



การพัฒนาสูตรบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาเอกโภชนวิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2544

ISBN 974-04-0634-3

ลิขสิทธิ์ ของมหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

จพ
ศ ๑๙๕ ก
๒๕๔๔

วิทยานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาสูตรขนมที่เสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

สทิตระ หิรัญ

นายสทิตระ หิรัญ

ผู้วิจัย

ศิริประภา กลั่นกลิน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิริประภา กลั่นกลิน

ศศ.บ.,M.P.S. (Food and Nutrition Planning)

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ศาสตราจารย์ณรงค์ นิยมวิทย์

M.Sc. (Food Tech), Ph.D.(Food Science)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์เพียงจันทร์ โรจนวิภาต

วท.ม. (ชีวสถิติ), M.H.S (Biostatistics)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์สมชาย คุรงค์เดช Ed.D.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์)

สาขาวิชาเอกโภชนาวิทยา

คณะสาธารณสุขศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาสูตรบะหมี่เสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาเอกโภชนวิทยา

วันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2544

ผู้ทำ: น.ส.

นายสิทธิระ หิรัญ

ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิริประภา กลั่นกลั่น

ศส.บ.,M.P.S. (Food and Nutrition Planning)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ศาสตราจารย์ณรงค์ นิยมวิทย์

M.Sc. (Food Tech), Ph.D.(Food Science)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ปาริชาติ บุญพิศา

วท.ม., Ph.D (Food Science and Technology)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์เพียงจันทร์ โรจนวิภาต

วท.ม. (ชีวสถิติ), M.H.S (Biostatistics)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ศาสตราจารย์เลียงชัย ถัมถ้อยวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

รองศาสตราจารย์กานดา วัฒนโนภาส

พ.บ.,M.Sc.in Hygiene (P.H.Microbiology)

คณบดี

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริประภา กลั่นกลิ่น อาจารย์ประจำภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาสตราจารย์ณรงค์ นิยมวิทย์ อาจารย์ประจำภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รองศาสตราจารย์เพ็ญจันทร์ โรจนวิภาต อาจารย์ประจำภาควิชาชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล อาจารย์ปาริชาติ บุญพิศา อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง และอาจารย์ดวงใจ มาลัย อาจารย์ประจำภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ในการแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ทุกท่านที่ให้ข้อชี้แนะและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

ขอขอบคุณนักศึกษาภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและสละเวลาในการประเมินทางประสาทสัมผัสจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้เสร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ทุนทรัพย์ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ และ เพื่อน ๆ ทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดระยะเวลาการศึกษา

สติระ หิรัญ

4036186 PHPH/M:สาขาวิชาเอก :โภชนวิทยา ; วท.ม. (สาธารณสุขศาสตร)

คำสำคัญ : เยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก/บะหมี่

สติระ หิรัญ : การพัฒนาสูตรบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก (FORMULATION DEVELOPMENT OF EGG NOODLES FORTIFIED WITH HAIRY BASIL SEED MUCILAGE (*Ocimum canum*, Sims) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : สิริประภา กลั่นกลิน, M.P.S., ณรงค์ นิยมวิทย์, Ph.D., เพ็ญจันทร์ โรจนวิภาต, วท.ม., M.H.S. 133 หน้า

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาสูตรบะหมี่สดเสริมใยอาหารจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก กระบวนการวิจัย ประกอบด้วย การเลือกสูตรบะหมี่สดต้นแบบที่ผู้บริโภคยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด มาทดลองผลิตเป็นบะหมี่สดเสริมใยอาหารจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก โดยทดแทนแป้งสาลีด้วยเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 นำผลิตภัณฑ์ทุกสูตรมาประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีไอดีลเรโซโปรไฟล์ (Ideal Ratio Profile) เพื่อหาเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ และทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ จากนั้นเลือกสูตรที่มีเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด มาปรับปรุงให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น โดยปรับปรุงปริมาณของสารโซเดียมไบคาร์บอเนตและปริมาณของเกลือแกง ใช้วิธีประเมินทางประสาทสัมผัสแบบไอดีลเรโซโปรไฟล์ในการเลือกปริมาณส่วนผสมที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด และนำสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด มาวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการ

ผลการทดลองพบว่าปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่ใช้ทดแทนในแป้งสาลีร้อยละ 10 และ 15 มีเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด ดังนั้นจึงพัฒนาบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 15 เพราะมีปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมากกว่า เมื่อพัฒนาสูตรต่อไปพบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใส่สารโซเดียมไบคาร์บอเนตมากที่สุด และปริมาณเกลือแกงในส่วนผสม ร้อยละ 1.5 เป็นปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่า บะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีพลังงานต่ำคือ 110.34 กิโลแคลอรี ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (60 กรัม) และมีใยอาหารเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.57 ในบะหมี่สด(ก่อนลวก)และ เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.17 ในบะหมี่สด(หลังลวก) เมื่อเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ

จากการวิจัยทั้งหมดทำให้ได้ข้อสรุปว่าบะหมี่เสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก โดยทดแทนในแป้งสาลีร้อยละ 15 ที่ไม่เติมสารโซเดียมไบคาร์บอเนตและเติมเกลือร้อยละ 1.5 เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ซึ่งบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่ต้องการบริโภคอาหารสุขภาพเพราะเป็นอาหารที่มีใยอาหารสูง และให้พลังงานต่ำ

4036186 PHPH/M : MAJOR:NUTRITION : M.Sc.(Public Health)

KEY WORDS : HAIRY BASIL SEED MUCILAGE/EGG NOODLES

SATHIRA HIRUN : FORMULATION DEVELOPMENT OF EGG NOODLES

FORTIFIED WITH HAIRY BASIL SEED MUCILAGE (*Ocimum canum*, Sims)

THESIS ADVISORS : SIRIPRAPA KLUNKLIN, M.P.S. , NARONG NIYOMVIT, Ph.D.

PIANGCHAN ROJANAVIPART, M.H.S. 133 p.

The purpose of this research project was to develop a formula for egg noodles fortified with hairy basil seed (*Ocimum canum*, Sims) mucilage, and to find which formula was the most acceptable to consumers. First, different formulae for egg noodles were tested, and the formula that was most acceptable to consumers (based on the Ideal Ratio Profile technique) was selected. The same group of 20 panelists, all of whom were nutrition students of Mahidol University, tested the formula throughout the research. Next, using this formula as a foundation, different formulae of egg noodles were produced, and fortified with differing percentages of hairy basil seed mucilage. Formulae were produced with 10%, 15%, 20%, 25% and 30% substituted hairy basil seed mucilage from wheat flour. These five different formulae were then tested by sensory evaluation using the Ideal Ratio Profile technique. Next, the formula that was most acceptable to consumers was selected and adjusted for taste by altering the amounts of sodium bicarbonate and table salt in the formula. The resulting formulae were again analyzed using the Ideal Ratio Profile technique and the formula that was most acceptable to consumers was selected. This final formula was then analyzed for its nutritional value.

The results of this research project were as follows. The egg noodle formulae that were most acceptable to consumers were the ones with 10% and 15% basil seed mucilage. Since these two formulae were similar in acceptability, the 15% formula was selected because of its substituted hairy basil seed mucilage content. It was found that consumers preferred egg noodles without added sodium bicarbonate and a table salt content of 1.5%. A nutritional analysis of the final formula revealed that the fortified egg noodle had a low calorie value of about 110.34 KiloCalories. In addition, the fortified egg noodles were found to have an increased dietary fiber count (over the foundation formula) by 13.57% before cooking and 9.17 % after cooking. The results of this research suggest that these fortified egg noodles would be suitable for those needing a healthy, lower calorie diet.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ซ
บทที่	
1. บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	6
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะในการวิจัย.....	7
2. ทบทวนวรรณกรรม.....	8
3. วิธีและวิธีการวิจัย.....	51
4. ผลการวิจัย.....	67
5. อภิปราย.....	112
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	122
รายการอ้างอิง.....	124
ภาคผนวก.....	134
ประวัติผู้วิจัย.....	141

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ส่วนผสมของบะหมี่สดต้นแบบ.....	55
2 ส่วนผสมของสูตรบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก.....	59
3 ส่วนผสมของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียม ไบคาร์บอเนตในปริมาณที่ต่างกัน.....	63
4 ส่วนผสมของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน	64
5 การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดสูตรต้นแบบทั้ง 4 สูตร(แสดงในรูปของค่าเรโซเฉลี่ย)	67
6 การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน (แสดงในรูปของค่าเรโซเฉลี่ย).....	72
7 ความเหนียวของเส้นบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน (ก่อนลวก).....	79
8 ความเหนียวของเส้นบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน (หลังลวก).....	80
9 สีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน (ก่อนลวก).....	81
10 สีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน (หลังลวก).....	82
11 คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดสูตรต้นแบบและบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก โดยทดแทนในแป้งสาลีร้อยละ 15 ก่อนลวกและหลังลวก.....	84
12 การประเมินทางประสาทสัมผัส ของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่ต่างกัน (แสดงในรูปเรโซเฉลี่ย).....	90
13 ความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก ที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่ต่างกัน (ก่อนลวก).....	96

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
14 ความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียม ไบคาร์บอเนต ในปริมาณที่ต่างกัน (หลังลวก).....	96
15 สีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียม ไบคาร์บอเนต ในปริมาณที่ต่างกัน (ก่อนลวก).....	97
16 สีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียม ไบคาร์บอเนต ในปริมาณที่ต่างกัน (หลังลวก).....	98
17 การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก ที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน (แสดงในรูปของค่าเรโซเนลีย).....	100
18 ความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน (ก่อนลวก).....	105
19 ความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน (หลังลวก).....	106
20 สีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือในปริมาณที่ต่าง กัน (ก่อนลวก).....	107
21 สีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือในปริมาณที่ต่าง กัน (หลังลวก).....	107
22 คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก ทั้งก่อนลวกและ หลังลวก.....	108
23 การเปรียบเทียบต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตบะหมี่สดเสริมที่ไม่ได้เสริมเยื่อเมือก เมล็ดแมงลักและบะหมี่สดที่เสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทด แทนแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน.....	110
24 คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก (ต่อ 1 หน่วยบริโภค).....	121

สารบัญภาพ

รูปที่

หน้า

1	ขั้นตอนการผลิตบะหมี่สดต้นแบบ.....	56
2	ขั้นตอนการผลิตบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก.....	60
3	ขั้นตอนการทดลองผลิตบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก.....	66
4	กราฟเส้นใยแมงมุมแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์บะหมี่สดสูตรต้นแบบ ทั้ง 4 สูตร.....	71
5	กราฟเส้นใยแมงมุมแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือก เมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน.....	78
6	บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก โดยทดแทนในแป้งสาลีร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 (ก่อนลวก).....	83
7	บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก โดยทดแทนในแป้งสาลีร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 (หลังลวก).....	83
8	กราฟเส้นใยแมงมุมแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือก เมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่ต่างกัน.....	94
9	กราฟเส้นใยแมงมุมแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือก เมล็ดแมงลักที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน.....	104
10	บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ (ก่อนลวก).....	111
11	บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ (หลังลวก).....	111

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วง 3 ทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาประเทศจากสภาพด้อยพัฒนาสู่ประเทศที่มีการพัฒนาทางอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจ จากการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วนี้ ส่งผลกระทบต่อสภาพสังคมและการดำเนินชีวิตของคนไทย ซึ่งเดิมเป็นสังคมเกษตรกรรม มีการดำเนินชีวิตที่เรียบง่ายและอาหารการกินส่วนใหญ่มาจากธรรมชาติ แต่จากการพัฒนาต่าง ๆ ดังกล่าวทำให้สภาพสังคมไทยกลายเป็นสังคมเมืองมากขึ้น คนไทยส่วนใหญ่เร่งรีบและมีเวลาให้กับตัวเองและครอบครัวน้อยลง อาหารที่เคี้ยวได้จากธรรมชาติหายากขึ้นและมีราคาแพง เนื่องจากพื้นที่ทางการเกษตรลดลงประกอบกับอิทธิพลวัฒนธรรมอาหารทางตะวันตก ทำให้รูปแบบการบริโภคของคนไทยได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม กล่าวคือคนไทยมีการบริโภคอาหารที่เป็นอาหารธรรมชาติน้อยลง (1) และบริโภคอาหารที่มีการดัดแปลงหรืออาหารสำเร็จรูปรวมถึงอาหารฟาสต์ฟู้ดมากขึ้น ซึ่งอาหารดังกล่าวส่วนใหญ่ให้พลังงานสูงและไขมันอิ่มตัวประกอบไปด้วยไขมันชนิดอิ่มตัว และโซเดียม ในปริมาณสูง แต่ขาดผักผลไม้และธัญชาติทั้งเมล็ด(2) ซึ่งการบริโภคอาหารเหล่านี้เป็นประจำ ทำให้ได้พลังงานและไขมันอิ่มตัวเกินความต้องการของร่างกาย แต่ได้รับใยอาหารและสารอาหารหลักบางชนิดไม่เพียงพอ จึงส่งผลต่อสุขภาพและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ป่วยด้วยโรคไร้เชื้อต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคเมตาบอลิก(3) ซึ่งโรคไร้เชื้อต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นสาเหตุอันดับต้น ๆ ของการตายของคนไทยในปัจจุบันและกำลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากสถิติการตายที่รายงานโดยสำนักงานนโยบายสาธารณสุขและกองระบาดวิทยา

คนไทยมีอัตราการตายด้วยโรคหัวใจเพิ่มขึ้นจาก 40.6 คน ต่อประชากรแสนคนในปี พ.ศ.2529 เป็น 79.5 คน ต่อประชากรแสนคนในปี พ.ศ.2540 โรคเมตาบอลิกเพิ่มขึ้นจาก 53.8 คนต่อประชากรแสนคน ในปี พ.ศ. 2530 เป็น 62.3 คน ต่อประชากรแสนคนในปี พ.ศ. 2540 และโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นจาก 53.8 คน ต่อประชากรแสนคนในปี พ.ศ. 2530 เป็น 147.2 คน ต่อประชากรแสนคนในปี พ.ศ. 2540 (4)

ซึ่งโรคต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีปัจจัยมาจากการบริโภคทั้งสิ้น เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการบริโภคของคนไทยในปัจจุบันโดยเฉพาะประชากรในเมือง พบว่าการบริโภคใยอาหารในปริมาณที่ต่ำ จากการศึกษารอง สันสนธิ์ อุทม่อัง (5) เรื่องการบริโภคใยอาหารของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสอบถามและแบบบันทึกอาหารใน 24 ชั่วโมงพบว่าปริมาณใยอาหารที่วัยรุ่นชายได้รับเฉลี่ย 7.23 ± 0.56 กรัมต่อวัน ในขณะที่วัยรุ่นหญิงได้รับเฉลี่ย 8.88 ± 1.19 กรัมต่อวัน ซึ่งนับว่าไม่เพียงพอในแต่ละวัน ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้ชายสูงอายุบริโภคใยอาหาร 18 กรัม ต่อวัน เพศหญิง 12 กรัม ต่อวัน ส่วนในวัยรุ่นหนุ่มสาวควรบริโภค 20 – 25 กรัม ต่อวัน (6) ในประเทศไทย กระทรวงสาธารณสุขได้แนะนำการบริโภคเพื่อสุขภาพที่ดีว่าคนไทยควรบริโภคใยอาหารให้ได้ประมาณวันละ 25 กรัม (7) เพราะการบริโภคใยอาหารในปริมาณที่พอเพียงเป็นประจำมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ถึงแม้ว่าใยอาหารจะไม่ใช่อาหารที่ร่างกายสามารถย่อยและดูดซึมไปใช้งานได้ แต่การบริโภคใยอาหารในปริมาณที่พอเหมาะเป็นประจำมีผลดีอย่างมากต่อระบบทางเดินอาหาร กล่าวคือใยอาหารเป็นตัวที่ทำให้ระบบการขับถ่ายเป็นปกติและป้องกันการเกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร เพราะใยอาหารเป็นตัวเพิ่มมวลอุจจาระและใยอาหารบางชนิดมีคุณสมบัติการอุ้มน้ำที่ดีอุจจาระจึงมีน้ำหนักมากขึ้นและอ่อนตัวลง ซึ่งทำให้ระบบขับถ่ายเป็นไปได้อย่างสะดวก อีกทั้งใยอาหารยังเป็นปัจจัยหนึ่งในการลดความรุนแรงของโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคอ้วน โรคหัวใจขาดเลือด (8) เนื่องจากใยอาหารที่ละลายน้ำได้บางชนิดเช่น เพกติน (pectin) กัม (gum) และ มิวซิเลจ (mucilage) มีคุณสมบัติการเกิดเจลเมื่อรวมตัวกับน้ำ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวมีส่วนในการลดน้ำตาลกลูโคสในเลือด เพราะใยอาหารจะละลายสารอาหารที่ละลายน้ำได้บางชนิดรวมไว้ในเจลของใยอาหาร ซึ่งมีความหนืดสูงทำให้สารอาหารดังกล่าวถูกดูดซึมได้ช้าลง (9) Jenkins และคณะ (10) ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติของใยอาหารที่มีผลต่อระดับโคเลสเตอรอลในเลือดได้ข้อสรุปว่าใยอาหารชนิดที่มีความหนืดเหนียว (viscous) สูง เช่น ซิลเลียม (psyllium) สามารถลดระดับ โคเลสเตอรอลชนิดไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ หรือ แอลดีแอลโคเลสเตอรอล (LDL cholesterol) ได้ร้อยละ 7 - 10 Meyer และคณะ (11) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของใยอาหารต่ออุบัติการณ์การเกิดโรคเบาหวานในหญิงสูงอายุและได้สรุปว่า การบริโภคใยอาหารเป็นประจำสามารถลดความรุนแรงของผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ โดยสรุปคือการบริโภคใยอาหารในปริมาณที่พอเหมาะเป็นประจำ สามารถป้องกันการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารเช่น โรคท้องผูก ผนังลำไส้โป่งพอง โรคกรดไหลย้อน ซึ่งโรคต่าง ๆ ดังกล่าวอาจก่อให้เกิดเป็นโรคมะเร็งในระบบทางเดินอาหารได้ต่อไป และใยอาหารยังป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังที่รุนแรงหลายชนิดเช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน และโรคมะเร็ง ซึ่งเป็นสาเหตุในการป่วยและตายของคนไทยในปัจจุบันที่กำลังทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นทุกปี

เมื่อพิจารณาถึงอาหารของคนไทยที่มีไขมันสูง พบว่าเมล็ดแมงลักเป็นอาหารที่มีไขมันสูงชนิดหนึ่ง Premwatana และคณะ (12) ได้ศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในอาหารไทย 3 กลุ่ม คือกลุ่มผัก กลุ่มผลไม้ กลุ่มธัญชาติ และเมล็ดพืช ทำการวิเคราะห์กลุ่มละ 10 ชนิด พบว่าเมล็ดแมงลักมีไขมันมากที่สุดคือ 80.01 ± 2.92 กรัมต่อ 100 กรัม อีกทั้งมีค่าเฉลี่ยของน้ำตาลน้อยมาก คือ 0.55 กรัม ต่อ 100 กรัม จากการศึกษาของ อวย เกตุสิงห์ และ อุไร อรุณลักษณ์ (13) พบว่าน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตในเมล็ดแมงลักที่พบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิด เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสซึ่งร่างกายไม่สามารถดูดซึมไปใช้งานได้ และได้แนะนำว่าเมล็ดแมงลักเหมาะสำหรับเป็นอาหารถ่วงท้องในผู้ป่วยโรคเบาหวาน จากรายงานในวารสารทางการแพทย์ ปี พ.ศ. 2526 Viseshakul และคณะ (14) ได้ศึกษาถึงการรับประทานเมล็ดแมงลักต่อความทนทานต่อน้ำตาลกลูโคสของผู้ป่วยเบาหวาน โดยให้ผู้ป่วยเบาหวานทดลองบริโภคเมล็ดแมงลัก 30 กรัมต่อวันติดต่อกันเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าไขมันจากเมล็ดแมงลักสามารถเพิ่มความทนทานต่อน้ำตาลกลูโคส (Glucose Tolerance Test) ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน และแนะนำว่าการบริโภคเมล็ดแมงลักมีประโยชน์ต่อการควบคุมน้ำตาลในผู้ป่วยโรคเบาหวาน เมล็ดแมงลักยังถูกใช้ในการทดลองคุณสมบัติทางยาอื่น ๆ อีกเช่นในปี พ.ศ. 2528 วีระสิงห์ เมืองมัน และคณะ (15) ได้ทดลองใช้เมล็ดแมงลักเป็นยาระบายในผู้ป่วยสูงอายุหลังผ่าตัดต่อมลูกหมากและนิ่วในไต เปรียบเทียบกับผู้ป่วยสูงอายุที่ได้รับการผ่าตัดลักษณะเดียวกันที่ไม่ได้รับประทานเมล็ดแมงลัก พบว่าสัดส่วนของการท้องผูกหลังการผ่าตัดของผู้ป่วยที่รับประทานเมล็ดแมงลัก มีค่าน้อยกว่าผู้ป่วยที่ไม่ได้รับประทานเมล็ดแมงลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปี พ.ศ. 2530 วิชัย จุฬาโรจน์มนตรี และคณะ (16) ได้ศึกษาการรับประทานไขมันจากเมล็ดแมงลักต่อภาวะไลโปโปรตีนในเลือดของคนไทยพบว่าโคเลสเตอรอลชนิดไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein) หรือ เอชดีแอลโคเลสเตอรอล (HDL Cholesterol) ซึ่งเป็นตัวที่มีบทบาทเชิงป้องกันการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (Coronary Heart Disease) เพิ่มขึ้นจากเดิม และ ค่าไคโลไมครอนพรี-เบต้าไลโปโปรตีน (Chylomicrons Pre - Beta Lipoprotein) และโคเลสเตอรอลมีการลดระดับลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปี พ.ศ. 2535 ปรีชา ลิพกุล และคณะ (17) ได้ศึกษาประโยชน์และข้อจำกัดของการรักษาผู้ป่วยโรคอ้วนด้วยเมล็ดแมงลักพบว่า เมล็ดแมงลักสกัดมีประโยชน์และความปลอดภัยพอที่จะนำมาใช้รักษาผู้ป่วยโรคอ้วนได้ แต่จากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยโรคอ้วนยังไม่มีมีการเปลี่ยนแปลงระดับไขมันในซีรัมอาจเป็นเพราะปริมาณไขมันที่ได้รับน้อยเกินไป หรืออาจเกิดจากกลุ่มศึกษาน้อยเกินไป จากการศึกษาทั้งหมดจะเห็นว่าเมล็ดแมงลักเป็นแหล่งที่ดีของไขมัน ทั้งในด้านปริมาณของไขมันในเมล็ดแมงลักที่มีอยู่จำนวนมากถึงร้อยละ 80 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ อีกทั้งเมล็ดแมงลักยังมีความปลอดภัยสูง แม้รับประทานติดต่อกันเป็นเวลานาน

Utaipath และคณะ (18) ศึกษาถึงพิษของเมล็ดแมงลักต่อการบริโภคใน 3 ระยะคือ ระยะเฉียบพลัน (ช่วงเวลากการศึกษา 7 วัน) ระยะปานกลาง (ช่วงเวลากการศึกษา 10 วัน) และ ระยะเรื้อรัง (ช่วงเวลากการศึกษา 30 วัน) พบว่าไม่มีความผิดปกติใด ๆ ต่อร่างกายในการบริโภคเมล็ดแมงลักติดต่อกันทั้ง 3 ระยะ ถึงแม้ว่าเมล็ดแมงลักจะมีใยอาหารที่มีคุณสมบัติประโยชน์มาก แต่ในแง่ของการนำเมล็ดแมงลักมาเป็นแหล่งของใยอาหาร เพื่อมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารนั้น พบว่าสีของเมล็ดแมงลักไม่เหมาะสมที่จะผสมลงในอาหาร เพราะจะทำให้สีของอาหารนั้น ๆ เปลี่ยนไป จึงได้มีการศึกษาแยกเอาเยื่อเมือกออกจากตัวเมล็ดสีดำ ป่วน เจริญพานิช (19) ได้ทดลองแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นเมือกหุ้มเมล็ดแมงลัก เพื่อใช้เป็นยาระบายและสารแขวนลอยโดยใช้การปั่นด้วยเครื่องตีไข่และเติมน้ำหลาย ๆ ครั้งจนแยกสารเมือกออกได้หมด จากนั้นนำมากรองแล้วระเหยน้ำออกด้วยอ่างน้ำร้อน (water bath) และ เตาอบลมร้อน (hot air oven) จะได้ผงเมือกแห้งสีขาวค่อนข้างคล้ำ ต่อมา ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์ และคณะ (20) ได้ทดลองแยกเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก ด้วยวิธีการใช้เครื่องปั่นอาหารที่ความเร็วต่ำเป็นเวลานาน 1 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบางและอบแห้งด้วยเตาอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส นาน 10 – 12 ชั่วโมง จะได้เมือกแห้งที่มีสีขาวนวล และเยื่อเมือกนี้จะพองตัวทันทีเมื่อถูกน้ำ ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์ และคณะ (21) ได้ศึกษาต่อถึงการแยกเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักและวิธีการทำแห้งด้วยวิธีแช่แข็ง (Freeze Drying) พบว่าเยื่อเมือกที่ได้มีสีขาวขึ้น แต่การพองตัวในน้ำช้าลงและมีขั้นตอนค่อนข้างยุ่งยาก จากการศึกษาเบื้องต้น ในการแยกเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักตามขั้นตอนของ ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์ และคณะ (20) ในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาโภชนวิทยา มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าสามารถแยกเยื่อเมือกได้ ซึ่งคิดเป็นน้ำหนักแห้งได้ร้อยละ 22 ของน้ำหนักเมล็ดแมงลักแห้ง เยื่อเมือกแห้งที่ได้มีสีขาวนวล อีกทั้งวิธีการไม่ยุ่งยากเหมาะที่จะใช้เป็นแหล่งของใยอาหารในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

เมื่อก้าวถึงอาหารจานเดียวที่คนไทยนิยมรับประทานมากที่สุดในปัจจุบัน พบว่าอาหารประเภทเส้น อันได้แก่ ก๋วยเตี๋ยว บะหมี่ และวุ้นเส้น (22) เป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวางเพราะเป็นอาหารที่มีรสชาติดี สะดวกในการปรุงและรับประทาน แต่อาหารประเภทนี้มีใยอาหารต่ำคือมีประมาณ 0.2 – 0.5 กรัม / 100 กรัมของน้ำหนักสด (23) อีกทั้งในการปรุงอาหารประเภทนี้บางครั้งผู้ปรุงจะเลือกใช้ผักซึ่งเป็นแหล่งของใยอาหารโดยเฉพาะบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ทำให้ผู้บริโภคที่บริโภคอาหารประเภทนี้เป็นประจำได้รับใยอาหารในปริมาณต่ำและไม่พอเพียงในแต่ละวัน จึงเกิดแนวความคิดว่าควรเติมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักลงไปในการปรุงอาหารประเภทเส้นเพื่อเพิ่มใยอาหาร โดยเลือกผลิตภัณฑ์อาหารเส้นที่ได้รับความนิยมสูง พบว่าบะหมี่เป็นอาหารที่คนไทยนิยมบริโภคและรู้จักมาช้านาน (24) อีกทั้งบะหมี่ยังมีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสม กล่าวคือบะหมี่เป็นอาหารเส้นที่เกิดจากกลูเตนของแป้งสาลีเมื่อรวมตัวกับน้ำ ซึ่งกลูเตนจะมีโครงสร้างที่ค่อนข้างแข็งแรง

ทำให้สามารถที่จะรวมตัวกับสารเมือกที่ปริมาณมากขึ้น โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างหลักมากนัก ประกอบกับบะหมี่ที่นิยมส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะมีสีเหลืองนวล ซึ่งใกล้เคียงกับสีของผงเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ทำให้บะหมี่เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเส้นที่เหมาะสมในการเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นอย่างยิ่ง

จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าสามารถผลิตบะหมี่เสริมใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักได้ ดังนั้นจึงควรศึกษาการเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักลงในบะหมี่สดในปริมาณต่าง ๆ กัน เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ โดยใช้เชื้อเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นแหล่งของใยอาหาร

1.2. วัตถุประสงค์ในการวิจัย

เพื่อพัฒนาสูตรบะหมี่สดเสริมใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักให้เป็นที่ยอมรับทางประสาทสัมผัสสำหรับผู้บริโภคทั่วไป รวมถึงศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่ได้พัฒนาแล้ว

1.3. วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อศึกษาหาสูตรต้นแบบของบะหมี่สดที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด
2. เพื่อศึกษาหาปริมาณที่มากที่สุดของเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 ในการเสริมลงในบะหมี่สดสูตรต้นแบบที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส
3. เพื่อพัฒนาสูตรบะหมี่สดเสริมใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด
4. เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของบะหมี่สดเสริมใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักต่าง ๆ กัน
5. เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้รับการพัฒนาสูตรแล้ว

1.4. ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้ดำเนินการผลิตบะหมี่สดแบบจีน และเสริมใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ทำการปั่นแยกด้วยเครื่องผสมอาหาร แล้วอบแห้ง และ บดเป็นผง จากนั้นทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส จากผู้ชิมซึ่งผ่านการอบรมเพื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ที่ภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในห้องปฏิบัติการภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

1.5. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1.5.1. ตัวแปรอิสระ

- ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก
- ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต
- ปริมาณเกลือ

1.5.2. ตัวแปรตาม

- คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยการประเมินทางประสาทสัมผัส
คือ ความคงตัว ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเหนียว ความนุ่ม กลิ่นค่าง กลิ่นไข่ และกลิ่นเมล็ดแมงลัก
- คุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ
ความเหนียว สี และ ความสว่าง
- คุณค่าทางโภชนาการ
โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ใยอาหาร ความชื้น และ พลังงาน

1.5.3. ตัวแปรควบคุม

- กระบวนการผลิตบะหมี่
คุณภาพวัตถุดิบ กรรมวิธีการผลิต ผู้ทดลอง อุปกรณ์ในการผลิต
- กระบวนการผลิตเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก
กรรมวิธีการผลิต อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ผู้ทดลอง

- กรรมวิธีในการวิเคราะห์ทางเคมี

วิธีการในการวิเคราะห์ อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ ผู้ทดลอง

- ปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินทางประสาทสัมผัส

สภาพแวดล้อมที่ใช้การชิม การเสนอตัวอย่างให้ผู้ชิม ผู้ทดสอบชิม ภาชนะที่ใช้ทดสอบชิม การเตรียมตัวอย่าง(อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ลวก,เวลาที่ใช้ในการลวก, เวลาที่ใช้ก่อนเสนอตัวอย่างให้ผู้ชิม) จำนวนและปริมาณตัวอย่าง

1.6. นิยามศัพท์เฉพาะในการวิจัย

ใยอาหาร หมายถึง ส่วนของพืชที่ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ ได้แก่ เซลลูโลส , เฮมิเซลลูโลส , เพกติน , กัม , มิวซิเลจ และลิกนิน (25)

เยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก หมายถึง สารที่ได้จากการแยกส่วนที่เป็นเมือกชั้นเหนียวคล้ายวุ้น ที่ห่อหุ้มอยู่รอบ ๆ เมล็ดแมงลัก

บะหมี่สด หมายถึงบะหมี่ที่ผ่านขั้นตอนการทำเส้นแล้วแต่ยังไม่ได้ผ่านขั้นตอนเพื่อให้เก็บได้นานเช่น การทำให้สุก การทำแห้ง เป็นต้น เป็นบะหมี่ที่ต้องรับประทานภายใน 1 –2 วัน (24)

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ หมายถึง การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตขึ้นในห้องปฏิบัติการ โดยวิเคราะห์หาโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ใยอาหาร ความชื้น และเถ้า

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ หมายถึง การทดสอบลักษณะภายนอกของเส้นบะหมี่ โดยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ความเหนียว ความสว่าง และความเข้มของสี

การประเมินทางประสาทสัมผัส หมายถึง การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตขึ้นทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชิมในห้องปฏิบัติการ ในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส

การเสริมสารอาหาร หมายถึง การเติมสารอาหาร 1 ชนิด หรือมากกว่าลงในอาหารที่มีการบริโภคเป็นประจำ เพื่อให้ประชากรกลุ่มเป้าหมายได้รับสารอาหารนั้น ๆ เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย การเสริมสารอาหารจึงเป็นการทำให้อาหารนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1. โยอาหาร (Dietary fiber)

โยอาหารเริ่มเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์อย่างจริงจังในศตวรรษที่ 16 โดยมีการตั้งข้อสมมุติฐานถึงผลของการรับประทานขนมปังที่ทำจากข้าวสาลีบดหยาบต่อระบบการขับถ่าย(26) และพบว่าผู้ที่บริโภคขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีบดหยาบเป็นประจำจะมีสุขภาพร่างกายที่ดีกว่าผู้ที่บริโภคขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีขัดขาว

ความรู้แนวใหม่เกี่ยวกับโยอาหารได้มีการเขียนขึ้นเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1956 โดย Surgeon Captain ในบทความ "The Neglect of Natural Principles in Current Medical" ซึ่งตีพิมพ์ในวารสาร Royal Naval Medical Service ประเทศสหรัฐอเมริกา ในบทความนี้ได้มีการเขียนไว้อย่างกว้าง ๆ ถึงสมมุติฐานของโยอาหาร ผลจากบทความนี้ทำให้ Denis Bukitt , Huge Trowell , Jame Walker และ Surgeon Captain นักวิทยาศาสตร์ซึ่งมีชื่อเสียงในขณะนั้น ร่วมมือกันทำการศึกษาอย่างจริงจังเกี่ยวกับโยอาหาร และผลจากการศึกษาในครั้งนั้นเป็นการวางรากฐานความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโยอาหารอย่างแท้จริง ทำให้โยอาหารได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในหมู่นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยทั่วไป ต่อมาได้มีการจัดทำวารสารที่เกี่ยวกับโยอาหารที่ใช้ชื่อว่า American Fiber ซึ่งในวารสารเล่มนี้ได้มีบทความเกี่ยวกับสถานการณ์การขาดโยอาหารของคนอเมริกัน และผลที่จะตามมาจากการขาดโยอาหาร จากการตีพิมพ์ในครั้งนั้นทำให้โยอาหารเป็นที่สนใจของประชาชนทั่วไป ส่งผลให้มีหนังสือทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับโยอาหารเกิดขึ้นตามมาอีกหลายฉบับ สาเหตุที่โยอาหารเป็นที่สนใจอย่างกว้างขวางและรวดเร็วนี้ น่าจะมาจาก โยอาหารเคยถูกมองว่าเป็นอาหารที่ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกายและไม่มีความจำเป็นในการบริโภค แต่เมื่อทำการศึกษาเพิ่มมากขึ้นทำให้ทราบว่าโยอาหารเป็นส่วนที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ดังนั้นในปัจจุบันโยอาหารจึงเป็นหัวข้อที่นักวิจัย และ นักวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ สนใจที่จะศึกษาเพื่อหาถึงประโยชน์ที่แท้จริงต่อสุขภาพ(27)

2.1.1. ความหมายของใยอาหาร

ใยอาหารคือสารน้ำตาลเชิงซ้อน (polysaccharides) ที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืช เป็นโครงสร้างและส่วนต่าง ๆ ของพืช ทนต่อการย่อยและต่าง ไม่ถูกย่อยโดยน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ แต่เมื่อผ่านถึงลำไส้ใหญ่ใยอาหารบางส่วนจะถูกย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ทำให้เกิด ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไฮโดรเจน น้ำและกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid) ซึ่งกรดไขมันสายสั้นบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่ร่างกาย (28)

2.1.2. ประเภทของใยอาหาร

ใยอาหารส่วนใหญ่มีโครงสร้างเป็นสารน้ำตาลเชิงซ้อน เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพกติน กัม และมิวซิเลจ แต่มีใยอาหารบางชนิดที่ไม่มีโครงสร้างเป็นสารน้ำตาลเชิงซ้อน เช่น ลิกนิน สามารถแบ่งใยอาหารได้เป็น 2 ประเภท คือใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำและใยอาหารที่ละลายน้ำ (29)

2.1.2.1. ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ

ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำคือใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำหรือละลายในน้ำได้เล็กน้อย ไม่ย่อยโดยน้ำย่อยอาหารของมนุษย์และแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ ใยอาหารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์พืชทุกชนิด ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักโมเลกุลมากและมีโครงสร้างที่ค่อนข้างแข็งแรงเช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน

- เซลลูโลส (cellulose) เป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ของพืชแต่ละโมเลกุลประกอบด้วยน้ำตาล กลูโคสมากกว่า 3000 หน่วย เชื่อมกันด้วยพันธะเบต้า - 1, 4 (β - 1, 4 linkage) โครงสร้างโมเลกุลของเซลลูโลสประกอบด้วยเส้นใยหนาหีบ เป็นใยหยาบ ๆ โดยในแต่ละโมเลกุลมีการเรียงตัวกันเป็นระเบียบไปทางเดียวกันต่อกับเส้นใยข้างเคียง ซึ่งมีโมเลกุลเรียงกันในทิศทางตรงกันข้ามด้วยพันธะไฮโดรเจน เซลลูโลสจึงมีโครงสร้างที่แข็งแรง ยึดหยุ่นได้ ค่อนข้างทนต่อฤทธิ์กรด ด่าง และน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์(29) โดยทั่วไปจะพบเซลลูโลสในผักและผลไม้ร้อยละ 30 – 40 โดยน้ำหนักแห้ง ขึ้นอยู่กับพืชชนิดนั้น ๆ แต่จะพบจำนวนน้อยมากในเมล็ดพืชและธัญพืชก็จะมีเพียงร้อยละ 2 – 4 โดยน้ำหนักแห้งเท่านั้น ทางการค้ามี

การสกัดเซลลูโลสบริสุทธิ์จากไม้และจากใยฝ้าย โดยสกัดส่วนที่เป็นผนังเซลล์อื่น ๆ ออกเหลือแต่เซลลูโลสซึ่งเซลลูโลสชนิดนี้มักถูกใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ (30)

- เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) อยู่ปะปนกับเซลลูโลส ในผนังเซลล์ของพืช แต่เป็นส่วนที่ละลายในด่างได้และไม่มีโครงสร้างที่เป็นโซ่ยาว ๆ เหมือนเซลลูโลส โมเลกุลของเฮมิเซลลูโลสประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิด เช่น เพนโตส (pentose) กาแลคโตส (galactose) อะราบินโนส (arabinose) และกรดกลูคูโรนิก (glucuronic acid) มาจับตัวกัน ซึ่งอัตราส่วนน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับชนิดของพืช จึงทำให้เฮมิเซลลูโลสมีโครงสร้างที่ไม่แข็งแรงเหมือนเซลลูโลสและมีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่าเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสมีคุณสมบัติพิเศษในการอุ้มน้ำได้สูงทำให้เพิ่มปริมาณอุจจาระ และทำให้อุจจาระอ่อนตัว จึงช่วยในการขับถ่าย (28)

- ลิกนิน (lignin) เป็นสารที่พบในเนื้อไม้ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืชลิกนินจะอยู่ระหว่างหรือเคลือบคลุมชั้นของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสในผนังเซลล์ของพืช ลิกนินไม่มีโครงสร้างโพลีแซคคาไรด์แต่มีองค์ประกอบเป็นโพลีเมอร์ของ อโรแมติกแอลกอฮอล์ (aromatic alcohols) และ ฟีนิลโพรเพน (phynyl propane) ทำให้เซลล์มีความคงทนและแข็งแรง ไม่ละลายน้ำ ทนต่อฤทธิ์ กรด ด่าง และ ความร้อน น้ำย่อยในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยลิกนินได้ รวมถึงจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ก็ไม่สามารถย่อยลิกนินได้เช่นกัน (25,28,31)

2.1.2.2. โยอาหารที่ละลายน้ำ

โยอาหารที่ละลายน้ำ คือโยอาหารที่ละลายได้ในน้ำหรือโป่งพองเมื่อรวมตัวกับน้ำ เนื่องจากโยอาหารชนิดนี้เมื่อรวมตัวกับน้ำจะเกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่นทำให้เกิดลักษณะเป็นเจล ทำให้มีผลต่อการลดระดับน้ำตาลและโคเลสเตอรอลในกระแสเลือด และขจัดพิษโลหะบางชนิดได้ โยอาหารที่ละลายน้ำได้บางส่วนจะถูกย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ และเปลี่ยนเป็นกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid) น้ำ ก๊าซมีเทนและก๊าซอื่น ๆ โดยทั่วไปจะพบโยอาหารละลายน้ำ จาก ผลไม้ ผัก ถั่วเมล็ดแห้ง และรำข้าว ซึ่งได้แก่ เพคติน กัม อการ์ และ มิวซิเลจ (25,28,31)

- เพคติน (pectin) เป็นองค์ประกอบของสารที่พบในผนังส่วนกลาง (middle lamena) ของพืชทำหน้าที่ยึดเซลล์ให้ติดกัน ซึ่งมีโครงสร้างเป็นโพลีแซ็กคาไรด์ ที่ประกอบด้วย โพลีเมอร์ของน้ำตาลและกรดน้ำตาลหลายชนิด มีการจับตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบ โดยมีโซ่หลักเป็น กรดกาแลคทูโรนิก (galacturonic acid) และมีโซ่กิ่งเป็นน้ำตาลหลายชนิด เช่น แรมโนส (rhamnose), อาราบิโนส (arabinose), ไซโลส (xylose) และ ฟรุคโตส (fructose) เมื่อบริโภคน้ำเพคติน เพคตินจะถูกย่อยเกือบทั้งหมดโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ เพคตินเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำ แต่เมื่ออยู่ในผนังเซลล์ของพืชจะไม่ละลายน้ำเพราะจับอยู่กับแคลเซียม เพคตินจะละลายได้ดีในน้ำร้อนและสามารถเกิดเป็นเจลเมื่อเย็นลง ซึ่งคุณสมบัติการเกิดเจลของเพคตินนี้มีลักษณะเป็นสารแขวนตะกอน (colloidal suspension) จึงใช้ประโยชน์ในการทำแยม (jam) เยลลี่ (jelly) และใช้เป็นสารให้ความหนืดข้น (thickening agent) (25, 28, 31)

- กัมและอการ์ (gums and agar) สารเหล่านี้ไม่ได้เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืช แต่จะพบเมื่อพืชเกิดมีบาดแผลหรือโคนบิบบิ้น กัมและอการ์เมื่อผสมกับน้ำจะมีลักษณะข้นเหนียวและมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่ดี จึงมักใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยใช้เติมลงในผลิตภัณฑ์ ซอส น้ำสลัด และ ไอศกรีม กัมและอการ์มีโครงสร้างเป็นน้ำตาลหลายชนิดได้แก่ กลูโคส, กาแลคโตส, แมนโนส (mannose), อาราบิโนส และกรดยูโรนิก (uronic acid) ซึ่งเกาะกันอยู่แบบไม่แน่นนักทำให้กัมและอการ์ละลายน้ำได้ดี (25, 28, 31)

- มิวซิเลจ (mucilage) เป็นสารที่ห่อหุ้มเมล็ดพืชเพื่อป้องกันความแห้งกร้านและทำให้เกิดความชุ่มชื้น มิวซิเลจเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำและอุ้มน้ำได้ดีเมื่อละลายน้ำจะมีความข้นเหนียวและอยู่ตัวดีเช่นเดียวกับกัม มิวซิเลจถูกใช้ในอุตสาหกรรมยาเพื่อผลิตเป็นยาระบาย และอุตสาหกรรมอาหารเพื่อใช้เป็นสารให้ความข้นเหนียวเช่นเดียวกับกัม โดยทั่วไปมิวซิเลจจะมีโครงสร้างหลักเป็น กาแลคโตส-แมนโนส, กลูโคส-แมนโนส, อาราบิโนส-ไซโลส, กรดกาแลคทูโรนิก, แรมโนส และมีโซ่กิ่งเป็น กาแลคโตส ซึ่งจะมีสัดส่วนที่ต่างกันขึ้นกับชนิดพืชที่พบ(25,28,31)

- เบตากลูแคน (beta glucan) เป็นสารที่พบในข้าวโอต และข้าวบาเลย์ เบตากลูแคนเกือบทั้งหมดเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำ มีบางชนิดเท่านั้นที่ไม่ละลายน้ำ เบตากลูแคนเป็นกลูโคสโพลีเมอร์ที่มีกลูโคส โมโนเมอร์ เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเบต้า 1,4 และ 1,3 (linkage β 1,4, β 1,3) ทำให้มีโครงสร้างที่แข็งแรง(25,28,31)

