โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ

ชื่อนิสิต นางสาวณัฐชา จูกนอม

นางสาวสิตานัน งามปฏิพัทธ์พงศ์

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงงานทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงงานทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)

are the senior project authors' files submitted through the faculty.

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ

โดย

นางสาวณัฐชา จูถนอม

นางสาวสิตานัน งามปฏิพัทธ์พงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประจำปีการศึกษา 2561

DEVELOPMENT OF HALLOUMI CHEESE WITH TOM YUM FLAVOR FROM GOAT MILK

Nuttacha Jutanom

Sitanun Ngampatipatpong

Project Advisor

Assoc. Prof. Chaleeda Borompichaichartkul, Ph.D.

A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Bachelor of Science Program in Food Technology

Department of Food Technology

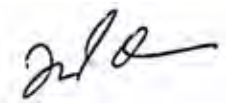
Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

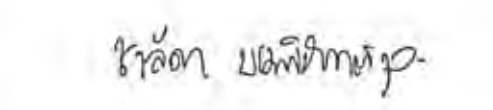
หัวข้อวิจัย	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ
โดย	นางสาวณัฐชา จูถนอม
	นางสาวสิตานัน งามปฏิพัทธ์พงศ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.มงคล เตชะกำพุ
ปีการศึกษา	2561

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อนุมัติให้รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
ประจำปีการศึกษา 2561



.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา ธนานุวงศ์)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร



.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล)
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

หัวข้องานวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ

โดย นางสาว ณัฐชา จูถนอม

นางสาว สิตานัน งามปฏิพัทธ์พงศ์

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.มงคล เตชะกำพุ

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ โดยศึกษาปริมาณผงต้มยำที่ส่งผลต่อลักษณะของเนยแข็ง ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับของผู้บริโภค จากการศึกษาปริมาณผงต้มยำที่เติมลงไปในเนยแข็งที่ปริมาณร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเนยแข็ง พบว่าเมื่อเติมผงต้มยำในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของเนยแข็งมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในแต่ละตัวอย่าง สำหรับการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของเนยแข็ง พบว่าค่าความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าลดลงอย่างนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และค่าความเป็นกรดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำเนยแข็งไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าเนยแข็งที่เติมปริมาณผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด ได้คะแนนความชอบสูงที่สุด หลังจากนั้นศึกษาอายุการเก็บของเนยแข็งที่เติมปริมาณผงต้มยำร้อยละ 4 เทียบกับตัวอย่างควบคุม เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ พบว่าในระหว่างการเก็บรักษา ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ค่าความชื้นของเนยแข็งที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 น้อยกว่าตัวอย่างควบคุมในระหว่างการเก็บรักษา ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยพบว่าตัวอย่างเนยแข็งที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 มีค่าความเป็นกรดน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของเนยแข็งโดยเติมผงต้มยำร้อยละ 4 จากไม่เกิน 10 วันเป็น 15 วัน จากนั้นได้มีทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งฮาลูมี่จากการปรับความเข้มข้นของน้ำต้มยำที่แช่เคิร์ด 3 ระดับ ได้แก่ 3, 5 และ 7 °Brix โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พบว่าน้ำต้มยำที่ระดับความเข้มข้น 5 °Brix ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

Project Title	Development of Halloumi Cheese with Tom Yum Flavor from Goat Milk
Student	Nuttacha Jutanom
	Sitanun ngampatipatpong
Study Program	Bachelor of Science in Food Technology
Advisor	Assoc. Prof. Chaleeda Borompichaichartkul, Ph.D.
Co-advisor	Prof. Mongkol Techakumphu, Ph.D.
Academic Year	2018

ABSTRACT

The objective of this research is to develop Halloumi cheese with Tom Yum flavor from goat milk. Studying the amount of Tom Yum powder that affects the properties of cheese was conducted to determine the shelf life of products and consumer acceptance. The amount of Tom Yum powder was added into cheese curd is 2, 3 and 4 % w/w. From the result showed that when adding more Tom Yum powder the hardness of cheese has significantly decreased ($p < 0.05$) in lightness (L *), redness (a *), yellowness (b *) ($p < 0.05$). The chemical properties of cheese were found that moisture content and pH value were significantly reduced ($p < 0.05$) and the total acidity was not significantly different. The sensory properties of Halloumi cheese with Tom Yum flavor showed that the cheese that added 4% w/w of Tom Yum powder got the highest overall acceptability. The shelf life of Halloumi cheese with Tom Yum flavor compared with the control sample stored at 4 °C in a vacuum package was determined. The result showed that the hardness increased significantly ($p < 0.05$), but the moisture content of the cheese with the addition of Tom Yum powder was less than the control sample during storage. The acidity was significantly different ($p < 0.05$) among the sample. It was also found that cheese containing 4% w/w Tom Yum powder had less acidity than the control. Tom Yum powder can extend the shelf life of cheese from 10 days to 15 days. Finally, the halloumi cheese was adjusted by adjusting the concentration of the Tom Yum soup into 3 levels: 3, 5 and 7 °Brix and testing

sensory quality by using 30 panelists. It was found that 5 °Brix concentrated Tom Yum soup was the most accepted by the panelists.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนตามหลักสูตรในระดับปริญญาบัณฑิตของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการนี้สำเร็จลงได้ ด้วยความช่วยเหลือของ รองศาสตราจารย์ ดร. ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ข้อคิดเห็น ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย อีกทั้งช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินงาน รวมถึงช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัยนี้จนการทำวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.มงคล เตชะกำพุ หัวหน้าโครงการส่งเสริมอาชีพการเลี้ยงแพะและผลิตภัณฑ์จากน้ำนมแพะในจังหวัดสระบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์งบประมาณและนมแพะที่ใช้ในการผลิตเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำและเทคนิคในการทำเนยแข็งชนิดต่าง ๆ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทุกคน ที่คอยช่วยเหลือในเวลาทำปฏิบัติการ รวมถึงขอขอบคุณนายสราวุธ แถลงกิจ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการการแปรรูปอาหารที่ช่วยทำเครื่องกดอัดเนยแข็ง

ขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาตรีและปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกคนที่เสียสละเวลาในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาตลอดการทำงานวิจัย

สุดท้ายนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัว ที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการทำงานวิจัย รวมทั้งเพื่อน ๆ ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจตลอดการทำวิจัยจนสำเร็จ

นางสาวณัฐชา จูถนอม

นางสาวสิตานัน งามปฏิพัทธ์พงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เนยแข็ง	3
2.2 การจำแนกประเภทเนยแข็ง	3
2.2.1 การจำแนกประเภทเนยแข็งตามความแข็ง	3
2.2.2 การจำแนกประเภทเนยแข็งตามการตกตะกอน	4
2.2.2.1 การตกตะกอนด้วยเรนเนท	4
2.2.2.1.1 เอนไซม์เรนเนท	4
2.2.2.1.2 ปฏิกิริยาของเอนไซม์เรนเนทต่อเคซีน	4
2.2.2.2 การตกตะกอนด้วยกรด	5
2.2.2.3 การตกตะกอนด้วยกรดร่วมกับเรนเนท	6
2.2.3 การจำแนกประเภทเนยแข็งตามวิธีการบ่ม	6
2.3 เนยแข็งฮาลูมี่	7
2.4 หลักการทำเนยแข็งฮาลูมี่	8
2.5 องค์ประกอบทางเคมีของเนยแข็งฮาลูมี่	9

หน้า

2.6 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนยแข็งระหว่างการเก็บรักษา 10

2.7 การเสื่อมเสียของเนยแข็งชนิดกึ่งแข็ง 11

2.8 ประโยชน์ของนมแพะ 11

2.9 ประโยชน์ของเครื่องต้มยำ 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 17

3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการผลิตเนยแข็ง 17

3.1.1. วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำ

3.1.2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเนยแข็ง

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพ 17

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ 18

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย 18

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง 21

4.1 องค์ประกอบทางเคมี 21

4.2 ผลของปริมาณผงต้มยำที่เติมในเนยแข็งฮาลูมี่ 21

4.2.1 คุณภาพทางกายภาพของเนยแข็งฮาลูมี่ 21

4.2.2 คุณภาพทางเคมีของเนยแข็งฮาลูมี่ 24

4.2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนยแข็งฮาลูมี่ 26

4.3 ผลของปริมาณผงต้มยำต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 27

4.4 การวิเคราะห์อายุการเก็บของเนยแข็งฮาลูมี่ 28

4.4.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ 29

4.4.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี 30

4.4.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ 32

4.5 ผลของความเข้มข้นของน้ำต้มยำต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 34

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 36

เอกสารอ้างอิง 37

ภาคผนวก 41

สารบัญตาราง

ตารางที่	**หน้า**
1. องค์ประกอบทางเคมีของเนยแข็งฮาลูมี่จากนมแพะ นมแกะ และนมวัว	9
2. การเปรียบเทียบองค์ประกอบที่สำคัญระหว่างนมแพะและนมโค	13
3. ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานความเข้มข้นของแร่ธาตุต่าง ๆ ในนมแพะและนมโค	14
4. ความสามารถในการต้านจุลินทรีย์ของตัวอย่างเครื่องต้มยำที่มีผลต่อแบคทีเรียที่ทดสอบ	16
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของนมแพะ	21
4.2 คุณภาพทางกายภาพของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำและ เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละต่าง ๆของปริมาณเคิร์ด	22
4.3 คุณภาพทางเคมีของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำและ เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละต่าง ๆของปริมาณเคิร์ด	24
4.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำและ เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละต่าง ๆของปริมาณเคิร์ด	26
4.5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละต่าง ๆของปริมาณเคิร์ด	27
4.6 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำและ เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา	28
4.7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำและ เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา	31
4.8 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำและ เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา	33
4.9 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด โดยแช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 3 5 และ 7 ° Brix	34

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. เอนไซม์เรนเนท 4
2. ปฏิกิริยาของเอนไซม์เรนเนทต่อเคซีน 5
3. เนยแข็งฮาลูมี่ 7
4. เนยแข็งฮาลูมี่ที่ผ่านการให้ความร้อน 7
5. เนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 23

บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

โครงการนี้มีที่มาจากการที่เกษตรกรหันมาสนใจเลี้ยงแพะมากขึ้น เนื่องจากแพะเลี้ยงง่าย แต่ด้วยนมแพะมีกลิ่น สาเหตุมาจากนมแพะมีปริมาณไขมันสูงทำให้เกิด Oxidation เกิดกลิ่นหืนจากการย่อยไขมันของเอนไซม์ไลเปส (lypase) และกระบวนการรีดนมที่ไม่สะอาด ด้วยสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เกิดปัญหาคนบริโภคน้อย ส่งผลให้เกษตรกรต้องหาที่เก็บแช่แข็ง เสียค่าใช้จ่ายในการเก็บนมแพะมากขึ้น แต่นมแพะเมื่อเทียบกับนมวัวแล้วจะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่านมวัว โดยจะมีสัดส่วนเบต้าเคซีนมากกว่านมวัว ซึ่งเบต้าเคซีนมีส่วนช่วยในการดูดซึมวิตามินและแร่ธาตุที่สูงกว่านมทั่วไปและใกล้เคียงนมแม่ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลไขมันเล็กกว่าทำให้มีความพร้อมในการถูกย่อยสลายที่ทางเดินอาหารและดูดซึมได้ง่าย

ปัจจุบันในท้องตลาดนมแพะส่วนใหญ่เป็นนมพาสเจอร์ไรส์ (pasteurize) และนมสด ทางผู้จัดทำจึงได้เข้าไปช่วยหาวิธีแปรรูปนมแพะ และเลือกกรรมวิธีการทำที่ไม่ยุ่งยาก เพื่อให้เกษตรกรสามารถทำง่าย โดยการแปรรูปนมแพะเป็นผลิตภัณฑ์ชีสที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน ทางผู้จัดทำจึงได้เลือกเนยแข็งฮาลูมี่เป็นเนยแข็งที่มาจากประเทศไซปรัช สามารถผลิตจากนมวัว นมแพะ หรือนมแกะได้ ลักษณะของเนยแข็งฮาลูมี่เป็นชนิดกึ่งแข็ง (semi hard) เป็นเนยแข็งสีขาวที่แช่ในน้ำเกลือ เนยแข็งฮาลูมี่เมื่อโดนความร้อนแล้วจะไม่ละลาย แต่จะนุ่มตัวลงเท่านั้น

ในทางกลับกันคนไทยยังไม่คุ้นกับเนยแข็งฮาลูมี่ ทางผู้จัดทำจึงสนใจลองพัฒนาเป็นชีสรสต้มยำ ซึ่งต้มยำมีความเป็นเอกลักษณ์ของไทยเป็นรสชาติที่ถูกปากคนไทย ทำให้ผลิตภัณฑ์นมแพะมีความหลากหลายมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดกลิ่นของนมแพะ นอกจากนี้ต้มยำประกอบไปด้วย สมุนไพร กระเทียม ขิง ข่า ตระไคร้ มะกรูด ซึ่งจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ (Siripongvutikorn *et al*., 2005) โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมแพะนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ การส่งเสริมอาชีพการเลี้ยงแพะและผลิตภัณฑ์จากน้ำนมแพะในจังหวัดสระบุรี

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณผงต้มยำที่ส่งผลต่อลักษณะของเนยแข็ง
2. ศึกษาอายุการเก็บของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ โดยนำมาผ่านกระบวนการ Pasteurization จากนั้นทำการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของเครื่องต้มยำในผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่ วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส ทำการคัดเลือกสูตรเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงที่สุด และศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรจุภัณฑ์สุญญากาศ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กระบวนการที่เหมาะสมในการทำเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ
2. ได้ผลิตภัณฑ์เนยแข็งรสชาติใหม่ เพื่อเป็นอาหารทางเลือกให้กับผู้บริโภค
3. ได้ผลิตภัณฑ์เนยแข็งจากนมแพะที่มีอายุการเก็บที่นานยิ่งขึ้น
4. ได้สูตรเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เนยแข็ง

เนยแข็งหรือชีส เป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ผลิตได้จากน้ำนมสัตว์หลายชนิด ที่ทำจากนมสดหรือหางนมที่ได้จากโค หรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด เช่น แพะ แกะ เป็นต้น ที่ผ่านการตกตะกอนโปรตีนด้วยเอนไซม์เรนเนท เกิดเป็นลิ่มหรือเคิร์ด แล้วนำมาอัดเป็นก้อน (สมจิตร สุรพัฒน์., 2539) สำหรับประเทศไทยกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ว่า เนยแข็ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำนม ครีมบัตเตอร์มิลค์ (Butter Milk) หรือเวย์ (Whey) อย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลายอย่างมาผสมกับเอนไซม์ (Enzyme) หรือกรด หรือจุลินทรีย์จนเกิดการรวมตัวเป็นก้อนแล้วแยกส่วนที่เป็นน้ำออกและนำมาใช้ในลักษณะสดหรือนำมาบ่มให้ได้ที่ก่อนใช้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2543)

2.2 การจำแนกประเภทเนยแข็ง

2.2.1 การจำแนกประเภทเนยแข็งตามความแข็ง ซึ่งความแข็งของเนยแข็งเป็นผลมาจาก ความชื้นที่แตกต่างกัน (ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา, 2555)

1.เนยแข็งชนิดแข็งมาก (Very hard cheese) มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 25 เช่น พาร์มีซานชีส (Parmesan cheese) และโรมาโนชีส (Romano cheese) เป็นต้น

2 เนยแข็งชนิดแข็ง (Hard cheese) มีความชื้นประมาณร้อยละ 20-42 เช่น เชดดาร์ชีส (Cheddar cheese) สวิสชีส (Swiss cheese) เอมเมนทัลชีส (Emmental cheese) และกรูเยร์ชีส (Gruyere cheese) เป็นต้น

