

**ผลของความชื้นของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและอุณหภูมิของ
เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ ต่อการเกษตรโปรตีน ^{สบ}**
**The Effect of Moisture of Full Fat Soyflour and Temperature
of Village Texturizer On The Production of Kaset Protein**

สมชาย ประภาวัต
Somchai Prabhavat

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Institute of Food Research and Product Development Kasetsart University.

บทคัดย่อ

ทดลองเตรียมโปรตีนเกษตรจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ที่มีความชื้น 35%, 40% และ 45% ตามลำดับ ด้วย เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ (Village texturizer) ที่อุณหภูมิ 160° - 170° ซ. และความดัน 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 50° - 60° ซ. เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปรากฏว่าเกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มที่มีความชื้น 35% และ 40% จะเป็นที่ยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิมเป็นอย่างดี โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยต่อลักษณะต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่อง ความพอง, รูปร่าง, สี และความชอบ ส่วนเกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ที่ความชื้น 45% จะไม่เป็นที่ยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิม จากการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมของเครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ในการทำเกษตรโปรตีนแห้ง จาก dough ของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มที่มีความชื้น 35% ปรากฏว่าเกษตรโปรตีนแห้ง ซึ่งทำที่อุณหภูมิ 160° - 170° ซ และ 180° - 190° ซ จะเป็นที่ยอมรับในการบริโภคของผู้ชิมเป็นอย่างดีโดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยซึ่งมีแนวโน้มไปทางระดับดีที่สุดต่อลักษณะต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่อง ความพอง, รูปร่าง, สี และความชอบ ส่วนเกษตรโปรตีนแห้ง ซึ่งทำที่อุณหภูมิ 200° - 210° ซ จะไม่เป็นที่ยอมรับในการบริโภค โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสองตัวอย่างแรกของเกษตรโปรตีน

Abstract

Kaset Proteins were prepared from full fat soy flour at 35%, 40% and 45% moisture contents by using Village Texturizer at temperature 160° - 170° C pressure 400 psi and holding time for 10 seconds and dried in tray dryer at temperature 50° - 60° C for 2 hours. It appeared that the good quality of dried Kaset Protein with circular, puffed, crisp texture from the dough at moisture content 35% and 40% were well accepted by the panelists in term of puffness, shape, color and preference with non significant different in average score, but the dried Kaset Protein produced from dough at moisture 45% was unaccepted by the panelists. Three Samples of dried Kaset Protein (From dough at moisture 35%) with temperature of village texturizer in

the range of 160° - 170° C, 180° - 190° C and 200° - 210° C respectively were investigated. It appeared that dried Kaset Protein produced at temperature 160° - 170° C and 180° - 190° C were well accepted by the panelists with non significant different in average score. But the dried Kaset Protein produced at temperature 200° - 210° C was unaccepted by the panelists and was significant different from the first two samples of Kaset Protein.

