

## การผลิตเจลาตินจากหนังหมู Production of Gelatin from Pig Skin

\*ชิตชม วิทวัสวงศ์ มณฑาทิพย์ ยูนฉลาด สมชาญ เลิศปิ่นณะพงษ์ และ สมยศ จรรยาวิลาส  
\*Chidchom Vittavatvong Montatip Yunchalad, Somchan Lerdpunnapongse  
and Somyos Chanyavilas

### ABSTRACT

To investigate high yield and the best quality of gelatin, pig skin was acidified by soaking in 5% HCl,  $H_2SO_4$  and  $H_3PO_4$  for 24 and 48 h., respectively. Extraction was done at 60°C and 80°C for 9 and 18 h and filtered out the non-extractable substances. The filtrate was evaporated and dried by drum dryer and vacuum dryer. The gelatin thus obtained was tested for gel strength. The results showed that gelatin yield obtained from pig skin acidified by HCl and  $H_3PO_4$  for 24 and 48 h. were significantly different as compared with that acidified by  $H_2SO_4$  and different extraction time varied the gelatin quality. Extraction at 80°C showed poor quality of gelatin whereas extraction at 60°C obtained the marketable quality. Drying method also effected the quality of gelatin and vacuum drying was found to be better than drum drying.

**Keyword:** *Production of gelatin, Pig Skin, Drying.*

### บทคัดย่อ

การผลิตเจลาตินจากหนังหมูเพื่อศึกษาปัจจัยเกี่ยวข้องที่เหมาะสม และสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ โดยแช่หนังหมูในกรดเกลือ กรดซัลฟิวริก และกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 5% ในเวลา 24 และ 48 ชม. จากนั้นนำมาสกัดที่อุณหภูมิ 60° และ 80°ซ. นาน 9 และ 18 ชม. ตามลำดับ กรองเอากากออก ระเหยน้ำด้วยระบบสูญญากาศ แล้วทำให้แห้งด้วยตู้อบสูญญากาศเปรียบเทียบกับทำให้แห้งด้วยระบบลูกกลิ้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาวิเคราะห์หาความชื้น วัตถุค่า pH

และหาค่า gel strength ผลการทดลองปรากฏว่าการใช้กรดเกลือ และกรดฟอสฟอริกแช่หนังหมูเป็นเวลา 24 และ 48 ชม. ให้ผลผลิตแตกต่างกับการใช้กรดซัลฟิวริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ส่วนการสกัดที่อุณหภูมิและเวลาต่างกันทำให้ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การสกัดที่ 80°ซ. จะได้เจลาตินที่มีคุณภาพต่ำ การทำแห้งด้วยวิธีอบแห้งแบบสูญญากาศ gel strength อยู่ในช่วงเดียวกับเจลาตินที่จำหน่ายในท้องตลาด

## คำนำ

เจลาตินเป็นสารโปรตีนที่มีคุณค่า ผลิตจากผลพลอยได้ของสัตว์ที่มีราคาถูก เช่น หนัง กระดูก เอ็น เขาสัตว์ เจลาตินมีมูลค่าในตลาดโลกในปีหนึ่งๆ เกินกว่า 400 ล้านดอลลาร์สหรัฐ จากสถิติในตลาดโลกมีการใช้สารประเภทนี้มากในปีหนึ่งๆ ประมาณ 110,000-140,000 ตัน และคาดว่ามีความต้องการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากปัจจุบันตลาดของผลิตภัณฑ์ที่มีเจลาตินเป็นส่วนประกอบหลักกำลังขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร เป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุดของเจลาติน ได้รับการคาดคะเนว่าใช้กันมากถึงร้อยละ 55 ของตลาดทั้งหมดครองมาคือ อุตสาหกรรมผลิตยา ประมาณร้อยละ 25 ของตลาดโลก นอกนั้นเป็นอุตสาหกรรมถ่ายภาพเพียงร้อยละ 15 และอีกร้อยละ 5 ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เรียกว่า technical gelatin เช่น ใช้ในการทำกระดาษ ชัด อุตสาหกรรมสิ่งทอ ลูกกอล์ฟตัวพิมพ์ และไม้ขีด เป็นต้น