3. เนยแข็งชนิดกึ่งแข็ง (Semi-hard cheese) มีความชื้นประมาณร้อยละ 45-55 เช่น อีดัมชีส (Edam cheese) รอคฟอร์ตชีส (Roquefort cheese) ฮาลูมี่ชีส (Halloumi cheese) เป็นต้น

4. เนยแข็งชนิดนุ่ม (Soft cheese) มีความชื้นประมาณร้อยละ 45-80 และมักเกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย เช่น คอทเทจชีส (Cottage cheese) ควาร์กชีส (Quart cheese) ครีมชีส (Cream cheese) บรีชีส (Brie cheese) เฟตาชีส (Feta cheese) และคาเมมเบอร์ทชีส (Camembert cheese) เป็นต้น

2.2.2 การจำแนกประเภทเนยแข็งตามการตกตะกอน

2.2.2.1 การตกตะกอนด้วยเรนเนท (Rennet coagulation)

วิธีการนี้เป็นการตกตะกอนเคซีนโดยใช้เรนเนท (Rennet) เรนเนทที่ใช้ในการตกตะกอนน้ำนมเป็นเอนไซม์เรนนิน (Rennin) โดยจะนำเรนเนทมาเจือจางด้วยน้ำก่อนเติมลงในน้ำนม เอนไซม์จะตัด **K**-casein ที่ตำแหน่ง Phe105 และ Met106 ได้ para- **K**-casein ซึ่งจะมาจับตัวกันเป็น dicalcium para- **K**-casein และเกิดตกตะกอน (อภิญญา เจริญกูล, 2553)

2.2.2.1.1 เอนไซม์เรนเนท

เอนไซม์ไคโมซิน (Chymosin) มีชื่อสามัญ คือ เรนนิน (Rennin) ชื่อเอนไซม์ที่แบ่งตาม IUBMB คือ EC 3.4.23.4 ชนิดโปรตีเอส (protease) ผลิตได้จากกระเพาะของลูกวัว และมีชื่อทางการค้าซึ่งเรียกทั่วไปจนนำมาใช้เป็นชื่อสามัญแทนคือ เรนเนท (Rennet) ใช้ในการตกตะกอนนมในการผลิตเนยแข็ง pH ที่เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์คือ 5.1-5.3 (อภิญญา เจริญกูล, 2553)

รูปที่ 1 เอนไซม์เรนเนท
ที่มา https://curd-nerd.com/adding-rennet/

2.2.2.1.2 ปฏิกิริยาของเอนไซม์เรนเนทต่อเคซีน

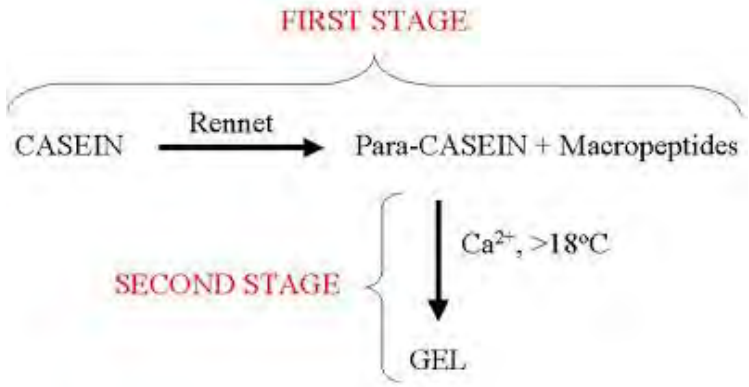
ขั้นตอนที่ 1 Primary enzymatic hydrolysis

เอนไซม์เรนเนททำให้โปรตีนเคซีนเสียสภาพ การย่อยสลายพันธะเปปไทด์ใน **K**-casein ที่ตำแหน่ง Phe105 และ Met106 ทำให้ได้โปรตีนใหม่ชื่อว่า para- **K**-casein และ แมคโครเปปไทด์ซึ่งละลายอยู่ในส่วนของเวย์โปรตีน ระยะนี้นมจะยังไม่ตกตะกอน ถ้าหากเอนไซม์ยังทำปฏิกิริยากับโปรตีนยังไม่เสร็จ เอนไซม์จะทำปฏิกิริยา

กับนมในช่วงอุณหภูมิ 18-60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำกว่านี้เอนไซม์จะไม่ทำปฏิกิริยา โดยทั่วไปอุณหภูมิที่ใช้ในการทำเนยแข็งอยู่ในช่วง 30-35 องศาเซลเซียส (Fox *et al*., 2000)

ขั้นตอนที่ 2 Clotting

เป็นระยะที่นมตกตะกอน โดยเคซีนจะถูกทำให้เสียสภาพโดยเอนไซม์ para- K-casein ซึ่งไม่มีสมบัติคอลลอยด์ จะจับตัวกับอิออนของแคลเซียม (Ca^{+2}) ที่มีอยู่ในนม อยู่ในรูปของ Calcium-para caseinate ซึ่งไม่ละลายน้ำและรวมตัวกันในลักษณะร่างแหโดยมีแคลเซียมอิออนเชื่อมระหว่างโมเลกุลของ Calcium-para caseinate ทำให้เกิดร่างแหขนาดใหญ่ขึ้นเกิดเป็นตะกอนลิ่มนม (Fox *et al*., 2000)



รูปที่ 2 ปฏิกิริยาของเอนไซม์เรนเนทต่อเคซีน

ที่มา http://www.cheesescience.net/2008/06/rennet-coagulation-of-milk.html

2.2.2.2 การตกตะกอนด้วยกรด (acid coagulation)

วิธีการนี้เป็นการตกตะกอนโดย ใช้กรดซึ่งอาจได้จากการเติมกรดลงไปโดยตรงหรือเป็นกรดที่สร้างโดยแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ซึ่งใช้เป็นหัวเชื้อ จุลินทรีย์ (starter culture) จุลินทรีย์ดังกล่าว ได้แก่ *Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc* และ *Streptococcus* นอกจากนี้ปัจจุบันยังมีการใช้ *Pediococcus* ร่วมด้วย ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ homofermentative ซึ่ง สร้างกรดแลคติดเพียงอย่างเดียว ได้แก่ Lactococcus เช่น *L. lactis ssp. diacetylactis, L. lactis ssp. lactis และ L. cremoris* เป็นต้น Streptococcus เช่น *S. thermophilus* เป็นต้น และ Lactobacillus เช่น *Lb. lactis, Lb. bulgaricus, Lb. helveticus และ Lb. casei* เป็นต้น และกลุ่มที่เป็น heterofermentative ซึ่งสร้างกรดแลคติก คาร์บอนไดออกไซด์และสารให้กลิ่นรส ได้แก่ Leuconostoc เช่น *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris* เป็นต้น สภาวะความเป็นกรดของน้ำนมจะทำให้เคซีนเกิดการตกตะกอนเมื่อทำให้ค่าความเป็นกรด-

ด่างลดลงถึงจุด isoelectric point คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.6 ซึ่งเป็นหลักการเดียวกัน กับการผลิตโยเกิร์ต เช่น คอตเทจชีส (cottage cheese) และครีมชีส เป็นต้น โดยอาจใช้ความร้อนร่วมด้วย เช่น ริคอตตาชีส (ricotta cheese) เป็นต้น (นพนันท์ รัตนวิชัย, 2548)

2.2.2.3 การตกตะกอนด้วยกรดร่วมกับเรนเนท

วิธีการนี้เป็นการใช้การตกตะกอนด้วย กรดร่วมกับเรนเนทวิธีนี้ถูกใช้ในการผลิตเนยแข็งบางชนิดเพื่อเป็นการพัฒนาเนื้อสัมผัสให้มีความแน่นเนื้อและช่วยในการกำจัดน้ำเวย์ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อลักษณะของตะกอนหรือเคิร์ดที่เกิดขึ้น กล่าวคือ ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5.15 จะเป็นลักษณะตะกอนที่ค่อนไปทางตะกอนที่เกิดจากกรดมากกว่า แต่มีลักษณะที่ดีกว่าการใช้กรดเพียงอย่างเดียว (นพนันท์ รัตนวิชัย, 2548)

2.2.3 การจำแนกประเภทเนยแข็งตามวิธีการบ่ม

1 เนยแข็งที่ไม่ผ่านการบ่ม (unripened cheese หรือ fresh cheese) เป็นเนยแข็งที่ผ่านการตกตะกอนแต่ไม่ผ่านการบ่ม มักเป็นเนยแข็งที่ตกตะกอนด้วยกรด ซึ่งกลิ่นรสของ เนยแข็งจะได้มาจากกรดและสารให้กลิ่นรสต่าง ๆ ที่สร้างโดยจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อ เช่น คอทเทจชีสและริคอตตาชีส เป็นต้น (ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา., 2555)

2 เนยแข็งที่ผ่านการบ่ม (ripening) มีทั้งแบบที่ไม่ใช้จุลินทรีย์ในการบ่มและใช้จุลินทรีย์ในการบ่มซึ่งจุลินทรีย์ที่ใช้สำหรับบ่มมีหลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus* และ *Pediococcus* เป็นต้น แบคทีเรียที่สร้างกรดโพรพิโอนิก (propionic bacteria) เช่น *Propionibacterium freudenreichii* ซึ่งสร้างกรดโพรพิโอนิก (propionic acid)กรดอะซิติก (acetic acid) และคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งทำให้เกิด “eyes” ในเนยแข็งบางชนิด เช่น เอมเมนทัลชีสและกรูเยร์ชีส เป็นต้น (ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา, 2555)

2.3 เนยแข็งฮาลูมี่ (Halloumi Cheese)

เนยแข็งฮาลูมี่เป็นเนยแข็งที่มีต้นกำเนิดจากประเทศไซปรัส เป็นที่นิยมในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียนตะวันออก คำว่า Halloumi มาจากภาษาอาหรับจากคำว่า Helime มีความหมายว่าเกลือ จัดเป็นประเภทเนยแข็งกึ่งแข็งและไม่ผ่านการบ่ม ดั้งเดิมเนยแข็งชนิดนี้ผลิตจากนมแกะ นมแพะ หรือส่วนผสมของนมแกะและนมแพะ แต่ในปัจจุบันทำมีการทำจากนมวัวเช่นกัน ลักษณะของเนยแข็งชนิดนี้ มีผิวเรียบ สามารถหั่นเป็นชิ้นได้ง่าย มีสีที่แตกต่างกันขึ้นกับนมที่ใช้ เมื่อใช้นมแพะหรือนมแกะจะมีสีขาว แต่เมื่อใช้นมวัวจะมีสีเหลือง (Papademas และ Robinson., 1998) เนื้อสัมผัสของเนยแข็งชนิดนี้มีลักษณะที่แตกต่างจากเนยแข็งชนิดอื่น เป็นผลมาจากในขั้นตอนการทำมีการนำเนยแข็งที่ได้ไปให้ความร้อนในน้ำเวย์โปรตีนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ทำให้ได้เนื้อสัมผัสที่คล้ายเนื้ออกไก่และมีความแห้ง นอกจากนี้การให้ความร้อนกับเนยแข็งจะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์และหยุดการทำงานของเอนไซม์เรนเนท ทำลายเอนไซม์ภายในนม เช่น alkaline phosphatase และ lipoprotein lipase ที่อาจส่งผลเสียในระหว่างการเก็บรักษา เนยแข็งชนิดนี้สามารถรับประทานสด หรือจะนำมาให้ความร้อนโดยการทอดหรือ ย่าง โดยที่เนยแข็งจะไม่ละลาย (Kaminarides *et al*.,2015)

รูปที่ 3 เนยแข็งฮาลูมี่

รูปที่ 4 เนยแข็งฮาลูมี่ที่ผ่านการให้ความร้อน

แหล่งที่มารูปที่ 3 https://www.kitchentreaty.com/wp-content/uploads/2016/06/halloumi-cheese

แหล่งที่มารูปที่ 4 http://media.fromthegrapevine.com/ images/2015/11/halloumi-cheese-on-grill.

2.4 หลักการทำเนยแข็งฮาลูมี่

เนยแข็งฮาลูมี่ที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรม มีวิธีการผลิตพื้นฐานที่เหมือนกัน ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Papademas และ Robinson.,1998)

1. การพาสเจอร์ไรส์นม เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรง มักจะทำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหาร ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความทนต่อความร้อนต่ำ โดยการพาสเจอร์ไรส์นมที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีหรือ 72 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วินาที ซึ่งเพียงพอต่อการทำลายจุลินทรีย์ที่อาจไปรบกวนการทำงานของการตกตะกอน
2. การเติมแคลเซียมคลอไรด์ เป็นขั้นตอนที่ใช้ในกระบวนการผลิตเนยแข็ง เพื่อช่วยให้การทำงานของเอนไซม์เรนเนทมีประสิทธิภาพช่วยในการตกตะกอนของโปรตีนได้ดีขึ้น เนื่องจากตะกอนที่ได้มีลักษณะไม่แน่น ทำให้ตะกอนที่ได้แตกขณะตัด หากเติมแคลเซียมคลอไรด์ประมาณ 5-20 กรัมต่อ100 กิโลกรัมของน้ำนมจะช่วยให้การตกตะกอนดีขึ้น
3. การตกตะกอนน้ำนม ผลของการตกตะกอนของน้ำนมเรียกว่าเคิร์ด โปรตีนเคซีนในน้ำนมสามารถตกตะกอนได้ด้วยการใช้เอนไซม์เรนเนท เมื่อเคิร์ดมีความแข็งเพิ่มขึ้นความสามารถในการอุ้มน้ำจะลดลง ตะกอนโปรตีนจะเกิดการหดตัวพร้อมกับมีเวย์แยกออกมา เรียกว่า การขับน้ำออก (Syneresis)
4. การตัดเคิร์ด เป็นการทำให้ตะกอนโปรตีนหดตัวเพื่อระบายเวย์ออก ขนาดของการตัดเคิร์ดส่งผลต่ออัตราการขับน้ำของเนยแข็ง โดยที่การตัดเคิร์ดเป็นขนาดเล็ก จะส่งผลให้สูญเสียความชื้นได้มากกว่าทำให้ได้เนยแข็งที่มีความชื้นต่ำกว่าการตัดเคิร์ดเป็นขนาดใหญ่ หลังจากนั้นทำการกวนเคิร์ด 10-15 นาที โดยทำการกวนช้า ๆและควบคุมอุณหภูมิเท่ากับ 30 องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาที่กวนเคิร์ด ซึ่งจะทำให้แยกเวย์ออกได้มากขึ้น อนุภาคของตะกอนโปรตีนมีความแน่นขึ้นและไม่แตกตัวง่าย
5. การแยกเวย์ ภายหลังการกวนมีผลทำให้แยกเวย์ออกจากเคิร์ด หลังจากนั้นทำการแยกเวย์ออกจากเคิร์ด
6. การอัดขึ้นรูป นำตะกอนโปรตีนมาอัดขึ้นรูป และตั้งที่ไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อกำจัดเวย์ส่วนเกินออกและทำให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ
7. ให้ความร้อนกับเนยแข็ง เมื่อเนยแข็งที่ขึ้นรูปแล้วจะนำมาให้ความร้อนในน้ำเวย์โปรตีนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซียลเซียสเป็นเวลา 30 นาที หรือจนกว่าก้อนเนยแข็งจะลอยขึ้นสู่ด้านบน

8. การเติมเกลือ เกลือที่ใช้ในการเติมลงเนยแข็ง เป็นเกลือธรรมชาติทั่วไปคือ โซเดียมคลอไรด์ โดยมีวัตถุประสงค์ในการเติมเกลือคือ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้อเนยแข็งให้ดีขึ้น การที่เนื้อของเนยแข็งมีความแน่นสม่ำเสมอขึ้นอยู่กับการละลายของพาราเคซีน เนื่องจากพาราเคซีนจะละลายได้ดีถ้ามีเกลือประมาณ 5% นอกจากนี้การเติมเกลือยังสามารถปรับปรุงกลิ่นของเนยแข็งให้ดีขึ้น

