ภาคผนวก ก

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

การนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ “การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง” วันที่ 27-28 มิถุนายน 2548 ณ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Quality of Various Soybean Varieties in Thailand and Strategy to Develop Soybean with Higher Antioxidant Properties

ไชยวัฒน์ ไชยสุต[1], วรรณพ วิเศษสงวน[2], สุนีย์ จันทร์สกาว[1], สุพัตรา โตโส[3]
เชิดชาย ปันจัยสีห์[1], ไมตรี สุทธจิตต์[4]

[1]คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2]Food Biotechnology Laboratory National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC)
National Science and Technology Development Agency (NSTDA)

[3]ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

[4]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คำนำ

ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Glycin max* (L) Merr ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Leguminosae มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Soja Bean หรือ Soybean เป็นตระกูลถั่วที่รู้จักกันดี โดยเฉพาะเป็นพืชดั้งเดิมของคนในแถบเอเชียโดยได้มีการปลูก และนำมาใช้บริโภคเป็นอาหารพื้นเมืองนานาชนิด ถั่วเหลืองของไทยส่วนมากปลูกแถบภาคเหนือ และภาคกลางตอนบน นิยมเรียกในภาษาไทยโดยทั่ว ๆ ไป หลายชื่อ เช่น ถั่วพระเหลือง ถั่วแระ ถั่วเหลือง มะถั่วเน่า ถั่วหนัง (เหนือ) เป็นต้น ถั่วเหลืองเป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนที่สำคัญ เนื่องจากประกอบด้วยโปรตีนสูงถึงร้อยละ 40 มีไขมันอิ่มตัวในปริมาณต่ำ ไม่มีคลอเรสเตอรอล เป็นแหล่งของกรดไลโนเลอิก และกรดไลโนเลนิก ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร ถั่วเหลืองเป็นอาหารทดแทนนมวัวที่เหมาะสม และเป็นแหล่งอาหารทดแทนเพื่อแก้ไขปัญหาภาวะทุโภชนาการในพื้นที่ที่ประชากรมีความยากจน ขาดแคลนอาหารได้เช่นกัน ซึ่งอาจบริโภคในลักษณะที่เป็นถั่วเหลืองทั้งเมล็ด หรือนำมาดัดแปลงเป็นอาหารอื่น เช่น นมถั่วเหลือง เต้าหู้ ฟองเต้าหู้ เต้าเจี้ยว ซีอิ้ว โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และถั่วเน่า เป็นต้น เมล็ดถั่วเหลืองมีไขมันร้อยละ 13-25 โปรตีนร้อยละ 30-50 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14-24 ไขมันในถั่วเหลืองเป็นไขมันที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากกรดไขมันซึ่งเป็นส่วนประกอบในไขมันจากถั่วเหลืองเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมากถึงร้อยละ 55 การบริโภคไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมากแทนการบริโภคไขมันชนิดอิ่มตัว พบว่ามีส่วนในการลดโคเลสเตอรอลในเลือด ถั่วเหลืองนอกจากจะมีคุณค่าทาง

โภชนาการสูงแล้ว ในปัจจุบันพบว่าการบริโภคถั่วเหลืองจะมีผลดีต่อสุขภาพ และช่วยป้องกันโรคบางโรคได้

และจากการศึกษาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 พบว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดได้ โดยพบว่าการเพิ่มการรับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถลดระดับโคเลสเตอรอลในคนที่มีระดับ โคเลสเตอรอลสูงได้ โดยเฉลี่ยโปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถลดโคเลสเตอรอลได้ประมาณร้อยละ 12-15 ผลอันนี้จะพบได้เมื่อรับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองเพียงวันละ 25 กรัม และเมื่อเพิ่มการบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลือง ระดับโคเลสเตอรอลที่ลดลงก็จะยิ่งมากขึ้น ผลของโปรตีนถั่วเหลืองในการลดโคเลสเตอรอลนี้ พบได้ทั้งในคนที่มีระดับโคเลสเตอรอลปกติ และคนที่มีระดับโคเลสเตอรอลสูง ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่าการลดโคเลสเตอรอลในซีรัมลงได้ร้อยละ 1 สามารถลดโอกาสเสี่ยงของโรคหัวใจลงได้ร้อยละ 3-4 ดังนั้นการบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถลดโอกาสเสี่ยงของโรคหัวใจได้ถึงร้อยละ 50 นอกจากสามารถลดโคเลสเตอรอลในซีรัมได้แล้ว โปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นของ LDL โคเลสเตอรอล ซึ่งโคเลสเตอรอลที่ถูกออกซิไดส์นี้ จะทำให้ผนังเส้นเลือดแดงเกิดเป็นแผ่นหนา ซึ่งนำไปสู่การเกิดโรคของหัวใจและหลอดเลือด

นอกจากนี้ยังพบว่าถั่วเหลืองประกอบด้วยสารสำคัญต่างๆ คือ isoflavones, phytic acid, saponins, oligosaccharides และ trypsin inhibitors โดยเฉพาะ isoflavones นั้นเป็นสารที่พบมากในถั่วเหลือง ไม่ใช่สารอาหารที่จำเป็นแต่มีบทบาทสำคัญในการบำรุงสุขภาพ จึงมีผู้ให้ความสนใจศึกษากันมากขึ้น ซึ่ง isoflavones นี้เป็นฟลาโวนอยด์ที่ได้จากธรรมชาติและมีคุณสมบัติคล้ายกับ estrogen จึงมักจะจัดว่า isoflavones เป็น phytoestrogenในถั่วเหลืองโดย isoflavone phytoestrogens จะช่วยป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็งตัว และมะเร็งในบางอวัยวะ สารในกลุ่มนี้ที่พบมากคือ genistein และ daidzein ป้องกันโรคดังกล่าวได้เนื่องจากสารนี้จะไปมีผลเปลี่ยนแปลงเมตาโบลิซึ่มของเอสโตรเจน รวมทั้งคุณสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน ซึ่งมีรายงานว่าน้ำถั่วเหลืองและน้ำถั่วเหลืองหมักมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ถั่วเหลืองยังสามารถช่วยป้องกันการเกิดภาวะกระดูกโปร่งบางได้เช่นกัน ซึ่งภาวะกระดูกโปร่งบาง (osteoporosis) เป็นปัญหาสุขภาพอันหนึ่งที่เกิดขึ้นทั่วโลกโดยเฉพาะในประเทศอุตสาหกรรมการบริโภคอาหารโปรตีนสูงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลเสียต่อความแข็งแรงของกระดูก เนื่องจากมีผลทำให้แคลเซียมถูกขับออกมาในปัสสาวะมากขึ้น กรดอะมิโนที่มีกำมะถันในโมเลกุลคือ เมทไธโอนีน และซีสตีน เมื่อถูกเมตาบอไลส์จะให้ซัลเฟตและไฮโดรเจน ทำให้ปัสสาวะเป็นกรดมากขึ้น แคลเซียมจึงถูกขับออกมาในปัสสาวะมากขึ้น ดังนั้นการบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลืองจะช่วยลดการขับแคลเซียมออกมาในปัสสาวะ การบริโภคถั่วเหลืองยังไม่พบรายงานที่มีผลเสียต่อสุขภาพ ดังนั้นจึงน่าสนใจที่จะหันมาบริโภคถั่วเหลือง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลืองก็มีมากมายหลายชนิด เช่น นมถั่วเหลือง เต้าหู้ ฟองเต้าหู้ โปรตีนจากถั่วเหลือง เต้าเจี้ยว และถั่วเน่า เป็นต้น