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเจลาตินส่วนมากนิยมใช้หนังสัตว์ เพราะกรรมวิธีการผลิตค่อนข้างง่ายกว่าการใช้วัตถุดิบชนิดอื่น แต่สำหรับการผลิตเจลาตินที่ใช้

เป็นอาหาร หนังหมู จัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญกว่าหนังสัตว์ชนิดอื่นๆ เพราะแนวโน้มที่จะนำมาผลิตให้ได้เจลาตินที่มีเกรดสูงมีมาก การเตรียมวัตถุดิบก่อนการสกัดไม่ยุ่งยากและใช้ระยะเวลาสั้น นอกจากนี้ยังสามารถลดปัญหาอื่นๆ ในระหว่างการผลิตที่จะติดตามมา ดังนั้นในประเทศที่มีการผลิตเจลาตินเป็นอุตสาหกรรม เช่น ยุโรป ส่วนมากจะนิยมนำไปแปรรูปเพื่อทำเป็นอาหารในอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน การนำไปแปรรูปในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีน้อยมาก นับว่าเป็นใช้วัตถุดิบอย่างไม่คุ้มค่าทั้งนี้เพราะหนังหมูเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาแปรรูปให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น เช่น เจลาติน

การทดลองผลิตเจลาตินจากหนังหมู มีจุดมุ่งหมายที่จะทำให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดของผลผลิตการเกษตรภายในประเทศ วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตเจลาตินจากหนังหมู โดยศึกษาถึงปัจจัยที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนของการผลิต ตลอดจนศึกษาถึงคุณสมบัติของเจลาตินที่ผลิตได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### วิธีการผลิตเจลาติน

การทดลองผลิตเจลาตินจากหนังหมูนี้ วางแผนการทดลองโดยใช้ split split plot design ดังนี้คือ ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ใช้วิธี acid process หนังหมูก่อนที่จะนำมาแช่ในกรดจะนำมาล้างทำความสะอาด และคั้นเอาไขมันออก จากนั้น

นำไปแช่กรดซึ่งในการทดลองใช้กรด 3 ชนิด คือ กรดซัลฟิวริก กรดฟอสฟอริก และกรดเกลือ ที่ความเข้มข้น 5% แช่หนังหมูนาน 24 ชม. และ 48 ชม. ตามลำดับ เพื่อศึกษาผลของความแตกต่างระหว่างกรดและระยะเวลาในการแช่ที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเจลาตินที่ผลิตได้ หนังหมูที่ผ่านการ

แช่กรดแล้วเมื่อครบกำหนดเวลานำไปล้างทำความสะอาด แช่น้ำหลาย ๆ ครั้งเพื่อเอากรดออก นำไปชั่งน้ำหนัก เพื่อหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ก่อนที่จะนำไปสกัดเจลาตินต่อไป

ขั้นตอนการสกัด นำหนังหมูที่ผ่านการแช่กรดในแต่ละหน่วยทดลอง (treatment) มาสกัดเจลาตินโดยใช้ไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60° และ 80° ซ. นาน 9 และ 18 ชม. ตามลำดับ สารละลายเจลาตินที่สกัดได้นำมากรองเพื่อขจัดกากออก จากนั้นนำไประเหยเอาน้ำออกประมาณ 50-75% และทำให้แห้ง

ขั้นตอนการทำแห้ง แบ่งสารละลายเจลาตินที่ผ่านการระเหยน้ำออกแล้วในแต่ละหน่วยทดลองเป็น 2 ส่วน ทำให้แห้งด้วยวิธีการดังนี้คือ

ส่วนที่ 1 แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °ซ. เพื่อให้เจลาติน