2.5 องค์ประกอบทางเคมีของเนยแข็งฮาลูมี่

ตามมาตรฐานของประเทศไซปรัสระบุว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายควรมีปริมาณเกลือไม่เกิน 3% และปริมาณไขมัน 43% (น้ำหนักแห้ง) และมีความชื้นไม่เกิน 46% ผลิตภัณฑ์ในตลาดต้องมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่1 องค์ประกอบทางเคมีของเนยแข็งฮาลูมี่จากนมแพะ นมแกะ และนมวัว

Component	Cypriot standards	Halloumi from sheeps'milk		Halloumi from goats'milk		Halloumi from cows'milk	
		Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
Moisture	<46	42.2	39.0-43.8	43.5	N/A	42.9	41.5-43.8
Fat	N/A	27.9	26.3-29.3	23.7	N/A	27.6	26.3-28.6
Fat in dry matter	> 43	48.1	46.1-50.0	41.9	N/A	48.3	47.3-49.9
Protein (total N% × 6.38)	N/A	23.7	22.0-25.0	24.8	N/A	23.4	22.7-24.1
NaCl	<3	1.4	1.1-2.1	2.2	N/A	1.6	1.1-2.2
pH	N/A	5.9	5.3-6.1	N/A	N/A	6.3	N/A

N/A = Not available

ที่มา: ดัดแปลงจาก Papademas และ Robinson (1998)

2.6 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนยแข็งในระหว่างการเก็บรักษา

1. การย่อยโปรตีน (Proteolysis)

เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญในการบ่มเนยแข็ง เนื่องจากมีผลต่อกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสของเนยแข็งที่ได้ ในระหว่างการเก็บเนยแข็งจะเกิดการย่อยโปรตีน โดยเอนไซม์จากหลายแหล่งคือ เอนไซม์เรนเนทที่ยังคงเหลืออยู่ในเคิร์ด เอนไซม์โปรติเนส (Proteinase) ที่มีอยู่แล้วในน้ำนม ได้แก่ พลาสมิน (Plasmin)(ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา, 2555)

การย่อยโปรตีนในขั้นแรก เกิดขึ้นโดยการกระทำของเอนไซม์เรนเนท ซึ่งเอนไซม์เรนเนทจะย่อยพาราเคซีนให้เป็นโปรตีเอสและเปปโตน ซึ่งจะถูกย่อยต่อไปโดยเอนไซม์ย่อยโปรตีน จากจุลินทรีย์ได้เป็นเปปไทด์และกรดอะมิโนในเนยแข็งชนิดอ่อน การย่อยโปรตีนส่วนใหญ่เกิดขึ้นโดยเอนไซม์โปรตีเอสภายนอกเซลล์ที่สร้างขึ้นโดยจุลินทรีย์หลายชนิดที่เจริญบริเวณผิวของเนยแข็ง ซึ่งการย่อยโปรตีนในเนยแข็งชนิดอ่อนจะเกิดขึ้นมากกว่าในเนยแข็งชนิดแข็ง ทำให้เกิดสารประกอบที่ละลายได้ในสัดส่วนสูงประกอบกับในเนยแข็งชนิดนี้มีปริมาณน้ำมาก ทำให้ได้ลักษณะเนื้อที่อ่อนนุ่ม นอกจากนี้ในเนยแข็งชนิดนุ่มการเกิด proteolysis ส่งผลต่อกลิ่นของเนยแข็งจากการเกิดกรดอะมิโนและเพปไทด์ ซึ่งส่งผลต่อกลิ่นโดยตรง (Katsiari *et al*., 2000) สำหรับเอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำนม คือ พลาสมิน มีบทบาทในการย่อยโปรตีนเช่นกัน โดยเฉพาะในเนยแข็งที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง เช่น เอมเมนทัลชีสและเกาดาชีส เอนไซม์พลาสมินจะย่อยพาราเคซีนให้ได้โพลีเปปไทด์และไฮโดรไลซ์ต่อไปให้ได้สารโมเลกุลเล็กลง

2. การย่อยไขมัน (Lipolysis)

เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญในบ่มเนยแข็ง เกิดขึ้นในระหว่างเก็บรักษาเนยแข็ง เกิดจากการกระทำของ เอนไซม์ไลเปสที่มีอยู่แล้วในน้ำนม เอนไซม์ไลเปสจากจุลินทรีย์ เอนไซม์เรนเนทที่เติมและเอนไซม์ในน้ำนม สำหรับเอนไซม์ไลเปสจากน้ำนมนั้น มีผลในการย่อยไขมันเฉพาะในเนยแข็งที่ทำจากน้ำนมดิบและเนยแข็งที่ทำจากน้ำนมที่ได้รับความร้อนในการพาสเจอไรส์ไม่เพียงพอ (Karami, 2017)

การย่อยไขมันเกิดได้มากในเนยแข็งที่ผ่านการบ่มด้วยราและเนยแข็งจากนมแพะหรือนมแกะการย่อยไขมันนั้นส่งผลให้เกิดกรดไขมันอิสระขึ้นโดยเฉพาะกรดไขมันสายสั้น และสายกลาง กรดไขมันที่เกิดขึ้นยังเป็นสารตั้งต้นของสารระเหยได้หลายชนิด เช่น Methyl ketones, Alkanones, Lactones ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นในเนยแข็ง นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันปกติในนมเช่น Hexanoic, Octanoic, Nonanoic และ Decanoic acids ทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะตัวของนมแพะหรือที่เรียกว่า Goaty flavour (Buffa *et al*., 2001)

2.7 การเสื่อมเสียของเนยแข็งชนิดกึ่งแข็ง

2.7.1 การเสื่อมเสียทางจุลินทรีย์ของเนยแข็งฮาลูมี่

เนื่องจากการทำเนยแข็งฮาลูมี่ มีกระบวนการให้ความร้อนกับเนยแข็งหลังจากการผลิตหรือเรียกว่าการทำ Post pasteurization ที่สามารถกำจัดจุลินทรีย์ได้ แต่อาจยังมีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่สามารถทนความร้อนได้ เช่น Lactic acid bacteria (LAB) ที่สามารถเพิ่มความเป็นกรดในเนยแข็งและส่งผลให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ (Mehyar *et al*., 2017) นอกจากนี้ยังพบว่าอาจมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากนมหรือจากกระบวนการผลิตที่มีสุขลักษณะที่ไม่เหมาะสมได้เช่นกัน

Kamleh *et al*., (2012) รายงานว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศ ยีสต์ รา และแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาของเนยแข็งฮาลูมี่ การเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ดังกล่าวทำให้ pH ลดลงและเพิ่มค่าความเป็นกรดของเนยแข็งฮาลูมี่ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ลักษณะภายนอกของเนยแข็งเปลี่ยนแปลงทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์

2.8 ประโยชน์ของนมแพะ

นม คือของเหลวสีขาวที่ประกอบด้วยสารอาหารที่ออกจากเต้านมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งนมนั้นจะประกอบไปด้วยสารอาหารที่จำเป็นสำหรับเด็กทารกหรือสัตว์ที่เกิดใหม่ รวมทั้งยังเป็นแหล่งโปรตีนและแคลเซียมของคนทุกเพศทุกวัย โดยนมที่นิยมบริโภคกันในประเทศไทยในปัจจุบันได้แก่ นมโคและนมแพะ โดยนมทั้งสองชนิดจะมีปริมาณองค์ประกอบและโครงสร้างที่แตกต่างกัน ซึ่งในทางเคมีนั้นน้ำนมแพะจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. น้ำ

เป็นส่วนประกอบหลักของน้ำนม น้ำนมมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่า 85% น้ำเป็นตัวกลางให้โปรตีน ไขมันนม กระจายตัวอยู่ เกิดลักษณะเป็นอิมัลชัน (Emulsion) ชนิด oil-in-water emulsion และน้ำเป็นตัวทำละลายน้ำตาลในนม วิตามินที่ละลายในน้ำ และแร่ธาตุต่าง ๆ ในน้ำนม (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2553)

2. ไขมันนม

นมแพะจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลไขมันเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของนมโคทำให้การกระจายตัวของโมเลกุลไขมันนมแพะได้ดีกว่า (Attaie และ Richter, 2000) นอกจากนี้โมเลกุลไขมันนมแพะซึ่ง

ประกอบด้วยกรดไขมันสายโซ่ขนาดกลาง ในปริมาณที่สูงกว่าของนมวัว จึงมีความพร้อมในการถูกย่อยสลายที่ทางเดินอาหารโดยที่กระบวนการร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เร็วและเต็มที่ (ทศพร นามโฮง, 2556) และไม่ทำให้เกิดอาการท้องอืด ท้องเสีย (ศศิธร นาคทอง, 2560)

3. โปรตีน

นมแพะมีโปรตีนสูงกว่าน้ำนมโค โดยในน้ำนมแพะมีประมาณ 3.4-3.6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนจากนมแพะจัดเป็นนมที่มีโปรตีนคุณภาพสูง มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้อยู่ครบถ้วน มวลโมเลกุลของโปรตีนเบาและนุ่ม นมแพะมีเบต้าเคซีน (Beta casein) ในปริมาณสูงร้อยละ 62 ทำให้นมแพะมีการดูดซึม วิตามินและแร่ธาตุที่สูงกว่านมทั่วไปและใกล้เคียงนมแม่ นมแพะมีแอลฟาเคซีน (Alpha-s1-casein) ซึ่งย่อยยากในปริมาณที่ต่ำเพียงร้อยละ 4 ทำให้โปรตีนของนมแพะ เกาะกันเป็นก้อนโปรตีนนุ่มหรือ CPP (Casein Phosphopeptide) นมแพะมีโปรตีน CPP สูง ช่วยทำให้ร่างกายมีการดูดซึมแคลเซียม เหล็ก และแร่ธาตุต่าง ๆ ได้ดีขึ้น นมแพะมีปริมาณโปรตีนก่อแพ้หรือเบต้าแลคโตกลอบบูลิน (Beta lactoglobulin) ต่ำเพียงร้อยละ 14 จึงทำให้ไม่เกิดอาการแพ้ (จรุง หนูช่วย, 2555)

4. น้ำตาลแลคโตส

น้ำตาลที่พบในน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมคือ น้ำตาลแลคโตส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ที่เกิดจากน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลกาแลคโตส ในนมแพะมีน้ำตาลแลคโตสโดยทั่วไปอยู่ช่วง 4.1-4.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลแลคโตสน้อยกว่านมโค 0.2-0.5 เปอร์เซ็นต์ จึงส่งผลทำให้นมแพะมีความหวานน้อยกว่า (จรุง หนูช่วย, 2555)

5. วิตามินและแร่ธาตุ

ในนมแพะมีปริมาณวิตามินเอ วิตามินบี 1 และวิตามินบี 6 สูงกว่าในนมโค แต่วิตามินบี 12 มีระดับต่ำกว่าในนมโค ส่วนวิตามินซีทั้งในนมแพะและนมโคมีปริมาณเท่า ๆ กันในระดับต่ำ (จรุง หนูช่วย, 2555)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบองค์ประกอบที่สำคัญระหว่างนมแพะและนมโค 100 กรัม

องค์ประกอบ	นมแพะ	นมโค
สารอาหาร		
น้ำ (กรัม)	87	88
น้ำตาลแลคโตส (กรัม)	4.45	466
ไขมัน (กรัม)	4.41	3.34
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	11	14
โปรตีน (กรัม)	3.56	3.29
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม)		
แคลเซียม	134	119
ฟอสฟอรัส	111	93
เหล็ก	0.05	0.05
แมกนีเซียม	14	13
โพแตสเซียม	204	152

ที่มา: จรุง หนูช่วย, (2555)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานความเข้มข้นของแร่ธาตุต่างๆ (ไมโครกรัม/ลิตร) ในนมแพะและนมโค

	นมแพะ	**นมโค**
MINOR ELEMENT		
CR	11.1 ± 1.45	18.2 ± 1.32
CU	58.6 ± 7.83	75.6 ± 11.1
MN	25.6 ±7.84	32.7 ± 5.63
NI	5.80 ± 2.45	3.61 ± 0.89
RB	1978 ± 521	1985 ± 456
SR	412 ± 78.9	423 ± 89.5
ZN	3046 ± 112	2356 ± 231
SE	20.4 ± 1.84	21.2 ± 2.35
TRACE ELEMENT		
BE	1.96 ± 1.04	2.23 ± 1.23
BI	1.23 ± 1.12	1.92 ± 1.45
CO	1.23 ± 0.47	1.56 ± 0.53
CS	4.56 ± 2.23	5.23 ± 3.12

ที่มา: ดัดแปลงจาก Cadar *et al*., (2016)

2.9 ประโยชน์จากต้มยำ

1. นิยาม

เครื่องต้มยำหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำสมุนไพรที่ใช้สำหรับทำต้มยำ เช่น ข่าตะไคร้ ใบมะกรูด พริก มาล้างให้สะอาด อาจหั่นเป็นชิ้นใหญ่แล้วนำไปทำให้แห้งหรือบดเป็นผง แล้วปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น น้ำตาล น้ำปลา เกลือมะนาว นำไปทำให้แห้ง (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2553)

2. ความหมาย

ต้มยำเป็นซุปไทยที่มีรสเปรี้ยวเผ็ด ต้มยำเป็นอาหารที่รู้จักในกลุ่มประเทศเพื่อนบ้านของประเทศไทย เช่น ลาว กัมพูชา มาเลเซีย และสิงคโปร์ รวมถึงมีชื่อเสียงไปทั่วโลก คำว่า “ต้มยำ” มาจากคำภาษาไทยสองคำ คือ “ต้ม” และ “ยำ” คำว่า “ต้ม” หมายถึง กิริยาเอาของเหลวใส่ภาชนะ แลtทำให้ร้อนให้เดือดหรือสุก ขณะที่ “ยำ” หมายถึงอาหารลาวและไทยประเภทที่มีรสเปรี้ยวเผ็ด ดังนั้น “ต้มยำ” คือซุปลาวและไทยที่มีความเผ็ดร้อนและเปรี้ยว อันที่จริงคุณลักษณะของต้มยำมาจากความแตกต่างระหว่างความเผ็ดร้อน ความเปรี้ยวและกลิ่นหอมของสมุนไพรในน้ำแกง ที่สำคัญน้ำแกงนั้นประกอบด้วย น้ำต้มกระดูกและเครื่องปรุงส่วนผสมสดได้แก่ ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า หอมแดง กระเทียม น้ำมะนาว น้ำปลาและพริกในประเทศเพื่อนบ้านอย่างมาเลเซียและสิงคโปร์ ชื่อต้มยำถูกใช้เรียกน้ำแกงประเภทต่าง ๆ ที่เผ็ดร้อน ซึ่งแตกต่างจากน้ำแกงต้มยำของลาวและไทยดั้งเดิม ทำให้ผู้คนสับสนจากความแตกต่างนี้และยังเป็นอาหารพื้นเมืองที่คนไทยคุ้นเคยดี (อัลิชญาณ์ ชะอุ่ม,2559)

3. ลักษณะทั่วไป

เครื่องต้มยำเป็นเครื่องปรุงรสที่เป็นเอกลักษณ์ของประเทศไทย จากงานวิจัยพบว่าส่วนผสมในเครื่องต้มยำมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากส่วนประกอบของเครื่องต้มยำมีกระเทียม ซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Pseudomonas fluorescens* ATCC 49839 , *Escherichia coli* O157:H7 , *Staphyloccocus aureus* ATCC 13565 และ *Listeria monocytogenes* นอกจากนี้เครื่องต้มยำสำเร็จรูปทางการค้า จะนิยมใช้กรดซิตริกแทนการใช้มะนาว ซึ่งกรดซิตริกในความเข้มข้นที่พอเหมาะมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Siripongvutikorn *et al.*, 2005)

