

ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากถั่วเขียวและของเหลือโรงงานวันเส้น

Vegetable Protein Products from Mungbean and Liquid Waste of Transparent Noodle Plant

ทนง ภัทร์พันธุ์¹

Thanong Pukrushpan

ABSTRACT

In order to utilize mungbean and its industrial waste for human food, the production of protein concentrate and isolate was studied. Twenty four per cent protein content mungbean flour mixed with water pH 9.5 in the ratio of 1:30 for 10 minutes at room temperature was suitable method for protein extraction. After filtering and neutralizing, the filtrate was subjected to spray dry to form the product. It was yielded about 35% of 73% protein concentrate. While from the waste of transparent noodle plant would yield about 3% of 73% protein concentrate. The impurity removal step was added in the above process to obtain protein isolate. It was found that about 20% yield of 89.2% protein content isolate obtained from the mungbean flour and 2% of 83.7% protein isolate from the waste. Functional properties of these products were also investigated. The mungbean isolate gave better water binding capacity and gel formation ability than the other products.

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเพื่อนำถั่วเขียวและของเหลือจากโรงงานการแปรรูปที่ใช้ถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบคือโรงงานวันเส้นมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์โปรตีนเข้มข้นและโปรตีนไอโซเลท โดยการศึกษาถึงวิธีสกัดโปรตีนและกรรมวิธีการผลิตปรากฏว่า จากการวิเคราะห์ในถั่วเขียวจะมีโปรตีนถึง 24% และในของเหลือจากกระบวนการผลิตวันเส้นแล้วมีโปรตีนถึง 72% โดยน้ำหนักแห้ง สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียวโดยใช้น้ำในอัตราส่วนถั่วเขียวต่อน้ำ 1 : 30 pH 9.5 คนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที ปรับ pH ให้เป็นกลางแล้วตากแห้ง ส่วนของเหลือจากโรงงานวันเส้นทำการปรับ pH เป็น 9.5 แล้วกรองแยกตะกอน จากนั้นปรับให้เป็นกลางตากแห้งเช่นกัน จากถั่วเขียวสามารถผลิตเป็นโปรตีนเข้มข้นได้ 35% มีโปรตีน 73% ส่วนจากโรงงานวันเส้นได้ผลิตภัณฑ์ 3% มีโปรตีน 73.5% เช่นกัน ส่วนการผลิตโปรตีนไอโซเลทจากถั่วเขียวและของเหลือโรงงานวันเส้นได้ 20% มีโปรตีน 89.2% และได้ 2.0% มีโปรตีน 83.7% ตามลำดับ จากการศึกษาคุณสมบัติการใช้ประโยชน์ปรากฏว่าโปรตีน

ไอโซเลทจากถั่วเขียวมีความสามารถจับกับน้ำและทำให้เกิดเจลได้ดี

คำนำ

โปรตีนในพืชได้รับความสนใจในการศึกษาค้นคว้ากันอย่างกว้างขวางเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชซึ่งมีราคาถูกกว่าโปรตีนจากสัตว์ โปรตีนจากพืชนี้อาจนำไปใช้เสริมหรือทดแทนเนื้อสัตว์ได้เช่นกัน เมล็ดเป็นส่วนหนึ่งของพืชที่มีโปรตีนสูงและเป็นแหล่งสะสมอาหาร ไม่เพียงแต่ถั่วเหลืองเท่านั้น เมล็ดพืชตระกูลถั่วทั่ว ๆ ไปมักมีโปรตีนอยู่ค่อนข้างสูง ซึ่งอยู่ในความสนใจที่จะนำโปรตีนมาใช้ประโยชน์ได้เช่นกัน โดยเฉพาะถั่วเขียวซึ่งเป็นพืชที่มีการผลิตกันมาก เมล็ดถั่วเขียวมีโปรตีนอยู่ประมาณ 20% แต่ยังไม่ได้มีการใช้ประโยชน์จากโปรตีนนี้กันอย่างจริงจัง เนื่องจากว่าในประเทศไทย ใช้ถั่วเขียวส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมการผลิตวันเส้น ซึ่งมีกระบวนการแยกเอาส่วนของแป้งไปใช้ประโยชน์เท่านั้น ส่วนโปรตีนในเมล็ดอาจแยกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ หรือบางโรงงานอาจทำการตกตะกอนโปรตีนจากถั่วเขียวนี้มาใช้เป็นอาหาร

