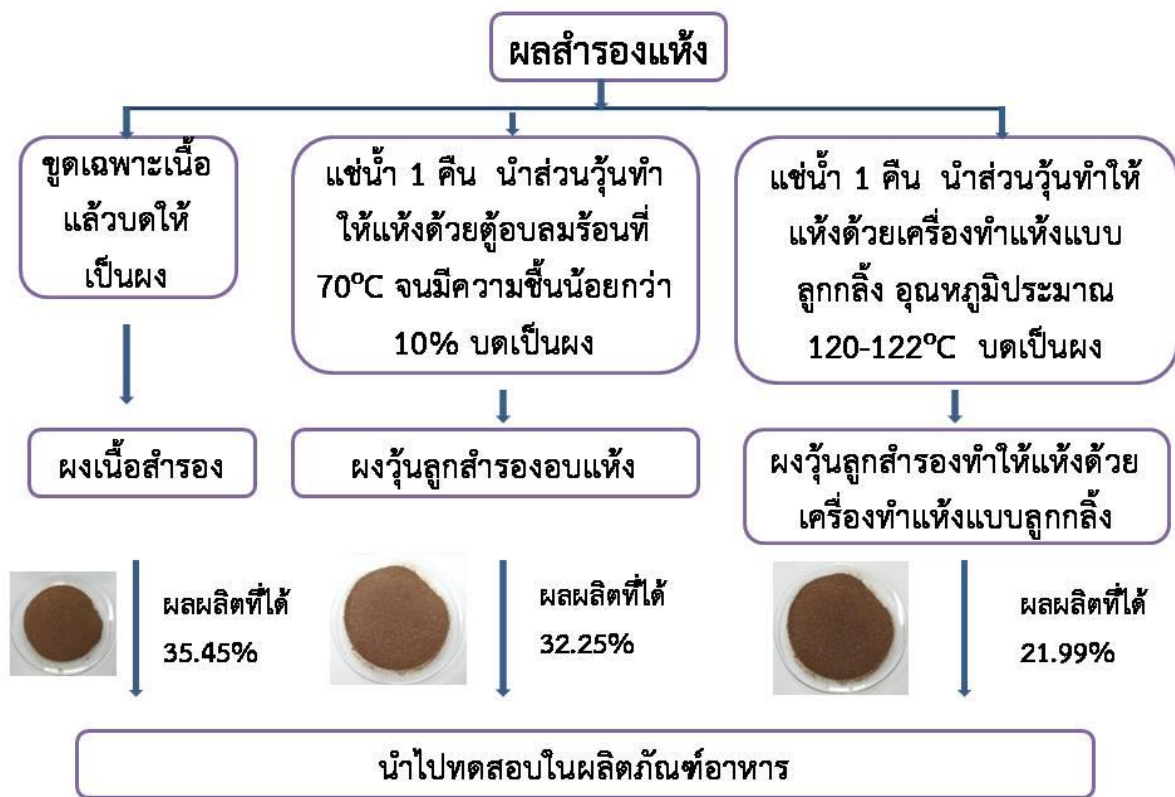
ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของลูกสำรอง

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	น้ำมัน (%)	โปรตีน (%)	เส้นใย (%)	เถ้า (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)
วุ้นสำรองอบแห้ง	13.21	0.38	4.05	11.10	6.20	65.06
เปลือกสำรองอบแห้ง	15.08	0.81	4.54	11.55	5.70	62.32