2.1.3. คุณสมบัติและบทบาทของใยอาหารในร่างกาย

ใยอาหารมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์มาก กล่าวคือเมื่อบริโภคใยอาหารจะช่วยระบบการย่อยตั้งแต่ปากจนถึงระบบขับถ่าย โดยที่การเคี้ยวใยอาหารจะเป็นการกระตุ้นการไหลของน้ำลาย และน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร ทำให้เมื่อบริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูงจะรู้สึกอิ่มเร็วขึ้น จากนั้นเมื่อกลืนใยอาหาร ใยอาหารส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการดูดน้ำและพองตัวได้ดี จึงช่วยให้อุจจาระมีน้ำหนักรวมมากขึ้นและมีลักษณะอ่อนนุ่มทำให้ช่วยในระบบการขับถ่าย(32) จากการทดลองพบว่า การบริโภคใยอาหาร 1 กรัมสามารถเพิ่มน้ำหนักรวมของอุจจาระได้อย่างน้อย 15 กรัม ขึ้นกับชนิดของใยอาหาร(20) อีกทั้งใยอาหารบางชนิดมีความสามารถในการจับกับสารพิษที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารและเพิ่มการขับทิ้งของน้ำดี, สารสเตอรอล (sterol) และไขมัน ซึ่งสารต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระ (33) คุณสมบัติและบทบาทของใยอาหารต่อร่างกายสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1.3.1. ความสามารถย่อยสลายได้โดยแบคทีเรียในลำไส้ (bacterial degradation)

ใยอาหารส่วนใหญ่จะไม่ถูกย่อยโดยน้ำย่อยอาหารในร่างกายมนุษย์ แต่ใยอาหารที่ละลายน้ำบางชนิดเช่น เพคติน กัม มิวซิเลจ จะถูกย่อยหรือทำให้แตกสลาย (degrade) ได้ทั้งหมดโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ได้เป็นกรดไขมันโมเลกุลสายสั้นที่ระเหยได้ (volatile short chain fatty acid : VSFA) และ ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทน ซึ่งเชื่อว่ากรดไขมันโมเลกุลสายสั้นบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับเข้าร่างกายและเปลี่ยนรูปเป็นพลังงาน ในการย่อยนี้จะทำให้ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ในลำไส้ใหญ่ลดลงส่งผลให้แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่เพิ่มปริมาณขึ้น และแบคทีเรียเหล่านี้จะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระทำให้อุจจาระมีน้ำหนักรวมและอ่อนนุ่มขึ้น (32) ทำให้ระบบการขับถ่ายเป็นไปได้อย่างสะดวกทำให้สามารถป้องกันการเกิดโรคที่เกิดจากระบบทางเดินอาหารได้

2.1.3.2. ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity)

ความสามารถในการอุ้มน้ำ เกิดขึ้นได้ในส่วนของใยอาหารที่เป็น โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของใยอาหาร สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ การเกิดเจล (gel formation) และการดูดซับน้ำ (water absorption)

- ความสามารถในการเกิดเจล (gel formation) ของใยอาหารส่วนใหญ่จะเกิดในใยอาหารประเภทที่มีความสามารถจับกับน้ำได้สูง เช่น เพคติน กัม และมิวซิเลจ ใยอาหารประเภทนี้มีข้อดีจำนวนมากทำให้มีความสามารถทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิลของน้ำได้ดี และเมื่อใยอาหารประเภทนี้รวมตัวกับน้ำจะเกิดการแตกตัวและพองตัวเหมือนแป้งและเกิดเป็นเจล ซึ่งเกิดได้ดีขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิที่พอเหมาะมากกระตุ้น เจลของใยอาหารจะมีลักษณะเป็นเมือกเหนียว ซึ่งเมือกเหนียวเหล่านี้มีผลต่อระบบทางเดินอาหารกล่าวคือทำให้อาหารเคลื่อนตัวได้ช้าลง และความเหนียวทำให้เพิ่มเวลาในการย่อยอาหารในกระเพาะอาหารได้ ทำให้กระเพาะอาหารว่างช้าลง จึงส่งผลให้รู้สึกอิ่มนานขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก อีกทั้งเมือกเหนียวนี้ยังมีผลต่อการดูดซึมน้ำตาล ไขมัน และ แร่ธาตุบางชนิดในลำไส้เล็กให้ช้าลงอีกด้วย เนื่องจากสารอาหารที่ละลายน้ำเช่น น้ำตาลหรือแร่ธาตุบางชนิดได้เข้าไปรวมตัวกับเจลของใยอาหาร ทำให้ลำไส้เล็กดูดซึมสารอาหารเหล่านั้นได้ช้าลง และผลของเจลจากใยอาหารทำให้ร่างกายขับแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ได้มากขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียบางส่วนจะเข้าไปติดกับเมือกเหนียวหรือเจลของใยอาหาร และถูกขับออกมากับอุจจาระทำให้อุจจาระมีน้ำหนักมากขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยป้องกัน โรคท้องผูก และ โรคริดสีดวงทวาร(34)

- ความสามารถในการดูดซับน้ำ (water absorption) เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูง เนื่องจากโมเลกุลของเซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลสยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ทั้งภายในและภายนอกโมเลกุล ทำให้มีการดูดซับน้ำได้ดี คุณสมบัติการอุ้มน้ำของใยอาหารนี้จะมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักอุจจาระและทำให้อุจจาระมีความอ่อนนุ่ม ส่งผลให้ร่างกายขับถ่ายสะดวกและเป็นการป้องกันโรคริดสีดวงทวาร โรคลำไส้โป่งพอง และ โรคมะเร็งลำไส้ (25, 28, 31)

2.1.3.3.ความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ต่าง ๆ

แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือความสามารถในการจับกับน้ำดีและความสามารถในการจับกับสารประกอบที่เป็นพิษ จากการศึกษาในระบบการย่อยของสิ่งมีชีวิต และระบบการย่อยที่จำลองขึ้น พบว่ารำข้าวสาลี กวักม กูโคแมนแนน และ ลิกนิน สามารถจับกับน้ำดีที่อยู่ในลำไส้เล็กได้เป็นอย่างดี ซึ่งเห็นได้จากปริมาณน้ำดีที่ขับออกมาพร้อมกับอุจจาระ ส่วนเซลลูโลสสามารถจับกับน้ำดีได้น้อยมาก Eastwood และ Brydon (35) เสนอว่าใยอาหารชนิดที่มีความสามารถในการจับกับน้ำดีสูงนั้น จะส่งผลต่อการเพิ่มการขับน้ำดีและอาจส่งผลต่อการลดของการจับกรดน้ำดีกับ

โคเลสเตอรอลในพลาสมา ลิกนินมีคุณสมบัติในการจับกับกรดน้ำดีและจับกับสารพิษบางชนิดในร่างกายได้ดี จากการศึกษาของ Smith และ คณะ (36) พบว่าใยอาหารสามารถจับกับ โซเดียมคลอเลต และ โคเลสเตอรอล ได้ดี และขับออกมาพร้อมกับอุจจาระ ซึ่งเป็นการลดปัจจัยเสี่ยงการเกิดเป็นโรค มะเร็ง ส่วนเฮมิเซลลูโลสที่ได้จากกากใยของแอปเปิล สามารถจับกับ โซเดียมไกลคอลเลต และ โซเดียมทีโนค็อกซิลโคเลตได้ (sodium chenodeoxycholate) และมีหลายงานวิจัยพบว่าใยอาหาร สามารถจับกรดไขมันไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides fatty acid) และ ฟอสโฟไลปิด (phospholipid) ในเลือดได้ กล่าวคือคุณสมบัติการดูดซึมซับสารอนินทรีย์ของใยอาหาร สามารถป้องกันโรค มะเร็งในระบบทางเดินอาหารได้ เนื่องจากใยอาหารสามารถจับตัวกับสารก่อมะเร็งหรือทำให้สารก่อมะเร็ง เจือจางลง ส่งผลให้การเมตาบอลิซึมของสารก่อมะเร็งเปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งใยอาหารยังลดระยะเวลาในการกำจัดกากอาหารทำให้ลดเวลาในการสัมผัสของสารก่อมะเร็งในลำไส้ จึงลดการดูดซึมของสารก่อมะเร็ง ซึ่งเป็นกระบวนการป้องกันหรือขัดขวางการเกิดมะเร็งได้ และกรดไขมันสายสั้นที่ระเหยได้ที่เกิดจากการย่อยและการหมักของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ จะทำให้เกิดความเป็น กรดสูงและเข้าไปขัดขวางการเกิดเนื้องอกได้(25)

2.1.3.4.ความสามารถในการจับแลกเปลี่ยนประจุ (cation binding capacity)

เป็นคุณสมบัติในทางลบในการบริโภคใยอาหารในปริมาณที่มากเกินไป เนื่องจากใยอาหารสามารถรวมตัวกับเกลือและแร่ธาตุต่าง ๆ ทำให้ร่างกายดูดซึมเกลือและแร่ธาตุต่าง ๆ ได้น้อยลง โดยเฉพาะเกลือและแร่ธาตุในอาหารบางชนิด เช่น เหล็ก แคลเซียม สังกะสี และ แมกนีเซียม ในใยอาหารบางชนิด เช่น เพคติน และ เฮมิเซลลูโลส มีกรดยูโรนิกที่มีหมู่คาร์บอกซิลอิสระ (free carboxylic group) มาก ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการจับแลกเปลี่ยนประจุกับสารอื่น ๆ ได้ดี ทำให้ร่างกายดูดซึมแร่ธาตุต่าง ๆ ดังกล่าวได้น้อยลง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าการกินใยอาหารในปริมาณที่พอเหมาะคือประมาณ 15 -20 กรัมต่อวัน ไม่มีผลต่อการยับยั้งการดูดซึมของเกลือและแร่ธาตุในอาหารดังกล่าว(28, 37)

2.1.4. แหล่งของใยอาหาร

ใยอาหารนั้นพบในพืช ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญ และธัญชาติ ต่าง ๆ การขัดสีเมล็ดพืชและธัญชาตินั้นจะทำให้ใยอาหารที่อยู่ในเมล็ดพืชและธัญชาตินั้น ๆ ลดลง เช่นข้าวสาลีทั้งเมล็ดจะมีใยอาหารสูงกว่าข้าวสาลีที่ผ่านการขัดสีแล้ว เพราะใยอาหารส่วนใหญ่จะอยู่ในส่วนของรำข้าวนั่นเอง ใยอาหาร

จะพบได้มากที่สุดบริเวณผนังเซลล์ของพืช และอาจพบสารประกอบใยอาหารได้จากที่อื่น ๆ ได้อีก เช่น สารที่หลังเมื่อพืชมีบาดแผลจากการตัดหรือการริด และสารส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดพืช(38) จากการวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารทั้งหมดในพืชผักและผลไม้ส่วนที่รับประทานได้ โดยสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าพืชที่มีใยอาหารสูงคือมีใยอาหารประมาณร้อยละ 19 - 28 ได้แก่ถั่วเมล็ดแห้งชนิดต่างๆ เช่น ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วเหลือง ถั่วลิสง งาและรำข้าว พืชที่มีใยอาหารปานกลางคือมีใยอาหารประมาณร้อยละ 4 -14 ได้แก่ผักผลไม้บางชนิดเช่น มะเขือพวง สะเดา ใบชะพลู ผักกะเฉด พริก กระเทียม หัวปลี แครอท พืชที่มีใยอาหารต่ำคือมีใยอาหารน้อยกว่า ร้อยละ 4 ได้แก่ผลไม้ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูงเช่น ทุเรียน ฝรั่ง มะม่วงดิบ แดงโม (39) การหุงต้มมีผลต่อปริมาณใยอาหารโดยเฉพาะใยอาหารชนิดลิกนิน กล่าวคือพืช ผัก ผลไม้ที่มีลิกนิน เมื่อถูกความร้อนจากการหุงต้มจะเกิดการเป็นสีน้ำตาล (browning) การเป็นสีน้ำตาลคือการที่ผักผลไม้สร้างสารลิกนินออกมาเมื่อผลไม้สุกและเกิดการเปลี่ยนสี จึงส่งผลให้ผักผลไม้เหล่านั้นมีใยอาหารประเภทลิกนินเพิ่มมากขึ้น(40)

2.1.5. การเมตาบอลิซึมของใยอาหาร (metabolism of fiber)

ใยอาหารมีผลต่อการเพิ่มแรงในการย่อยอาหารตลอดทางเดินอาหารเริ่มตั้งแต่ การเคี้ยว การกลืน การย่อย ตลอดจนถึงการขับถ่าย อาหารที่มีใยอาหารมากจะเพิ่มเวลาในการเคี้ยวอาหาร (41) และในการเคี้ยวอาหารเป็นเวลานานจะมีผลในการลดขนาดของอาหาร ซึ่งช่วยให้มีการเคลื่อนที่ของอาหารง่ายขึ้น การเคี้ยวใยอาหารจะทำให้เกิดน้ำย่อย และ น้ำลายเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้รู้สึกอิ่มนาน การเพิ่มเวลาในการเคี้ยวอาหารเมื่อรับประทานอาหารที่มีใยอาหารสูง อาจจะทำให้มีการรับประทานอาหารได้น้อยลง เมื่อกลืนใยอาหารจะผ่านทางเดินอาหารมาที่กระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก ใยอาหารบางชนิดโดยเฉพาะใยอาหารที่ละลายน้ำ จะถูกย่อยอีกครั้งและเกิดการหมักที่ลำไส้ใหญ่ โดย แบคทีเรียฟลอร่า ชนิดที่ไม่ใช่ออกซิเจนหลายชนิด เช่น *Bacteroides spp*, *Bifidobacterium spp*, *Costridium spp*, *Streptococcus spp*, *Escherichia spp* and *Fusobacterium spp* (จำนวนของเชื้อแบคทีเรียต่าง ๆ ดังกล่าวสามารถประมาณได้จากจำนวนของแบคทีเรียที่จะออกมากับอุจจาระ) และอาจมีแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนมาช่วยในการย่อยด้วยเช่น *Staphylococcus* ทำให้โมเลกุลของสารประกอบใยอาหารเล็กลง ผลของการย่อยและหมักนี้ จะได้เป็นกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไฮโดรเจน และน้ำ ทำให้ผู้ที่รับประทานใยอาหารจำนวนมาก ๆ บางครั้งจะมีอาการท้องอืดได้ เนื่องจากก๊าซต่าง ๆ ดังกล่าว หลังจากนั้นกรดไขมันสายสั้นถูกออกซิไดซ์ (oxidise) และเข้าสู่กระบวนการสลายเพื่อให้

ได้พลังงานต่อไป ส่วนใยอาหารที่ไม่ถูกย่อยก็จะรวมตัวกับน้ำและแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ใหญ่และถูกขับออกมากับอุจจาระ (42)

2.1.6. ปริมาณใยอาหารที่ควรบริโภคในแต่ละวัน

ในปัจจุบันจากการศึกษาต่าง ๆ ยังไม่สามารถบอกถึงปริมาณที่แน่นอนของการบริโภคใยอาหารในแต่ละวันเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายได้ เนื่องจากการบริโภคใยอาหารในปริมาณที่มากเกินไป อาจมีผลต่อการดูดซึมแร่ธาตุและสารอาหารบางชนิด แต่การบริโภคใยอาหารน้อยเกินไปก็จะมีผลต่อระบบขับถ่าย และมีความเสี่ยงให้เกิดโรคไร้เชื้อที่รุนแรงหลายชนิด เช่น มะเร็งที่ลำไส้ใหญ่ เบาหวาน โรคหัวใจ ดังนั้นใยอาหารจึงมีความสำคัญและควรมีการบริโภคให้ได้ทุกวัน ในขณะที่ข้อเสนอแนะการบริโภคอาหารในหลาย ๆ ประเทศยังไม่มีข้อกำหนดถึงจำนวนที่แน่นอนของการบริโภคใยอาหารในแต่ละวัน มีเพียงข้อเสนอแนะว่าควรบริโภคใยอาหารทุกวันในปริมาณที่พอเหมาะ เช่น ในประเทศเนเธอร์แลนด์ และประเทศญี่ปุ่น แต่ก็มีหลายประเทศที่แนะนำและกำหนดจำนวนที่แน่นอนว่าควรบริโภคใยอาหารโดยเฉลี่ยวันละ 20 – 35 กรัมต่อวัน เช่น ในประเทศสวีเดน อังกฤษ ออสเตรีย และไอร์แลนด์ ซึ่งในการบริโภคใยอาหารนั้นควรบริโภคทั้งใยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ กรมอนามัยในประเทศนิวซีแลนด์แนะนำให้ประชากรภายในประเทศควรบริโภคใยอาหารให้ได้วันละ 25 – 30 กรัม ซึ่งควรจะเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำ 1 ใน 4 ของใยอาหารที่บริโภคในแต่ละวันหรือประมาณ 7-8 กรัมต่อวัน (42) ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกาให้ความสำคัญของการบริโภคใยอาหารตามเพศและอายุ โดยกำหนดว่า ชายวัยสูงอายุควรบริโภคใยอาหาร 18 กรัมต่อวัน เพศหญิง 12 กรัมต่อวัน และในวัยหนุ่มสาวเพิ่มขึ้นเป็น 20 – 25 กรัมต่อวัน(6) ในประเทศไทยตามข้อเสนอแนะการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพดีของคนไทย แนะนำว่าควรบริโภคใยอาหารวันละ 25 กรัมต่อวัน ในขณะที่สถาบันมะเร็งแห่งชาติได้แนะนำให้บริโภคใยอาหาร 20 – 30 กรัมและสูงสุด 35 กรัมต่อวัน (43) ซึ่งในการบริโภคใยอาหารที่ดีควรบริโภคให้ได้ทั้งใยอาหารที่ละลายน้ำและใยอาหารไม่ละลายน้ำเพราะต่างก็มีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพที่ต่างกัน (44) ดังนั้นการบริโภคใยอาหารที่ต่างชนิดกันในปริมาณที่พอเหมาะจะส่งผลถึงความสมดุลของระบบการย่อยอาหารที่ดี

2.1.7. ผลของการบริโภคใยอาหารต่อสุขภาพ

2.1.7.1 ผลของการบริโภคใยอาหารต่อโรคหัวใจขาดเลือด

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าใยอาหารมีส่วนในการป้องกันการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดได้ จากการศึกษาของ Wolk และคณะ (45) ถึงความสัมพันธ์ของการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดกับการบริโภคใยอาหารในผู้หญิง พบว่าใยอาหารโดยเฉพาะใยอาหารจากธัญชาติมีส่วนในการลดอัตราการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน และโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Liu และคณะ (46) ที่ได้ศึกษาถึงการบริโภคเมล็ดธัญชาติ หรือเมล็ดข้าวทั้งเมล็ดต่าง ๆ (whole grain) ต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด พบว่าธัญชาติ และ เมล็ดข้าวทั้งเมล็ดต่าง ๆ มีส่วนในการลดอัตราเสี่ยงในการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดได้ จากการศึกษาที่ผ่านมาสามารถสรุปได้ว่า ใยอาหารไม่ได้มีผลโดยตรงต่อการป้องกันโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด แต่ใยอาหารมีส่วนในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดได้ โดยเฉพาะใยอาหารที่ละลายน้ำเช่น เพคติน กวักม และมิวซิลเจ จะมีคุณสมบัติการเกิดเจลเมื่อรวมตัวกับน้ำ ซึ่งเจลของใยอาหารจะเข้าไปขัดขวางการดูดซึมสารอาหารของลำไส้เล็กส่วนต้น ทำให้ดูดซึมไขมันได้น้อยลง อีกทั้งใยอาหารยังเข้าขัดขวางการทำงานของน้ำดี ทำให้ร่างกายดูดซึมโคเลสเตอรอลที่ปนมากับน้ำดีได้น้อยลงอีกด้วย ส่งผลให้ร่างกายขับถ่ายน้ำดีนั้น ๆ ออกมากับอุจจาระมากขึ้น ดังนั้นผู้ที่บริโภคใยอาหารจำนวนมาก ๆ จะมีน้ำดีปนมากับอุจจาระมากขึ้นด้วย Key และ Truswell (47) ได้ศึกษาผลของการบริโภคใยอาหารชนิดเพคตินต่อการขับถ่ายน้ำดีของร่างกาย โดยการให้อาสาสมัครที่มีสุขภาพดีบริโภคเพคติน 15 กรัมต่อวัน ติดต่อกันเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่ากรคน้ำดีที่ถูกขับออกมากับอุจจาระเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 40 ของปริมาณอุจจาระปกติ จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าใยอาหารมีผลต่อการขับถ่ายของน้ำดี ซึ่งเท่ากับว่าใยอาหารมีผลต่อการดูดซึมโคเลสเตอรอลด้วย และใยอาหารยังมีส่วนในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดได้ โดยจะลดระดับโคเลสเตอรอลทั้งหมด (total – cholesterol) ระดับแอลดีแอล โคเลสเตอรอล และ ไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) และยังมีผลในการเพิ่มของระดับเฮซีแอล โคเลสเตอรอล ซึ่งมีบทบาทสำคัญเชิงป้องกันการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดอีกด้วย จากการศึกษาของ Anderson และคณะ (48) ถึงความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดของซิลเลียม (psyllium) ซึ่งเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำ พบว่าการบริโภคใยอาหารจากซิลเลียม 10.2 กรัมต่อวัน รวมกับอาหารที่มีไขมันต่ำ สามารถลดระดับไขมันในเส้นเลือดได้ โดยซีรัมโทเทอลโคเลสเตอรอล (serum total cholesterol) ลดลง

ร้อยละ 4 แอลดีแอล โคลเลสเตอรอล (LDL cholesterol) ลดลงร้อยละ 7 และอัตราส่วนระหว่าง apo B และ apo A-I ลดลงร้อยละ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารไขมันต่ำที่ไม่ใส่ชิลเลียม พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของระดับไขมันในเลือด สรุปว่าชิลเลียมเป็นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ที่มีผลต่อการลดระดับของโคเลสเตอรอลในเลือดได้ และชิลเลียมยังมีความปลอดภัยในการบริโภค จากการศึกษาของ Knopp และคณะ (49) ถึงผลระยะยาวของการบริโภคใยอาหารต่อผลการลดของระดับโคเลสเตอรอลในเลือด โดยใช้อาสาสมัครที่มีระดับโคเลสเตอรอลในเลือดระดับปานกลาง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ให้บริโภคใยอาหารดังกล่าววันละ 20 กรัม 87 คน และกลุ่มที่ 2 ให้บริโภคน้ำตาล (placebo) 82 คน ทั้งสองกลุ่มบริโภคติดต่อกันเป็นเวลา 15 สัปดาห์ จากนั้นทำการวัดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด 4 ระยะคือ ก่อนการทดลอง และหลังจากบริโภคได้ 6 สัปดาห์ 12 สัปดาห์ และ 15 สัปดาห์ ตามลำดับ จากนั้นทำการตามผลในอาสาสมัครบางคนที่ยังต้องการบริโภคใยอาหารดังกล่าวต่อไป โดยให้บริโภคต่ออีก 21 สัปดาห์ รวม 36 สัปดาห์นับตั้งแต่เริ่มทำการทดลอง โดยทำการตรวจระดับโคเลสเตอรอลในเลือดเช่นเดียวกับที่ทำการทดลองในช่วงแรก ผลการทดลองสรุปว่าการบริโภคใยอาหาร 20 กรัมต่อวันสามารถลดระดับแอลดีแอล โคลเลสเตอรอล ร้อยละ 12.1 ระดับโคเลสเตอรอลทั้งหมดลดลง ร้อยละ 8.5 และอัตราส่วนระหว่างแอลดีแอลและเอชดีแอล โคลเลสเตอรอล (LDL, HDL cholesterol ratio) ลดลงร้อยละ 9.4 จากการทดลองพบว่า ใยอาหารไม่มีผลต่อการลดลงของ เอชดีแอล โคลเลสเตอรอล (HDL cholesterol) และไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งเป็นผลดีต่อร่างกาย ผลจากการทดลองต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 36 พบว่าระดับโคเลสเตอรอลในเลือดของอาสาสมัครไม่เปลี่ยนจากสัปดาห์ที่ 15 มากนัก ดังนั้นชนิดของใยอาหารก็มีผลต่อการลดลงของระดับโคเลสเตอรอลในเลือด Shane และ Walker (50) ได้ศึกษาถึงผลของใยอาหาร 2 ชนิดคือ รำข้าวโพด และ รำข้าวสาลี เปรียบเทียบถึงประสิทธิผลของการลดระดับไขมันในเลือด และไตรกลีเซอไรด์ในผู้ป่วย ที่มีระดับโคเลสเตอรอลในเลือดสูงกว่าปกติ (hypercholesterolemia) จำนวน 29 คน โดยให้กลุ่มที่ 1 บริโภครำข้าวโพด 20 กรัมต่อวัน และให้กลุ่มที่ 2 บริโภครำข้าวสาลี 20 กรัมต่อวัน ใช้เวลาในการศึกษา 98 วัน ผลจากการทดลองพบว่า ใยอาหารจากรำข้าวโพดมีผลต่อการลดระดับของไตรกลีเซอไรด์ และระดับวีแอลดีแอล โคลเลสเตอรอล (VLDL cholesterol) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรำข้าวสาลีไม่มีผลต่อการลดระดับของไขมันในเลือด จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ(รำข้าวโพด)มีความสามารถในการลดระดับของไตรกลีเซอไรด์ และวีแอลดีแอล โคลเลสเตอรอล ได้ดีกว่าใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (รำข้าวสาลี) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Davidson (51) ที่ศึกษาถึงผลของการบริโภคใยอาหารที่ละลายน้ำชนิด ชิลเลียม การลดของระดับไขมันในเลือด โดยผสมลงในอาหาร 3 ชนิดคือพาสต้า ธัญชาติ และสแนคบาร์(snack bar) โดยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองบริโภคติดต่อกันเป็นเวลา 24 สัปดาห์ จากนั้นทำการตรวจระดับ ไขมัน

ในเลือด จากการทดลองพบว่าระดับโคเลสเตอรอลในเลือดลดลง ดังนั้นใยอาหารที่ละลายน้ำจึงค่อนข้างเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีผลในการป้องกัน และต่อต้านการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดได้จริง ในประเทศสหรัฐอเมริกา องค์การอาหารและยา (US Food and Drug Administration, USDA) ยอมรับผลของใยอาหารที่ละลายน้ำต่อการลดระดับของไขมันในเลือด และได้แนะนำว่าการบริโภคใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ มีส่วนในการลดอัตราเสี่ยงในการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตันและโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดได้

2.1.7.2. ผลของการบริโภคใยอาหารที่มีต่อโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

จากอุบัติการณ์ที่มีผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่มากขึ้นในประเทศแถบตะวันตก และประเทศที่พัฒนาแล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่ยากจนหรือด้อยพัฒนา รูปแบบการบริโภคถือว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจและได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการบริโภคกับโรคดังกล่าว ใยอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่นักวิจัยให้ความสำคัญ เพราะกระบวนการเมตาบอลิซึมของใยอาหาร มีคุณสมบัติบางประการที่สามารถต่อต้าน และป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้กล่าวคือ

1. ใยอาหารสามารถลดกระบวนการเปลี่ยนแปลงกรดน้ำดีในขั้นที่สอง (secondary bile acid) ซึ่งในกระบวนการนี้จะหยุดยั้งการเกิดเอนไซม์ดีไฮดรอกซีเลส (dehydroxylase) ซึ่งเป็นสารที่ก่อมะเร็ง
2. ใยอาหารจะเพิ่มปริมาณอุจจาระ ทำให้สามารถลดความรุนแรงและลดระยะเวลาที่สารก่อมะเร็งอยู่ในลำไส้ใหญ่
3. ใยอาหารบางชนิดทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ(antioxidant)ซึ่งจะกวาดล้าง และจับกับสารอนุมูลอิสระได้ มักพบในกลุ่มสารฟีนอล (phenol) ในถัสนิม

จากการศึกษาที่ผ่านมาแล้วยังไม่เป็นที่แน่ชัด ถึงชนิดและปริมาณใยอาหารที่ควรบริโภคต่อการป้องกันและต่อต้านโรคมะเร็งได้ ในบางงานวิจัยพบว่าใยอาหารบางชนิดเท่านั้นที่มีผลต่อการต้านมะเร็ง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นใยอาหารที่มาจากผนังเซลล์ของพืช และในบางงานวิจัยพบว่าใยอาหารที่มาจากพวกธัญชาติเท่านั้น ที่จะมีผลต่อการป้องกันและต่อต้านมะเร็ง Philip และคณะ (52) ศึกษาความสามารถของใยอาหารในการดูดซับสารไฮโดรโฟบิก มิวตาเจน (hydrophobic mutagen) ซึ่งเป็นสารที่ก่อมะเร็ง และพบว่ารำข้าวเจ้ามีประสิทธิภาพในการดูดซับสารดังกล่าวได้มากที่สุดรองลงมาคือรำข้าวสาลี รำข้าวบาเลย์ และรำข้าวโอต ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษากับการศึกษาในลักษณะเดียวกันของใยอาหารจากผักและผลไม้ พบว่าใยอาหารจากธัญชาติมีความสามารถ

ในการดูดซับสารดังกล่าวได้มากกว่า โยอาหารชนิดอื่น ๆ เพราะโยอาหารจากธรรมชาติส่วนใหญ่จะมีทั้งโยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำอยู่ปะปนกัน ทำให้สารก่อมะเร็งที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารละลายรวมกับเจลของโยอาหารที่ละลายน้ำ และถูกดูดซึมไปรวมกับโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ จากนั้นจะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระ โดยที่สารก่อมะเร็งในระบบย่อยอาหารจะถูกขับออกจากลำไส้ใหญ่อย่างรวดเร็ว ก่อนที่ร่างกายจะดูดซึมสารก่อมะเร็งนั้นเอาไว้ จากการสรุปผลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการบริโภคโยอาหารและการเกิดโรคมะเร็งของ Bandura (53) พบว่าโยอาหารจากรำข้าวสาลีมีผลต่อการต่อต้านและยับยั้งสารก่อมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้ อีกทั้งในผู้ป่วยที่เป็นเนื้องอกที่ลำไส้ใหญ่เมื่อบริโภครำข้าวสาลีติดต่อกันสักระยะหนึ่งจะสามารถลดความรุนแรงของโรคได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Kritchevsky (54) ที่กล่าวว่าถึงแม้ผลของงานวิจัยต่างๆ ยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าโยอาหารสามารถป้องกันและต่อต้านการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้ แต่โยอาหาร โดยเฉพาะจากรำข้าวสาลีมีส่วนในการลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งที่ลำไส้ใหญ่ได้

2.1.7.3. ผลของการบริโภคโยอาหารต่อโรคเบาหวาน

จากคุณสมบัติของโยอาหาร โดยเฉพาะโยอาหารที่มีคุณสมบัติในการเกิดเจลและเกิดความหนืดเหนียวเมื่อรวมตัวกับน้ำ มีผลโดยตรงต่อการดูดซึมของสารอาหาร เช่น ไขมัน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล และ แร่ธาตุ ต่าง ๆ ทำให้มีผู้สนใจศึกษาถึงผลของการบริโภคโยอาหารต่อโรคเบาหวาน Wolven และ Jenkins (55) ได้ศึกษาถึงผลของโยอาหารที่มีความหนืดเหนียวอันได้แก่ กวักัม เพคติน ซิลเลียม และรำข้าวสาลี ต่อการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลกลูโคสในเลือด จากการทดลองพบว่า กวักัม มีผลต่อการลดลงของกลูโคสในเลือดได้ดีที่สุด โดยสามารถลดโคเลสเตอรอล ได้ถึงร้อยละ 44 จากวารสารสมาคมแพทย์ของสหรัฐอเมริกา (Journal of American Medical Association) ในปี1997 ได้ศึกษาผลของโยอาหารในหญิงวัยกลางคน 65,000 คน ในสหรัฐอเมริกา พบว่าโยอาหาร โดยเฉพาะจากรำข้าวสาลีมีส่วนในการลดอุบัติการณ์การเกิดของโรคเบาหวานได้ ซึ่งการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าโยอาหารมีผลดีต่อ คาร์โบไฮเดรตน้ำตาลในอาหารที่มีผลต่อน้ำตาลในเลือด (dietary glycemic load) ซึ่งมีผลต่อการเกิดโรคเบาหวาน และจากการทดลองในหญิง 915 คนที่บริโภคเมล็ดธัญชาติที่ไม่ผ่านการขัดสีเป็นประจำ พบว่าเมล็ดธัญชาติมีผลต่อการลดการเกิดโรคเบาหวาน (56) เนื่องจากการบริโภคโยอาหาร โดยเฉพาะโยอาหารที่ละลายน้ำจะชะลอเวลาการดูดซึมของน้ำตาล และการบริโภคโยอาหารยังมีผลในการขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ที่ตับอ่อนซึ่งใช้ย่อยคาร์โบไฮเดรต ทำให้การตอบสนองของระดับอินซูลินและฮอร์โมนจากลำไส้ลดลง (57)

2.1.7.4. ผลการบริโภคใยอาหารต่อโรคท้องผูกและโรคผนังลำไส้โป่งพอง

โรคท้องผูกคือโรคที่มีอาการถ่ายอุจจาระไม่หมดหรือไม่สามารถถ่ายอุจจาระได้อาจมีอาการท้องอืดและแน่นเพื่อร่วมด้วย ซึ่งสาเหตุหนึ่งมาจากการบริโภคใยอาหารในปริมาณที่ไม่เพียงพอ ใยอาหารจะมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มปริมาณอุจจาระ โดยปริมาณอุจจาระที่เพิ่มขึ้นจะมีความแตกต่างกันจากแหล่งและชนิดของใยอาหาร เช่น รำข้าวโอต (oat bran) สามารถเพิ่มจำนวนอุจจาระได้ร้อยละ 15, เพคตินสามารถเพิ่มจำนวนอุจจาระได้ร้อยละ 16 – 35, กวักม สามารถเพิ่มจำนวนอุจจาระได้ร้อยละ 20, แอปเปิลสามารถเพิ่มจำนวนอุจจาระได้ร้อยละ 40, แครอทสามารถเพิ่มจำนวนอุจจาระได้ร้อยละ 59, กะหล่ำปลีสามารถเพิ่มจำนวนอุจจาระได้ร้อยละ 67, เซลลูโลสสามารถเพิ่มจำนวนอุจจาระได้ร้อยละ 75, รำข้าวสาลีบดหยาบ สามารถเพิ่มจำนวนอุจจาระได้ร้อยละ 80 – 127 และ รำข้าวสาลีบดละเอียดสามารถเพิ่มจำนวนอุจจาระได้ร้อยละ 24 (28)

การที่อุจจาระมีน้ำหนักและจำนวนมากขึ้น มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกากอาหารจากส่วนต้นของลำไส้ใหญ่ไปจนถึงปลายทวารหนัก ทำให้ถ่ายอุจจาระได้สะดวกขึ้นและลดอาการท้องผูก ซึ่งการที่ท้องผูกเป็นประจำจะส่งผลกระทบต่อการใช้แรงในการเบ่งมากขึ้น ทำให้เกิดแรงดันในลำไส้สูง ส่งผลให้เกิดอาการผนังลำไส้ใหญ่โป่งพอง จนเกิดเป็นโรคผนังลำไส้โป่งพองในที่สุด (58) ซึ่งการบริโภคใยอาหารจำนวนที่พอเหมาะเป็นประจำ เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถป้องกันโรคท้องผูกและโรคผนังลำไส้โป่งพองได้

2.1.7.5. ผลของการบริโภคใยอาหารต่อโรคอ้วน

เนื่องจากใยอาหารเป็นอาหารที่มีพลังงานต่ำ จึงทำให้ใยอาหารเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก จากการศึกษาของ Heaton (59) โดยให้อาสาสมัคร 10 คนบริโภคแอปเปิลทั้งผลสลับกับการดื่มน้ำแอปเปิลปั่น ทั้งชนิดที่กรองแยกเอากากออกกับไม่กรองแยกกาก ผลการทดลองพบว่า การบริโภคแอปเปิลทั้งผลทำให้อิ่มได้นานกว่าการดื่มน้ำแอปเปิลปั่น และการดื่มน้ำแอปเปิลปั่นที่ไม่แยกกากออกอิ่มนานกว่าการดื่มน้ำแอปเปิลปั่นที่กรองเอากากออก ในขณะที่ช่วงกันพบวาระดับน้ำตาลในเลือดของอาสาสมัครที่ดื่มน้ำแอปเปิลกรองเอากากออก มีการขึ้นของระดับอินซูลินสูงและลดต่ำอย่างรวดเร็ว การที่ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นอย่างรวดเร็วจะกระตุ้นให้เกิดการสร้างไขมันเก็บสะสมในเนื้อเยื่อไขมันได้มากขึ้น และการที่ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอย่างรวดเร็วจะทำให้หิวเร็ว เนื่องจากระดับน้ำตาลในเลือดลดต่ำเกินไป แสดงว่าการบริโภคอาหารที่มีใยอาหารต่ำจะมีผลให้หิวเร็ว และอ้วนง่ายกว่าการบริโภคอาหารที่มีใยอาหารมาก ๆ

2.1.8. โยอาหารที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.8.1. โยอาหารจากเมล็ดธัญชาติและถั่วต่างๆ

แป้งธัญชาติทั้งเมล็ดคือ แป้งที่ได้จากการบดของเมล็ดธัญชาติทั้งเมล็ดที่ไม่ผ่านการขัดสียังคงมีส่วนของรำข้าว คัพพะ และ จมูกข้าวเหลืออยู่ เป็นแหล่งของโยอาหารชนิดหนึ่งที่นิยมในการเพิ่มปริมาณโยอาหาร แป้งจากธัญชาติทั้งเมล็ดอาจทำมาจาก ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวเจ้า ข้าวบาเลย์ ข้าวโอต และจากธัญชาติอื่น ๆ จากการศึกษาพบว่าแป้งจากธัญชาติทั้งเมล็ดที่ได้มาจากข้าวสาลี(แป้งโฮลวีท)มีโยอาหารถึงร้อยละ 11.0 ในขณะที่แป้งสาลีธรรมดามีเพียงร้อยละ 3.45 เท่านั้น (60)

รำข้าวเจ้าคือส่วนที่ได้จากการขัดสีข้าวเจ้า ซึ่งรำข้าวเจ้าจะมีโยอาหารร้อยละ 25 และมีไขมันอยู่ร้อยละ 2.5 (61) จากการศึกษาของ Azizah และ Yu (62) ถึงคุณสมบัติบางประการของโยอาหารจากรำข้าวเจ้าสกัดไขมัน พบว่าโยอาหารจากรำข้าวเจ้าสกัดไขมันมีคุณสมบัติในการจับไขมันและเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ดี แต่มีความข้นหนืดค่อนข้างน้อย และเมื่อทดลองผสมลงในขนมปังร้อยละ 5 - 10 พบว่าทำให้ขนมปังมีขนาดเล็กลง และมีความแน่นเหนียวมากขึ้นแต่มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่าขนมปังที่ขายอยู่ในท้องตลาด

รำข้าวสาลีคือส่วนที่ห่อหุ้มเนื้อเมล็ดข้าวสาลี จะมีโยอาหารโดยรวมสูงถึงร้อยละ 35- 40 รำข้าวสาลีมีสองชนิดคือสีขาวและสีแดง ซึ่งขึ้นกับชนิดของข้าวสาลี รำข้าวสาลีสีขาวจะมีกลิ่นที่หอมอ่อนกว่ารำข้าวสาลีสีแดง รำข้าวสาลีสีแดงจึงเป็นที่นิยมมากกว่า โดยเฉพาะในธุรกิจเบเกอรี่จะนิยมรำข้าวสาลีสีแดงมากกว่ารำข้าวสาลีสีขาวเพราะรำข้าวสาลีสีแดงจะให้สีและกลิ่นรสที่ดีกว่า(60)

รำข้าวโพดเกิดจากการขัดสีเมล็ดข้าวโพดก่อนจะนำไปทำเป็นแป้งข้าวโพด รำข้าวโพดเป็นแหล่งที่มีโยอาหารโดยรวมสูงมากคือร้อยละ 88 - 92 รำข้าวโพดมีสีน้ำตาลอ่อน ๆ มีลักษณะเนื้ออ่อนนุ่มและมีกลิ่นที่หอมน่ารักประทาน จากการศึกษาของ Prosky และ Devrics พบว่าการบริโภครำข้าวโพด 52 กรัมต่อวัน มีผลต่อการลดระดับความเข้มข้นของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride concentration)ในเลือดได้ (60)

รำข้าวโอตเป็นแหล่งที่ดีของโยอาหาร โดยมีโยอาหารโดยรวมถึงร้อยละ 30.4 โดยเป็นโยอาหารชนิดละลายน้ำและไม่ละลายน้ำปะปนกันอยู่ในจำนวนเท่า ๆ กัน ทำให้โยอาหารจากรำข้าวโอตได้รับความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากมีรายงานยืนยันว่าโยอาหารจากรำข้าวโอตมีคุณสมบัติในการลดคอเลสเตอรอลในเลือดได้ซึ่งเป็นผลดีอย่างมากกับผู้ป่วยเบาหวาน รำข้าวโอตได้มีการผลิตใน

หลายรูปแบบ รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจคือรำข้าวโอดทั้งเมล็ด ไม่มีสารปรุงแต่งโดยให้เป็นกลิ่นและรสชาติ และอีกรูปแบบหนึ่งคือรำข้าวโอดที่ใช้สำหรับเติมในเครื่องดื่มเช่น นม (60)

เพลินใจ ตั้งคณะกุล และคณะ (63) ได้ศึกษาค้นสูตรอาหารเสริมประเภทโยอาหารสูงและแคลอรีต่ำ 5 สูตรโดยใช้ธัญชาติและถั่วต่าง ๆ โดยมีสูตรต่าง ๆ กันดังนี้ สูตรที่ 1 ประกอบด้วยข้าวกล้อง:ถั่วเหลือง:งา:รำข้าว มีสัดส่วนเท่ากับ 50:30:10:10 สูตรที่ 2 ประกอบด้วยถั่วเขียว:ลูกเดือย:งา มีสัดส่วนเท่ากับ 55:30:15 สูตรที่ 3 ประกอบด้วย ถั่วเขียว:จมูกข้าวสาลี:รำข้าว:เมล็ดทานตะวัน มีสัดส่วนเท่ากับ 50:15:15:10 สูตรที่ 4 ประกอบด้วย ข้าวโพด:ถั่วแดง:ข้าวกล้อง:งา มีสัดส่วนเท่ากับ 35:30:25:10 และสูตรที่ 5 ประกอบด้วย ข้าวกล้อง:ถั่วแดง:เมล็ดทานตะวัน:งา มีสัดส่วนเท่ากับ 40:35:15:10 ซึ่งเมล็ดธัญชาติและถั่วต่าง ๆ มีการทำให้สุกด้วยวิธี ต้ม หรือ อบ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชนิดเมล็ดธัญชาติและถั่วต่าง ๆ และทำการบดละเอียดก่อนนำมาผสมเป็นสูตรต่างๆ ตามที่กล่าวข้างต้น จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส และหาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ จากการทดลองพบว่าสูตรที่ 4 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด และจากการหาคุณค่าทางโภชนาการของอาหารเสริมทั้ง 5 สูตรพบว่าอาหารเสริมทั้ง 5 สูตรมีพลังงานระหว่าง 340 - 390 กิโลแคลอรี มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 17.02 - 25.17 ไขมันร้อยละ 9.74 -18.9 และใยอาหารร้อยละ 14.49 -25.99

มณี อาภาพันธุกุล (64) ได้ศึกษาพัฒนาสูตรอาหารว่างโยอาหารสูงประเภทขนมอบและขนมไทยจากเปลือกถั่วเหลือง โดยทดลองใช้ผงเปลือกถั่วเหลืองบดมาแทนบางส่วนของแป้งสาลี ในการทำคุกกี้ นอกจากนั้นยังทดลองผลิตแทนในขนมไทยหลายสูตรเช่น ถั่วทองกวน ถั่วดำกวน และแทนในส่วนของมะพร้าวขูดขาวถั่วเหลืองในการทำขนมไทยอีกหลายชนิด พบว่าโยอาหารจากกากถั่วเหลืองสามารถทดแทนบางส่วนในขนมไทยและขนมอบหลายชนิดได้ และสามารถแทนในสูตรขนมต่าง ๆ ได้ถึงร้อยละ 30 โดยที่การยอมรับทางประสาทสัมผัสยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

เพลินใจ ตั้งคณะกุลและคณะ(65)ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของขนมปังที่มีโยอาหารสูงจากถั่วแดงหลวง, รำข้าวเจ้า, กากถั่วเหลือง และงาขาว โดยทดลองผสมในปริมาณร้อยละ 10 -30 โดยน้ำหนักแป้ง และคุกกี้ผสมโยอาหารจากกากมะพร้าว เปลือกถั่วเหลือง, เห็ดหูหนู, จมูกข้าวสาลี และเมล็ดทานตะวัน โดยทดลองผสมในปริมาณร้อยละ 20 -70 โดยน้ำหนักแป้ง จากการทดลองพบว่า การผสมโยอาหารลงในขนมปังจะทำให้ขนมปังมีขนาดลดลง และมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะขนมปังที่ผสมกากถั่วเหลืองจะมีขนาดและความหนาแน่นมากที่สุด และจากการวัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส(Instron University Test Instrument) พบว่าขนมปังที่ผสมโยอาหารจะมีความแข็งเพิ่มขึ้นและความยืดหยุ่นลดลง ส่วนคุกกี้ที่มีการผสมโยอาหารจะมี