คำนำ

เกษตรโปรตีน เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นอาหารโปรตีนสูง ราคาถูก สามารถใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ต่างๆ ในการประกอบเป็นอาหาร โดยมีคุณค่าทางโภชนาการเท่าเทียมกับเนื้อสัตว์ ตลอดจนมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ประมาณ 3-4 เท่า ในปัจจุบันนี้ เกษตรโปรตีนที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ได้ผลิตขึ้นจากผลของการค้นคว้าและวิจัย มี 2 ชนิด คือ ชนิดแรก เตรียมจากโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว, แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม และดีแอลเมทธิโอนิน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ อีกชนิดหนึ่งนั้นทำจากแป้งถั่วเหลืองที่สกัดเอาไขมันออกแล้ว (Defatted soy flour) และดีแอลเมทธิโอนิน เป็นส่วนประกอบสำคัญ โดยใช้คุกกี้เอ็กสตรูเดอร์ เอ็กส์ 25 (Cooker extruder X-25) เกษตรโปรตีนชนิดที่สองได้รับความนิยมในการบริโภคของประชาชน และสถิติการจำหน่ายในท้องตลาดสูงกว่าเกษตรโปรตีนชนิดแรก แต่เกษตรโปรตีนชนิดที่สองนั้นมีปัญหาเรื่อง แป้งถั่วเหลืองที่สกัดเอาไขมันออกแล้วยังคงต้องมีการสั่งซื้อนำเข้ามาจากต่างประเทศ (1) ดังนั้นสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจึงได้ทำการค้นคว้าและวิจัยต่อไปเพื่อหาวัตถุดิบอื่นซึ่งได้แก่ แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full Fat soy flour) มาทำเป็นเกษตรโปรตีน โดยใช้เครื่องวิลเลจเทกเจอร์ไรเซอร์ (Village Texturizer) ซึ่งเครื่องมือนี้สามารถผลิตขึ้นได้เองโดยความร่วมมือระหว่างสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร กับคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้วัสดุภายในประเทศของเรา และราคาไม่เกินเครื่องละประมาณ 12,000 บาท (หนึ่งหมื่นสองพันบาทถ้วน) การใช้ที่ง่ายและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ และมีความเหมาะสมในการที่จะผลิตอาหารโปรตีนสูง ราคาถูกจากวัตถุดิบที่มีโปรตีนและไขมันอยู่ในปริมาณสูงได้ ทั้งแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (ซึ่งมีโปรตีน 40-45% และไขมัน 20%) สามารถผลิตได้เองในครัวเรือน จนถึงขั้นอุตสาหกรรม จากถั่วเหลืองซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สามารถผลิตได้ในประเทศของเรา ซึ่งในปัจจุบันมีโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปตั้งอยู่ที่อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ได้ผลิตแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มในระดับอุตสาหกรรมได้ และยังได้ส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศอีกด้วย (2) ในการวิจัยใช้แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม มาทำเป็นเกษตรโปรตีนโดยใช้เครื่องวิลเลจเทกเจอร์ไรเซอร์นี้ จำเป็นจะต้องศึกษาถึงความชื้นที่เหมาะสมของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม และอุณหภูมิของแป้งและฝักถั่ว โดยให้แรงกดฝักแป้ง และระยะเวลาในการกดฝักแป้งซึ่ง ผลแห่งการวิจัยนี้ สามารถจะถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้เข้าสู่ประชาชนในชนบทที่ยากจน ให้สามารถทำเกษตรโปรตีนนี้ได้เองในครัวเรือน ไปจนถึงทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กโดยใช้เครื่องวิลเลจเทกเจอร์ไรเซอร์

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำตัวอย่างแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม จากโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูป อ.แม่จัน จ.เชียงราย มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate Analysis) และส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น โดยห้องปฏิบัติการกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

การศึกษาของความชื้นของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มที่เหมาะสม

ปรับความชื้นของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ให้มีความชื้นในระดับต่างๆ กันคือ 35%, 40% และ 45% โดยชั่งน้ำหนัก 100 กรัมของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม แล้วแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ๆ ละ 100 กรัม นำส่วนที่ 1, 2 และ 3 มาเติมน้ำลงไปเป็นปริมาณเท่ากับ 46.37 ml, 58.57 ml และ 72.98 ml ตามลำดับ (ปริมาณน้ำที่เติมลงไปคำนวณโดยใช้ Pearson square จาก ความชื้นของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มเท่ากับ 4.86% นำเอาแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มแต่ละส่วน ที่ผสมกับน้ำ ในปริมาณต่าง ๆ กัน ตามส่วนข้างต้น มาผสมกับน้ำให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลา 3 นาที โดยใช้เครื่องผสมแล้ว นำมาปั้นเป็นก้อนกลม ๆ (dough) ด้วยมือ แล้วแบ่งเป็นก้อนเล็ก ๆ ก้อนละ 10 กรัม กดให้แบนด้วยมือ เพื่อนำเข้าเครื่องวิลเลจเทกเจอร์ไรเซอร์ (Village Texturizer) เพื่อทำเป็นเกษตรโปรตีนต่อไป

ทาเบ้าของเครื่อง Village texturizer ด้วยน้ำมันถั่วเหลืองแล้วทำให้เบ้าและฝาปิดเบ้าร้อนที่อุณหภูมิ $160^{\circ} - 170^{\circ} \text{ C}$ โดยใช้แผ่นความร้อน (Heating plate) ใส่ dough ก้อนเล็ก ๆ ที่กดให้แบนด้วยมือแล้วลงในเบ้า แล้วกดฝาเบ้าลงไปด้วยแรงกดที่มีความดัน 400 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ใช้เวลาในการกดนาน 10 วินาที แล้วจึงเปิดฝาปิดเบ้าขึ้นทันที แล้วนำเกษตรโปรตีนขึ้นที่ได้แต่ละส่วนไปตากแห้ง โดยใช้ Cabinet dryer ที่อุณหภูมิ $50^{\circ} - 60^{\circ} \text{ C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะได้เกษตรโปรตีนแห้ง บรรจุถุงพอลิเอทิลีน (Poly ethylene) ผนึกแน่น แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำเกษตรโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม