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญ ความจำเป็น และความคุ้มค่าที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักชีวภาพโดยทำการคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณ Phytoestrogen สูงสุดมาทำการหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus* spp. และ/หรือ เชื้อ Probiotics แล้วทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักโดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรด โปรตีน ไขมันและชนิดของจุลินทรีย์ที่ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้ จากนั้นจึงทำการตรวจสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์และตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร Daidzein/Genistein สุดท้ายจึงทำการศึกษากลไกการเกิดของผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในน้ำถั่วเหลืองหมัก เพื่อให้สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแก่ผู้ประกอบการระดับวิสาหกิจขนาดย่อมและใหญ่ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. คัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆ ในประเทศไทย นำมาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณสารสำคัญโดยคัดเลือกได้ถั่วเหลือง 6 สายพันธุ์ดังนี้ คือ สจ.2, สจ.4, สจ.5, เชียงใหม่60, ราชมงคล1, เชียงใหม่1

2. ศึกษาปริมาณ ความชื้น ไขมัน โปรตีน กาก เถ้า คาร์โบไฮเดรต ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยวิธี Proximate Analysis

2.1 ทำการวิเคราะห์ Proximate ถั่วเหลืองจำนวน 6 สายพันธุ์ดังนี้ คือ สจ.2, สจ.4, สจ.5, เชียงใหม่60, ราชมงคล1, เชียงใหม่1

2.2 ทำการวิเคราะห์ความชื้นโดยวิธีการอบ โดยการหาน้ำหนักที่หายไปเนื่องจากการระเหยของน้ำและสารที่ระเหยได้ภายใต้สภาวะที่กำหนด (AOAC, 1999)

2.3 ทำการวิเคราะห์ไขมันโดยทำการสกัดไขมันอย่างต่อเนื่องด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ตามระยะเวลาที่กำหนด ภายหลังการสกัดทำการระเหยตัวทำละลายอินทรีย์ และชั่งน้ำหนักไขมันที่สกัดได้ (AOAC, 1999)

2.4 ทำการวิเคราะห์โปรตีน โดยย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรดซัลฟิวริกที่ร้อน กลั่นแอมโมเนียหลังจากเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยกักเก็บแอมโมเนียด้วยสารละลายกรดบอริก จากนั้นไทเทรตสารละลายแอมโมเนียด้วยกรดซัลฟิวริกและคำนวณปริมาณโปรตีนจากค่าไนโตรเจนทั้งหมดคูณด้วยค่าคงที่ซึ่งเป็นแฟคเตอร์ขึ้นกับประเภทของอาหาร (AOAC, 1999)

2.5 ทำการวิเคราะห์กากโดยการหาส่วนที่เหลือของตัวอย่างหลังจากการย่อยและการเผาภายใต้สภาวะที่กำหนด (AOAC, 1999)

2.6 ทำการวิเคราะห์เถ้าโดยการหาปริมาณสารที่เหลือจากการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 525 - 550°C ในเตาเผาไฟฟ้า (AOAC, 1999)

2.7 ทำการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยการหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ (AOAC, 1999)

3. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร Phytoestrogen (Daidzein/Genistein) และพิสูจน์เอกลักษณ์โครงสร้างของสารที่เปลี่ยนแปลงไปในผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักเปรียบเทียบในน้ำถั่วเหลือง

3.1 วิธีการสกัดตัวอย่าง

บดถั่วเหลืองให้เป็นผง แล้วชั่งตัวอย่างผงถั่วเหลืองใน flask เติม methanol แล้วปิด flask ด้วยจุกปิด นำไปเขย่าใน water bath เป็นเวลา 2 ชั่วโมง วางทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิห้อง

เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในตัวอย่างที่ทำการสกัด จากนั้นปิดขวดไว้เหมือนเดิมแล้วทำการเขย่าที่อุณหภูมิห้อง เติม acetic acid ลงไป เขย่าแล้วทำการเหวี่ยงด้วยมือเพื่อให้ตัวอย่างตกตะกอน เขย่าให้เข้ากัน กรองแยกกากถั่วเหลือง นำสารสกัดที่แยกกากออกไปหมุนเหวี่ยง ดูดสารสกัดที่เตรียมได้ใส่ลงใน vial ขนาด 2 มิลลิลิตร วิเคราะห์ด้วย HPLC

3.2 การวิเคราะห์ด้วย HPLC

สภาวะการวิเคราะห์ด้วย HPLC เป็นดังนี้

HPLC : Waters รุ่น 2695 จากประเทศ Ireland

Column : reversed phase C-18 ขนาด 4.6 x 250 mm (Waters จากประเทศ Ireland)

Detector : Photodiode Array Detector (Waters รุ่น 2996 จากประเทศ Ireland)

Flow rate : 1.5 ml/min

Mobile phase : Mobile phase A, H2O : Methanol : Acetic acid (88 :10 :2)

: Mobile phase B, Methanol : Acetic acid (98 : 2)

: ระบบของ mobile phase เป็นแบบ gradients

4. การคัดเลือกโปรไบโอติกแบคทีเรียเพื่อใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลือง

4.1 แยกเชื้อและตรวจสอบคุณสมบัติแบคทีเรียแลกติกจากอาหารหมักพวกพืชต่างๆให้เป็นเชื้อบริสุทธิ

4.2 การทดสอบสมบัติการเป็นโปรไบโอติกในห้องปฏิบัติการโดยการทดสอบในขั้นตอนนี้ใช้เชื้อโปรไบโอติกแบคทีเรียแลกติกจากนมเปรี้ยวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (*Lactobacillus casei*) เป็นตัวเปรียบเทียบ

- การทนต่อเกลือน้ำดีที่ระดับความเข้มข้น 0.15 และ 0.3%
- การทนต่อกรด-ด่าง ที่ระดับ 1, 2, 3,4 ,5, 8, 9 และ 10