กลายเป็นเจลแล้วตัดเป็นแผ่นบาง นำไปอบในตู้อบสูญญากาศ (vacuum oven) ที่อุณหภูมิ 25 °ซ. นาน 4-5 ชม. เพื่อให้ความชื้นลดลง จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเป็น 60 °ซ. อบนาน 3 ชม. และบดให้มีขนาดเล็กลงด้วยเครื่อง Hammer mill

ส่วนที่ 2 ทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำให้แห้งระบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 160 °ซ. จะได้เจลาตินมีลักษณะเป็นแผ่นบาง เมื่อบดจะได้เจลาตินเป็นผงละเอียด

วิธีการวิเคราะห์

เจลาตินที่ผลิตได้ นำไปวิเคราะห์หาความชื้น ความเป็นกรดค้าง (pH) และ gel strength ตามวิธีใน British Standard (B.S.757-1975)

### ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองพบว่า ในขั้นตอนของการเตรียมวัตถุดิบ โดยนำหนังหมูมาแช่ในกรด 3 ชนิด คือกรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก และกรดฟอสฟอริก ที่มีความเข้มข้น 5% ที่อุณหภูมิห้องนาน 24 และ 48 ชม. พบว่าหนังหมูที่ผ่านการแช่กรดแล้ว จะมีน้ำหนักและลักษณะแตกต่างกันตามชนิดของกรดที่ใช้คือ การใช้กรดไฮโดรคลอริกหนังหมูจะมีลักษณะพองขึ้น และค่อนข้างละเอียด การใช้กรดซัลฟิวริก หนังหมูจะไม่พอง แต่มีลักษณะนุ่มขึ้น ส่วนการใช้กรดฟอสฟอริกหนังหมูจะมีลักษณะพอง หนังค่อนข้างแข็งและน้ำหนักของหนังหมูจะเพิ่มมากกว่าการใช้กรดชนิดอื่น ๆ น้ำหนักของหนังหมูที่เพิ่มขึ้นแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของหนังหมู หลังการแช่กรด

ชนิดของกรด	น้ำหนักของหนังหมูที่เพิ่มขึ้น หลังการแช่กรด (%)	
	24 ชม.	48 ชม.
HCl	20.01	23.19
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.55	1.84
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	45.50	58.19

น้ำหนักของหนังหมูที่เพิ่มขึ้นทุกหน่วยทดลอง

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการแช่หนังหมู พบว่าน้ำหนักหนังหมูที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละช่วงเวลาของการแช่ คือ 24 และ 48 ชั่วโมง

ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบเพื่อสกัดเจลาตินนั้นจุดประสงค์เพื่อต้องการให้คอลลาเจนที่มีอยู่ในวัตถุดิบเกิดการพองตัว ทำให้สามารถเปลี่ยนคอลลาเจนให้เป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถขจัดสารที่ไม่ต้องการ ได้แก่ สารพวก non-collagenous proteins, mucopolysaccharides ฯลฯ ทำให้เจลาตินที่ได้ใสและมีสีดีขึ้น (Ward, 1977) โดยทั่วไปการเตรียมวัตถุดิบมี 2 วิธี คือ การแช่วัตถุดิบในด่าง และการแช่ในกรด การผลิตเจลาตินจากหนังหมูส่วนมากนิยมแช่หนังหมูในกรด ทั้งนี้เพราะมีข้อดีคือใช้เวลาสั้นเพียง 10-48 ชม. เท่านั้น ในขณะที่การแช่ด้วยด่างจะใช้เวลาถึง 8-12 สัปดาห์