ชั่งน้ำหนัก 300 กรัมของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มแล้วแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ๆ ละ 100 กรัม นำส่วนที่ 1, 2 และ 3 มาเติมน้ำลงไปเป็นปริมาณเท่ากัน ในแต่ละส่วนคือ 46.37 ml (ปริมาณน้ำคำนวณโดยใช้ Pearson square จากความชื้นของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มเท่ากับ 4.86%) เอาแต่ละส่วนของ Dough ซึ่งชั่งน้ำหนัก 10 กรัม แล้วกดให้แบน ไปเข้าเครื่องวิลเลจเทกเจอร์ไรเซอร์ (พัฒนาโดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ที่อุณหภูมิ 3 ระดับคือ $160^{\circ} - 170^{\circ} \text{ C}$, $180^{\circ} - 190^{\circ}$ และ $200^{\circ} - 210^{\circ} \text{ C}$ ตามลำดับ โดยให้ความกดดันที่ฝาเบ้าเท่ากับ 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และเวลาในการกดเบ้าเท่ากับ 10 วินาที แล้วนำผลิตภัณฑ์ แต่ละส่วนที่ได้ไปตากแห้งที่อุณหภูมิ $50^{\circ} - 60^{\circ} \text{ C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะได้เกษตรโปรตีนแห้ง บรรจุถุงพอลิเอทิลีนผนึกแน่น แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การตรวจสอบคุณภาพของเกษตรโปรตีนแห้ง

- การตรวจสอบทางกายภาพ โดยการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของเกษตรโปรตีนแห้ง ใช้ค่าเฉลี่ยจาก 5 แผ่น และตรวจสอบลักษณะปรากฏต่าง ๆ ของเกษตรโปรตีนด้วยตา และตรวจสอบคุณภาพเกษตรโปรตีนแห้งโดยประสาทสัมผัส (Organoleptic Evaluation) โดยใช้ผู้ชิม ซึ่งเป็นนักวิจัยของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 10 คนชิม เพื่อพิจารณาลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความพอง (Puffness) รูปร่าง (shape), สี (color) และความชอบ (Preference) แล้วให้คะแนนแสดงความแตกต่าง แบบ Hedonic Scale Scoring โดยการทดสอบแต่ละครั้ง จะทำห่างกันประมาณ 1 สัปดาห์ การทดสอบทำทั้งสิ้น 2 ครั้ง โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 10 คน ทำการชิมเกษตรโปรตีนแห้ง โดยการตัดสินความพอใจของตนเอง ในแต่ละลักษณะดังกล่าวข้างต้นและให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 โดยกำหนดคะแนน 1 เท่ากับเลวที่สุด และคะแนน 5 เท่ากับดีที่สุด
- วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเกษตรโปรตีนแห้ง จาก dough ที่ทำจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มที่มีความชื้นเหมาะสม โดยใช้เครื่องวิลเลจเทกเจอร์ไรเซอร์ ใช้แรงกดดัน 400 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของ dough ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ปรากฏว่า Dough ที่มีความชื้น 35%, 40% และ 45% จะมีความชื้นจริง ๆ เท่ากับ 33.2%, 38.2% และ 42% ตามลำดับ สาเหตุเป็นเพราะว่าระหว่างที่ผสมแป้งกับส่วนผสมชนิดไขมันเติมน้ำแล้วปั้นเป็น dough น้ำอาจจะระเหยไปบ้าง ทำให้ค่าของความชื้นลดลงไปจากที่คำนวณไว้