- การทดสอบความสามารถ ในการย่อยโปรตีน ไขมัน และแป้งโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ milk agar, 0.1% tributirin gar และ starch agar
- ทดสอบการเจริญในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจนโดยใช้ โถไร้ออกซิเจน (anaerobic jar)
- การทดสอบการเจริญในอาหารที่ปราศจากวิตามิน B12
- การทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียแลกติกในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียอินดิเคเตอร์
- การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญโดยยาปฏิชีวนะ
- การทดสอบการอยู่รอดของเชื้อแบคทีเรียแลกติกในระดับ pH 2, 3, 4, 9 และ 10
- การทดสอบการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแลกติกในอาหารที่ปราศจากเนื้อสัตว์

4.3 ศึกษาการเจริญของแบคทีเรียแลกติกโปรไบโอติกที่คัดเลือกได้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากการเก็บตัวอย่างที่ระยะเวลาต่างๆ

4.4 ทดสอบการเกาะติดเซลล์ลำไส้ของเชื้อโปรไบโอติกแบคทีเรียแลกติกในสัตว์ทดลอง

4.5 เทียบเคียงชนิดของแบคทีเรียแลกติกที่คัดเลือกได้ด้วยวิธีแบบดั้งเดิมและวิธีการทางอณูชีววิทยาสมัยใหม่โดยการตรวจหายีนบริเวณ 16S rRNA

4.6 ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของเชื้อโปรไบโอติกในหนูทดลอง

5. การหมักเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกกับถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ

ทำการหมักเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากขั้นตอนที่ 4 กับถั่วเหลืองสายพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในอัตราส่วนคือ ถั่วเหลือง 3 ส่วน น้ำกลั่น 10 ส่วน น้ำอ้อย 1 ส่วน และหัวเชื้อโปรไบโอติก 10% v/v โดยแยกทำการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ

5.1 นำถั่วเหลืองแช่น้ำเป็นเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียด แล้วหมักลงในถังหมักขนาด 5 ลิตรตามอัตราส่วนข้างต้น เปรียบเทียบระหว่างเติมหัวเชื้อและไม่เติมหัวเชื้อโปรไบติก

5.2 นำถั่วเหลืองแช่น้ำเป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำมา autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียด แล้วหมักลงในถังหมักขนาด 5 ลิตรตามอัตราส่วนข้างต้น เปรียบเทียบระหว่างเติมหัวเชื้อและไม่เติมหัวเชื้อโปรไบติก

6. การตรวจสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (antioxidant capacity) ของผลิตภัณฑ์

เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ณ วันที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ฯลฯ แล้วกรองผ่านกระดาษกรองเพื่อเอากากออกแล้วนำไปทดสอบ ไปทดสอบด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

6.1 Ferric Reducing Ability Power (FRAP)

6.2 Scavenging effect on ABTS radical

6.3 Chelating effect on ferrous

ผลการวิจัย

1.การคัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆ ในประเทศไทย

ได้ถั่วเหลืองที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมดจำนวน 6 สายพันธุ์ ดังนี้ คือ สจ.2, สจ.4, สจ.5, เชียงใหม่60, ราชมงคล1, เชียงใหม่1 โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังต่อไปนี้

- เป็นพันธุ์ที่ผ่านการรับรองจากกรมวิชาการเกษตรเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
- เป็นพันธุ์ที่แพร่หลายและนิยมปลูกในประเทศไทย
- ให้ผลผลิตต่อไร่สูง มีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ และทนต่อโรคต่างๆ สูง

2. ศึกษาปริมาณ ความชื้น ไขมัน โปรตีน กาก เถ้า คาร์โบไฮเดรต ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองทั้ง 6 สายพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย สำหรับถั่วเหลืองที่นำมาวิเคราะห์ในการทดลองนี้ พบว่า มีค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 8-11.5 โดยน้ำหนัก เนื่องจากค่าความชื้นแปรเปลี่ยนตามสภาวะที่ใช้ในการเก็บ การรายงานปริมาณองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ จึงคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ มีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และ ปริมาณเยื่อใยแตกต่างกัน ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. มีปริมาณโปรตีนสูงมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ Cai and Chang (1999) พบว่า Glycinin และ ß-conglycinin เป็นโปรตีนหลักที่พบในถั่วเหลือง นอกจากนี้ ถั่วเหลืองยังประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้บริโภคเป็นอาหารเสริมสุขภาพ (Potter, 1995) โดยเฉพาะไอโซฟลาโวน (isoflavones) คนโดยส่วนใหญ่ได้รับไอโซฟลาโวนจากการบริโภคถั่วเหลืองและอาหารที่แปรรูปมาจากถั่วเหลือง ซึ่งปริมาณที่ได้รับจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ถั่วเหลืองและกระบวนการแปรรูปที่ใช้ มีรายงานว่า ไอโซฟลาโวนที่คงเหลืออยู่ในระหว่างการแปรรูปโดยส่วนใหญ่อยู่ในส่วนของโปรตีน ซึ่งอาจจะมีได้มากถึง 4-5 มิลลิกรัมต่อโปรตีน 1 กรัม (Hodgeson, 2003) ถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ มีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบ ประมาณร้อยละ 18-20 โดยน้ำหนัก ยกเว้นถั่วเหลืองพันธุ์ราชมงคล ซึ่งมีไขมันค่อนข้างต่ำ ไขมันที่พบในถั่วเหลืองโดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโพลิปิด กลุ่มของ unsaponifiables กรดไขมันอิสระ และ รงควัตถุพวกคาโรทีนอยด์ อย่างไรก็ตาม พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ราชมงคล มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด โดยปกติถั่วเหลืองมีคาร์โบไฮเดรตไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามคุณสมบัติในการละลายน้ำ ได้แก่ น้ำตาล เช่น sucrose stachyose และ raffinose และคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองพันธุ์อื่นๆ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีปริมาณเยื่อใยมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ถั่วเหลืองทุกพันธุ์ที่ทำการทดสอบมีปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกัน Berk (1992) รายงานว่า แร่ธาตุที่พบมากถั่วเหลือง ได้แก่ โปแตสเซียม

แคลเซียม และ แมกนีเซียม และแร่ธาตุอื่นๆ ที่ต้องการในปริมาณน้อยแต่มีความสำคัญต่อร่างกาย เช่น เหล็ก สังกะสี และทองแดง เป็นต้น