ความหนาแน่นลดลงและมีการแผ่ขยายมากขึ้นยกเว้นในลูกที่ที่ผสมมะพร้าวและเปลือกถั่วเหลืองจากการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่าลูกก็มีความแข็งลดลง ผลจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณที่ผู้บริโภครับได้ของโยอาหารที่ผสมลงในขนมปังคือร้อยละ 7.4–13.4 ของน้ำหนักแป้ง และลูกก็คือร้อยละ 7.76–20.82 ของน้ำหนักแป้ง

2.1.8.2. โยอาหารจากผักและผลไม้

โยอาหารจากผักและผลไม้เป็นแหล่งของโยอาหารที่มีคุณภาพสูง โดยได้จากกากหลังการคั้นน้ำของผักและผลไม้ โยอาหารจากผักและผลไม้จะมีกรดไฟติก (phytic acid) ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ จากการศึกษาของ Grigelmo และคณะ (66) ถึงคุณลักษณะของโยอาหารจากลูกพีชพบว่าลูกพีชเป็นแหล่งที่ดีของโยอาหารเนื่องจากมีโยอาหารสูงพอสมควรคือมีโยอาหารร้อยละ 31 – 36 ซึ่งเป็นโยอาหารที่ละลายน้ำร้อยละ 20 - 23.8 และเป็นโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 10.8 – 12.3 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่พอเหมาะของโยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำคือ 66 : 34 นอกจากนั้นโยอาหารจากลูกพีชมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่ดี จากการทดลองเติมโยอาหารจากลูกพีชลงในผลิตภัณฑ์ พบว่าโยอาหารจากลูกพีชทำให้ความเป็นกรด - ด่าง และสีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตามปริมาณที่เติมลงไป

Grigelmo และ Belloso (67) ได้ศึกษาการใช้โยอาหารจากลูกพีชแทนในส่วนหนึ่งของโยอาหารสก็ด เช่น เพคติน ในการทำแยมสตรอเบอรี่ จากการทดลองพบว่าโยอาหารจากลูกพีชไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด - ด่างของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโยอาหารจากลูกพีชมีค่าความเป็นกรด - ด่างใกล้เคียงกับแยมสตรอเบอรี่ และผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าแยมที่มีการเติมโยอาหารจากลูกพีชมีการยอมรับใกล้เคียงกับแยมสตรอเบอรี่สูตรต้นแบบ แต่การเติมโยอาหารจากลูกพีชลงในแยมสตรอเบอรี่มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปคือจะมีสีเขียวและเหลืองเพิ่มขึ้นตามปริมาณโยอาหาร และแยมจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

สุวรรณี ธีรภาพธรรมกุล(68) ได้ศึกษานำแกนสับปะรดที่เป็นส่วนเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมมาเป็นแหล่งของโยอาหารในผลิตภัณฑ์ โดยนำแกนสับปะรดมาแปรรูปให้อยู่ในรูปของผงละเอียด จากนั้นนำมาใช้ทดแทนบางส่วนของแป้งสาลีในการทำลูกก็ พบว่าผู้ชิมสามารถยอมรับลูกก็ที่มีแกนสับปะรดผสมในสัดส่วนร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลีในสูตรได้

2.1.8.3. โยอาหารที่ได้จากการสกัดหรือสังเคราะห์ขึ้น

โยอาหารที่ได้จากการสกัดหรือสังเคราะห์ขึ้น คือโยอาหารที่ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแยกเอาเฉพาะโยอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียวเช่น เชลลูโลส เพคติน กวักัม และอื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่โยอาหารชนิดนี้จะใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมยา

วิภา สุโรจน์เมธากุล และคณะ (69) ได้ศึกษาการเติมเชลลูโลสผงที่ได้จากการสกัดจากเปลือกถั่วเหลืองและกากคอกกระเจี๊ยบ โดยใช้เชลลูโลสทดแทนในส่วนของแป้งเด็กร้อยละ 2 - 10 ในการทำชิฟฟอน และใช้เชลลูโลสทดแทนแป้งสาลีเอนกประสงค์ร้อยละ 5 - 15 ในการทำคุกกี้ จากการทดลองพบว่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ลดลงเมื่อเติมเชลลูโลสผงเพิ่มมากขึ้น โดยที่ชิฟฟอนเค้กสามารถเติมเชลลูโลสผงจากกากถั่วเหลืองได้ร้อยละ 6 และเชลลูโลสผงจากกากคอกกระเจี๊ยบได้ร้อยละ 8 โดยที่ผู้ชิมยังยอมรับได้ ส่วนคุกกี้สามารถเติมเชลลูโลสผงได้ร้อยละ 10 โดยที่ผู้ชิมยังสามารถยอมรับได้เช่นกัน

2.2. เมล็ดแมงลัก

เมล็ดแมงลักคือเมล็ดที่ได้จากต้นแมงลัก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ocimum canum. Sim.* . อยู่ในวงศ์ *Labiatae* เป็นไม้ล้มลุกพื้นเมืองของไทย ซึ่งเป็นพืชตระกูลเดียวกับต้นโหระพา และต้นกระเพรา ใบมีกลิ่นฉุนใช้ปรุงแต่งกลิ่นและรสอาหาร ใบและลำต้นยังใช้เป็นแหล่งของน้ำมันหอมระเหย(essential oil) สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและน้ำหอม(70) คนไทยรู้จักและนิยมบริโภคเมล็ดแมงลักมานาน โดยใส่น้ำเชื่อมและผสมในขนมหวานหลายชนิด ซึ่งเมล็ดแมงลักเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีสรรพคุณเป็นยาระบายที่ดีมาก เพราะเปลือกมีสารเมือกที่สามารถพองตัวในน้ำได้ดีโดยพองได้ถึง 40 เท่า เมื่อเมล็ดแมงลักเข้าสู่ร่างกายจะไม่ถูกย่อย จึงเป็นการเพิ่มปริมาณกากอาหารทำให้ถ่ายอุจจาระได้มาก อีกทั้งเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักจะช่วยให้การหล่อลื่นและช่วยทำให้อุจจาระอ่อนตัว จึงทำให้ขับถ่ายสะดวกขึ้น (71) อีกทั้งใยอาหารที่ละลายน้ำได้ในเมล็ดแมงลักจะเปลี่ยนสภาพเป็นเจลเมื่อรวมตัวกับน้ำ ทำให้เพิ่มความหนืดเหนียวและการเกาะตัวของสารภายในกระเพาะอาหาร ส่งผลให้กระเพาะอาหารว่างช้าลงจึงรู้สึกอิ่มได้นานขึ้น และทำให้อัตราการย่อยและการดูดซึมสารอาหารต่าง ๆ ช้าลงอีกด้วย (17)

2.2.1. ลักษณะทั่วไปของเมล็ดแมงลัก

เมล็ดแมงลักมีสีน้ำตาลลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านหลังโค้งเล็กน้อย รูปร่างคล้ายกระสวยแต่ค่อนข้างป้อมและปลายทั้งสองมน ด้านท้องเป็นเหลี่ยม เมื่อดูด้วยแว่นขยายจะเห็นเยื่อขาว ๆ หุ้มอยู่ภายนอกเมล็ด เปลือกแข็งมาก เมล็ดแก่มีสีดำด้านๆ เมล็ดยังไม่แก่มีสีน้ำตาลไหม้ ขนาดของเมล็ดแมงลักมีขนาดเฉลี่ยยาว 2.0 ม.ม. กว้าง 1.0 ม.ม. หนา 0.8 ม.ม. น้ำหนักโดยเฉลี่ย 1.25 ม.ก. ต่อ 1 เมล็ด เมื่อเอาเมล็ดแมงลักแช่น้ำและทิ้งไว้ให้พองเต็มที่จะมีขนาดยาว 4.5-5.0 ม.ม. กว้าง 3.0-4.0 ม.ม.และ หนา 2.7 - 3 ม.ม.(13)

2.2.2. ส่วนประกอบทางโภชนาการ

ความชื้น เมล็ดแมงลักมีความชื้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 10.3 - 14.10 ขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศรอบ ๆ เมล็ดแมงลัก เพราะเมล็ดแมงลัก สามารถดูดความชื้นได้ดี

คาร์โบไฮเดรต เมล็ดแมงลักมีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 55.66 (เทียบจากน้ำหนักเมล็ดแห้ง) ส่วนมากเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดโพลีแซคคาไรด์ ซึ่งน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ มีเพียงร้อยละ 6.98 เท่านั้นที่เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดที่ร่างกายมนุษย์สามารถย่อยได้และมีน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) เพียงร้อยละ 0.55

โปรตีน เมล็ดแมงลักทั้งเมล็ดมีโปรตีนประมาณร้อยละ 15.5 - 17.87 แต่เมื่อเอาส่วนที่เป็นเยื่อเมือกออกและหาเฉพาะส่วนที่เป็นเมล็ดคั่วข้างในจะมีโปรตีนร้อยละ 18.2 เมื่อเทียบจากน้ำหนักเมล็ดแห้ง จากการทดลองโปรตีนส่วนใหญ่ในเมล็ดแมงลักจะเป็นโปรตีนชนิดโกลบูลิน (globulin) (13,19)

ไขมัน เมล็ดแมงลักมีไขมันอยู่ประมาณร้อยละ 18.3 - 19.60 เมื่อเทียบจากน้ำหนักเมล็ดแห้ง

ใยอาหาร เมล็ดแมงลักมีใยอาหารประมาณร้อยละ 80 ของน้ำหนักเมล็ดแห้ง (14)

เถ้า เมล็ดแมงลักมีเถ้าประมาณร้อยละ 4.4 - 6.87 ของน้ำหนักเมล็ดแห้ง ซึ่งเถ้าของเมล็ดแมงลักส่วนใหญ่จะเป็น แคลเซียม โปแตสเซียม และคลอไรด์ (13,19)

2.2.3. ส่วนประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลัก (72)

เมล็ดแมงลักประกอบไปด้วย ดี - อาราบิโนส (D - Arabinose), แอล - อาราบิโนส (L-Arabinose), ดี - กลาลักโตส (D-Galactose), ดี - กลูโคส (D-Glucose), ดี - แมนโนส (D-Manose), แอล - แรมโนส (L-Rhamnose), กรดดี - ไซโลส กาแลกทูโรนิก (D-Xylose Galacturonic acid), กรดดี - กาแลกทูโรนิก (D-galacturonic acid), กรดดี - มานูโรนิก (D-Manuronic acid), เพนโตซาน (Pentosans), แคมฟอน (Camphon), ไมซีน (Myrcene) และน้ำมัน

2.2.4. คุณสมบัติการพองตัวของเมล็ดแมงลัก

เมล็ดแมงลักเมื่อถูกน้ำจะพองตัวทันที โดยเปลือกนอกจะพองตัวเป็นเมือกสีขาวหนาและโปร่งแสง เกิดจากการที่น้ำแทรกซึมเข้าไปในเปลือกของเมล็ดแมงลัก ทำให้เส้นใยเกิดการพองตัวและเกิดกำลังดันจนดันปลายเส้นใยทะลุผิวจนออกมาได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงเวลา 10 นาทีถึง 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเมล็ดแมงลักยังพองตัวได้อีกเรื่อย ๆ แต่จะค่อย ๆ ช้าลง การพองตัวจะ

หยุดลงหลังจากผ่านไป 12 ชั่วโมง ถ้าตั้งทิ้งไว้ต่อไปเมื่อเมือกบางส่วนจะเริ่มยุ่ยหลุดออกจากเมล็ด (73) ปริมาณน้ำที่สามารถดูดได้มากที่สุดคือ 0.035 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อ 1 เมล็ด อวย เกตุสิงห์ และ อุไร อรุณลักษณ์ (13) ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติการพองตัวของเมล็ดแมงลักต่อปัจจัยต่างๆ พบว่า เมล็ดแมงลักจะพองตัวได้เร็วขึ้น เมื่ออยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง กล่าวคือในน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเมล็ดแมงลักใช้เวลา 4.30 นาทีในการพองตัวเต็มที่, ในน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเมล็ดแมงลักใช้เวลา 8.20 นาทีในการพองตัวเต็มที่ ในน้ำที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเมล็ดแมงลักใช้เวลา 26.45 นาทีในการพองตัวเต็มที่ แต่ในน้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียสเมล็ดแมงลักจะพองตัวไม่เต็มที่ คือจะพองเพียง 3 ใน 4 และต้องใช้เวลาจนถึง 225 นาที จากการศึกษาพบว่าเมล็ดแมงลักจะพองตัวดีที่สุดที่สุดในสภาพน้ำที่เป็นกลาง ในขณะที่สภาพน้ำที่เป็นกรดเมล็ดแมงลักจะพองตัวได้ช้ากว่าในสภาพน้ำที่เป็นด่าง เมื่อนำเมล็ดแมงลักมาบดเป็นผง พบว่าจะมีการพองตัวได้ดีขึ้น ประมาณร้อยละ 129.9 ของเมล็ดปกติซึ่งแสดงว่าถ้าบดเมล็ดแมงลักจนละเอียดจะทำให้เส้นใยในเมล็ดแมงลักแตกตัวได้ดีขึ้น

2.2.5. เยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักคือส่วนหนึ่งของเมล็ดแมงลัก ที่เมื่อถูกน้ำจะพองตัวมีลักษณะเป็นเมือกเหนียวข้น คล้ายวุ้นสีขาวขุ่น(74) ป่วน เจริญพานิช (19) ได้ทดลองแยกเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยใช้วิธีการปั่นแยกด้วยเครื่องตีไข่จากนั้นนำมาระเหยน้ำจนแห้งและบดเป็นผง พบว่าผงจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเมื่อถูกน้ำจะพองตัวทันทีและมีสภาพเป็นกลาง เมื่อใส่สารละลายไอโอดีนจะเกิดสีน้ำเงิน ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์ และคณะ (20) ได้ศึกษาการแยกเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยใช้การปั่นด้วยเครื่องปั่นอาหารที่มีความเร็วต่ำนาน 1 นาทีจากนั้นกรองเอาส่วนที่เป็นเมล็ดสีน้ำตาลออกและนำไปอบที่เตาอบลมร้อน(hot air oven) ที่อุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดเป็นผง จากการทดลองพบว่าขั้นตอนในการทดลองทำให้สีของเยื่อเมือกแห้งเมล็ดแมงลักเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ผงเยื่อเมือกแห้งเมล็ดแมงลักพองตัวได้ดีมากในน้ำและเยื่อเมือกมีความหนืดสูงในความเข้มข้นต่ำ ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์ และคณะ (75) ได้ศึกษาต่อถึงการทำให้ผงแห้งเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักด้วยวิธีการทำแห้งโดยใช้ความเย็นจุดเยือกแข็ง (Freeze Drying) พบว่าจะได้เยื่อเมือกแห้งที่มีความขาวกว่าวิธีการอบด้วยเตาอบลมร้อน แต่เยื่อเมือกจะมีลักษณะเป็นโฟมนุ่มและติดมือง่ายเมื่อขยี้จะเป็นก้อนทำให้ไม่สามารถบดเป็นผงได้ จึงได้ทดลองเติมสารเจือปน (additive substance) หลายชนิด เพื่อช่วยให้เยื่อเมือกเกาะตัวกันดีขึ้นและสามารถบดเป็นผงได้ พบว่า เมื่อเติมน้ำตาลแลคโตส (Lactose) ร้อยละ 7-9 สามารถทำให้เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเกาะตัวกันดีขึ้น และสามารถบดเป็นผงได้

แต่สีของเยื่อเมือกแห้งที่ได้จะคล้ำ อีกทั้งเยื่อเมือกแห้งพองในน้ำได้ช้าลง ความหนืดลดลง และการดูดความชื้นสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเยื่อเมือกแห้งที่อบด้วยเตาอบลมร้อน

2.2.5.1. คุณสมบัติทางกายภาพของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์ และคณะ (21) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยได้ศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลการพองตัวและความหนืด ความเข้ากันได้กับสารหลายชนิดและการใช้เป็นสารช่วยแขวนตะกอน พบว่าเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักสามารถพองตัวได้ดีมากในน้ำและจะพองตัวในน้ำร้อนได้ดีกว่าน้ำเย็น เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีความหนืดสูงแม้จะมีความเข้มข้นเพียงเล็กน้อย โดยที่ความหนืดของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่อุณหภูมิ 45 – 60 องศาเซลเซียส และความเป็นกรด - ค่างในช่วง 5 - 9 ไม่มีผลต่อความหนืดของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีการไหลแบบ pseudoplastic flow หรือ shear-thinning และมีคุณสมบัติเป็น thixotropy เมื่อเติมสารกันบูด 2-bromo-2- nitropropane 1, 3-diol 0.01% จะทำให้เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักคงตัวค่อนข้างสูง เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักสามารถเข้ากับออลอนและตัวทำละลายอื่นได้ดี และเป็นสารช่วยแขวนตะกอนในตำหรับยาน้ำแขวนตะกอนต่าง ๆ ได้ดี เช่นเดียวกับสารช่วยแขวนตะกอนอื่น ๆ ที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน

2.2.5.2. ส่วนประกอบทางเคมีของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก (76)

เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นสารพอลิยูโรไนด์ (polyuronide) ซึ่งจะอยู่ในรูปของเกลียวแคลเซียม โปรตีนเซียมและแมกนีเซียม สารพอลิยูโรไนด์จะประกอบด้วยน้ำตาลและกรดยูโรนิก โดยมีน้ำตาลหลายชนิดที่ประกอบด้วยคาร์บอน 5 และ 6 อะตอมหรือมีทั้งสองชนิดนี้อยู่ด้วยกัน และจะเชื่อมต่อกันแกนหลักด้วยพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic) และมีน้ำตาลที่ เพนโตส (pentose) และเฮกโซส (hexose) เป็นโซ่กิ่ง อยู่รวมกับกรดยูโรนิก ซึ่งกรดยูโรนิกที่พบมากได้แก่ กรดกลูโคโลนิก และกรดกาแลคทูโรนิก

2.2.6. การศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเมล็ดแมงลักที่มีผลต่อสุขภาพ

2.2.6.1. การบริโภคเมล็ดแมงลักเพื่อเป็นกากอาหารและยาระบาย

อวย เกตุสิงห์ และอุไร อรุณลักษณ์(13) ได้ทดลองใช้เมล็ดแมงลักเป็นอาหารกาก โดยทดลองในผู้อาสาสมัครที่มีอาการท้องผูกเป็นประจำ (โดยถือเอาผู้ที่ถ่ายอุจจาระน้อยกว่า 1 ครั้ง ในยี่สิบสี่ชั่วโมง) โดยแบ่งลักษณะการเตรียมบริโภคเมล็ดแมงลักเป็นสี่ลักษณะ ซึ่งทุกกลุ่มจะได้รับบริโภคเมล็ดแมงลักแห้ง 10 กรัมต่อวัน ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่ถ่ายอุจจาระเร็วขึ้นและอุจจาระอ่อนตัวลง วีระสิงห์ เมืองมัน และคณะ(15) ได้ศึกษาการใช้เมล็ดแมงลักที่บดแต่งกลิ่นและรสเป็นยาระบายในผู้ป่วย ภาควิชาศัลยศาสตร์ โรงพยาบาลรามารับิดี โดยแบ่งผู้ป่วยเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 53 คน และกลุ่มควบคุม 31 คน โดยให้กลุ่มทดลองได้รับยาระบายเมล็ดแมงลักขนาด $\frac{1}{2}$ ช้อนชา 1 ช้อนชา และ $1\frac{1}{2}$ ช้อนชา ทั้งสามสูตรจะละลายน้ำครั้งละ 150 มิลลิลิตร ก่อนบริโภค ให้บริโภคตามระดับดังกล่าว 3 ครั้งหลังอาหารและหลังการผ่าตัดต่อมลูกหมากหรือนิ่วไต ผลการทดลองพบว่า สัดส่วนของการท้องผูกของผู้ป่วยกลุ่มที่บริโภคยาระบายเมล็ดแมงลักน้อยกว่า กลุ่มที่ไม่บริโภคเมล็ดแมงลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.6.2. การบริโภคเมล็ดแมงลักที่มีผลต่อน้ำตาลกลูโคส

ดวงมณีและคณะ (14) ได้ศึกษาถึงผลของการบริโภคเมล็ดแมงลักต่อความทนต่อน้ำตาลกลูโคส (glucose tolerance) ของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่เข้ามารับคำแนะนำที่คลินิกโภชนาการ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 16 คน เป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ใช้การรักษาด้วยการรับประทานยาลดน้ำตาลในเลือด 14 คน และเป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานที่รักษาด้วยการฉีดอินซูลิน 2 คน ทำการเปรียบเทียบความทนต่อการบริโภคน้ำตาลกลูโคส 100 กรัม (100 grams Oral Glucose Tolerance Test) ก่อนและหลังการบริโภคเมล็ดแมงลักวันละ 30 กรัม บริโภคติดต่อกัน นาน 1 เดือน จากการทดลองพบว่าผู้ป่วย 14 คนใน 16 คนมีความทนต่อน้ำตาลกลูโคสดีขึ้นอย่างชัดเจนโดยมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะว่าการบริโภคเมล็ดแมงลักมีประโยชน์ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

2.2.6.3. การบริโภคเมล็ดแมงลักที่มีผลต่อไขมันในเลือด

วิชัย จุฬาโรจน์มนตรี และคณะ (16) ได้ศึกษาผลของใยอาหารจากเมล็ดแมงลักต่อภาวะไลโปโปรตีนสูงผิดปกติในเลือดของผู้ป่วย 20 รายที่โภชนคลินิก คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยให้ผู้ป่วยบริโภคเมล็ดแมงลัก 24 กรัมต่อวันติดต่อกันนาน 30 วัน ผลปรากฏว่าโคเลสเตอรอลชนิดไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง ซึ่งเป็นตัวที่มีบทบาทสำคัญเชิงป้องกัน การเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เดียวกัน ไขมัน ไคโลไมครอน (Chylomicron) ตรีเบต้า ไลโปโปรตีน (Pre Beta Lipoprotein) เบต้า ไลโปโปรตีน (Beta lipoprotein) และโคเลสเตอรอล ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด มีการลดลงจากเดิมก่อนบริโภคเมล็ดแมงลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.6.4. การบริโภคเมล็ดแมงลักที่มีผลต่อการรักษาผู้ป่วยโรคอ้วน

ปรีชา ลิพพกุล และคณะ (17) ได้ศึกษาการรักษาผู้ป่วยโรคอ้วนด้วยการบริโภคเมล็ดแมงลัก โดยศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยโรคอ้วนขนาดปานกลางและรุนแรง ที่มารับการรักษาที่คลินิกโภชนวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี จำนวน 20 คน ประกอบด้วยชาย 2 คนและหญิง 18 คน ศึกษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการศึกษาผู้ป่วยจะได้คำแนะนำให้ลดพลังงานทั้งหมดที่บริโภคในแต่ละวันเท่าที่ทำได้ แต่ยังคงซึ่งสัดส่วน ของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เป็น ร้อยละ 20 30 50 ตามลำดับ หลังจากสัปดาห์ที่ 4 ให้ผู้ป่วยรับประทานเมล็ดแมงลักในขนาด 2 กรัม ก่อนอาหารกลางวัน 1 ช้อนและก่อนอาหารเย็น 1 ช้อน รวม 4 กรัมต่อวันซึ่งในผงเมล็ดแมงลัก 1 ช้อน ประกอบด้วย ผงเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 99 แอสปาแตมร้อยละ 0.98 และกลีเซอรีนร้อยละ 0.02 รับประทานติดต่อกันจนสิ้นสุดการทดลอง รวม 16 สัปดาห์ จากผลการทดลองพบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ผู้ป่วย 10 คนจาก 16 คน มีการลดลงของน้ำหนักตัว แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดรอบวงแขน อีกทั้งผลการทำงานของตับและไต ระดับกลีเซอเรและคาร์บอนไดออกไซด์ในซีรัม (Serum) อยู่ในระดับปกติ หลังการรับประทานผงเมล็ดแมงลัก

ดังนั้นเมล็ดแมงลักจึงเป็นแหล่งที่ดีของใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีผลทางสรีระวิทยาหลายประการ เช่นระบบทางเดินอาหารและระบบต่าง ๆ ของร่างกายที่มีผลสืบเนื่องมาจากระบบทางเดินอาหาร โดยที่ใยอาหารที่ละลายน้ำในเมล็ดแมงลักจะกลายเป็นเจลและเพิ่มความหนืด ซึ่งจะช่วยในการเกาะตัวกับสารในกระเพาะอาหาร ทำให้กระเพาะอาหารว่างช้าลงและรู้สึก

อัมได้นานขึ้น อัตราการย่อยและการดูดซึมต่าง ๆ ช้าลง เพิ่มปริมาณและแรงการขับถ่ายอุจจาระ จากคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้เมล็ดแมงลักมีส่วนในการป้องกันการเกิดโรคอ้วน เบาหวาน และโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด

2.3. บะหมี่

บะหมี่เป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเดียวกับมักกะโรนี สปาเกตตี พาสตาและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้มีแป้งสาลีและน้ำเป็นส่วนประกอบหลัก อาจมีการใส่เครื่องเทศ สารชูรส หรือสารเคมีอื่น ๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้นได้ บะหมี่นั้นเริ่มผลิตมาหลายพันปีแล้ว โดยสันนิษฐานว่าชาวจีนเป็นผู้เริ่มผลิตเป็นชนชาติแรก จากนั้นวัฒนธรรมการผลิตและบริโภคบะหมี่ได้แพร่หลายไปในหลายประเทศที่ใกล้เคียงเช่นญี่ปุ่น เกาหลี และประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชีย ประเทศไทยได้มีการผลิตบะหมี่เพื่อบริโภคมานานแล้ว โดยสันนิษฐานว่ามาจากชาวจีนที่อพยพเข้ามาตั้งรกรากในประเทศไทย ซึ่งบะหมี่ที่พบมากในประเทศไทยได้แก่ บะหมี่กวางตุ้ง บะหมี่แต้จิ๋ว และบะหมี่ฮกเกี้ยน (24)

2.3.1. ประเภทของบะหมี่

บะหมี่ที่ชาวเอเชียนิยมบริโภคมี 2 ประเภท คือ บะหมี่แบบจีน และ บะหมี่แบบญี่ปุ่น บะหมี่แบบจีนคือบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีเนกประสงค์ที่มีโปรตีนปานกลางถึงโปรตีนสูง ผสมกับน้ำ, สารละลายต่าง และเกลือ อาจมีการเติมไข่หรือไม่เติมในบางสูตรก็ได้ บะหมี่ที่ได้จะมีสีเหลือง มีความเหนียวและความยืดหยุ่นที่ดี บะหมี่แบบญี่ปุ่นจะเป็นบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีโปรตีนต่ำผสมกับน้ำและเกลือโดยไม่เติมสารละลายต่าง บะหมี่ที่ได้จะมีสีขาว มีความเหนียวและยืดหยุ่นน้อยกว่า บะหมี่แบบจีน(77) บะหมี่สามารถแบ่งตามขั้นตอนการผลิตได้เป็น 3 ประเภทคือ บะหมี่สด บะหมี่สุก และบะหมี่แห้ง

2.3.1.1. บะหมี่สด

คือบะหมี่ที่ผ่านขั้นตอนการทำเป็นเส้นแล้ว แต่ยังไม่ผ่านขั้นตอนให้เก็บได้นาน จึงทำให้มีอายุการเก็บได้เพียง 2-3 วัน



2.3.1.2. บะหมี่สุก

คือบะหมี่สดที่นำมาลวกให้สุกบางส่วน เพื่อเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่อยู่บนผิวของบะหมี่และเป็นการหยุดการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เส้นบะหมี่เสื่อมคุณภาพลง บะหมี่ชนิดนี้มีอายุการเก็บที่นานกว่าบะหมี่สด เมื่อนำมาบริโภคก็เพียงลวกน้ำอีกครั้ง

2.3.1.3. บะหมี่แห้ง

คือบะหมี่สดที่นำมาผ่านกระบวนการและขั้นตอนในการทำให้บะหมี่เก็บไว้ได้นาน ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 3 ชนิด

- บะหมี่สดแห้ง คือบะหมี่สดที่ผ่านกระบวนการที่ทำให้เส้นบะหมี่แห้ง อาจใช้วิธีการตากแห้ง หรือใช้การอบที่อุณหภูมิต่ำก็ได้ บะหมี่ชนิดนี้สามารถดูน้ำได้สูงและมีอายุการเก็บนาน
- บะหมี่สุกแห้ง คือบะหมี่สดที่ผ่านการลวกให้สุกก่อนที่จะนำไปทำให้เส้นบะหมี่แห้ง อาจใช้วิธีการตากแห้งหรืออบแห้งก็ได้ บะหมี่ชนิดนี้ต้องใช้เวลาในการต้มให้กินตัวค่อนข้างมาก
- บะหมี่ทันใจหรือบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป คือบะหมี่สดที่ผ่านขั้นตอนการนึ่งให้สุกก่อนที่จะนำไปทอดในน้ำมันที่มีอุณหภูมิเหมาะสม โดยในขณะที่ทอดไอน้ำในเส้นบะหมี่จะเกิดอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดความดันภายในเส้นบะหมี่และดันผิวนอกของเส้นบะหมี่ออกมา ทำให้ผิวนอกของเส้นบะหมี่มีรูพรุน บะหมี่ชนิดนี้จึงกินตัวได้เร็วเมื่อสัมผัสกับน้ำร้อน แต่มีข้อเสียที่บะหมี่ชนิดนี้จะหืนเร็วเพราะมีน้ำมันติดอยู่ที่ผิวค่อนข้างมาก(24) บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปส่วนใหญ่จะมีรูปและช่องเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสอยู่รวมในซอง ใช้สำหรับเป็นอาหารรับประทานโดยผ่านกรรมวิธีทำให้สุกแบบง่าย ๆ และใช้เวลาสั้น กล่าวคือเพียงต้มน้ำเดือดแล้วใส่บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทิ้งไว้สัก 2-3 นาทีก็จะสุกและรับประทานได้ทันที ซึ่งญี่ปุ่นเป็นประเทศแรกที่มีการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (78)

2.3.2. ส่วนผสมของบะหมี่

บะหมี่มีส่วนผสมหลักคือแป้งสาลีประมาณ ร้อยละ 70 – 80 น้ำประมาณร้อยละ 20 – 30 และอาจมีการเติมสารชูรสอื่น ๆ เช่น สารละลายต่าง ไข่ และ เกลือ ซึ่งส่วนผสมต่าง ๆ มีผลโดยตรงต่อคุณภาพบะหมี่

2.3.2.1. แป้งสาลี

แป้งสาลี เป็นองค์ประกอบหลักในการทำบะหมี่ คือมีประมาณร้อยละ 70-80 ของส่วนผสมทั้งหมด(79) ซึ่งแป้งสาลีที่เหมาะสมในการทำบะหมี่ควรจะเป็นแป้งพาสต้าที่สกัดจากส่วนเนื้อในของเมล็ดข้าวสาลี มีการดูดซึมน้ำที่ดี มีสตาร์ชที่เสียน้อย เม็ดแป้งมีขนาดสม่ำเสมอ ไม่มีราหรือคัพเพปน มีองค์ประกอบทางเคมีที่ได้สัดส่วน และมีความยืดหยุ่นดี(77) ซึ่งพันธุ์ข้าวสาลี วิธีการผลิตข้าวสาลี และการโม่แป้งสาลี มีผลต่อคุณภาพภายในของแป้งสาลี ปัจจัยสำคัญของแป้งสาลีที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ได้แก่

- สตาร์ช เป็นองค์ประกอบหลักของแป้งสาลีกล่าวคือในแป้งสาลีจะมีสตาร์ช ประมาณ 67% สตาร์ชจึงเป็นโครงสร้างของเส้นบะหมี่ และมีความสำคัญต่อคุณภาพของบะหมี่มาก (77) Toyokawa และคณะ(80) ได้ศึกษาถึงหน้าที่และส่วนประกอบในแป้งสาลี ซึ่งได้แก่ กลูเตน, ไพรมารี สตาร์ช (primary starch) และ เทลลิ่ง สตาร์ช (tailing starch) ที่มีผลต่อคุณภาพของบะหมี่ โดยทดลองในแป้งสาลี 4 ชนิดโดยใช้วิธีการแยกส่วน โม่เกล็ดและสร้างขึ้นใหม่ (refraction and reconstitution) ของแป้งสาลี โดยแยก โม่เกล็ดเม็ดแป้งสาลีออกเป็น 3 ส่วนคือ กลูเตน, ไพรมารี สตาร์ช และ เทลลิ่ง สตาร์ช จากนั้นนำส่วนประกอบทั้ง 3 ตัวนี้มาจัดเรียงใหม่ นำแป้งสาลีที่ผ่านกระบวนการดังกล่าว มาผลิตเป็นบะหมี่และทดสอบประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญ จากการทดลองพบว่า ไพรมารี สตาร์ช และ เทลลิ่ง สตาร์ช จะมีผลต่อคุณภาพทางด้านความยืดหยุ่นของบะหมี่ โดยที่ไพรมารี สตาร์ช จะมีผลต่อเนื้อสัมผัสมากกว่าส่วนของเทลลิ่ง สตาร์ช

- โปรตีนและกลูเตน ในแป้งสาลีจะมีคุณสมบัติในการทำให้บะหมี่มีความเหนียวและความคงตัวที่ดี ส่งผลต่อลักษณะการกั่ดเคี้ยวที่ดี จากการศึกษาของ Lu และ Chen (81) พบว่ากลูเตนในแป้งสาลีมีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพของบะหมี่ เพราะกลูเตนจะเป็นตัวที่ทำให้บะหมี่เกิดลักษณะการกั่ดเคี้ยวที่ดี ซึ่งมีได้หมายความว่าแป้งสาลีที่มีกลูเตนมากจะเหมาะสมใน

การทำบะหมี่ แต่แท้ที่จริงแล้วคุณภาพของกลูเตนในแป้งสาลีมีความสำคัญต่อลักษณะที่ดีของบะหมี่ ปริมาณโปรตีนในแป้งมีความสำคัญต่อคุณภาพของบะหมี่เช่นกัน ซึ่งทำให้ปริมาณโปรตีนในแป้งสาลีเป็นดัชนีตัวหนึ่งในการเลือกสรรชนิดและพันธุ์ของข้าวสาลีที่นำมาผลิตเป็นแป้งสาลี เพื่อที่จะนำมาผลิตบะหมี่ต่อไป เพราะถ้าใช้แป้งสาลีที่มีโปรตีนน้อยเกินไปก็จะทำให้บะหมี่อ่อนตัวเกินไป และไม่คงรูป ในการทำบะหมี่สำเร็จรูปถ้าใช้แป้งสาลีที่มีโปรตีนน้อยเกินไป จะทำให้ก้อนแป้งของบะหมี่มีโพรงอากาศมาก เมื่อนำไปทอดจะทำให้บะหมี่อมน้ำมันมาก ส่วนถ้าใช้แป้งที่มีโปรตีนมากเกินไปจะทำให้บะหมี่แข็งเกินไป และบะหมี่มีความใส่น้อยลงเพราะโปรตีนและสตาร์ชมีการยึดเกาะตัวกันอย่างหนาแน่นทำให้บะหมี่ที่ได้ไม่ใส (82) ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของบะหมี่ลดลงได้ Tedeusz และคณะ (83) ได้ศึกษาการเพิ่มโปรตีนลงในพาสตาและสปาเกตตีโดยใช้แป้งสาลีที่ต่าง ๆ กัน 3 ชนิด และเสริมโปรตีนที่ต่างกัน 6 ชนิด ซึ่งเป็นโปรตีนที่ได้จาก ถั่วเหลืองและเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน จากการศึกษาพบว่าเมื่อเติมโปรตีนชนิดต่าง ๆ ลงในส่วนผสมของพาสตาและสปาเกตตี จะทำให้ส่วนผสมดูดซับน้ำมากขึ้นแต่ดัชนีความต้านทานทางกล (mechanical tolerance index) ลดลง ผู้วิจัยได้สรุปว่าการเพิ่มโปรตีนในผลิตภัณฑ์สปาเกตตี จะทำให้สปาเกตตีเหนียวขึ้น แต่คุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยรวมจะลดลง โดยทั่วไปการทำบะหมี่แบบจีนนิยมใช้แป้งสาลีที่มีโปรตีนสูงคือ ประมาณร้อยละ 12.5 - 13.1 ส่วนในบะหมี่แบบญี่ปุ่นนิยมใช้แป้งสาลีที่มีโปรตีนต่ำกว่าคือมีโปรตีนประมาณร้อยละ 9 - 10 (77)

- เอนไซม์ เอนไซม์ในแป้งสาลีมีความสำคัญต่อคุณภาพของบะหมี่เช่นกัน กล่าวคือเอนไซม์ในแป้งส่วนใหญ่จะทำให้คุณภาพของแป้งสาลีลดลง ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของบะหมี่ เอนไซม์ที่พบทั่วไปในแป้งสาลีได้แก่เอนไซม์อะมิเลส, เอนไซม์โปรตีเอส และ เอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส

1. เอนไซม์อะมิเลส เป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่ในการย่อยสลายสตาร์ชในแป้ง ดังนั้นจึงทำให้คุณภาพของสตาร์ชเสื่อมไป กล่าวคือเมื่อเอนไซม์ย่อยสตาร์ชในแป้งจะทำให้โครงร่างของสตาร์ชมีความยืดหยุ่นน้อยลงส่งผลทำให้สตาร์ชมีความหนืดน้อยลง เมื่อนำแป้งสาลีที่มีเอนไซม์ชนิดนี้มาก ๆ มาทำบะหมี่ จะทำให้บะหมี่ที่ได้ไม่เหนียว เปื่อยง่าย เส้นจะและและไม่คงตัว

2. เอนไซม์โปรตีเอส เป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่ในการย่อยสลายโปรตีนและกลูเตนภายในแป้งสาลี ทำให้คุณสมบัติของโปรตีนและกลูเตนเสียไป ส่งผลต่อความคงตัวและความยืดหยุ่นภายในแป้งลดลง เมื่อนำแป้งสาลีที่มีเอนไซม์ชนิดนี้มาก ๆ มาทำบะหมี่จะทำให้บะหมี่ไม่คงตัวและไม่มีความยืดหยุ่นที่ดี

3. เอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส เป็นเอนไซม์ที่จะทำปฏิกิริยาออกซิเดสกับไทโรซีนหรือสารฟีนอลอื่น ๆ ในแปรงสีฟัน ทำให้แปรงสีฟันเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (77) ซึ่งปฏิกิริยาพอลิฟีนอล ออกซิเดสจะทำงานได้ดีในช่วงความเป็นกรด - ด่าง 5.6 – 6.8 การที่บะหมี่มีสีดำนี้อาจจะทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส สามารถใช้ในการวัดคุณภาพของแปรงสีฟันในการทำบะหมี่ได้ Kruger และคณะ (84) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส ในเม็ดแปรงสีฟันเพื่อใช้เป็นตัวประเมินความคล้ำที่จะเกิดขึ้นกับบะหมี่ที่ใช้แปรงสีฟันนั้น ๆ โดยวัดปริมาณเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส เปรียบเทียบกับการวัดสีของบะหมี่ที่ได้ผลิตจากแปรงสีฟันที่ทราบปริมาณเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส จากการศึกษาพบว่าวิธีการวัดค่าเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส ในแปรงสีฟันสามารถใช้เป็นตัวประเมินความคล้ำของบะหมี่ที่จะเกิดขึ้นได้

ดังนั้นในการผลิตบะหมี่จึงควรใช้แปรงสีฟันที่ไม่มีเอนไซม์หรือมีน้อยที่สุด ซึ่งการที่แปรงมีเอนไซม์มากกว่าปกติ เนื่องจากสภาพการเก็บรักษาข้าวสาลีที่มี ความชื้น ทำให้ข้าวสาลีบางส่วนเกิดการงอกในขณะเก็บรักษา ทำให้มีเอนไซม์มากขึ้น เมื่อนำข้าวสาลีเหล่านี้มาไม่แป้งก็จะทำให้ได้แป้งที่มีปริมาณเอนไซม์มากตามไปด้วย

2.3.2.2. น้ำ

น้ำเป็นตัวทำละลายให้ส่วนผสมต่าง ๆ เข้ากันดีและเป็นตัวที่ทำให้แปรงสีฟันสร้างกฏูเดนและเกิดการจับตัวเป็นก้อนแป้ง ทำให้สามารถรีดและตัดเป็นเส้นบะหมี่ได้ จึงถือว่าน้ำเป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญมากในการทำบะหมี่ น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาดและมีความกระด้างต่ำ ปริมาณน้ำที่ใช้โดยทั่วไปจะประมาณร้อยละ 35 – 40 ของน้ำหนักแป้ง(25)

2.3.2.3. สารละลายต่าง

การทำบะหมี่แบบจีนนิยมเติมต่าง เพื่อทำให้บะหมี่มีความเหนียวและมีความหนืดเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังทำให้บะหมี่มีสีเหลืองน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเมื่อเติมสารละลายต่างลงในส่วนผสมในการทำบะหมี่ สารละลายต่างจะเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของก้อนแป้ง โดยทางกายภาพสารละลายต่างจะมีผลทำให้ก้อนแป้งอู้น้ำและดูดซึมน้ำได้มากขึ้น ทำให้สตาร์ชในก้อนแป้งมีความหนืดเพิ่มขึ้น ช่วยให้ก้อนแป้งมีความแข็งแรงต่อการผสมได้มากกว่าเดิม และก้อนแป้งจะมีความยืดหยุ่นตัวได้มากขึ้น ส่วนผลทางเคมีที่สำคัญคือสารละลายต่างจะ

ทำให้ความเป็นด่างของก้อนแป้งเพิ่มขึ้น จนมีความเป็น กรด – ด่าง เท่ากับ 9 – 10 ส่งผลให้เอนไซม์ต่าง ๆ ในแป้งหยุดทำงานหรือทำงานได้ช้าลง บะหมี่จึงเก็บได้นานขึ้น และเมื่อสารละลายด่างทำปฏิกิริยากับฟลาโวน และ อะพิจินิน - ไกลโคซิเดส (apigenin – glycosidase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งในแป้งสาลี จะทำให้สีของบะหมี่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ทำให้บะหมี่นํารับประทานมากยิ่งขึ้น สารละลายด่างที่นิยมใช้มีหลายชนิดซึ่งได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนต, โพแทสเซียมคาร์บอเนต, ไดโซเดียมฟอสเฟต, ไตรโซเดียมฟอสเฟต และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (77)

- โซเดียมคาร์บอเนตและโพแทสเซียมคาร์บอเนต จากการทดลองพบว่า เมื่อเติมสารทั้งสองชนิดนี้ในปริมาณร้อยละ 1-2 ของส่วนผสม จะทำให้ส่วนผสมมีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7.4- 7.5 ซึ่งเป็นช่วงที่เอนไซม์ในแป้งทำงานได้ช้าลงมาก อีกทั้งสารทั้งสองชนิดนี้ยังทำให้บะหมี่มีสีและกลิ่นที่น่ารับประทานขึ้นอีกด้วย โดยที่ โพแทสเซียมคาร์บอเนตจะให้สีเหลืองค่อนข้างเขียวและใส่น้อยกว่าโซเดียมคาร์บอเนต (82)

- ไดโซเดียมฟอสเฟตและไตรโซเดียมฟอสเฟต เมื่อเติมเกลือทั้งสองชนิดนี้ในปริมาณร้อยละ 0.1- 1 ของส่วนผสม จะเปลี่ยนรูปของโปรตีนให้อยู่ในรูปที่เอนไซม์ไม่สามารถย่อยได้ และ ความเป็นกรดด่างในส่วนผสมจะเพิ่มขึ้นเป็น 7.4 ซึ่งเป็นช่วงที่เอนไซม์โปรตีเอสและ แอลฟาอะมิเลส ทำงานช้าลงมาก(24)

- อีดีทีเอ (EDTA) สารชนิดนี้มีคุณสมบัติที่จับตัวกับแคลเซียมได้ดี ทำให้เอนไซม์แอลฟาอะมิเลสไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากเอนไซม์แอลฟาอะมิเลสต้องใช้แคลเซียมในการทำปฏิกิริยาเช่นกัน (24)

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยทั่วไปจะมีการเติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในผลิตภัณฑ์บะหมี่จำนวนน้อยมากเพราะเป็นสารที่ค่อนข้างอันตราย ในบางประเทศจะมีกฎหมายห้ามใช้สารชนิดนี้กับอาหาร แต่การเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ในส่วนผสมบะหมี่จะทำให้บะหมี่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและมีสีเหลืองที่สดใสกว่าการเติมสารละลายด่างอื่น ๆ อีกทั้งอายุการเก็บจะนานขึ้นด้วย (82)