ผลแห่งการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของเกสรโปรตีนแห้งได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 ปรากฏว่าเกสรโปรตีนแห้งจาก dough ที่มีความชื้น 35% และ 40% เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย เท่ากับ 10 ซม. และ 9.8 ซม. ตามลำดับ และมีลักษณะปรากฏที่ดี คือแผ่เป็นแผ่นกลมพองมากทั้งสองด้าน และพองสม่ำเสมอทั่วกัน มีสีเหลืองเข้มเหมือนไข่เจียวและสีสม่ำเสมอ ลักษณะทั่วไปคล้ายแผ่นกะเพราปลา กลิ่นฉ่ำเหลืองน้อยมาก มีกลิ่นไปทางฉ่ำเหลืองคั่วสุกแล้ว และมีความกรอบมาก ลักษณะของเนื้อสัมผัส เมื่อหักแผ่นออกจะมีลักษณะฟูเป็นรูปพูนทั่วไป และมีรสมัน ส่วนเกสรโปรตีนแห้งจาก dough ที่มีความชื้น 45% จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเพียง 8.9 ซม. และมีลักษณะปรากฏที่ไม่ดีคือ เป็นแผ่นกลม มีลักษณะด้านทั้งสองข้าง และพองเล็กน้อย เมื่อหักแผ่นดูจะเห็นเนื้อสัมผัสข้างใน มีลักษณะเหนียวเหนียวและแยกออกเป็น 2 ชั้น ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีความแข็งและไม่กรอบ มีสีเหลืองและกลิ่นฉ่ำเหลืองคั่วสุกมากกว่าตัวอย่างของเกสรโปรตีนสองตัวอย่างดังกล่าวข้างต้น และมีรสมัน การที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า dough ที่มีความชื้น 35% และ 40% จะมีความแข็งพอไม่ไหม้เหลืองเหมือนกับ dough ที่มีความชื้น 45% ก็จะทำให้แรงดันภายในเบ้าของเครื่องวิลเลจเทคเจอร์โรเซอร์ ไม่รั่วไหลออกมาในระหว่างกดฝาเบ้า แรงดันไอน้ำซึ่งเกิดจากความชื้นของ dough ในเบ้าที่เกิดภายในเบ้านี้ เมื่อเราเปิดฝาเบ้าขึ้น จะมีเสียงระเบิดดังปัง แล้ว dough ก็จะมีพองแผ่พุ่มมาก เป็นแผ่นกลม ๆ ออกมา และมีลักษณะปรากฏที่ดีมากดังกล่าวยังข้างต้น

จากผลการทดสอบโดยประสาทสัมผัสจากผู้ชิมต่อลักษณะต่าง ๆ ในเรื่อง ความพอง, รูปร่าง, สี และความชอบ ของเกสรโปรตีนแห้งจาก dough ที่มีความชื้น 35%, 40%, และ 45% ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 ปรากฏว่า เกสรโปรตีนจาก dough ที่มีความชื้น 35% และ 40% จะเป็นที่ยอมรับของผู้ชิม ซึ่งมีคะแนนรวมเฉลี่ยต่อลักษณะ ต่าง ๆ อยู่ในระดับดี โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 ส่วนเกสรโปรตีนแห้งจาก dough ที่มีความชื้น 45% จะมีคะแนนรวมเฉลี่ยต่อลักษณะต่าง ๆ สำหรับการยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิมต่ำกว่าระดับปานกลาง

ผลแห่งการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของเกสรโปรตีนแห้งที่ทำจาก dough ที่มีความชื้น 35% โดยใช้อุณหภูมิ 160° - 170° ซ, 180° - 190° ซ และ 200° - 210° ซ ตามลำดับ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 ปรากฏว่า เกสรโปรตีนที่ทำที่อุณหภูมิ 160° - 170° ซ และ 180° - 190° ซ จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 10 ซม. และ 10.2 ซม. ตามลำดับ และมีลักษณะปรากฏที่ดีไม่แตกต่างกันคือ แผ่เป็นแผ่นกลมพองมากขึ้นสองด้านและพองสม่ำเสมอทั่วกัน ลักษณะทั่วไปคล้ายแผ่นกะเพราปลา มีสีเหลืองเข้ม กลิ่นฉ่ำเหลืองน้อยมาก มีกลิ่นไปทางฉ่ำเหลืองคั่วสุกแล้ว และมีความกรอบ เมื่อหักแผ่นออกจะมีเนื้อสัมผัสที่มีลักษณะฟูเป็นรูปพูนทั่วไปและมีรสมัน ส่วนเกสรโปรตีนแห้งที่ทำที่อุณหภูมิ 200° - 210° ซ จะมีลักษณะปรากฏที่ไม่ดีคือ ไม่ทรงรูปเป็นแผ่นกลม มีการพองตัวมากจนขาดออกเป็นชิ้น ๆ มีสีน้ำตาลไหม้เกรียมติดอยู่ที่ผิวและมีรสขม มีการยึดตัวจนบางมาก สาเหตุเป็นเพราะว่าอุณหภูมิของเบ้าและฝาเบ้าของเครื่องวิลเลจเทคเจอร์โรเซอร์สูงเกินไป