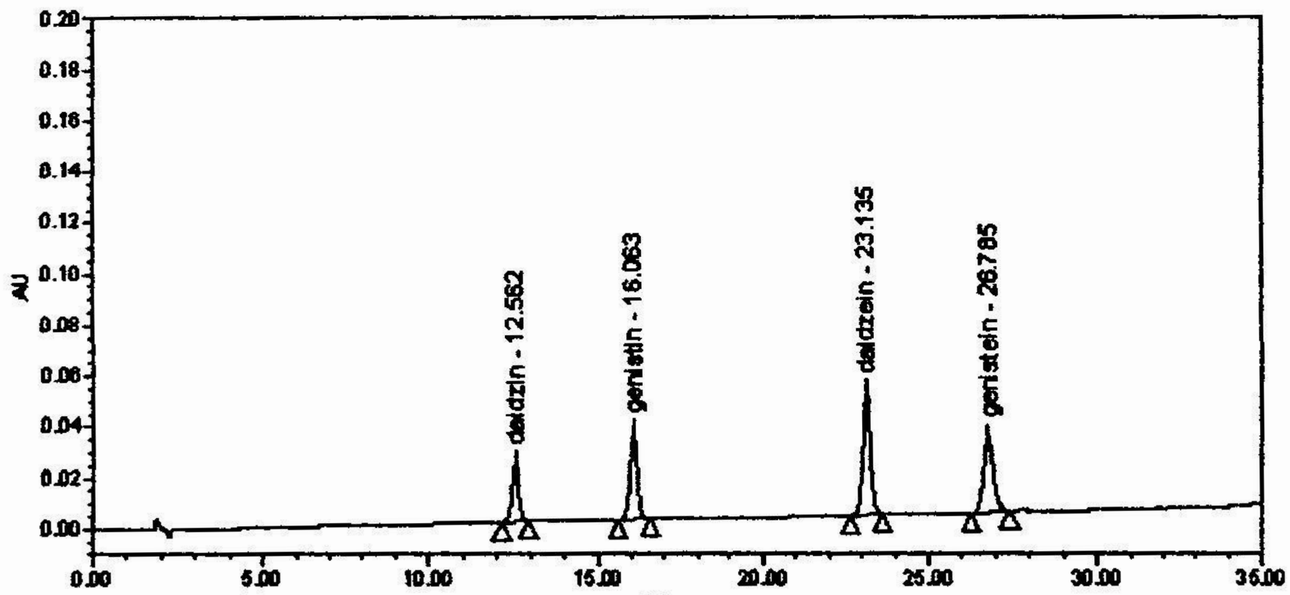
ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ

พันธุ์	ปริมาณ* (คิดเป็นร้อยละ ต่อน้ำหนักแห้ง)				
	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เยื่อไย	เถ้า
เชียงใหม่1	37.59 ± 0.30c	20.82 ± 0.28a	36.28 ± 0.56c	4.90 ± 0.21c	5.31 ± 0.01
เชียงใหม่ 60	37.62 ± 0.04c	18.00 ± 0.62d	38.90 ± 0.77b	8.02 ± 0.44a	5.49 ± 0.09
ราชมงคล	37.61 ± 0.36c	14.71 ± 0.10e	42.24 ± 0.17a	6.11 ± 0.40b	5.44 ± 0.10
สจ 4	38.54 ± 0.35b	20.34 ± 0.06b	35.79 ± 0.41c	5.91 ± 0.61b	5.34 ± 0.09
สจ 2	39.45 ± 0.18a	19.19 ± 0.19c	35.91 ± 0.25c	5.09 ± 0.50c	5.46 ± 0.01
สจ 5	39.49 ± 0.33a	18.54 ± 0.12d	36.48 ± 0.46c	5.32 ± 0.18c	5.49 ± 0.12

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ค่าฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$).

3. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร Phytoestrogen (Daidzein/Genistein)

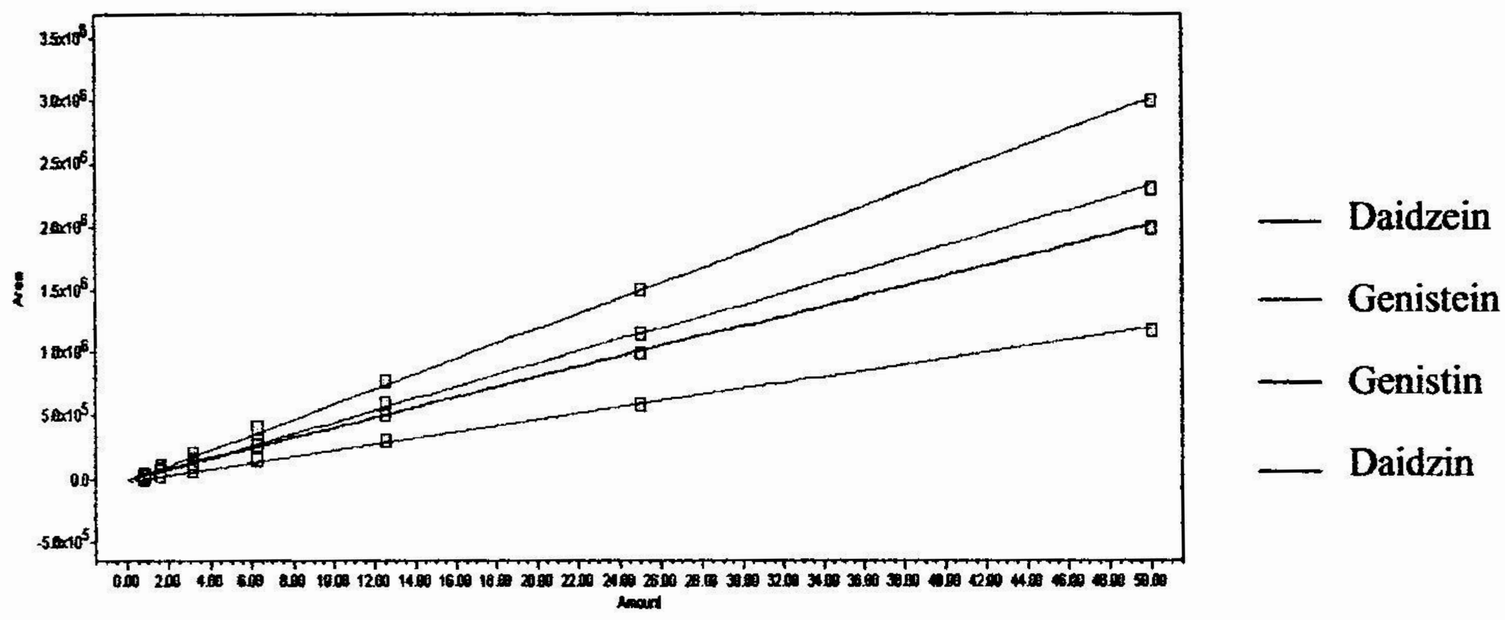
ผลการวิเคราะห์ด้วย HPLC ด้วยสภาวะดังกล่าวนี้จะทำให้ได้โครมาโทแกรมของ daidzin, genistin, daidzein และ genistein ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงโครมาโทแกรมของสารมาตรฐานกลุ่ม isoflavones