ตารางที่ 4 ความสามารถในการต้านจุลินทรีย์ของตัวอย่างเครื่องต้มยำที่มีผลต่อแบคทีเรียที่ทดสอบ

ตัวอย่าง	การทดสอบทางจุลินทรีย์			
	E.coli O157 : H7	*P.flourescens*	*S.aureus*	*L.monocytogenes*
เครื่องต้มยำสด	++	-	++	++
ขมิ้น	-	-	-	-
หอมแดง	-	-	-	-
ใบมะกรูด	-	-	+	-
พริก				
พริกแดง	-	-	-	-
พริกเขียว	-	-	-	-
เมล็ดพริก	-	-	-	-
ข่า	-	-	-	-
มะนาว	-	-	-	-
กระเทียม				
Whole garlic	+++	+++	+++	+++
Garlic heart	-	-/+	-	-
Cooked Whole garlic	-	-	-	-
กระเทียม + ข่า	++	++	++	++
กระเทียม + น้ำ	+++	+++	+++	+++
กระเทียม + น้ำมันบริโภค	+	+	+	+
น้ำมันบริโภค	-	-	-	-
3.5 กรัม/100 กรัม กรดซิตริก	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
4.5 กรัม/100 กรัม กรดซิตริก	- (0)	+	+	- (0)
5.5 กรัม/100 กรัม กรดซิตริก	- (0)	++	++	++

ที่มา: Siripongvutikorn *et al.*, 2005

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1. วัสดุอุปกรณ์ในการผลิตเนยแข็ง

3.1.1 วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำ

3.1.1.1 น้ำนมแพะดิบ

3.1.1.2 เอนไซม์เรนเนท (Chr. Hansen, Denmark)

3.1.1.3 แคลเซียมคลอไรด์ (บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.1.4 เกลือป่น (ตราปรุงทิพย์, ประเทศไทย)

3.1.1.5 ผงปรุงรสต้มยำ (ตราสุธารส, ประเทศไทย)

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเนยแข็ง

3.1.2.1 หม้อสแตนเลส

3.1.2.2 ไม้พาย

3.1.2.3 เทอร์โมมิเตอร์

3.1.2.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.1.2.5 ถาดสแตนเลส

3.1.2.6 ผ้าขาวบาง

3.1.2.7 แม่พิมพ์

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพ

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer (TA-XT2, Stable Micro Systems, UK)

3.2.1.2 เครื่องวัดค่าสี Chroma meter (Model CR-300 series, Minolta, Japan)

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.2.1 เครื่อง pH meter (TetraCon 325, Inobab, Germany)

3.2.2.2 ตู้อบลมร้อน (UF100, Memmert, Germany)

3.2.2.3 เครื่องวัดค่า a_w Water activity meter (Series3 TE, Aqualab, USA)

3.2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.2.3.1 ตู้บ่มเชื้อ (B5042, Heraeus, Germany)

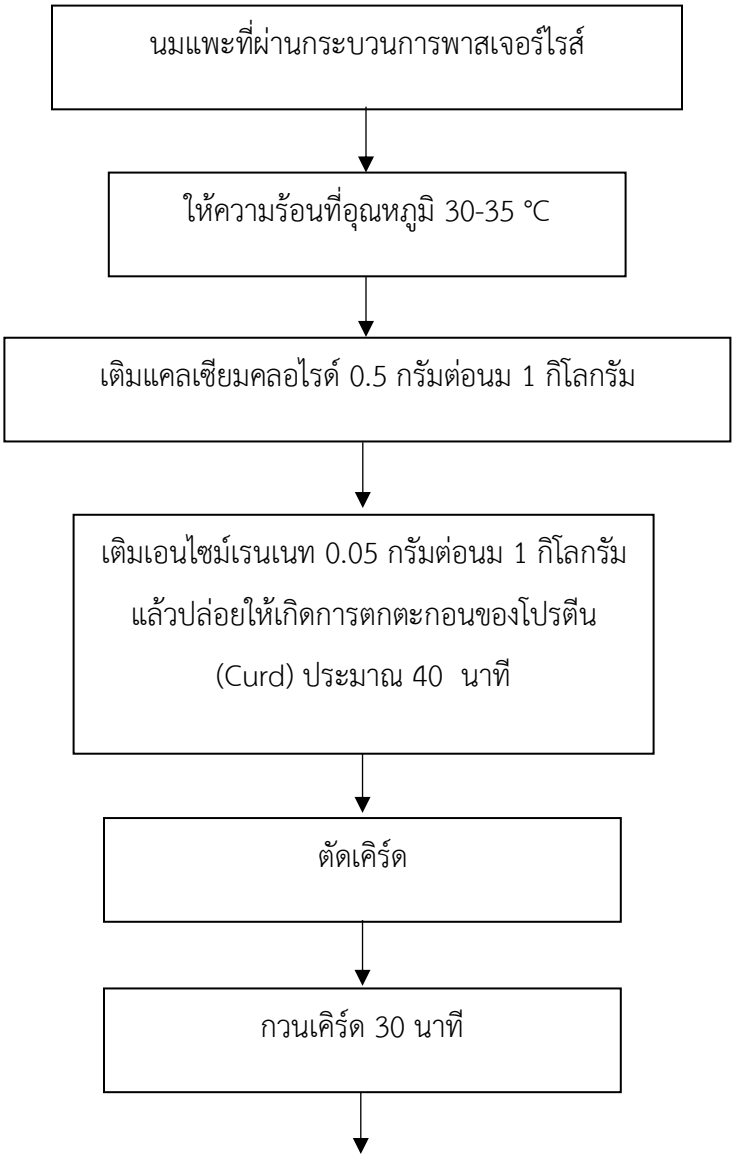
3.2.3.2 ปิเปต

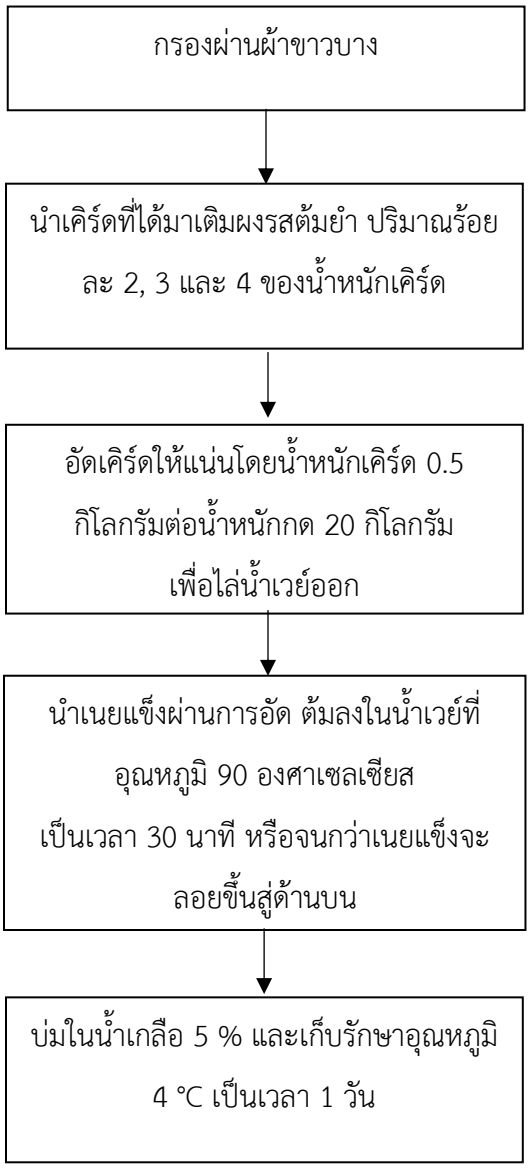
3.2.3.3 จานอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนมด้วยเครื่อง Milko-Scan (คณะสัตวแพทย์ศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

3.3.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเนยแข็งฮาลูมี่ในปริมาณรสต้มยำที่แตกต่างกันเทียบกับสูตรควบคุม นำเนยแข็งฮาลูมี่ที่มาเติมผงรสต้มยำที่ปริมาณร้อยละ 2, 3 และ 4 ของน้ำหนักเคิร์ด (%w/w)





ที่มา: ดัดแปลงจาก Robinson และ Tamime, (1996)

นำเนยแข็งมาวิเคราะห์คุณภาพได้แก่

- คุณภาพทางกายภาพ
  - ค่า Hardness โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)
  - วัดค่าสีในระบบ CIE (L*,a*,b*)
- คุณภาพทางเคมี
  - ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
  - ปริมาณ Water activity (a_w)

- ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)
- ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH-meter

- คุณภาพทางจุลินทรีย์
  - ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Total Plate Count (BAM, 2001)
  - ปริมาณยีสต์และรา (BAM, 2001)

การวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมี กายภาพ และทางจุลินทรีย์ นำผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำ นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นค่าเริ่มต้นของเนยแข็งก่อนการเก็บ

- การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส

ให้ผู้ทดสอบชิมเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำ ทำการทดสอบความชอบด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการให้คะแนน ความชอบ 7-point hedonic scale

- การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การประเมินผลทางสถิติออกแบบการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) สำหรับการประเมินผลด้านคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ และออกแบบการทดลองแบบ randomized completely block design (RCBD) สำหรับประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป statistical package for social sciences (SPSS Version 23, USA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3.3 ศึกษาอายุการเก็บของเนยแข็งรสต้มยำ

นำเนยแข็งฮาลูมี่มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บได้ 1, 5, 10 และ 20 วัน สุ่มตัวอย่างเนยแข็งไปวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ เพื่อศึกษาอายุการเก็บเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำ

3.3.4 ศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำต้มยำต่อการยอมรับของผู้บริโภคสุดท้าย

นำเนยแข็งฮาลูมี่แช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ 3, 5 และ 7 °Brix นำตัวอย่างมาทำการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 7-point hedonic scale และทำแบบสอบถามความต้องการซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของนมแพะ

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของนมแพะ

ตัวอย่างนมแพะ	ปริมาณ (ร้อยละ)					
	ไขมัน	โปรตีน	เคซีน	น้ำตาลแลคโตส	ปริมาณของแข็งทั้งหมด	ปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมัน
1	4.80	2.93	2.05	3.79	12.23	7.55
2	3.33	3.68	2.66	4.22	11.8	8.71

จากตารางที่ 4.1 ค่าองค์ประกอบทางเคมีของนมแพะ พบว่า ในตัวอย่างนมแพะครั้งที่ 1 มีค่าร้อยละของไขมัน และปริมาณของแข็งทั้งหมด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ค่าร้อยละโปรตีนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3.1 (มกอช.,2551) เป็นผลมาจากในตัวอย่างนมแพะครั้งที่ 1 เก็บอยู่ในช่องแช่แข็งเป็นเวลานานมากกว่า 2 เดือน ส่งผลให้มีโปรตีนตกตะกอนเป็นบางส่วน เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษาในช่องแช่แข็งทำให้โครงสร้างทางโมเลกุลของเคซีนมีรูปทรงบิดเบี้ยว เสียสภาพ และตกตะกอนตามลำดับ (จรุง หนูช่วย, 2555) ในตัวอย่างนมแพะครั้งที่ 2 มีค่าร้อยละของไขมัน โปรตีน และปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

4.2 ผลของปริมาณผงต้มยำที่เติมในเนยแข็งฮาลูมี่

4.2.1 คุณภาพทางกายภาพของเนยแข็งฮาลูมี่

จากการนำตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด มาวัดค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) โดยใช้เครื่องมือวัดสี Minolta CR 300 ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม) และเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด

ตัวอย่าง	ค่าสี			ความแข็ง (กิโลกรัม)
	L*	a*	b*	
เนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม)	88.43 ± 1.07[a]	-1.85 ± 0.10[b]	3.86 ± 0.80[c]	3.54 ± 0.11[a]
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2	85.74 ± 1.74[b]	-1.06 ± 0.16[a]	7.58 ± 1.66[b]	2.92 ± 0.47[b]
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 3	82.56 ± 1.49[c]	-0.65 ± 0.26[a]	9.52 ± 0.93[a]	2.61 ± 0.26[b]
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4	82.47 ± 1.28[c]	-0.25 ± 0.47[a]	10.53 ± 0.86[a]	2.49 ± 0.06[b]

หมายเหตุ

- รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดเนยแข็ง 2 ก้อน แต่ละก้อนวัดค่า 2 ซ้ำ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

จากผลการทดลองพบว่าค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยค่าความสว่าง (L*) ของเนยแข็งที่ไม่เติมผงต้มยำมีค่าความสว่าง (L*) มากกว่าทุกตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เนยแข็งผสมผงต้มยำ ร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด มีค่าความสว่าง (L*) ลดลงตามลำดับ โดยเนยแข็งผสมผงต้มยำร้อยละ 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด มีค่าความสว่าง (L*) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณผงต้มยำที่เติมลงในเนยแข็งเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ในส่วนของค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) พบว่า ตัวอย่างควบคุมมีค่าสีแดงและสีเหลืองน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เนยแข็งผสมผงต้มร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด มีค่าสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามลำดับ เป็นผลมาจากในผง

ต้มยำมีส่วนประกอบของพริก หอมแดง และ ข่า ที่มีองค์ประกอบของสารสีแดงและสีเหลือง ดังนั้นเมื่อเติมผงต้มยำปริมาณมากขึ้นส่งผลให้มีค่าสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น

รูป a

รูป b

รูป c

รูป d

รูปที่ 5 เนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4

รูป a เนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ รูป b เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2

รูป c เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 3 รูป d เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4

จากการวิเคราะห์ค่าความแข็ง (Hardness) ของตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด ด้วย Texture analyzer TA-XT2 ที่กำหนด Strain 60% แล้วทำการบันทึกค่าความแข็งได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2

เมื่อพิจารณาค่าความแข็ง พบว่าเนยแข็งที่มีการเติมผงต้มยำระดับต่างกันและตัวอย่างควบคุมมีค่าความแข็งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยตัวอย่างควบคุมมีค่าความแข็งสูงที่สุดที่ 3.54 ± 0.11 กิโลกรัม โดยเนยแข็งผสมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด มีค่าความแข็งลดลงตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเติมผงต้มยำมีผลทำให้ค่าความแข็งของเนยแข็งลดลง เนื่องจากผงต้มยำที่เติมลงในเคิร์ดจะเข้าไปขัดขวางการเกาะตัวกัน

ของเคิร์ดในระหว่างการกดอัด และเนยแข็งที่เติมผงต้มยำมีสัดส่วนปริมาณโปรตีนน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ซึ่งหน้าที่ของโปรตีนในระหว่างการอัดเคิร์ดขึ้นรูปคือการขับน้ำออกจากเคิร์ด ส่งผลให้เคิร์ดอุ้มน้ำไว้ภายในโครงสร้างและลดการจับกันของโครงสร้างโปรตีนภายใน (Fuentes *et al*., 2015) สอดคล้องกับผลความชื้นในตารางที่ 4.3 โดยเนยแข็งที่เติมผงต้มยำมีความชื้นสูงกว่าตัวอย่างควบคุม และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ahmed *et al*., (2005) กล่าวว่าเนยแข็งที่มีความชื้นสูงส่งผลต่อโครงสร้างโปรตีนทำให้เนยแข็งมีค่าความแข็งลดลง

4.2.2 คุณภาพทางเคมีของเนยแข็งฮาลูมี่

จากการนำตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด มาวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่อง Water activity meter ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางเคมีของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม) และเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด

ตัวอย่าง	a_w	%ความชื้น	pH	%Total acid
เนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม)	0.98 ± 0.00^{a}	52.65 ± 0.65^{b}	7.58 ± 0.04^{a}	0.001 ± 0.00^{a}
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2	0.98 ± 0.00^{a}	54.36 ± 0.54^{b}	7.38 ± 0.01^{b}	0.002 ± 0.00^{a}
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 3	0.97 ± 0.00^{a}	59.80 ± 0.76^{a}	7.56 ± 0.01^{a}	0.001 ± 0.00^{a}
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4	0.97 ± 0.00^{a}	55.81 ± 2.75^{ab}	7.19 ± 0.00^{c}	0.002 ± 0.00^{a}

หมายเหตุ

- รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดเนยแข็ง 2 ก้อน แต่ละก้อนวัดค่า 2 ซ้ำ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำอิสระของเนยแข็งตัวอย่างควบคุม เนยแข็งผสมผงต้มยำ ร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด มีค่าปริมาณน้ำอิสระ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) มีค่าอยู่ในช่วง 0.97-0.98 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของเนยแข็งชนิดสด (González *et al*., 2018) โดยปริมาณค่า a_w ในผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอาหารเน่าเสีย โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ หลายประเทศจึงมีกฎหมายบังคับและควบคุมคุณภาพอาหารโดยใช้ค่า a_w เป็นดัชนีชี้วัดความปลอดภัย

จากการวิเคราะห์ค่าความชื้น ของตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด ด้วยการนำตัวอย่างไปอบในตู้อบลมร้อน เป็นเวลา 12 ชั่วโมงแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณความชื้น ทำการบันทึกค่าความชื้นที่ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3

เมื่อพิจารณาค่าความชื้นของเนยแข็ง พบว่าเนยแข็งที่มีการเติมผงต้มยำระดับต่างกันและตัวอย่างควบคุมมีค่าความชื้นต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยในตัวอย่างควบคุมมีความชื้นต่ำที่สุด อยู่ที่ 52.65 ± 0.65 เมื่อเติมผงต้มยำปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความชื้นของเนยแข็งมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณโปรตีนของเนยแข็งที่เติมผงต้มยำมีค่าน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ส่งผลให้คุณสมบัติในการขับน้ำออกของเนยแข็งขณะกดเคิร์ดในพิมพ์ขึ้นรูปน้อยลงไปด้วย (Zorana *et al*., 2017 และ Everard *et al*., 2011)

จากการนำตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่องมือวัด pH-meter และการวัดค่าปริมาณกรด โดยการไทเทรตได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3

เมื่อพิจารณค่าความเป็นกรด-ด่างของเนยแข็งพบว่าเนยแข็งมีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยเนยแข็งที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด เท่ากับ 7.19 ± 0.00 เป็นผลมาจากส่วนผสมของผงต้มยำมีกรดมะนาว พริก และผงพริก ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนยแข็งที่ไม่เติมผงต้มยำมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าเนยแข็งที่เติมผงต้มยำ และเมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

4.2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนยแข็งฮาลูมี่

จากการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ของตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.4 จากผลการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่างตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งที่เติมผงต้มยำ แต่มีแนวโน้มของปริมาณจุลินทรีย์ลดลงเมื่อเติมผงต้มยำปริมาณมากขึ้น โดยเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม) และเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด

ตัวอย่าง	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) [(NS)]
เนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม)	5.95×10^3
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2	5.75×10^3
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 3	5.62×10^3
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4	5.35×10^3

หมายเหตุ

- รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดเนยแข็ง 2 ก้อน แต่ละก้อนวัดค่า 2 ซ้ำ
- NS : Nonsignificant difference ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p\leq0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

4.3 ผลของปริมาณผงต้มยำต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด มาให้ผู้ทดสอบจำนวน 48 คนประเมินลักษณะทางด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ Hedonic test และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ได้ผลทดลองดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2, 3 และ 4 ของปริมาณเคิร์ด

ตัวอย่าง	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2	5.42 ± 0.93^{a}	4.40 ± 1.24^{ab}	5.51 ± 1.14^{a}	5.08 ± 1.33^{a}	5.17 ± 0.87^{ab}
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 3	4.91 ± 1.16^{b}	4.23 ± 1.22^{b}	4.28 ± 1.42^{c}	4.36 ± 1.50^{b}	4.53 ± 1.25^{b}
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4	5.13 ± 1.15^{ab}	4.77 ± 1.42^{a}	4.96 ± 1.27^{b}	5.26 ± 1.48^{a}	5.47 ± 1.23^{a}

หมายเหตุ

- รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดเนยแข็ง 2 ก้อน แต่ละก้อนวัดค่า 2 ซ้ำ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

ผลการทดลองแสดงว่าเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 2 ของปริมาณเคิร์ด ให้ค่าสีและกลิ่นมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.42 ± 0.93 และ 5.51 ± 1.14 ตามลำดับ เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ดให้ค่าเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.77 ± 1.42 , 5.26 ±1.48 และ 5.47 ± 1.23 ตามลำดับ โดยการประเมินทั้ง 5 คุณลักษณะ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด ได้รับคะแนนการประเมินทางลักษณะประสาทสัมผัสโดยรวมมากที่สุด

4.4 การวิเคราะห์อายุการเก็บของเนยแข็งฮาลูมี่

จากผลการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำมีรสชาติความเป็นต้มยำที่อ่อนเกินไป ทางผู้จัดทำจึงได้ทำการปรับปรุงสูตรโดยการเปลี่ยนจากการแช่ในน้ำเกลือเข้มข้น 5% เป็นการแช่ในน้ำน้ำต้มยำเข้มข้น จากนั้นนำตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเนยแข็งที่ผ่านการแช่น้ำต้มยำเข้มข้น มาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม) และเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1, 5, 10, 15 และ 20 วัน

ตัวอย่าง		ค่าสี			ความแข็ง (กิโลกรัม)
		L*	a*	b*	
เนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม)	วันที่ 1	90.12 ± 0.02^{Aa}	-1.56 ± 0.02^{Aa}	8.15 ± 0.45^{Aa}	3.17 ± 0.31^{Ca}
	วันที่ 5	87.50 ± 0.38^{Ba}	-1.15 ± 0.07^{Ba}	8.23 ± 0.03^{Aa}	3.83 ± 0.63^{BCa}
	วันที่ 10	84.46 ± 0.13^{Ca}	-0.98 ± 0.01^{Ca}	6.98 ± 0.07^{Ba}	4.05 ± 0.42^{BCa}
	วันที่ 15	84.03 ± 0.13^{Ca}	-0.96 ± 0.07^{Ca}	7.07 ± 0.12^{Ba}	4.77 ± 0.22^{ABa}
	วันที่ 20	84.13 ± 0.03^{Ca}	-0.91 ± 0.07^{Ca}	7.13 ± 0.13^{Ba}	5.09 ± 0.03^{Aa}
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4	วันที่ 1	83.31 ± 0.81^{Ab}	0.39 ± 0.27^{Ab}	15.32 ± 0.52^{Ab}	2.29 ± 0.43^{Da}
	วันที่ 5	77.66 ± 2.33^{Bb}	0.48 ± 0.07^{Ab}	11.38 ± 0.05^{Bb}	3.55 ± 0.11^{Ca}
	วันที่ 10	77.00 ± 0.26^{Bb}	0.65 ± 0.07^{Ab}	12.84 ± 0.80^{Bb}	3.80 ± 0.49^{BCa}
	วันที่ 15	76.47 ± 0.27^{Bb}	0.41 ± 0.01^{Ab}	14.37 ± 0.49^{Ab}	4.43 ± 0.20^{ABa}
	วันที่ 20	75.91 ± 0.25^{Bb}	0.39 ± 0.06^{Ab}	14.09 ± 0.24^{ABb}	4.88 ± 0.29^{Aa}

หมายเหตุ

- รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดเนยแข็ง 2 ก้อน แต่ละก้อนวัดค่า 2 ซ้ำ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในวันเดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

4.4.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ

จากการนำตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด มาวัดค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) และค่าความแข็ง ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.6

จากการพิจารณาค่าความสว่างของเนยแข็ง พบว่าค่าความสว่าง (L*) ของทุกตัวอย่างมีค่าลดลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยตัวอย่างควบคุมมีค่าความสว่างสูงที่สุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Akarca *et al.,* (2016) ได้ทำการเติมพริกและสมุนไพรลงในเนยแข็งมอสซาเรลลาพบว่าเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน เนยแข็งทุกตัวอย่างมีค่าความสว่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญและเนยแข็งมอสซาเรลลาควบคุมมีค่าความสว่างสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเช่นกัน เป็นผลมาจากการเกิดโปรตีโอไลซิส ที่สามารถเปลี่ยนโครงสร้างโปรตีนเคซีน ให้สามารถละลายน้ำได้มากขึ้น และไม่สามารถสะท้อนสีขาวได้ ทำให้สารประกอบอื่นมีผลในการสะท้อนของสี ส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง (Sheehan *et.al*, 2004) ในส่วนของค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ตัวอย่างควบคุมมีค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้นแต่มีค่าสีเหลือง (b*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เนยแข็งที่เติมผงต้มยำไม่มีความแตกต่างของค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) อย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษา ($p>0.05$) โดยความแตกต่างระหว่างค่าความสว่าง ค่าสีแดงและสีเหลืองของตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งที่เติมผงต้มยำเป็นผลมาจากการเติมผงต้มยำในกระบวนการผลิต และผลมาจากการใช้น้ำต้มยำเข้มข้นในการแช่เนยแข็งรสต้มยำที่มีส่วนผสมของพริก และสมุนไพรส่งผลให้มีค่าความสว่างน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมและค่าสีแดง สีเหลืองมีค่ามากกว่าตัวอย่างควบคุม

จากการวิเคราะห์ค่าความแข็งของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าค่าความแข็งของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษา ($p<0.05$) โดยการเปลี่ยนแปลงของความแข็งในระหว่างการเก็บ

รักษาเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงความชื้น การเกิดการแพร่ของสารละลายเกลือ และค่าความเป็นกรดด่าง (Bunka *et al*., 2001) การเพิ่มขึ้นของความแข็งของตัวอย่างในช่วงแรกอาจเป็นผลมาจากความเข้มข้นของเกลือ นอกจากนี้เป็นผลมาจากค่าความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาที่มีค่าลดลง ส่งผลให้ค่าความแข็งของเนยแข็งเพิ่มขึ้น โดยค่าความแข็งของตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งที่เติมผงต้มยำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตลอดการเก็บรักษา (p>0.05)

จากการนำเนยแข็งไปวัดค่าปริมาณน้ำอิสระเริ่มต้นและวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษา (p>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.97-0.98 การมีค่าปริมาณน้ำอิสระที่สูงมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทำให้เนยแข็งเกิดการเสื่อมเสีย

4.4.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี

จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี ของเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ดเทียบกับตัวอย่างควบคุม ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 1, 5, 10, 15 และ 20 วัน โดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด จากตารางที่ 4.7 พบว่า

ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี ของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม) และเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1, 5, 10, 15 และ 20 วัน

ตัวอย่าง		%ความชื้น	pH	%Total acid
เนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม)	วันที่ 1	58.94 ± 0.77^{Aa}	6.38 ± 0.08^{Ba}	0.002 ± 0.000^{Ba}
	วันที่ 5	56.74 ± 0.17^{Ba}	6.48 ± 0.00^{ABa}	0.002 ± 0.000^{ABa}
	วันที่ 10	54.45 ± 1.02^{Ca}	6.54 ± 0.05^{Aa}	0.002 ± 0.000^{Ba}
	วันที่ 15	57.00 ± 0.64^{ABa}	6.42 ± 0.02^{Ba}	0.003 ± 0.000^{Aa}
	วันที่ 20	55.47 ± 0.99^{BCa}	6.45 ± 0.01^{AB}	0.003 ± 0.000^{Aa}
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4	วันที่ 1	54.29 ± 0.25^{Ab}	5.67 ± 0.03^{Cb}	0.004 ± 0.000^{BCb}
	วันที่ 5	54.10 ± 1.89^{Aa}	5.93 ± 0.01^{Ab}	0.004 ± 0.000^{ABCa}
	วันที่ 10	54.99 ± 0.44^{Aa}	5.84 ± 0.02^{Bb}	0.004 ± 0.000^{Cb}
	วันที่ 15	54.95 ± 1.61^{Aa}	5.80 ± 0.01^{Bb}	0.005 ± 0.000^{Ab}
	วันที่ 20	55.45 ± 0.60^{Aa}	5.89 ± 0.00^{Ab}	0.005 ± 0.000^{ABb}

หมายเหตุ

- รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดเนยแข็ง 2 ก้อน แต่ละก้อนวัดค่า 2 ซ้ำ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในวันเดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ค่าความชื้นของตัวอย่างควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยวันแรกของการเก็บรักษามีค่าความชื้นมากที่สุด เท่ากับ 58.94 ± 0.77 และในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาพบว่ามีค่าความชื้นต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 54.45 ± 1.02 และเนยแข็งที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เพราะมีค่าการซึมผ่านของความชื้นน้อย เนื่องจากการเก็บผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ (Samsom *et al*., 2002)

ในส่วนของค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยตัวอย่างควบคุมมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่าเนยแข็งที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด เนื่องจากการเติมผงต้มยำมีส่วนประกอบของกรดมะนาว พริก และผงพริก และอาจมี Lactic acid bacteria เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดย Lactic acid bacteria สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสเป็นอาหาร และเกิดการสร้างกรดแลคติคขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดต่ำลงไปด้วย (Hougaard *et al*., 2010; Rynne *et al.,* 2004)

จากผลการทดลอง ปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดของตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยตัวอย่างควบคุมมีปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดต่ำกว่าเนยแข็งที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด และมีแนวโน้มที่ปริมาณความเป็นกรดเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษาอาจมี Lactic acid bacteria ที่สามารถสร้างกรดแลคติคได้ ส่งผลให้มีปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น (Sant'Ana *et al*., 2013) ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษามีปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ดสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.003 ± 0.000 และ 0.005 ± 0.000 ตามลำดับ

4.4.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการนำตัวอย่างควบคุมและเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด มาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ราระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.8

เมื่อพิจารณาปริมาณจุลินทรีย์ของเนยแข็งทุกตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณถึง 4 log CFU/g จะถือได้ว่าเป็นการสิ้นสุดของอายุการเก็บรักษาทางจุลินทรีย์ของเนยแข็งฮาลูมี่ (Kamleh *et al*., 2012) จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างควบคุมมีอายุการเก็บ 10 วัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mehyar *et al*., (2017) ที่ได้ทำการลดปริมาณเกลือในการแช่เนยแข็งฮาลูมี่เหลือ 5% เมื่อนำมาวิเคราะห์อายุการเก็บพบว่ามีอายุการเก็บเพียง 10 วัน แต่เนยแข็งที่ผสมผงต้มยำร้อยละ 4 สามารถยืดอายุการเก็บเป็น 15 วัน เนื่องจากผลของเครื่องต้มยำ ได้แก่ พริก ใบมะกรูด ตะไคร้ มะนาว หอมแดง และกระเทียม สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจากงานวิจัยของ Sunisa *et al*., (2005) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์ของเครื่องต้มยำ พบว่ากระเทียบมีความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์มากที่สุด และเมื่อพิจารณายีสต์และราของเนยแข็งพบว่าไม่พบการเจริญเติบโตของยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม) และเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำ 4 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเคิร์ด เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1, 5, 10, 15 และ 20 วัน

ตัวอย่าง		ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์รา (CFU/g)
เนยแข็งฮาลูมี่ที่ไม่เติมผงต้มยำ (ตัวอย่างควบคุม)	วันที่ 1	5.5×10^{3Da}	ND
	วันที่ 5	6.55×10^{3Da}	ND
	วันที่ 10	9.35×10^{3Ca}	ND
	วันที่ 15	1.35×10^{4Ba}	ND
	วันที่ 20	1.84×10^{4Aa}	ND
เนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4	วันที่ 1	3.90×10^{3Db}	ND
	วันที่ 5	4.95×10^{3CDa}	ND
	วันที่ 10	6.05×10^{3Cb}	ND
	วันที่ 15	8.35×10^{3Bb}	ND
	วันที่ 20	1.41×10^{4Ab}	ND