จากผลการทดสอบคุณภาพโดยประสาทสัมผัสต่อลักษณะต่าง ๆ ในเรื่องความพอง, รูปร่าง, สี และความชอบ จากผู้ชิมได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 ปรากฏว่า เกสรโปรตีนแห้งซึ่งทำที่อุณหภูมิ 160° - 170° ซ และ 180° - 190° ซ จะเป็นที่ยอมรับของผู้ชิมโดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยต่อลักษณะต่าง ๆ อยู่ในระดับดีโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 ส่วนเกสรโปรตีนแห้งซึ่งทำที่อุณหภูมิ 200° - 210° ซ จะมีคะแนนรวมเฉลี่ยต่อลักษณะต่าง ๆ อยู่ในระดับเลวเกสรโปรตีนแห้งจาก dough ที่มีความชื้น 35% และ ทำที่อุณหภูมิ 160° - 170° ซ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในการบริโภคของผู้ชิมเป็นอย่างดีจะมีปริมาณของโปรตีนเท่ากับ 43.99%,

ไขมันเท่ากับ 16.65% และพลังงานเท่ากับ 432 แคลอรีต่อ 100 กรัมของเกสรโปรตีนแห้ง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จะให้ทั้งโปรตีนและแคลอรี แก่ร่างกายของประชาชนไทยทุกระดับอายุ สามารถนำมาใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ต่าง ๆ ในการนำมาประกอบเป็นอาหารต่าง ๆ โดยที่มีคุณค่าทางโภชนาการเท่าเทียมกัน และมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ประมาณ 5-6 เท่า งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ เผยแพร่แก่ประชาชนไทยที่ยากจนในชนบท โดยสามารถนำไปทำเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนเองได้ หรือทำไว้เพื่อบริโภคเอง ก็ย่อมจะทำได้เป็นอย่างดี ซึ่งนอกจากจะทำให้มีภาวะโภชนาการดีขึ้นแล้ว ยังสามารถนำมาทำเป็นการค้า ซึ่งสามารถจะยกระดับความเป็นอยู่ให้ดีขึ้นกว่าเดิม อันจะส่งผลดีในอนาคตให้แก่ประเทศชาติของเราเป็นส่วนรวม

สรุปผลการทดลอง

จากผลของการทดลองหาความชื้นที่เหมาะสมของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มในการทำเป็น dough เพื่อทำเป็นเกสรโปรตีนโดยใช้เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ พบสรุปได้ว่า ปริมาณความชื้น 35% และ 40% ในแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม และอุณหภูมิในช่วง $160^{\circ} - 170^{\circ}$ ซ และ $180^{\circ} - 190^{\circ}$ ซ ของเครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ โดยให้แรงกดฝาเบ้า 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และระยะเวลาในการกดฝาเบ้า 10 วินาที คงที่ จะได้เกสรโปรตีนแห้งซึ่งเป็นที่ยอมรับให้การบริโภคจากผู้บริโภคเป็นอย่างดีในทุก ๆ ลักษณะ

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full Fat Soy flour) ของโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูป อำเภอมะนัง จ.เชียงราย เป็นกรัมต่อ 100 กรัม ของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม

รายการ	แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full Fat Soy flour)
ความชื้น, %	4.86
ไขมัน, %	19.40
โปรตีน, %	44.68
เถ้า, %	4.12
เส้นใย, %	2.90
คาร์โบไฮเดรต, %	24.04
พลังงาน, แคลอรี/100 กรัม	449

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เป็นมิลลิกรัมต่อกรัมของโปรตีนในแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full fat Soy flour) เทียบกับมาตรฐานของ FAO/WHO, 1972 และ Chemical Score

