ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพเนื้อเทียมโดยใช้แป้งเผือกและงา

(Study on Taro Flour and Sesame in Meat Analogue Qualities Improvement)

โดย นายสุนันท์ นิบรรพต

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

...ลงชื่อ... ...29/4/30... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(นายวุฒิชัย นาครักษา) .../.../...

...ลงชื่อ... ...19/1/2... กรรมการของภาควิชา
(นางอนงค์ วรฤไร)

...ลงชื่อ... .../.../... กรรมการของภาควิชา
(นางระติพร หาเรือนกิจ)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

...ลงชื่อ...

(นางสาวเยาวลักษณ์ สุรพันธพิทักษ์)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ..6.. เดือน ...พฤษภาคม... พ.ศ. ..2530..

ปพ.
ส 815ก
2529

Date 1 0 ก.ค. 2530
Call No

1342

ปัญหาพิเศษ (4599)

เรื่อง

การปรับปรุงคุณภาพเนื้อเทียมโดยใช้แป้งเผือกและงา

(Study on Taro Flour and Sesame in Meat Analoque Qualities Improvement)

T096860

โดย

นายสุนันท์ นิบรรพต

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ฝผ.
ส815ก
2529

ตขหมู่.....
เลขทะเบียน 96860
รับเดือน,ปี - 5 JUN 2566

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2529

บทคัดย่อ

การทำเนื้อเทียมโดยใช้ส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือกและงาขาวบดละเอียด เพื่อศึกษาว่าโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือก และงาขาวบดละเอียดนั้นจะสามารถทำเนื้อเทียมได้หรือไม่ และสามารถจะใช้ได้ในอัตราส่วนเท่าใดจึงจะได้เนื้อเทียมที่มีคุณสมบัติที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ในการทดลองทำเนื้อเทียมโดยใช้ส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือกและงาขาวบดละเอียดใช้วิธีการผลิตของคุณอุดม ภาชูจนปกรณ์ชัย สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ความชื้น (Moisture) ไขมัน (Fat) โปรตีน (Protein) เถ้า (Ash) กาก (Crude fiber) และคาร์โบไฮเดรท (Carbohydrate) รวมทั้งอัตราการดูดซึมน้ำและปริมาตรที่เพิ่ม วัดสีที่อุณหภูมิห้อง 60 °ซ. และ 100 °ซ. แล้วทดสอบหาความแตกต่างของเนื้อเทียมเปรียบเทียบกับเนื้อวัวและโปรตีนเกษตร ภายหลังจากนำไปปรุงอาหารโดยการทอดแล้ว การชิมให้คะแนนและวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี

ผลการศึกษาพบว่าเนื้อเทียมที่ทำโดยใช้ส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือกและงาบดมีลักษณะแข็งมีรูพรุนเล็กน้อย กลิ่นคล้ายกลิ่นถั่วเขียวมีค่าสี 7.5 YR 4/4 เมื่อนำไปต้มแช่น้ำต้มที่อุณหภูมิ 60 °ซ. กับ 100 °ซ. เนื้อเทียมจะมีการจับน้อยและละลายน้ำได้เล็กน้อย บริเวณภายนอกมีอัตราการดูดซึมน้ำประมาณ 25-61% ปริมาตรที่ขยายตัว 34-57% จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีมีความชื้น 5.4% ไขมัน 33.37% โปรตีน 41.6% กาก 0.55% เถ้า 4.8% และคาร์โบไฮเดรท 14.28% การทดลองด้วยการชิมเนื้อเทียมโดยการนำไปทอดเปรียบเทียบกับเนื้อวัวและโปรตีนเกษตร พบว่ามีลักษณะที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญคือ กลิ่น และการยอมรับ

คำนิยม

ในการดำเนินการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากท่าน อาจารย์วุฒิชัย นาครักษา อาจารย์ประจำภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ซึ่งได้ให้คำแนะนำการทดลองตลอดจนแก้ไขปัญหาพิเศษ รวมทั้งเพื่อน ๆ และน้อง ๆ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณในความกรุณาช่วยเหลือไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อ-คุณแม่ ที่ได้ให้ความสนับสนุนทางด้านการเงิน กำลังใจและทางด้านอื่น ๆ จนการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นายสุนันท์ นิบรรพต

เมษายน 2530

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญตารางผนวก	(3)
สารบาญสรุป	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
- เมือกและการเตรียม	4
- องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสัตว์	6
- งาและการใช้ประโยชน์	8
- วัตถุดิบ อุปกรณ์และสารเคมี	9
วิธีการทดลอง	11
ผลการทดลอง	14
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	25
ข้อเสนอแนะ	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	30

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเผือก	5
2.	แสดงองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในเนื้อวัวสดและเนื้อหมูสด	7
3.	แสดงส่วนผสมของเนื้อเทียม	12
4.	แสดงความชื้นของเนื้อเทียม	16
5.	แสดงปริมาณไขมันในเนื้อเทียม	16
6.	แสดงปริมาณโปรตีนในเนื้อเทียม	17
7.	แสดงปริมาณเกากในเนื้อเทียม	17
8.	แสดงปริมาณเถ้าในเนื้อเทียม	18
9.	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำและปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของเนื้อเทียม เนื้อวัวสด และโปรตีนเกษตรที่อุณหภูมิ 60 °ซ. นาน 15 นาที	20 20
10.	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำและปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของเนื้อเทียม เนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตรที่อุณหภูมิ 100 °ซ. นาน 15 นาที	21
11.	แสดงสีของเนื้อเทียมกับเนื้อวัวสด และโปรตีนเกษตร	22
12.	แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี Analysis of Variance	24

สารบาญตารางผนวก

ตารางผนวกที่			หน้า
1.	Analysis of Variance	ของสี	33
2.	Analysis of Variance	ของกลิ่น	34
3.	Duncan's New Multiple Range Test	ของกลิ่น	35
4.	Analysis of Variance	ของเนื้อสัมผัส	36
5.	Analysis of Variance	ของการยอมรับ	37
6.	Duncan's New Multiple Range Test	ของการยอมรับ	37

สารบาญรูป

รูปที่		หน้า
1.	แสดงวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเนื้อเทียม	14
2.	แสดงเนื้อเทียมที่ใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเมือก และงาขาวบดละเอียด	15
3.	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของเนื้อเทียม เนื้อวัวสด และโปรตีนเกษตร	19
4.	แสดงเนื้อเทียมโดยใช้โปรตีนสะกัดจากถั่วเขียว แป้งเมือกและงาขาวบดละเอียด หลังจากปรุงเป็นอาหารแล้ว	23

คำนำ

เนื้อเทียม (Meat analogue) เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมีโปรตีนสูง คุณค่าทางโภชนาการสูงเท่าเทียมเนื้อสัตว์และราคาถูกสามารถจะนำไปประกอบเป็นอาหารแทนเนื้อได้ตลอดจนสามารถที่จะส่งเสริมให้ทำเป็นอุตสาหกรรมได้ซึ่งจะช่วยแก้ไขการขาดแคลนอาหารโปรตีนของประเทศไทยเป็นอย่างดี

โปรตีนสกัดจากถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในประเทศไทยได้แก่ โปรตีนจากถั่วเขียวซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานทำวุ้นเส้น เผือก (Colocasia esculenta) หรือ (C. antiquorum) เป็นพืชหัวที่คนไทยนิยมรับประทานในรูปของอาหารคาวหวาน แต่ยังไม่มีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง สำหรับงา (Sesamum indicum) ใช้ประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน ตลอดจนนำมาสกัดน้ำมันเพื่อใช้ในวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นเครื่องสำอาง น้ำหอม สบู่ ยารักษาโรค กากของเมล็ดหลังจากสกัดน้ำมันออกแล้วเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพดี นอกจากนี้แล้วงายังมีกรดอะมิโน ดีแอล-เมทไธโอนีน (DL-Methionine) ที่จำเป็นต่อร่างกายสูงอีกด้วย สำหรับเนื้อเทียมของสถาบันฯนั้นคว้าและสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้วัตถุดิบคือ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและดีแอล-เมทไธโอนีน นั้นมีราคาแพง

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเป็นการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อเทียม โดยการนำเอาโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือกแทนโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และงาขาวบดละเอียดใช้แทนดีแอล-เมทไธโอนีน ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ปลูกได้ในประเทศไทยและมีราคาถูก

การตรวจเอกสาร

เนื้อเทียมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำมาจากถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว เมล็ดฝ้าย ข้าวสาลี งาและเมล็ดทานตะวันให้มีลักษณะเหมือนเนื้อสัตว์ทั้งลักษณะเนื้อ ปริมาณโปรตีนและคุณภาพทางโภชนาการต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการบริโภคของมนุษย์ซึ่งเป็นที่รู้จักเป็นอย่างดีในหมู่ชาวตะวันออกมานานแล้ว ชาวอเมริกันและยุโรปได้ผลิตเนื้อเทียม (Meat analogue) จากโปรตีนถั่วเหลือง สำหรับในประเทศไทย สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารได้ทำเนื้อเทียมสำเร็จในระหว่าง ปี พ.ศ. 2512-2517 มีสูตรต่าง ๆ ทั้งหมด 30 สูตรให้ชื่อว่า "โปรตีนเกษตร" (texture protein) ซึ่งใช้วัตถุดิบจากถั่วเขียว โปรตีนจากถั่วเหลือง แป้งถั่วเหลืองและโปรตีนจากปลา (สำหรับบางสูตรไม่ใช้โปรตีนจากปลา) สำหรับโปรตีนเกษตรที่ใช้ผลิตอยู่ในขณะนี้ มีส่วนผสมต่าง ๆ ดังนี้คือ

โปรตีนสดจากถั่วเขียว (Wet mung bean protein isolate)	100	ก.ก.
แป้งถั่วเหลือง (Full fat soy flour)	5	ก.ก.
DL-methionine	300	กรัม
เกลือไอโอไดด์	250	กรัม
ไวตามินบีรวม (บี 1, บี 2, บี 6 และไนอาซีน)	55	กรัม
โซเดียมคาร์บอเนต	650	กรัม
กรดไฮโดรคลอริก 3%	5	กรัม

กรรมวิธีในการผลิต ผสมส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันนำของผสมที่ได้เกลี่ยลงบนถาดอลูมิเนียม หนาประมาณ 1 นิ้ว อบในตู้อบประมาณ 1 นิ้ว อบในตู้อบขนมปังเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 150-200 ซ. ต่อจากนั้นก็ถ่ายใส่ถาดอีกใบหนึ่งและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 ซ. ในตู้อบธรรมดา (Cabinet drier) เมื่อโปรตีนแห้งแล้วจึงนำไปบดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ตามต้องการ (อุดม, 2523)

การผลิตเนื้อเทียมมีอยู่ 2 แบบคือ แบบ **Fiber spinning process** และ **Thermoplastic extrusion process** (Gutcho, 1977)

1. **Spinning process** กรรมวิธีที่ใช้ผลิตอยู่ในปัจจุบันนี้ดัดแปลงลงจากกรรมวิธีที่สงวนลิขสิทธิ์ โดย **R.A.Boyer(1954)** โดยการนำเอาโปรตีนถั่วเหลืองมาละลายในสารละลายแล้วผ่านเข้าเครื่องปั่นเส้นใยและทำให้อยู่ตัวในสารละลายกรด หลังจากนั้นนำมายึดให้ตึงโดยใช้ลูกกลิ้งรีดเรียงเป็นลำดับนำเส้นใยเหล่านี้รวมเข้ากันและยึดไว้ด้วยตัวเชื่อมบางอย่างที่สามารถรับประทานได้ตอนสุดท้ายก็เติมสารประกอบปรุงแต่งเช่น สี กลิ่น รส และเสริมด้วยสารอาหารบางอย่างเพื่อทำให้แผ่นก้อนหรือชิ้นเทียมมีลักษณะคล้ายกับผลิตภัณฑ์อาหารจากเนื้อสัตว์ ต่าง ๆ เช่น เนื้อวัว เบคอน แฮม เนื้อปลาและเนื้อไก่ เป็นต้น

2. **Thermoplastic extrusion process** (Gutcho, 1977) ลักษณะสำคัญของกรรมวิธีแบบนี้คือ ต้องใส่แป้งถั่วเหลืองชนิดไม่มีไขมัน (**defatted Soy flour**) มีโปรตีนประมาณ 50% เป็นวัตถุดิบในการผลิตโดยวิธีแบบนี้จึงมีราคาถูกกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยวิธีแบบ **Spinning process** มากโดยสารโปรตีนในแป้งถั่วเหลืองจะได้รับความร้อนขณะเคลื่อนที่ไปตามสกรูของเครื่องคุกเกอร์เอ็กซ์ทรูเดอร์ จนละลายเป็นของเหลวและอัดผ่านรูเล็ก ๆ ที่มีขนาดและรูปร่างตามลักษณะของชิ้นเทียมชนิดนี้อยู่ระหว่าง 6.8-11.25 บาทต่อกิโลกรัมของอาหารแห้งและจากแช่น้ำให้มีความชื้นเท่ากับอาหารสดแล้วจะมีราคา 2.25-3.75 บาทต่อกิโลกรัม

องค์ประกอบทางเคมีและกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายของเกษตร โปรตีนมีปริมาณโปรตีน 40-60% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของเกษตรโปรตีนในแต่ละสูตรไขมัน มี 14-25% ปริมาณกรดอะมิโน ไลซีน (**Lysine**) มี 57-64 มิลลิกรัมของโปรตีนแต่ขาดเมทไธโอนีน คือมีอยู่ประมาณ 30-35 มิลลิกรัมต่อกรัมของโปรตีน (อุดม, 2523) สำหรับเกษตรโปรตีนที่ใช้โปรตีนที่สกัดจากถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบมีความชื้น 7.36% โปรตีน 57.00 % ไขมัน 13.5% เถ้า 6.87% กาก 1.25% คาร์โบไฮเดรท 14.00% (เอกสารเผยแพร่ สถาบันค้นคว้าฯ)

เผือกและการเตรียม

เผือกมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Colocasia esculenta (L) Schott อยู่ในตระกูล Araceae เท่าที่ตรวจเผือกมีมากกว่า 200 พันธุ์ (kay,1973)

เผือกแบ่งได้อีก 2 ประเภทคือ

1. Eddoe type ประเภทนี้ได้แก่ C. esculenta Var antiquorum หรือ C. esculenta Var globutifrea ได้แก่เผือกที่มีหัวขนาดไม่ใหญ่และมีหัวเล็กกว่าล้อมรอบหลายหัวทุกหัวใช้รับประทานได้และใช้ทำพันธุ์ได้ดี