3.1 Calibration curve

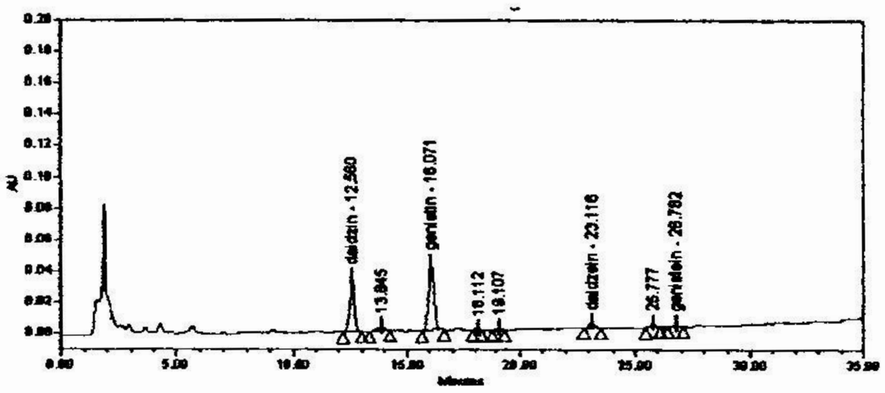
ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้สารมาตรฐานในการทำปริมาณวิเคราะห์ทั้งหมด 7 ระดับความเข้มข้น ตั้งแต่ความเข้มข้น 0.7 ppm ถึง 50 ppm ซึ่งเป็นช่วงความเข้มข้นที่ครอบคลุมปริมาณของ Isoflavones ในถั่วเหลืองน้ำหนักไม่เกิน 2 กรัม จะทำให้ได้ calibration curve ดังแสดงในรูปที่ 2 จากรูปพบว่า calibration curve ให้ค่า linearity ที่แสดงเป็นค่า R^2 เป็นดังต่อไปนี้ Daidzin R^2= 0.9978, Genistin R^2 = 0.9978, Daidzein R^2 = 0.9979 และ Genistein R^2 = 0.9981



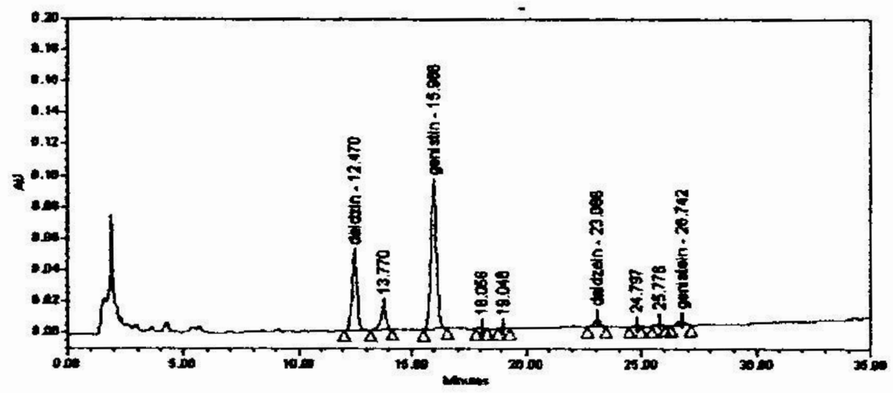
<u>รูปที่ 2</u> แสดง calibration curves ของ isoflavones 4 ชนิด

3.2 ปริมาณ Isoflavones ในถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆ

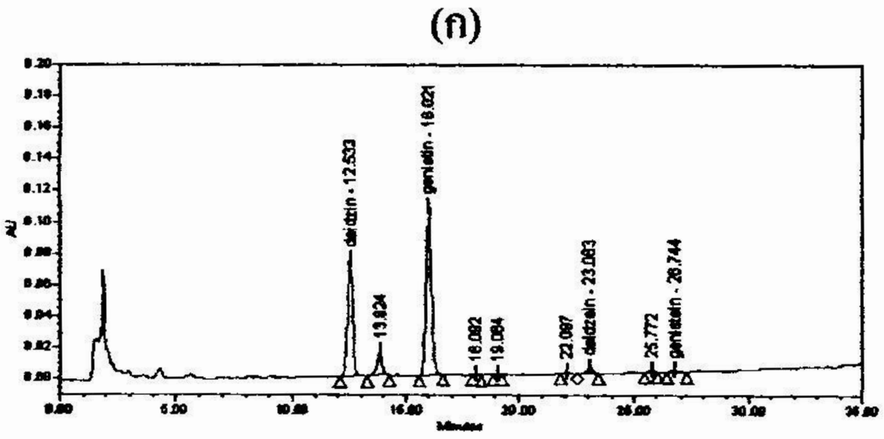
เมื่อทำการวิเคราะห์สารสกัดของตัวอย่างของถั่วเหลืองทั้ง 6 สายพันธุ์ จะได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 3



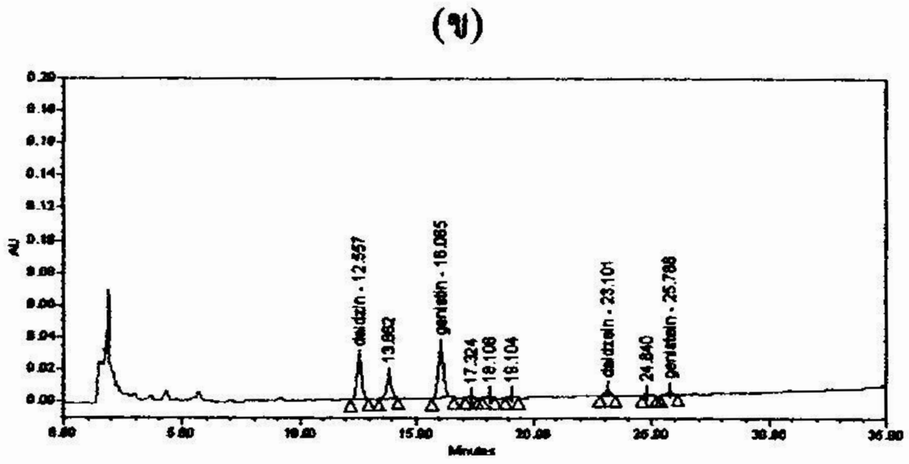
(ก)



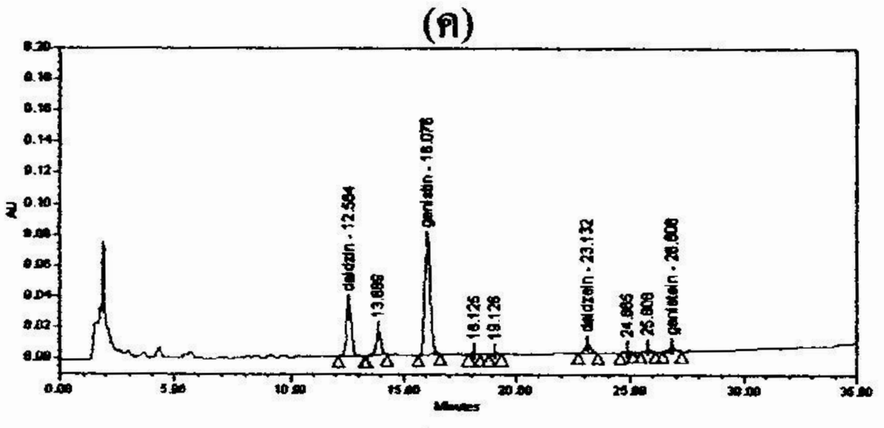
(ข)