นอกจากนี้ยังสามารถลดปริมาณน้ำเสียลงได้มากอีกด้วย ในขั้นตอนของการแช่วัตถุดิบด้วยกรดนั้น การเลือกใช้กรดใดควรคำนึงถึงคุณภาพและปริมาณของเจลาตินที่ผลิตได้ประกอบในการพิจารณาด้วย จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 พบว่าปริมาณของเจลาตินที่ผลิตได้จะสัมพันธ์กับค่าของน้ำหนักของหนังหมูหลังการแช่กรด การใช้กรดซัลฟิวริกแช่หนังหมูไม่ทำให้หนังหมูพองตัว แต่หนังหมูจะมีลักษณะนิ่ม และน้ำหนักที่ได้หลังจากการแช่กรดเพิ่มขึ้นเพียง 1-2% แตกต่างกับการใช้กรดฟอสฟอริก และกรดเกลือ ที่ทำให้หนังหมูนี้น้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่า 40% และ 20% ตามลำดับ หลังจากสกัดเจลาตินแล้วผลปรากฏว่าการแช่ด้วยกรดซัลฟิวริกให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำกว่ากรดอีก 2 ชนิด (ตารางที่ 3) ดังนั้นการเลือกชนิดของกรดที่ใช้แช่หนังหมูจึงควรเลือกใช้กรดเกลือหรือกรดฟอสฟอริกมากกว่า

ตารางที่ 2 อิทธิพลของกรดที่ใช้แช่หนังหมูต่อผลผลิตของเจลาติน

กรด (เวลาที่แช่, ชม.)	ปริมาณเจลาตินที่ผลิตได้ (%)			
	สกัดที่อุณหภูมิ 60°C		สกัดที่อุณหภูมิ 80°C	
	9 ชม.	18 ชม.	9 ชม.	18 ชม.
HCl (24)	27.12	28.14	26.56	26.53
HCl (48)	25.63	22.33	25.91	26.86
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (24)	16.16	17.26	15.22	13.97
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (48)	12.80	11.65	14.30	14.01
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (24)	31.06	28.51	27.61	30.29
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (48)	25.49	25.18	27.36	27.92

ในขั้นตอนการสกัดเจลาติน พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในด้านผลผลิตของแต่ละหน่วยทดลองที่สกัดที่อุณหภูมิ 60°ซ ในเวลา 9 ชม. และ 80°ซ ในเวลา 18 ชม. (ตารางที่ 2) แสดงว่าการสกัดเจลาตินที่อุณหภูมิ 60-80°ซ ในเวลา 9 ชม. ไม่ทำให้ผลผลิตของเจลาตินที่ได้แตกต่างกัน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเจลาตินจะอยู่ในช่วง 55-100°ซ (Loeven, 1954) แต่ส่วนมากนิยมสกัดในช่วงอุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เพราะจะได้เจลาตินที่มีคุณภาพดี คือ gel strength สูง สีไม่คล้ำ และผลผลิตที่ได้ดีกว่าการสกัดที่อุณหภูมิสูง (Hinterwaldner, 1977)

ด้านคุณภาพพบว่าการสกัดที่อุณหภูมิสูง คือที่ 80°ซ เจลาตินที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ (ตารางที่ 3) โดยหนังหมูที่ผ่านการแช่ด้วยกรดเกลือให้ gel อ่อน ไม่สามารถวัดค่าได้ ส่วนหนังหมูที่ผ่านการแช่กรดซัลฟิวริก จะให้ gel ที่ไม่คงรูป ยกเว้นการใช้กรดฟอสฟอริก gel มีลักษณะดีและคงรูปมีค่า gel strength สูงอยู่ในช่วง 240 bloom (bloom gram) และเมื่อเปรียบเทียบกับ การสกัดที่อุณหภูมิ 60°ซ พบว่าการสกัดที่อุณหภูมินี้เจลาตินที่ได้มีคุณภาพดีกว่า คือเจลาตินที่ผลิตได้จากหนังหมูที่ผ่านการแช่กรดนาน 24 ชม. จะมีคุณภาพดีกว่าเจลาตินที่ผลิตได้จากหนังหมูที่ผ่านการแช่กรดนาน 48 ชม. โดยการแช่กรดฟอสฟอริกจะให้เจลาตินที่มีค่า gel strength สูงสุด คือมีค่ามากกว่า 240 bloom สำหรับเวลาในการสกัดมีผลต่อคุณภาพเล็กน้อยโดยจะทำให้ค่า gel strength ลดลง ดังนั้นในขั้นตอนการสกัดเจลาติน อุณหภูมิที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 60°ซ ส่วนระยะเวลานั้นไม่ควรจะนานเกินไป เพราะจะทำให้เจลาตินถูกทำลายและเสียสมบัติในการเป็นเจลไป

การสกัดเจลาตินนอกจากจะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดแล้ว pH ในการสกัดก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ควรคำนึงถึงเช่นกัน Veis (1964) กล่าวว่า การสกัด gelatin ที่ pH 4 จะทำให้สารพวก non-collagenous proteins และ mucopolysaccharide ตกตะกอนในระหว่างการสกัดทำให้เจลาตินที่ผลิตได้ค่อนข้างบริสุทธิ์ การสกัดเจลาตินที่ pH 2 จะให้ผลผลิตดี แต่ต้องใช้เวลาในการสกัดไม่นานนัก และต้องปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 4-5 ก่อนทำให้แห้ง เพราะการให้ความร้อนนานเกินไปจะทำให้เจลาตินสลายตัวได้ง่าย จากผลการทดลองค่าความเป็นกรดต่างของเจลาตินที่ผลิตได้ (ตารางที่ 4) อยู่ในช่วง pH 2-4 และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าของ gel strength พบว่าที่ pH 4 คุณภาพของเจลาตินที่ผลิตได้จะดีกว่าที่ pH 2 และ 3 ดังนั้นในการสกัดเจลาตินควรปรับ pH หนังหมูก่อนการสกัดให้มี pH 4 เพื่อรักษาคุณภาพของเจลาตินไว้

การทดสอบคุณภาพเจลาตินที่สำคัญอันหนึ่ง คือการวัดค่า gel strength โดยใช้เครื่อง Bloom gelometer ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ในทางการค้าเจลาตินจากหนังหมูจัดเป็นเจลาตินชนิด A gel strength 75-300 bloom (Peterson, 1974) วัดค่า gel strength ของตัวอย่างต่าง ๆ ที่เตรียมขึ้นโดยมีความเข้มข้นคงที่ เปรียบเทียบกับเจลาตินทางการค้า มีค่า gel strength 140 และ 250 bloom ค่าที่วัดได้คิดเป็นระยะทางที่หัวเจาะของเครื่องผ่านเข้าไปในตัวอย่างด้วยแรงและอัตราเร็วคงที่ภายในเวลาที่กำหนด

ขั้นตอนการทำแห้ง พบว่าในด้านของผลผลิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการ

ทำแห้งโดยอบในตู้อบสุญญากาศและทำแห้งด้วยระบบ  
ลูกกลิ้ง แต่อย่างไรก็ตามการทำแห้งในตู้อบสุญญากาศ  
ให้ผลผลิตสูงกว่าทำแห้งด้วยระบบลูกกลิ้งเล็กน้อย  
(ตารางที่ 5) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าความชื้นของ  
เจลาคินที่ผลิตได้ (ตารางที่ 6) พบว่าเจลาคินที่ผลิต  
โดยวิธีทำให้แห้งด้วยระบบลูกกลิ้ง จะมีความชื้น ต่ำ  
กว่า ดังนั้นค่าของผลผลิตที่ลดน้อยลงกว่าการทำ  
แห้งด้วยวิธีแรกอาจเป็นเพราะการทำแห้งโดยระบบ

ลูกกลิ้ง ใช้ความร้อนสูง  $160^{\circ}\text{C}$  จึงได้ผลผลิตที่แห้ง  
กว่า น้ำหนักจึงเบากว่า แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของ  
เจลาคินที่ได้พบว่า การทำแห้งโดยวิธีแรก เจลาคินมี  
ลักษณะเป็นเกล็ดเล็กๆ สีเหลือง ละลายน้ำได้ดี แต่  
เจลาคินที่ผลิตได้โดยวิธีหลังจะมีลักษณะเป็นผงสี  
ขาวขุ่น ละลายน้ำยาก และค่อนข้างฟูกระจาย ดังนั้น  
การทำแห้งควรจะใช้วิธีอบในตู้อบสุญญากาศมากกว่า