2. Dasheen type ประเภทนี้ได้แก่ C. esculenta Var esculenta ได้แก่เผือกที่มีหัวขนาดใหญ่ มีหัวขนาดเล็ก ๆ ล้อมรอบหัวใหญ่ใช้รับประทานได้ส่วนหัวเล็กมักใช้ทำพันธุ์ เผือกประเภทนี้ได้แก่เผือกหอม ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันทั่วของไทยเรา

การเตรียมแป้งเผือก (สุวรรณ, 2527) แบ่งออกได้ 2 ขั้นตอนคือ การทำแห้งเผือกเส้นและการบดเป็นแป้ง

1. การทำแห้งเผือกเส้น นำหัวเผือกสดมาทำความสะอาด ปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นเส้น จากนั้นนำไปผึ่งแดดให้แห้งจนได้ความชื้นคงที่ประมาณ 12-14%

2. การบดเป็นแป้ง นำเผือกเส้นตากแห้งบดละเอียดเป็นผงด้วยเครื่องบดแล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาดหยาบ ขนาดละเอียด 50 mush และขนาด 90 mush ตามลำดับ ส่วนที่ผ่านตะแกรงในชั้นสุดท้ายคือ แป้ง (flour) ส่วนที่ร่อนไม่ผ่านตะแกรงให้นำไปบดแล้วนำมาร่อนใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ในทางการค้าการเตรียมแป้งเผือกเริ่มจากปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นล้างน้ำเอาเมือกออก แช่ชิ้นเผือกค้างคืนในน้ำหลังจากนั้นจุ่มใน 0.25% กรดซัลฟูรัส (Sulphurous acid) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นลวกในน้ำเดือด 4-5 นาที ทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 57-60 °ซ. เมื่อแห้งแล้วนำมาตีป่นเป็นแป้ง (Onwveme, 1978)

คุณค่าทางอาหารของเผือก ส่วนสำคัญของเผือกที่นำมารับประทานคือ หัว (corm) ซึ่งมีส่วนประกอบโดยประมาณดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเผือก

องค์ประกอบ	% น้ำหนักสด
ความชื้น	63-85
คาร์โบไฮเดรท (ส่วนใหญ่เป็นสตาร์ช)	13-29
โปรตีน	1.4-3.0
กาก	0.60-1.18
ไขมัน	0.16-0.36
เถ้า	0.60-1.3
ไวตามิน ซี	0.007-0.009 (7.9 มก./100 กรัม)
ไทเอมิน	0.008 (0.18 มก./100 กรัม)
ไลโบฟลาวิน	0.0004 (0.04 มก./100 กรัม)
ไนอะซิน	0.009 (0.9 มก./100 กรัม)

ที่มา สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2523และพืชเศรษฐกิจ, 2523

สตาร์ชของเผือกประกอบด้วยอะไมโลส (amylose) 17-28% ที่เหลือเป็นอะไมโล-เปคติน (amylopectin) อะไมโลสมีจำนวน 490 หน่วย กลูโคสต่อโมเลกุลขณะที่มีอะไมโลเปคติน 22 หน่วย กลูโคสต่อโมเลกุล เม็ดสตาร์ชของเผือกเล็กมากมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-4 ไมครอน (µm) ด้วยเหตุนี้สตาร์ชของเผือกจะถูกย่อยได้เร็วเมื่อใช้เป็นอาหาร (onwveme,1978)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์มีโปรตีนประมาณร้อยละ 14-26 กล่าวคือโปรตีนมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายทุกชนิดและอยู่ในสัดส่วนพอเหมาะเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่ ไม่มีคาร์โบไฮเดรทเลยยกเว้นในตับมีคาร์โบไฮเดรทอยู่เพียงเล็กน้อย และอยู่ในรูปของไกลโคเจน (glycogen) (ประชาและอรวินท์, 2519)

เนื้อสุกรมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 77-80% โปรตีน 12-13% และเถ้า 3-4% ในสุกรที่มีน้ำหนัก 82.3-90.9 กิโลกรัม เนื้อมีน้ำเป็นองค์ประกอบเฉลี่ย 49% ไขมัน 33% โปตีน 13.5% และเถ้า 2.7% ซากหมูที่ชำแหละมีค่าเฉลี่ยของโปรตีน น้ำ ไขมัน เถ้าใกล้เคียงกันคือ ประกอบด้วยน้ำ 16% ไขมัน 38% โปรตีน 13% และเถ้า 2.7% แต่ถ้าในหมูที่มีการเลี้ยงดูดีเนื้อจะมีไขมันสูงและมีน้ำน้อย (kramlich และคณะ, 1973)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อวัวโดยเฉลี่ยประกอบด้วยน้ำ 75% โปรตีน 20% ไขมัน 2% คาร์โบไฮเดรทส่วนใหญ่เป็นกรดแลคติก (Lactic acid) 1% และพวกที่ไม่ใช่โปรตีน 1% เกลืออนินทรีย์ 1% ในส่วนที่เป็นไขมันของวัวยังประกอบไปด้วยไขมัน 85% น้ำ 12% และเนื้อผังผืนมีโปรตีน 3% (Desrosier,1977)

งาและการใช้ประโยชน์

งามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Sesamum indicum และมีชื่อพื้นเมืองดังนี้คือ sim-sim, benne, sesame, ajonjoli เมล็ดงาใช้เป็นอาหารได้โดยตรง องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงา (whole seed) มีโปรตีน 22% น้ำมัน 43% คาร์โบไฮเดรท 11% แร่ธาตุ 3% โปรตีนจากงาผิดไปจากพืชอาหารถั่วและพืชให้น้ำมันอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นคือเมทไธโอนีนและซีสตีนสูง แต่งาจะมีไลซีนต่ำ ดังนั้นอาจใช้งาเป็นอาหารเสริมพวกอาหารถั่วต่าง ๆ หรือใช้เสริมอาหารโปรตีนจากเนื้อ ซึ่งมีราคาแพง (กุณฑา, 2523)

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในเนื้อวัวสด และเนื้อหมูสด (มิลลิกรัม/100 มิลลิกรัมของโปรตีน)

กรดอะมิโน	เนื้อวัวสด	เนื้อหมูสด
ไอโซลิวซีน (isoleucine)	5.1	4.9
ลิวซีน (Leucine)	8.4	7.5
ไลซีน (Lysine)	8.4	7.8
เมทไธโอนีน (Methionine)	2.3	2.5
ซีสติน (Cystine)	1.4	1.3
เฟนิลอลานิน (Phenylalanine)	4.0	4.1
ทริปโตเฟน (Thyptophan)	1.1	1.4
วาลีน (Valine)	5.7	5.0

ที่มา : Lawrine, R.A.