สัตว์ ฉะนั้นเพื่อนำโปรตีนจากถั่วเขียวมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นจึงทำการศึกษาร่วมกับของคัปรอบเคมีของถั่วเขียวและสารละลายของเกลือโรงงานวันเส้น ศึกษากระบวนการผลิตโปรตีนจากวัตถุดิบทั้งสองชนิดให้เป็นผลิตภัณฑ์รวมทั้งการศึกษากัปรอบเคมีและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์โปรตีนเหล่านี้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารให้มากขึ้นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบและการเตรียม

ถั่วเขียวซื้อจากตลาด แยกส่วนปะปนออกไปส่วนหนึ่งบดทิ้งเปลือกให้ละเอียดเพื่อหาคัปรอบเคมี ทางเคมี อีกส่วนหนึ่งนำไปกระเทาะเปลือก แล้วบดละเอียดจนสามารถผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ได้

สำหรับส่วนเกลือจากโรงงานวันเส้น เก็บมาในรูปสารละลายขุนขาวจากโรงงานวันเส้นวาลัญ บางนา กรุงเทพฯ บรรจุถังพลาสติกเก็บที่ 4๙

การวิเคราะห์หาคัปรอบเคมีของวัตถุดิบ

จากวัตถุดิบที่เตรียมได้ นำมาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ความชื้น เถ้า ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต โดยใช้วิธีการของ AOAC (1975)

ศึกษาสถานะการสกัดโปรตีน

ใช้ถั่วเขียวกระเทาะเปลือกบดที่เตรียมไว้มาศึกษาปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับ (ก) pH : ใช้ตัวอย่าง 5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นที่ปรับ pH ด้วยกรดเกลือหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ได้ pH ในช่วง 1.0–2.0 จำนวน 200–มล. กวนผสมด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า นาน 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วหาโปรตีนในสารละลายที่สกัดได้ (ข) อุณหภูมิ: ใช้ตัวอย่าง 5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นที่ปรับ pH ที่เหมาะสม 200 มล. สกัดที่อุณหภูมิช่วง 20–60๙ นาน 15 นาที กรอง วิเคราะห์หาโปรตีนเช่นกัน (ค) เวลาเลือก สภาวะ

pH: และอุณหภูมิที่เหมาะสม ทำการสกัดที่เวลาต่าง ๆ กันคือ 5, 10, 15, 20, 25, 30 และ 60 นาที กรองและวิเคราะห์โปรตีน (ง) อัตราส่วนแป้งต่อตัวทำละลาย : ใช้อัตราส่วนตั้งแต่ 1 : 5 จนถึง 1 : 40 ทำการสกัดตามสภาวะที่เหมาะสมและทำการเปรียบเทียบการสกัดครั้งเดียวกับการสกัดสองครั้งโดยครั้งแรกใช้อัตราส่วน 1:10 นาน 10 นาที กรอง นำกากไปสกัดต่อ โดยใช้อัตราส่วนต่างกันคือ 1:5 และ 1:10 กรองแล้ววิเคราะห์ (จ) ผลของเกลือแคง จากสภาวะ

ที่เหมาะสมต่าง ๆ ทำการสกัดในสภาวะที่มีเกลือแคงเข้มข้นต่างกันคือ 0.05, 0.1, 0.4 นอร์มัล วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนที่สกัดได้

ศึกษาการผลิตโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น

(ก) ใช้ถั่วเขียวกระเทาะเปลือกบด 300 กรัม ทำการสกัดโปรตีนสองครั้ง โดยใช้อัตราส่วนของแป้งต่อตัวทำละลาย 1:10 และ 1:5 ตามลำดับ สภาวะที่สกัดคือ pH 9.5 นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แยกสารละลายโปรตีนออกโดยใช้เครื่องเหวี่ยง (1,500 รอบต่อนาที, 10 นาที) นำสารละลายโปรตีนที่แยกได้ทั้งสองครั้งรวมกัน แล้วปรับให้เป็นกลาง (pH 7.0) นำไปทำแห้งด้วยเครื่อง Spray dryer โดยมีสภาวะการทำงานคือ อุณหภูมิลมร้อนเข้า 180๙ ออก 80๙

(ข) สารละลายของเกลือ โรงงานวันเส้น

ทำการเปรียบเทียบกรรมวิธีการผลิต 4 วิธี แต่ละวิธี ใช้ตัวอย่างสารละลายโรงงานวันเส้น 200 กรัม วิธีแรกนำตัวอย่างมาทำให้แห้งโดยตรงด้วยเครื่อง Spray dryer วิธีที่สองนำตัวอย่างมาปรับ pH เป็น 4.5 แล้วทำให้แห้ง วิธีที่สามนำตัวอย่างมาปรับ pH เป็น 9.5 แล้วเข้าเหวี่ยงแยกตะกอนก่อนให้แห้ง ส่วนวิธีที่สี่ทำเช่นเดียวกับวิธีที่สาม แต่หลังจากเหวี่ยงแยกตะกอนแล้วนำสารละลายมาปรับ pH เป็น 7.0 แล้วจึงทำแห้ง

ศึกษาการผลิตโปรตีนถั่วเขียวไอโซเลท

ใช้ถั่วเขียวกระเทาะเปลือกบด 300 กรัม สกัดโปรตีนโดยใช้อัตราส่วน แป้งต่อตัวทำละลาย 1:30 pH 9.5 กวนผสมนาน 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แยกสารละลายโปรตีนออกโดยใช้เครื่องเหวี่ยง (1,500 รอบต่อนาที, 10 นาที) ปรับ pH สารละลายโปรตีนที่ได้เป็น 4.5 แยกตะกอนโปรตีนออกด้วยเครื่องเหวี่ยงแล้วผสมกับน้ำปรับ pH ให้เป็นกลาง ก่อนทำแห้ง

สำหรับสารละลายของเกลือโรงงานวันเส้น

ใช้สารละลายตัวอย่าง 5,000 กรัม ปรับ pH 9.5 เหวี่ยงแยกตะกอนออกแล้วปรับ pH 4.5 เพื่อให้โปรตีนตกตะกอน แยกตะกอนโปรตีนออกโดยใช้เครื่องเหวี่ยง แล้วผสมกับน้ำปรับ pH ให้เป็นกลางก่อนนำไปทำแห้ง

ศึกษาสมบัติการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์โปรตีน (Coffmann and Garcia, 1977)

ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์โปรตีนดังนี้คือ

1) การละลาย ใช้ตัวอย่าง 5 กรัม ผสมกับน้ำ 200 มล. กวนผสมอย่างสม่ำเสมอ นาน 2 ชั่วโมง เหยียงแยก (1,500 รอบต่อนาที, 10 นาที) วิเคราะห์หาไนโตรเจน และคำนวณหาดัชนีของการละลายของไนโตรเจนจากสูตรดังนี้คือ (Hang et. al., 1970)

$$\begin{aligned} & \% \text{ Nitrogen Soluble Index (NSI)} \\ & = \frac{\% \text{ ไนโตรเจนในส่วนที่ละลายในน้ำ}}{\% \text{ ไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่าง}} \times 100 \end{aligned}$$