ตารางที่ 3 ค่า Gel strength ของเจลาตินที่ผลิตได้ด้วยวิธีการต่างๆ

ค่า gel strength								
กรด (เวลาที่ใช้แช่ ชม.)	สกัดที่อุณหภูมิ 60°C				สกัดที่อุณหภูมิ 80°C			
	9 ชม.		18 ชม.		9 ชม.		18 ชม.	
	ดูดซับสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง
HCl (24)	187	187.5	240	237.5	a	a	a	-
HCl (48)	200	202	250	225	a	a	a	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (24)	188	187	191.5	193	-	-	-	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (48)	222.8	220.5	259.5	263	-	-	-	-
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (24)	145	153.5	138	139.5	159.5	162.5	178.5	178.5
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (48)	205.5	218.5	162.5	172.5	152	161	160.5	168

ค่า gel strength ในตารางนี้ จะต้องคูณด้วย 1/10 จึงจะมีหน่วยเป็น มม.

a = gel อ่อน - = gel ไม่คงรูป

ค่า gel strength ของ Commercial gelatin 240 bloom = 176

ค่า gel strength ของ Commercial gelatin 140 bloom = 217

ตารางที่ 4 ค่าความเป็นกรด-ด่างของเจลาตินที่ผลิตได้

กรด (เวลาที่ใช้น้ำ ชม.)	ความเป็นกรด-ด่าง							
	สกัดที่อุณหภูมิ 60°C				สกัดที่อุณหภูมิ 80°C			
	9 ชม.		18 ชม.		9 ชม.		18 ชม.	
	ดื่อบสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง	ดื่อบสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง	ดื่อบสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง	ดื่อบสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง
HCl (24)	3.38	3.20	3.41	3.43	3.29	3.39	3.53	3.35
HCl (48)	3.39	3.17	3.56	3.48	3.33	3.41	3.56	3.30
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (24)	3.09	3.08	3.10	3.10	3.12	3.16	3.24	3.23
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (48)	2.92	2.97	2.89	2.85	2.96	2.99	3.03	3.05
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (24)	3.98	4.00	4.03	4.04	4.07	4.05	4.37	4.29
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (48)	3.98	4.01	4.18	4.15	4.19	4.39	4.20	4.17



ตารางที่ 5 ผลผลิตของเจลาคีนที่ได้จากวิธีการทำแห้งต่างๆ

กรด (เวลาที่ใช้แช่ ชม.)	ปริมาณเจลาคีนที่ผลิตได้ (%)							
	สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 60°ซ				สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 80°ซ			
	9 ชม.		18 ชม.		9 ชม.		18 ชม.	
	ดูดซับสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ	ระบบลูกกลิ้ง
HCl (24)	14.40	12.72	14.61	13.53	13.76	12.80	13.66	12.87
HCl (48)	13.10	12.53	12.31	10.02	10.02	13.24	14.47	12.19
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (24)	8.91	7.24	9.45	7.81	7.98	7.24	7.29	6.68
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (48)	6.79	6.01	6.02	5.63	7.37	6.93	7.13	6.88
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (24)	16.99	14.07	13.96	14.55	13.98	13.63	15.98	14.31
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (48)	13.97	11.52	12.51	12.68	13.72	13.64	14.84	13.08