2.3.2.4. เกลือแกง ใส่เพื่อให้บะหมี่มีรสชาติดีขึ้น และเกลือยังมีส่วนทำให้บะหมี่มีเนื้อสัมผัสและอายุการเก็บดีขึ้นเล็กน้อย จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเมื่อเติมเกลือแกงร้อยละ 2- 3 ของส่วนผสมจะสามารถหยุดการทำงานของเอนไซม์โปรตีเอสในแป้งสาลีได้ (24)

2.3.2.5. ไข่ เป็นส่วนผสมหนึ่งที่อยู่ในบะหมี่แบบจีน ไข่เป็นตัวทำให้บะหมี่มีสีและรสชาติดีขึ้น และทำให้เส้นบะหมี่มีความเหนียวและนุ่มขึ้น (24) อีกทั้งทำให้บะหมี่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นอีกด้วย ปริมาณที่นิยมใช้อยู่ระหว่าง 5 - 25 % เพราะถ้าใส่ไข่มากเกินไป น้ำมันในไข่จะทำให้โปรตีนไม่สามารถจับตัวเป็นก้อน ส่งผลให้บะหมี่ไม่คงรูปได้(85)

2.3.2.6. สารขุรสและสารประกอบอื่น ๆ ใส่เพื่อเป็นการเพิ่มรสชาติและคุณภาพให้กับเส้นบะหมี่ เช่นผงขุรส สีส้มอาหาร สดาร์ช กลูเตน และสารประกอบอื่น ๆ Vadlarmant และคณะ (86) ได้ศึกษาผลของไขมัน และการเติมสารประกอบต่าง ๆ เช่น กลูเตน สดาร์ชบางชนิด และสารลดแรงตึงผิว ต่อคุณภาพของบะหมี่อบแห้ง จากการศึกษาพบว่า เมื่อนำแป้งสาลีฟร่งไขมันมาผลิตบะหมี่อบแห้ง บะหมี่จะมีซึบดางลงและแข็งแรงขึ้น (strength) และเมื่อเติมกลูเตนลงในส่วนผสมจะทำให้บะหมี่อบแห้งมีความแข็งแรง (strong) ขึ้น แต่เมื่อเติมกลูเตนมากกว่า ร้อยละ 7 ของน้ำหนักแป้งจะทำให้ผิวของบะหมี่อบแห้งให้มีความแน่นเนื้อ (firmness) น้อยลง และเมื่อเติมสดาร์ชดัดแปลงจากข้าวสาลี (modified wheat strach) หรือ ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy maize) ลงในแป้งสาลีที่มีโปรตีนสูง พบว่าเมื่อนำบะหมี่อบแห้งเหล่านั้นมาลวกให้สุก จะมีความทนต่อแรงดัดเพิ่มขึ้นและผิวของบะหมี่มีความคงตัวเพิ่มขึ้นด้วย และการเติมเลซิตินร้อยละ 0.5 พบว่าบะหมี่อบแห้งจะแข็งแรงขึ้น (strength) Vadlarmant และ Seib (87) ได้ศึกษาผลของการเติมสารโลหะ 2 ชนิดต่อการลดลงของความคล้าของเส้นบะหมี่และการกระจายตัวของกลูเตนในน้ำ จากการศึกษาพบว่าเมื่อเติมสังกะสี และอลูมิเนียม อีออน (Aluminum ions) ร้อยละ 0.05 ลงในส่วนผสมของสเปกเตติ และบะหมี่ชนิดที่ใช้สารละลายต่างและไม่ใช่สารละลายต่างพบว่า สารโลหะทั้งสองสามารถลดความคล้าของสเปกเตติและบะหมี่ได้เล็กน้อย และ สารโลหะทั้งสองยังมีส่วนในการยืดอายุการเก็บรักษาของบะหมี่ทั้งสองชนิดที่เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อีกด้วย แต่การใช้สังกะสี และ อลูมิเนียม อีออน อาจมีผลเสียคือการเติมสังกะสี และ อลูมิเนียม อีออน ลงในส่วนผสมของบะหมี่จำนวนหนึ่ง จะทำให้กลูเตนรวมตัวกันได้ยากขึ้น

2.3.3. วิธีการผลิตบะหมี่

การผลิตบะหมี่มี 4 ขั้นตอน คือ การผสม การรีด การตัดเส้น และการบิ้อา俞การเก็บรักษาบะหมี่

2.3.3.1. การผสม(mixing) คือ การผสมแป้งสาลี น้ำ สารละลายต่าง ไข่ เกลือ และอาจมีการใส่สีเหลืองที่ใช้ใส่อาหารได้ลงไป ผสมจนเป็นก้อนแป้งเรียบเนียน ซึ่งเวลาและความเร็วที่เหมาะสมในการผสมนั้นขึ้นกับชนิดปริมาณและสัดส่วนของวัตถุดิบ เวลาและความเร็วที่ใช้ในการผสมก่อนที่ส่วนผสมจะพัฒนากลายเป็นก้อนแป้งมีความสำคัญต่อความยืดหยุ่นและความคงตัวของก้อนแป้ง(85) Chirstele และPerre (88) ได้ศึกษาถึงผลของปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ความเร็วในการผสม เวลาในการผสม อุณหภูมิของอ่างผสม และปริมาณของส่วนผสมที่ใส่ในอ่างผสมในแต่ละครั้ง ที่มีผลต่อก้อนแป้งของพาสตา โดยการศึกษาแบ่งเป็น 2 ช่วง คือช่วงที่ส่วนผสมเริ่มมีการระเหยและรวมตัวกับน้ำ และช่วงที่ส่วนผสมที่พัฒนากลายเป็นก้อนแป้ง ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ของทั้งสองช่วง จากการศึกษาพบว่า เมื่อส่วนผสมพัฒนาจนเป็นก้อนแป้งแล้ว เวลาในการผสม อุณหภูมิ ความเร็วที่ใช้ในการผสมไม่มีผลหรือมีผลน้อยลงต่อ ปฏิกริยาทางชีวเคมีของก้อนแป้ง เนื่องจากในช่วงแรกที่น้ำกับแป้งรวมตัวกัน โมเลกุลของน้ำมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลาทำให้เกิดปฏิกริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ ในส่วนผสมรวมตัวกันและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จนเปลี่ยนรูปเป็นโปรตีนและเป็นก้อนแป้งในที่สุด ดังนั้นในการผสมขั้นตอนในช่วงก่อนที่ส่วนผสมจะพัฒนาเป็นก้อนแป้งจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพของก้อนแป้ง โดยทั่วไปเวลาที่ใช้ในการผสมคือ 5 - 20 นาที และความเร็วที่ใช้เป็นความเร็วค่อนข้างต่ำในการผสม (77,85)

2.3.3.2 การรีด(compression,sheeting) คือการนำก้อนแป้งที่ได้จากการผสมและพักไว้ 10 –20 นาทีแล้วมาลดขนาดความหนาลงทีละน้อย โดยส่วนใหญ่จะลดลงร้อยละ 40 ต่อ 1 ครั้ง ด้วยเครื่องรีดที่มีความห่างของลูกกลิ้ง (roll gapping) ต่าง ๆ กัน ก้อนแป้งจะถูกรีดจนมีความหนาเหลือประมาณ ร้อยละ 9 –10 ของขนาดก่อนรีด หรือประมาณ 1.0 – 2.0 มิลลิเมตร ขึ้นกับชนิดของบะหมี่ (77) หลังจากรีดจนได้ความหนาที่ต้องการแล้วควรจะพักก้อนแป้งไว้สักพักหนึ่ง เพื่อให้กลูเตนภายในก้อนแป้งสมบูรณ์เต็มที่ มีการศึกษาว่ากลูเตนที่สมบูรณ์เต็มที่จะช่วยโครงสร้างของบะหมี่ยืดหยุ่นดีขึ้น ส่งผลทำให้เนื้อสัมผัสของบะหมี่ดีขึ้นด้วย(85)

2.3.3.3. การตัดเป็นเส้น(cutting) คือเมื่อก่อนแปรงผ่านขั้นตอนการรีดจนเป็นแผ่น และผ่านการพักโดแล้ว จะนำมาผ่านขั้นตอนการตัดเป็นเส้นบะหมี่ โดยอาจตัดเป็นเส้นกลมหรือแบน หรือตัดเป็นเส้นที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ด้วยเครื่องตัดที่แยกไว้โดยเฉพาะหรือเป็นเครื่องตัดที่ประกอบรวมมากับเครื่องรีดก็ได้ (77) ซึ่งความหนาส่วนใหญ่จะอยู่ประมาณ 0.6 - 6.0 มิลลิเมตร ขึ้นกับชนิดของบะหมี่

2.3.3.4. การยืดอายุการเก็บรักษาบะหมี่ การยืดอายุการเก็บบะหมี่มีหลายวิธีด้วยกัน เช่นการลวกให้สุก การอบแห้ง การดัดแปลงเป็นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปและการแช่แข็งและอื่น ๆ

- การลวกสุก เป็นการทำให้สุกจนนิ่มขึ้นของบะหมี่ โดยจะนำบะหมี่สดมาต้มในน้ำอุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส ที่ได้ปรับความเป็นกรด - ด่าง ให้อยู่ในช่วง 5.5 - 6 แล้วต้มจนบะหมี่สุก จากนั้นทำให้เย็นลงทันทีอาจโดยการแช่ในน้ำเย็นหรือวิธีอื่น ๆ เมื่อลวกสุกแล้วบะหมี่ควรมีน้ำหนัก 2.5 - 4 เท่า ของน้ำหนักบะหมี่ก่อนลวก และมีรูปร่างดี อาจมีการคลุกน้ำมันก่อนบรรจุถุงเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นติดกันก็ได้ วิธีนี้จะทำให้บะหมี่เก็บได้นานขึ้น(77,85)

- การทำแห้ง เป็นวิธีการระเหยความชื้นของบะหมี่ลงอย่างช้า ๆ ทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น ในปัจจุบันนิยมใช้ตู้อบควบคุมความร้อนที่สามารถควบคุมความชื้น ในการอบแห้ง โดยจะปรับอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ให้เหมาะสม เพื่อให้เส้นบะหมี่ค่อย ๆ แห้งลงอย่างช้า ๆ ซึ่งความชื้นของบะหมี่สดจะลดลงจากร้อยละ 35 เหลือร้อยละ 8 -10 วิธีการทำแห้งนี้ต้องระมัดระวังอย่างมากเพื่อไม่ให้เส้นบะหมี่แห้งเปราะและหักง่าย ซึ่งอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลอย่างมากต่อคุณภาพของบะหมี่ที่ได้ Grant และคณะ (89) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งและสารบางชนิดที่มีผลต่อคุณภาพของสปาเกตตี จากการทดลองพบว่า การอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงคืออุณหภูมิระหว่าง 30 - 72 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ อะมิโลสในเส้นสปาเกตตีลดลง จึงทำให้ความเหนียวของเส้นสปาเกตตีเหนียวน้อยลงด้วย ซึ่งการอบแห้งบะหมี่สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีด้วยกัน(85)

1. การอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูง เป็นการอบแห้งบะหมี่ที่ใช้อุณหภูมิสูงคือประมาณ 50 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2 -3 ชั่วโมง โดยจะมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นตลอดการอบแห้ง วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมอย่างมากในประเทศจีน แต่บะหมี่ที่ได้จะมีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร บะหมี่ที่ได้จะมีเส้นที่แตกหักจำนวนมาก(85) Grant และคณะ(89) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งและสารบางชนิดที่มีผลต่อคุณภาพของสปาเกตตี จากการทดลองพบว่า การอบแห้งเส้น

สพาทดีด้วยอุณหภูมิสูง(30-72 องศาเซลเซียส) มีผลทำให้ อะมิโลสในเส้นสปาเกตตีเพิ่มขึ้น^๑ และทำให้ความเหนียวของเส้นสปาเกตตีลดลง

2. การอบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำ วิธีนี้ใช้เวลาในการอบค่อนข้างนานแต่บะหมี่ที่ได้จะมีคุณภาพดีกว่าการอบแห้งด้วยวิธีอื่น ๆ โดยแบ่งขั้นตอนการอบเป็น 3 ช่วงคือ ช่วงที่ 1 ลดความชื้นของเส้นบะหมี่จากร้อยละ 35 ลงเหลือร้อยละ 24 ด้วยการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 70 เป็นเวลา 30 –40 นาที ช่วงที่ 2 กระจายความชื้นในเส้นให้สม่ำเสมอด้วยการลดอุณหภูมิของตู้อบลงเป็น 28 –30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 72 –77 นานประมาณ 5 ชั่วโมง ช่วงที่ 3 อบบะหมี่จนแห้ง โดยการลดอุณหภูมิในตู้อบลงอีกครั้งเป็น 25 –28 องศาเซลเซียส และลดความชื้นสัมพัทธ์เป็นร้อยละ 68 – 72 จนกระทั่งบะหมี่มีความชื้นเพียงร้อยละ 8 –10 (77)

3. การอบแห้งที่อุณหภูมิปานกลาง โดยอบบะหมี่ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 นาน 3- 5 ชั่วโมง วิธีนี้จะได้บะหมี่ที่มีคุณภาพดีกว่าวิธีการอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูง(85)

- การทำบะหมี่สำเร็จรูป เป็นวิธีการที่พัฒนามาเพื่อให้สะดวกในการบริโภคยิ่งขึ้น เพราะบะหมี่ชนิดนี้จะใช้เวลาในการกั้นตัวเพียงแค่ลวกในน้ำเดือด 2 - 3 นาทีเท่านั้น วิธีการผลิตเริ่มต้นด้วยการนำบะหมี่สดมาอบไอน้ำร้อนในหม้อหนึ่งนานประมาณ 10 นาที ความดันประมาณ 150 –250 Kpa จากนั้นจับเส้นบะหมี่ให้เป็นกลุ่มโดยมีขนาดและน้ำหนักคงที่ที่เหมาะสมต่อการบริโภค 1 ขาม และนำไปทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิประมาณ 140 –150 องศาเซลเซียส นาน 1 – 1.5 นาที น้ำมันที่ใช้ทอดบะหมี่ควรเป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันต่ำและจุดเดือดสูงเพื่อป้องกันการไหม้ไหม้ เมื่อสุกทำให้สะเด็ดน้ำมัน ทิ้งให้เย็น บรรจุซองรวมกับซองเครื่องปรุงต่าง ๆ เมื่อเสร็จขั้นตอนนี้แล้วบะหมี่จะมีความชื้นเพียงร้อยละ 5 –8 ทำให้มีอายุการเก็บที่นานกว่าวิธีอื่น (90)

- การทำบะหมี่แช่แข็ง เป็นวิธีการที่ประยุกต์มาเพื่อยืดอายุการเก็บบะหมี่สุกและยังคงรักษาคุณภาพของเส้นบะหมี่ไว้ โดยขั้นแรกนำบะหมี่สุกมาล้างในน้ำเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และนำบะหมี่แช่แข็งอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ - 30 องศาเซลเซียส จนบะหมี่แข็งตัว จากนั้นลดอุณหภูมิเป็น - 40 องศาเซลเซียส อีกประมาณ 30 นาที บะหมี่แช่แข็งส่วนใหญ่จะไม่มีหีบห่อเพื่ออำนวยความสะดวกในการนำไปบริโภค โดยทั่วไปร้านอาหารและโรงแรมจะนิยมใช้บะหมี่แช่แข็งมากกว่าบะหมี่สำเร็จรูปชนิดอื่น ๆ (85)

2.3.4. การทดสอบคุณภาพของบะหมี่

โดยทั่วไปการทดสอบคุณภาพของบะหมี่จะใช้การวัดเนื้อสัมผัสเป็นการตัดสินถึงคุณภาพของบะหมี่ ซึ่งการทดสอบคุณภาพของบะหมี่ทางเนื้อสัมผัสต่าง ๆ ดังนี้

2.3.4.1. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเป็นการทดสอบที่มีความใกล้เคียงกับคุณภาพที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด โดยจะใช้ผู้ที่มีความชำนาญในการชิมบะหมี่เพื่อให้คะแนน โดยมีคะแนนรวมสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน ซึ่งแบ่งเป็น 3 คุณลักษณะที่ทดสอบ คือ ความคงตัวของเส้น 10 คะแนน ความยืดหยุ่น 10 คะแนน และ ความที่เส้นไม่เหนียวติดกัน 10 คะแนน โดยบะหมี่ที่มีคะแนนสูงจะหมายถึงบะหมี่ที่มีคุณภาพดี (77)

2.3.4.2. การทดสอบน้ำหนักหลังลวก (cooking weight)

การทดสอบน้ำหนักหลังลวกเป็นการทดสอบการดูดซับน้ำของบะหมี่ โดยใช้บะหมี่หนัก 10 กรัม มาต้มในภาชนะที่บรรจุน้ำประปาหรือใช้น้ำบริสุทธิ์ที่ปราศจากอ็อกซิเจน จำนวน 1000 มิลลิลิตร โดยใส่บะหมี่ในตะกร้อลวกต้มจนสุกถึงใจกลาง จับเวลาที่ใช้ในการต้มบะหมี่ ยกตะกร้อขึ้นจากภาชนะ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ นำบะหมี่ไปชั่งน้ำหนักของบะหมี่ในการต้ม บะหมี่ที่ดีจะมีร้อยละของน้ำหนักหลังลวกค่อนข้างสูง เนื่องจากการดูดซับน้ำที่ดี (77)

2.3.4.3. การทดสอบการสูญเสียหลังการลวก (cooking loss)

การทดสอบการสูญเสียหลังการลวกเป็นวิธีการที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยจะเป็นการทดสอบการแตกตัวของบะหมี่ระหว่างการลวก โดยทดสอบจากน้ำที่เหลือจากการลวกบะหมี่ จากนั้นระเหยน้ำออกจนหมดและชั่งน้ำหนักของกากที่เหลือ Matsuoi และคณะ (91) ได้พัฒนาวิธีการทดสอบการสูญเสียหลังการลวก ด้วยวิธีการคลอโรเมตริก (colorimetric method) ในการประมาณของแข็งในเส้นสปาเกตตีที่สูญเสียในขั้นตอนการลวกหรือต้ม โดยใช้สารละลายไอโอดีนหยดลงในน้ำที่ลวกเส้นสปาเกตตี ไอโอดีนจะทำปฏิกิริยากับอะมิโนสและเปลี่ยนเป็นสีม่วง จากนั้นวัดความเข้มของสีโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ช่วงความยาวคลื่น 650 nm

จากการศึกษาพบว่าวิธีคัลเลอร์เมทริก เป็นวิธีการที่ให้ค่าที่แน่นอนและสะดวกรวดเร็วกว่าวิธีเดิม แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการจึงยังไม่เป็นที่แพร่หลายในปัจจุบัน โดยบะหมี่ที่คุณภาพดีจะมีร้อยละของการสูญเสียหลังลวกน้อย เนื่องจากบะหมี่มีความคงตัวที่ดี

2.3.4.4. การทดสอบโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

เป็นการทดสอบโดยการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์เข้ามาแปลผลหรือประเมินคุณภาพของบะหมี่ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดด้วยกัน

- การทดสอบเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ เป็นการใช้เครื่องมือที่วัดลักษณะการกัดเคี้ยวของเส้นบะหมี่ โดยจะวัดจากแรงดึงและแรงดัดที่กระทำลงบนตัวอย่าง ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิดเช่น Instron Universal Testing Instrument เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดเนื้อสัมผัสของอาหารโดย ๆ ทั่ว ไป โดยสามารถวัดได้ทั้งแรงดัด แรงเฉือน และ แรงดึง แปลผลและคำนวณผลที่ได้จากกราฟ Instron Universal Testing Instrument เป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการทดสอบคุณภาพของบะหมี่ และได้มีการพัฒนาอุปกรณ์เสริมบางชนิด เพื่อให้สามารถทดสอบคุณภาพของบะหมี่ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น Ob และคณะ (92) ได้ศึกษาการวัดความแน่นเนื้อ (firmness) และแรงบดเคี้ยว (chewiness) ของเส้นบะหมี่ด้วยเครื่อง Instron Universal Testing Instrument ที่มีการสร้างหัววัดที่มีลักษณะเฉพาะในการวัดคุณสมบัติดังกล่าวของเส้นบะหมี่ โดยวัดจากแรงดัดสูงสุดที่ติดลงบนเส้นบะหมี่จนขาดออกจากกัน และวัดแรงต้านทานสูงสุดที่กดลงบนเส้นบะหมี่ก่อนที่เส้นบะหมี่จะขาดออกจากกัน เปรียบเทียบผลกับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส จากการทดลองพบว่าการวัดคุณสมบัติต่าง ๆ ของบะหมี่ด้วยเครื่องมือดังกล่าวมีผลใกล้เคียงกับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ซึ่งเท่ากับว่า Instron Universal Testing Instrument เป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำและเหมาะสมสำหรับใช้ทดสอบคุณภาพบะหมี่ Dexter และคณะ (93) ได้ศึกษาการวัดความเหนียวติดกัน (stickiness) ของเส้นสปาเกตตี ด้วยเครื่องมือที่ดัดแปลงจากเครื่องมือที่ใช้วัดเนื้อสัมผัสของขนมปังป่น (bread crumb) โดยเป็นการวัดจากแรงที่ใช้ในการดึงหัวเจาะ (plunger) ออกจากสปาเกตตี นำมาเปรียบเทียบกับการวัดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าข้อมูลที่ได้มีความสัมพันธ์กันและมีค่าความแปรปรวนไม่สูงนักคือ 40N/m^2 และจากการศึกษายังพบว่าระยะเวลาในการลวกและระยะเวลาหลังจากการลวกเส้นสปาเกตตีมีผลโดยตรงต่อความเกาะติดกัน (adhesion) ของเส้นสปาเกตตี Oda และคณะ (94) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับการทดสอบด้วยเครื่อง amylogram ในการตรวจคุณภาพ

ภาพสตาตาร์ และอะมิโลสในแป้งสาลีที่ใช้การผลิตบะหมี่ญี่ปุ่น จากการศึกษาพบว่า ค่า amylogram ของสตาตาร์และอะมิโลส สามารถประเมินคุณภาพการยอมรับของบะหมี่แบบญี่ปุ่นได้

- การทดสอบสีของเส้นบะหมี่ มีการใช้เครื่องวัดหลายชนิดและวิธีด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้ในปัจจุบันจะเป็นเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงที่จำกัดและมีความไวสูงโดยมีโหมด (mode) ที่สำหรับปรับพื้นของสีที่ทำการวัด ซึ่งอาจแปลผลได้หลายวิธีแต่วิธีที่นิยมใช้คือการแปลผลแบบฮันเตอร์แลป (hunter lab) ซึ่งแปลผลเป็นค่าแอล เอ และบี (L, a และ b) โดยค่าแอลจะเป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของตัวอย่าง กล่าวคือถ้าค่าแอล สูงหมายความว่า ตัวอย่างนั้นมีความสว่างสูง ส่วนค่าเอ และ บี เป็นค่าที่แสดงความเข้มของสีที่ทำการวัด(85)

2.3.5. การศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของบะหมี่

ศิวาพร ศิวเวช (95) ศึกษาทดลองผลิตมักกะโรนีที่มีแป้งข้าวฟ่างผสมกับแป้งสาลีในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าสามารถผสมแป้งข้าวฟ่างในมักกะโรนีได้สูงถึงร้อยละ 25 โดยที่ผู้บริโภคยังสามารถยอมรับได้ และคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) แต่สีของผลิตภัณฑ์จะคล้ำกว่ามักกะโรนีธรรมดาเล็กน้อย จากการศึกษายังพบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมักกะโรนีข้าวฟ่างที่เหมาะสมคือคือ 50-55 องศาเซลเซียส

สมชาย ประภาวัต และคณะ (96) ศึกษาการผลิตบะหมี่สุกแห้งที่มีแป้งจากถั่วลิสง ถั่วเหลือง และงา ผสมกัน แล้วแบ่งเป็นการผลิตบะหมี่สุกแห้งที่มีแป้งถั่วลิสงพว่องไขมันผสมในปริมาณต่าง ๆ กัน โดยที่การผลิตบะหมี่สุกแห้งที่มีแป้งผสมสูตรที่ 1 คือบะหมี่ที่มีแป้งถั่วลิสงชนิดพว่องไขมันร้อยละ 33 แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มร้อยละ 65 และแป้งงาชนิดพว่องไขมันร้อยละ 2 ผสมกับแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ กัน การผลิตบะหมี่สุกแห้งที่มีแป้งผสมสูตรที่ 2 คือบะหมี่ที่มีแป้งถั่วลิสงชนิดพว่องไขมันร้อยละ 50 แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มร้อยละ 50 ผสมกับแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ กัน และการผลิตบะหมี่สุกแห้งสูตรที่ 3 คือการผลิตบะหมี่ที่มีแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มผสมกับแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ จากการศึกษาพบว่าบะหมี่สุกแห้งที่ผสมแป้งผสมสูตรที่ 2 ร้อยละ 10 และ บะหมี่สุกแห้งที่ผสมแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มร้อยละ 25 เมื่อนำมาประกอบอาหารโดยทำเป็นบะหมี่ราดหน้าหมูสับ ได้รับการยอมรับสูงสุดจากผู้บริโภค และจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่าบะหมี่ทั้งสองชนิดมีโปรตีนสูงกว่าบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีธรรมดา และมีกรดอะมิโน และ ไลซีนสูงกว่าอีกด้วย

Bahnassey และคณะ (97) ศึกษาการผลิตสเปกตรัมที่ผสมด้วยแป้งถั่วเนวี (navy bean) พินโท (pinto bean) และ ถั่วแขกทั้งก่อนอบและหลังอบ และศึกษาการผลิตสเปกตรัมที่ผสมโปรตีนเข้มข้น (protein concentration) ที่สกัดจากถั่วต่าง ๆ ดังกล่าว จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า แป้งถั่วต่าง ๆ และโปรตีนเข้มข้น มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าแป้งสาลี ซึ่งเมื่อนำแป้งถั่วและโปรตีนเข้มข้นต่าง ๆ ดังกล่าวผสมลงในสเปกตรัมที่ผลิตจากแป้งสาลีที่ผสมด้วยถั่วและโปรตีนเข้มข้นมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าสเปกตรัมที่ผลิตจากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียว โดยแป้งถั่วและโปรตีนเข้มข้นดังกล่าวมีกรดอะมิโนสูงกว่าแป้งสาลีมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งไลซีน ซึ่งในแป้งถั่วและโปรตีนเข้มข้นมีสูงกว่าแป้งสาลี ถึง 4 เท่า ซึ่งเมื่อเติมแป้งถั่วและโปรตีนเข้มข้นชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวลงในส่วนผสมของสเปกตรัมร้อยละ 10 – 15 จะทำให้สเปกตรัมมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและมีความสมดุลของไลซีนและซัลเฟอร์อะมิโนที่ดีขึ้น อีกทั้งสเปกตรัมที่ผสมแป้งถั่วและโปรตีนเข้มข้น ต่าง ๆ ดังกล่าวยังมีแร่ธาตุสูงกว่ามาก จากการศึกษายังพบว่า สารยับยั้งทริปซิน (Trypsin Inhibitor) และปฏิกิริยาของฮีมากลูตินิน (hemagglutinin) ในถั่วและโปรตีนเข้มข้นต่าง ๆ ดังกล่าวจะลดลง เมื่อใช้ถั่วที่อบแล้วบดเป็นแป้งหรือสกัดเป็นโปรตีนเข้มข้น ซึ่งถั่วเนวีจะมีปฏิกิริยาดังกล่าวมากที่สุดตามด้วย ถั่วพินโท และถั่วแขก ตามลำดับ ซึ่งแป้งถั่วจะมีปฏิกิริยาดังกล่าวมากกว่าโปรตีนเข้มข้นและการใช้ถั่วที่อบแล้วมาผสมกับส่วนผสมของสเปกตรัมจะทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าการใช้แป้งถั่วหรือโปรตีนเข้มข้นที่ได้จากถั่วที่ไม่ได้อบ

Bahnassey และคณะ (98) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสเปกตรัมที่ผสมโปรตีนเข้มข้นและแป้งถั่วเนวี, พินโท และถั่วแขก ในปริมาณร้อยละ 0, 10, 15, 20 และ 25 ตามลำดับ พบว่าสเปกตรัมที่ผสมแป้งถั่วต่าง ๆ มีการดูดซับน้ำที่มากขึ้นยกเว้นเมื่อผสมแป้งถั่วพินโท ที่ยังไม่ได้อบร้อยละ 25 มีการลดลงของการดูดซับน้ำเล็กน้อย เวลาในการผสมและความคงตัวของก้อนแป้งจะสูงขึ้นเมื่อผสมแป้งถั่วเนวี และ พินโท และการผสมแป้งถั่วจะทำให้น้ำหนักของสเปกตรัมหลังกลดลงตามปริมาณของแป้งถั่วที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งการสูญเสียของแข็งในสเปกตรัมจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแป้งถั่วที่เติมลงไปอีกด้วย จากการทดสอบการยอมรับประสาทสัมผัสพบว่าสเปกตรัมที่เสริมโปรตีนจากแป้งถั่ว ร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคสูงสุด

Collins และคณะ (99) ศึกษาสมบัติทางกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ที่ผสมมันเทศและบะหมี่ที่ผสมแป้งถั่วเหลืองพรวงไขมันในปริมาณต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับบะหมี่สูตรควบคุม จากการทดลองพบว่า บะหมี่ที่ผสมด้วยมันเทศและบะหมี่ที่ผสมด้วยแป้งถั่วเหลืองพรวงไขมันมีโปรตีน เบตาแคโรทีน และใยอาหารสูงกว่าบะหมี่สูตรควบคุม อีกทั้งมีการโบไฮเดรตและไขมันต่ำกว่าบะหมี่สูตรควบคุมอีกด้วย การผสมมันเทศลงในบะหมี่จะทำให้สี

ของเส้นบะหมี่เข้มข้น ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสีที่เพิ่มขึ้น แต่จะทำให้เส้นบะหมี่เหนียวน้อยลง ในขณะที่บะหมี่ที่เสริมด้วยแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน บะหมี่จะมีสีที่คล้ำลงเล็กน้อย แต่ไม่มีผลต่อการทดสอบยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

วิมลทิพย์ แท้เที่ยง (100) ศึกษาการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายใน 1 มื้อ โดยใช้ไข่แดงผงผสมลงในส่วนผสมของบะหมี่เพื่อเป็นการเพิ่มโปรตีน และได้เพิ่มขนาดของก้อนบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจาก 55 – 70 กรัม เป็น 80 กรัม เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับพลังงานเพียงพอต่อการบริโภคอาหาร 1 มื้อ และได้เติมวิตามินต่าง ๆ ลงในของเครื่องปรุงที่เป็นซองอลูมิเนียมฟลอยด์ (aluminum floyd) เคลือบพลาสติก ผลจากการศึกษาพบว่าบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมคุณค่าทางโภชนาการมีการยอมรับจากผู้บริโภคในช่วงขอบเล็กน้อยถึงปานกลางและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป โดยในบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมคุณค่าทางโภชนาการชนิดทอดมีโปรตีน 13.61-15.85 กรัม ไขมัน 20.01-24.81 และพลังงาน 450-493 กิโลแคลอรี ส่วนบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมโภชนาการชนิดอบ มีโปรตีน 16.5 – 17.7 กรัม ไขมัน 10.31 – 12.5 กรัม และพลังงาน 387 – 399 กิโลแคลอรี ตามลำดับ

รานีพรรณ เลหาะวลีสันต์ (101) ศึกษาการพัฒนาสูตรบะหมี่ โดยใช้เปลือกถั่วเหลืองผงแทนในบางส่วนของแป้งสาลี จากการศึกษาพบว่าสามารถเติมเปลือกถั่วเหลืองลงในส่วนผสมของบะหมี่ได้ร้อยละ 30 ของปริมาณแป้ง โดยที่ผู้บริโภคยังยอมรับได้ และการเติมสารเจือปนอาหารบางชนิดเช่น แชนแทนกัมส์ และกลูเตน สามารถปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่เสริมเปลือกถั่วเหลืองผงได้

Brillantes (102) ศึกษาการเสริมโปรตีนในบะหมี่โดยใช้ปลาอินเดียน คาร์ป (Indian carp) ซึ่งเป็นปลาที่ได้รับความนิยมในการบริโภค โดยมีการเตรียมปลาอินเดียน คาร์ป ต่างกัน 3 วิธี จากนั้นศึกษา สมบัติทางเคมี การยอมรับทางประสาทสัมผัส ต้นทุนการผลิต และอายุการเก็บของบะหมี่เสริมโปรตีนจากปลาอินเดียน คาร์ป จากการศึกษาพบว่าบะหมี่เสริมปลาอินเดียน คาร์ป มี โปรตีนสูงกว่าบะหมี่สำเร็จรูปที่สุ่มมาจากท้องตลาด คือบะหมี่เสริมโปรตีนจากปลาอินเดียน คาร์ป มีโปรตีนประมาณร้อยละ 18.5 ในขณะที่บะหมี่สำเร็จรูปทั่วไปมีโปรตีนร้อยละ 7-8 อีกทั้งบะหมี่เสริมโปรตีนจากปลาอินเดียน คาร์ป จะมีไขมันต่ำและมีแคลเซียมสูงอีกด้วย จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าบะหมี่เสริมโปรตีนจากปลาอินเดียน คาร์ป ได้รับการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ขอบเล็กน้อย และบะหมี่ปลาอินเดียน คาร์ป มีอายุการเก็บที่นาน และต้นทุนการผลิตไม่สูงนัก จึงเหมาะสมต่อการผลิตเพื่อการค้าต่อไป

Amonrat และ Lolita (103) ศึกษาการเพิ่มโปรตีนในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น อันได้แก่ เส้นหมี่บะหมี่ และมักกะโรนี โดยใช้โปรตีนจากถั่วเขียว จากการศึกษาพบว่าสามารถใช้โปรตีนจากถั่วเขียว

แทนแป้งในเส้นหมีได้ถึงร้อยละ 47 ของน้ำหนักแป้ง และแทนในบะหมี่และมัคกะโรนีได้ถึงร้อยละ 30 – 40 ของน้ำหนักแป้งโดยที่ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นจะมีโปรตีนเพิ่มเท่ากับร้อยละ 16 – 17

Tran และ Vigneswary (104) ศึกษาการผลิตบะหมี่ขาวชนิดไม่ใส่เกลือ ที่เสริมแป้งถั่วลูปิน (Lupin) และ ชิคพี (chickpea) โดยเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านต่างๆ กับบะหมี่ชนิดเดียวกันที่ไม่ได้เสริมแป้งถั่วต่าง ๆ ดังกล่าว จากการศึกษาพบว่าบะหมี่ที่มีการเสริมแป้งถั่วลูปิน และ ชิคพี มีโปรตีนสูงกว่าบะหมี่ทั่วไปถึง ร้อยละ 37 และมีเส้นใยอาหารสูงกว่า 6 – 10 เท่า เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าบะหมี่ที่เสริมแป้งถั่วลูปิน และ ชิคพี มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่า แต่การเสริมแป้งถั่ว จะทำให้น้ำหนักของบะหมี่มีน้ำหนักหลังลวกลดลง (cooking weight) ซึ่งผู้วิจัยได้แนะนำว่าสามารถแก้ไขได้โดยนำแป้งที่จะใช้ทำบะหมี่ต่าง ๆ ดังกล่าว นำมาปรับสมบัติบางประการก่อนที่จะใช้ในการผลิตบะหมี่เสริมแป้งถั่วต่าง ๆ ดังกล่าว

Kruger และคณะ (84) ศึกษาผลของการจัดสีแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ กันต่อลักษณะคุณภาพของบะหมี่ทั้งด้านสี และเนื้อสัมผัส โดยผลิตบะหมี่จากแป้งสาลีต่างชนิดกัน 5 พันธุ์ ที่ไม่สกัดจากเมล็ดข้าวสาลีต่าง ๆ กัน 5 ระดับคือร้อยละ 30, 50, 60, 70 และ 75 ตามลำดับ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวัดค่าความสว่างและความเข้มของสีด้วยเครื่องวัดสีและวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส จากการศึกษาพบว่าสีและความสว่างของบะหมี่จะขึ้นกับพันธุ์ของข้าว อีกทั้งเมื่อเก็บแป้งไว้นานขึ้นคือหลังจากเตรียมแป้งไว้ 4 ชั่วโมงแป้งจะเริ่มมีการเปลี่ยนสีเล็กน้อย ส่วนในบะหมี่จะเริ่มมีสีแดงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง และแป้งสาลีที่มีโปรตีนสูงจะได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสเพิ่มขึ้น และจากการทดสอบผลของการจัดสีข้าวสาลีพบว่าการจัดสีข้าวสาลีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัส

Dexter และคณะ (105) ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลทำให้เส้นสปาเกตตีเกิดความเหนียวในลักษณะที่ทำให้เส้นติดกัน โดยศึกษาถึง 3 ปัจจัยที่มีความเป็นไปได้คือ

1. พันธุ์ข้าวสาลีที่ใช้ในการ โม่เป็นแป้งเพื่อผลิตเป็นสปาเกตตี โดยทดลองผลิตสปาเกตตีจากพันธุ์ข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน 5 พันธุ์

2. อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งเส้นสปาเกตตี โดยทดลองผลิตสปาเกตตีที่มีการอบอุณหภูมิที่ต่างกัน 2 ลักษณะ คืออบที่อุณหภูมิสูง (68 – 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง) และ อบที่อุณหภูมิต่ำ (39 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง)

3. น้ำที่ใช้ในการลวกเส้นสปาเกตตี โดยทดลองลวกเส้นสปาเกตตีด้วยน้ำ 3 ชนิด คือน้ำบ่อ น้ำจากก๊อกในห้องทดลอง และ น้ำกลั่นบริสุทธิ์ปราศจากไอออน

จากการทดลองพบว่า พันธุ์ของข้าวสาลี คุณภาพของข้าวสาลี ขนาดเมล็ดแป้งใน

ข้าวสาลี และโปรตีนในแป้งสาลี มีผลต่อความเหนียวของเส้นสปาเกตตี การใช้อุณหภูมิมีผลต่อคุณภาพสปาเกตตีเช่นกัน โดยการใช้อุณหภูมิสูงในการอบจะทำให้สปาเกตตีเกิดความเหนียวในลักษณะที่เส้นติดกันน้อยลง และเส้นสปาเกตตีจะมีความยืดหยุ่นดีขึ้น และจะมีการสูญเสียหลังการลวกน้อยลง (cooking loss) การใช้น้ำที่กระด้างลวกเส้นสปาเกตตีจะทำให้เส้นสปาเกตตีเหนียวในลักษณะที่เส้นติดกันมากขึ้น และมีการสูญเสียระหว่างการลวกมากขึ้นด้วย

Shelke และคณะ (109) ศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่แบบจีน โดยทดสอบจากแป้งสาลีที่ใช้ทำบะหมี่ 10 ยี่ห้อ ศึกษาลักษณะพื้นผิวของเส้นบะหมี่ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระ 27 ค่า อันได้แก่ ระดับโปรตีนในแป้งร้อยละ 10.5-12.7 ระดับเกลือร้อยละ 0.01 – 3.34 และระดับโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.0-2.0 คุณภาพของบะหมี่ได้จากผลสรุปของการวัด สี, ความเป็นกรด – ด่าง, ความแน่นเนื้อ, การเคี้ยวของเส้นบะหมี่ และกลิ่นของบะหมี่ จากการทดลองพบว่าปริมาณของโซเดียมคาร์บอเนตจะมีผลต่อคุณสมบัติทั้งหมดของบะหมี่ ปริมาณโปรตีนในแป้งสาลีจะมีผลต่อความแน่นเนื้อของเส้นบะหมี่โดยทั้งเกลือและโซเดียมคาร์บอเนตมักทำให้เกิดผลกระทบร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณเกลือไม่มีผลมากนักต่อสมบัติต่าง ๆ ของบะหมี่ที่ทำการวัด จากการทดลองทำให้สรุปผลได้ว่าสูตรที่ดีที่สุดในการผลิตบะหมี่แบบจีน คือ ควรใช้แป้งสาลีที่มีโปรตีนร้อยละ 10-11.5 ใช้เกลือร้อยละ 1.4-1.7 และใช้โซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.7-1.2

2.4. การประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี ไอเดียล เรโซโปรไฟล์ (Ideal Ratio Profile)

การประเมินประสาทสัมผัสด้วยวิธีไอเดียลเรโซโปรไฟล์ คือการประเมินทางประสาทสัมผัสที่มุ่งเน้นศึกษาถึงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์อาหารในเชิงปริมาณ โดยที่วิธีไอเดียลเรโซโปรไฟล์ เป็นวิธีการประเมินทางประสาทสัมผัสที่มีข้อดีกว่าวิธีการประเมินทางประสาทสัมผัสอื่น ๆ เพราะ วิธีไอเดียลเรโซโปรไฟล์ สามารถจะอธิบายคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในแง่การเปรียบเทียบเชิงปริมาณของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พยายามพัฒนาให้เป็นที่ยอมรับมากที่สุด โดยสามารถแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ในรูปของกราฟไยแมงมุม ซึ่งทำให้นักพัฒนาเห็นถึง จุดเด่น และจุดด้อยของผลิตภัณฑ์ ที่ต้องการพัฒนาได้อย่างชัดเจน ทำให้สามารถลด หรือ เพิ่มปริมาณ หรือ ปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง

2.4.1. หลักการประเมินทางประสาทสัมผัสแบบ ไอคิลเรโซโปรไฟล์

การประเมินประสาทสัมผัสแบบ ไอคิลเรโซโปรไฟล์เป็นการทดสอบดูเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ด้วยค่าเรโซ (ratio) โดยใช้แบบทดสอบแบบสเกล (scaling test) เพื่อให้ผู้ชิมบอกความมากน้อยของแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ทำการประเมินลงบนแบบทดสอบ จากนั้นจะทำการวัดความยาวของปลายศูนย์ของเส้นถึงจุดแสดงตำแหน่งของตัวอย่าง (sample) แล้วนำมาหารด้วยความยาวของปลายศูนย์ของเส้นถึงจุดดีเลิศ (Ideal) นำค่าเรโซของผู้ชิมแต่ละคนมาหาเฉลี่ย หรือ ค่าเรโซเฉลี่ย (Ratio Mean Score) ซึ่งค่าเรโซเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะ สามารถนำมาพิจารณาและเปรียบเทียบถึงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ที่ทดลองได้

2.4.2. แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินประสาทสัมผัสแบบ ไอคิล เรโซโปรไฟล์

แบบทดสอบที่นิยมใช้ในการประเมินประสาทสัมผัสด้วยวิธี ไอคิลเรโซโปรไฟล์มีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้ในปัจจุบันจะเป็นแบบสเกลเส้นตรง (Linear Scaling) คือการใช้เส้นที่มีความยาว 10 เซนติเมตร ที่ไม่มีหมายเลขกำกับ และมีคำบอกคุณลักษณะทั้งหัวและท้ายของเส้นเพื่อเป็นหลักยึด (ภาคผนวก ข) โดยที่ผู้ชิมจะเป็นผู้ทำเครื่องหมายหรือขีดเส้นตรงลงตรงจุดที่ผู้ชิมคิดว่าเหมาะสมและตรงกับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของตน

2.4.3. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินประสาทสัมผัสแบบ ไอคิลเรโซโปรไฟล์

การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินประสาทสัมผัสแบบ ไอคิลเรโซโปรไฟล์เป็นการนำค่าเรโซของผู้ชิมแต่ละคนมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ค่าเรโซเฉลี่ย และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยค่าเรโซเฉลี่ย จะถูกนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยจะทำให้ทราบถึงปริมาณ และชนิดของเครื่องปรุง หรือสภาพการของกรรมวิธีการแปรรูปที่จะต้องใช้ โดยที่ค่าเรโซเฉลี่ยเท่ากับ 1 แปลว่าไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง สำหรับคุณลักษณะที่ทำการศึกษานั้น ถ้าค่าเรโซเฉลี่ยมากกว่า 1 มาก แปลว่ามีความจำเป็นต้องลดความเข้มข้น หรือ ความแรงของคุณลักษณะนั้นๆ ถ้าค่าเรโซเฉลี่ยน้อยกว่า 1 มาก แปลว่ามีความจำเป็นต้องเพิ่มความเข้มข้น หรือ ความแรงของคุณลักษณะนั้นๆ

สำหรับค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน มีความหมายดังนี้

ถ้า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0 แปลว่าผู้ชมมีความเห็นไม่แตกต่างกัน

ถ้า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ≤ 0.5 แปลว่า ผู้ชมมีความเห็นแตกต่างกันไปบ้าง และถ้า

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน > 0.5 แปลว่า ผู้ชมมีความเห็นแตกต่างกันมาก ซึ่งใน

กรณีที่ผู้ชมมีความคิดเห็นแตกต่างกันมาก นักพัฒนาต้องพิจารณาเหตุผลอื่นมาประกอบที่จะมีการ
ตัดสินใจหรือดำเนินการต่อไป(106 , 107)



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเป็นแบบ Experimental Research เพื่อพัฒนาสูตรบะหมี่สดเสริมใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักให้เป็นที่ยอมรับทางประสาทสัมผัสสำหรับบุคคลทั่วไป (108)

3.2. การทดลอง

สิ่งที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1. บะหมี่สดสูตรต้นแบบ ที่มีส่วนผสมต่าง ๆ กัน 4 สูตร
2. บะหมี่สด ซึ่งมีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนในแป้งสาลีปริมาณต่าง ๆ กันคือ ร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับ
3. บะหมี่สด ซึ่งมีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนในแป้งสาลีปริมาณ ร้อยละ 15 และมีโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน คือ ร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 ของน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน ตามลำดับ
4. บะหมี่สด ซึ่งมีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนในส่วนแป้งสาลีปริมาณ ร้อยละ 15 และมีเกลือแกงเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่ต่าง ๆ กันคือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 ของน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน ตามลำดับ

3.3. ข้อมูลที่ต้องการ

1. สูตรบะหมี่สดต้นแบบ ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด
2. สูตรบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด
3. คุณลักษณะทางกายภาพของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก เป็นส่วนประกอบในปริมาณที่ต่างกัน โดยทำการทดลองในคุณสมบัติต่าง ๆ

ดังนี้ (ทดลอง 3 ซ้ำ)

- ความสว่าง หรือ ปริมาณแสงสว่างที่สะท้อนเข้าตา
- ความเข้มของสี หรือ ลักษณะของสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์
- ความเหนียวของบะหมี่ หรือปริมาณแรงสูงสุดที่ดึงให้เส้นบะหมี่ขาดออกจากกัน

4. คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกสกัดเมล็ดแมงลักทดลอง 3 ซ้ำ

- โปรตีน
- ไขมัน
- คาร์โบไฮเดรต
- เถ้า
- โยอาหาร
- ความชื้น

3.4. วัสดุและอุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.4.1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตบะหมี่สด

ผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

แป้งสาลีตราห่านทอง (บริษัท ยูไนเตคฟลาวัวร์มิล (UFM) จำกัด)

เกลือแกงปรุงทพิพย์ ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9(บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด)

ไข่ไก่สด เบอร์1 (บริษัทเจริญโภคภัณฑ์ (CP) จำกัด)

โซเดียมคาร์บอเนต food grade (บริษัทไทยฟู๊ด แอนด์ เคมีคอล จำกัด)

โซเดียมไบคาร์บอเนต food grade (บริษัทไทยฟู๊ด แอนด์ เคมีคอล จำกัด)

ซูปไก่ก้อนตราคนอร์

3.4.2. สารเคมี

sodium nitrite (commercial grade)

hydrochloric acid (L.R.)

sodium bicarbonate (food grade)

potassium sulfate (A.R.)

copper sulfate	(A.R.)
sulfuric acid	(A.R.)
boric acid	(A.R.)
sodium hydroxide	(A.R.)
2-thiobarbituric acid	(A.R.)
petroleum ether	(A.R.)
glacial acetic acid	(A.R.)
ethanol 95%	(A.R.)
acetone	(A.R.)
phosphate buffer	(A.R.)
celite	(A.R.)
enzyme - amylase	Merck Co.,Ltd
enzyme protease	Merck Co.,Ltd.
enzyme amyloglucosidase	Merck Co.,Ltd.