งาที่จะใช้เป็นอาหารมนุษย์ได้อย่างสมบูรณ์นั้นจะต้องมีการแยกเอาเปลือกออกเสียก่อนเพราะว่าที่เปลือกของงามีปริมาณของออกซาเลท (Oxalate) สูง และมีกากมากหลังจากเอาเปลือกงาออกแล้วนำงาไปสกัดน้ำมันออกโดยวิธี Hydraulic Press แล้วตามด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extrcetion) ก็จะได้งาละเอียด (Sesame Meal) ซึ่งมีโปรตีนสูงและกากน้อยเหมาะสำหรับเป็นอาหารของมนุษย์ (สมชายและคณะ, 2520)

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ เผือกหอม งาขาว ถั่วเขียวผ่าซีก จากตลาดอุดมผล ลาดกระบัง กรุงเทพฯ ที่ปลูกในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2529 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2530

สารเคมี

1. กรดอะซิติก (acetic acid)
2. โซเดียมคาร์บอเนต
3. เกลือไอโอไดด์
4. ไวตามินบีรวม
5. นอร์มัลเฮ็กเซน
6. อินดิเคเตอร์ผสมของโบรโมครีซอลกรีน (bromocresol green) และเมทริลเรด (methyl red)
7. กรดบอริค
8. กรดเกลือ
9. โซเดียมไฮดรอกไซด์
10. ผงซิลิเนียมไดออกไซด์
11. โปตัสเซียมซัลเฟต
12. คอบเปอร์ซัลเฟต
13. กรดกำมะถัน
14. แอลกอฮอล 95%
15. คาร์บอกซีเมทริลเซลลูโลส (Caxboxy methyl cellulase,(CMC)

อุปกรณ์

1. เครื่องแก้วได้แก่ หลอดทดสอบ ปีเปต บิวเรต บีกเกอร์ กระบอกตวง ขวดตวง (Volumetic flasks) ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flasks)
2. เครื่องบด
3. ชุดเครื่องกลั่นโปรตีน ยี่ห้อ Buchii
4. เครื่องสกัดไขมัน (soxhlet extractor),
5. เครื่องชั่งแบบทศยานและละเอียด
6. ตู้อบ (oven)
7. เครื่องดูดความชื้น (desicater)
8. เตาเผา (muffle furnace)
9. เตาไฟฟ้า (hot plate)
10. กระดาษกรอง
11. เครื่องวัด pH

วิธีการทดลอง

1. การผลิตเนื้อเทียม

1.1 การเตรียมโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว

- นำถั่วเขียวที่ขึ้นมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด
- เมื่อบดเสร็จแล้วเติมน้ำลงไปอีกประมาณ 3 ส่วน ระยะนี้โปรตีนจะละลายอยู่ในน้ำ
- แยกเอากากออกโดยใช้วิธีกรองด้วยผ้าขาวบาง
- นำเอาน้ำโปรตีนที่แยกแล้วมาต้มที่อุณหภูมิ 80-100 °ซ. เวลาประมาณ 20 นาที แล้วเติมกรดอะซิติก (acetic acid) ลงไปจนมีประมาณ 4-5 ซึ่งภาวะนี้โปรตีนจะตกตะกอนแยกออกมา
- ช้อนเอาตะกอนโปรตีนใส่ในถุงแป้ง แล้วล้างด้วยน้ำเพื่อให้กรดที่อาจติดมาออก บีบน้ำออกให้มากที่สุดก็จะได้โปรตีนจากถั่วเขียว

1.2 การเตรียมแป้งเผือก

นำหัวเผือกมาทำความสะอาดปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นเส้นจากนั้นนำไปผึ่งแดดให้แห้ง แล้วนำเผือกเส้นตากแห้งบดให้ละเอียดเป็นผงด้วยเครื่องบด

1.3 การเตรียมงาบด

นำงาขาวมาทำความสะอาดแยกสิ่งปนเปื้อนออกให้เหลือแต่เมล็ดงาขาวล้วน ๆ จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด

1.4 วิธีการผลิตเนื้อเทียม

ผสมส่วนต่าง ๆ ดังตารางที่ 3 เข้าด้วยกันแล้วนำของผสมที่ได้เกลี่ยลงถาดอะลูมิเนียมที่มีกระดาษไขรองก้นหนาประมาณ 1 นิ้ว อบในตู้อบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ

150 ± 200 ซ. ต่อจากนั้นก็ถ่ายกากของถั่วเหลืองที่มีกระดาษฟอยล์รองอีกใบหนึ่งและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 ซ. เมื่อได้เนื้อเทียมแห้งแล้วจึงนำไปตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ

ตารางที่ 3 แสดงส่วนผสมของเนื้อเทียม

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	320
แป้งข้าวบดละเอียด	140
แป้งเหนียว	100
โซเดียมคาร์บอเนต	10
กรดเกลือ 3% (ม.ล)	100
ไวตามินบีรวม	0.009
เกลือไอโอไดด์	0.02
C.M.C.	6.7

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อเทียม ได้แก่ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า กาก และคาร์โบไฮเดรท (AOAC,1984)

3. การเปรียบอัตราการดูดซึมน้ำและปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของเนื้อเทียม เนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตร ในน้ำต้มอุณหภูมิ 60 ซ. และ 100 ซ. นาน 15 นาที

$$\text{อัตราการดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น.น.ของเนื้อภายหลังจากต้ม} - \text{น.น.ของเนื้อดิบ} \times 100}{\text{น.น.ของเนื้อดิบ}}$$

$$\text{ปริมาตรที่เพิ่มขึ้น} = \frac{\text{ปริมาตรของเนื้อภายหลังจากต้ม} - \text{ปริมาตรของเนื้อดิบ} \times 100}{\text{ปริมาตรของเนื้อดิบ}}$$

4. การวัดสีของเนื้อเทียมเปรียบเทียบกับเนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตร ในน้ำต้มอุณหภูมิ 60 ซ. และ 100 ซ. นาน 15 นาที โดยใช้สมุดเทียบสีของมันเซล

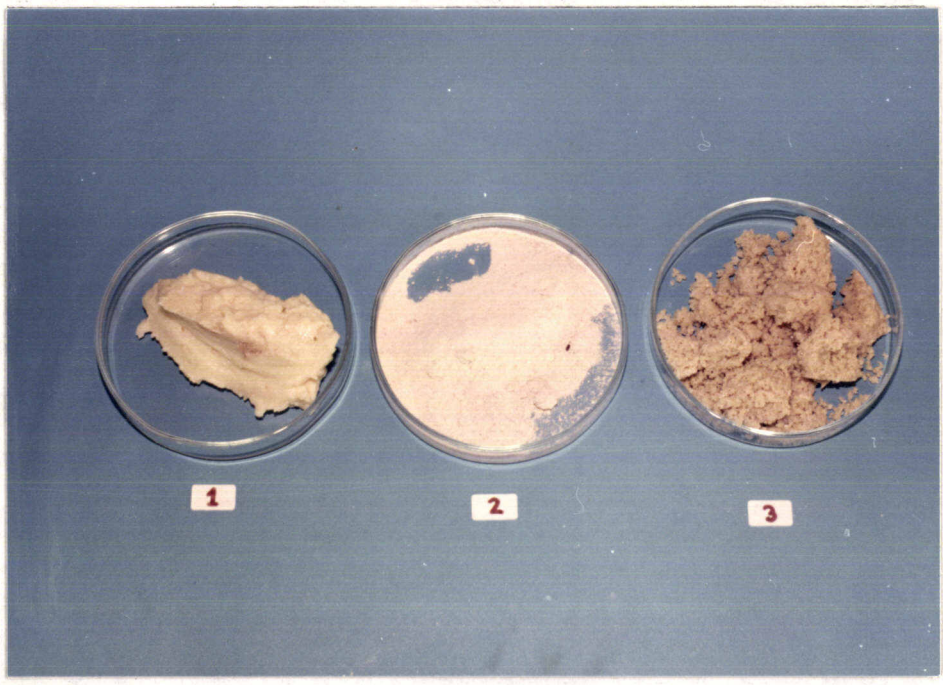
5. <u>การตรวจสอบลักษณะของเนื้อเทียมเปรียบเทียบกับเนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตร</u> โดยการนำเนื้อเทียม เนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตรมาทอดแล้วชิมให้คะแนน ในลักษณะดังต่อไปนี้คือ สี กลิ่น เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยให้คะแนนตามลำดับดังนี้คือ