2) ความสามารถในการจับกับน้ำ ใช้ตัวอย่าง 1 กรัม เขย่ากับน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นาน 1 ชั่วโมง นำไปเหียงที่ความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที นาน 15 นาที เทน้ำทิ้งวางหลอดเหียง 10–15 องศาบนกระดาษซับให้สะเด็ดน้ำ นาน 10 นาที ชั่งน้ำหนัก คำนวณค่าจากสูตรดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{Water Binding Capacity (WBC)} \\ & = \frac{\text{น้ำหนักน้ำที่เกาะกับตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \end{aligned}$$

3) ความสามารถในการดูดซับน้ำมัน ใช้ตัวอย่าง 1 กรัม ผสมกับน้ำมัน 10 มิลลิลิตร เขย่านาน 30 นาที ตั้งวางไว้นาน 30 นาที เช้าเครื่องเหียงความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เทน้ำมันออก คำนวณค่าจากสูตรดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{Oil Binding Capacity (OBC)} \\ & = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันที่เกาะกับตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \end{aligned}$$

4) ความสามารถในการเกิดเจล เตรียมตัวอย่าง ความเข้มข้นตั้งแต่ ร้อยละ 2–24 ให้มีปริมาตร 5 มล. ในหลอดทดลอง ผสมเข้าให้เข้ากันในแต่ละหลอด นำไปต้มในน้ำเดือด นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นด้วยน้ำเย็น แล้วตั้งไว้ในตู้เย็น (14°C) นาน 1 ชั่วโมง ตรวจดูหลอดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่ไม่มีการไหลเมื่อเอียงหลอดทดลอง

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

จากการวิเคราะห์วัตถุดิบทั้งสามชนิด พบว่าถั่วเขียวทั้งเมล็ดและถั่วเขียวกระเพาะเปลือกมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1) ถั่วเขียวกระเพาะเปลือกมีโปรตีนสูงกว่าถั่วเขียวทั้งเมล็ดคือ ประมาณ 24 และ 20% ตามลำดับ ในสารละลายของเหลือโรงงาน งุ่นเส้นมีโปรตีนอยู่ประมาณ 72% ของน้ำหนักแห้ง เนื่องจากมีเส้นใยและคาร์โบไฮเดรตอยู่น้อยกว่า วัตถุดิบสองชนิดแรก

สภาวะในการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว

จากการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ให้ผลในการสกัดต่างกัน ปรากฏว่าที่ pH 4.0–4.5 โปรตีนถั่วเขียวละลายได้น้อยมาก (ภาพที่ 1) เมื่อ pH เพิ่มขึ้นหรือลดลง โปรตีนสามารถละลายได้มากขึ้น จนถึง pH 12 และลดลงมาถึง 2.0 ปรากฏว่าที่ pH 9.5 สามารถสกัดโปรตีนได้มากถึงประมาณ 95% ถึงแม้ pH จะสูงขึ้นกว่านี้ก็ตามยังคงสกัดโปรตีนได้ใกล้เคียงกัน ส่วนการสกัดที่อุณหภูมิ ต่างกันตั้งแต่อุณหภูมิห้อง (30.5°C) จนถึง 60°C โปรตีนถูกสกัดได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 2) คือประมาณ 85–88% ดังนั้นเพื่อความสะดวก จึงใช้เพียงอุณหภูมิห้องสำหรับการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว

Table 1 Approximate chemical composition of mungbean flour and waste from mungbean noodle plant (on dry weight basis)

Sample	moisture %	Protein %	Fat %	Ash %	Fiber %	Carbohydrate %
Whole mungbean flour	10.11	19.92	1.25	2.53	3.21	73.09
Decoated seed						
mungbean flour	10.38	23.67	1.44	1.97	1.10	71.82
Waste from						
mungbean noodle plant	94.92	71.65	1.22	8.66		18.47