3.4.3. อุปกรณ์

การผลิตบะหมี่

- เครื่องผสมอาหาร (Kitchen Aid model K5SS)
- เครื่องรีดแป้งและตัดเส้นบะหมี่(Marcato model 150)
- อ่างผสม
- ที่ร่อนแป้ง(sieve 30 mesh)

การวิเคราะห์ทางเคมี

- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius model 2442)
- เครื่องชั่งหยาบ ทศนิยม 2 ตำแหน่ง(Sartorius model 2454)
- นาฬิกาจับเวลา
- ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีน (Digester,Buchi 430 Digester,Distillation,Buchi 323 Distillation Unit,Japan)
- ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet Apparatus)
- ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์เส้นใยอาหาร(Fibertec System M6,Foss tecator,Sweden)

- เตาอบวิเคราะห์ความชื้น ช่วงอุณหภูมิ 0-250 องศาเซลเซียส(oven dryer,Arthur H.Thomas CO.,U.S.A.)
- เตาเผาช่วงอุณหภูมิสูง(Muffle Furnace,Gallenkamp:Model FSE520,England)
- เครื่องแก้วสำหรับงานวิเคราะห์

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- เครื่องวัดสี (Color Quest II) ระบบ Hunter Lab
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Instron Universal Testing Instrument; series 5500)

การประเมินทางประสาทสัมผัส

- แบบฟอร์มการชิมด้วยวิธี ไอคิลเรโซโปรไฟต์ แบบสเกลเส้นตรง (Linear scaling)ซึ่งมีความยาวเส้น 10 เซนติเมตร และ มีคำกำหนดคุณลักษณะหัวและท้าย ของเส้น (ภาคผนวก ข)
- ผู้ชิมนักศึกษาภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้ผ่านการเรียนวิชาการควบคุมคุณภาพอาหาร(Food Quality Control) หรือ การประกันคุณภาพอาหาร(Food Quality Assurance) ซึ่งมีความรู้ในด้านการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ และไม่มีอคติกับผลิตภัณฑ์จำนวน 20 คน

3.5. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.5.1. การเลือกสูตรต้นแบบบะหมี่สด

ศึกษาและตรวจสอบตำรับบะหมี่สด จากเอกสารต่าง ๆ เลือกสูตรบะหมี่ที่ได้รับการทดสอบทางประสาทสัมผัสและมีคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ดี 4 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 จากงานวิจัยของ Collins และ Pangloli (99)

สูตรที่ 2 จากงานวิจัยของ สุวรรณ ศรีสวัสดิ์ และ คณะ(110)

สูตรที่3 จากงานวิทยานิพนธ์ ของ ธานีพรรณ เลาหะวลีสันต์(101)

สูตรที่4 จากงานวิจัยของ Kruk และคณะ (111)

บะหมี่ทั้ง 4 สูตรทดลองผลิตในห้องปฏิบัติการภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งส่วนผสมของทั้ง 4 สูตรแสดงอยู่ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของสูตรบะหมี่สดต้นแบบ

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
แป้งสาลี	100.0	100.0	100.0	100.0
เกลือแกง	1.0	0.2	1.5	3.0
น้ำ	25.0	28.0	30.0	28.0
โซเดียมคาร์บอเนต	-	-	1.5	1.5
โซเดียมไบคาร์บอเนต	-	0.3	-	-
โปแตสเซียมคาร์บอเนต	-	-	0.17	-
ไข่ไก่สด	10.0	25.0	15.0	10.0

หมายเหตุ หน่วยของส่วนผสมทั้งหมดเป็นกรัม

3.5.1.1 วิธีการผลิตบะหมี่สด

1. ซั่งส่วนประกอบต่าง ๆ ตามสูตรทั้ง 4 สูตร
2. นำ ค้าง และ เกลือแกงละลายน้ำ
3. เติมน้ำใส่ลงในส่วนผสมของน้ำ ค้าง และเกลือที่ละลายเข้ากันดีแล้ว
4. เทแป้งสาลีสกลงในเครื่องผสมอาหาร
5. เปิดเครื่องผสมอาหารด้วยความเร็วต่ำ (เบอร์ 1) และใช้หัวผสมแบบใบพาย ค่อย ๆ เทส่วนผสมของน้ำที่ผสมต่าง, เกลือแกง และไข่ ลงในแป้งจนหมด ผสมนาน 8 – 10 นาที จนได้ก้อนแป้งที่เนียน เรียบเป็นเนื้อเดียวกัน และไม่ติดมือ
6. นำก้อนแป้งขึ้นมาพักไว้ 30 นาที
7. นำเข้าเครื่องรีดโดยปรับช่องว่าง เริ่มจากช่องว่างเบอร์ 7 ซึ่งมีความห่าง 4 มิลลิเมตร ทบแผ่นแป้งแล้วรีด ทำซ้ำ 2 ครั้ง ปรับเครื่องรีดบะหมี่ให้มีช่องว่างตรงเบอร์ 6 ซึ่งมีความห่าง 2.5 มิลลิเมตรทบแผ่นแป้งแล้วรีด ทำซ้ำ 2 ครั้ง ปรับเครื่องรีดบะหมี่ให้มีช่องว่างตรงเบอร์ 5 ซึ่งมีความห่าง 2 มิลลิเมตร ทบแผ่นแป้งแล้วรีด ทำซ้ำ 2 ครั้ง ปรับเครื่องรีดบะหมี่ให้มีช่องว่างตรงเบอร์ 4 ซึ่งมีความห่าง 1 มิลลิเมตรทบแผ่นแป้งแล้วรีด ทำซ้ำ 2 ครั้ง
8. นำแผ่นก้อนแป้งที่รีดแล้วเข้าช่องที่ตัดเป็นเส้น จะได้บะหมี่สด



รูปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตบะหมี่สดต้นแบบ

3. 5.1.2. การประเมินทางประสาทสัมผัสบะหมี่สดสูตรต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรนำมาเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับว่าใกล้เคียงกับที่ผู้บริโภค

ต้องการที่สุดโดยใช้การประเมินทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีไอคิเร โซโปรไฟล์ โดยใช้แบบสอบถามชนิดสเกลที่มีความยาวเส้น 10 เซนติเมตร ในการทดสอบ(ภาคผนวก ข) โดยพิจารณาคุณลักษณะที่ปรากฏต่าง ๆ ดังนี้

สี คือ สีเหลืองของผลิตภัณฑ์

ความคล้า คือ ความหม่น หรือ ความไม่โปร่งแสงของผลิตภัณฑ์

ความเนียน คือ ความเนียนของผลิตภัณฑ์เมื่อสัมผัสกับลิ้นหรืออยู่ในปากขณะเคี้ยว

ความนุ่ม (tenderness) คือ ความต้านทานของผลิตภัณฑ์เมื่อกัดครั้งแรกด้วยฟัน ซึ่งเป็นความรู้สึกรู้สึกของแรงที่กัดผ่านผลิตภัณฑ์ (112)

ความเหนียว (elasticity) คือ ความสามารถคืนตัวกลับเป็นรูปร่างเดิมของผลิตภัณฑ์ เมื่อมีแรงมากระทำทำให้เสียรูปไป (112)

กลิ่นไข่ กลิ่นค่าง คือ กลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏเมื่อทำการชิม

รสเค็ม คือ รสเค็มของผลิตภัณฑ์ ที่ปรากฏเมื่อทำการชิม

การเตรียมบะหมี่สดสำหรับการประเมินทางประสาทสัมผัส บะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ถูกแบ่งเป็นก้อน ๆ ละ 100 กรัม ลวกในน้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) 1 ลิตร นาน 2 นาที (25) จากนั้นล้างในน้ำเย็น แล้วตักขึ้นใส่กระชอนแสดนเลสปล่อยให้สะเด็ดน้ำที่เกาะบนเส้นบะหมี่หมด

การเตรียมน้ำซุ๊ป ทำโดยใช้ น้ำ 3 ลิตรต่อซุ๊ปไก่ก๋อนตราคนอร์ 1 ก๋อน ละลายซุ๊ปไก่ก๋อนในน้ำ จากนั้นยกขึ้นตั้งไฟรอจนน้ำซุ๊ปเดือดและซุ๊ปไก่ก๋อนละลายหมด ก่อนตักใส่ด้วยซิมอุ่นน้ำซุ๊ปที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

การเตรียมผู้ชิม ให้ผู้ชิม ชิมบะหมี่ พร้อมกับอธิบายให้ผู้ชิมมีความเข้าใจตรงกันในคุณลักษณะต่าง ๆ ทางด้าน สี ความคล้า ความเนียน ความเหนียว ความนุ่ม กลิ่นไข่ กลิ่นต่าง กลิ่นเมตต์แมงลัก และ รสเค็ม ทำการฝึก 2 ครั้ง

การสุ่มผู้ชิม แบ่งบะหมี่ที่ลวกแล้ว 10 กรัมใส่ด้วยซิมพลาสติกสีขาวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ซึ่งมีรหัสตัวอย่าง 3 ตัวเลข โดยใช้วิธีสุ่มจากตารางสุ่มตัวเลข (Table of Random Number Permatation of Nine) จากนั้นตักน้ำซุ๊ป 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เทลงบนเส้นบะหมี่ โดยที่การสุ่ม 1 ครั้ง จะมี 4 ตัวอย่างและน้ำเปล่าที่ใส่ในแก้วพลาสติกสีขาวใช้สำหรับบ้วนปาก 1 ใบผู้ชิมต้องบ้วนปากทุกครั้งก่อนชิมตัวอย่างใหม่ ทำการชิมในช่วงเวลา 10.00 – 11.00 นาฬิกา ในช่วงเช้า หรือ 14.00 – 16.00 นาฬิกา ในช่วงบ่าย

เมื่อผู้ชิมชิมตัวอย่างแล้วให้ผู้ชิมกำหนดจุดที่ดีเลิศของคุณลักษณะ (ideal score) และให้คะแนนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ (sample score) บนสเกลของแบบสอบถาม (ภาคผนวก ข) ให้คุณลักษณะด้านสี ความคล้า ความเนียน ความเหนียว ความนุ่ม กลิ่นไข่ กลิ่นต่าง และ รสเค็ม ซึ่งค่าเรโซเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะ สามารถใช้ในการพิจารณาว่าใกล้เคียงกับความต้องการของผู้บริโภคแค่ไหน โดยที่ค่า เรโซเฉลี่ยเท่ากับ 1 เป็นค่าที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) โดย block ผู้ชิมแต่ละคน ทดลอง 2 ซ้ำ โดยแสดงผลข้อมูลด้วยตารางค่าเรโซเฉลี่ย (Ratio Mean Score) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) วิเคราะห์หาความแตกต่างของคุณลักษณะแต่ละด้านด้วย one way ANOVA และ วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละคู่โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\alpha = .05$) (114)

แสดงผลเค้าโครงผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการด้วยกราฟไเบแมงมูม (113)

3.5.2. การศึกษาการผลิตบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

บะหมี่สดที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นส่วนผสม จะพัฒนาจากบะหมี่สดสูตรต้นแบบที่ผู้บริโภคยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด ซึ่งปริมาณของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเริ่มต้น ได้จากการคำนวณปริมาณใยอาหารที่ควรรับประทาน คือ 20 –25 กรัมต่อวัน(7) ดังนั้นควรบริโภคใยอาหารอย่างน้อย 7 – 8 กรัมต่อมื้อ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า บะหมี่สด 1 ก้อนจะมีน้ำหนักประมาณ 60 - 70 กรัม(101) ดังนั้นในบะหมี่ 1 หน่วยบริโภคควรมีใยอาหารอย่างน้อย 7- 8 กรัม และเพื่อง่ายต่อการคำนวณจึงตัดทอนส่วนให้เป็น บะหมี่สด 50 กรัม ควรมีใยอาหาร 5 กรัมซึ่งเท่ากับ ร้อยละ 10 และเพิ่มปริมาณที่ละ 5 กรัม เนื่องจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลต่อคุณภาพบะหมี่ เห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งเท่ากับการใช้เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนในส่วนของแป้งสาลีในปริมาณ ร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับ

3.5.2.1. การทดลองการรวมตัวของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักกับส่วนผสมต่าง ๆ ในบะหมี่สดและการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำ

เนื่องจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีคุณสมบัติการดูดซับน้ำที่ดี ทำให้มีผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตบะหมี่สดผสมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก จึงจำเป็นต้องหาปริมาณน้ำที่แน่นอนที่ใช้ในแต่ละสูตร การทดลองหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่สดที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก โดยผลิตบะหมี่สดสูตรต้นแบบที่ทดแทนด้วยเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในส่วนของแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับ ทำตามขั้นตอนการผลิตบะหมี่สดในข้อ 3.5.1.1 จากนั้นค่อย ๆ เติมน้ำลงในส่วนผสมจนส่วนผสมต่าง ๆ เข้ากันดีและสามารถทำเป็นเส้นบะหมี่ได้ จดบันทึกปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำส่วนผสมต่าง ๆ เข้ากันและสามารถทำเป็นเส้นบะหมี่ได้ ทำซ้ำ 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยน้ำที่ใช้ในแต่ละสูตร จะได้สูตรในการผลิตบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณต่าง ๆ กันดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของสูตรบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก

ส่วนผสมของบะหมี่*	ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ทดแทนในส่วนของการแป้งสาลี(ร้อยละ)				
	10	15	20	25	30
แป้งสาลี	90.0	85.0	80.0	75.0	70.0
ผงเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0
เกลือแกง	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
น้ำ**	60.0**	65.0**	70.0**	75.0**	80.0**
โซเดียมไบคาร์บอเนต	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
ไข่ไก่สด	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0

หมายเหตุ * หน่วยของส่วนผสมทั้งหมดมีหน่วยเป็นกรัม

** หมายถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในส่วนผสมที่ได้จากการทดลองในข้อ 3.5.2.1

3.5.2.2.การผลิตบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก

วิธีผลิตนี้ดัดแปลงจากวิธีการผลิตบะหมี่ทุเรียนของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (110)

1. ชั่งส่วนประกอบต่าง ๆ ตามสูตรต่าง ๆ
2. ผสมแป้งและผงเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักแล้วร่อนเข้าด้วยกัน
3. นำค่า (โซเดียมไบคาร์บอเนต) และ เกลือแกงละลายน้ำ
4. เติมน้ำใส่ลงในส่วนผสมของน้ำ แป้งและเกลือที่ละลายเข้ากันดีแล้ว
5. เทแป้งสาลีที่มีส่วนผสมของเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักลงในเครื่องผสมอาหาร
6. เปิดเครื่องผสมอาหารด้วยความเร็วต่ำ (เบอร์ 1) และใช้หัวผสมแบบใบพาย ค่อย ๆ เทส่วนผสมของ น้ำที่ผสม แป้ง,เกลือแกง,น้ำ และไข่ ลงในแป้งจนหมด ผสมนาน 8 – 10 นาทีจนได้ก้อนแป้งที่เนียน เรียบเป็นเนื้อเดียวกันและไม่ติดมือ
7. นำก้อนแป้งขึ้นมาพักไว้ 30 นาที
8. นำเข้าเครื่องรีดโดยปรับช่องว่าง เริ่มจากช่องว่างเบอร์ 7 ซึ่งมีความห่าง 4 มิลลิเมตร ทบแผ่นแป้งแล้วรีด ทำซ้ำ 2 ครั้ง ปรับเครื่องรีดบะหมี่ให้มีช่องว่างตรงเบอร์ 6 ซึ่งมีความห่าง 2.5 มิลลิเมตร ทบแผ่นแป้งแล้วรีด ทำซ้ำ 2 ครั้ง ปรับเครื่องรีดบะหมี่ให้มีช่องว่างตรงเบอร์ 5 ซึ่งมีความห่าง 2 มิลลิเมตร ทบแผ่นแป้งแล้วรีด ทำซ้ำ 2 ครั้งปรับเครื่องรีดบะหมี่ให้มีช่องว่างตรงเบอร์ 4 ซึ่งมีความห่าง 1 มิลลิเมตร ทบแผ่นแป้งแล้วรีด ทำซ้ำ 2 ครั้ง

9. นำแผ่นก้อนแป้งที่รีดแล้วเข้าช่องที่ตัดเป็นเส้นจะได้บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก



รูปที่ 2 ขั้นตอนการผลิตบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก

3.5.2.3. การประเมินทางประสาทสัมผัสระดับหมีสดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 สูตรนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ทางสถิติและแปลผล ด้วยวิธีเดียวกันการทดสอบกับข้อ 3.5.1.2

3.5.2.4. วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

- การทดสอบความเหนียวของบะหมี่สด

นำบะหมี่สดทั้ง 5 สูตร มาทดสอบด้านเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Instron Universal Testing Instrument) ; series 5500 เพื่อวัดความเหนียวของเส้นบะหมี่ทดสอบทั้งก่อนลวก และหลังลวก โดยใช้หัววัดรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร มีหัวที่เกี่ยวเส้นบะหมี่รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และฐานรองมีช่องตรงกลางของฐานขนาด 6 x 1.3 เซนติเมตร ซึ่งจะมีที่เกี่ยวเส้นบะหมี่และดึงจนเส้นบะหมี่ขาด โดยที่แรงเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็ว 20 มิลลิเมตรต่อวินาที ที่ load cell ขนาด 100 นิวตัน ดึงในทิศตั้งฉากกับผิวด้านกว้าง ทดสอบตัวอย่างละ 20 ซ้ำ ครั้งละ 1 เส้น อ่านค่าแรงสูงสุดจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรง(มิลลินิวตัน)กับระยะทาง(มิลลิเมตร)แปลผลข้อมูลในรูป $\bar{X} \pm SD$ (112) ทดลอง 3 ซ้ำ

- การทดสอบความเข้มของสีและความสว่างของบะหมี่สด

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 สูตรทั้งก่อนลวกและหลังลวก นำมาทดสอบความเข้มของสีและความสว่างโดยใช้เครื่องวัดสี (Color Quest II) ใช้ระบบวัดแบบ Hunter lab และแปลผลเป็นค่า L, a และ b โดยที่ค่า L ของสิ่งทดลอง หมายถึง ความสว่างของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะแปรผันตรงกับค่า L ค่า a หมายถึง ค่าสีเขียวและสีแดงของสิ่งทดลอง โดยค่า $a < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีค่าก่อนมาทางเขียว และถ้าค่า $a > 0$ แปลว่าสีก่อนมาทางแดง ค่า b หมายถึงค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินของสิ่งทดลอง โดยที่ค่า $b < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีก่อนมาทางน้ำ เงิน และถ้าค่า $b > 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีก่อนมาทางเหลือง แสดงผลในรูป $\bar{X} \pm SD$ (115)

3.5.2.5. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุดทั้งก่อนลวกและหลังลวก นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในด้านโปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร และความชื้น ทดลอง 3 ซ้ำ

- การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันโดยใช้ Soxhlet apparatus ตามวิธีของ AOAC (116)
- การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยใช้ Kjeldahl method ตามวิธีของ AOAC (116)
- การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC (116)
- การวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหาร(dietary fiber)ตามวิธีของ AOAC(116)
- การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นตามวิธีของ AOAC(116)
- การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากการคำนวณโดยใช้ความแตกต่างตามวิธีของ AOAC(116)
- การคำนวณพลังงาน คำนวณจากผลรวมของ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน โดยที่คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม เท่ากับ 4 กิโลแคลอรี ไขมัน 1 กรัม เท่ากับ 9 กิโลแคลอรี และ โปรตีน 1 กรัม เท่ากับ 4 กิโลแคลอรี

ค่าเฉลี่ยในด้านคุณค่าทางโภชนาการ ของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักแสดงด้วยค่าเฉลี่ยของการทดลองทั้ง 3 ซ้ำ

3.5.3. การศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

จากผลการทดลองการประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่าคะแนน เรโซเฉลี่ยของผู้ชิม ในด้านความสว่างของบะหมี่สด ก่อนข้างไกลจากจุดที่ผู้บริโภคต้องการ จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าค่ามีผลโดยตรงต่อความสว่างของบะหมี่สด ดังนั้นจึงควรลดปริมาณของโซเดียมไบคาร์บอเนต โดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตที่เติมลงในสูตร โดยแบ่งเป็น 4 ระดับคือ ร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 โดยน้ำหนักของแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน โดยมีส่วนผสมต่าง ๆ ตามตารางที่ 3



ตารางที่ 3 ส่วนผสมของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก*ที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่ต่างกัน

ส่วนผสมของบะหมี่	ปริมาณ โซเดียมไบคาร์บอเนต (ร้อยละ)**			
	0.0	0.1	0.2	0.3
แป้งสาลี	85.0	85.0	85.0	85.0
ผงเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก	15.0	15.0	15.0	15.0
เกลือแกง	0.2	0.2	0.2	0.2
น้ำ	65.0	65.0	65.0	65.0
โซเดียมไบคาร์บอเนต	0.0	0.1	0.2	0.3
ไข่ไก่สด	25.0	25.0	25.0	25.0

หมายเหตุ หน่วยของส่วนผสมทั้งหมดมีหน่วยเป็นกรัม

* หมายถึง บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเมล็ดแมงลักทดแทนปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 15

** หมายถึง ร้อยละ ของน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

3.5.3.1. การประเมินทางประสาทสัมผัสบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรนำมาประเมินทางประสาทสัมผัส และ วิเคราะห์ทางสถิติ และแปลผลด้วยวิธีการเดียวกันกับข้อ 3.5.1.2

3.5.3.2. วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

- การทดสอบความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก
ทั้ง 4 สูตร ทั้งก่อนลวกและหลังลวก นำมาทดสอบด้านเนื้อสัมผัสและแปลผล โดย วิธีการในข้อ 3.5.2.4.

- การทดสอบความแข็งของสีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ทั้ง 4 สูตร ทั้งก่อนลวกและหลังลวก นำมาทดสอบด้านความเข้มของสี และความสว่างและแปลผลโดย วิธีการในข้อ 3.5.2.4.

3.5.4. การศึกษาผลของเกลือที่มีต่อปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

เนื่องจากในการศึกษาในข้อ 3.5.3 เมื่อลดปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต จะส่งผลต่อรสชาติ (ความเค็ม)ของเส้นปะหมี่และเนื้อสัมผัสของปะหมี่ และจากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เกลือมีส่วนในการเพิ่ม ความสว่าง ความเหนียวและรสชาติของเส้นปะหมี่ ดังนั้นจึงควรเพิ่ม ปริมาณของเกลือที่เติมในสูตร โดยแบ่งเป็น 4 ระดับคือร้อยละ 0.2, 0.5, 1 และ 1.5 โดยน้ำหนัก แป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน ซึ่งปริมาณสูงสุดที่ปะหมี่จากแป้ง 100 กรัมควรจะได้ คือ ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักแป้ง(77) โดยมีส่วนผสมต่าง ๆ ในการผลิตปะหมี่ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ส่วนผสมของปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก* ที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน

ส่วนผสมปะหมี่	ปริมาณเกลือ(ร้อยละ)**			
	0.2	0.5	1.0	1.5
แป้งสาลี	85.0	85.0	85.0	85.0
ผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก	15.0	15.0	15.0	15.0
เกลือแกง	0.2	0.5	1.0	1.5
น้ำ	65.0	65.0	65.0	65.0
ไข่ไก่สด	25.0	25.0	25.0	25.0

หมายเหตุ หน่วยของส่วนผสมทั้งหมดมีหน่วยเป็นกรัม

* หมายถึง ปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเมล็ดแมงลักทดแทนในส่วน ของ ปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 15 และมีปริมาณ โซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0

** หมายถึง ร้อยละ ของน้ำหนักแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

3.5.4.1.การประเมินทางประสาทสัมผัสปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรนำมาประเมินทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ทางสถิติ และ แปลผลด้วยวิธีเดียวกับข้อ 3.5.1.2

3.5.4.2. วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

- การทดสอบความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

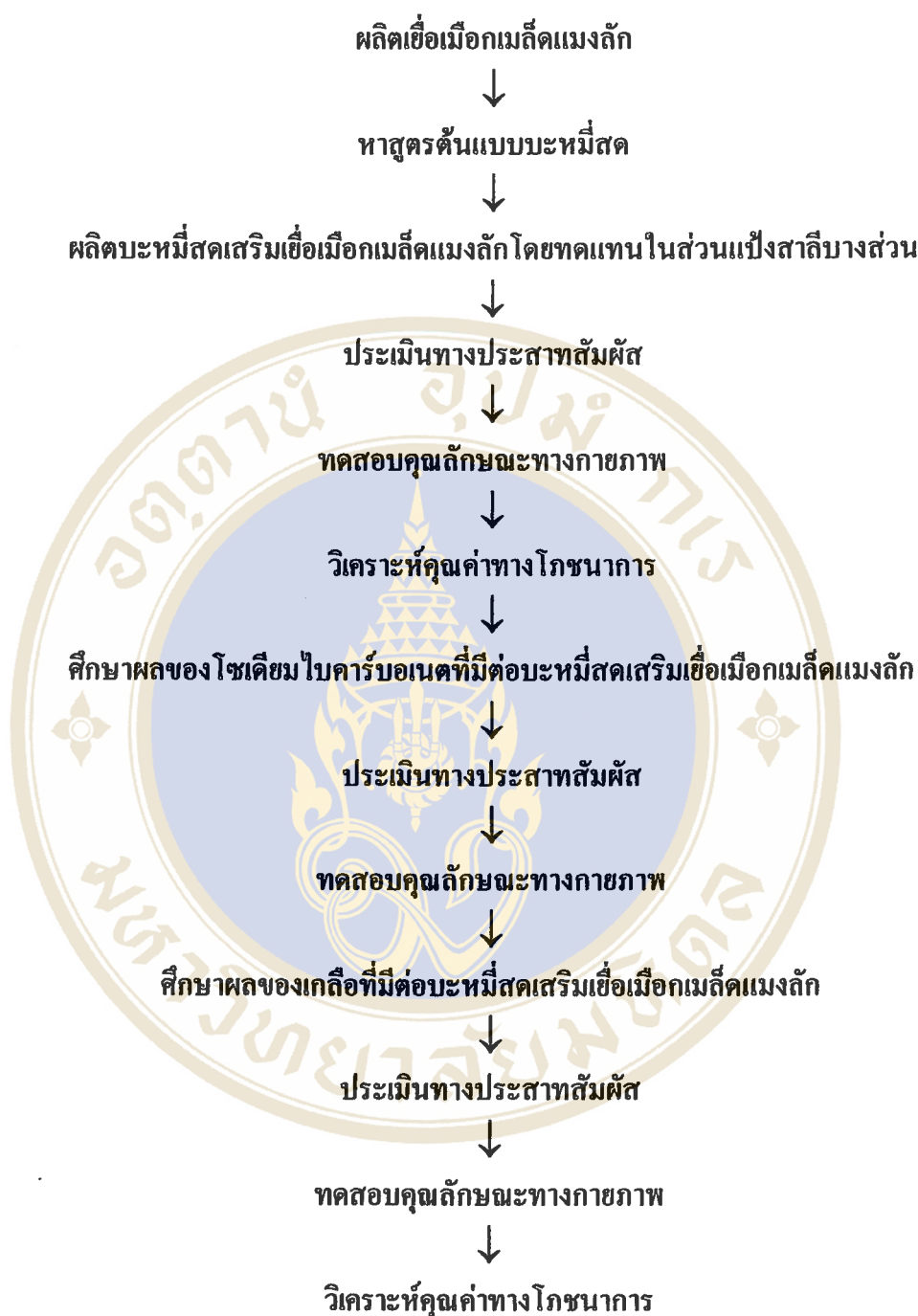
ทั้ง 4 สูตร ทั้งก่อนลวกและหลังลวก นำมาทดสอบเนื้อสัมผัส และแปลผลด้วยวิธีเดียวกับข้อ 3.5.2.4.

- การทดสอบความเข้มข้นของสีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

ทั้ง 4 สูตรทั้งก่อนลวกและหลังลวก นำมาทดสอบความเข้มข้นของสีและความสว่าง และแปลผลด้วยวิธีเดียวกับข้อ 3.5.2.4.

3.5.4.3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุดทั้งก่อนลวกและหลังลวก นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในด้านโปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร และความชื้น ทดลอง 3 ซ้ำโดยใช้วิธีการและการแปลผลในข้อ 3.5.2.5



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทดลองผลิตบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1. การเลือกสูตรบะหมี่สดต้นแบบ

การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดสูตรต้นแบบทั้ง 4 สูตร ในด้าน สี ความคล้ำ ความเนียน ความนุ่ม ความเหนียว กลิ่นค่าง กลิ่นไข่ และรสเค็ม พบว่าบะหมี่ในสูตรที่ 2 ซึ่งเป็นสูตรของ สุวรรณ และ คณะ(109) ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด ในหลายคุณลักษณะ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดสูตรต้นแบบทั้ง 4 สูตร (แสดงในรูปของ ค่าเฉลี่ยเฉลี่ย)

ลักษณะการประเมิน ประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1 $\bar{X} \pm SD$	สูตรที่ 2 $\bar{X} \pm SD$	สูตรที่ 3 $\bar{X} \pm SD$	สูตรที่ 4 $\bar{X} \pm SD$
สี	$0.64^a \pm 0.26$	$1.05^b \pm 0.26$	$1.06^b \pm 0.38$	$1.58^a \pm 0.39$
ความคล้ำ	$0.54^a \pm 0.33$	$1.05^b \pm 0.45$	$1.10^b \pm 0.35$	$1.63^a \pm 0.48$
ความเนียน	$0.78^a \pm 0.20$	$0.76^a \pm 0.17$	$0.73^a \pm 0.20$	$0.74^a \pm 0.12$
ความนุ่ม	$0.85^a \pm 0.15$	$0.79^{ab} \pm 0.17$	$0.85^a \pm 0.18$	$0.74^b \pm 0.16$
ความเหนียว	$0.72^b \pm 0.19$	$0.83^a \pm 0.17$	$0.71^b \pm 0.23$	$0.88^a \pm 0.17$
กลิ่นค่าง	$1.06^a \pm 0.57$	$1.25^a \pm 0.50$	$1.26^a \pm 0.46$	$1.33^a \pm 0.46$
กลิ่นไข่	$1.18^a \pm 0.36$	$1.10^a \pm 0.27$	$0.95^a \pm 0.45$	$0.96^a \pm 0.28$
รสเค็ม	$1.06^b \pm 0.41$	$1.24^a \pm 0.36$	$0.44^c \pm 0.22$	$0.50^c \pm 0.23$

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงว่ามีคะแนนเฉลี่ยการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

สี พบว่าปะหมี่สดสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีสีเหลืองเข้มกว่าสีของปะหมี่สดในอุดมคติ(Ideal product)เล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านสีเท่ากับ 1.05 ± 0.26 และ 1.06 ± 0.38 ตามลำดับ ส่วนปะหมี่สดสูตรที่ 1 จะมีสีเหลืองอ่อนกว่าสีเหลืองของปะหมี่สดในอุดมคติก่อนข้างมากคือมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 ± 0.26 และสูตรที่ 4 มีสีเหลืองเข้มกว่าปะหมี่สดในอุดมคติก่อนข้างมากคือมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.58 ± 0.39 เมื่อทำการทดสอบทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยด้านสีของปะหมี่สดทั้ง 4 สูตร พบว่าปะหมี่สดสูตรที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปะหมี่สดสูตรที่ 1 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรอื่น ๆ ($p < 0.05$)

ดังนั้นปะหมี่สดในสูตรที่ 2 และ 3 จึงมีสีเหลืองใกล้เคียงกับสีเหลืองของปะหมี่สดที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความคล้า พบว่าปะหมี่สดสูตรที่ 2 มีความคล้ามากกว่าความคล้าของปะหมี่สดในอุดมคติน้อย โดยมีความคล้าด้านความคล้าเท่ากับ 1.05 ± 0.45 และสูตรที่ 3 และ สูตรที่ 4 มีความคล้าเท่ากับ 1.10 ± 0.35 และ 1.63 ± 0.48 ตามลำดับ ส่วนปะหมี่สดสูตรที่ 1 มีความคล้าต่ำกว่าความคล้าของปะหมี่สดในอุดมคติก่อนข้างมากคือมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 ± 0.33 และปะหมี่สดสูตรที่ 4 มีความคล้ามากกว่าปะหมี่สดในอุดมคติก่อนข้างมากคือมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.63 ± 0.48 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้าของปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรทดสอบทางสถิติพบว่าปะหมี่สดสูตรที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปะหมี่สดสูตรที่ 1 และ สูตร 4 มีความแตกต่างกันและแตกต่างจากสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นปะหมี่สดสูตรที่ 2 และ 3 จึงมีความคล้าใกล้เคียงกับความคล้าของปะหมี่สดที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความเนียน พบว่าปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมีความเนียนน้อยกว่าปะหมี่สดในอุดมคติน้อย โดยมีความเนียนเฉลี่ยด้านความเนียนเท่ากับ 0.78 ± 0.33 , 0.76 ± 0.17 , 0.73 ± 0.20 และ 0.74 ± 0.12 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความเนียนของปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรทดสอบทางสถิติพบว่าปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีความเนียนใกล้เคียงกันกับความเนียนของปะหมี่สดที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความนุ่ม พบว่าปะหมี่สดสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีความนุ่มน้อยกว่าความนุ่มของปะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านความนุ่มเท่ากับ 0.85 ± 0.15 , 0.85 ± 0.18 , 0.79 ± 0.17 และ 0.74 ± 0.16 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยความนุ่มของปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบพบว่าปะหมี่สดสูตรที่ 1, 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปะหมี่สดสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปะหมี่สดสูตรที่ 2 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากปะหมี่สูตรที่ 1 และ 2

ดังนั้นปะหมี่สดสูตรที่ 1, 2 และ 3 จึงมีความนุ่มใกล้เคียงกับความนุ่มของปะหมี่สดที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความเหนียว พบว่าปะหมี่สดสูตรที่ 4 และสูตรที่ 2 มีความเหนียวน้อยกว่าความเหนียวของปะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านความเหนียวเท่ากับ 0.88 ± 0.17 และ 0.83 ± 0.17 ตามลำดับ ส่วนปะหมี่สดสูตรที่ 1 กับสูตรที่ 3 มีความเหนียวน้อยกว่าความเหนียวของปะหมี่สดในอุดมคติก่อนข้างมาก คือมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวเท่ากับ 0.72 ± 0.19 และ 0.71 ± 0.23 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวของปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมี่สดสูตรที่ 4 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปะหมี่สดสูตรที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากสูตรที่ 4 และ 2 ($p < 0.05$)

ดังนั้นปะหมี่สดสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 จึงมีความเหนียวใกล้เคียงกับความเหนียวของปะหมี่สดที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

กลิ่นค่าง พบว่าปะหมี่สดสูตรที่ 1 มีกลิ่นค่างมากกว่ากลิ่นค่างของปะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นค่างเท่ากับ 1.06 ± 0.57 ส่วนปะหมี่สดสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีกลิ่นค่างมากกว่ากลิ่นค่างของปะหมี่สดในอุดมคติก่อนข้างมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นค่างเท่ากับ 1.25 ± 0.50 , 1.26 ± 0.46 และ 1.33 ± 0.46 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยกลิ่นค่างของปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีกลิ่นค่างใกล้เคียงกับกลิ่นค่างของปะหมี่ที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

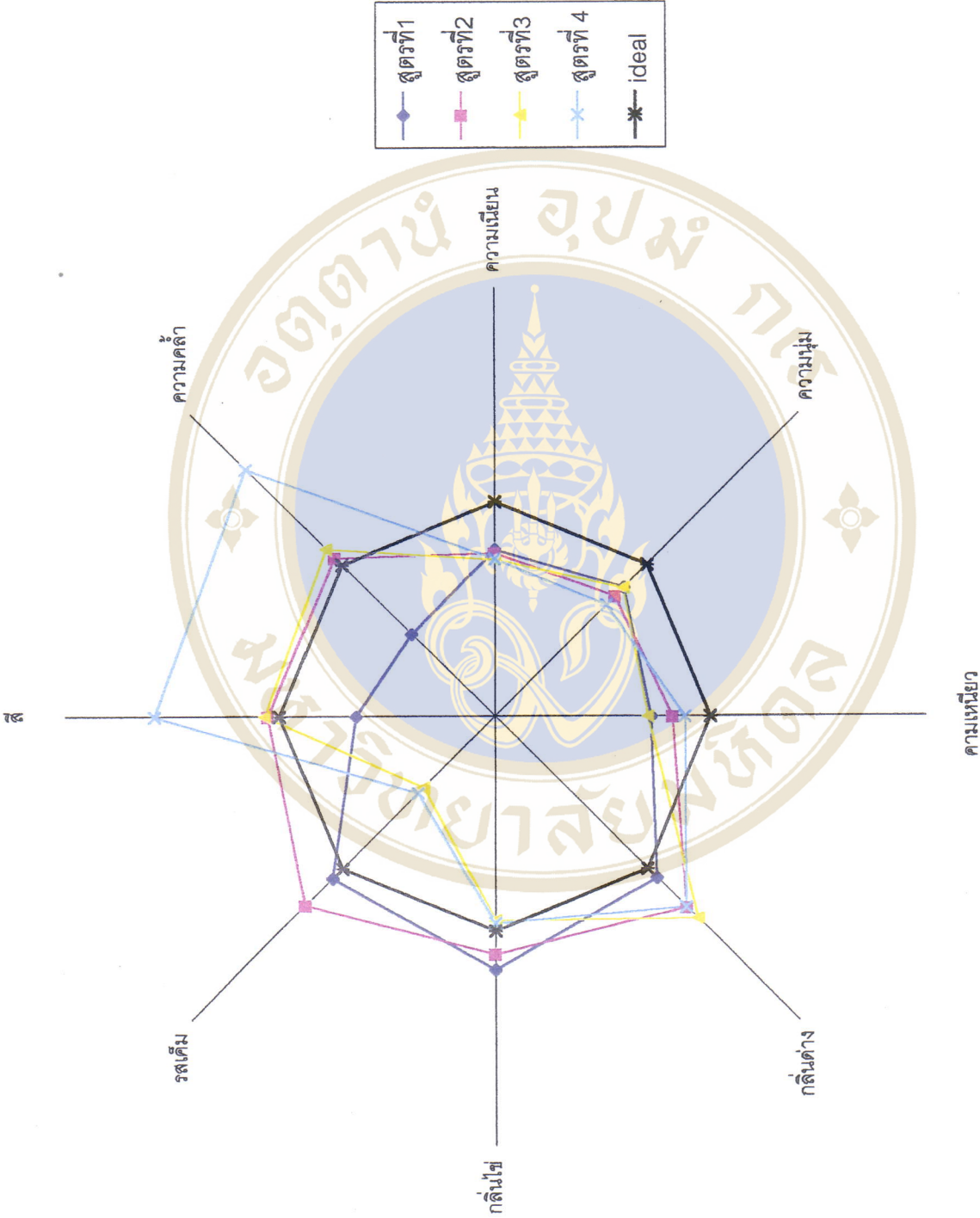
กลิ่นไข่ พบว่าบะหมี่สดสูตร 1 และ 2 มีกลิ่นไข่มากกว่ากลิ่นไข่ของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นไข่เท่ากับ 1.18 ± 0.36 และ 1.10 ± 0.27 ตามลำดับ ส่วนบะหมี่สดสูตรที่ 3 และ 4 มีกลิ่นไข่น้อยกว่าบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านกลิ่นไข่เท่ากับ 0.95 ± 0.45 และ 0.96 ± 0.28 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นไข่ของบะหมี่สดทั้ง 4 มาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีกลิ่นไขใกล้เคียงกับกลิ่นไข่ของบะหมี่สดที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

รสเค็ม พบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 1 และ 2 มีรสเค็มมากกว่ารสเค็มของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านรสเค็มเท่ากับ 1.06 ± 0.41 และ 1.24 ± 0.36 ตามลำดับ ส่วนบะหมี่สดสูตรที่ 3 และ 4 มีรสเค็มน้อยกว่ารสเค็มของบะหมี่สดในอุดมคติก่อนข้างมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านรสเค็มเท่ากับ 0.44 ± 0.22 และ 0.50 ± 0.23 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านรสเค็มของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนบะหมี่สดสูตรที่ 1 และบะหมี่สดสูตรที่ 2 มีความแตกต่างกันและแตกต่างจากสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นบะหมี่สูตรที่ 1 จึงมีความเค็มใกล้เคียงกับความเค็มของบะหมี่สดในอุดมคติมากที่สุด

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทุกด้านของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร โดยการแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรด้วยกราฟไขแมงมุม ดังรูปที่ 4 พบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 2 มีความใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการที่สุด เพราะมีการยอมรับสูงสุด ใน 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ สี ความคล้า ความนุ่ม และความเหนียว ส่วนคุณสมบัติอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ความเนียน กลิ่นต่าง กลิ่นไข่ เป็นคุณสมบัติที่ไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 4 สูตร ดังนั้นบะหมี่สดสูตรที่ 2 จึงเป็นบะหมี่สดที่ได้รับการยอมรับว่าใกล้เคียงกับที่ผู้บริโภคต้องการที่สุด จากบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร จึงเลือกบะหมี่สดสูตรที่ 2 ใช้เป็นบะหมี่สูตรต้นแบบในการทดลองต่อไป



รูปที่ 4 กราฟเส้นโยงมุมแสดงค่าโครงสร้างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดสูตรต้นแบบทั้ง 4 สูตร

4.2. ผลการศึกษาการผลิตบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนในแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน

4.2.1. การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนในแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้าน สี ความคล้ำ ความเนียน ความนุ่ม ความเหนียว กลิ่นต่าง กลิ่นไข่ กลิ่นเมล็ดแมงลัก และรสเค็ม ของบะหมี่สดที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นส่วนผสมในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน ดังแสดงผลการทดลองไว้ในตารางที่ 6 พบว่าการผสมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 ของน้ำหนักแป้ง มีผลทำให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้าน สี ความคล้ำ ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเหนียว กลิ่นเมล็ดแมงลัก และรสเค็มลดลงตามลำดับ (ลักษณะของบะหมี่สดที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน ทั้ง ก่อนลวก และ หลังลวก ได้แสดงไว้ในรูปที่ 6 และ 7 ตามลำดับ) โดยสามารถแยกเป็นคุณลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 6 การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน (แสดงในรูปของ ค่าเร ไขเฉลี่ย)