กรดอะมิโน	แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full Fat Soy flour)	มาตรฐานของ FAO/WHO, 1972	Chemical Score
Isoleucine	45	40	113
Leucine	77	70	110
Lysine	63	55	115
Methionine + Cystine ³	24	35	69
Phenylalanine + Tyrosine	90	60	108
Threonine	44	40	110
Tryptophan	14	10	140
Valine	51	50	120

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของ dough จาก แป้งหัวเหลืองชนิดไขมันเต็ม จากการคำนวณโดยใช้ Pearson square และจากการหาค่าของความชื้นในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่าง	แป้งหัวเหลือง ชนิดไขมันเต็ม (ความชื้น 4.86%) (กรัม)	น้ำ (ml)	น้ำหนัก ของ dough (กรัม)	% ความชื้น
Dough ความชื้น 35% ¹	100.00	46.37	143.12	33.2
Dough ความชื้น 40% ²	100.00	58.57	155.50	38.2
Dough ความชื้น 45% ³	100.00	72.98	169.20	42.0

หมายเหตุ ¹ ² ³ คำนวณโดยใช้ Pearson Square

ตารางที่ 4 แสดงขนาดและลักษณะปรากฏของเกษตรโปรตีนแห้ง จาก dough ของแป้งหัวเหลืองชนิดไขมันเต็ม ที่มีความชื้น 35%, 40% และ 45% ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 160° - 170° ซ แรงกดดันเท่ากับ 400 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที

ตัวอย่าง	เส้นผ่าศูนย์กลาง เฉลี่ย (ซม.)	ลักษณะปรากฏ
เกษตรโปรตีนจาก dough ที่ความชื้น 35%	10.00	แผ่นเป็นแผ่นกลมพองมากทั้งสองด้านและพองสม่ำเสมอทั่วกัน มี สีเหลืองเข้มแบบไข่เจียว และสีสม่ำเสมอทั่วกัน ลักษณะทั่วไปคล้าย แผ่นกะเพาะปลา กลิ่นหัวเหลืองน้อยมาก มีกลิ่นหอมของหัวเหลือง คั่วสุกแล้ว และมีความกรอบมาก ลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อหักแผ่น ออกจะมีรูพรุนทั่วไป และระสมัน
เกษตรโปรตีนจาก dough ที่ความชื้น 40%	9.80 ซม.	ลักษณะปรากฏไม่แตกต่างจากเกษตรโปรตีนจาก dough ที่ ความชื้น 35%
เกษตรโปรตีนจาก dough ที่ความชื้น 45%	6.9 ซม.	แผ่นเป็นแผ่นกลมมีลักษณะด้านทั้งสองข้าง และพองเล็กน้อย เมื่อหัก แผ่นดูจะเห็นเนื้อสัมผัสข้างในหีบ แยกออกเป็นสองชั้น ไม่เป็นเนื้อ เดียวกัน มีความแข็งและไม่กรอบ มีสีเหลือง กลิ่นหัวเหลืองแรง มากกว่าสองตัวอย่างข้างต้น และมีรสมัน

ตารางที่ ๕ ผลการทดสอบโดยประสาทสัมผัส ¹ ต่อลักษณะต่าง ๆ ของเกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ของแป้งข้าวเหนียวชนิดไขมันเต็ม ที่ ความชื้น 35%, 40% และ 45% ตามลำดับ โดยเครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ (Village Texturizer) ที่อุณหภูมิ 160° - 170° ซ แรงกดดัน 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที

ลักษณะ	อุณหภูมิ 160° - 170° ซ		
	ความชื้น, %		
	35	40	45
ความพอง (Puffness)	4.0 a	3.8 a	2.4 a
รูปร่าง (Shape)	3.9 a	3.7 a	2.5 b
สี (Color)	3.8 a	3.6 a	3.1 a
ความชอบ (Preference)	3.7 a	3.9 a	2.8 b
คะแนนรวมเฉลี่ย (Average Score)	3.9 a	3.8 a	2.7 b

¹ ตัวเลขที่มีอักษร ร' รวมเหมือนกัน (ในแนวนอน) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้เท่ากับ 0.05

ตารางที่ ๘ แสดงขนาดและลักษณะปรากฏของเกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ของแป้งข้าวเหลืองชนิดไขมันเต็ม ที่ความชื้น 35% โดยเครื่องวัดเลขเทกเจอร์ไรเซอร์ (Village Texturizer) ที่อุณหภูมิ ในช่วงต่าง ๆ กันคือ 160° - 170° ซ 180° - 190° ซ และ 200° - 210° ซ ใช้แรงกดคัน 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที

ตัวอย่าง	เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (ซม.)	ลักษณะปรากฏ
เกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ที่ความชื้น 35% ใช้อุณหภูมิ 160° - 170° ซ	10.00	แผ่เป็นแผ่นกลม พองมากทั้งสองด้าน และพองสม่ำเสมอทั่วกัน มีสีเหลืองเข้มแบบไข่เจียว และสีสม่ำเสมอ ลักษณะทั่วไปคล้ายแผ่นกะเพาปลา กลิ่นข้าวเหลืองน้อยมาก และมีกลิ่นหอมของข้าวเหลืองคั่วสุกแล้ว มีความกรอบมาก เมื่อหักแผ่นออกจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นรูพรุนทั่วไป และมีรสมัน
เกษตรโปรตีนจาก dough ที่ความชื้น 35% อุณหภูมิ 180° - 190° ซ	10.20	ลักษณะปรากฏไม่แตกต่างจากเกษตรโปรตีน ซึ่งทำที่อุณหภูมิ 160° - 170° ซ
เกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ที่ความชื้น 35% ใช้อุณหภูมิ 200° - 210° ซ	*	มีลักษณะฉีกขาดเป็นชิ้นๆ ไม่เป็นแผ่นกลม มีน้ำตาลเข้ม เกิดขึ้นเนื่องจากการไหม้เกรียมที่ผิวและมีกลิ่นไหม้ เนื้อสัมผัสมีลักษณะยึดตัวจนบางมาก และกรอบ มีรสขม

*หมายเหตุ : วัดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ได้

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบโดยประสาทสัมผัส 1/ ต่อลักษณะต่าง ๆ ของเกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ที่ความชื้น 35% โดยเครื่องวัดเลขเทคเจอร์ไรเซอร์ (Village Texturizer) ที่อุณหภูมิในช่วงต่าง ๆ กันคือ 160° - 170° ซ, 180° - 190° ซ และ 200° - 210° ซ แรงกดคั้น 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 10 วินาที

ลักษณะ	เกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ของแป้งถั่วเหลือง ชนิดไขมันเต็ม ที่ความชื้น 35%		
	160° - 170° ซ	180° - 190° ซ	200° - 210° ซ
ความพอง (Puffness)	4.3 a	4.0 a	2.7 b
รูปร่าง (Shape)	4.5 a	3.9 a	1.9 b
สี (color)	4.1 a	3.8 a	1.4 b
ความชอบ (Preference)	4.6 a	3.7 b	1.6 c
คะแนนรวมเฉลี่ย (Average Score)	4.4 a	3.9 a	1.9 c

ตารางที่ 8 แสดงองค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ของเกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ที่มีความชื้น 35% โดยเครื่องวัดเลขเทคเจอร์ไรเซอร์ (Village Texturizer) ที่อุณหภูมิ 180° - 190° ซ แรงกดคั้น 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 นาที

รายการ	เกษตรโปรตีนแห้งจาก dough ของแป้งถั่วเหลือง ชนิดไขมันเต็ม ที่ความชื้น 35% อุณหภูมิ 180° - 190° ซ
ความชื้น, %	5.38
ไขมัน, %	16.65
โปรตีน, %	43.99
เถ้า, %	4.95
เส้นใย, %	2.54
คาร์โบไฮเดรต, %	26.49
พลังงาน, แคลอรี/100 กรัม	432

เอกสารอ้างอิง

1. สมชาย ประภาวัต และคณะ. 2530. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง. วันที่ 9-14 กุมภาพันธ์ 2530. ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่ จังหวัด เชียงใหม่ ดำเนินการโดยฝ่ายฝึกอบรมสภาวิจัยพืชไร่ร่วมกับศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. หน้า 216, 324-325, 331-332.
2. สมชาย ประภาวัต และคณะ. 2527. ผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนสูง ราคาถูกจากถั่วเหลือง. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บริษัทสยามออฟเซท จำกัด กรุงเทพมหานคร. หน้า 91-92.
3. FAO (1972). Food Composition Table for use in East Asia... Published by FAO and U.S. Dept. of Health, Education and Welfare.