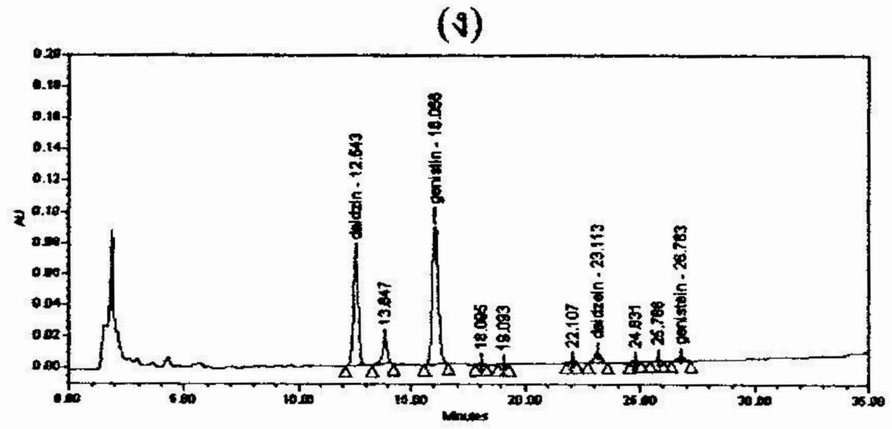
(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

<u>รูปที่ 3</u> แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างถั่วสายพันธุ์ต่างๆในประเทศไทย (ก) เชียงใหม่ 1 , (ข) เชียงใหม่60, (ค) ราชมงคล, (ง) สจ.5, (จ) สจ.4 และ (ฉ) สจ.2

เมื่อทำการเทียบสัญญาณที่วัดได้ของ isoflavones.ในตัวอย่างกับ calibration curves พบว่าสารกลุ่ม isoflavones ทั้ง 4 ชนิด ในถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆในประเทศไทย ซึ่งใช้ทั้งหมด 6 สายพันธุ์ได้แก่ สจ.5, สจ.9(4), ตาแดง, ราชมงคล, เชียงใหม่ 1 และ เชียงใหม่ 60 มีปริมาณที่แตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 2 จากตารางจะเห็นว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ตาแดงมีปริมาณ daidzin, daidzein และ genistein มากที่สุด โดยมีปริมาณ 948.6 $\pm$ 19.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 5.2 $\pm$ 1.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 27.5 $\pm$ 4.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และ genistin พบมากที่สุดในสายพันธุ์ราชมงคล โดยมีปริมาณ 949.2 $\pm$ 31.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณ isoflavones ในถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆ ในประเทศไทยที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม

สายพันธุ์ถั่วเหลือง	ปริมาณ isoflavones (mg/kg) ± S.D. (n=4)			
	Daidzin	Genistin	Daidzein	Genistein
เชียงใหม่ 60	588.5 ± 68.4	825.6 ± 8.9	3.8 ± 0.7	26.0 ± 2.1
เชียงใหม่ 1	446.3 ± 104.7	360.2 ± 25.7	2.8 ± 0.6	10.0 ± 2.8
สจ.5	303.2 ± 18.0	281.1 ± 11.0	2.9 ± 0.9	9.4 ± 3.5
สจ.9(4)	408.4 ± 65.3	610.3 ± 95.0	3.9 ± 0.6	18.9 ± 2.2
สจ.2	948.6 ± 19.0	834.5 ± 14.0	5.2 ± 1.2	27.5 ± 4.5
ราชมงคล	927.1 ± 63.5	949.2 ± 31.5	3.1 ± 0.9	7.1 ± 1.0

ในการวิเคราะห์ปริมาณ isoflavones ในถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆในประเทศไทย ได้อาศัยวิธีที่ประยุกต์มาจากวิธีมาตรฐาน AACC Method 20-20 "Determination of Isoflavones in Soy and Selected Foods Containing Soy by Extraction, Saponification, and Liquid Chromatography" ก่อนทำการวิเคราะห์ได้หาความแม่น (Accunacy) ของการสกัดตัวอย่าง ซึ่งแสดงด้วยค่า %Recovery ของการวิเคราะห์ โดยเติมสาร มาตรฐานเข้มข้น 5 ppm ในตัวอย่างแล้วทำการสกัดตามขั้นตอน ซึ่งทำการสกัดทั้งหมด 4 ซ้ำ พบว่า %Recovery อยู่ในช่วง 89.71 - 136.66 % ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่า %Recovery ของวิธีวิเคราะห์

Isoflavones	ปริมาณของ isoflavones (ppm) ± S.D. (n=4)			% Recovery
	ตัวอย่าง	ตัวอย่าง+สารมาตรฐาน	สารมาตรฐาน 5 ppm	
Daidzin	26.35±1.57	33.18±0.60	6.83±0.79	136.66
Genistin	22.25±0.98	26.91±0.89	4.66±0.07	93.26
Daidzein	1.05±0.18	6.60±0.14	5.54±0.12	110.85
Genistein	0.52±0.04	5.00±0.41	4.48±0.31	89.71

4. การคัดเลือกโปรไบโอติกแบคทีเรียเพื่อใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลือง

จากการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกจากอาหารหมักพวกพืชต่างๆให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ได้เชื้อโปรไบโอติกที่มีคุณสมบัติเด่นเทียบเคียงได้กับแบคทีเรียแลกติกจากนมเปรี้ยวที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป โดยเชื้อที่ได้เป็นเชื้อ *Lactobacillus* spp. ซึ่งกำลังอยู่ระหว่างการ

เทียบเคียงสายพันธุ์โดยใช้วิธีแบบดั้งเดิมและวิธีการทางอณูชีววิทยาสมัยใหม่โดยการตรวจหายีนบริเวณ 16 sRNA

5.การหมักเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกกับถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ

เมื่อทำการหมักเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกสายพันธุ์ *Lactobacillus* spp. กับถั่วเหลืองสายพันธุ์เชียงใหม่ 60 จากนั้นได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักที่ได้ โดยคุณลักษณะทางกายภาพได้ทำการสังเกตุ สี กลิ่น รส ความข้นและการเกิดฟองแก๊ส ดังแสดงในตารางที่ 4

การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำถั่วเหลืองหมัก โดยใช้วิธี Ferric Reducing Ability Power (FRAP), Scavenging effect on ABTS radical และ Chelating effect on ferrous พบว่าผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่สูงกว่าน้ำถั่วเหลือง คณะนักวิจัยอยู่ในระหว่างศึกษารายละเอียดเชิงลึกต่อไป

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะทางกายภาพของน้ำถั่วเหลืองหมักจากแบบจำลองการผลิต