ลักษณะการประเมิน ประสาทสัมผัส	ปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก*(ร้อยละ)				
	10	15	20	25	30
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
สี	0.912 ^a ± 0.41	0.729 ^b ± 0.37	0.711 ^b ± 0.33	0.725 ^b ± 0.43	0.677 ^b ± 0.49
ความคล้ำ	1.178 ^d ± 0.45	1.318 ^d ± 0.49	1.879 ^c ± 0.43	2.283 ^b ± 0.40	2.510 ^a ± 0.38
ความเนียน	0.747 ^a ± 0.18	0.741 ^a ± 0.19	0.659 ^{ab} ± 0.13	0.659 ^{ab} ± 0.19	0.615 ^b ± 0.23
ความนุ่ม	0.714 ^c ± 0.19	0.795 ^{bc} ± 0.17	0.835 ^b ± 0.18	0.815 ^b ± 0.16	0.988 ^a ± 0.22
ความเหนียว	1.055 ^a ± 0.43	0.900 ^{ab} ± 0.26	0.836 ^b ± 0.23	0.841 ^b ± 0.25	0.753 ^b ± 0.29
กลิ่นต่าง	1.115 ^b ± 0.47	1.057 ^b ± 0.48	1.159 ^b ± 0.43	1.131 ^b ± 0.59	1.479 ^a ± 0.61
กลิ่นเมล็ดแมงลัก	1.112 ^c ± 0.69	1.195 ^c ± 0.72	1.592 ^b ± 0.84	1.787 ^{ab} ± 0.84	2.019 ^a ± 0.95
กลิ่นไข่	1.189 ^a ± 0.52	1.099 ^a ± 0.53	1.164 ^a ± 0.58	0.868 ^a ± 0.53	1.152 ^a ± 0.60
รสเค็ม	0.889 ^{ab} ± 0.47	0.991 ^a ± 0.47	0.780 ^b ± 0.55	0.814 ^{ab} ± 0.55	0.490 ^c ± 0.65

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงว่ามีคะแนนเฉลี่ยการประเมินทาง

ประสาทสัมผัสที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

* หมายถึง ปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นร้อยละที่ทดแทนปริมาณแป้งสาลี

สี พบว่าปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในอัตราส่วนร้อยละ 10 มีสีเหลืองอ่อนกว่าสีเหลืองของปะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 0.912 ± 0.41 ส่วนปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 มีสีเหลืองน้อยกว่าสีเหลืองขกกกของปะหมี่สดในอุดมคติก่อนข้างมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 0.729 ± 0.37 , 0.711 ± 0.33 , 0.725 ± 0.43 และ 0.677 ± 0.49 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านสีของปะหมี่สดทั้ง 5 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 มีความแตกต่างกับทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้นจะทำให้สีเหลืองของปะหมี่สดอ่อนลงเล็กน้อย และปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 มีสีเหลืองใกล้เคียงกับสีเหลืองของปะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด

ความคล้ำ พบว่าปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 มีความคล้ำมากกว่าปะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้ำเท่ากับ 1.178 ± 0.45 และ 1.318 ± 0.49 ตามลำดับ ส่วนปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 20, 25 และ 30 มีความคล้ำมากกว่าปะหมี่สดในอุดมคติดำ โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้ำเท่ากับ 1.879 ± 0.43 , 2.283 ± 0.40 และ 2.510 ± 0.38 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้ำของปะหมี่สดทั้ง 5 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 20, 25 และ 30 มีความแตกต่างกันและแตกต่างจากสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลทำให้ปะหมี่คล้ำขึ้นตามลำดับ ดังนั้นปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 จึงมีความคล้ำใกล้เคียงกับความคล้ำของปะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่า ปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นปะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 จึงมีความคล้ำใกล้เคียงกับความคล้ำของปะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความเนียน พบว่าปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 มีความเนียนน้อยกว่าความเนียนของปะหมีสดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเนียนเท่ากับ 0.747 ± 0.18 และ 0.741 ± 0.19 ตามลำดับ ส่วนปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 20, 25 และ 30 จะมีความเนียนน้อยกว่าปะหมีสดในอุดมคติก่อนข้างมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเนียนเท่ากับ 0.659 ± 0.13 , 0.659 ± 0.19 และ 0.615 ± 0.23 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความเนียนของปะหมีสดทั้ง 5 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 20, 25 และ 30 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 ($p < 0.05$)

ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 – 30 ที่แทนในส่วนของแป้งสาลี มีผลเล็กน้อยต่อความความเนียนของปะหมีสด โดยจะทำให้ปะหมีสดมีความเนียนน้อยลงตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นของเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ดังนั้นปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 จึงมีความเนียนใกล้เคียงกับความเนียนของปะหมีสดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่าปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 จึงมีความเนียนใกล้เคียงกับความเนียนของปะหมีสดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความนุ่ม พบว่าปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 มีความนุ่มน้อยกว่าความนุ่มของปะหมีสดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความนุ่มเท่ากับ 0.795 ± 0.17 , 0.835 ± 0.18 , 0.815 ± 0.16 และ 0.988 ± 0.22 ตามลำดับ ส่วนปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 ก็มีความนุ่มน้อยกว่าปะหมีสดในอุดมคติก่อนข้างมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความนุ่มเท่ากับ 0.714 ± 0.19 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความนุ่มของปะหมีสดทั้ง 5 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 15, 20 และ 25 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ ในขณะที่ปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 มีความแตกต่างกับปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 20, 25 และ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 30 มีความแตกต่างกับสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลเล็กน้อยต่อความนุ่มของบะหมี่สด โดยที่ความนุ่มของบะหมี่สดจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ผสมลงไป ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 30 จึงมีความนุ่มมากที่สุดและใกล้เคียงกับความนุ่มของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด

ความเหนียว พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 มีความเหนียวมากกว่าความเหนียวของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวเท่ากับ 1.055 ± 0.43 ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 มีความเหนียวน้อยกว่าบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวเท่ากับ 0.900 ± 0.26 , 0.836 ± 0.23 , 0.841 ± 0.25 และ 0.753 ± 0.29 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวของบะหมี่สด 5 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 มีความแตกต่างกับสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 15 โดยที่บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลเล็กน้อยต่อความเหนียวของบะหมี่สด โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในส่วนผสมจะทำให้บะหมี่สดมีความเหนียวน้อยลงตามลำดับ ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 จึงมีความเหนียวมากที่สุดและมีความเหนียวใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการที่สุดอีกด้วย แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 จึงมีความเหนียวใกล้เคียงกับความเหนียวของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

กลิ่นค่าง พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10, 15, 20 และ 25 มีกลิ่นค่างมากกว่ากลิ่นค่างของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นค่างเท่ากับ 1.115 ± 0.47 , 1.057 ± 0.48 , 1.159 ± 0.43 และ 1.131 ± 0.59 ตามลำดับ ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 30 มีกลิ่นค่างมากกว่ากลิ่นค่างของบะหมี่ในอุดมคติก่อนข้างมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นค่างเท่ากับ 1.479 ± 0.61 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นค่างของบะหมี่สดทั้ง 5 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นส่วนผสมร้อยละ 10, 15, 20 และ 25

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 30 มีความแตกต่างกับทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 – 25 มีผลเล็กน้อยต่อกลิ่นต่างในบะหมี่สด แต่เมื่อผสมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 30 ทำให้บะหมี่สดมีกลิ่นต่างเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนโดยที่ผู้บริโภคสามารถแยกแยะได้ ดังนั้นบะหมี่สดที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นส่วนผสมร้อยละ 10, 15, 20 และ 25 จึงมีกลิ่นต่างใกล้เคียงกับกลิ่นต่างของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

กลิ่นเมล็ดแมงลัก พบว่าบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 มีกลิ่นเมล็ดแมงลักมากกว่ากลิ่นของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเมล็ดแมงลักเท่ากับ 1.112 ± 0.69 และ 1.195 ± 0.72 ตามลำดับ ส่วนบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 20, 25 และ 30 มีกลิ่นเมล็ดแมงลักมากกว่ากลิ่นเมล็ดแมงลักของบะหมี่สดในอุดมคติมาก คือมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเมล็ดแมงลักเท่ากับ 1.592 ± 0.84 , 1.787 ± 0.84 และ 2.019 ± 0.95 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเมล็ดแมงลักของบะหมี่สดทั้ง 5 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) บะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 20 และ 25 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 25 และ 30 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลโดยตรงต่อกลิ่นเมล็ดแมงลักในบะหมี่ โดยปริมาณที่เพิ่มขึ้นของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักจะทำให้บะหมี่มีกลิ่นเมล็ดแมงลักที่แรงขึ้นด้วย ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 จึงมีกลิ่นเมล็ดแมงลักน้อยที่สุดและใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการที่สุด แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่าบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 จึงมีกลิ่นเมล็ดแมงลักใกล้เคียงกับกลิ่นเมล็ดแมงลักของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

กลิ่นไข่ พบว่าบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10, 15, 20 และ 30 มีกลิ่นไข่มากกว่ากลิ่นไข่ของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นไข่เท่ากับ 1.189 ± 0.52 , 1.099 ± 0.53 , 1.164 ± 0.58 และ 1.152 ± 0.60 ตามลำดับ ส่วนบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ด

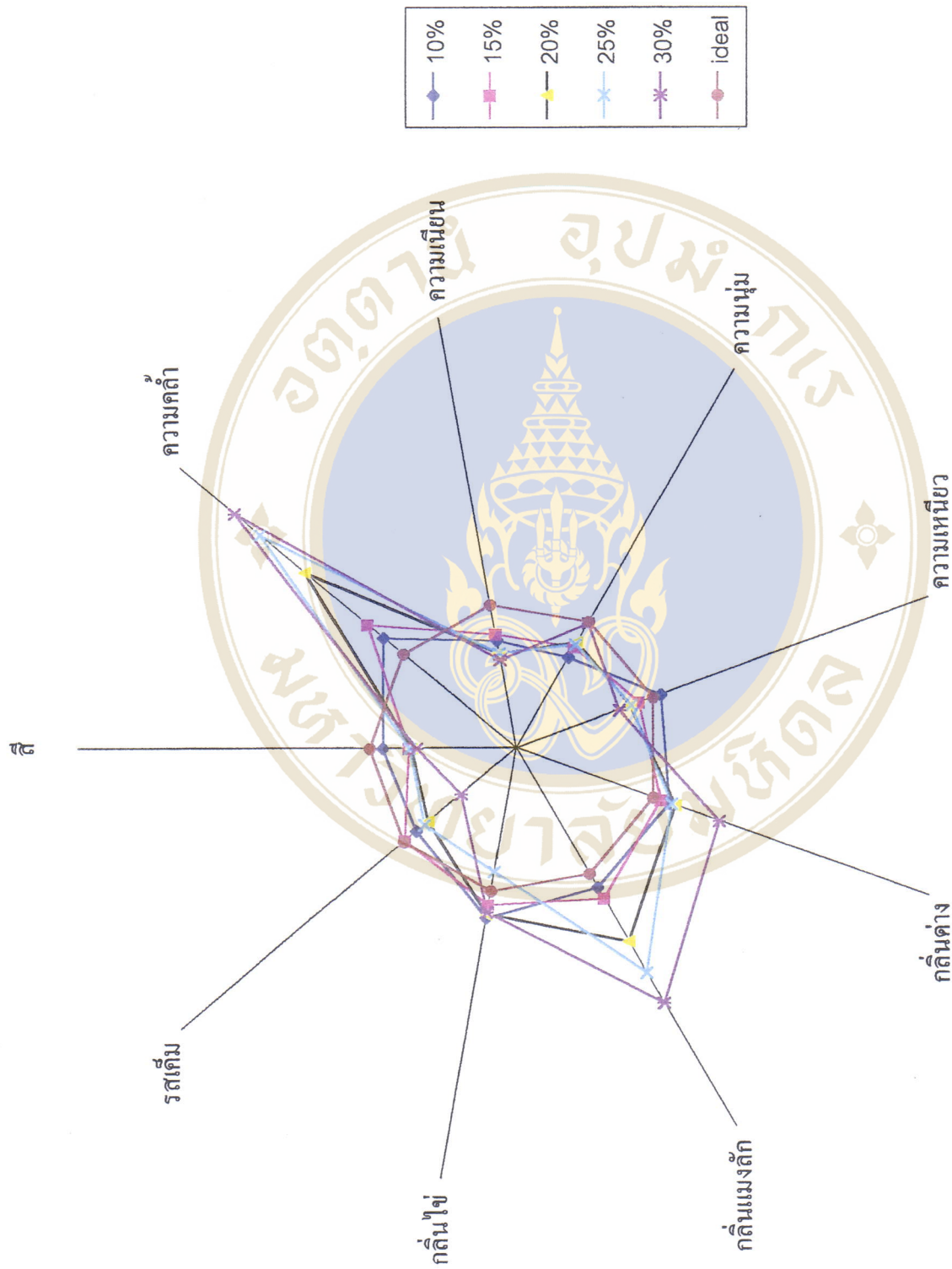
แมงลักร้อยละ 25 มีกลิ่นไข่น้อยกว่ากลิ่นไข่นของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นไข่นเท่ากับ 0.868 ± 0.53 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นไข่นของบะหมี่ทั้ง 5 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 – 30 ไม่มีผลต่อกลิ่นไข่นในบะหมี่สด ดังนั้นบะหมี่สดทั้ง 5 สูตรจึงมีกลิ่นไข่นใกล้เคียงกับกลิ่นไข่นของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

รสเค็ม พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10, 15, 20 และ 25 มีรสเค็มน้อยกว่าบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านรสเค็มเท่ากับ 0.889 ± 0.47 , 0.991 ± 0.47 , 0.78 ± 0.55 และ 0.814 ± 0.55 ตามลำดับ ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 30 มีรสเค็มน้อยกว่ารสเค็มของบะหมี่ในอุดมคติก่อนข้างมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านรสเค็มเท่ากับ 0.49 ± 0.65 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านรสเค็มของบะหมี่สดทั้ง 5 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10, 15, 20 และ 25 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 30 มีความแตกต่างกับสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 – 25 มีผลเล็กน้อยต่อรสเค็มของบะหมี่ แต่เมื่อเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งจะทำให้บะหมี่สดมีรสเค็มลดลงอย่างชัดเจน โดยที่ผู้ชิมสามารถแยกแยะได้ ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10, 15, 20 และ 25 จึงมีรสเค็มใกล้เคียงกับรสเค็มของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทั้งหมดของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 - 30 ด้วยเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ที่แสดงในรูปกราฟไข่นแมงลักรูปที่ 5 พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 และ 15 มีเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติมากที่สุด แต่เนื่องจากการทดลองต้องการได้สูตรของบะหมี่สดที่มีส่วนผสมของเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมากที่สุดที่ผู้ชิมยังยอมรับได้ ดังนั้นได้เลือกบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 15 ในการทดลองขั้นต่อไป เพราะมีเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติและมีปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในส่วนผสมที่มากกว่า



รูปที่ 5 กราฟเส้นใยแมงมุมแสดงค่า โครงของผลิตภัณฑ์หมีสดที่เสริมเยื่อเมือกเม็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน

4.2.2.การทดสอบทางกายภาพของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน

4.2.2.1.การทดสอบความเหนียวของเส้นบะหมี่

ผลการทดสอบความเหนียวของเส้นบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นส่วนผสมร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8 ตามลำดับ พบว่าเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลต่อความเหนียวของเส้นบะหมี่ ทั้งก่อนลวกและหลังลวก กล่าวคือเมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในส่วนผสมร้อยละ 10, 15, 20, 25, และ 30 จะทำให้แรงกระทำสูงสุดในการดึงเส้นบะหมี่ให้ขาดออกจากกันลดลงทั้งบะหมี่ก่อนลวกและหลังลวก และบะหมี่จะมีแรงกระทำสูงสุดในการดึงให้บะหมี่ขาดออกจากกันลดต่ำลง ตามปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าเส้นบะหมี่มีความเหนียวลดน้อยลงตามปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 7 ความเหนียวของเส้นบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน (ก่อนลวก)

ปริมาณผงเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (ร้อยละ) *	ความเหนียว (มิลลินิวตัน) $\bar{X} \pm SD$
0	181.70 $\pm$ 47.58
10	169.13 $\pm$ 25.72
15	163.36 $\pm$ 38.14
20	151.00 $\pm$ 25.03
25	139.54 $\pm$ 24.03
30	126.70 $\pm$ 33.23

หมายเหตุ * หมายถึง ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ทดแทนปริมาณแป้งสาลี

ตารางที่ 8 ความเหนียวของเส้นปะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน (หลังลวก)

ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (ร้อยละ)*	ความเหนียว (มิลลินิวตัน) $\bar{X} \pm SD$
0	397.77 $\pm$ 65.23
10	386.67 $\pm$ 63.32
15	356.31 $\pm$ 81.69
20	328.21 $\pm$ 85.00
25	283.75 $\pm$ 35.58
30	254.76 $\pm$ 26.14

หมายเหตุ * หมายถึง ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ทดแทนปริมาณแป้งสาลี

4.2.2.2.การทดสอบความเข้มของสีและความสว่างของเส้นปะหมี่

ผลการทดสอบความเข้มของสีและความสว่างของเส้นปะหมี่สดที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 ดังแสดงในตารางที่ 9 และ 10 ตามลำดับ พบว่าเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลต่อความสว่างและสีของเส้นปะหมี่สด ทั้งก่อนลวกและหลังลวก กล่าวคือเมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในส่วนผสมร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับ จะทำให้ความสว่างของเส้นปะหมี่ลดลง โดยที่ปะหมี่สดจะมีค่า L ลดลงตามปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทำให้ค่า a และ ค่า b ของปะหมี่เพิ่มขึ้นทั้งก่อนลวกและหลังลวก ดังนั้นแปลว่าเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ โดยทำให้สีของปะหมี่มีสีเหลืองปนแดงหรือสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น ทั้งปะหมี่ก่อนลวกและหลังลวก แสดงว่าปะหมี่สดมีความคล้ำเพิ่มมากขึ้นและมีสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 9 สีและความสว่างของอะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเม็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเม็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน (ก่อนลวก)

ปริมาณเชื้อเมือกเม็ดแมงลัก	ค่า L	ค่า a	ค่า b
แมงลัก (ร้อยละ)*			
0	63.36	-0.22	5.57
10	58.59	-0.18	6.88
15	56.17	1.09	8.63
20	55.99	1.62	9.80
25	55.50	1.64	9.85
30	55.60	1.76	10.54

หมายเหตุ : * หมายถึง ปริมาณเชื้อเมือกเม็ดแมงลักที่ทดแทนปริมาณแป้งสาลี

ค่า L หมายถึง ค่าความสว่างของสิ่งทดลอง โดยความสว่างจะแปรผันตรงกับค่า L

○ค่า a หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลอง โดยค่า $a < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีค่อนมาทางเขียว และถ้าค่า $a > 0$ แปลว่าสีค่อนมาทางแดง

ค่า b หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลองโดยที่ค่า $b < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีค่อนมาทางน้ำเงิน และถ้าค่า $b > 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีค่อนมาทางเหลือง

ตารางที่ 10 สีและความสว่างของปะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก
ในปริมาณที่ต่างกัน (หลังลวก)

ปริมาณผงเชื้อเมือกเมล็ด แมงลัก (ร้อยละ*)	ค่า L	ค่า a	ค่า b
0	64.56	-0.21	5.21
10	59.32	-0.16	6.10
15	56.53	-0.06	7.37
20	54.09	0.51	7.99
25	53.95	0.73	8.01
30	51.75	1.31	9.23

หมายเหตุ * หมายถึง ปริมาณเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ทดแทนปริมาณแป้งสาลี

ค่า L หมายถึง ค่าความสว่างของสิ่งทดลอง โดยความสว่างจะแปรผันตรงกับค่า L

ค่า a หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลอง โดยค่า $a < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีค่อนข้าง
ทางเขียว และถ้าค่า $a > 0$ แปลว่าสีค่อนข้างแดง

ค่า b หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลองโดยที่ค่า $b < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีค่อนข้าง
น้ำเงิน และถ้าค่า $b > 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีค่อนข้างเหลือง



รูปที่ 6 บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนในแป้งสาลีร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 โดยน้ำหนักแป้งสาลี (ก่อนลวก)



รูปที่ 7 บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนในแป้งสาลี ร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 โดยน้ำหนักแป้ง (หลังลวก)

4.2.3. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนในแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 ได้รับการยอมรับว่าใกล้เคียงกับที่ผู้บริโภคต้องการและมีปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมากที่สุด ดังรูปที่ 5 ดังนั้นนำบะหมี่ไปวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการเปรียบเทียบกับบะหมี่สูตรต้นแบบทั้งก่อนลวกและหลังลวก

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดที่มีผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนในแป้งสาลีร้อยละ 15 เปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ วิเคราะห์ทั้งก่อนลวกและหลังลวก ทดลอง 3 ซ้ำ แสดงผลวิเคราะห์ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดสูตรต้นแบบและบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักโดยทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 ก่อนลวกและหลังลวก

คุณค่าทางโภชนาการ*	บะหมี่สดสูตรต้นแบบ		บะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก**	
	ก่อนลวก	หลังลวก	ก่อนลวก	หลังลวก
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
ความชื้น(ร้อยละ)	32.13 ± 0.13	61.75 ± 0.85	44.39 ± 0.69	74.94 ± 0.29
โปรตีน(ร้อยละ)	17.03 ± 0.20	16.91 ± 0.13	14.66 ± 0.06	15.39 ± 0.20
คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	70.70 ± 1.50	72.68 ± 1.20	60.90 ± 1.50	62.28 ± 1.50
ใยอาหาร(ร้อยละ)	6.13 ± 1.45	5.58 ± 1.07	19.81 ± 1.36	13.50 ± 1.45
เถ้า(ร้อยละ)	1.25 ± 0.03	1.10 ± 0.01	1.23 ± 0.01	1.12 ± 0.06
ไขมัน(ร้อยละ)	5.52 ± 0.35	3.73 ± 0.33	3.58 ± 0.25	2.71 ± 0.25
พลังงาน(แคลอรี)	399.20 ± 2.48	391.93 ± 1.18	334.46 ± 2.12	355.07 ± 2.51

หมายเหตุ * คำนวณจากน้ำหนักแห้งของบะหมี่ 100 กรัม (ยกเว้นความชื้นที่คำนวณจากน้ำหนักสดของบะหมี่ 100 กรัม)

** บะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก โดยทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15

ความชื้น เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณความชื้นของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (ก่อนลวก) กับปริมาณความชื้นของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ (ก่อนลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณความชื้นมากกว่าปริมาณความชื้นของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ร้อยละ 12.26

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณความชื้นของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (หลังลวก) กับปริมาณความชื้นของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ (หลังลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณความชื้นมากกว่าปริมาณความชื้นของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ร้อยละ 13.19

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณความชื้นของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ก่อนลวก และหลังลวก พบว่าบะหมี่สดหลังลวกมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจากก่อนลวก ร้อยละ 30.55

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณความชื้นของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ก่อนลวก และหลังลวก พบว่าบะหมี่สดสูตรต้นแบบหลังลวกมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจากก่อนลวก ร้อยละ 29.62

ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีความชื้นเพิ่มขึ้น เนื่องจากส่วนผสมของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีการเติมน้ำมากกว่าบะหมี่สดสูตรต้นแบบ แต่ไม่มีผลต่อการลวกของบะหมี่เพราะอัตราส่วนของความชื้นก่อนลวกและหลังลวกของบะหมี่สดสูตรต้นแบบกับบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักใกล้เคียงกัน ซึ่งแปลว่าบะหมี่สดทั้งสองสูตรมีการดูดน้ำในขณะลวกใกล้เคียงกัน

โปรตีน เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณโปรตีนของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (ก่อนลวก) กับปริมาณโปรตีนของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ (ก่อนลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าปริมาณโปรตีนของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ประมาณ ร้อยละ 2.37

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณโปรตีนของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (หลังลวก) กับปริมาณโปรตีนของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ (หลังลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าปริมาณโปรตีนของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ร้อยละ 1.52

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณโปรตีนของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ก่อนลวก และหลังลวก พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก หลังลวก มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจากก่อนลวก ร้อยละ 0.73

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณโปรตีนของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ก่อนลวก และหลังลวก พบว่าบะหมี่สดสูตรต้นแบบหลังลวกมีปริมาณโปรตีนลดลงจากก่อนลวก ร้อยละ 0.12

ดังนั้นการเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลทำให้โปรตีนในบะหมี่ลดลงเล็กน้อย และอัตราส่วนของปริมาณโปรตีนของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ กับบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักก่อนลวกและหลังลวกมีความแตกต่างกัน โดยที่บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีการเพิ่มขึ้นของโปรตีนหลังลวกเล็กน้อยในขณะที่บะหมี่สดสูตรต้นแบบมีปริมาณโปรตีนลดลง ซึ่งแปลว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีการสูญเสียของโปรตีนระหว่างลวกน้อยกว่าบะหมี่สดสูตรต้นแบบ

คาร์โบไฮเดรต เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (ก่อนลวก) กับปริมาณคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(ก่อนลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่สดสูตรต้นแบบร้อยละ 9.80

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก(หลังลวก) กับปริมาณคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(หลังลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่สดสูตรต้นแบบร้อยละ 5.40

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ก่อนลวก และหลังลวก พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักหลังลวกมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นจากก่อนลวกร้อยละ 6.38

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ก่อนลวก และหลังลวก พบว่าบะหมี่สดสูตรต้นแบบหลังลวกมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นจากก่อนลวก ร้อยละ 1.98

ดังนั้นการเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลทำให้คาร์โบไฮเดรตในบะหมี่ลดลง และอัตราส่วนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่สดสูตรต้นแบบกับบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทั้งก่อนลวกและหลังลวกไม่มีความแตกต่างกัน แปลว่าเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักไม่มีผลต่อการสูญเสียคาร์โบไฮเดรตของบะหมี่ในระหว่างลวก

ใยอาหาร เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณใยอาหารของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (ก่อนลวก) กับปริมาณใยอาหารของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(ก่อนลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณใยอาหารมากกว่าปริมาณใยอาหารของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ร้อยละ 13.68

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณใยอาหารของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (หลังลวก) กับ ปริมาณใยอาหารของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(หลังลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มี ปริมาณใยอาหารของมากกว่าปริมาณใยอาหารของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ร้อยละ 7.92

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณใยอาหารของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ก่อนลวก และ หลังลวก พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักหลังลวกมีปริมาณใยอาหารลดลงจากก่อนลวก ร้อยละ 6.31

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณใยอาหารของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ก่อนลวก และหลังลวก พบว่า บะหมี่สดสูตรต้นแบบหลังลวกมีปริมาณใยอาหารลดลงจากก่อนลวกร้อยละ 0.55

ดังนั้นการเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลทำให้ปริมาณใยอาหารในบะหมี่เพิ่มขึ้น แต่จะมีการสูญเสียในขั้นตอนการลวกพอสมควร เนื่องจากอัตราส่วนของปริมาณใยอาหารของบะหมี่สด สูตรต้นแบบกับบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นส่วนผสมทั้งก่อนลวกและหลังลวกมีความ แตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยที่บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีการลดลงของใยอาหาร ของบะหมี่หลังลวกลดลงค่อนข้างมาก ในขณะที่บะหมี่สดสูตรต้นแบบมีการลดลงของปริมาณของ ใยอาหารของบะหมี่หลังลวกเล็กน้อย ซึ่งแปลว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีการสูญเสีย ของใยอาหารในระหว่างการลวกร้อยละ 6.31 ซึ่งนับว่ามากพอสมควร

ถ้า เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณเถ้าของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (ก่อนลวก) กับ ปริมาณเถ้าของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(ก่อนลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมี ปริมาณเถ้าน้อยกว่าปริมาณเถ้าของบะหมี่สดสูตรต้นแบบร้อยละ 0.02

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณเถ้าของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (หลังลวก) กับ ปริมาณเถ้าของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(หลังลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณเถ้ามากกว่าปริมาณเถ้าของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ร้อยละ 0.02

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณเถ้าของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ก่อนลวก และ หลังลวก พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักหลังลวก มีปริมาณเถ้าลดลงจากก่อนลวก ร้อยละ 0.11

เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณเถ้าของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ก่อนลวก และหลังลวก พบว่า บะหมี่สดสูตรต้นแบบหลังลวกมีปริมาณเถ้าลดลงจากก่อนลวกร้อยละ 0.15

ดังนั้นการเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 15 ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเถ้า ในเส้นบะหมี่มากนักและไม่มีผลต่อการสูญเสียในระหว่างการลวก

ไขมัน เมื่อเปรียบเทียบกับ ปริมาณไขมันของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (ก่อนลวก) กับปริมาณไขมันของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(ก่อนลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณไขมันน้อยกว่าปริมาณไขมันของบะหมี่สดสูตรต้นแบบร้อยละ 1.94

เมื่อเปรียบเทียบกับ ปริมาณไขมันของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (หลังลวก) กับ ปริมาณไขมันของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(หลังลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณไขมันน้อยกว่าปริมาณไขมันของบะหมี่สดสูตรต้นแบบร้อยละ1.02

เมื่อเปรียบเทียบกับ ปริมาณไขมันของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ก่อนลวก และ หลังลวก พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักหลังลวก มีปริมาณไขมันลดลงจากก่อนลวก ร้อยละ 0.87

เมื่อเปรียบเทียบกับ ปริมาณไขมันของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ก่อนลวก และหลังลวก พบว่า บะหมี่สดสูตรต้นแบบหลังลวกมีปริมาณไขมันลดลงจากก่อนลวก ร้อยละ 1.79

ดังนั้นการเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลทำให้ปริมาณไขมันในบะหมี่สดลดลงเล็กน้อย แต่ อัตราส่วนของปริมาณไขมันก่อนลวกและหลังลวกของบะหมี่สดสูตรต้นแบบกับบะหมี่สดเสริมเชื้อ เมือกเมล็ดแมงลักมีความแตกต่างกัน โดยที่บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีการลดลงของไขมันหลังลวกน้อยกว่าของบะหมี่สูตรต้นแบบ ซึ่งแปลว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีการ สูญเสียของไขมันระหว่างลวกน้อยกว่าบะหมี่สดสูตรต้นแบบ

พลังงาน เมื่อเปรียบเทียบกับ ปริมาณพลังงานของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (ก่อนลวก) กับปริมาณพลังงานของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(ก่อนลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือก เมล็ดแมงลัก มีพลังงานน้อยกว่าปริมาณพลังงานของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ 64.74 กิโลแคลอรี

เมื่อเปรียบเทียบกับ ปริมาณพลังงานของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก (หลังลวก) กับ ปริมาณพลังงานของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(หลังลวก) พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณพลังงานน้อยกว่าปริมาณพลังงานของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ 56.86 กิโลแคลอรี

เมื่อเปรียบเทียบกับ ปริมาณพลังงานของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ก่อนลวก และ หลังลวก พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักหลังลวก มีปริมาณพลังงานเพิ่มขึ้นจากก่อนลวก เล็กน้อยคือ 0.61 กิโลแคลอรี

เมื่อเปรียบเทียบกับ ปริมาณพลังงานของบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ก่อนลวก และหลังลวก พบว่า บะหมี่สดสูตรต้นแบบหลังลวกมีปริมาณพลังงานลดลงจากก่อนลวก 7.27 กิโลแคลอรี

ดังนั้นการเติมเชื้อเมือกเมือกแมงลักมีผลทำให้ปริมาณพลังงานในบะหมี่ลดลง และอัตราส่วนของปริมาณพลังงานของบะหมี่สูตรต้นแบบกับบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมือกแมงลักก่อนลวกและหลังลวกใกล้เคียงกัน ซึ่งแปลว่าเชื้อเมือกเมือกแมงลักไม่มีผลต่อการสูญเสียพลังงานของบะหมี่ระหว่างลวก

4.3. การศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมือกแมงลัก

4.3.1. ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมือกแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่ต่างกัน

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้าน สี ความคล้ำ ความเนียน ความนุ่ม ความเหนียว กลิ่นต่าง กลิ่นไข่ กลิ่นแมงลัก และรสเค็ม ของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมือกแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 เพื่อศึกษาผลของการเติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อคุณภาพของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมือกแมงลัก และเลือกบะหมี่สดที่มีปริมาณสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป ผลแสดงในตารางที่ 12 จากการทดลองพบว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตมีผลอย่างชัดเจนต่อความคล้ำของบะหมี่สด โดยที่การเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตมากขึ้นจะทำให้บะหมี่สดมีความคล้ำมากขึ้นตามลำดับ และโซเดียมไบคาร์บอเนตยังมีผลต่อคุณสมบัติอื่น ๆ ของบะหมี่โดยสามารถแยกเป็นคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ดังนี้

สี พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมือกแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นส่วนผสมร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมือกแมงลักรวมกันมีสีเหลืองน้อยกว่าสีเหลืองของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 0.733 ± 0.32 , 0.804 ± 0.29 , 0.796 ± 0.26 และ 0.782 ± 0.28 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านสีของบะหมี่ทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณร้อยละ 0.0 – 0.3 จึงมีผลต่อสีเหลืองของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมือกแมงลักเล็กน้อย และบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร มีสีเหลืองใกล้เคียงกับสีเหลืองของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ตารางที่ 12 การประเมินทางประสาทสัมผัส ของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก* ที่มี
โซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่ต่างกัน (แสดงในรูปของค่าร้อยละ)

ลักษณะการประเมิน ทางประสาทสัมผัส	ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต(ร้อยละ)**			
	0	0.1	0.2	0.3
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
สี	$0.733^a \pm 0.32$	$0.804^a \pm 0.29$	$0.796^a \pm 0.26$	$0.782^a \pm 0.28$
ความคล้ำ	$1.178^b \pm 0.39$	$1.240^b \pm 0.27$	$1.200^b \pm 0.44$	$1.463^a \pm 0.45$
ความเนียน	$0.812^a \pm 0.15$	$0.821^a \pm 0.17$	$0.869^a \pm 0.14$	$0.739^b \pm 0.13$
ความนุ่ม	$0.873^a \pm 0.14$	$0.909^a \pm 0.14$	$0.880^a \pm 0.16$	$0.766^b \pm 0.19$
ความเหนียว	$0.788^a \pm 0.18$	$0.805^a \pm 0.16$	$0.804^a \pm 0.19$	$0.822^a \pm 0.26$
กลิ่นต่าง	$1.113^a \pm 0.45$	$1.040^a \pm 0.35$	$0.966^a \pm 0.27$	$1.052^a \pm 0.39$
กลิ่นเมล็ดแมงลัก	$0.803^a \pm 0.37$	$0.809^a \pm 0.43$	$0.870^a \pm 0.47$	$0.991^a \pm 0.55$
กลิ่นไข่	$0.780^a \pm 0.33$	$0.783^a \pm 0.37$	$0.761^a \pm 0.33$	$0.776^a \pm 0.45$
รสเค็ม	$0.784^a \pm 0.36$	$0.661^a \pm 0.37$	$0.720^a \pm 0.36$	$0.721^a \pm 0.27$

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงว่ามีคะแนนเฉลี่ยการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

* หมายถึง บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15

** หมายถึง ร้อยละของน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

ความคล้ำ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นส่วนผสมร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 มีความคล้ำมากกว่าความคล้ำของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย คือ มีคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้ำเท่ากับ 1.178 ± 0.39 , 1.240 ± 0.27 และ 1.200 ± 0.44 ตามลำดับ ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.3 มีความคล้ำมากกว่าความคล้ำของบะหมี่สดในอุดมคติก่อนข้างมากคือมีคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้ำเท่ากับ 1.463 ± 0.45 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้ำของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมคาร์บอเนตเป็นส่วนผสมร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นส่วนผสมร้อยละ 0.3 มีความแตกต่างกับสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตมีผลต่อความคล้ำของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเล็กน้อย กล่าวคือเมื่อเติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0 – 0.2 ลงในส่วนผสมพบว่าบะหมี่มีความคล้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเพิ่มจำนวนเป็นร้อยละ 0.3 พบว่าความคล้ำของบะหมี่เพิ่มขึ้นจนมีความแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 จึงมีความคล้ำใกล้เคียงกับความคล้ำของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความเนียน พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 มีความเนียนน้อยกว่าความเนียนของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย คือมีคะแนนเฉลี่ยความเนียนเท่ากับ 0.812 ± 0.15 , 0.821 ± 0.17 , 0.869 ± 0.14 และ 0.739 ± 0.13 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความเนียนของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.3 มีความแตกต่างกับสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตมีผลต่อความเนียนของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเล็กน้อย กล่าวคือเมื่อเติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0 – 0.2 ลงในส่วนผสมพบว่าบะหมี่มีความเนียนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเพิ่มจำนวนเป็นร้อยละ 0.3 พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่มีความเนียนลดลงจนมีความแตกต่างกับสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 จึงมีความเนียนใกล้เคียงกับความเนียนของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความนุ่ม พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 มีความนุ่มน้อยกว่าความนุ่มของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อยคือมีคะแนนเฉลี่ยด้านความนุ่มเท่ากับ 0.873 ± 0.14 , 0.909 ± 0.14 , 0.880 ± 0.16 และ 0.766 ± 0.19 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความนุ่มของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.3 มีความแตกต่างกับสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อความนุ่มของปะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเล็กน้อย กล่าวคือเมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.0 – 0.2 ลงในส่วนผสมพบว่าปะหมี่มีความนุ่มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเพิ่มจำนวนเป็นร้อยละ 0.3 พบว่าความนุ่มของปะหมี่ลดลงจนมีความแตกต่างกับสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นปะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 จึงมีความนุ่มใกล้เคียงกับความนุ่มของปะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความเหนียว พบว่าปะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ มีความเหนียวน้อยกว่าความเหนียวของปะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวเท่ากับ 0.788 ± 0.18 , 0.805 ± 0.16 , 0.804 ± 0.19 และ 0.822 ± 0.26 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวของปะหมี่ทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.0 – 0.3 จึงมีผลเล็กน้อยต่อความเหนียวของปะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีความเหนียวใกล้เคียงกับความเหนียวของปะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

กลิ่นต่าง พบว่าปะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ มีกลิ่นต่างมากกว่ากลิ่นต่างของปะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นต่างเท่ากับ 1.113 ± 0.45 , 1.040 ± 0.35 , 0.966 ± 0.27 และ 1.052 ± 0.39 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นต่างของปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.0 – 0.3 จึงมีผลเล็กน้อยต่อกลิ่นต่างของปะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และปะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีกลิ่นต่างใกล้เคียงกับกลิ่นต่างของปะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

กลิ่นเมล็ดแมงลัก พบว่าปะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ มีกลิ่นเมล็ดแมงลักน้อยกว่ากลิ่นเมล็ดแมงลักของปะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเมล็ดแมงลักเท่ากับ 0.803 ± 0.37 , 0.809 ± 0.43 , 0.870



± 0.47 และ 0.991 ± 0.55 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเมล็ดแมงลักของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

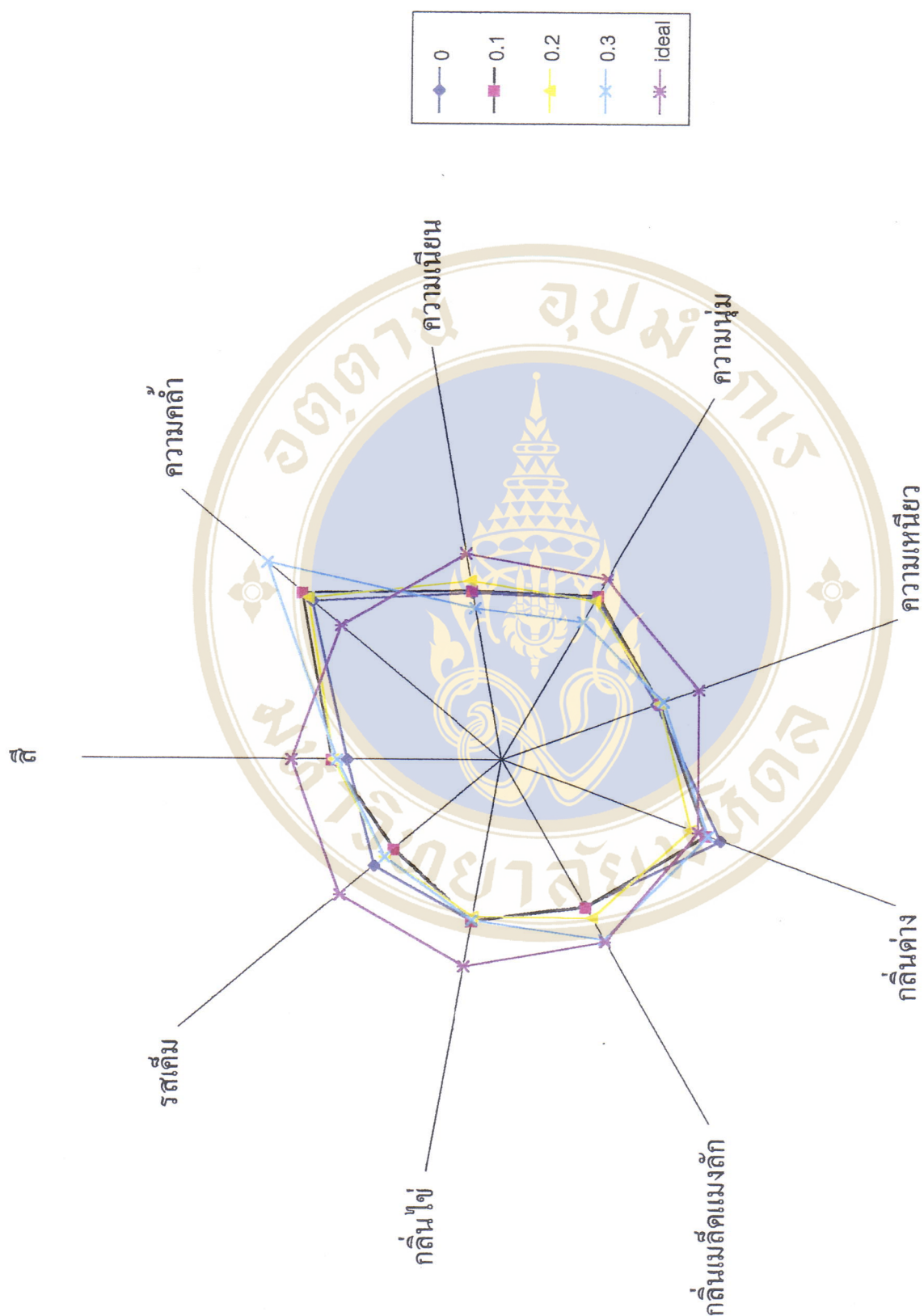
ดังนั้นสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0 – 0.3 จึงไม่มีผลต่อกลิ่นเมล็ดแมงลักของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีกลิ่นเมล็ดแมงลักใกล้เคียงกับกลิ่นของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

กลิ่นไข่ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ มีกลิ่นไข่น้อยกว่ากลิ่นไข่ของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นไข่เท่ากับ 0.780 ± 0.33 , 0.783 ± 0.37 , 0.761 ± 0.33 และ 0.776 ± 0.45 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นไข่ของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0 – 0.3 จึงมีผลเล็กน้อยต่อกลิ่นไข่ของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีกลิ่นไข่ใกล้เคียงกับกลิ่นไข่ของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

รสเค็ม พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นส่วนผสม 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม ตามลำดับ มีรสเค็มน้อยกว่ารสเค็มของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านรสเค็มเท่ากับ 0.784 ± 0.36 , 0.661 ± 0.37 , 0.720 ± 0.36 และ 0.721 ± 0.27 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านรสเค็มของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0 – 0.3 จึงมีผลเล็กน้อยต่อรสเค็มของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีรสเค็มใกล้เคียงกับรสเค็มของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน



รูปที่ 8 กราฟเส้นใยแมงมุมแสดงค่าโครงสร้างของผลิตภัณฑ์อะหมีสตรีมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีไซโตซินไปคาร์บอนไนโตรเจนปริมาณต่างกัน

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสทั้งหมด ของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นส่วนผสมในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน สามารถแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ในรูปกราฟใยแมงมุมดังแสดงในรูปที่ 8 พบว่าบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 มีเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกับบะหมี่สดในอุดมคติมากนัก และบะหมี่สดทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแปลว่าสามารถเลือกใช้บะหมี่สูตรใดสูตรหนึ่งใน 4 สูตรนี้ได้ โดยไม่มีความแตกต่างกันด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส แต่เมื่อพิจารณาถึงด้านความคล้าซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักในการลดโซเดียมไบคาร์บอเนตพบว่า บะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่ไม่ใส่โซเดียมไบคาร์บอเนต (หรือโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0) มีคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้าเท่ากับ 1.178 ± 0.39 ซึ่งใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติมากที่สุด จึงได้เลือกสูตรบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่ไม่เติมโซเดียมไบคาร์บอเนตในการทดลองขั้นต่อไป

4.3.2. การทดสอบทางกายภาพของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก ที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นส่วนผสมในปริมาณต่าง ๆ กัน

4.3.2.1. การทดสอบความเหนียว

ผลการทดสอบความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นส่วนผสมร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 โดยน้ำหนักของแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกันทั้ง ก่อนลวก และหลังลวก ผลจากการทดลองพบว่าสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตมีผลต่อความเหนียวของเส้นบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทั้งก่อนลวกและหลังลวก โดยบะหมี่สดจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามปริมาณของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น ทั้งในบะหมี่ก่อนลวก และในบะหมี่หลังลวก ดังแสดงในตารางที่ 13 และ 14

ตารางที่ 13 ความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก* ที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนต ในปริมาณที่ต่างกัน(ก่อนลวก)

ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต (ร้อยละ)**	ความเหนียว (มิลลินิวตัน) $\bar{X} \pm SD$
0.0	130.68 $\pm$ 32.58
0.1	157.74 $\pm$ 40.82
0.2	165.70 $\pm$ 33.81
0.3	163.36 $\pm$ 38.14

หมายเหตุ * หมายถึงบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15

** หมายถึงร้อยละโดยน้ำหนักแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

ตารางที่ 14 ความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก* ที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนต ในปริมาณที่ต่างกัน(หลังลวก)

ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต (ร้อยละ)**	แรงกระทำสูงสุด (มิลลินิวตัน) $\bar{X} \pm SD$
0.0	287.98 $\pm$ 70.61
0.1	350.93 $\pm$ 67.05
0.2	355.36 $\pm$ 67.04
0.3	356.31 $\pm$ 81.69

หมายเหตุ * หมายถึงบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15

** หมายถึงร้อยละโดยน้ำหนักแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

4.3.2.2.ผลการทดสอบความเข้มของสีและความสว่าง

ผลการทดสอบความเข้มของสีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ ทดสอบทั้งก่อนลวกและหลังลวก ดังแสดงผลในตารางที่ 15 และ 16 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักจะมีความสว่างลดลงเล็กน้อยตามปริมาณสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลเช่นเดียวกันทั้งบะหมี่สดก่อนลวกและหลังลวก โดยบะหมี่สดที่ไม่เติมสารละลายโซเดียม

ไบคาร์บอเนตจะมีความสว่างมากที่สุด ส่วนสีเหลืองของบะหมี่สดก่อนลวกเมื่อเติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 – 0.3 จะทำให้ค่า a และ ค่า b เพิ่มขึ้น ซึ่งแปลว่าบะหมี่มีสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต แต่ในบะหมี่หลังลวก ค่า a และ ค่า b ลดลงซึ่งแปลว่าสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 – 0.3 มีผลทำให้สีเหลืองและแดงของบะหมี่สดหลังลวกลดลง

ตารางที่15 สีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก*ที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่ต่างกัน(ก่อนลวก)

ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต(ร้อยละ)**	ค่า L	ค่า a	ค่า b
0.0	57.31	0.47	8.83
0.1	56.37	0.44	8.85
0.2	56.71	0.92	8.88
0.3	55.17	1.09	8.63

หมายเหตุ * หมายถึงบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก*ที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15

** หมายถึงร้อยละ โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

ค่า L หมายถึง ค่าความสว่างของสิ่งทดลอง โดยความสว่างจะแปรผันตรงกับค่า L

ค่า a หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลอง โดยค่า $a < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีค่าก่อนมาทางเขียว และถ้าค่า $a > 0$ แปลว่าสีก่อนมาทางแดง

ค่า b หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลอง โดยที่ค่า $b < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีก่อนมาทางน้ำเงิน และถ้าค่า $b > 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีก่อนมาทางเหลือง

ตารางที่ 16 สีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก*ที่มีโซเดียม ไบคาร์บอเนต ในปริมาณที่ต่างกัน(หลังลวก)

ปริมาณ โซเดียม ไบคาร์บอเนต(ร้อยละ)**	ค่า L	ค่า a	ค่า b
0.0	58.73	1.86	11.29
0.1	57.76	0.62	9.41
0.2	57.62	0.58	9.30
0.3	56.53	-0.21	7.36

หมายเหตุ * หมายถึงบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้ง
สตาร์ในปริมาณร้อยละ 15

** หมายถึงร้อยละ โดยน้ำหนักแป้งสตาร์และเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

ค่า L หมายถึง ค่าความสว่างของสิ่งทดลอง โดยความสว่างจะแปรผันตรงกับค่า L

ค่า a หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลอง โดยค่า $a < 0$ แปลว่าสีทดลองมีค่าค่อนข้าง
ทางเขียว และถ้าค่า $a > 0$ แปลว่าสีค่อนข้างแดง

ค่า b หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลองโดยที่ค่า $b < 0$ แปลว่าสีทดลองมีสีค่อนข้างทาง
น้ำเงิน และถ้าค่า $b > 0$ แปลว่าสีทดลองมีสีค่อนข้างเหลือง

4.4. การศึกษาผลของเกลือที่มีต่อบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

4.4.1.การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดเสริมเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือใน ปริมาณต่างกัน

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้าน สี ความคล้ำ ความเนียน ความนุ่ม ความเหนียว กลิ่นต่าง กลิ่นไข่ กลิ่นแมงลัก และรสเค็ม ของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือก เมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสตาร์ในปริมาณร้อยละ 15 และไม่เติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต พบ ว่าบะหมี่มีคะแนนเฉลี่ยความคล้ำใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากขึ้น แต่บะหมี่มีความ เค็มลดลง ดังนั้นจึงศึกษาปริมาณของเกลือที่มีผลต่อคุณภาพของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ด แมงลัก โดยเลือกบะหมี่สดที่มีปริมาณเกลือที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป จากการทดลองพบว่าปริมาณเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 โดยน้ำหนักของแป้งสตาร์และเยื่อเมือกเมล็ด แมงลักรวมกัน มีผลเล็กน้อยต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของบะหมี่สดดังแสดงไว้ในตารางที่ 17

สี พบว่าปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ มีสีเหลืองน้อยกว่าสีเหลืองของปะหมีสดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 0.899 ± 0.37 , 0.840 ± 0.40 , 0.780 ± 0.36 และ 0.865 ± 0.37 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านสีของปะหมีสดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมีสดทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นปริมาณเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 จึงมีผลเล็กน้อยต่อสีเหลืองของปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และปะหมีสดทั้ง 4 สูตรจึงมีสีเหลืองใกล้เคียงกับสีเหลืองของปะหมีสดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ความคล้ำ พบว่าปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 มีความคล้ำมากกว่าความคล้ำของปะหมีสดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้ำเท่ากับ 1.022 ± 0.40 , 1.165 ± 0.32 , 1.153 ± 0.43 และ 1.152 ± 0.36 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้ำของปะหมีสดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าปะหมีสดทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นปริมาณเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 จึงมีผลเล็กน้อยต่อความคล้ำของปะหมีสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และปะหมีสดทั้ง 4 สูตร จึงมีความคล้ำใกล้เคียงกับความคล้ำของปะหมีสดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

ตารางที่ 17 การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก*ที่มีเกลือ
ในปริมาณที่ต่างกัน (แสดงในรูปของค่าเรโซเนลล์)

ลักษณะการประเมิน ทางประสาทสัมผัส	ปริมาณเกลือ(ร้อยละ)**			
	0.2	0.5	1.0	1.5
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
สี	$0.899^a \pm 0.37$	$0.840^a \pm 0.40$	$0.780^a \pm 0.36$	$0.865^a \pm 0.37$
ความคล้ำ	$1.022^a \pm 0.40$	$1.165^a \pm 0.32$	$1.153^a \pm 0.43$	$1.152^a \pm 0.36$
ความเนียน	$0.835^b \pm 0.14$	$1.299^a \pm 0.37$	$0.794^b \pm 0.13$	$0.807^b \pm 0.17$
ความนุ่ม	$0.829^a \pm 0.14$	$0.790^a \pm 0.16$	$0.777^a \pm 0.19$	$0.743^a \pm 0.17$
ความเหนียว	$0.872^a \pm 0.18$	$0.849^a \pm 0.19$	$0.914^a \pm 0.23$	$0.908^a \pm 0.19$
กลิ่นค่าง	$0.864^a \pm 0.38$	$0.972^a \pm 0.33$	$0.974^a \pm 0.36$	$0.990^a \pm 0.42$
กลิ่นแมงลัก	$1.222^a \pm 0.71$	$1.148^a \pm 0.64$	$1.198^a \pm 0.73$	$1.141^a \pm 0.67$
กลิ่นไข่	$0.840^a \pm 0.32$	$0.965^a \pm 0.32$	$0.908^a \pm 0.37$	$0.982^a \pm 0.30$
รสเค็ม	$0.823^a \pm 0.41$	$0.822^a \pm 0.38$	$0.795^a \pm 0.40$	$0.767^a \pm 0.42$

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงว่ามีคะแนนเฉลี่ยการประเมินทาง
ประสาทสัมผัสที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

* หมายถึงบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้ง
สาลีในปริมาณร้อยละ 15

** หมายถึงร้อยละ โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

ความเนียน พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณเกลือร้อยละ 0.2, 1.0 และ 1.5 มีความเนียนน้อยกว่าความเนียนของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย คือมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเนียนเท่ากับ 0.835 ± 0.14 , 0.794 ± 0.13 และ 0.807 ± 0.17 ตามลำดับ ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณเกลือร้อยละ 0.5 มีความเนียนมากกว่าความเนียนของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย คือมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเนียนเท่ากับ 1.299 ± 0.37 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความเนียนมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 1.0 และ 1.5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.5 มีความแตกต่างกับสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นเกลือร้อยละ 0.2 – 0.5 มีผลทำให้กะหล่ำมีความเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณาถึงกะหล่ำสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีความเหนียวใกล้เคียงกับกะหล่ำสดที่ผู้บริโภคร้องการที่สุดพบว่ากะหล่ำสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 1.0 และ 1.5 มีความเหนียวใกล้เคียงกับความเหนียวที่ผู้บริโภคร้องการเท่าเทียมกัน

ความนุ่ม พบว่ากะหล่ำสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 มีความนุ่มน้อยกว่าความนุ่มของกะหล่ำสดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความนุ่มเท่ากับ 0.829 ± 0.14 , 0.790 ± 0.16 , 0.777 ± 0.19 และ 0.743 ± 0.17 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความนุ่มของกะหล่ำสดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่ากะหล่ำสดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 จึงมีผลเล็กน้อยต่อความนุ่มของกะหล่ำสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และ กะหล่ำสดทั้ง 4 สูตรจึงมีความนุ่มใกล้เคียงกับความนุ่มของกะหล่ำสดในอุดมคติที่ผู้บริโภคร้องการเท่าเทียมกัน

ความเหนียว พบว่ากะหล่ำสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 มีความเหนียวน้อยกว่าความเหนียวของกะหล่ำสดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวเท่ากับ 0.872 ± 0.18 , 0.849 ± 0.19 , 0.914 ± 0.23 และ 0.908 ± 0.19 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวของกะหล่ำสดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่ากะหล่ำสดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 จึงมีผลเล็กน้อยต่อความเหนียวของกะหล่ำสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และ กะหล่ำสดทั้ง 4 สูตรจึงมีความเหนียวใกล้เคียงกับความเหนียวของกะหล่ำสดในอุดมคติที่ผู้บริโภคร้องการเท่าเทียมกัน

กลิ่นคาว พบว่ากะหล่ำสดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 มีกลิ่นคาวน้อยกว่ากลิ่นคาวของกะหล่ำสดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นคาวเท่ากับ 0.864 ± 0.38 , 0.972 ± 0.33 , 0.974 ± 0.36 และ 0.990 ± 0.42 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นคาวของกะหล่ำสดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่ากะหล่ำสดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 จึงมีผลเล็กน้อยต่อกลิ่นต่างของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีกลิ่นต่างใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นกลิ่นต่างของบะหมี่สดที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

กลิ่นเมล็ดแมงลัก พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 มีกลิ่นเมล็ดแมงลักมากกว่ากลิ่นเมล็ดแมงลักของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเมล็ดแมงลักเท่ากับ 1.222 ± 0.71 , 1.148 ± 0.64 , 1.198 ± 0.73 และ 1.141 ± 0.67 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเมล็ดแมงลักของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 จึงมีผลเล็กน้อยต่อกลิ่นเมล็ดแมงลักของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และ บะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีกลิ่นเมล็ดแมงลักใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นกลิ่นเมล็ดแมงลักของบะหมี่สดที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

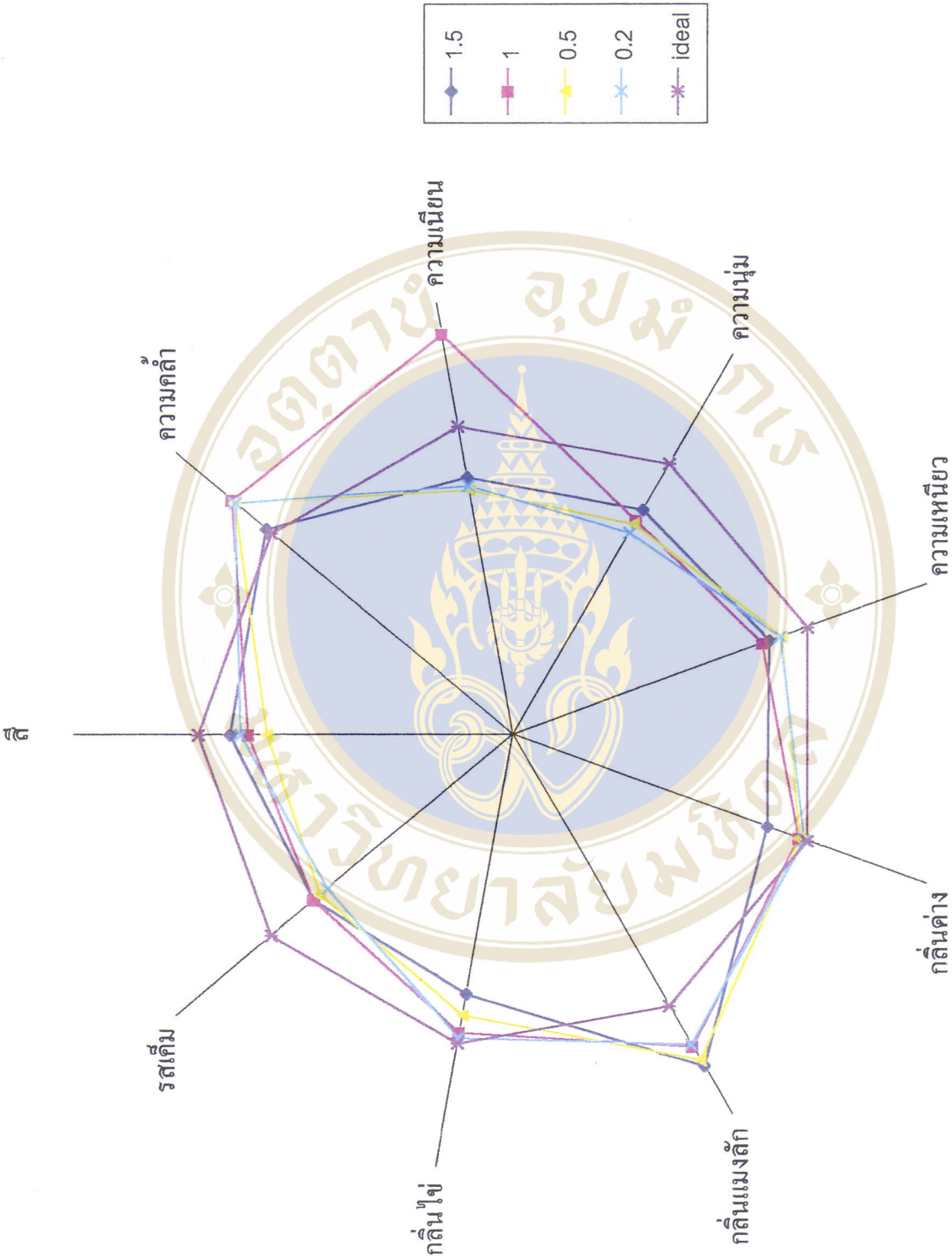
กลิ่นไข่ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 มีกลิ่นไข่น้อยกว่ากลิ่นไข่ของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นไข่เท่ากับ 0.840 ± 0.32 , 0.965 ± 0.32 , 0.908 ± 0.37 และ 0.982 ± 0.30 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นไข่ของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 จึงมีผลเล็กน้อยต่อกลิ่นไข่ของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีกลิ่นไข่ใกล้เคียงกับกลิ่นไข่ของบะหมี่สดในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

รสเค็ม พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 มีรสเค็มน้อยกว่ารสเค็มของบะหมี่สดในอุดมคติเล็กน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านรสเค็มเท่ากับ 0.823 ± 0.41 , 0.822 ± 0.38 , 0.795 ± 0.40 และ 0.767 ± 0.42 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยด้านรสเค็มของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 จึงมีผลเล็กน้อยต่อรสชาติของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก และบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรจึงมีรสชาติใกล้เคียงกับรสชาติของบะหมี่สดที่ผู้บริโภคต้องการเท่าเทียมกัน

จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสทั้งหมดของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือเป็นส่วนผสมในปริมาณต่าง ๆ กัน โดยแสดงได้ในรูปกราฟไขแมงมุมดังรูปที่ 9 พบว่ามีเกลือร้อยละ 0.2 - 1.5 มีผลต่อคุณลักษณะของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเล็กน้อย และส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่า ถ้าโครงของผลิตภัณฑ์ของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 1.5 มีเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับบะหมี่ในอุดมคติมากที่สุด ถึงแม้ว่าคุณภาพด้านรสชาติของบะหมี่สูตรดังกล่าวจะห่างจากผลิตภัณฑ์ในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุดก็ตาม ซึ่งเกิดจากความใกล้เคียงกันมากของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตร ทำให้ผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ ประกอบกับขั้นตอนในการชิมมีการชิมพร้อมกันน้ำซุป ซึ่งน้ำซุปมีผลต่อรสชาติของบะหมี่ด้วย ดังนั้นจากการทดลองทั้งหมด จึงได้เลือกบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 1.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด และนำบะหมี่สูตรดังกล่าวไปทดลองในขั้นต่อไป



รูปที่ ๑ กราฟเส้นในแผนภูมิแสดงค่าโครงการผลิตภัณฑ์ของปะหมี่เสริมเชื้อเมือกเคดแมงลักที่มีเกลือในปริมาณต่างกัน

4.4.2.การทดสอบทางกายภาพของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน

4.4.2.1. ผลการทดสอบความเหนียว

ผลการทดสอบความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 พบว่าเกลือมีผลต่อความเหนียวของเส้นบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก โดยบะหมี่สดจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามปริมาณของเกลือที่เพิ่มขึ้น ทั้งในบะหมี่ก่อนลวกและหลังลวก ดังแสดงในตารางที่ 18 และ 19

ตารางที่ 18 ความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก* ที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน (ก่อนลวก)

ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)**	ความเหนียว (มิลลินิวตัน)
	$\bar{X} \pm SD$
0.2	157.74 ± 40.82
0.5	180.94 ± 46.75
1.0	172.00 ± 38.25
1.5	174.76 ± 42.19

หมายเหตุ * หมายถึงบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 และปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0

** หมายถึงร้อยละ โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

ตารางที่ 19 ความเหนียวของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก* ที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน (หลังลวก)

ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)**	ความเหนียว (มิลลินิวตัน) $\bar{X} \pm SD$
0.2	350.93 $\pm$ 67.05
0.5	352.78 $\pm$ 55.33
1.0	343.36 $\pm$ 56.91
1.5	361.28 $\pm$ 58.13

หมายเหตุ* หมายถึงบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 และปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0
 ** หมายถึงร้อยละ โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

4.4.2.2. ผลการทดสอบความเข้มของสีและความสว่าง

ผลการทดสอบความเข้มของสีและความสว่างของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 กรัมตามลำดับ โดยทดสอบทั้งก่อนลวกและหลังลวก ดังแสดงในตารางที่ 20 และ 21 ตามลำดับ พบว่าบะหมี่สดก่อนลวกจะมีความสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้น โดยดูได้จากค่า L ที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ในบะหมี่สดหลังลวกการเติมเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 ในส่วนผสมมีผลเล็กน้อยต่อความสว่างของบะหมี่ ส่วนสีของบะหมี่สดก่อนลวกและหลังลวกเมื่อเติมเกลือในปริมาณร้อยละ 0.2 – 1.5 จะทำให้บะหมี่มีสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยแปลผลได้จากค่า a และ b ที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณของเกลือ ดังนั้นบะหมี่จะมีสีแดงและเหลืองเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตามปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 20 สีและความสว่างของบะหมี่เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก*ที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน (ก่อนลวก)

ปริมาณเกลือ(ร้อยละ**)	ค่า L	ค่า a	ค่า b
0.2	56.71	0.44	8.85
0.5	57.89	0.56	8.23
1.0	56.88	0.57	8.56
1.5	58.42	0.58	8.12

หมายเหตุ * หมายถึงบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 และปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0

** หมายถึงร้อยละ โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

ค่า L หมายถึง ค่าความสว่างของสิ่งทดลอง โดยความสว่างจะแปรผันตรงกับค่า L

ค่า a หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลอง โดยค่า $a < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีค่าก่อนมา

ทางเขียว และถ้าค่า $a > 0$ แปลว่าสีก่อนมาทางแดง

ค่า b หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลองโดยที่ค่า $b < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีก่อนมาทาง

น้ำเงิน และถ้าค่า $b > 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีก่อนมาทางเหลือง

ตารางที่ 21 สีและความสว่างของบะหมี่เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก*ที่มีเกลือในปริมาณที่ต่างกัน (หลังลวก)

ปริมาณเกลือ(ร้อยละ**)	ค่า L	ค่า a	ค่า b
0.2	57.76	0.62	1.41
0.5	57.33	0.67	1.39
1.0	57.52	0.62	1.41
1.5	57.36	0.63	1.43

หมายเหตุ * หมายถึงบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 และปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0

** หมายถึงร้อยละ โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

ค่า L หมายถึง ค่าความสว่างของสิ่งทดลอง โดยความสว่างจะแปรผันตรงกับค่า L

ค่า a หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลอง โดยค่า $a < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีค่าก่อนมา

ทางเขียว และถ้าค่า $a > 0$ แปลว่าสีก่อนมาทางแดง

ค่า b หมายถึง ค่าสีของสิ่งทดลองโดยที่ค่า $b < 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีก่อนมาทาง

น้ำเงิน และถ้าค่า $b > 0$ แปลว่าสิ่งทดลองมีสีก่อนมาทางเหลือง

4.4.3.การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

จากการทดลองทั้งหมดทำให้ได้สูตรบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่ดีที่สุด คือ บะหมี่สดที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 โดยไม่เติมโซเดียมไบคาร์บอเนต และ มีเกลือร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน นำบะหมี่สดสูตรดังกล่าวมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการ โดยวิเคราะห์ทั้งก่อนลวกและหลังลวก ทดลอง 3 ซ้ำ ดังแสดงผลในตารางที่ 22 พบว่าบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักหลังลวกมีความชื้นเพิ่มขึ้น ร้อยละ 30.65 มีโปรตีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.47 คาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.12 ใยอาหารลดลง ร้อยละ 4.95 เถ้าลดลง ร้อยละ 0.06 ไขมันลดลงร้อยละ 0.82 และ พลังงานเพิ่มขึ้น 15.94 กิโลแคลอรี โดยคำนวณจากน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ของบะหมี่ก่อนลวก และ หลังลวก ดังนั้นจะเห็นสารอาหาร และพลังงานของบะหมี่สดหลังลวกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งแท้ที่จริงสารอาหารและพลังงานไม่ได้เพิ่มขึ้น แต่เป็นเพราะบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักหลังลวกมีความชื้นสูง ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของแห้งบะหมี่สดหลังลวกจะมีปริมาณมากกว่าบะหมี่สดก่อนลวกมาก

ตารางที่ 22 คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก* ทั้งก่อนลวกและหลังลวก

คุณค่าทางโภชนาการ**	บะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก(ก่อนลวก)	บะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก (หลังลวก)
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
ความชื้น(ร้อยละ)	45.07 $\pm$ 0.05	75.72 $\pm$ 0.75
โปรตีน(ร้อยละ)	15.12 $\pm$ 0.05	15.59 $\pm$ 0.11
คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	60.61 $\pm$ 1.30	65.73 $\pm$ 1.30
ใยอาหาร(ร้อยละ)	19.70 $\pm$ 1.57	14.75 $\pm$ 2.47
เถ้า(ร้อยละ)	1.25 $\pm$ 0.003	1.19 $\pm$ 0.18
ไขมัน(ร้อยละ)	3.56 $\pm$ 0.12	2.74 $\pm$ 0.25
พลังงาน(กิโลแคลอรี)	334.00 $\pm$ 3.10	349.94 $\pm$ 2.00

หมายเหตุ * หมายถึงบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0 และปริมาณเกลือร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

** หมายถึง คำนวณจากน้ำหนักแห้งของบะหมี่ 100 กรัม (ยกเว้นความชื้นที่คำนวณจากน้ำหนักสดของบะหมี่ 100 กรัม)

จากการทดลองทั้งหมดทำให้ได้ สูตรบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ แป้งสาลี 85 กรัม เยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก 15 กรัม เกลือ 1.5 กรัม น้ำ 65 กรัม ไข่ไก่ 25 กรัม ซึ่งบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีโภชนาการมากกว่าบะหมี่สดสูตรต้นแบบร้อยละ 13.57 (ก่อนลวก) และร้อยละ 9.17 ในบะหมี่สด (หลังลวก) หรือประมาณ 3 เท่า และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ดี รูปร่างของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักก่อนลวก และ หลังลวก แสดงในรูปที่ 10 และ รูปที่ 11

4.4.4. ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิต

การคำนวณต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตมะหมี่สดที่ไม่ได้เสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก
เปรียบเทียบกับมะหมี่สดที่เสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน แสดงไว้ในตารางที่ 23
โดยที่ราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีราคดังนี้

ราคาค้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตปะหมี่สดเสริมเปลือกเมือกเมล็ดแมงลัก

1. พงเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก กิโลกรัมละ 250 บาท
(คำนวณจากเมล็ดแมงลัก กิโลกรัมละ 50 บาท โดยที่ เมล็ดแมงลัก 1 กิโลกรัมสามารถ
ผลิต พงเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักได้ 200 กรัม)
 2. ส่วนผสมคงที่ของบะหมี่สด
จากสูตรบะหมี่สดต้นแบบ สุวรรณฯ ศรีสวัสดิ์(110) แป้งสาลี 100 กรัม ไข่ไก่ 25 กรัม
(ประมาณ 1 ฟอง) เกลือแกง 0.3 กรัม
 - 2.1 แป้งสาลีตราห่าน กิโลกรัมละ 24 บาท ผลิต 1 ครั้งใช้ 100 กรัม คิดเป็นเงิน 2.40 บาท
 - 2.2 ไข่ไก่ ฟองละ 1.75 บาท ผลิต 1 ครั้งใช้ 1 ฟอง คิดเป็นเงิน 1.75 บาท
 - 2.3 เกลือ กิโลกรัมละ 10 บาท ผลิต 1 ครั้งใช้ 0.3 กรัม คิดเป็นเงิน 0.003บาท
- รวมราคาส่วนผสมที่ 4.153บาท

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตบะหมี่สดที่ไม่ได้เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักและบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน

ปริมาณเชื้อ เมือกที่เติม (ร้อยละ)	น้ำหนัก บะหมี่สด (กรัม)	ราคา ส่วนผสม คงที่ (บาท)	เชื้อเมือก เมล็ดแมงลัก* (บาท)	รวม (บาท)	ราคา ต่อ กิโลกรัม (บาท)	ราคา ที่เพิ่มขึ้น ** (บาท/ กิโลกรัม)
0	154.50	4.15	0.00	4.15	26.86	0.00
10	186.50	3.91	2.50	6.41	34.40	7.51
15	191.50	3.79	3.75	7.54	39.37	12.48
20	196.50	3.67	5.00	8.67	44.12	17.23
25	201.50	3.55	6.25	9.80	48.64	21.75
30	206.50	3.43	7.50	10.93	52.93	26.04

หมายเหตุ * ราคาเมล็ดแมงลักกิโลกรัมละ 50 บาท

****** ราคาต่อกิโลกรัมที่เพิ่มขึ้นจากบะหมี่สดที่ไม่ได้เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก

จากตารางที่ 23 พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีราคาต้นทุนการผลิตสูงขึ้นเมื่อเสริมใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น แต่สูงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยสูงขึ้นจากบะหมี่สดที่ไม่เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในราคา 7.51, 12.48, 17.23, 21.75 และ 26.04 บาท ต่อ กิโลกรัม เมื่อมีการเติมเส้นใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับ



รูปที่ 10 บะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(ก่อนลวก)



รูปที่ 11 บะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ(หลังลวก)

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

5.1. ผลการศึกษาการเลือกสูตรต้นแบบ

จากการทดลองพบว่า บะหมี่สดสูตรที่ 2 หรือสูตรของ สุวรรณ ศรีสวัสดิ์ และคณะ(110) ได้รับการยอมรับจากผู้ชิมว่ามีความใกล้เคียงกับบะหมี่ในอุดมคติมากที่สุด(ตารางที่5) ซึ่งพิจารณาตามคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ดังนี้

สี จากการทดลองพบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติมากที่สุด เนื่องจากบะหมี่สดสูตรที่ 2 มีปริมาณสารละลายต่าง(โซเดียมไบคาร์บอเนต) ในปริมาณที่พอเหมาะกว่าสูตรอื่น ๆ สารละลายต่างเป็นสารที่ทำให้บะหมี่สดมีสีเหลือง โดยสารละลายต่างจะทำปฏิกิริยากับฟลาโวน และ อะพิเจนิน โกลโคซิเคส ซึ่งเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งในแป้งสาลี ทำให้บะหมี่มีสีเหลือง(24) ประกอบกับบะหมี่สดสูตรที่ 2 มีปริมาณไข่ไก่มากกว่าสูตรอื่น ๆ จึงทำให้บะหมี่สดมีสีเหลืองของไข่ไก่มากกว่าสูตรอื่น ๆ ส่งผลให้บะหมี่สดสูตรที่ 2 มีสีที่น่านำบริโภคยิ่งขึ้น(24) ในขณะที่บะหมี่สดสูตรที่ 3 และ 4 มีปริมาณของสารละลายต่าง(โซเดียมไบคาร์บอเนต)สูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2 จึงทำให้บะหมี่สดทั้งสองสูตรมีสีเหลืองที่เข้มเกินกว่าที่ผู้บริโภคต้องการ ส่วนบะหมี่สูตรที่ 1 ไม่มีการเติมสารละลายต่างใด ๆ จึงมีสีเหลืองที่อ่อนกว่าที่ผู้บริโภคต้องการ

ความคล้า จากการทดลองพบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านความคล้าใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติมากที่สุดเพราะมีปริมาณสารละลายต่าง(โซเดียมไบคาร์บอเนต)ในปริมาณที่พอเหมาะกว่าสูตรอื่น ๆ เนื่องจากปริมาณของสารละลายต่างเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้บะหมี่สดเกิดการคล้าขึ้นได้ Miskelly (82) กล่าวว่าบะหมี่สดที่มีการเติมสารละลายต่างจะคล้าได้เร็วกว่าบะหมี่ที่ไม่ได้เติมสารละลายต่าง และการที่จะหยุดปฏิกิริยาดังกล่าวได้ก็ต้องทำให้บะหมี่สุก ดังนั้นการที่บะหมี่สดสูตรที่ 3 และ 4 มีความคล้ามากกว่าบะหมี่สดสูตรที่ 2 เพราะมีการเติมสารละลายต่างที่มากกว่า ส่งผลให้บะหมี่สดทั้งสองสูตรมีความคล้ามากกว่าที่ผู้บริโภคต้องการมาก ในขณะที่บะหมี่สดสูตรที่ 1 ไม่มีการเติมสารละลายต่างจึงมีความคล้าน้อยกว่าที่ผู้บริโภคต้องการ

ความเหนียว จากการทดลองพบว่าบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร มีคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแปลว่าความเหนียวของบะหมี่สดแต่ละสูตร มีความคล้ายคลึงกันมากจนยากที่จะแยกแยะความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

ความนุ่ม จากการทดลองพบว่า ความนุ่มของบะหมี่สดสูตรที่ 1 และ 3 ใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติมากที่สุด บะหมี่สดสูตรที่ 2 มีความนุ่มน้อยกว่าบะหมี่สดสูตรที่ 1 และ 3 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับบะหมี่สดสูตรที่ 1, 3 และ 4 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยหลักที่มีผลต่อความนุ่มของบะหมี่ คือปริมาณโปรตีนและกลูเตนในแป้งสาลีที่ใช้ในการผลิต(112) ซึ่งการผลิตบะหมี่สดในแต่ละสูตรใช้แป้งสาลีชนิดเดียวกัน ดังนั้นความนุ่มที่แตกต่างกันน่าจะเกิดจากปัจจัยเสริมอื่น ๆ เช่น น้ำ ไข่ สารละลายต่าง และ เกลือ

ความเหนียว จากการทดลองพบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 4 มีความเหนียวใกล้เคียงกับความเหนียวของบะหมี่สดในอุดมคติที่สุด บะหมี่สดสูตรที่ 2 มีความเหนียวน้อยกว่าบะหมี่สดสูตรที่ 4 เล็กน้อย โดยที่ความเหนียวของบะหมี่สดทั้ง 2 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยหลักที่มีผลต่อความเหนียวของบะหมี่ คือ ปริมาณโปรตีนและกลูเตนในแป้งสาลีที่ใช้ในการผลิต(112) การผลิตบะหมี่ในแต่ละสูตรใช้แป้งสาลีชนิดเดียวกัน ดังนั้นความเหนียวที่แตกต่างกันน่าจะเกิดจากปัจจัยเสริมอื่น ๆ โดย Miskelly (82) กล่าวว่าสารละลายต่างมีส่วนทำให้บะหมี่มีความคงทน (firm) ขึ้น ซึ่งสามารถทดสอบได้จากการชิมและการทดสอบด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ อรอนงค์ นัยวิกุล (77) กล่าวว่าเกลือมีผลโดยตรงต่อลักษณะกลูเตนในก้อนแป้ง โดยจะเพิ่มความแข็งแรงและแรงต้านการยืดของก้อนแป้ง ดังนั้นบะหมี่สดสูตรที่ 4 ซึ่งมีปริมาณสารละลายต่างและเกลือมากกว่าสูตรอื่น ๆ จึงมีความเหนียวมากที่สุด ในขณะที่บะหมี่สดสูตรที่ 2 มีปริมาณของสารละลายต่างและเกลือน้อยกว่าบะหมี่สดสูตรที่ 3 แต่มีความเหนียวมากกว่า ซึ่งน่าจะมาจากสูตรที่ 2 มีปริมาณไข่มากกว่าทุกสูตร ไข่ที่เติมลงในบะหมี่จะทำให้บะหมี่มีโปรตีนมากขึ้น ดังนั้นโปรตีนที่เพิ่มขึ้นมีส่วนทำให้บะหมี่เหนียวขึ้นด้วย (24,77)

กลิ่นต่าง จากการทดลองพบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 1 มีกลิ่นต่างใกล้เคียงกับกลิ่นต่างของบะหมี่สดในอุดมคติมากที่สุด บะหมี่สดสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีกลิ่นต่างมากกว่ากลิ่นต่างของบะหมี่สดสูตรที่ 1 เล็กน้อย โดยที่กลิ่นต่างของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแปลว่ากลิ่นต่างของแต่ละสูตรมีความคล้ายคลึงกันมากจนยากที่จะแยกแยะความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

กลิ่นไข่ จากการทดลองพบว่า บะหมี่สดสูตรที่ 3 มีกลิ่นไข่น้อยที่สุดและใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติมากที่สุด บะหมี่สดสูตรที่ 1, 2 และ 4 มีกลิ่นไข่มากกว่าบะหมี่สดสูตรที่ 3 เล็กน้อย โดยที่กลิ่นไข่ของบะหมี่สดทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแปลว่า กลิ่นไข่ของแต่ละสูตรมีความคล้ายคลึงกันมากจนยากที่จะแยกแยะความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

รสเค็ม จากการทดลองพบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 1 มีรสเค็มใกล้เคียงกับรสเค็มของบะหมี่สดในอุดมคติมากที่สุด ซึ่งรสเค็มของบะหมี่สดน่าจะเกิดจากปริมาณเกลือที่ใส่ลงในส่วนผสม แต่จากการทดลองพบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 3 และ 4 ซึ่งมีปริมาณเกลือมากกว่าสูตรที่ 1 มีความเค็มน้อยกว่าสูตรที่ 1 ในขณะที่ บะหมี่สดสูตรที่ 2 ซึ่งมีปริมาณเกลือน้อยกว่าสูตรที่ 1 กลับมีความเค็มมากกว่า สูตรที่ 1 จากผลการทดลองจึงชี้ให้เห็นว่าปริมาณเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 แทบจะไม่มีผลต่อรสเค็มในเส้นบะหมี่สด ดังนั้นปัจจัยหลักของรสเค็มของบะหมี่สดน่าจะมาจากสิ่งอื่น เช่น น้ำซุ๊ป

5.2. ผลการศึกษาการผลิตบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

5.2.1. การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยที่บะหมี่สดที่เสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณน้อย จะได้รับการประเมินทางประสาทสัมผัสว่า มีความใกล้เคียงกับบะหมี่สดในอุดมคติมากกว่า บะหมี่สดที่เสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณมาก (ตารางที่ 6) ซึ่งพิจารณาคุณลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

สี จากการทดลองพบว่า การเสริมใยอาหารจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะทำให้บะหมี่มีสีเหลืองอ่อนลงจากที่ผู้บริโภคต้องการ เพราะผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีสีขาวออกน้ำตาลนวล ๆ ดังนั้นเมื่อผสมลงในส่วนผสมของบะหมี่จึงทำให้บะหมี่มีสีเหลืองอ่อนลง

ความคล้า จากการทดลองพบว่า การเสริมใยอาหารจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะทำให้บะหมี่มีความคล้าเพิ่มมากขึ้นกว่าที่ผู้บริโภคต้องการ เนื่องจากสีของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่ใช้มีสีขาวออกน้ำตาลนวล ซึ่งสีน้ำตาลที่มีในเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเกิดจาก

การป็นแยกและการอบแห้ง(20) ดังนั้นเมื่อผสมลงในส่วนผสมของบะหมี่สดจึงทำให้บะหมี่สดมีความคล้าเพิ่มมากขึ้น

ความเนียน จากการทดลองพบว่า การเสริมใยอาหารจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทำให้การยอมรับด้านความเนียนของบะหมี่สดลดลงตามปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น เพราะเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเมื่อรวมตัวกับน้ำแล้วจะเกิดการพองตัวและมีลักษณะเป็นเมือก(19) ซึ่งส่งผลต่อความเนียนของบะหมี่สด และทำให้ผู้ชิมมีการยอมรับที่ลดลง

ความนุ่ม จากการทดลองพบว่า การเสริมใยอาหารจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทำให้บะหมี่สดมีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น เพราะเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักสามารถรวมตัวกับน้ำได้ดี(19) ดังนั้นเมื่อผสมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักลงในบะหมี่สดทำให้บะหมี่สดอุ้มน้ำได้มากขึ้น ส่งผลให้บะหมี่มีความนุ่มที่เพิ่มขึ้นด้วย

ความเหนียว จากการทดลองพบว่า การเสริมใยอาหารจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทำให้บะหมี่สดมีความเหนียวลดลง เพราะเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีคุณสมบัติการดูดซับน้ำที่ดี ดังนั้นเมื่อผสมรวมกับส่วนผสมของบะหมี่ เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักจะเข้าแทรกอยู่ระหว่างเม็ดแป้ง และจะดูดซับน้ำไว้มากทำให้การยึดเกาะระหว่างเม็ดแป้งน้อยลง ส่งผลให้ก้อนแป้งของบะหมี่สดมีความแข็งแรงลดลง ทำให้บะหมี่สดมีความเหนียวลดลง

กลิ่นค่าง จากการทดลองพบว่า การเสริมใยอาหารจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทำให้คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นค่างของบะหมี่สดมากขึ้น ตามปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีกลิ่นเฉพาะที่ค่อนข้างแรง ดังนั้นบะหมี่สดเมื่อผสมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น จะทำให้บะหมี่สดมีกลิ่นที่แรงขึ้น ส่งผลให้บะหมี่สดเหมือนว่ามีกลิ่นค่างที่แรงขึ้น

กลิ่นเมล็ดแมงลัก จากการทดลองพบว่า การเสริมใยอาหารจากเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทำให้ บะหมี่สดมีกลิ่นเมล็ดแมงลักแรงขึ้น ตามปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมล็ดแมงลักมีลักษณะกลิ่นเฉพาะที่ค่อนข้างแรง ถึงแม้ว่าจะใช้เพียงส่วนของเยื่อเมือก แต่กลิ่นของเมล็ดแมงลักบางส่วนก็ยังคงมีอยู่ ดังนั้นจึงทำให้บะหมี่มีกลิ่นเมล็ดแมงลักที่แรงขึ้นตามลำดับ

รสเค็ม จากการทดลองพบว่าผู้ชิมไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของรสเค็มในเส้นบะหมี่ได้ ดังนั้นรสเค็มของบะหมี่น่าจะมาจากน้ำซุปรหรือเครื่องปรุงที่ปรุงเพิ่มลงไป

5.2.2. การทดสอบทางกายภาพของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน

จากการทดสอบทางกายภาพตามข้อ 4.2.2.1 และ 4.2.2.2 พบว่า คุณลักษณะทางกายภาพทั้งทางด้านสี และความเหนียวของบะหมี่สดเปลี่ยนไปตามปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

5.2.2.1.ความเหนียวของเส้นบะหมี่

จากการทดลองพบว่า ความเหนียวของเส้นบะหมี่ลดลงตามปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น ทั้งก่อนลวกและหลังลวก ซึ่งตรงกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัส ดังนั้นเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีผลต่อความเหนียวของเส้นบะหมี่

5.2.2.2.ความเข้มของสีและความสว่าง

จากการทดลองพบว่า บะหมี่สดมีความสว่างลดลงตามปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น และบะหมี่สดมีสีเหลืองและแดงเพิ่มขึ้นตามปริมาณเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น ทั้งก่อนลวกและหลังลวก ซึ่งตรงกับการประเมินทางประสาทสัมผัส ดังนั้นเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักจะทำให้บะหมี่สดคล้ำเพิ่มขึ้นและมีสีแดงเพิ่มมากขึ้น

5.2.3.การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

จากผลการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่าบะหมี่มีใยอาหารเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นทั้งในบะหมี่สดก่อนลวกและบะหมี่สดหลังลวก เมื่อเปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ นอกจากนั้นเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักยังมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการอื่น ๆ ดังนี้

โปรตีน ปริมาณโปรตีนในบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ทั้งก่อนลวกและหลังลวก เนื่องจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าปริมาณโปรตีนในแป้งสาลี คือประมาณร้อยละ 0.73 โดยน้ำหนักแห้ง ในขณะที่แป้งสาลีที่ใช้ผลิตบะหมี่จะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 12.5 (77) ดังนั้นเมื่อนำเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักไปแทนในส่วนของแป้งสาลีในการผลิตบะหมี่ จึงทำให้บะหมี่มีโปรตีนลดต่ำลง

ไขมัน ปริมาณไขมันในบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีค่าต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ทั้งก่อนลวกและหลังลวก เนื่องจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีไขมันต่ำ คือประมาณร้อยละ 3.51 โดยน้ำหนักแห้ง ดังนั้นเมื่อนำเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักไปแทนในส่วนของแป้งสาลีในการผลิตบะหมี่ จึงทำให้บะหมี่มีไขมันลดต่ำลง

คาร์โบไฮเดรต ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีค่าต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบ ทั้งก่อนลวกและหลังลวก เนื่องจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำกว่าคือมีประมาณร้อยละ 10.29 ในขณะที่แป้งสาลีมีคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 85.58 (96) ดังนั้นเมื่อนำเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักไปแทนในส่วนของแป้งสาลีในการผลิตบะหมี่ จึงทำให้บะหมี่มีคาร์โบไฮเดรตลดต่ำลง