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Singthong *et al.* (2007) ได้สกัดแยกสำรองด้วยน้ำ พบว่าผงสำรองมีปริมาณความชื้น 10.26% โปรตีน 4.47% น้ำมัน 0.10% เถ้า 8.07% และคาร์โบไฮเดรต 77.16% วรรณญาและคณะ (2554) พบว่าผงสำรองที่สกัดด้วยน้ำแล้วอบแห้ง มีปริมาณความชื้น 15.31% โปรตีน 3.75% น้ำมัน 0.41% เถ้า 5.84% และ dietary fiber 76.45% และพร้อมลักษณะและคณะ (2554) ได้วิเคราะห์ผงสำรองตราพุทธรักษาจากกลุ่มผู้ผลิตพืชสมุนไพร บ้านเกาะลอย จังหวัดจันทบุรี พบว่ามีปริมาณความชื้น $7.00 \pm 0.08\%$ โปรตีน $2.21 \pm 0.20\%$ น้ำมัน $0.24 \pm 0.01\%$ เถ้า $5.42 \pm 0.20\%$ เส้นใย $1.18 \pm 0.27\%$ และ dietary fiber $82.45 \pm 0.16\%$ จะเห็นว่าผงวุ้นสำรองจะมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด และปริมาณน้ำมันน้อยที่สุด

2. ศึกษาการทำผงสำรองและวิเคราะห์คุณภาพ

จากการผลิตผงสำรองจะได้ผงสำรองสีน้ำตาลที่มี Aw น้อยกว่า 0.6 โดยการแยกส่วนเนื้อของผลสำรองแห้ง การทำแห้งวันสำรองด้วยตู้อบลมร้อนและเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง พบว่าการผลิตผงสำรองจากการแยกเนื้อจากผลแห้งได้ผลผลิตสูงที่สุด คือ 35.45% โดยน้ำหนักของผลสำรองแห้ง รองลงมาคือการทำแห้งวันสำรองด้วยตู้อบลมร้อนและเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งตามลำดับ (ภาพที่ 1) เนื่องจากการแยกเนื้อจากผลแห้งจะมีการสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิตน้อย ขณะที่การทำแห้งวันสำรองด้วยเครื่องเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งจะได้ผลผลิตน้อยที่สุด เนื่องจากมีผงวันสำรองบางส่วนติดอยู่ที่เครื่องไม่สามารถเก็บผลผลิตได้จึงมีการสูญเสียมากที่สุด และเมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าผงเนื้อสำรองมีปริมาณความชื้น (13.11%) และน้ำมัน (0.31%) สูงกว่าผงวันสำรอง ส่วนองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 1 การผลิตผงสำรอง

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของผงวันลูกสำรองที่ทำให้แห้งด้วยวิธีต่างๆ

ตัวอย่าง	ผลผลิตที่ได้ (%)	ความชื้น (%)	น้ำมัน (%)	โปรตีน (%)	เส้นใย (%)	เถ้า (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	Aw	สี		
									L*	a*	b*
ผงเนื้อสำรอง	35.45	13.11	0.31	4.05	10.98	6.03	65.52	0.57	48.67	6.78	9.40
ผงวันลูกสำรองอบแห้ง	32.25	4.86	0.15	4.21	11.26	6.19	73.33	0.20	46.15	6.32	7.00

ผงวุ้นลูกสำรองทำแห้งด้วย เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง	21.99	5.53	0.11	4.40	11.93	5.94	72.09	0.36	41.73	6.86	4.56
--	-------	------	------	------	-------	------	-------	------	-------	------	------

เมื่อนำไปทดสอบการพองตัวของผงสำรองที่ได้ ผงเนื้อสำรองจะมีการพองตัวได้ 5 มิลลิลิตร ภายใน 5 นาทีและไม่พองตัวเพิ่ม ผงวุ้นสำรองอบแห้งจะมีการพองตัวได้ 6 มิลลิลิตรภายใน 5 นาทีและพองตัวเพิ่ม 1-2 มิลลิลิตรภายใน 60 นาที ขณะที่ผงวุ้นลูกสำรองทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งจะมีการพองตัวได้ 6 มิลลิลิตรภายใน 5 นาทีและพองตัวเพิ่มเป็น 10 มิลลิลิตร ภายใน 45 นาทีเมื่อนำไปทดสอบการพองตัวของผงสำรองที่ได้ ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบการพองตัวของผลิตภัณฑ์ผงสำรองที่ได้