ส่วนเวลาการสกัดเช่นกันปรากฏว่าการสกัดเพียง 10 นาที สามารถสกัดโปรตีนได้ถึง 93% การเพิ่มเวลาขึ้นไปไม่ค่อยแสดงผลที่แตกต่างกัน แต่การสกัด 5 นาที ให้ผลที่ต่ำกว่า 90% สำหรับอัตราส่วนแบ่งต่อตัวทำละลายนั้นพบว่าอัตราส่วน 1:30 สามารถสกัดโปรตีนได้มาก พอกับอัตราส่วนที่มากขึ้นคือ 94% ซึ่งแตกต่างจากอัตราส่วน 1:20 ได้โปรตีนเพียง 80% เท่านั้น และยังดีกว่าการสกัด 2 ครั้งอีกด้วย การเติมเกลือแกลงในสารละลายขณะสกัด พบว่า เมื่อมีความเข้มข้นของเกลือมากขึ้น กลับทำให้โปรตีนที่สกัดในสภาวะที่เหมาะสม ละลายได้น้อยลง (ภาพที่ 5) ฉะนั้นก็ไม่จำเป็นต้องเติมเกลือแกลง ในการสกัดโปรตีนถั่วเขียวแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามจากการทดลองนั้นให้ผล สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียวดังนี้คือ pH 9.5, อุณหภูมิห้องเวลา 10 นาที อัตราส่วนแบ่งต่อตัวทำละลาย (น้ำ) 1:30 ซึ่งที่สภาวะนี้สามารถสกัดโปร-

ดินได้ถึงประมาณ 94% ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของ Shehata และ Thannoun (1981)

การผลิตโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น

จากกรรมวิธีสกัดโปรตีน จากแป้งถั่วเขียว แล้วทำให้แห้งด้วย spray dryer จะได้ผลผลิตประมาณ 35.4% ของน้ำหนักแป้งถั่วเขียวที่ใช้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาวนวล (10y 8/2) ร่วนไม่เกาะตัวกัน

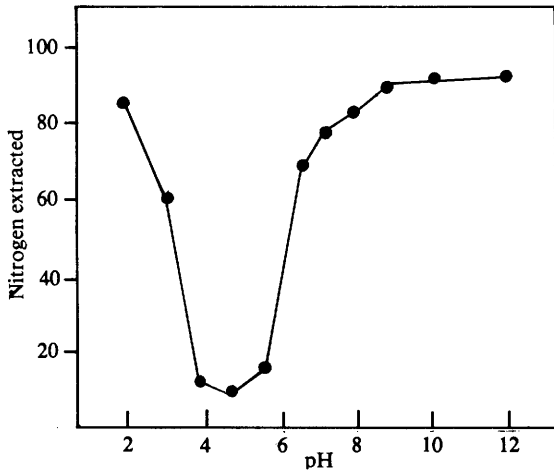


Figure 1. Effect of pH on protein solubility expressed as % nitrogen extracted from mungbean flour.

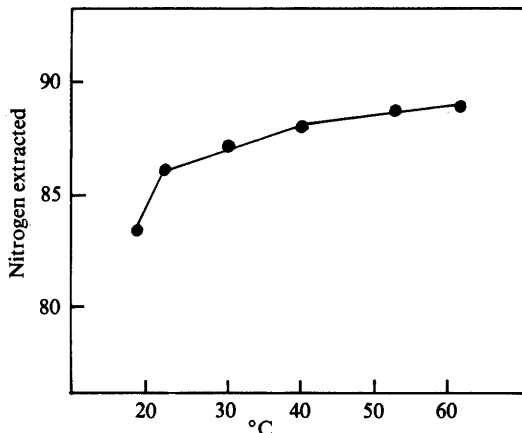


Figure 2. Effect of temperature on nitrogen extractability from mungbean flour

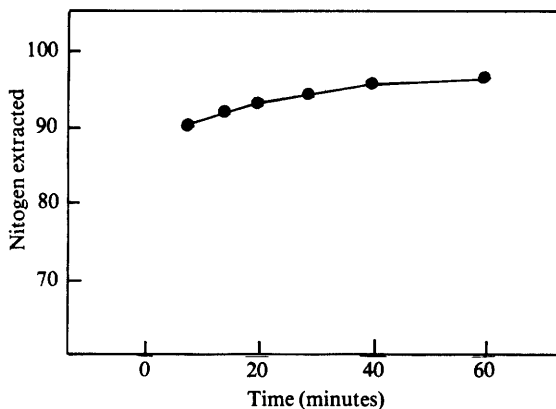


Figure 3. Relationship of extraction time and nitrogen solubility during protein extraction from mungbean flour