พลังงาน พลังงานในบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีพลังงานน้อยกว่าในบะหมี่สดสูตรต้นแบบ เนื่องจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมี โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่าแป้งสาลี ดังนั้นเมื่อนำเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักไปแทนในส่วนของแป้งสาลีในการผลิตบะหมี่สด จึงทำให้บะหมี่สดมีพลังงานลดต่ำลง

ใยอาหาร ปริมาณใยอาหารของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีค่ามากกว่าประมาณ 3 เท่าในบะหมี่สดสูตรต้นแบบ (ก่อนลวก) และ มากกว่าประมาณ 2.5 เท่า ในบะหมี่สดสูตรต้นแบบ (หลังลวก) เนื่องจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเป็นอาหารที่มีใยอาหารสูง ถึงประมาณ ร้อยละ 84.46 ซึ่งในบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักได้ทดแทนเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในส่วนของแป้งสาลี ร้อยละ 15 ดังนั้นบะหมี่เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักจึงมีใยอาหารสูงกว่าบะหมี่สูตรต้นแบบ แต่เมื่อนำบะหมี่สดสูตรดังกล่าวไปลวกพบว่าใยอาหารมีค่าลดลง เนื่องจากใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักส่วนใหญ่เป็นใยอาหารละลายน้ำได้ชนิดมิวซิเลจ (117) ดังนั้นเมื่อนำบะหมี่สด

ดังกล่าวไปลงน้ำจึงทำให้ใยอาหารบางส่วนละลายหลุดไปกับน้ำที่ลวก จึงทำให้ปริมาณใยอาหารในบะหมี่ลดลง

5.3. การศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

ผลการศึกษาพบว่า การเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 โดยน้ำหนัก แป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน มีผลเล็กน้อยต่อบะหมี่เสริมผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักดังนี้

5.3.1. ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

สี และความคล้ำ พบว่าการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตลงในบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักทำให้บะหมี่มีค่าความคล้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งตรงกับข้อมูลของ Miskelly (82) ที่กล่าวว่าบะหมี่สดที่มีการเติมสารละลายต่างจะคล้ำได้เร็วกว่าบะหมี่สดที่ไม่ได้เติมสารละลายต่าง ดังนั้นบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักจึงคล้ำลงตามปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น

ความเนียน ความนุ่ม และความเหนียว พบว่าการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตลงในบะหมี่สดทำให้ลักษณะเนื้อของบะหมี่มีความเนียนและนุ่มลดลง แต่ความเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งตรงกับข้อมูลของ Miskelly (82) ที่กล่าวว่า การเติมสารละลายต่างจะทำให้ก้อนแป้งดูดซับน้ำได้มากขึ้น ก้อนแป้งจะมีความเหนียวและความยืดหยุ่นมากขึ้น ดังนั้นบะหมี่สดจึงมีความนุ่มและลักษณะเนื้อเนียนลดลงเล็กน้อย แต่มีความเหนียวเพิ่มขึ้น

กลิ่นต่าง กลิ่นไข่ และกลิ่นเมล็ดแมงลัก พบว่าไม่มีความเปลี่ยนแปลงซึ่งน่าจะมาจากปริมาณที่ทดลองใช้ปริมาณตั้งต้นที่น้อย คือร้อยละ 0.3 และ ลดปริมาณลงเป็นร้อยละ 0.2, 0.1 และ 0.0 ตามลำดับ ดังนั้นผลทางด้านกลิ่นจึงมีผลที่ไม่ชัดเจน

รสเค็ม พบว่าไม่มีความเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 จึงไม่มีผลต่อรสเค็มของบะหมี่

5.3.2. ผลการทดสอบทางกายภาพ

การทดสอบความเหนียว พบว่าบะหมี่สดมีความเหนียวเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารละลายด่างที่เพิ่มขึ้น ทั้งก่อนลวกและหลังลวก ซึ่งตรงกับข้อมูลของ Miskelly (82) ที่กล่าวว่า การเติมสารละลายด่างจะทำให้ก้อนแป้งดูดซับน้ำได้มากขึ้น ก้อนแป้งจึงมีความเหนียวและความยืดหยุ่นมากขึ้น ซึ่งสารละลายด่างจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันใน หมู่ซัลไฮดริล, กลูโบลิน และซัลไฮดริลไคซัลไฟด์ในก้อนแป้ง ส่งผลให้สารดังกล่าวมารวมตัวกันเป็นโปรตีนที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น ทำให้ก้อนแป้งมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อนำก้อนแป้งนี้มาทำบะหมี่จึงทำให้บะหมี่มีความเหนียวขึ้น ซึ่งตรงกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การวัดความเข้มของสีและความสว่าง พบว่าปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น มีผลให้บะหมี่สดมีค่า L ลดลง ทั้งก่อนลวกและหลังลวก ซึ่งตรงกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัส ส่วนสีของบะหมี่ก่อนลวก พบว่าเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและแดงมากขึ้นคือมีค่า a และ b เพิ่มขึ้น เพราะสารโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นทำปฏิกิริยากับฟลาโวน และอะพิจินิน โกลโคซิเดสในบะหมี่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้บะหมี่มีสีเหลืองและแดงเพิ่มมากขึ้น แต่ในบะหมี่หลังลวกมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากเพราะการทำให้บะหมี่สุกจะเป็นการหยุดปฏิกิริยาดังกล่าว(77)

5.4. ผลการศึกษาผลของเกลือที่มีต่อบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

5.4.1 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาพบว่าเกลือปริมาณร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน ตามลำดับ มีผลเล็กน้อยต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของบะหมี่สด ดังต่อไปนี้

สี และความคล้ำ พบว่าปริมาณเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 ที่ผสมลงในบะหมี่สดเสริมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก มีผลเล็กน้อยต่อสีและความคล้ำของบะหมี่ โดยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะปริมาณเกลือที่เพิ่มลงไปมีปริมาณที่แตกต่างกันน้อยมาก จนทำให้สีและความคล้ำของบะหมี่สด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ความเนียน ความนุ่ม และความเหนียว พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีความเนียนและความนุ่มลดลงเล็กน้อยตามปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้น แต่ความเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งเกลือมีผลโดยตรงต่อลักษณะกลูเตนในก้อนแป้ง โดยจะเพิ่มความแข็งแรงและแรงต้านการยืดตัวของก้อนแป้ง ช่วยให้ก้อนแป้งไม่แฉะและไม่ติดกันเมื่อตัดเป็นเส้น (77) ดังนั้นการเพิ่มปริมาณเกลือ จึงทำให้บะหมี่มีความเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

กลิ่นต่าง กลิ่นเมล็ดแมงลัก และกลิ่นไข่ พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีกลิ่นต่าง กลิ่นไข่ และ กลิ่นเมล็ดแมงลักเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ดังนั้น ปริมาณเกลือร้อยละ 0.2, 0.5 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ ไม่มีผลต่อกลิ่นต่าง ๆ ในบะหมี่

รสชาติ พบว่าการเติมเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ ลงในส่วนผสมของบะหมี่เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก มีผลต่อรสชาติของบะหมี่เล็กน้อย โดยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะปริมาณเกลือที่เพิ่มลงไป มีปริมาณที่แตกต่างกันน้อยมาก จนทำให้ผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างของรสชาติได้อย่างชัดเจน ประกอบกับในการชิมมีการใช้น้ำชุบชิมควบคู่กับบะหมี่ ซึ่งน้ำชุบมีความเค็มในระดับหนึ่ง ดังนั้นจึงส่งผลให้ผู้ชิมไม่สามารถบอกถึงความแตกต่างอย่างชัดเจนของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีปริมาณเกลือที่ต่างกัน

5.4.2. การทดสอบทางกายภาพ

ความเหนียว บะหมี่สดมีแนวโน้มเหนียวขึ้นเล็กน้อยตามปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่ชัดเจน ทั้งก่อนลวกและหลังลวกซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้น่าจะมาจากปริมาณเกลือที่ใส่มีปริมาณที่แตกต่างกันน้อยเกินไป ส่งผลให้บะหมี่ในแต่ละสูตรมีความเหนียวแตกต่างกันน้อยมาก

ความแข็งของสีและความสว่าง พบว่าเกลือร้อยละ 0.2 – 1.5 มีผลต่อบะหมี่สด (ก่อนลวก) เล็กน้อยโดยทำให้บะหมี่มีค่า L ลดลงเล็กน้อยตามปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้น ส่วนในบะหมี่สด (หลังลวก) มีความแตกต่างกันเล็กน้อยเช่นกัน ซึ่งน่าจะมาจากปริมาณเกลือที่เพิ่มลงไปมีปริมาณที่แตกต่างกันน้อย ทำให้ไม่สามารถเห็นความแตกต่างได้ชัดเจน สีของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก ทั้งก่อนลวกและหลังลวก พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยดูได้จากค่า a และ b ที่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

5.4.3.คุณค่าทางโภชนาการ จากการทดลองทั้งหมด นำบะหมี่สดที่เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าคุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 หน่วยบริโภค ดังตารางที่ 24 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบบะหมี่สดโดยทั่ว ๆ ไป จากตารางแลกเปลี่ยนอาหารกับบะหมี่เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก จะพบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีใยอาหารสูงกว่าบะหมี่สดโดยทั่วไปมาก อีกทั้งยังมีพลังงานต่ำ จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักหรือผู้ต้องการจำกัดพลังงาน อีกทั้งยังใช้เป็นอาหารสุขภาพที่มีประโยชน์อีกด้วย

ตารางที่ 24 คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก* (ต่อ 1 หน่วยบริโภค)

คุณค่าทางโภชนาการ**	บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก(ก่อนลวก)
ความชื้น(กรัม)	27.04
โปรตีน(กรัม)	4.98
คาร์โบไฮเดรต(กรัม)	19.97
ใยอาหาร(กรัม)	6.49
เถ้า(กรัม)	0.40
ไขมัน(กรัม)	1.17
พลังงาน(กิโลแคลอรี)	110.34

หมายเหตุ* หมายถึงบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.0 และปริมาณเกลือร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักแป้งสาลีและเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักรวมกัน

** หมายถึงคิดจากน้ำหนักสดของบะหมี่ 60 กรัม

5.4.4.ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิต

ในการเปรียบเทียบระหว่างบะหมี่สดไม่ได้เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก และบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่ต่างกัน พบว่า บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีราคาต้นทุนวัตถุดิบสูงกว่าบะหมี่สดไม่ได้เสริมใยอาหารจากเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก แต่พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 10 และ 15 มีราคาต้นทุนสูงกว่าบะหมี่สดไม่ได้เสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักเล็กน้อย ซึ่งราคาที่สูงขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากราคาของเมล็ดแมงลักที่นำมาเตรียมเป็นใยอาหาร

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

การศึกษารั้วนี้ได้ทดลองหาบะหมี่สดสูตรต้นแบบเพื่อที่จะนำมาทดลองในการเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่าบะหมี่สดสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับในคุณสมบัติแต่ละด้านว่าใกล้เคียงกับผู้บริโภคต้องการมากที่สุด โดยบะหมี่สดสูตรที่ 2 มีส่วนผสมต่าง ๆ ดังนี้ แป้งสาลี 100 กรัม, เกลือแกง 0.2 กรัม, น้ำ 28 กรัม, โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.3 กรัม และไข่ไก่สด 25 กรัม

การผลิตบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก โดยทดลองผสมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณต่าง ๆ กันดังนี้ ร้อยละ 10, 15, 20, 25 และ 30 โดยทดแทนในส่วนของแป้งสาลี พบว่าบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสว่าใกล้เคียงกับผู้บริโภคต้องการมากที่สุด แต่เมื่อนำคะแนนค่าเรโซเนนซ์ของแต่ละคุณลักษณะของทั้งสองสูตรมาทดสอบทางสถิติ พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจึงได้เลือกบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่มีเชื้อเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 15 ในการทดลองต่อไป เพราะสามารถผสมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักได้มากกว่าและผู้บริโภคยังสามารถยอมรับผลิตภัณฑ์ได้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักด้วยวิธี ไอเดียลเรโซโปรไฟล์ (Ideal ratio profile) ทำให้ทราบว่าบะหมี่สดยังมีความคล้ามากกว่าที่ผู้บริโภคต้องการอยู่มาก ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองลดปริมาณสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตในส่วนผสม เพราะโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นสาเหตุที่ทำให้บะหมี่คัล้าง โดยใช้ปริมาณร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ พบว่าการไม่เติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตทำให้บะหมี่สดมีความคล้าใกล้เคียงกับความคล้าที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด

จากการที่ลดปริมาณสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต มีผลทำให้บะหมี่เหนียวน้อยลงเล็กน้อยและความเค็มลดลง ดังนั้นการเติมเกลือเพิ่มขึ้นจะทำให้บะหมี่เหนียวขึ้นและมีความเค็มมากขึ้น โดยในการทดลองได้เพิ่มปริมาณเกลือร้อยละ 0.2, 0.5, 1 และ 1.5 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าปริมาณเกลือร้อยละ 1.5 เป็นปริมาณที่ทำให้บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีความใกล้เคียงกับผู้บริโภคต้องการมากที่สุด

เมื่อนำบะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสว่าใกล้เคียงกับผู้บริโภคต้องการมากที่สุด คือบะหมี่ที่มีส่วนผสมดังนี้ แป้งสาลี 85 กรัม เชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก 15 กรัม น้ำ 65 กรัม เกลือ 1.5 กรัม และ ไข่ไก่ 25 กรัม มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการเปรียบเทียบกับบะหมี่สดสูตรต้นแบบที่ไม่มีการเติมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักพบว่า บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลักมีใยอาหารสูง และมีพลังงานต่ำ อีกทั้งยังมีคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ โปรตีนต่ำกว่า บะหมี่สดสูตรต้นแบบ

ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนการผลิตบะหมี่ปริมาณน้ำในส่วนผสมถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ดังนั้นควรมีการวางแผนการทดลองให้อัตราส่วนของน้ำและแป้งในแต่ละสูตรคงที่ เพื่อที่จะทราบถึงผลกระทบของสารอาหารที่ทำการเสริมลงไปในการผลิตก้นบะหมี่
2. เวลาและวิธีการลวกเส้นบะหมี่ถือว่ามีความสำคัญมากต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ ดังนั้นจึงควรมีวิธีการและเวลาที่แน่นอน
3. เวลาและวิธีการเสิร์ฟผู้ชิมเป็นเรื่องสำคัญที่ควรมีการควบคุมและดูแลให้แน่นอน เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่

รายการอ้างอิง

1. สุริยนต์ จอริพันธ์. การเปลี่ยนแปลงการบริโภคอาหารธรรมชาติ ; เส้นทางจากชนบทสู่ความเป็นเมือง[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยประชากรและสังคม] กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2542.
2. เพลินใจ ดังคณะกุล, เมธากุล สุโรจน, กรุณา วงศ์กระจ่าง, จันตรี บุญปิ่น. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของฟาสต์ฟู้ดประเภทต่าง ๆ. วารสารอาหาร. 2534 ;3:190-208.
3. อารี วัลยะเสวี. อาหารและโภชนาการเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ:ทีพีพีрінจำกัด, 2536.
4. สถิติสาธารณสุข. ส่วนข้อมูลข่าวสารสาธารณสุข. สำนักงานนโยบายสาธารณสุขและแผนสาธารณสุข : กระทรวงสาธารณสุข . กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก, 2542.
5. ศันสนีย์ อุดมอ่าง. การบริโภคใยอาหารของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคหกรรมศาสตร์] กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2533.
6. ไสวรินทร์ กุลพงษ์. สารอาหารป้องกันมะเร็ง. Thai Journal of Parenteral & Enteral Nutrition 1993 ; 4(2): 81-89.
7. ไกรสิทธิ์ ดันตีสรินทร์, ประไพศรี สิริจักรวาล, กิตติ สรณเจริญพงศ์, ข้อปฏิบัติในการกินอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีของคนไทย. การสัมมนาวิชาการพิเศษเรื่องอาหารและโภชนาการในภาวะเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลง. สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ณ ศาลา 20, 22-23 มกราคม 2541.
8. วันชัย สมจิต. อาหารเส้นใย. วารสารอาหาร 2520; 3:51-54.
9. Eastwood AM. The Physiological effect of dietary fiber:an update. Annu Rev Nutr 1992 ; 12 : 19 - 35.
10. Jenkins JAD, Kendal WCC, Vuksan Vr. Viscous fiber health claims and strategies reduce cardio vascular disease risk. Am J Nutr 2000;71:401-2.
11. Meyer AK, Kushi HL, Jacobs Jr RD, Slavin J, Seller AT, Folsom RA. Carbohydrate, dietary fiber and incident type 2 diabetes in older women. Am J Nutr 2000;71:921-30.
12. Premwatana P, Chularojmontri V, Tinarat P, Viseshakul D. Dietary fiber content to commonly eaten Thai plants. Journal medical association Thailand 1985;68 (11):584-6.

13. อวช เกตุสิงห์, อุไร อรุณลักษณ์. เมล็ดแมงลักจากแง่อาหารและยา (รายงานเบื้องต้น). สารศิริราช 1950;2(12):593 – 607 .
14. Viseshakul D, Premwatana P, Chularajmontri V, Kewisir D, Tinnarat P. Improve Glucose tolerance induced by long term dietary supplementation with hairy basil seeds (*Ocimum canum* Linn seed) in diabetics. Journal medical association Thailand 1985;68(8):408-411.
15. วีระสิงห์ เมืองมัน, กฤษณา รัตนโอฬาร, สุทิน สิริไพวัน, ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์, จันทรา ชัยพานิช. การใช้เมล็ดแมงลักเป็นยาระบายในผู้ป่วยสูงอายุ. รามาธิบดีเวชสาร 1985;8(4): 154 – 7.
16. วิชัย จุฬาโรจน์มนตรี, ดวงพร แก้วศิริ, สมสิทธิ์ ขุประเสริฐ. ผลของใยอาหารต่อภาวะไลโปโปรตีนในเลือดของคนไทย. โภชนาการสาร 2530;2(4):264-74.
17. ปรีชา ลีพทกุล, สุภาณี พุทธเคชา, วิชัย ดันไพจิตร. ประโยชน์และข้อจำกัดของการบริโภคผู้ป่วยโรคอ้วนด้วยเมล็ดแมงลักสกัด. โภชนาการศาสตร์คลินิก 2535;29(2):1-9.
18. Utaipath A, Salaya A, Chaipanich C, Siripraiwan S, Rojanapandh P . Toxicity study of *Ocimum canum* Linn seeds. Symposium development of medical plants for tropical disease. Bangkok Thailand; 1987:26-27.
19. ป่วน เจริญพานิช. เมล็ดแมงลัก. วารสารเภสัชกรรม 2518;29(2):1-9.
20. ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์, สุทิน สิริไพวัน, ณรงค์ ยุคันทรพงษ์, นงนิตย์ ชีร์วัฒนสุข, สิริรัตน์ ทองเทพ. เมล็ดแมงลัก 1 การแยกสารเมือก. วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2526;19 :88-44.
21. ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์, สุทิน สิริไพวัน, ณรงค์ ยุคันทรพงษ์, นงนิตย์ ชีร์วัฒนสุข, สิริรัตน์ ทองเทพ. เมล็ดแมงลัก 2 คุณสมบัติสารเมือก. วารสารเภสัชกรรม มหาวิทยาลัยมหิดล 2529;12 :1-9.
22. ประไพศรี สิริจักรวาล. อาหารไทยอาหารจานเดียว. การสัมมนาวิชาการพิเศษเรื่องโภชนาการกับอาหารไทย. 2-5 มกราคม 2539. สถาบันวิจัยโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดล ณาสาธา. 2539.
23. กองโภชนาการ. ตารางคุณค่าอาหารไทยในส่วนผสมที่กินได้ 100 กรัม. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2530
24. ณรงค์ นิยมวิทย์. บะหมี่. วารสารอาหาร 2528;15(1):1-5.

25. ประกาศิ ภูวเสถียร. โยอาหารชนิดคุณสมบัติของโยอาหารและแหล่งอาหาร.ใน: อารี วัลยเสวี, ประไพศรี สิริจักรวาล, ประกาศิ ภูวเสถียร, บรรณาธิการ. ก้าวไปไกลกับโภชนาการเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สื่ออักษร; 2534. หน้า. 303-20.
26. Bukitt D. Historical aspect of dietary fiber. In: Kritchevshy D, Bonfield C, editors. Dietary fiber in health and disease. Boston: Eagan press; 1987:3-11.
27. Kritchevsky D. Dietary fiber . Ann Rev Nutr 1988;3:301-28.
28. Anderson WJ, Chen WJL. Plant fiber. Carbohydrate and lipid metabolism. The Am J Clin Nutr 1979;346-363.
29. Vetter LJ. Fiber as a food Ingredient. Food Tech 1984: 64-69.
30. Harris JP, Ferguson RL. Dietary fibers may protect or enhance carcinogen. Mutation Research 1999;4(3):95-110.
31. Schneeman OB. Physical and chemical properties method of analysis and physiological effect. Food Tech 1986: 64-69.
32. Towell HC. Recent developments in dietary fiber hypothesis. In: Heaton KW, editor. Dietary fiber : current development of importance of health. Great Britain: Bidls;1979. p. 1-7.
33. Ellie MD. Food safety 1993 food research institute department of microbiology and toxicology . Wisconsin: University of Wisconsin – Madison; 1993.
34. Callarher RC, Allred BJ. Fiber: a nutritional enigma. Guide of Sensible food choices. Ohio: The ohio state university; 1991.
35. Eastwood M, Brydon WC. Physiological effect of dietary fiber on the alimentary treat. London: Academic press; 1985.
36. Smith BP, Hanson D , Reddy BS. Cacinogen binding to varios types of dietary fiber. J Nutr Cancer Insti 1987;67:495 – 497.
37. สุรัตน์ โคมินทร์. ผลกระทบของโยอาหารและไฟเตตต่อสุขภาพและภาวะโภชนาการ. ใน: อารี วัลยเสวี, ประไพศรี สิริจักรวาล, ประกาศิ ภูวเสถียร, บรรณาธิการ. ก้าวไปกับโภชนาการเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์สื่ออักษร; 2532. หน้า. 349-99.
38. Schneeman BO, Tietyen J. Dietary fiber. 8 th ed. Philadelphia: Lea and Febiger; 1984.
39. ประกาศิ ภูวเสถียร, อุรุวรรณ วัลยพัชรา, รันนี คงคาอุยฉาย. โยอาหารในอาหารไทย. โภชนสาร 2533; 24:43-53.

40. Slavin JL. Dietary fiber: Classification, chemical analysis, and food sources. J AM Diet Assoc 1987;87 (suppl):1667 – 75.
41. Council on scientific affairs. Dietary fiber and health. JAMA J Am Med Assoc 1989;262: 542 – 6.
42. Baghurst PA, Baghurst KI, Record SJ . Dietary fiber, non-starch polysaccharides and resistant starch. A review. Supplement to food Australia 1996;48(3):4 - 32.
43. Diet, nutrition and cancer prevention. A guide to food choices NIH publi. No(NCL) 1984; 85-271.
44. Nagengast FM . Dietary and bile acid metabolism. In: Schweizer TF, Edward CA, editors. Dietary a component of food . Germany:Springer Verlag; 1992. P. 217-28.
45. Wolk A, Manson SE, Stampfer MJ, Colditz GA, Speizer FE, Hennekens CH, Willett W. Long term intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women. JAMA J Am Med Assoc 1999; 281;(21):1998-2000.
46. Liu S, Stampfer MJ, Hu FB, Giovannucci E, Rimm E, Manson JE, Hennekens H, Willett WC. Whole-grains consumption and risk of coronary heart disease : Results from the nurses health. Am J Clin Nutr 1999;70(3):412-419.
47. Key RM, Truswell AS. Effect of pectin on serum cholesterol, faecal bile acid and biliary lipids in normallipidemic and hyperlipidemic individuals. Clin Chem Acta 1997;79:471- 87.
48. Anderson JW, Allgood LD, Lawrence A, Altringer LA, Jerdack GR, Hengehold DA, Morel JG. Cholesterol-lowering effects of psyllium intake adjunctive to diet therapy in men and women with hypercholesterolemia : Meta-analysis of 8 controlled trials. Am J Clin Nutr 2000;71(2):472-479.
49. Knopp HR, Supenko R, Davidson M, Insull W, Dujovne C. Long - term blood cholesterol – lowering effect of dietary fiber supplement. Am J Prev Med 1999;17(1): 18-23.
50. Shane MJ, Walker MP. Corn bran supplementation of low fat controlled diet lowers serum lipids. J Am Diet Assoc 1995;95:45 - 52.
51. Davidson HM, Mahi CK, Kong CJ. Long term effect of consuming food containing psyllium seed hush on serum lipid in subjects with hypercholesterolemia. Am J Clin Nutr 1998; 367-76.

52. Philip JH, Vallappilakkandy KS, Anthony MR. Absorption of hydrophobic mutagen to cereal bran and cereal bran dietary fibers. *Mutation Research* 1998;323-331.
53. Bandura SR. Dietary fiber in colon cancer. *The Am J Med* 1999;106(1a):16s – 19s.
54. Kritchevsky D. Protective role of wheat bran fiber preclinical data. *The Clin J Med* 1999; 106(1a): 28s - 31s.
55. Wolven MST, Jenkins JAD. Effect of dietary fiber and food on carbohydrate metabolism. In: Spiller AG, editor. *Hand book of dietary fiber in human nutrition*. 2 nd ed. New York: CRC Press; 1993. p. 111-152.
56. Salmeron J, *et al*. A high- fiber diet may reduce the risk of diabetes. *J Am Med Assoc* 1997;7:272, 472.
57. Jenkins JAD, Alexanda L, Jenkis MS, Thomas, *et al*. Dietary fiber carbohydrate metabolism and diabetes. In: Krichevshy D, Bonfield C, editors. *Dietary fiber in health and disease*. New York: Plenum press; 1995. p. 146-59.
58. สุรัตน์ โคมินทร์. บทบาทของคอมเพล็กซ์คาร์โบไฮเดรตในอาหารไทยแต่ละภาคต่อการควบคุมเบาหวาน. ใน: ประไพศรี สิริจักรวาล, ประกาศรี ภูวเสถียร, พัชรนี วินิจจะกุล, บรรณาธิการ. *โภชนาการก้าวหน้า. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เทคนิค 19; 2530. หน้า. 109-16.*
59. Heaton KW. Fiber, satiety and insulin-a new approach to over nutrition and obesity. In: Heaton KW, editor. *Dietary fiber: current developments of importance to health*. New York: Plenum press; 1997. p. 141-9.
60. Prosky L, Devrics J. *Controlling dietary fiber in food products*. New York: Van Nostrand Reinhold; 1992.
61. English R, Lewis J. *Food for health : a guide to good nutrition with nutrient value for 650 australian foods*. Canberra: Barbara Vender Linder; 1992.
62. Azizah AH, Yu SL. Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. *Food Chem* 2000;68:15-19.
63. เพลินใจ ดังคณะกุล, พัชรี ตั้งตระกูล, เข็นใจ วิถีฐาน. การคิดค้นสูตรอาหารเสริมประเภทใยอาหารสูงและแคลอรีต่ำ. *วารสารอาหาร* 2538; 25(1) :15-23.

64. มณี อากาพันธุ์กุล. การพัฒนาสูตรอาหารว่างใยอาหารสูงประเภทขนมอบและขนมไทยจากเปลือกกล้วยเหลือง [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโภชนาการ]. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2536
65. เพลินใจ ตั้งคณะกุล, พัชรี ตั้งตระกูล, เนตรนภิส วัฒนสุชาติ, พะยอม อัดถวิบูลย์กุล, บุญมานิยามวิทย์. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของขนมปังและคุกกี้ที่มีใยอาหารสูง. วารสารอาหาร 2538; 25(2):95-107.
66. Grigelmo MN, Corinstein S, Belloso OM. Characterization of peach dietary fiber concentrate as a food ingredient. Food Chem 1999;65:175-181.
67. Grigelmo MN, Belloso OM. Influence of fruit dietary fiber addition on physical and sensorial properties of strawberry jams. J Food Eng 1999;41:13-21.
68. สุวรรณิธีร์ภาพธรรมกุล. การศึกษาเพื่อพัฒนาสูตรคุกกี้ชนิดปริมาณใยอาหารสูงโดยใช้แกนสับปะรด.[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโภชนาการ]. กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2534.
69. วิภา สุโรจน์เมฆากุล, ภาวิศา โลหะนะ, พะยอม อัดถวิบูลย์กุล, บุญมานิยามวิทย์. การใช้เซลลูโลสผงเป็นแหล่งของใยอาหารในผลิตภัณฑ์ชีฟฟอนและคุกกี้. วารสารอาหาร 2542;29(1):16-27.
70. วันดี กฤษณพันธ์. สมุนไพรสารพัดประโยชน์. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2538.
71. ลัดดาวัลย์ บุญรัตน์กิจ. "แมงลัก". ธรรมชาติและสัต์ว์เลี้ยง 2533;(2)11:63-64.
72. แมงลัก. ก้าวไปกับสมุนไพร 2538;186-191.
73. สุมิตรา คงชื่นสิน. แมงลักพืชปลูกง่ายรายได้พอควร. กสิกร 2532;63(2):255-8.
74. บัญญัติ สุขศรีงาม. แมงลัก. ใกล้เคียง 2531;(12)5:12-13.
75. ปลื้มจิตต์ โรจนพันธุ์, สุทิน ศิริไพรวิน, สมพงษ์ อธิการยานนท์, สุวรรณ กอบหิรัญกุล, สุวิทย์ งามภูพันธ์. เมล็ดแมงลัก 3 การทำผงเมือกแห้งโดยวิธี Freeze-Drying. วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2526;12(4):88-94.
76. สมพงษ์ อธิการยานนท์, สุวรรณ กอบหิรัญกุล, วิทย์ งามภูพันธ์. การแยกสารที่มีคุณสมบัติในการพองตัวจากเมล็ดแมงลัก. [ปัญหาพิเศษเภสัชศาสตร์ บัณฑิตสาขาเภสัชอุตสาหกรรม] คณะเภสัชศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2526.
77. อรอนงค์ นัยวิกุล. ข้าวสาลี. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2532.

78. รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมเฉพาะประเภทปี 2527. กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม.
สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม. 3 กุมภาพันธ์ 2529.
79. Kruger JE. Noodle quality - wheat can we learn from the chemistry of breadmaking. In:
Seibel W, editor. Pasta and noodle technology. Minnesota: American association
of cereal chemistry; 1996. p. 157-168.
80. Toyokawa HT, Rubenthaler GL, Powers JR, Schans EG. Japanese noodle qualities I
flour components. Cereal Chem 1989;66(4):382-390.
81. Lu LR, Chen CC. Specialty flour study for wet noodle processing protein/wet gluten spec .
Taiwan: China fha flour mill 1998; 31- 43.
82. Miskelly DM. The use of alkaline for noodle processing. In: Seibel W, editor. Pasta and
noodle technology. Minnesota. American association of cereal chemistry; 1996.
p. 227-274.
83. Tedeusz AH, Adelmonen AS, Oriville JB. Functional properties of some high protein
products in pasta. J Agric Food Chem 1978;26(5):1191-1194.
84. Kruger JE, Anderson MH, Dexter JE. Effect of flour refinement on raw cantonese noodle
color and texture. Cereal Chem 1994;71(2):177 – 182.
85. Nogoq S. Processing technology of noodle products in Japan. In: Seibel W, editor. Pasta
and noodle technology. Minnesota: American association of cereal chemistry;
1996. p. 169-194.
86. Vadlarmant RKL, Chung OK, Seib PA. Noodle VIII the effect of wheat flour lipids, gluten
and several starch and surfactants on the quality oriental dry noodles. Cereal
Chem 1989;66 (4):276-282.
87. Vadlarmant RKL, Seib PA. Two metal ions improve brightness in wheat-dough products and
affect aqueous dispersion of gluten. Cereal Chem 1997;74(3): 318-325.
88. Christele IV, Perre F. Effect of mixing conditions on pasta dough development and
biochemical change. Cereal Chem 1999;76(4):558-565.
89. Grant LA, Dick JW, Shelton DR. Effect of drying temperature , strach damage, sprouting and
additives on spaghetti. Cereal Chem 1993:673-684.
90. Kim SK. Instant noodles. In: Seibel W, editor. Pasta and noodle technology. Minnesota:
American association of cereal chemistry; 1996. p. 195-226.

91. Matsuo RR, Malcolmson LJ, Edwards NM, Dexter A. Colorimetric method for estimating spaghetti cooking losses. *Cereal Chem* 1992;69(1):27-29.
92. Oh NH, Seib PA, Deyoe CW, Ward AB. Noodles I measuring the textural characteristics of cooked noodles. *Cereal Chem* 1983;60(6):433-438.
93. Dexter JE, Kilbron RH, Morgan BC, Matsuo RR. Grain research laboratory copressive tester instrument masurement of cooked spaghetti stickiness. *Cereal Chem* 1983;60(2):139-142.
94. Oda M, Yasuoda Y, Okazaki S, Yamauchi Y, Yokayama Y. A method of flour quality assessment for Japanese noodle. *Cereal Chem* 1980;57(4):253-254.
95. ศิวาพร ศิวาขช. มะกะโรนีข้าวฟ่าง. *วารสารอาหาร* 2537;24(2):116-125.
96. สมชาย ประภาวัต, มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, ชิดชม ฮารางะ, พิชาย เลิศปิ่นณะพงษ์. ศึกษาการทำบะหมี่สุกแห้งเสริมโปรตีนด้วยแป้งถั่วลิสง ถั่วเหลือง และงา. *วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย์)* 2538;29(3):372-381.
97. Bahnassey Y, Khan K, Harrold R. Fortification of spagehetti with edible legumes I physiochemical, antinutritional amino acid and mineral composition. *Cereal Chem* 1986;63(3):210-215.
98. Bahnassey Y, Khan K, Harrold R. Fortification of spaghetti with edible legumes II processing and quality evaluation studies. *Cereal Chem* 1986;63(3):210-215.
99. Collins JL, Pangloli P. Chemical, physical and sensory attribute of noodle with added sweet potato and soy flour of food science. *Cereal Chem* 1997;62(2):622-625.
100. วัฒนทิพย์ แท้เที่ยง. การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล; 2538.
101. ราณีพรรณ เลหาะวลีสันต์. การพัฒนาสูตรบะหมี่เสริมเส้นใยอาหารโดยใช้แป้งถั่วเหลือง. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล; 2540.
102. Brillantes S. Fish noodles using indian crap. *Asean Food J* 1992;7(3):137-140.
103. Amonrat S, Lolita AM. Development of high-protein noodle products. *Thai Journal of Agricultural Science* 1974;7:175-187.

104. Tran H, Vigneswary N. Preparation and evaluation of noodles supplemented with chickpea and lipin flours. *Asean Food J* 1992;8(1):6-31.
105. Dexter JE, Matsuo RR, Morgan BC. Spaghetti stickiness: Some factors in fluencing stickiness and relationship to other quality characteristics. *J Food Sci* 1983;48:1545-1551.
106. ศิริลักษณ์ ลินชวลัย. การใช้ Ratio Profile Test ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์.วารสารอาหาร 2531;18(1):11 – 22.
- 107.ไพโรจน์ วิริขาริ.หลักการทางเทคโนโลยีการอาหารการพัฒนาผลิตภัณฑ์เล่มที่ 2 .เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย เชียงใหม่; 2539.
- 108.David N, Chava N. Research method in the social science. 2 nd ed. New York: St.martin's press; 2539.
109. Shelke K, Dick JW, Holm YF, Loo KS. Chinese wet noodle formulation a response surface methodology study. *Cereal Chem* 1990;67(4):3383-42.
110. สุวรรณ ศรีสวัสดิ์, ศรีศักดิ์ ตรีงวัชรกุล, สัมพันธ์ ศรีสุริวงษ์. การผลิตและใช้ประโยชน์ทุเรียนดิบบดแห้ง. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย; 2540.
111. Kruk M, Huo G, Petrusich J, Colletto K. Relationship among physicochemical and rheological properties, texture profile analysis and sensory evaluation. Portland: US Wheats for Asian Noodles; 1997.
112. D'Egido MD, Nardis S. Texture measurement of cooked spaghetti. In: Seibel W, editor. Pasta and noodles technology. Minnesota: American association of cereal Chemistry; 1996. p. 133-156.
- 113.ไพโรจน์ วิริขาริ. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย เชียงใหม่; 2535.
- 114.จรัญ จันทลักษณ์. สถิติวิเคราะห์และวางแผนการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช; 2540

115. สุนทรีชา คำราชา. การศึกษาผลของกัวกัมส์ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้เนย.[ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์ บัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: 2542.
116. Horwitz W. Official method of analysis. 15 th. ed. Washington DC : Association of official analytical chemists; 1990.
117. หน่วยข้อมูลสมุนไพรคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. สมุนไพรไม่ใช้ยาหม้อ . กรุงเทพมหานคร: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2532.





การเตรียมเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

วัสดุอุปกรณ์

- เมล็ดแมงลัก
- ตู้อบแห้ง ช่วงอุณหภูมิ 0 – 250 องศาเซลเซียส(oven dryer, Arthur H.Thomas CO.,U.S.A.)
- เครื่องปั่นอาหาร(stromaster electronic phillips model PS110)
- เครื่องปั่นความเร็วสูง (Ultra Centrifugalmill Retsch model ZM1)
- ผ้าขาวบาง
- เครื่องชั่งหยาบ ทศนิยม 2 ตำแหน่ง(Sartorius model 2454)

1. การผลิตเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

โดยดัดแปลงวิธีการแยกสารเมือกจากเมล็ดแมงลักของ ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์และ คณะ(20)

1.1. กำจัดสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพเช่น ผุ่นผง เศษใบไม้แห้ง เศษดิน และ อื่น ๆ

นำเมล็ดแมงลักแห้งที่ซื้อมาจากท้องตลาด มาล้างผุ่นผงออกจากเมล็ดแห้ง

โดยใช้แรงที่มีขนาดพอเหมาะ เพื่อแยกผุ่นผงที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่าเมล็ดออก จากนั้นล้างผุ่นผงที่มีขนาดเท่าเมล็ด โดยการแช่เมล็ดแมงลักในน้ำให้พองตัวเต็มที่ เทใส่แรงที่มีขนาดพอเหมาะไม่ให้เมล็ดที่พองตัวแล้วหลุดออกไปได้ เปิดให้น้ำผ่านและชะเอาผุ่นผงที่ติดกับเมล็ดแมงลักออก ทำอย่างนี้ 2 – 3 ครั้ง

1.2. การปั่นแยกและแยกเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

นำเมล็ดแมงลักที่กำจัดสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพออกแล้ว แช่น้ำให้พองตัวเต็มที่ ประมาณ 30 นาที เทน้ำที่เกินทิ้ง นำเมล็ดแมงลักที่ได้มาปั่นแยกเยื่อเมือกด้วยเครื่องปั่นอาหาร (stromaster electronic phillips) ความเร็วปานกลาง นาน 5 นาที จากนั้นนำมาปั่นแยกเอาเยื่อเมือกออกจากเมล็ด โดยใช้ผ้าขาวบาง

1.3.การอบแห้งเยื่อเมือกจากเมล็ดแมงลัก

นำเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้ เทใส่ถาดที่รองแผ่นพลาสติกที่เตรียมไว้ โดยให้เยื่อเมือกเมล็ดแมงลักมีความหนาประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อน(hot air oven) อุณหภูมิ 50- 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 12 ชั่วโมง หรือจนเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักแห้งสนิท

1.4. การบดเยื่อเมือกสกัดจากเมล็ดแมงลัก

นำเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักที่แห้งแล้ว มาบดย่อยด้วยเครื่องบดความเร็วสูง (Ultra centrifugal mill) นาน 2 นาทีจะได้ผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักซึ่งมีลักษณะเป็นสีขาวนวล



รูปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

2. ผลการศึกษาการผลิตเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

2.1. ผลการทดลองผลิตผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

การผลิตผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลักได้ดัดแปลงจากวิธีการสกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลักของ ปลื้มจิตร โรจน์พันธ์และคณะ(20) ทดลอง 3 ซ้ำ ผลการศึกษายเป็นดังตารางที่ 1 พบว่าเมื่อผ่านกระบวนการทั้งหมดสามารถผลิตผงเยื่อเมือกสกัดเมล็ดแมงลักได้ประมาณ ร้อยละ 22.3 ± 0.2 โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดแมงลัก

ตารางที่ 1 ผลการทดลองผลิตผงเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

เมล็ดแมงลักแห้ง	เมล็ดแมงลักที่ พองตัวเต็มที่	เยื่อเมือกเมล็ด แมงลัก (ก่อนอบ)	เยื่อเมือกเมล็ด แมงลัก (หลังอบ)	คิดเป็นร้อยละ (โดยน้ำหนักแห้ง ของเมล็ดแมงลัก)
10.00	376	290	2.21	22.1
10.00	381	292	2.25	22.5
10.00	379	295	2.23	22.3

หมายเหตุ น้ำหนักทั้งหมดคือน้ำหนักหน่วยเป็นกรัม

2.2. ปริมาณเส้นใยอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร และ คุณค่าทางโภชนาการของเยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า เยื่อเมือกเมล็ดแมงลัก 100 กรัมมีปริมาณใยอาหาร 84.46 กรัม ไขมัน 3.51 กรัม โปรตีน 0.73 กรัม คาร์โบไฮเดรต 10.29 กรัม เกลือ 1.01 กรัม ความชื้น 10.56 และพลังงาน 74.98 กิโลแคลอรี

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก

คุณค่าทางโภชนาการ	X ± SD
ความชื้น(ร้อยละ)	10.56 ± 0.07
โปรตีน(ร้อยละ)	0.73 ± 0.008
คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	10.29 ± 0.15
ใยอาหาร(ร้อยละ)	84.46 ±0.96
เถ้า(ร้อยละ)	1.01 ± 0.005
ไขมัน(ร้อยละ)	3.51 ± 0.06
พลังงาน(กิโลแคลอรี)	74.98 ± 0.02

หมายเหตุ คำนวณจากน้ำหนักแห้งเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก 100 กรัม





แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส

ส่วนที่ 1 แบบคัดกรอง

ชื่อผู้ชิม.....นามสกุล.....

เพศ.....วันที่ชิม.....เวลา.....

คำชี้แจง ให้ท่านเลือกคำตอบที่ตรงกับความจริงมากที่สุด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวิจัยต่อไป

1. ท่านเคยรับประทานบะหมี่หรือไม่

() เคย

() ไม่เคย

2. ท่านมีความรู้สึกละเอียดอย่างไรต่อผลิตภัณฑ์บะหมี่

() ชอบมาก

() เฉย ๆ

() ชอบ

() ไม่ชอบ

3. ท่านรับประทานอาหารก่อนการชิมผลิตภัณฑ์อาหารนานเท่าใด

() 1/2 ชั่วโมง

() 1 ชั่วโมง

() มากกว่า 1 ชั่วโมง

4. ท่านสูบบุหรี่มาก่อนการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์อาหารนานเท่าใด

() 1 ชั่วโมง

() มากกว่า 1 ชั่วโมง

() ไม่สูบบุหรี่

5. ท่านเคี้ยวหมากฝรั่งมาก่อนการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์อาหารนานเท่าใด

() 20 นาที

() มากกว่า 20 นาที

() ไม่เคี้ยวหมากฝรั่ง

6. ในขณะที่ท่านเป็นไข้หวัดหรือโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจหรือไม่

() เป็น

() ไม่เป็น

7. หากท่านมีปัญหาด้านการรับรส การรับกลิ่น โปรดระบุโรคที่ท่านเป็น

.....

.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ บะหมี่สดเสริมเชื้อเมือกเมล็ดแมงลัก

ชื่อ.....วันที่.....เวลา.....

ก.ลักษณะภายนอกของบะหมี่

1.สี

ไม่มีสี

สีเหลืองเข้ม

2.ความคล้ำ

ไม่คล้ำ

คล้ำมาก

ข.ลักษณะเนื้อสัมผัส

3.ความเนียน

ไม่เนียน

เนียนมาก

4.ความนุ่ม

แข็ง

นุ่มมาก

5.ความเหนียว

ไม่เหนียว

เหนียวมาก

ค.กลิ่นและรส

6.กลิ่นคาว

ไม่มีกลิ่น

กลิ่นแรงมาก

7.กลิ่นเมล็ดแมงลัก

ไม่มีกลิ่น

กลิ่นแรงมาก

8.กลิ่นไข่

ไม่มีกลิ่น

กลิ่นคาวมาก

9.รสเค็ม

ไม่เค็ม

เค็มมาก

ข้อเสนอแนะ.....

ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ

นายสฤระ หิรัญ

วันเดือนปีเกิด

6 พฤษภาคม 2514

สถานที่เกิด

กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)

สถาบันราชภัฏจันทรเกษม, 2532 – 2536

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์)

สาขาวิชาเอกโภชนวิทยา

มหาวิทยาลัยมหิดล

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

นักโภชนาการ4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โทร 053-948247 โทรสาร 053-948244