หมายเหตุ

- รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดเนยแข็ง 2 ก้อน แต่ละก้อนวัดค่า 2 ซ้ำ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในวันเดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test
- ND = No detectable levels

4.5 ผลของความเข้มข้นของน้ำต้มยำต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด โดยแช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 3, 5 และ 7 °Brix มาให้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ประเมินลักษณะทางด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ Hedonic test และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ได้ผลทดลองดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด โดยแช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 3 5 และ 7 °Brix

ตัวอย่าง	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
เนยแข็งฮาลูมี่ที่แช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 3 °Brix	5.10 ± 0.84^{a}	4.37 ± 1.13^{b}	5.23 ± 1.04^{a}	4.46 ± 1.07^{b}	4.80 ± 0.81^{b}
เนยแข็งฮาลูมี่ที่แช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 5 °Brix	4.83 ± 1.39^{ab}	5.03 ± 1.18^{a}	5.07 ± 1.17^{ab}	5.30 ± 0.95^{a}	5.37 ± 0.93^{a}
เนยแข็งฮาลูมี่ที่แช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 7 °Brix	4.57 ± 0.97^{b}	4.90 ± 1.30^{a}	4.6 ± 1.30^{b}	5.10 ± 1.24^{a}	4.97 ± 1.10^{ab}

หมายเหตุ

- รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดเนยแข็ง 2 ก้อน แต่ละก้อนวัดค่า 2 ซ้ำ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดลองแสดงว่าเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด โดยแช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 3 °Brix ได้รับคะแนนค่าสีและกลิ่นมากที่สุด เท่ากับ 5.10 ± 0.84 และ 5.23 ± 1.04 ตามลำดับ และเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด โดยแช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 5 °Brix ได้รับคะแนนค่าเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 5.03 ± 1.18, 5.30 ± 0.95 และ 5.37 ± 0.93 ตามลำดับ โดยการประเมินทั้ง 5 คุณลักษณะ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าเนยแข็ง

ฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ของปริมาณเคิร์ด โดยแช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 5 °Brix ได้รับคะแนนการประเมินทางลักษณะประสาทสัมผัสโดยรวมมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

- การเติมผงต้มยำส่งผลต่อลักษณะของเนยแข็ง

  - ด้านกายภาพ

    การเติมผงต้มยำในเนยแข็งส่งผลให้ค่าความแข็งและค่าความสว่าง (L*) ของเนยแข็งลดลง แต่ส่งผลให้ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น

  - ทางด้านเคมี

    การเติมผงต้มยำในเนยแข็งส่งผลต่อค่าความชื้นเพิ่มขึ้น แต่ค่า pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

- อายุการเก็บของเนยแข็งฮาลูมี่

  การพัฒนาเนยแข็งรสต้มยำทำให้มีอายุการเก็บจาก 10 วัน เป็น 15 วัน

- การยอมรับของผู้บริโภค

  มีผู้สนใจซื้อผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำ 76.67% ของจำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด พบว่าเนยแข็งฮาลูมี่ที่เติมผงต้มยำร้อยละ 4 ที่แช่ในน้ำต้มยำเข้มข้น 5 °Brix ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการทดลองในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำให้มีความเนียน และเป็นที่ยอมรับมากขึ้น โดยการปรับวิธีในการเติมรสต้มยำในเนยแข็ง
2. ทำการศึกษาเพื่อยืดอายุการเก็บของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำให้มีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้นจาก 15 วันเป็น 1 เดือน เนื่องจากในปกติเนยแข็งฮาลูมี่ที่แช่ในน้ำเกลือที่เข้มข้นสูงมีอายุการเก็บถึง 1 เดือน

เอกสารอ้างอิง

Ahmed, N. H., El Soda, M., Hassan, A. N., and Frank, J. (2005). Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. LWT-Food Science and Technology, 38(8), 843-847.

Akarca, G., Çağlar, A., and Tomar, O. (2016). The effects spicing on quality of mozzarella cheese. Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka, 66(2), 112-121.

Attaie,R., and Richter,R.(2000). Size Distribution of Fat Globules in Goat Milk. Journal of Dairy Science.83: 940-944.

Buffa, M., Guamis, B., Pavia, M., and Trujillo, A. (2001). Lipolysis in cheese made from raw,pasteurized or high-pressuretreated goats' milk. International Dairy Journal. 11: 175–179.

Bunka, F., Pachlova, V., Pernicka, L., Buresova, I., Kr a cmar, S., and Losak, T. (2013). The dependence of Peleg's coefficients on selected conditions of a relaxation test in model samples of Edam cheese. Journal of Texture Studies, 44,187e195.

Cadar, O., Tanaselia, C., Miclean, M., and Levei, E. (2016). Analysis of Minor and Trace Elements in Cow, Goat and Sheep Milk in the NW Part of Romania. ProEnvironment Promediu, 9(26).

Everard, C. D., O'Callaghan, D. J., Mateo, M. J., Castillo, M., Payne, F. A., and O'Donnell, C. P. (2011). Effects of milk composition, stir-out time, and pressing duration on curd moisture and yield. Journal of dairy science, 94(6), 2673-2679.

Fox, P.F., McSweeney, L.H.P., and Ottogalli, G. (2000). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. (3rd ed.). London: Elsevier Academic Press.

Fuentes, L., Mateo, J., Quinto, E. J., and Caro, I. (2015). Changes in quality of nonaged pasta filata Mexican cheese during refrigerated vacuum storage. Journal of dairy science, 98(5), 2833-2842.

Gonzalez, M.L., Sánchez, H.C., Franco, F.M.J., Güemes, V.N. and Soto, S.S. (2018) Physical, chemical and texture characteristics of Aro cheese. Food Research. 2(1), 61-67.

Juan, B., Quevedo, J., Zamora, A., Guamis, B., and Trujillo, A. (2015). Lipolysis of cheeses made from goat milk treated by ultra-highpressure homogenization. LWT - Food Science and Technology. 60: 1034-1038

Katsiari, M., Alichanidis, E., Voutsinas L., and Roussis, I. (2000). Proteolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. International Dairy Journal. 10: 635-646.

Karami, M. (2017). Enhancing the lipolysis of feta-type cheese made from ultrafiltered cow's milk. LWT - Food Science and Technology 80: 386-393.

Kondyli, E., Pappa, E., and Svarnas, C., (2016). Ripening changes of the chemical composition, proteolysis, volatile fraction and organoleptic characteristics of a white-brined goat milk cheese. Small Ruminant Research. 145: 1–6.

Kamleh, R., Toufeili, I., Ajib, R., Kanso, B., and Haddad, J. (2012). Estimation of the shelf-life of halloumi cheese using survival analysis. Czech J. Food Sci, 30(6), 512-519.

Lobacz, A., Zulewska, J., and Kowalik, J. (2016). The analysis of the behavior of Listeria monocytogenes in fresh cheeses with various spices during storage. Procedia Food Science. 7: 80 – 84.

McMahon. D.J., Brown, R.J., Richardson, G.H. and Ernstrom, C.A. (1984) Effects of calcium, phosphate, and bulk culture media on milk coagulation properties. Journal of Dairy Science, 67, 930–938.

Mehyar, G. F., Al Nabulsi, A. A., Saleh, M., Olaimat, A. N., and Holley, R. A. (2018). Effects of chitosan coating containing lysozyme or natamycin on shelf-life, microbial quality, and sensory properties of Halloumi cheese brined in normal and reduced salt solutions. Journal of Food Processing and Preservation, 42(1), e13324.

Miloradovic, Z., Kljajevic, N., Miocinovic, J., Tomic, N., Smiljanic, J., and Macej, O. (2017). High heat treatment of goat cheese milk. The effect on yield, composition, proteolysis, texture and sensory quality of cheese during ripening. International dairy journal, 68, 1-8.

Ong, L., Dagastine, R., Kentish, S., and Gras, S. (2013). The effect of calcium chloride addition on the microstructure and composition of Cheddar cheese. International Dairy Journal. 33: 135-141.

Papademas, P., and Robinson, R. K. (1998). Halloumi cheese: The product and its characteristics. International Journal of Dairy Technology, 51(3), 98-103.

Sant'Ana, A. M. S., Bezerril, F. F., Madruga, M. S., Batista, A. S. M., Magnani, M., Souza, E. L., and Queiroga, R. C. R. E. (2013). Nutritional and sensory characteristics of Minas fresh cheese made with goat milk, cow milk, or a mixture of both. Journal of dairy science, 96(12), 7442-7453.

Sheehan, J. J., Huppertz, T., Hayes, M. G., Kelly, A. L., Beresford, T. P., and Guinee, T. P. (2005). High pressure treatment of reduced-fat Mozzarella cheese: Effects on functional and rheological properties. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 6(1), 73-81.

Siripongvutikorn, S., Thummaratwasik, P., and Huang, Y. W. (2005). Antimicrobial and antioxidation effects of Thai seasoning, Tom-Yum. LWT-Food Science and Technology, 38: 347-352.

Soodam, K., Ong, L., Powell, I., Kentish, S., and Gras, S. (2015). Effect of calcium chloride additionand draining pH on the microstructure and texture of full fat Cheddar cheese during ripening. Food Chemistry. 181: 111–118.

Robinson, R.K., and Tamime, A.Y., (1996). Feta and related cheese. London: Woodhead publishing Ltd.

Wolfschoon-Pombo, A. (1997). Influence of Calcium Chloride Addition to Milk on the Cheese Yield. International Dairy Journal. 7: 249-254.

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 209 เรื่อง เนยแข็ง. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.fda.moph.go.th/fdanet/html/product/food/ntfmoph/ntf209.htm [11 กันยายน 2561]

เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์. (2560). คู่มือปฏิบัติการรายวิชา 2314315 Food Chemistry Lab I. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ขนิษฐา ธนานุวงศ์. (2560). คู่มือปฏิบัติการรายวิชา 2314315 Food Chemistry Lab I. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรุง หนูช่วย. (2555). การเปรียบเทียบองค์ประกอบ คุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของน้ำนมแพะดิบระหว่างรีดด้วยมือและเครื่องรีด. วิทยาศาสตร์ปริญญามหาบัณฑิต, ความปลอดภัยของอาหาร สัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทศพร นามโฮง. (2556). นมแพะ:ทางเลือกใหม่เพื่อสุขภาพ.วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ.1(2): 170-178

นพนันท์ รัตนวิชัย. (2548). การประยุกต์การกรองแบบอัลทราฟิลเทรชันในการผลิตเนยแข็งเฟตตาด้วยการเติมกรดโดยตรง. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. ส่วนประกอบของน้ำนม. [ออนไลน์]. ม.ป.ป. แหล่งที่มา:http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2954/ส่วนประกอบของน้ำนม [12 กันยายน 2561]

นิธิยา รัตนาปนนท์ และ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. เครื่องต้มยำ. [ออนไลน์]. ม.ป.ป. แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3747/เครื่องต้มยำ [12 กันยายน 2561]

ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา. เนยแข็ง.[ออนไลน์].,2555. แหล่งที่มา: http://elearning.psru.ac.th/courses/104/บทที่%2012/29_บทฐี่%2012.pdf [10 กันยายน 2561]

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. เฟตาชีส. [ออนไลน์]. ม.ป.ป. แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3991/feta-cheese-เฟต้าชีส [16 กันยายน 2561]

โภชนาการและการเรียนรู้อย่างเป็นธรรมชาติ. นมเหมือนกันแต่โปรตีนต่างกัน!!! คุณภาพโปรตีนจากนมชนิดต่างๆที่คุณแม่จำเป็นต้องรู้. [ออนไลน์]. ม.ป.ป. แหล่งที่มา:https://th.theasianparent.com/ทำความรู้จัก-แอลฟ่า-เอสวัน-เคซีน-โปรตีน-ที่ทำให้-ลูกท้องผูก [14 กันยายน 2561]

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. เรื่อง น้ำนมแพะดิบ มกอช. 6006-2551. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สมจิต สุรพัฒน์. (2539). นมและผลิตภัณฑ์นม. พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ศศิธร นาคทอง. นมแพะ ของดีมีประโยชน์. [ออนไลน์]. 2560. แหล่งที่มา: https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=38159 [14 กันยายน 2561]

อภิญญา เจริญกูล. เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์นม. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.elearning2.utcc.ac.th/officialtcu/econtent/sf411/ [16 กันยายน 2561].

อัลิชญาณ์ ชะอุ่ม. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสต้มยำ. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต, วิทาลัยเทคโนโลยีพงษ์สวัสดิ์.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

1. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1 การวัดค่าความแข็ง(Hardness)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Texture analyzer

วิธีการทดลอง

1. การ Calibrate เครื่องวัดค่าแรงกด โดยเปิดสวิทซ์เครื่อง นำก้อนน้ำหนักขนาด 10 กิโลกรัมวางบนแท่นวางน้ำหนัก(ใช้ค่าแรงกด 50 กิโลกรัม)
2. การ Calibrate ความสูงโดยใส่หัว P/100 กำหนดระยะห่างที่ต้องการกดคือ 10 มิลลิเมตร
3. เตรียมตัวอย่างเนยแข็งที่ผลิตโดยตัดออกเป็นรูปลูกบาศก์ขนาด 2×2×2 เซนติเมตร
4. นำไปวัดค่าความแข็งด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยกำหนดค่าต่างๆของการวัดดังนี้

   หัววัด p = 100 mm

   Mode: Measure force in compression

   Option: Return to start

   Pre-test speed: 1.0 mm/s

   Test speed: 1.0 mm/s

   Post-test speed: 1.0 mm/s

   Strain: 60%

   Trigger force: 1 N

2.การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.1 ปริมาณความชื้น(AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. ถ้วยอะลูมิเนีย
3. โถดูดความชื้น

วิธีการทดลอง

1. อบถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝา ที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W1)
2. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ลงในถ้วยอะลูมิเนียมที่อบแห้งและชั่งน้ำหนักแล้ว และชั่งน้ำหนักตัวอย่างและถ้วยอะลูมิเนียม(W1)

3. นำตัวอย่างไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมงโดยเปิดฝาถ้วยอะลูมิเนียมไว้
4. นำถ้วยอะลูมิเนียมออกจากตู้อบ ปิดฝาถ้วยและทิ้งไว้ให้เย็นโถดูดความชื้นนาน 30 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักถ้วยพร้อมตัวอย่าง นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่(ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งไม่เกิน 2 มิลลิกรัม)(W3)

<u>การคำนวณ</u>

ปริมาณความชื้น(%) = $\frac{(W2-W3)\times 100}{W2-W1}$

เมื่อ W1 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้น เป็นกรัม
W2 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม
W3 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

2.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)

<u>อุปกรณ์</u>

1. ปิเปต
2. บิวเรต
3. กระดาษกรอง

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 10 กรัม นำมาบดให้ละเอียดปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
2. นำตัวอย่างที่ได้กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1
3. ปิเปตสารละลายใส 10 มิลลิลิตร ลงในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร
4. หยดฟีนอฟธาลีน (อินดิเคเตอร์) 2-3 หยด
5. นำมาไทรเทรตกับสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จดบันทึกจำนวนสารละลายที่ใช้ในการไทรเทรตแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด (ปริมาณกรดที่คำนวณได้คือปริมาณกรดในน้ำหนักตัวอย่าง 10 กรัม ให้คำนวณเทียบเป็น 100 กรัม

เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค = $\frac{\text{มิลลิลิตรของ } \mathbf{0.1} \text{ โมลาร์ของ} \square\square\square\square \times 0.1 \times 0.009 \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง(กรัม)}}$