ตัวอย่าง	ปริมาตร (มิลลิลิตร)			
	ที่ 15 นาที	ที่ 30 นาที	ที่ 45 นาที	ที่ 60 นาที
เนื้อสำรองผง	5	5	5	5
ผงวุ้นลูกสำรองอบแห้ง	6	7	8	8
ผงวุ้นลูกสำรองทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้ง แบบลูกกลิ้ง	6	9	10	10

3. ทดสอบการใช้ผงสำรองที่ได้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร

จากการทดลองเติมผงสำรองที่ได้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุผสมโยเกิร์ตอาหารดอง ภาพที่ 2 เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม พบว่า น้ำมัจจุผสมโยเกิร์ตที่เติมผงวุ้นสำรองจากการอบแห้งได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด 6.90 โดยมีความชอบด้านรสชาติอยู่ในระดับชอบปานกลางและด้านสีอยู่ในระดับเฉยๆในทุกตัวอย่าง ดังนั้นการเติมผงสำรองในน้ำมัจจุพร้อมดื่มผู้บริโภคให้การยอมรับและได้เสนอให้มีการเพิ่มปริมาณผงสำรองด้วย



ภาพที่ 2 ผลิตกัณฑ์น้ำมัจคุดผสมผงสำรอง

ส่วนผลิตกัณฑ์น้ำสลัดมัจคุดที่เติมผงสำรองที่ได้ พบว่าลักษณะปรากฏทางกายภาพมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะปรากฏทางกายภาพของผลิตกัณฑ์น้ำสลัดมัจคุดที่เติมผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัวที่ระยะเวลาต่างๆ

ตัวอย่างน้ำสลัด มัจคุดที่เติม	0 วัน	7 วัน	14 วัน	20 วัน	30 วัน
ไม่เติมสารให้ความคงตัว	มีสีเหลืองนวลเป็นเนื้อเดียวกัน	มีการแยกชั้นน้ำข้างล่างชัดเจน	มีการแยกชั้นน้ำข้างล่างมากขึ้น	มีการแยกชั้นน้ำข้างล่างมากขึ้น	มีการแยกชั้นน้ำข้างล่างมากขึ้น
แป้งข้าวโพด	มีสีเหลืองนวลเป็นเนื้อเดียวกัน	ลักษณะเหมือนเดิม	ลักษณะเหมือนเดิม	ลักษณะเหมือนเดิม	เริ่มมีน้ำแยกตัวออกมา
ผงเนื้อสำรอง	มีสีน้ำตาลเห็นเป็นเม็ดเล็กๆกระจายตัวชัดเจน มีความเนียนไม่แยก	ลักษณะเหมือนเดิม	ลักษณะเหมือนเดิม	ลักษณะเหมือนเดิม	ลักษณะเหมือนเดิม
ผงงู้นลูกสำรอง	มีสีน้ำตาลเข้มมาก เนียน	มีน้ำมันแยกตัว	มีน้ำมันแยกตัว	มีน้ำมันแยกตัว	มีน้ำมันแยกตัว

อบแห้ง	เป็นเนื้อเดียวกัน มีความชื้นหนืดมาก และเป็นก้อน	ออกมา	ออกมามากขึ้น	ออกมามากขึ้น	ออกมามากขึ้น
ผงวุ้นลูกสำรองทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง	มีสีน้ำตาลเข้ม เนียนเป็นเนื้อเดียวกันและมีจุดสีเข้มกระจายตัว มีความชื้นหนืดมาก และเป็นก้อน	ลักษณะเหมือนเดิม	ลักษณะเหมือนเดิม	เริ่มมีน้ำมันแยกตัวออกมา	มีน้ำมันแยกตัวเห็นเป็นเยิ้มๆรอบก้อน

4. ปรับสูตรผลิตภัณฑ์อาหารที่เติมผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัว

ได้ทดลองปรับสูตรน้ำสลัดมังคุดที่เติมผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัว เนื่องจากสูตรเดิมมีน้ำมันพืชแยกตัวออกมา จึงได้ปรับลดปริมาณน้ำมันพืชและเพิ่มปริมาณน้ำ พบว่าสูตรที่เติมผงสำรองทุกสูตรมีความชื้นหนืดมากกว่าน้ำสลัดมังคุดสูตรพื้นฐาน เมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน พบว่าตัวอย่างน้ำสลัดที่เติมผงสำรอง และตัวอย่างน้ำสลัดที่เติมผงวุ้นลูกสำรองทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ปริมาณน้ำมัน 16.00% และน้ำ 2.75% มีความหนืดลดลงใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน และไม่พบน้ำมันพืชแยกตัวออกมา เมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน ยังไม่พบน้ำมันแยกตัวออกมา จึงได้คัดเลือกสูตรน้ำสลัดที่เติมผงสำรองปริมาณน้ำมัน 16.00% และน้ำ 2.75% เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดต่อไป

5. ทดสอบการใช้ผงสำรองในผลิตภัณฑ์เยลลี่ผลไม้และวุ้นผลไม้พร้อมดื่ม

จากการทดลองเติมผงสำรองที่ได้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงและวุ้นสับปะรดพร้อมดื่ม เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม พบว่าเยลลี่มะม่วงผสมผงสำรองที่เติมผงวุ้นสำรองจากการอบแห้ง ปริมาณ 12.0 กรัม ได้รับความชอบรวม 6.20 โดยมีความชอบด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และมีลักษณะปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะปรากฏทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงที่เติมสารให้ความคงตัวผงจากสำรอง

สูตร	มะม่วง (กรัม)	น้ำตาลทราย (กรัม)	กรดซิตริก (กรัม)	น้ำ (กรัม)	ผงสำรอง 1 (กรัม) ¹	ผงสำรอง 2 (กรัม) ²	ผงสำรอง 3 (กรัม) ³	ลักษณะปรากฏ
C	200	200	2.0	589	0	0	0	สีเหลืองจับตัวเป็นก้อน

1	200	200	2.0	589	9.0	0	0	สีน้ำตาล ไม่จับตัวเป็นก้อน
2	200	200	2.0	589	0	9.0	0	สีน้ำตาล มีสีเข้มเป็นจุดๆ ไม่จับตัวเป็นก้อน
3	200	200	2.0	589	0	0	9.0	สีน้ำตาล มีสีเข้มกระจายเนียนกว่า ไม่จับตัวเป็นก้อน
4	200	200	2.0	586	12.0	0	0	สีน้ำตาลเข้มกว่าสูตร 1 มีความข้นหนืดเพิ่มขึ้น ไม่จับตัวเป็นก้อน
5	200	200	2.0	586	0	12.0	0	สีน้ำตาล มีความข้นหนืดมากขึ้น ไม่จับตัวเป็นก้อน
6	200	200	2.0	592	6.0	0	0	สีน้ำตาล ไม่จับตัวเป็นก้อน
7	200	200	2.0	592	0	6.0	0	สีน้ำตาล ไม่จับตัวเป็นก้อน

สูตร C คือ สูตรพื้นฐาน

¹ผงสำรอง 1 คือ ผงเนื้อสำรอง

²ผงสำรอง 2 คือ ผงวุ้นสำรองอบแห้ง

³ผงสำรอง 3 คือ ผงวุ้นลูกสำรองทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

จากลักษณะปรากฏพบว่าสูตรที่ 5 ที่มีการเติมผงวุ้นสำรองอบแห้งปริมาณ 12.0 กรัม มีความข้นหนืดสูงที่สุด จึงจะนำไปปรับสูตรต่อไป

ส่วนวุ้นสับปะรดพร้อมดีมผสมผงสำรองได้รับคะแนนในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมในระดับไม่ชอบเล็กน้อยทุกตัวอย่าง