5 คะแนน	หมายถึง	ชอบมากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	ชอบมาก
3 คะแนน	หมายถึง	ชอบปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	ชอบเล็กน้อย
1 คะแนน	หมายถึง	ไม่ชอบ

ผลการทดลอง

1. การผลิตเนื้อเทียมโดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือก และงาขาวบดแทนโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง

1.1 วัตถุดิบที่ใช้ผลิตเนื้อเทียม



รูปที่ 1 แสดงวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเนื้อเทียม

1. โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว
2. แป้งเผือก
3. งาขาวบดละเอียด

1.2 ลักษณะของเนื้อเทียมที่ใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือก และงาขาวบดละเอียด

รูปที่ 2 แสดงเนื้อเทียมที่ใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือก และงาขาวบดละเอียด

2. การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเนื้อเทียม

2.1 การวิเคราะห์ความชื้น

ตารางที่ 4 แสดงความชื้นของเนื้อเทียม

ตัวอย่างเนื้อเทียม (ครั้งที่)	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ความชื้น %	ค่าเฉลี่ย %
1	2.0011	1.8858	5.7618	
2	2.0008	1.8887	5.3082	5.40
3	2.0045	1.8945	5.4876	

2.2 การวิเคราะห์ไขมัน

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณไขมันในเนื้อเทียม

ตัวอย่างเนื้อเทียม (ครั้งที่)	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักไขมัน (กรัม)	ไขมัน %	ค่าเฉลี่ย %
1	5.0044	1.40	27.8974	
2	5.0000	1.72	34.4080	33.37
3	5.0017	1.88	37.7960	

2.3 การวิเคราะห์โปรตีน

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณโปรตีนในเนื้อเทียม

ตัวอย่างเนื้อเทียม (ครั้งที่)	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	ปริมาณ HCL (มิลลิลิตร)	โปรตีน %	ค่าเฉลี่ย %
1	1.0031	48.0	41.81	41.60
2	1.0023	47.6	41.50	

2.4 การวิเคราะห์กากในเนื้อเทียม

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณกากในเนื้อเนื้อเทียม

ตัวอย่างเนื้อเทียม (ครั้งที่)	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ปริมาณกาก %	ค่าเฉลี่ย %
1	2.0001	0.0061	0.300	0.55
2	2.0013	0.0179	0.894	

96860

2.5 การวิเคราะห์เถ้า

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณเถ้าในเนื้อเทียม

ตัวอย่างเนื้อเทียม (ครั้งที่)	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักหลังเผา (กรัม)	ปริมาณเถ้า %	ค่าเฉลี่ย %
1	2.0033	0.0987	4.90	
2	2.0009	0.0963	4.80	4.80
3	2.0015	0.0959	4.70	

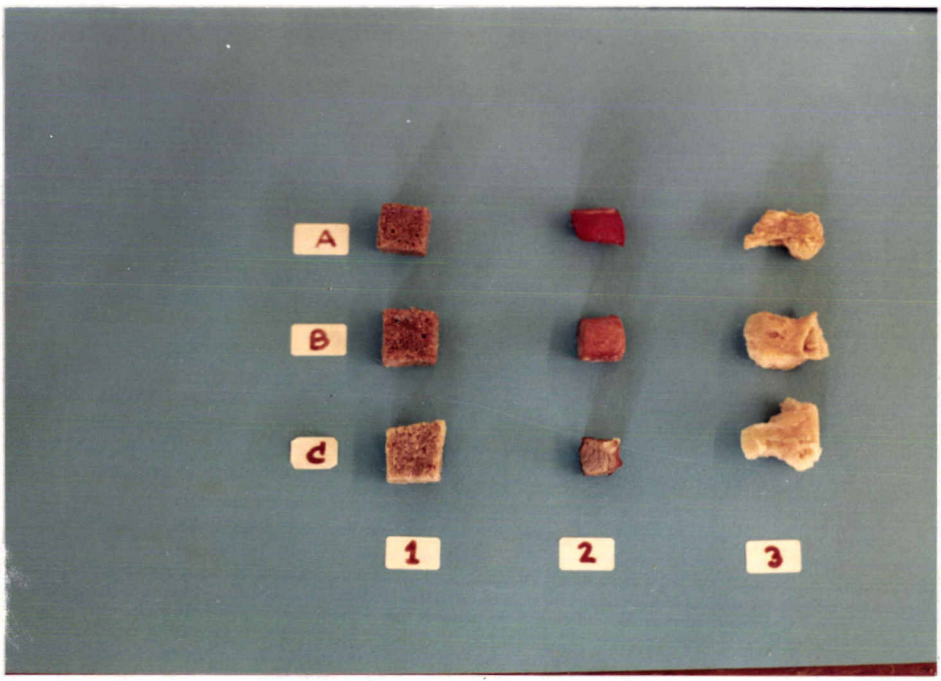
2.6 คาร์โบไฮเดรท

% คาร์โบไฮเดรท = 100-(% ความชื้น + % ไขมัน +% โปรตีน + % กาก + % เถ้า)

100-(5.4 + 33.37 + 41.60 + 0.55 + 4.80)

14.28

3. การเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของเนื้อเทียม เนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตร ที่อุณหภูมิห้องและในน้ำต้มอุณหภูมิ 60 °ซ., 100 °ซ.นาน 15 นาที



รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของเนื้อเทียม เนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตรที่อุณหภูมิห้องและในน้ำต้ม อุณหภูมิ 60 °ซ., 100 °ซ. นาน 15 นาที

1. เนื้อเทียม
2. เนื้อวัวสด
3. โปรตีนเกษตร

A. อุณหภูมิห้อง
B. อุณหภูมิ 60 °ซ.
C. อุณหภูมิ 100 °ซ.

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำและปริมาตรที่เพิ่มของเนื้อเทียม เนื้อวัวและโปรตีนเกษตรที่อุณหภูมิ 60 °ซ. นาน 15 นาที

ตัวอย่าง		ก่อนต้ม		หลังต้ม		อุณหภูมิ 60°		เฉลี่ย	
		น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตร (ลบ. มม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตร (ลบ. มม.)	อัตราการดูดน้ำ (%)	ปริมาตรที่เพิ่ม (%)	อัตราการดูดน้ำ (%)	ปริมาตรที่เพิ่ม (%)
เนื้อเทียม	1	3.4736	3374.44	4.3561	5326.32	25.40	57.84		
	2	3.0996	4006.91	4.8245	5843.04	55.65	45.83	40.53	51.84
โปรตีนเกษตร	1	0.1570	448.00	0.6768	847.88	331.08	89.26		
	2	0.1365	648.00	0.8312	1207.50	421.03	86.34	376.06	87.80
เนื้อวัวสด	1	6.5003	6840.00	5.2260	4664.00	-19.60	-31.81		
	2	6.5670	5940.00	5.3386	4704.00	-18.70	-29.22	-19.15	-30.52

หมายเหตุ สำหรับเนื้อวัวสดเป็นอัตราการหดตัว (%) และปริมาตรที่ลด (%)

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำและปริมาตรที่เพิ่มของเนื้อเทียมเนื้อวัวและโปรตีนเกษตรที่อุณหภูมิ 100 ซ. นาน 15 นาที