2.3 ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH-meter(AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. เครื่องปั่น
2. pH-mater

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 10 กรัม นำไปปั่นให้ละเอียดกับน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที
2. นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH-meter

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.1. การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM, 2001)

อุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA)
2. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
3. ขวดหรือหลอดใส่น้ำ 9 mL สำหรับการเจือจาง และผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
4. ปิเปตขนาด 1 mL ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างเนยแข็ง 10 กรัม ใส่ในขวดที่มีน้ำฆ่าเชื้อแล้ว 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจางที่ 10^{-1}
2. ใช้ปิเปตดูดสารละลายนี้ใส่ลงในหลอดที่มีน้ำฆ่าเชื้อ 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-2}
3. ใช้ปิเปต ที่ฆ่าเชื้อแล้วดูดสารละลายตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆจำนวนจานละ 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ ระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากความเข้มข้นต่ำที่สุด
4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่ฆ่าเชื้อและหลอมเหลวแล้ว อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียสจำนวน 10-15 มิลลิลิตร ผสมอาหารเลี้ยงเชื้อกับตัวอย่าง ด้วยการวนจานเพาะเชื้อด้านขวาและด้านซ้ายขึ้นลงอย่างละ 4 รอบ
5. รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง ทำการกลับจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่ 37±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
6. ตรวจนับจำนวนโคโลนี้บนจานเพาะเชื้อที่มีเชื้ออยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี แล้วรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.2. การตรวจนับปริมาณยีสต์และรา (BAM, 2001)

อุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar pH 3.5
2. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
3. ขวดหรือหลอดใส่น้ำ 9 mL สำหรับการเจือจาง และผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
4. ปิเปตขนาด 1 mL ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
5. แท่งแก้วรูปตัวแอล
6. แอลกอฮอล์ 95%

วิธีการทดลอง

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar ปรับ pH ด้วย ด้วย 10% tartaric acid ให้อยู่ในช่วง 3.7-4 แล้วเท plate ทิ้งค้างคืนให้ผิวแห้ง
2. ชั่งตัวอย่างเนยแข็ง 10 กรัม ใส่ในขวดที่มีน้ำฆ่าเชื้อแล้ว 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจางที่ 10^{-1}
3. ใช้ปิเปตดูดสารละลายนี้ใส่ลงในหลอดที่มีน้ำฆ่าเชื้อ 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-2}
4. ใช้ปิเปตฆ่าเชื้อแล้วดูดสารละลายตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆจำนวนจานละ 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ ระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากความเข้มข้นต่ำที่สุด
5. ใช้แท่งแก้วรูปตัวแอลจุ่มแอลกอฮอล์ ลนไฟ เกลี่ยสารละลายให้กระจายทั่วผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ
6. นำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่ 30±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
7. ตรวจนับเชื้อยีสต์ และราบนจานเพาะเชื้อ แล้วรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ภาคผนวก ข.

Sensory Evaluation

ผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ

วันที่ทดสอบ_____ ชื่อผู้ทดสอบ_____

ตอนที่ 1 แบบทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ

วิธีทำ : ให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนยแข็งแล้วระบุระดับความพอใจของท่านตามหมายเลข 1- 7

ลักษณะคุณภาพ	**ตัวอย่าง**		
	รหัส_____	**รหัส_____**	**รหัส_____**
สี			
เนื้อสัมผัส			
กลิ่น			
รสชาติ			
ความชอบโดยรวม			

*หมายเหตุ: 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบปานกลาง 3=ไม่ชอบเล็กน้อย
4= เฉยๆ 5= ชอบเล็กน้อย 6= ชอบปานกลาง 7= ชอบมากที่สุด

ตอนที่ 2 แบบทดสอบความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำจากนมแพะ

วิธีทำ : ให้ผู้ทดสอบทำเครื่องหมายกากบาทในช่องคำตอบที่ท่านเลือก

2.1 หากมีผลิตภัณฑ์นี้จำหน่ายในท้องตลาดท่านจะเลือกซื้อหรือไม่

☐ ซื้อ ☐ ไม่ซื้อ

2.2 หากท่านเลือก ไม่ซื้อ เพราะเหตุผลใด

☐ กลิ่นของนมแพะ ☐ รสชาติ

☐ เนื้อสัมผัส ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ _____)

ข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ค.

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

โดยโปรแกรม IBM SPSS Version 22 Staticstic

ตาราง ค.1 ผลการทดสอบ LSD ของค่าสี L*ของเนยแข็งฮาลูมี่

Multiple Comparisons

Dependent Variable: L

LSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	2%tomyum	2.6950*	.84323	.033	.3538	5.0362
	3%tomyum	5.8700*	.84323	.002	3.5288	8.2112
	4%tomyum	5.9600*	.84323	.002	3.6188	8.3012
2%tomyum	control	-2.6950*	.84323	.033	-5.0362	-.3538
	3%tomyum	3.1750*	.84323	.020	.8338	5.5162
	4%tomyum	3.2650*	.84323	.018	.9238	5.6062
3%tomyum	control	-5.8700*	.84323	.002	-8.2112	-3.5288
	2%tomyum	-3.1750*	.84323	.020	-5.5162	-.8338
	4%tomyum	.0900	.84323	.920	-2.2512	2.4312
4%tomyum	control	-5.9600*	.84323	.002	-8.3012	-3.6188
	2%tomyum	-3.2650*	.84323	.018	-5.6062	-.9238
	3%tomyum	-.0900	.84323	.920	-2.4312	2.2512

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .711.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ตาราง ค.2 ผลการทดสอบ LSD ของค่าสี a* ของเนยแข็งฮาลูมี่

Multiple Comparisons

Dependent Variable: a

LSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	2%tomyum	-2.6625*	.47737	.005	-3.9879	-1.3371
	3%tomyum	-1.9700*	.47737	.015	-3.2954	-.6446
	4%tomyum	-1.3950*	.47737	.043	-2.7204	-.0696
2%tomyum	control	2.6625*	.47737	.005	1.3371	3.9879
	3%tomyum	.6925	.47737	.220	-.6329	2.0179
	4%tomyum	1.2675	.47737	.057	-.0579	2.5929
3%tomyum	control	1.9700*	.47737	.015	.6446	3.2954
	2%tomyum	-.6925	.47737	.220	-2.0179	.6329
	4%tomyum	.5750	.47737	.295	-.7504	1.9004
4%tomyum	control	1.3950*	.47737	.043	.0696	2.7204
	2%tomyum	-1.2675	.47737	.057	-2.5929	.0579
	3%tomyum	-.5750	.47737	.295	-1.9004	.7504

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .228.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ตาราง ค.3 ผลการทดสอบ LSD ของค่า b* ของเนยแข็งฮาลูมี่

Multiple Comparisons

Dependent Variable: b

LSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	2%tomyum	-3.7050*	.45123	.001	-4.9578	-2.4522
	3%tomyum	-5.6500*	.45123	.000	-6.9028	-4.3972
	4%tomyum	-6.6600*	.45123	.000	-7.9128	-5.4072
2%tomyum	control	3.7050*	.45123	.001	2.4522	4.9578
	3%tomyum	-1.9450*	.45123	.013	-3.1978	-.6922
	4%tomyum	-2.9550*	.45123	.003	-4.2078	-1.7022
3%tomyum	control	5.6500*	.45123	.000	4.3972	6.9028
	2%tomyum	1.9450*	.45123	.013	.6922	3.1978
	4%tomyum	-1.0100	.45123	.089	-2.2628	.2428
4%tomyum	control	6.6600*	.45123	.000	5.4072	7.9128
	2%tomyum	2.9550*	.45123	.003	1.7022	4.2078
	3%tomyum	1.0100	.45123	.089	-.2428	2.2628

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .204.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ตาราง ค.4 ผลการทดสอบ LSD ของค่า a_w ของเนยแข็งฮาลูมี่

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Aw

LSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	2%tomyum	.00000	.002000	1.000	-.00555	.00555
	3%tomyum	.00300	.002000	.208	-.00255	.00855
	4%tomyum	.00400	.002000	.116	-.00155	.00955
2%tomyum	control	.00000	.002000	1.000	-.00555	.00555
	3%tomyum	.00300	.002000	.208	-.00255	.00855
	4%tomyum	.00400	.002000	.116	-.00155	.00955
3%tomyum	control	-.00300	.002000	.208	-.00855	.00255
	2%tomyum	-.00300	.002000	.208	-.00855	.00255
	4%tomyum	.00100	.002000	.643	-.00455	.00655
4%tomyum	control	-.00400	.002000	.116	-.00955	.00155
	2%tomyum	-.00400	.002000	.116	-.00955	.00155
	3%tomyum	-.00100	.002000	.643	-.00655	.00455

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4.000E-6.

ตาราง ค.5 ผลการทดสอบ LSD ของค่าความแข็งของเนยแข็งฮาลูมี่

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hardness

LSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	2%tomyum	.6235*	.15686	.016	.1880	1.0590
	3%tomyum	.9335*	.15686	.004	.4980	1.3690
	4%tomyum	1.0485*	.15686	.003	.6130	1.4840
2%tomyum	control	-.6235*	.15686	.016	-1.0590	-.1880
	3%tomyum	.3100	.15686	.119	-.1255	.7455
	4%tomyum	.4250	.15686	.054	-.0105	.8605
3%tomyum	control	-.9335*	.15686	.004	-1.3690	-.4980
	2%tomyum	-.3100	.15686	.119	-.7455	.1255
	4%tomyum	.1150	.15686	.504	-.3205	.5505
4%tomyum	control	-1.0485*	.15686	.003	-1.4840	-.6130
	2%tomyum	-.4250	.15686	.054	-.8605	.0105
	3%tomyum	-.1150	.15686	.504	-.5505	.3205

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .025.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ตาราง ค.6 ผลการทดสอบ LSD ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนยแข็งฮาลูมี่

Multiple Comparisons

Dependent Variable: totalplatecount

LSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	2%tomyum	.1000	.32210	.772	-.7943	.9943
	3%tomyum	-.0500	.32210	.884	-.9443	.8443
	4%tomyum	.6000	.32210	.136	-.2943	1.4943
2%tomyum	control	-.1000	.32210	.772	-.9943	.7943
	3%tomyum	-.1500	.32210	.666	-1.0443	.7443
	4%tomyum	.5000	.32210	.196	-.3943	1.3943
3%tomyum	control	.0500	.32210	.884	-.8443	.9443
	2%tomyum	.1500	.32210	.666	-.7443	1.0443
	4%tomyum	.6500	.32210	.114	-.2443	1.5443
4%tomyum	control	-.6000	.32210	.136	-1.4943	.2943
	2%tomyum	-.5000	.32210	.196	-1.3943	.3943
	3%tomyum	-.6500	.32210	.114	-1.5443	.2443

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .104.

ตาราง ค.7 ผลการทดสอบ LSD ของค่าความชื้นของเนยแข็งฮาลูมี่

Multiple Comparisons

Dependent Variable: moisture

LSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	2%tomyum	-1.7050	1.48903	.316	-5.8392	2.4292
	3%tomyum	-7.1500*	1.48903	.009	-11.2842	-3.0158
	4%tomyum	-3.1550	1.48903	.101	-7.2892	.9792
2%tomyum	control	1.7050	1.48903	.316	-2.4292	5.8392
	3%tomyum	-5.4450*	1.48903	.022	-9.5792	-1.3108
	4%tomyum	-1.4500	1.48903	.385	-5.5842	2.6842
3%tomyum	control	7.1500*	1.48903	.009	3.0158	11.2842
	2%tomyum	5.4450*	1.48903	.022	1.3108	9.5792
	4%tomyum	3.9950	1.48903	.055	-.1392	8.1292
4%tomyum	control	3.1550	1.48903	.101	-.9792	7.2892
	2%tomyum	1.4500	1.48903	.385	-2.6842	5.5842
	3%tomyum	-3.9950	1.48903	.055	-8.1292	.1392

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2.217.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.8 ผลการทดสอบ LSD ของค่า pH ของเนยแข็งฮาลูมี่

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

LSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	2%tomyum	.1900*	.01837	.000	.1390	.2410
	3%tomyum	.0100	.01837	.615	-.0410	.0610
	4%tomyum	.3850*	.01837	.000	.3340	.4360
2%tomyum	control	-.1900*	.01837	.000	-.2410	-.1390
	3%tomyum	-.1800*	.01837	.001	-.2310	-.1290
	4%tomyum	.1950*	.01837	.000	.1440	.2460
3%tomyum	control	-.0100	.01837	.615	-.0610	.0410
	2%tomyum	.1800*	.01837	.001	.1290	.2310
	4%tomyum	.3750*	.01837	.000	.3240	.4260
4%tomyum	control	-.3850*	.01837	.000	-.4360	-.3340
	2%tomyum	-.1950*	.01837	.000	-.2460	-.1440
	3%tomyum	-.3750*	.01837	.000	-.4260	-.3240

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .000.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ตาราง ค.9 ผลการทดสอบ LSD ของปริมาณกรดทั้งหมดของเนยแข็งฮาลูมี่

Multiple Comparisons

Dependent Variable: totalacidity

LSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	2%tomyum	-.00040421	.000405518	.375	-.00153011	.00072168
	3%tomyum	-.00018451	.000405518	.673	-.00131041	.00094139
	4%tomyum	-.00085673	.000405518	.102	-.00198263	.00026917
2%tomyum	control	.00040421	.000405518	.375	-.00072168	.00153011
	3%tomyum	.00021970	.000405518	.617	-.00090619	.00134560
	4%tomyum	-.00045252	.000405518	.327	-.00157842	.00067338
3%tomyum	control	.00018451	.000405518	.673	-.00094139	.00131041
	2%tomyum	-.00021970	.000405518	.617	-.00134560	.00090619
	4%tomyum	-.00067222	.000405518	.173	-.00179812	.00045368
4%tomyum	control	.00085673	.000405518	.102	-.00026917	.00198263
	2%tomyum	.00045252	.000405518	.327	-.00067338	.00157842
	3%tomyum	.00067222	.000405518	.173	-.00045368	.00179812

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.644E-7.

ตาราง ค.10 ผลการทดสอบ LSD ของปริมาณความชื้นของตัวอย่างควบคุมระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: moisturecontrol

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	2.2141*	.78213	.037	.2036	4.2246
	3	4.4967*	.78213	.002	2.4862	6.5072
	4	1.9504	.78213	.055	-.0601	3.9610
	5	3.4773*	.78213	.007	1.4668	5.4878
2	1	-2.2141*	.78213	.037	-4.2246	-.2036
	3	2.2826*	.78213	.033	.2721	4.2931
	4	-.2637	.78213	.750	-2.2742	1.7469
	5	1.2632	.78213	.167	-.7473	3.2737
3	1	-4.4967*	.78213	.002	-6.5072	-2.4862
	2	-2.2826*	.78213	.033	-4.2931	-.2721
	4	-2.5463*	.78213	.023	-4.5568	-.5358
	5	-1.0194	.78213	.249	-3.0299	.9911
4	1	-1.9504	.78213	.055	-3.9610	.0601
	2	.2637	.78213	.750	-1.7469	2.2742
	3	2.5463*	.78213	.023	.5358	4.5568
	5	1.5269	.78213	.108	-.4837	3.5374
5	1	-3.4773*	.78213	.007	-5.4878	-1.4668
	2	-1.2632	.78213	.167	-3.2737	.7473
	3	1.0194	.78213	.249	-.9911	3.0299
	4	-1.5269	.78213	.108	-3.5374	.4837

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .612.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.11 ผลการทดสอบ LSD ของปริมาณความชื้นของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: moisturetomyum

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.1845	1.16327	.880	-2.8058	3.1747
	3	-.7011	1.16327	.573	-3.6914	2.2892
	4	-.6571	1.16327	.597	-3.6474	2.3332
	5	-1.1611	1.16327	.364	-4.1514	1.8291
2	1	-.1845	1.16327	.880	-3.1747	2.8058
	3	-.8856	1.16327	.481	-3.8759	2.1047
	4	-.8415	1.16327	.502	-3.8318	2.1487
	5	-1.3456	1.16327	.300	-4.3359	1.6447
3	1	.7011	1.16327	.573	-2.2892	3.6914
	2	.8856	1.16327	.481	-2.1047	3.8759
	4	.0440	1.16327	.971	-2.9463	3.0343
	5	-.4600	1.16327	.709	-3.4503	2.5303
4	1	.6571	1.16327	.597	-2.3332	3.6474
	2	.8415	1.16327	.502	-2.1487	3.8318
	3	-.0440	1.16327	.971	-3.0343	2.9463
	5	-.5041	1.16327	.683	-3.4943	2.4862
5	1	1.1611	1.16327	.364	-1.8291	4.1514
	2	1.3456	1.16327	.300	-1.6447	4.3359
	3	.4600	1.16327	.709	-2.5303	3.4503
	4	.5041	1.16327	.683	-2.4862	3.4943

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.353.