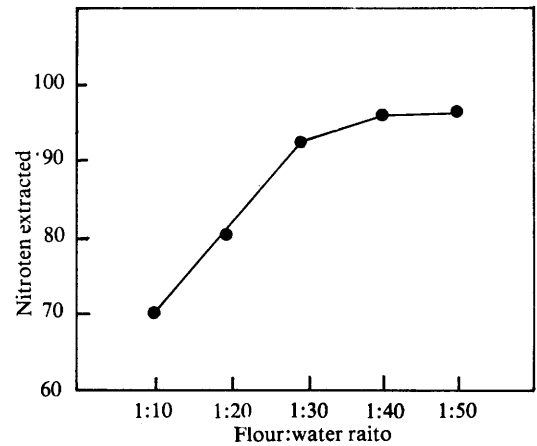


Figure 4. Effect of flour and water ratio on nitrogen solubility in protein extraction from mungbean flour

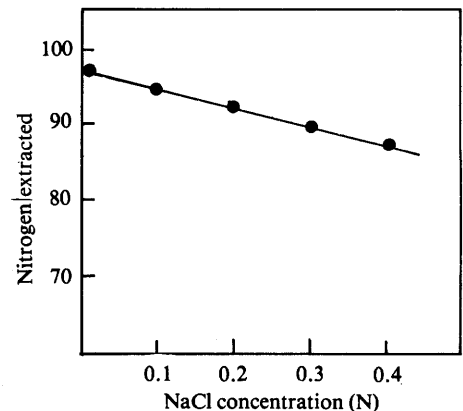


Figure 5. Effect of NaCl on protein extraction from mungbean flour

ส่วนโปรตีนเข้มข้นจากของเหลือโรงงานวันเส้น ซึ่งได้ทำการศึกษากรรมวิธีการผลิต 4 วิธีด้วยกัน ทั้ง 4 วิธีนี้จะให้ผลิตภัณฑ์โปรตีนเข้มข้นมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 71-73% และปริมาณผลผลิต 2.7-3.0% เมื่อคิดจากปริมาณสารละลายของโรงงาน การทำแห้งโดยตรงให้ผลิตภัณฑ์เป็นผงละเอียด สีเทาอ่อน แต่การปรับ pH จะทำให้สีอ่อนลง วิธีที่มีการปรับ pH เป็น 9.5 เพื่อแยกตะกอนแล้วปรับให้เป็นกลาง (pH 7.0) จากนั้น spray dryer ได้ผลผลิตประมาณ 3.0% ของสารละลายจากโรงงาน ซึ่งสูงกว่าวิธีอื่น และได้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเทาอ่อน (5y 8/4) กลิ่นอ่อน เป็นที่ยอมรับ อาจนำไปใช้ผสมกับอาหารได้ง่ายขึ้น

การผลิตโปรตีนถั่วเขียวไอโซเลต

จากการสกัดโปรตีนจากแป้งถั่วเขียวตามที่สภาวะที่เหมาะสมแล้วนำสารละลายที่แยกได้ปรับ pH 4.5 นำตะกอนโปรตีนปรับให้เป็นกลาง (pH 7.0) แล้วทำให้แห้งด้วย spray dryer จะได้ผลผลิตประมาณ 20%

ของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณโปรตีนเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง 89.2% มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว (5y 8/2) ส่วนโปรตีนไอโซเลทที่ได้จากของเหลือโรงงานวันแสนนั้น หลังจากการทำให้แห้งแล้ว จะได้ผลผลิตเพียงประมาณ 2% มีปริมาณโปรตีนเพียง 83.7% ซึ่งน้อยกว่าของแป้งถั่วเขียวโดยตรงทั้งนี้เพราะมีส่วนของเถ้าค่อนข้างสูงคือ 8% อันอาจจะเกิดจากกรรมวิธีการผลิตของวันแสน เองก็ได้ และผลิตภัณฑ์นี้มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีเทาอ่อน (10y 7/1) กลิ่นดีเป็นที่ยอมรับ