	ตัวอย่าง	ก่อนต้ม		หลังต้ม		อุณหภูมิ 100 ซ.		เฉลี่ย	
		น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตร (ลบ.มม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตร (ลบ.มม.)	อัตราการดูดน้ำ (%)	ปริมาตรที่เพิ่ม (%)	อัตราการดูดน้ำ (%)	ปริมาตรที่เพิ่ม (%)
เนื้อเทียม	1	2.6468	3364.82	4.2815	5096.96	61.76	51.48	55.90	42.96
	2	3.4712	4433.94	5.2081	5960.70	50.03	34.43		
โปรตีนเกษตร	1	0.1223	6056.63	1.1655	1382.40	852.98	128.25	891.95	135.59
	2	0.1465	576.00	1.5403	1237.98	930.92	144.93		
เนื้อวัวสด	1	5.5573	5814	3.1447	3335.11	- 43.41	-43.64	-46.28	-40.79
	2	6.7099	6084	3.4115	3715.5	-49.16	-38.93		

หมายเหตุ สำหรับเนื้อวัวเป็นอัตราการหดตัว (%) และปริมาตรที่ลด (%)

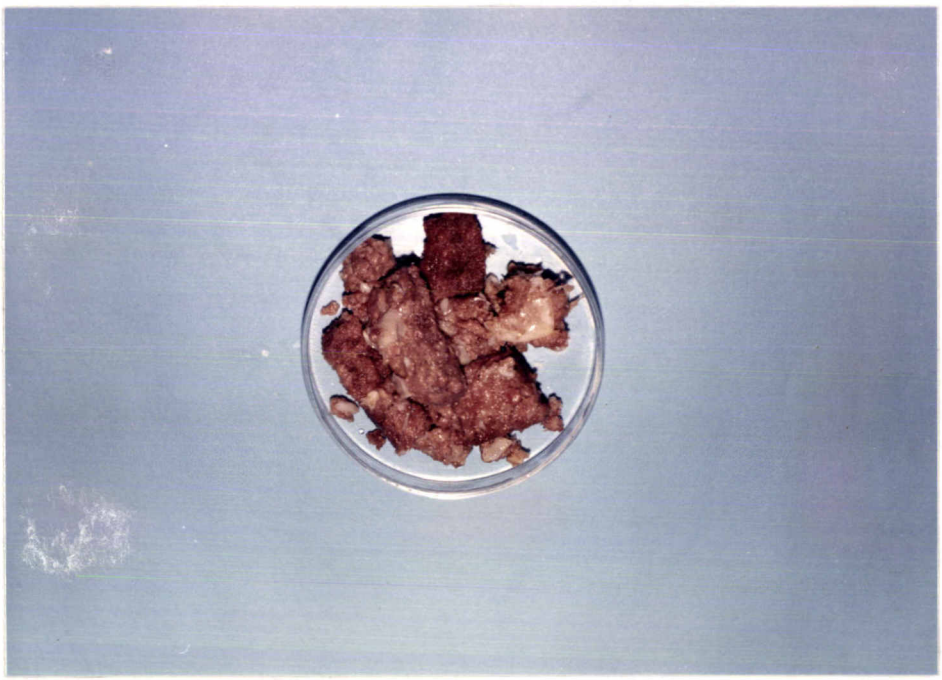
134413

4. การวัดสีของเนื้อเทียมเปรียบเทียบกับเนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตร ที่อุณหภูมิห้องและในน้ำต้มอุณหภูมิ 60 °ซ. และ 100 °ซ. นาน 15 นาที

ตารางที่ 11 แสดงสีของเนื้อเทียมเปรียบเทียบกับเนื้อวัวสด และโปรตีนเกษตรที่อุณหภูมิห้องในน้ำต้มอุณหภูมิ 60 °ซ. และ 100 °ซ. นาน 15 นาที

อุณหภูมิ (°ซ.)	ค่าสีของเนื้อเทียม	ค่าสีของเนื้อวัวสด	ค่าสีของโปรตีนเกษตร
อุณหภูมิห้อง	7.5 YR4/4	2.5 R 5/10	2.5 Y 8/8
อุณหภูมิ 60 °ซ.	7.5 Y 7/2	5 YR7/4	7.5YR 8/4
อุณหภูมิ 100 °ซ.	7.5 YR8/2	5 YR6/2	7.5YR 8/4

5. การตรวจสอบลักษณะของเนื้อเทียมเปรียบเทียบกับเนื้อวัวและโปรตีนเกษตร โดยใช้วิธี Analysis of Variance



รูปที่ 4 แสดงเนื้อเทียมโดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือกและงาขาวบดละเอียด หลังจากปรุงเป็นอาหารแล้ว

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี Analysis of Variance

ลักษณะตรวจสอบ	คะแนนเฉลี่ยของการชิม			ความแตกต่าง
	T_1	T_2	T_3	
ลักษณะของสี	4.0	4.0	3.2	NS
กลิ่น	3.6	4.4	3.3	*
เนื้อสัมผัส	3.6	4.0	3.4	NS
การยอมรับ	3.4	4.4	3.6	*

หมายเหตุ T_1 = เนื้อเทียม

T_2 = เนื้อวัว

T_3 = โปรตีนเกษตร

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ

* มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การทำเนื้อเทียมโดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือก และงาขาวบดละเอียด

จากการทดลองทำเนื้อเทียมโดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือก และงาขาวบดละเอียด พบว่ามีลักษณะภายนอกของเนื้อเทียมจะมีผิวแข็ง สีน้ำตาลคล้ำ การจับตัวกันแน่นแต่ไม่เหนียวลักษณะภายในจะมีรูพรุนเล็กน้อยและมีกลิ่นเหม็นเขียวของถั่วเขียวอยู่ การที่ผิวของเนื้อเทียมแข็ง เนื่องจากว่าความร้อนจากตู้อบนั้นแพร่ความร้อนมาถูกผิวของเนื้อเทียมก่อนแล้วจึงผ่านเข้าส่วนในของเนื้อเทียมจึงทำให้บริเวณผิวแห้งและแข็งส่วนการเกิดรูพรุนนั้นเกิดจากกรดไฮโดรคลอริค เป็นตัวทำให้เกิดก๊าซในขณะผสมส่วนผสมจึงเกิดรูพรุนขึ้น

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเทียม

เนื้อเทียมที่ทำโดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือกและงาขาวบดละเอียดมีความชื้น 5.4% ไขมัน 33.37% โปรตีน 41.6% กาก 0.55% เถ้า 4.8% และคาร์โบไฮเดรท 14.28% เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับโปรตีนเกษตรซึ่งมีความชื้น 7.36% ไขมัน 14-25% โปรตีน 40-60% เถ้า 6.87% กาก 1.25% และคาร์โบไฮเดรท 14.0% จะเห็นว่าเนื้อเทียมที่ทำโดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือกและงาขาวบดละเอียดจะมีไขมันมากกว่าโปรตีนเกษตร ทั้งนี้เนื่องจากงาเป็นพืชน้ำมันมีน้ำมันอยู่ประมาณ 47.56% เมื่อนำงามาผสมในการทำเนื้อเทียมจึงทำให้มีไขมันมากขึ้น (สมชายและคณะ, 2520)

3. การเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำและปริมาตรที่เพิ่มของเนื้อเทียม เนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตร

จากการทดลองนำเนื้อเทียมแช่ในน้ำต้มอุณหภูมิ 60 °ซ. และ 100 °ซ. นาน 15 นาที พบว่ามีอัตราการดูดซึมน้ำที่อุณหภูมิ 60 °ซ. และ 100 °ซ. เท่ากับ 40.53% และ 55.90% ตามลำดับ สำหรับปริมาตรที่เพิ่มที่อุณหภูมิ 60 °ซ. และ 100 °ซ. เท่ากับ 51.84% และ 42.96% ตามลำดับ ซึ่งที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เนื้อเทียมจะละลายน้ำเล็กน้อยบริเวณผิวหน้าทั้งนี้เนื่องจากการ

เกาะตัวกันของส่วนผสมโปรตีนแยกได้จากถั่วเขียว แป้งเมือกและงาขาวบดยังเกาะตัวกันไม่ดีพอส่วนโปรตีนเกษตรนั้นมีอัตราการดูดซึมน้ำและอัตราการขยายตัวมากที่สุดคือที่อุณหภูมิ 60 °ซ. และ 100 °ซ. **อัตราการดูดซึมน้ำเท่ากับ 376.06% และ 891.95% อัตราการขยายตัวเท่ากับ 87.80% และ 135.59% ตามลำดับ สำหรับเนื้อวัวสดนั้นหลังจากต้มในน้ำอุณหภูมิ 60 °ซ. และ 100 °ซ. จะทำให้เนื้อวัวหดตัวลง 30.52% และ 40.79% ตามลำดับ เนื่องจากว่าน้ำซึ่งเป็นองค์ประกอบภายในของเนื้อเมื่อถูกความร้อนจะละลายออกภายนอกของเซล จึงทำให้เนื้อวัวนั้นหดเข้า**

4. การวัดสีของเนื้อเทียมเปรียบเทียบกับเนื้อวัวสดและโปรตีนเกษตร ภายหลังต้มที่อุณหภูมิ 60 °ซ. และ 100 °ซ. นาน 15 นาที

เนื้อมีสีน้ำตาลคล้ำเมื่อต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 60 °ซ. และ 100 °ซ. จะทำให้สีของเนื้อเทียมเปลี่ยนจากสีน้ำตาลคล้ำเป็นสีน้ำตาลอ่อนอมขาว ส่วนโปรตีนเกษตรเปลี่ยนจากสีเหลืองแก่เป็นสีเหลืองอ่อน ๆ สำหรับเนื้อวัวสดเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำตาลอมดำ

5. การตรวจสอบลักษณะของเนื้อเทียมกับเนื้อวัวสด และโปรตีนเกษตร

จากการชิมและให้คะแนนของผู้ชิมจำนวน 10 คน เพื่อหาความแตกต่างของเนื้อเทียม เนื้อวัวและโปรตีนเกษตร หลังจากนำไปปรุงอาหารโดยการทอด การวิเคราะห์ใช้วิธี **Analysis of Variance** พบว่าลักษณะกลิ่นและการยอมรับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้จากคะแนนของการชิมพบว่าผู้ชิมยอมรับเนื้อวัวมากที่สุด รองลงมาคือโปรตีนเกษตรและเนื้อเทียม ลักษณะของสีเนื้อวัวกับเนื้อเทียมผู้ชิมให้คะแนนเท่ากัน รองลงมาคือโปรตีนเกษตร ลักษณะของกลิ่นผู้ชิมให้คะแนนเนื้อวัวมากที่สุด รองลงมาคือเนื้อเทียมและโปรตีนเกษตร ลักษณะเนื้อสัมผัสผู้ชิมให้คะแนนเนื้อวัวมากที่สุด รองลงมาคือเนื้อเทียมและโปรตีนเกษตร

ข้อเสนอแนะ

การนำเอาโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว แป้งเผือกและงาขาวบดละเอียดเพื่อทำเนื้อเทียมนั้นแสดงให้เห็นว่าลักษณะของเนื้อเทียมนั้นยังไม่ค่อยจะดีนัก ถ้าหากว่าเราสามารถปรับปรุงเรื่องกลิ่น การยึดเกาะตัวกันของส่วนผสมรวมทั้งกรรมวิธีในการผลิตให้ดีแล้ว จะทำให้เราได้เนื้อเทียมที่มีคุณภาพดี นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงภาชนะบรรจุสำหรับกรรมวิธีผลิตนั้น แนะนำให้ใช้แป้งข้าวสาลีเข้ามาผสมด้วย เพราะในข้าวสาลีนั้นมีโปรตีนที่เรียกว่า "กลูเต็น" โปรตีนกลูเต็นมีความสามารถในการจับตัวกันทำให้เหนียวได้ และหลังจากที่ผสมเสร็จแล้วควรจะใช้เครื่องตุกเกอร์เอ็กทรูเดอร์เพื่อจะได้ขนาดและรูปร่างตามลักษณะของชิ้นเนื้อ

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2523. พืชไร่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 133 น.

ประชา บุญสิริกุล และอรวินทร์ โทรภี. 2519. อาหาร. สมาคมคหเศรษฐศาสตร์แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ 66 น.

สมชาย ประภาวัต, อุดม กาญจนปกรณ์ชัย และรัศมี ศุภศรี. 2520. การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วเหลืองโดยการเติมส่วนที่สกัดจากกงา. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 2-3 น.

สมภพ อินทสุวรรณ. 2525. พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาชีวะวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. 73-74 น.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. 2523. เล่ม 5 โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. 170 น.

สุวรรณ ตะสันเทียะ. 2527. การศึกษาวิธีการเตรียมแป้งเผือกเบื้องต้น. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

อุดม กาญจนปกรณ์ชัย. 2523. การผลิตและการบริโภคเนื้อเทียมในประเทศไทย. วารสารอาหาร 2 (3) 201, 203-204 น.

เอกสารเผยแพร่ 16. เกษตรโปรตีน. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1984. Analytical Chemists. 12 th edition; Association of official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Boyer, R.A. 1954. การผลิตเนื้อเทียม. อ้างโดยอุดม กาญจนปกรณ์ชัย. การผลิตและบริโภคเนื้อเทียมในประเทศไทย. วารสารอาหาร 12 (3) 202 น.

Desrosier, W. Norma. 1977. Elements of food the technology, The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut. 322 p.

Greicho, M. 1977. การผลิตเนื้อเทียม. อ้างโดยอุดม กาญจนปกรณ์ชัย. การผลิตและบริโภคเนื้อเทียมในประเทศไทย. วารสารอาหาร 12 (3) 202-203 น.

Kay, D.E. 1973. Root crops, Tropicla Products Institute, London, England. 168-178 p.

Kramlich, W.E., Pearson, A.M. and Tauber, F.W. 1973. Processed Meats, The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 322 p.

Lawrie, R.A. 1977. Meat Science, Peramon press Oxford, New York. 368 p.

Onwveme, I.C. 1978. the Tropical Tuber, John Wiley and Sons Ltd. Nigeria. 221 p.

ภาคผนวก

แบบสอบถามการประเมินผลการชิมเนื้อเทียม

วันที่ .....

ผู้ชิมคนที่ .....