ตารางที่ ๖ ค่าความชื้นของเมล็ดดินที่ผลิตได้

กรด (เวลาที่ใช้แซ่ ชม.)	ความชื้น							
	สกัดที่อุณหภูมิ 60"ซ				สกัดที่อุณหภูมิ 80"ซ			
	9 ชม.	18 ชม.	9 ชม.	18 ชม.	9 ชม.	18 ชม.	9 ชม.	18 ชม.
	ดูดซับสุญญากาศ ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ ระบบลูกกลิ้ง	ดูดซับสุญญากาศ ระบบลูกกลิ้ง
HCl (24)	9.75	8.16	8.78	8.12	9.53	8.85	9.02	8.49
HCl (48)	8.67	8.29	10.53	8.56	9.15	8.76	10.12	8.68
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (24)	9.31	7.57	9.69	8.00	9.27	8.42	8.92	8.16
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (48)	10.01	8.87	10.23	9.57	9.55	8.98	9.17	8.84
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (24)	11.18	9.26	8.44	8.54	9.86	9.61	10.58	9.47
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (48)	10.12	8.38	8.92	9.03	9.45	9.39	9.72	8.57

## สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองผลิตเจลาตินจากหนังหมูในขั้นตอนของการเตรียมวัตถุดิบโดยแช่กรด 3 ชนิด คือ กรดเกลือ กรดซัลฟิวริก และกรดฟอสฟอริก นั้น การใช้กรดเกลือและฟอสฟอริก แช่หนังหมูในเวลา 24 และ 48 ชม. จะให้ผลผลิตในปริมาณใกล้เคียงกัน แต่การใช้กรดฟอสฟอริกจะให้เจลาตินที่มีคุณภาพดีกว่าสถานะที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินควรควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 60°C ภายในเวลา 9 ชม. และมีสถานะความเป็นกรดต่าง (pH) ที่ 4 เจลาตินเหลวที่ผลิตได้หลังจากกระเหย่น้ำออกด้วยระบบสุญญากาศ แล้วทำแห้งด้วยวิธีอบที่อุณหภูมิต่ำโดยใช้ตู้อบสุญญากาศจะได้ผงเจลาตินที่มีลักษณะดีกว่าการทำแห้งโดยใช้ระบบลูกกลิ้ง จากผลการทดลองนี้พอจะสรุปข้อสังเกตได้ว่า ในการผลิตเจลาตินเพื่อให้

ได้ผลผลิตที่ดีและมีค่า gel strength สูง ในขั้นตอนของการสกัดควรจะมีการแยกเจลาตินออกมาตามช่วงเวลา เพื่อเจลาตินที่สกัดได้จะไม่ถูกทำลายด้วยความร้อน เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการสกัดนานเกินไป เพราะในการผลิตจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาให้นานพอสมควร เพื่อจะสกัดเจลาตินให้ออกมามากที่สุดเท่าที่จะทำได้การแยกเจลาตินเหลวออกมาตามช่วงเวลาที่ดีนี้จะทำให้ได้เจลาตินที่มีเกรดต่างๆ กัน ตั้งแต่เกรดสูงและรองๆ ลงมา ในการทดลองนี้เจลาตินที่ได้เมื่อนำมาละลายน้ำพบว่ายังมีความข้นอยู่บ้าง ดังนั้นจึงควรที่จะได้มีการศึกษาขั้นตอนของการทำให้เจลาตินบริสุทธิ์ ก่อนนำไปทำแห้งเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเจลาตินให้ดียิ่งขึ้น

## บรรณานุกรม

- B.S. 757-1975. Method for Sampling and Testing Gelatin (Physical and Chemical Method) British Standard Institution.
- Foreign Trade Statistic of Thailand, 1985. Department of Customs Bangkok, December. International Trade Center UNCTAD/GATT, 1984. Gelatin, Geneva.
- Loeven, W.A. 1954. Effect of Alkali Treatment of Collagen on the pH Swelling Curve of Collagen and of Gelatin Products Prepared from It. J. Soc. Leather Trades' Chemists 38 : 117-125.
- Peterson, J., 1974. In Encyclopedia of Food Technology and Food Science Series, vol.2. The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut.
- Veis, A., 1964. The Macromolecular Chemistry of Gelatin. Academic Press, New York, London, p. 186-218.
- Ward, A.G. and Court A., 1977. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, New York.