จากการเปรียบเทียบส่วนประกอบทั่ว ๆ ไป (ตารางที่ 2) ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่ได้จากทั้งแป้ง-เขียวและของเหลือโรงงานวันแสนแล้วปรากฏว่ามีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะปริมาณโปรตีน โปรตีนไอโซเลทจากแป้งถั่วเขียวมีโปรตีนอยู่สูงสุดเกือบร้อยละ 90.0 ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมีค่าน้อย ใกล้เคียงกัน (อยู่ในช่วงระหว่าง 2-3% ปริมาณเถ้านับว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากของเหลือโรงงานวันแสน มีปริมาณเถ้าอยู่ค่อนข้างสูงคือ ประมาณ 11% สำหรับโปรตีนเข้มข้นและ 8% สำหรับไอโซเลท ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรจะต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อยกระดับปริมาณโปรตีนของไอโซเลทให้มากกว่า 90% ตามสากลนิยมทั่วไป

Table 2. Chemical composition of protein products from mungbean (on dry weight basis)

Product	Moisture %	Protein %	Fat %	Ash %	Fiber and carbohydrate %
Mungbean flour					
-Concentrate	5.4	72.85	3.20	5.28	18.67
-Isolate	3.3	89.20	2.95	4.11	3.74
Mungbean noodle waste					
-Concentrate	4.6	73.50	2.12	10.96	13.42
-Isolate	3.8	83.74	2.01	8.02	6.23

คุณสมบัติการใช้ประโยชน์

ด้วยผลิตภัณฑ์โปรตีนทั่ว ๆ ไปทั้งเข้มข้นและไอโซเลทหมักจะใช้ประโยชน์ โดยการเติมเสริมแต่งลงไปในอาหารที่ต้องการเพิ่มทั้งโปรตีนและปรับปรุงคุณสมบัติลักษณะบางประการของอาหารนั้น ๆ คุณสมบัติที่ต้องการจากการเติมผลิตภัณฑ์โปรตีนลงไปในส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับ (Coffmann และ Garcia)

(ก) การละลายของโปรตีนเอง ซึ่งเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นของการผสมผสานกับ ส่วนประกอบอาหารอื่น ๆ การรายงานในรูปของ %NSI (Nitrogen soluble index) จากการเปรียบเทียบการละลายของผลิตภัณฑ์โปรตีนจากถั่วเขียวทั้ง 4 ชนิด ปรากฏว่า โปรตีนเข้มข้นจากแป้งถั่วเขียวจะมีค่าของการละลายสูงสุดประมาณ 96% ส่วนการละลายของโปรตีนถั่วเขียวไอโซเลท จะมีค่าต่ำสุดเพียงประมาณ 67%

Table 3. Functional properties of protein products from mungbean

Product	Nitrogen soluble index	Water binding capacity (times)	Oil binding capacity (times)	Gel formation (minimum concentration) %
Mungbean flour				
-Concentrate	95.91	1.61	2.02	18
-Isolate	67.03	3.94	2.13	16
Mung bean noodle waste				
-Concentrate	81.00	2.37	2.28	20
-isolate	83.96	2.40	2.30	18

(ข) ความสามารถในการจับกับน้ำ หมายถึงความสามารถในการอุ้มน้ำไว้แล้วก่อให้เกิดการพองตัว โดยที่ไม่ให้น้ำแยกออกมา ลักษณะเช่นนี้นอกจากจะเพิ่มความชุ่มฉ่ำให้กับลักษณะอาหารแล้ว ยังสามารถเพิ่มน้ำหนักได้อีกด้วย โปรตีนถั่วเขียวไอโซเลท มีความสามารถในการจับน้ำได้สูงสุด (ประมาณ 4 เท่า) ส่วนผลิตภัณฑ์โปรตีนชนิดอื่นจับกับน้ำได้ในช่วงประมาณ 1.6-2.4 เท่า