6. ปรับสูตรเยลลี่มะม่วงที่เติมผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัว

ได้ทดลองปรับสูตรเยลลี่มะม่วงที่เติมผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัว เนื่องจากสูตรเดิมไม่จับตัวเป็นก้อน จึงได้ปรับสูตรโดย พบว่า สูตรที่เติมคาราจีแนน 3 กรัม จะได้ผลิตภัณฑ์ที่จับตัวเป็นก้อน ขณะที่สูตรที่เพิ่มผงสำรองจาก 12.0 กรัมเป็น 15.0 กรัม ยังคงไม่จับตัวเป็นก้อน ดังแสดงผลในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ลักษณะปรากฏทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงที่เติมคาราจีแนนและผงสำรองเป็นสารให้ความคงตัว

สูตร	มะม่วง (กรัม)	น้ำตาล ทราย (กรัม)	กรด ซิตริก (กรัม)	น้ำ (กรัม)	คารา จีแนน (กรัม)	ผงสารอง 2 (กรัม) ¹	ลักษณะปรากฏ
C 1	200	200	2.0	589	9.0	0	สีเหลือง จับตัวเป็นก้อน
C 2	300	200	2.0	489	9.0	0	สีเหลืองเข้มและชุ่มจับตัวเป็นก้อน
8	200	200	2.0	583	0.0	15.0	สีน้ำตาลเข้ม ไม่จับตัวก้อน
9	200	200	2.0	583	3.0	12.0	สีน้ำตาลเข้ม จับตัวเป็นก้อน เนียน
10	300	200	2.0	486	0.0	12.0	สีน้ำตาลเข้ม ไม่จับตัวก้อน
11	300	200	2.0	483	0.0	15.0	สีน้ำตาลเข้ม ไม่จับตัวก้อน
12	300	200	2.0	483	3.0	12.0	สีน้ำตาลเข้ม จับตัวเป็นก้อน เนียน

สูตร C₁ คือ สูตรพื้นฐาน

สูตร C₂ คือ สูตรที่มีการเพิ่มปริมาณมะม่วงจาก 200 กรัมเป็น 300 กรัม

¹ผงสารอง 2 คือ ผงวุ้นสารองอบแห้ง

และได้นำผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารที่บริโภคได้ทั้งหมด (total dietary fiber) ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 7 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงที่เติมผงสารองมีปริมาณใยอาหารที่บริโภคได้เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 7 ปริมาณใยอาหารที่บริโภคได้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงสูตรต่างๆ

สูตร	ใยอาหารที่บริโภคได้ (g/100g)
C 1	1.20
C 2	1.22
9	2.15
12	2.09

7. วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้

นำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมังคุดผสมผงสารองและเยลลี่มะม่วงผสมผงสารองไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า การบริโภคน้ำสลัดมังคุดผสมผงสารอง 100 กรัมจะได้รับพลังงาน 304.35 กิโลแคลอรี เป็นพลังงานจากไขมัน 175.59 กิโลแคลอรี การบริโภคเยลลี่มะม่วงผสมผงสารอง 100 กรัมจะได้รับพลังงาน 129.24 กิโลแคลอรี ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมังคุดผสมผงสำรองและเยลลี่มะม่วงผสมผงสำรอง