บันทึกผล ณ วันที่ (ของการหมัก)	ลักษณะทางกายภาพ					
	สี	กลิ่น	รส	ความข้น	การเกิดฟองแก๊ส	หมายเหตุ
0	น้ำตาลอ่อนสำหรับสูตรถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการ autoclave และสีน้ำตาลสำหรับสูตรถั่วเหลืองที่ผ่านการ autoclave	หอมเฉพาะตัวของถั่วเหลือง โดยเฉพาะในสูตรถั่วเหลืองที่ผ่านการ autoclave และมีกลิ่นเหม็นเขียวเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	ข้นมาก	-	๏สูตรหมักถั่วเหลืองที่แช่น้ำแต่ไม่ autoclave : เนื้อถั่วเหลืองอืด ไม่แยกชั้น มีน้ำมัน(oil) และฟองมาก กลิ่นเหม็นเขียวเล็กน้อย
1-3	น้ำตาลอ่อนสำหรับสูตรถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการ autoclave และสีน้ำตาลสำรับสูตรถั่วเหลืองที่ผ่านการ autoclave	กลิ่นหอม	หวานเล็กน้อย	ข้นมาก	เล็กน้อย	๏๏สูตรหมักถั่วเหลืองที่ผ่านการ autoclave : เนื้อถั่วเหลืองแยกชั้นตกตะกอน ไม่มีน้ำมันและฟอง
4	น้ำตาลอ่อนสำหรับสูตรถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการ autoclave และสีน้ำตาลสำรับสูตรถั่วเหลืองที่ผ่านการ autoclave	กลิ่นหอมและมีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อยในสูตร A,B ส่วนสูตร C,D เริ่มมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว	เปรี้ยวเล็กน้อย	ข้นมาก	เล็กน้อย	
5	น้ำตาลอ่อนสำหรับสูตรถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการ autoclave และสีน้ำตาลสำรับสูตรถั่วเหลืองที่ผ่านการ autoclave	กลิ่นหอมและมีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อยในสูตร A,B ส่วนสูตร C,D เริ่มมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว	เปรี้ยวเล็กน้อย	ข้นมาก	เล็กน้อย	

สูตรหมัก A : ถั่วเหลืองแช่น้ำ หมักโดยการเติมเชื้อเริ่มต้น

สูตรหมัก B : ถั่วเหลืองแช่น้ำ และ autoclave หมักโดยการเติมเชื้อเริ่มต้น

สูตรหมัก C : ถั่วเหลืองแช่น้ำ หมักโดยไม่เติมหัวเชื้อเริ่มต้น

สูตรหมัก D : ถั่วเหลืองแช่น้ำ และ autoclave หมักโดยไม่เติมหัวเชื้อเริ่มต้น

สรุป

ถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆในประเทศไทย ทั้ง 6 สายพันธุ์ที่นำมาศึกษาวิจัยนี้มีปริมาณ Phytoestrogen ต่างกันโดย ถั่วเหลืองสายพันธุ์ตาแดง (สจ.2) มีปริมาณ daidzin, daidzein และ genistein มากที่สุด โดยมีปริมาณ 948.6 ± 19.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 5.2 ± 1.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 27.5 ± 4.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และ genistin พบมากที่สุดในสายพันธุ์ราชมงคล โดยมีปริมาณ 949.2 ± 31.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาประกอบกับผลการวิเคราะห์ Proximate ซึ่งพบปริมาณโปรตีนที่มากที่สุดในสายพันธุ์ สจ. ดังนั้น สายพันธุ์ที่เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและมีคุณสมบัติของ Phytoestrogen จึงน่าจะเป็นสายพันธุ์ สจ.2

คณะนักวิจัยอยู่ในระหว่างการรวบรวมสายพันธุ์ของ *Aspergillus* spp. สายพันธุ์ต่างๆ ที่เจริญได้ในถั่วเหลือง เพื่อนำมาใช้เป็นหัวเชื้อตั้งต้นในการหมักผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักชีวภาพร่วมกับหัวเชื้อโปรไบโอติกที่คัดเลือกได้ จากนั้นจะได้ทำการศึกษากลไกการเกิดและการเปลี่ยนรูปของผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักชีวภาพ พร้อมทั้งจะได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแก่ผู้ประกอบการระดับวิสาหกิจขนาดย่อมและใหญ่ต่อไป

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้เล็งเห็นความสำคัญในการที่จะช่วยพัฒนาให้ได้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากถั่วเหลืองที่มีคุณค่า โดยได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้อนุญาตให้ใช้สถานที่ และเครื่องมือในการวิจัย ขอขอบคุณคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ได้กรุณาเป็นศูนย์ประสานงานและเป็นหัวหน้าชุดโครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, "พันธุ์ถั่วเหลือง", [*ระบบออนไลน์*] แหล่งที่มา, http://www.doa.go.th/data-agri/SOYBEAN/3var/var01.html. (15 กุมภาพันธ์ 2548)

ภารุวรรณ จันทรวรรณกูล, "การศึกษาถั่วหมัก.....อาหารพื้นบ้านในภาคเหนือ", วิทยาสาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ปีที่ 6 ฉบับที่ 36, พฤศจิกายน-ธันวาคม 2543

สุปราณี แจ้งบำรุง,ความเครียดที่เกี่ยวกับอ๊อกซิเจนกับสุขภาพและแนวทางป้องกัน, [*ระบบออนไลน์*] แหล่งที่มา, http://www.nutritionthailand.or.th/0008.html. (15 กุมภาพันธ์ 2548)

AOAC. 1999. *Official Methods of Analysis.* 16th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Aussenac, T., Lacombe, S. and Dayde, J., *Am J Clin Nutr* ,68(suppl)(1998):1480-1485

Berk, Z. 1992. Technology of production of edible flours and protein products from soybeans. FAO Agricultural Services Bulletin No. 97.

Cai, T. and Chang, K. C. 1999. Processing effect on soybean storage proteins and their relationship with tofu quality. J. Agric. Food Chem. *47*, 720-727.

Hodgeson, J. M. 2003. Soy protein and isoflavones: effects on vascular function and blood pressure in humans. ASA Technical Bulletin Vol. HN37-2003.

Klejdus, B., Mikelová, R.' Adam, V., Zehnálek, J., Vacek, J., Kizek, R. and Kubán, V., *Analytica Chimica Acta* 517 (2004) 1-11.

Klejdus, B., Vacek, J., Adam, V., Zehnálek, J., Kizek, R., Trnková, L. and Kubán, V., *Journal of Chromatography B*, 806 (2004) 101-111.

Lee,C.H, Yang, L., Xu, J.Z., Yeung S.Y.V., Huang, Y. and Chen Z.Y., *Food Chemistry* 90(2005) 735-741.

Potter, S.M. 1995. Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy. J. Nutr. 125: S606-11.

Setchell, K., Am. J. Clin. Nutr., 1998, 63(suppl), 1333-1346.