(ค) ความสามารถในการจับกับน้ำมัน เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญเพราะอาหารทั่ว ๆ ไปมักมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบอยู่เสมอจากการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์โปรตีนจากของเหลือโรงงานวันแสนมีความสามารถจับกับน้ำมันได้สูงกว่า ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากถั่วเขียวซึ่งมีค่าระหว่าง 2.0-2.3 เท่า ส่วน

(ง) ความสามารถในการเกิดเจล พบว่าโปรตีนถั่วเขียวไอโซเลททำให้เกิดเป็นเจลได้ดีที่สุด รองลงมาคือ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นกับโปรตีนไอโซเลทจากของเหลือโรงงานวันแสนส่วนโปรตีนเข้มข้นจากของเหลือ โรงงานวันแสนนั้นเกิดเจลได้ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ความแตกต่างของสมบัติการใช้

ประโยชน์เหล่านี้ย่อมมีผลมาจาก วัตถุประสงค์ที่ใช้ และกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ ซึ่งมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่อีกด้วย (Thompson, 1977)

สรุป

จากการศึกษาการผลิตและการทดสอบผลิตภัณฑ์โปรตีนจากถั่วเขียว และของเหลือโรงงานวันเส้น พบว่าสรุปได้ดังนี้คือ

1. ถั่วเขียวกระเพาะเปลือกมีโปรตีนอยู่ประมาณ 24% ในสารละลายของเหลือการผลิตวันเส้นมีโปรตีนสูงถึง 72% ของน้ำหนักแห้ง
2. สภาวะที่เหมาะสมกับการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว คือ อัตราส่วนแบ่งต่อน้ำ 1:30, อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที
3. จากแป้งถั่วเขียวกระเพาะเปลือก ผลิตโปรตีนเข้มข้นได้ 35% ได้ผลิตภัณฑ์มีโปรตีน 73.0% ส่วนจากของเหลือโรงงานวันเส้นได้ผลผลิต 3.0% มีโปรตีน 73.5% ของน้ำหนักแห้ง
4. โปรตีนถั่วเขียวไอโซเลท จากแป้งถั่วเขียวได้ผลผลิต 20% มีโปรตีน 89.2% ส่วนที่ได้จากของเหลือการผลิตวันเส้น ได้ผลผลิตเพียง 2.0% และมีโปรตีน 83.7% ของน้ำหนักแห้ง
5. โปรตีนถั่วเขียวไอโซเลท มีความสามารถจับกับน้ำและการเกิดเจลได้ดีแต่มีค่าการละลายน้ำต่ำ

สุด ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากของเหลือโรงงานวันเส้นมีคุณสมบัติการใช้ประโยชน์ ใกล้เคียงกัน

เอกสารอ้างอิง

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1975. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 12 th. ed. Washington, D.C.; Association of Official Analytical Chemists.
- Coffmann, C.W. and V.V. Garcia. 1977. Functional Properties and Amino Acid Control of Protein Isolate from Mungbean Flour. *Journal of Food Technology*. 12 (5):473-484.
- Hang, Y.D., K.H. Steinkraus and L.R. Hackler. 1970. Comparative Studies on the Nitrogen Solubility of Mungbeans, Pea, Beans and Red Kidney Beans. *Journal of Food Science*. 35 (3) : 318-320.
- Shehata, A.A.Y. and M.M. Thannoun. 1981. Extractability of Nitrogenous Constituents from Iragi Mungbean as Affected by pH, Salt Type and Other Factors. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 29 (1) : 53-57.
- Thompson, L.U. 1977. Preparation and Evaluation of Mung Bean Protein Isolates. *Journal of Food Science*. 42 (1) : 202-206.