คุณค่าทางโภชนาการ* ต่อ100 กรัมของส่วนที่บริโภคได้	ปริมาณที่พบ		หน่วย
	น้ำสลัดมังคุดผสมผงสำรอง	เยลลี่มะม่วงผสมผงสำรอง	
พลังงานทั้งหมด	304.35	129.24	กิโลแคลอรี
พลังงานจากไขมัน	175.59	0.00	กิโลแคลอรี
ไขมันทั้งหมด	19.51	0.00	กรัม
ไขมันอิ่มตัว	5.21	ไม่พบ	กรัม
โคเลสเตอรอล	91.24	ไม่พบ	มิลลิกรัม
โปรตีน	1.32	0.27	กรัม
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	30.87	32.04	กรัม
ใยอาหาร	1.96	1.27	กรัม
น้ำตาล	28.91	30.77	กรัม
โซเดียม	448.50	3.85	มิลลิกรัม
วิตามิน A	29.47	ไม่พบ	มิลลิกรัม
วิตามิน B1	น้อยกว่า 0.03	ไม่พบ	มิลลิกรัม
วิตามิน B2	0.027	น้อยกว่า 0.025	มิลลิกรัม
แคลเซียม	18.35	7.67	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.67	0.36	มิลลิกรัม
เถ้า	1.58	0.24	กรัม
ความชื้น	47.50	68.52	กรัม

เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการกับน้ำสลัดมังคุดของศุภมาส (2553) พบว่าเมื่อบริโภคน้ำสลัดมังคุด 100 กรัม สูตรที่มีการผสมผงสำรองจะให้พลังงานทั้งหมด พลังงานจากไขมันและไขมันทั้งหมดน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน และมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และได้นำผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดไปวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค จากมาตรฐานมายองเนสและสลัดครีมตามมอก. 1402-2540 พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมังคุดผสมผงสำรองที่ได้พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคไม่เกินปริมาณที่กำหนด และจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2552 พบว่าเยลลี่มะม่วงผสมผงสำรองที่ได้ ไม่พบ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* และมีปริมาณ *Clostridium perfringens* ไม่เกินปริมาณที่กำหนด

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลสำรวจจากจังหวัดจันทบุรีมีองค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณความชื้น 13.11% น้ำมัน 0.31% โปรตีน 4.05% เส้นใย 10.98% เถ้า 6.03% และคาร์โบไฮเดรต 65.52% สามารถพองตัวในน้ำได้ 30 เท่า เมื่อนำผลิตผงสำรวจโดยการแช่น้ำ 1 คืน แล้วแยกวันไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นน้อยกว่า 10% จะได้ผลผลิต 32.25% มีองค์ประกอบเคมีคือปริมาณความชื้น 4.86% น้ำมัน 0.15% โปรตีน 4.21% เส้นใย 11.26% เถ้า 6.19% และคาร์โบไฮเดรต 73.33% ส่วนผงวันลูกสำรวจทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง จะได้ผลผลิต 21.99% มีปริมาณความชื้น 5.53% น้ำมัน 0.11% โปรตีน 4.40% เส้นใย 11.99% เถ้า 5.94% และคาร์โบไฮเดรต 72.09% ผงสำรวจที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม และปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.6 ได้นำไปเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำมั่งคุดผสมโยเกิร์ต น้ำสลัดมั่งคุด และเยลลี่มะม่วง พบว่าน้ำมั่งคุดผสมโยเกิร์ตสามารถเติมได้มากกว่า 3% โดยน้ำหนัก น้ำสลัดมั่งคุดสูตรที่เติมผงเนื้อสำรวจปริมาณ 2% น้ำมัน 16.00% และน้ำ 2.75% จะมีความคงตัว และเยลลี่มะม่วงสูตรที่มีการเติมผงวันสำรวจอบแห้ง 1.2% คาราจีแนน 0.3% ดังนั้นผงเนื้อสำรวจและผงวันสำรวจสามารถเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหารได้ และยังเพิ่มโยเกิร์ตอีกด้วย

ผงสำรวจสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลายสามารถเป็นสารให้ความคงตัว ความชื้นเหน็ดและเพิ่มโยเกิร์ตให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้ ควรมีการศึกษาการนำผงสำรวจที่ทำแห้งด้วยวิธีต่างๆไปใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ผงสำรวจที่สามารถนำไปใช้เพิ่มความคงตัว ความชื้นเหน็ดให้กับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมั่งคุดและเยลลี่มะม่วง และเพิ่มโยเกิร์ตให้กับน้ำมั่งคุดได้ จึงควรนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ ที่ต้องการคุณสมบัติเหล่านี้ และสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้ประกอบการและผู้สนใจเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณนางสาวบุณฑริก พันธุ์น้อยและนางกนกนวล เจนเกษการณที่ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมตัวอย่างและช่วยวิเคราะห์ตัวอย่างในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ชนัญชิตา บุญสิทธิ์, สิริพร มังกรศิลานนท์ และศรีวิภรณ์ ดิษฐอุตมโพธิ์. 2556. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ลูกสำรวจ. (cited 2012 Nov 21) Available from :
URL : http://www.irpus.or.th/project_file/2547_2006-08-23_FS0064-47.pdf

- ชุตินา อัครเสถียร, สุปรียา ศุขเกษม และพัจนา สุภาสุรย์. 2553. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต เครื่องดื่มวันผลไม้พร้อมดื่ม. หน้า 399-413. ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2553 สำนักวิจัย และพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. 2545. โยอาหารเพื่อสุขภาพ. ว.อาหาร 32: 46-48.
- นันทวัน บุญยะประภัสร์ และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543. สมุนไพร ไม้พื้นบ้าน(4) คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ.
- นุชนาฏ กิจเจริญ. 2549. อาหารสมุนไพรระยะบาย:เส้นโยอาหาร. ว.ไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ. 1: 153-158.
- น้ำฝน ปิยะตระกูล. 2556. น้ำสำรองลดความอ้วนได้จริงหรือ?. (cited 2012 Nov 21) Available from : URL :http://www.pharmacy.cmu.ac.th/dic/newsletter/newpdf/newsletter10_3/sumrong.pdf.
- พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล, ฉัตรภา หัตถโกศล, สุวรรณ ศรีสุวรรณ และ ปิ่นพร ตันธีระพงศ์. 2554. ผลิตภัณฑ์เสริมโยอาหารชนิดเม็ดจากผงสำรอง. ว.วิทย์.กษ. 42(2) (พิเศษ) : 517-520.
- วรรษญา ศุภมิตร, ภาวิณี ภูศรี และ ปรีดา เพ็ญโรจน์. 2555. การศึกษาสมบัติทางกระแสวิทยาของกัมผงจาก ผลสำรอง. (cited 2012 Nov 21) Available from : URL : http://www.irpus.or.th/project_file/2548_2006-08-25_I4803052.pdf
- ศิริรัตน์ ปราบปัญจะ. 2554. การผลิตและการใช้สำรองผงเป็นสารเพิ่มความข้นหนืดในน้ำแป้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ศุภมาศ กลิ่นขจร, นารีรัตน์ สุนทรธรรม และพัจนา สุภาสุรย์. 2552. การวิจัยและพัฒนา น้ำมังคุดเพื่อสุขภาพ. หน้า 307-320. ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2552 สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ศุภมาศ กลิ่นขจร, นารีรัตน์ สุนทรธรรม และพัจนา สุภาสุรย์. 2553. การวิจัยและพัฒนา น้ำสัลดผลไม้เพื่อสุขภาพ. หน้า 351-364. ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2553 สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมายองเนสและสลัดครีม มอก.1402-2540. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- อุลิสสัน พาศีศรีพาพล, รัตนสุดา เอี่ยมกล้า และตุลยา จันทร์ศิริ. 2552. การใช้วุ้นสำรองทดแทนไขมันในเค้กบราวนี่. ว.วิทย์.กษ. 40 : 397-400.
- Juthong, T., J. Singthong and W. Boonyaputthipong. 2007. Using Mhakjong (*Scaphium macropodum*) gel as fat replacer in Thai emulsion-type pork sausage (Moo Yo). Research report. Ubon Ratchathani University.
- Singthong, J., M. Ounthuang, K. Chomnala and C. Thongkaew. 2007. Extraction and functional properties of malva nut. Research report. Ubon Ratchathani University.