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินผลการชิมเนื้อเทียม เปรียบเทียบกับเนื้อและโปรตีนเกษตรที่ปรุงเป็นอาหารแล้ว ในการสอบถามในครั้งนี้จะสอบถามท่านทางด้านต่าง ๆ คือสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและการยอมรับ โดยจัดลำดับคะแนนตามความชอบของท่านผู้ชิมดังนี้

ชอบมากที่สุด	5 คะแนน
ชอบมาก	4 คะแนน
ชอบปานกลาง	3 คะแนน
ชอบเล็กน้อย	2 คะแนน
ไม่ชอบ	1 คะแนน

ลักษณะตรวจสอบ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์		
	เนื้อเทียม	เนื้อวัว	โปรตีนเกษตร
สี			
กลิ่น			
เนื้อสัมผัส			
การยอมรับ			

การประเมินผลลักษณะต่าง ๆ ของเนื้อเทียม ซึ่งมีความแตกต่างจากเนื้อวัวและโปรตีนเกษตร การวิเคราะห์ใช้วิธี Analysis of Variance

1. สี

1. คำนวณค่า Correction Factor (CF) โดยใช้สูตร

$$CF = \frac{(G)^2}{N}$$

เมื่อ G = ผลรวมของค่า x ทั้งหมด = 112

N = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด = 30

$$CF = \frac{(112)^2}{30} = 418.13$$

2. คำนวณค่า total sum of square (SS)

$$SS = (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \ldots\ldots\ldots + x^2n) - CF$$

$$= 444 - 418.13$$

$$= 25.87$$

3. คำนวณค่า Treatment sun of square (TSS)

$$TSS = \frac{(\Sigma T_1)^2 + (\Sigma T_2)^2 + (\Sigma T_3)^2 - CF}{\text{จำนวนผู้ชิมแต่ละการทดลอง}}$$

$$TSS = \frac{(40^2 + 40^2 + 32^2) - 418.13}{10}$$

$$= 4.27$$

4. คำนวณค่า Error sum of square (error SS)

$$\text{Error SS} = SS - TSS$$

$$= 25.87 - 4.27$$

$$= 21.6$$

ตารางผนวกที่ 1 แสดงค่า Analysis of Variance ของสี

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square (MS)	F คำนวณ	F ตาราง
Treatment	2	4.27	2.14	2.68	3.3541
Error	27	21.60	0.80		
Total	29	25.87	2.94	NS	

ค่า Treatment DF = number of treatment - 1

= 3-1 = 2

Total DF = N-1

= 30 - 1 = 29

Error DF = Total DF - treatment DF

= 29-2 = 27

Mean square (MS) = $\frac{SS}{DF}$

Treatment MS = $\frac{21.61}{27}$ = 0.8

F = $\frac{\text{Treatment MS}}{\text{Error MS}}$

สรุปผล โดยพิจารณาค่าจากตาราง F-cistribution โดยเลือกจากช่องที่มีค่า DF of treatment ทางแกนนอนและค่า DF of error ทางแกนตั้ง

ค่า F ที่ได้จากตาราง = 3.3541 *

แต่ค่าที่คำนวณได้นั้นเท่ากับ 2.68 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองนี้ไม่มีค่าของสีที่แตกต่างกัน

2. กลิ่น

G = 113

CF = 425.63

SS = 25.37

TSS = 6.47

Error SS = 18.9

ตารางแนวคิด 2 Analysis of Variance ของกลิ่น

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square	F คำนวณ	F ตาราง
Treatment	2	6.47	3.24	4.63	3.3541
Error	27	18.9	0.7		
Total	29	25.37	3.94	*	

ค่าF ที่ได้มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าเนื้อเทียมมีความแตกต่างจากเนื้อวัวและโปรตีนเกษตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คำนวณต่อโดยใช้การทดสอบของ Duncan's New Multiple Rang test ว่าค่า Mean แต่ละค่าจะแตกต่างกันอย่างไร โดยทำการคำนวณดังนี้

1. หาค่า Significant Studentized (SSR) จากตาราง Significant Studentized Rangs

ตารางผนวกที่ 3 Duncan's New Multiple Range Test ของกลิ่น

No. of freatment means	2	3
SSR	2.01	3.06
LSR ($P < 0.05$)	0.3071	0.4676

2. คำนวณหา Standard error of the mean ($S\bar{X}$)

$$S\bar{X} = \frac{\text{Error MS}}{\text{No.of judge}}$$

$$= \frac{0.7}{30}$$

$$= 0.1528$$

3. คำนวณหา Least significant rangs (LSR)

LSR = SSR x $S\bar{X}$

ค่า LSR = 2.01 x 0.1528

= 0.3071

และ = 3.06 x 0.1528

= 0.4676

จากการทดลองได้ค่า Mean ดังนี้ $\bar{X}_1 = 3.6$

$\bar{X}_2 = 4.4$

$\bar{X}_3 = 3.3$

นำค่า Mean ของ treatment มาเรียงจากน้อยไปหามาก ดังนี้

Treatment identification	T_3	T_1	T_2
mean ($\bar{X}$)	3.3	3.6	4.4

การเปรียบเทียบค่า mean สรุปผลดังนี้

เปรียบเทียบค่า T_2 กับ T_3

4.4-3.2 = 1.2 ; 1.2 > 0.4676 แสดงว่าเนื้อวัวและโปรตีนเกษตรมีกลิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T_2 กับ T_1

4.4-3.6 = 0.8 ; 0.8 > 0.3071 แสดงว่าเนื้อวัวและเนื้อเทียมมีกลิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T_1 กับ T_3

3.6-3.3 = 0.3 ; 0.3 < 0.3071 แสดงว่าเนื้อเทียมกับโปรตีนเกษตรมีกลิ่นไม่แตกต่างกัน

3. เนื้อสัมผัส

CF = 403.33

SS = 26.67

TSS = 1.87

Error SS = 24.8

ตารางผนวกที่ 4 Analysis of Variance ของเนื้อสัมผัส

Source of Variation	Degree of Freedom	SS	Mean Square	F	
				คำนวณ	ตาราง
Treatment	2	1.87	0.94	1.02	3.3541
Error	27	24.8	0.92		
Total	29	26.67	1.87	NS	

4. การยอมรับ

CF = 433.8

SS = 26.8

TSS = 5.6

Error SS= 21.2

ตารางผนวกที่ 5 Analysis of Variance ของการยอมรับ

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square	F ค่านวณ	F ตาราง
Treatment	2	5.6	2.8	3.54	3.3541
Error	27	21.2	0.79		
Total	29	26.8	3.59	*	

ตารางผนวกที่ 6 Duncan's New Multiple Range Test

No. of Treatment mean	2	3
SRR	2.01	3.06
LSR (P <0.05)	0.3260	0.4963

$S\bar{X}$ = 0.1622

จากการทดลองได้ค่า Mean ($\bar{X}$) Treatment ที่ $\bar{X}_1$ = 3.4

$\bar{X}_2$ = 4.4

$\bar{X}_3$ = 3.6

เรียงลำดับค่า treatment จากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้

Treatment identification	T_1	T_3	T_2
mean ($\bar{x}$)	3.4	3.6	4.4

เปรียบเทียบค่า mean สรุปผลดังนี้

เปรียบเทียบ T_2 กับ T_1

4.4-3.4 = 1.0 ; 1.0 > 0.4963 แสดงว่าเนื้อวัวและเนื้อเทียม การยอมรับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T_2 กับ T_3

4.4-3.6 = 0.8 ; 0.8 > 0.3.260 แสดงว่าเนื้อวัวและโปรตีนเกษตร การยอมรับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T_3 กับ T_1

3.6-3.4 = 0.2 ; 0.2 > 0.3260 แสดงว่าเนื้อวัวกับโปรตีนเกษตร การยอมรับไม่มีความแตกต่างกัน