ภาคผนวก ข

วัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	กิจกรรม	
	ที่วางแผนไว้	ที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับ
1. เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักและน้ำถั่วเหลือง	1. การศึกษากระบวนการผลิต คัดเลือกวัตถุดิบ และเตรียมจุลินทรีย์เพื่อเป็นหัวเชื้อผสมสำหรับใช้ในการการผลิตน้ำถั่วเหลืองหมัก	1. ได้กระบวนการผลิต และสายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อเป็นหัวเชื้อผสมสำหรับใช้ในการการผลิตน้ำถั่วเหลืองหมัก ซึ่งแบคทีเรียที่ได้เป็นหัวเชื้อในการหมัก คือ *Lactobacillus casei* และสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่นำมาใช้ คือ สายพันธุ์เชียงใหม่ 60
2. เพื่อศึกษาเสถียรภาพ (stability) ของสารสำคัญ daidzein/genistein ในน้ำถั่วเหลืองหมักและน้ำถั่วเหลือง	2. ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักที่ได้จากการผลิต	2. ทราบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักที่ได้จากการผลิต โดยพบว่า น้ำถั่วเหลืองหมักมีกลิ่นเปรี้ยวของกรด ค่าพีเอชของน้ำถั่วเหลืองหมักมีค่าอยู่ในช่วง 3.2-4.6 ซึ่งต่ำกว่าน้ำถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก คือ มีค่าอยู่ในช่วง 4.5-4.7 ในน้ำหมักถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก ทำให้มีปริมาณสูงกว่าที่พบในน้ำถั่วเหลือง และในน้ำถั่วเหลืองที่ไม่ได้เติมเชื้อเริ่มต้น (SB) และน้ำถั่วเหลืองหมัก (FSB) ตรวจ

		พบจุลินทรีย์โดยรวมทั้งหมด 4.9×10^4 และ 2.2×10^6 CFU/ml ตามลำดับ
3. เพื่อศึกษากลไกของการหมักน้ำถั่วเหลือง	3. การตรวจสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (antioxidant activity) ของผลิตภัณฑ์	3. ทราบคุณสมบัติการมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (antioxidant activity) ของผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักเปรียบเทียบในน้ำถั่วเหลือง โดยพบว่า น้ำถั่วเหลืองเมื่อผ่านกระบวนการหมัก พบว่ามีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก และสูงที่สุด ณ วันที่ 7 ของการหมัก
	4. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร daidzein/genistein ในผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักเปรียบเทียบในน้ำถั่วเหลือง	4. ทราบปริมาณสาร daidzein/genistein ในผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักเปรียบเทียบในน้ำถั่วเหลือง โดยพบว่าเมื่อน้ำถั่วเหลืองผ่านกระบวนการหมัก สามารถตรวจพบปริมาณ daidzein/genistein (aglycone isoflavones) สูงกว่าในน้ำถั่วเหลืองที่ยังไม่ผ่านกระบวนการหมัก
	5. การทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย	5. ทราบการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักนี้จำเป็นเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพในด้านการยอมรับต่อไป

	6. รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์ 6.1 ประสิทธิภาพของการมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและปริมาณสารสำคัญ (Daidzein/Genistein)ของผลิตภัณฑ์ 6.2 จลนพลศาสตร์ของการหมักน้ำถั่วเหลือง 6.3 คุณค่าเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการบริโภค 6.4 การประเมินค่าความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์	6. ได้ผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักที่มีคุณสมบัติในการมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นและมีปริมาณ daidzein/genistein สูงกว่าน้ำถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาให้มีคุณภาพในด้านการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป เพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม หรือรูปแบบอื่นที่ส่งเสริมสุขภาพอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เป้าหมาย	ตัวชี้วัด	
	เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
1. ผู้ผลิตและผู้บริโภค	- ผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองหมักที่ที่ได้ ส่งเสริมในเรื่องสุขภาพ	- ลดค่าใช้จ่ายจากการรักษาพยาบาล ค่ายารักษาโรค และค่าผลิตภัณฑ์เสริมอาหารนำเข้าจากต่างประเทศ
2. เกษตรกร	- สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลทางการเกษตร	- สร้างงาน สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ผลิตวัตถุดิบที่นำมาผลิตน้ำถั่วเหลืองหมัก
3. อุตสาหกรรมส่งออก	- เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดทางนวัตกรรมการแปรรูปผลผลิตภาคเกษตรกรรมเป็นอาหารเสริมสุขภาพ	- เพิ่มมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ

ภาคผนวก ค

รายงานการเงิน

รายละเอียดงบประมาณที่ใช้ไป (เฉพาะปีที่เสนอขอ) ตามหมวดเงินประเภทต่างๆ

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
ก. หมวดค่าจ้างชั่วคราว - ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ปริญญาตรี อัตรา 7,630 บาท x 1 คน x 6 เดือน	**45,780.00**
ข. หมวดค่าใช้สอย – ค่าปรับปรุงสถานที่ ปรับปรุงบางส่วนของห้องปฏิบัติการสำหรับเป็นห้องหมักและชั้นวางถังหมัก โดยติดตั้งชั้นวางถังหมักเพิ่มเติม สำหรับถังหมักขนาด 20 ลิตร จำนวน 8 ตัวอย่าง และปรับปรุงห้องปฏิบัติการให้เป็นห้องเพื่อป้องกันแมลงและสัตว์อื่นๆตามสุขลักษณะที่ดีในการผลิต - ค่าซ่อมแซม/บำรุงรักษาครุภัณฑ์ เช่น HPLC, pH meter, Incubator, Hot air oven, UV-Visible Spectrophotometer, Water bath - ค่าจัดทำรายงานฉบับก้าวหน้า, ฉบับสมบูรณ์, ค่าถ่ายเอกสาร	**22,372.00** 11,000.00 8,700.00 2,672.00
ค. หมวดค่าตอบแทนคณะผู้ดำเนินงาน ผศ.ดร.ไชยวัฒน์ ไชยสุต ผศ.ดร. สุนีย์ จันทร์สกาว ผศ.ดร. สุชาติ ปันจัยสีห์	**15,000.00** 5,000.00 5,000.00 5,000.00
ง. หมวดค่าวัสดุ - ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ สำหรับตรวจทางห้องปฏิบัติการ - จุลินทรีย์ - กรดและโปรตีน	**316,852.00** 307,652.00

- ปริมาณของแข็ง - ปริมาณไขมัน - ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน - ปริมาณสาร Daidzein/Genistein - ค่าวัสดุสำหรับเตรียมน้ำถั่วเหลืองหมัก ถังหมักและอุปกรณ์จำนวน 8 ชุด (ชุดละ 475 บาท, Polyethylene ชนิดใส) วัตถุดิบในการหมัก ได้แก่ น้ำดื่มสะอาด ถั่วเหลือง น้ำตาล เชื้อจุลินทรีย์ตั้งต้น	9,200
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**400,004.00**

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