ตาราง ค.12 ผลการทดสอบ LSD ของ pH ของตัวอย่างควบคุมระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pHcontrol

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.1050	.04278	.058	-.2150	.0050
	3	-.1600*	.04278	.013	-.2700	-.0500
	4	-.0400	.04278	.393	-.1500	.0700
	5	-.0750	.04278	.140	-.1850	.0350
2	1	.1050	.04278	.058	-.0050	.2150
	3	-.0550	.04278	.255	-.1650	.0550
	4	.0650	.04278	.189	-.0450	.1750
	5	.0300	.04278	.514	-.0800	.1400
3	1	.1600*	.04278	.013	.0500	.2700
	2	.0550	.04278	.255	-.0550	.1650
	4	.1200*	.04278	.038	.0100	.2300
	5	.0850	.04278	.104	-.0250	.1950
4	1	.0400	.04278	.393	-.0700	.1500
	2	-.0650	.04278	.189	-.1750	.0450
	3	-.1200*	.04278	.038	-.2300	-.0100
	5	-.0350	.04278	.450	-.1450	.0750
5	1	.0750	.04278	.140	-.0350	.1850
	2	-.0300	.04278	.514	-.1400	.0800
	3	-.0850	.04278	.104	-.1950	.0250
	4	.0350	.04278	.450	-.0750	.1450

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.13 ผลการทดสอบ LSD ของ pH ของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pHtomyum

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.2550*	.01732	.000	-.2995	-.2105
	3	-.1650*	.01732	.000	-.2095	-.1205
	4	-.1300*	.01732	.001	-.1745	-.0855
	5	-.2200*	.01732	.000	-.2645	-.1755
2	1	.2550*	.01732	.000	.2105	.2995
	3	.0900*	.01732	.003	.0455	.1345
	4	.1250*	.01732	.001	.0805	.1695
	5	.0350	.01732	.099	-.0095	.0795
3	1	.1650*	.01732	.000	.1205	.2095
	2	-.0900*	.01732	.003	-.1345	-.0455
	4	.0350	.01732	.099	-.0095	.0795
	5	-.0550*	.01732	.025	-.0995	-.0105
4	1	.1300*	.01732	.001	.0855	.1745
	2	-.1250*	.01732	.001	-.1695	-.0805
	3	-.0350	.01732	.099	-.0795	.0095
	5	-.0900*	.01732	.003	-.1345	-.0455
5	1	.2200*	.01732	.000	.1755	.2645
	2	-.0350	.01732	.099	-.0795	.0095
	3	.0550*	.01732	.025	.0105	.0995
	4	.0900*	.01732	.003	.0455	.1345

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .000.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.14 ผลการทดสอบ LSD ของปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างควบคุมระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TAcontrol

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.000682	.0003477	.107	-.001576	.000212
	3	.000006	.0003477	.987	-.000888	.000900
	4	-.001124*	.0003477	.023	-.002018	-.000230
	5	-.001107*	.0003477	.024	-.002000	-.000213
2	1	.000682	.0003477	.107	-.000212	.001576
	3	.000688	.0003477	.105	-.000206	.001582
	4	-.000442	.0003477	.260	-.001336	.000452
	5	-.000425	.0003477	.276	-.001318	.000469
3	1	-.000006	.0003477	.987	-.000900	.000888
	2	-.000688	.0003477	.105	-.001582	.000206
	4	-.001130*	.0003477	.023	-.002023	-.000236
	5	-.001112*	.0003477	.024	-.002006	-.000219
4	1	.001124*	.0003477	.023	.000230	.002018
	2	.000442	.0003477	.260	-.000452	.001336
	3	.001130*	.0003477	.023	.000236	.002023
	5	.000017	.0003477	.962	-.000876	.000911
5	1	.001107*	.0003477	.024	.000213	.002000
	2	.000425	.0003477	.276	-.000469	.001318
	3	.001112*	.0003477	.024	.000219	.002006
	4	-.000017	.0003477	.962	-.000911	.000876

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.209E-7.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.15 ผลการทดสอบ LSD ของปริมาณกรดทั้งหมดของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TAtomyum

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.000231	.0003699	.559	-.001182	.000719
	3	.000414	.0003699	.314	-.000537	.001365
	4	-.001097*	.0003699	.031	-.002047	-.000146
	5	-.000702	.0003699	.116	-.001653	.000249
2	1	.000231	.0003699	.559	-.000719	.001182
	3	.000645	.0003699	.142	-.000306	.001596
	4	-.000865	.0003699	.066	-.001816	.000086
	5	-.000471	.0003699	.259	-.001422	.000480
3	1	-.000414	.0003699	.314	-.001365	.000537
	2	-.000645	.0003699	.142	-.001596	.000306
	4	-.001510*	.0003699	.010	-.002461	-.000559
	5	-.001116*	.0003699	.030	-.002067	-.000165
4	1	.001097*	.0003699	.031	.000146	.002047
	2	.000865	.0003699	.066	-.000086	.001816
	3	.001510*	.0003699	.010	.000559	.002461
	5	.000394	.0003699	.335	-.000556	.001345
5	1	.000702	.0003699	.116	-.000249	.001653
	2	.000471	.0003699	.259	-.000480	.001422
	3	.001116*	.0003699	.030	.000165	.002067
	4	-.000394	.0003699	.335	-.001345	.000556

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.368E-7.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.16 ผลการทดสอบ LSD ของค่าสี L* ของตัวอย่างควบคุมระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Lcontrol

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	2.6213*	.18785	.000	2.1384	3.1041
	3	5.6563*	.18785	.000	5.1734	6.1391
	4	6.0888*	.18785	.000	5.6059	6.5716
	5	5.9888*	.18785	.000	5.5059	6.4716
2	1	-2.6213*	.18785	.000	-3.1041	-2.1384
	3	3.0350*	.18785	.000	2.5521	3.5179
	4	3.4675*	.18785	.000	2.9846	3.9504
	5	3.3675*	.18785	.000	2.8846	3.8504
3	1	-5.6563*	.18785	.000	-6.1391	-5.1734
	2	-3.0350*	.18785	.000	-3.5179	-2.5521
	4	.4325	.18785	.070	-.0504	.9154
	5	.3325	.18785	.137	-.1504	.8154
4	1	-6.0888*	.18785	.000	-6.5716	-5.6059
	2	-3.4675*	.18785	.000	-3.9504	-2.9846
	3	-.4325	.18785	.070	-.9154	.0504
	5	-.1000	.18785	.617	-.5829	.3829
5	1	-5.9888*	.18785	.000	-6.4716	-5.5059
	2	-3.3675*	.18785	.000	-3.8504	-2.8846
	3	-.3325	.18785	.137	-.8154	.1504
	4	.1000	.18785	.617	-.3829	.5829

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .035.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.17 ผลการทดสอบ LSD ของค่าสี L* ของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Ltomyum

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	5.6488*	1.12577	.004	2.7549	8.5426
	3	6.3100*	1.12577	.002	3.4161	9.2039
	4	6.8313*	1.12577	.002	3.9374	9.7251
	5	7.3913*	1.12577	.001	4.4974	10.2851
2	1	-5.6488*	1.12577	.004	-8.5426	-2.7549
	3	.6612	1.12577	.582	-2.2326	3.5551
	4	1.1825	1.12577	.342	-1.7114	4.0764
	5	1.7425	1.12577	.182	-1.1514	4.6364
3	1	-6.3100*	1.12577	.002	-9.2039	-3.4161
	2	-.6612	1.12577	.582	-3.5551	2.2326
	4	.5213	1.12577	.663	-2.3726	3.4151
	5	1.0813	1.12577	.381	-1.8126	3.9751
4	1	-6.8313*	1.12577	.002	-9.7251	-3.9374
	2	-1.1825	1.12577	.342	-4.0764	1.7114
	3	-.5213	1.12577	.663	-3.4151	2.3726
	5	.5600	1.12577	.640	-2.3339	3.4539
5	1	-7.3913*	1.12577	.001	-10.2851	-4.4974
	2	-1.7425	1.12577	.182	-4.6364	1.1514
	3	-1.0813	1.12577	.381	-3.9751	1.8126
	4	-.5600	1.12577	.640	-3.4539	2.3339

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.267.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.18 ผลการทดสอบ LSD ของค่าสี a* ของตัวอย่างควบคุมระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: acontrol

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.3987*	.04654	.000	-.5184	-.2791
	3	-.5775*	.04654	.000	-.6971	-.4579
	4	-.5925*	.04654	.000	-.7121	-.4729
	5	-.6500*	.04654	.000	-.7696	-.5304
2	1	.3987*	.04654	.000	.2791	.5184
	3	-.1787*	.04654	.012	-.2984	-.0591
	4	-.1937*	.04654	.009	-.3134	-.0741
	5	-.2513*	.04654	.003	-.3709	-.1316
3	1	.5775*	.04654	.000	.4579	.6971
	2	.1787*	.04654	.012	.0591	.2984
	4	-.0150	.04654	.760	-.1346	.1046
	5	-.0725	.04654	.180	-.1921	.0471
4	1	.5925*	.04654	.000	.4729	.7121
	2	.1937*	.04654	.009	.0741	.3134
	3	.0150	.04654	.760	-.1046	.1346
	5	-.0575	.04654	.271	-.1771	.0621
5	1	.6500*	.04654	.000	.5304	.7696
	2	.2513*	.04654	.003	.1316	.3709
	3	.0725	.04654	.180	-.0471	.1921
	4	.0575	.04654	.271	-.0621	.1771

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.19 ผลการทดสอบ LSD ของค่าสี a* ของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: atomyum

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.0913	.13332	.524	-.4339	.2514
	3	-.2575	.13332	.111	-.6002	.0852
	4	-.0125	.13332	.929	-.3552	.3302
	5	-.0025	.13332	.986	-.3452	.3402
2	1	.0913	.13332	.524	-.2514	.4339
	3	-.1663	.13332	.268	-.5089	.1764
	4	.0787	.13332	.580	-.2639	.4214
	5	.0888	.13332	.535	-.2539	.4314
3	1	.2575	.13332	.111	-.0852	.6002
	2	.1663	.13332	.268	-.1764	.5089
	4	.2450	.13332	.126	-.0977	.5877
	5	.2550	.13332	.114	-.0877	.5977
4	1	.0125	.13332	.929	-.3302	.3552
	2	-.0787	.13332	.580	-.4214	.2639
	3	-.2450	.13332	.126	-.5877	.0977
	5	.0100	.13332	.943	-.3327	.3527
5	1	.0025	.13332	.986	-.3402	.3452
	2	-.0888	.13332	.535	-.4314	.2539
	3	-.2550	.13332	.114	-.5977	.0877
	4	-.0100	.13332	.943	-.3527	.3327

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .018.

ตาราง ค.20 ผลการทดสอบ LSD ของค่าสี b* ของตัวอย่างควบคุมระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: bcontrol

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.0850	.20980	.702	-.6243	.4543
	3	1.1738*	.20980	.003	.6344	1.7131
	4	1.0788*	.20980	.004	.5394	1.6181
	5	1.1488*	.20980	.003	.6094	1.6881
2	1	.0850	.20980	.702	-.4543	.6243
	3	1.2588*	.20980	.002	.7194	1.7981
	4	1.1638*	.20980	.003	.6244	1.7031
	5	1.2338*	.20980	.002	.6944	1.7731
3	1	-1.1738*	.20980	.003	-1.7131	-.6344
	2	-1.2588*	.20980	.002	-1.7981	-.7194
	4	-.0950	.20980	.670	-.6343	.4443
	5	-.0250	.20980	.910	-.5643	.5143
4	1	-1.0788*	.20980	.004	-1.6181	-.5394
	2	-1.1638*	.20980	.003	-1.7031	-.6244
	3	.0950	.20980	.670	-.4443	.6343
	5	.0700	.20980	.752	-.4693	.6093
5	1	-1.1488*	.20980	.003	-1.6881	-.6094
	2	-1.2338*	.20980	.002	-1.7731	-.6944
	3	.0250	.20980	.910	-.5143	.5643
	4	-.0700	.20980	.752	-.6093	.4693

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .044.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.21 ผลการทดสอบ LSD ของค่าสี b* ของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: btomyum

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	3.9338*	.49057	.000	2.6727	5.1948
	3	2.4712*	.49057	.004	1.2102	3.7323
	4	.9487	.49057	.111	-.3123	2.2098
	5	1.2238	.49057	.055	-.0373	2.4848
2	1	-3.9338*	.49057	.000	-5.1948	-2.6727
	3	-1.4625*	.49057	.031	-2.7235	-.2015
	4	-2.9850*	.49057	.002	-4.2460	-1.7240
	5	-2.7100*	.49057	.003	-3.9710	-1.4490
3	1	-2.4712*	.49057	.004	-3.7323	-1.2102
	2	1.4625*	.49057	.031	.2015	2.7235
	4	-1.5225*	.49057	.027	-2.7835	-.2615
	5	-1.2475	.49057	.052	-2.5085	.0135
4	1	-.9487	.49057	.111	-2.2098	.3123
	2	2.9850*	.49057	.002	1.7240	4.2460
	3	1.5225*	.49057	.027	.2615	2.7835
	5	.2750	.49057	.599	-.9860	1.5360
5	1	-1.2238	.49057	.055	-2.4848	.0373
	2	2.7100*	.49057	.003	1.4490	3.9710
	3	1.2475	.49057	.052	-.0135	2.5085
	4	-.2750	.49057	.599	-1.5360	.9860

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .241.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.22 ผลการทดสอบ LSD ของค่าความแข็งของตัวอย่างควบคุมระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: hardnesscontrol

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.6615	.37618	.139	-1.6285	.3055
	3	-.8845	.37618	.065	-1.8515	.0825
	4	-1.6045*	.37618	.008	-2.5715	-.6375
	5	-1.9220*	.37618	.004	-2.8890	-.9550
2	1	.6615	.37618	.139	-.3055	1.6285
	3	-.2230	.37618	.579	-1.1900	.7440
	4	-.9430	.37618	.054	-1.9100	.0240
	5	-1.2605*	.37618	.020	-2.2275	-.2935
3	1	.8845	.37618	.065	-.0825	1.8515
	2	.2230	.37618	.579	-.7440	1.1900
	4	-.7200	.37618	.114	-1.6870	.2470
	5	-1.0375*	.37618	.040	-2.0045	-.0705
4	1	1.6045*	.37618	.008	.6375	2.5715
	2	.9430	.37618	.054	-.0240	1.9100
	3	.7200	.37618	.114	-.2470	1.6870
	5	-.3175	.37618	.437	-1.2845	.6495
5	1	1.9220*	.37618	.004	.9550	2.8890
	2	1.2605*	.37618	.020	.2935	2.2275
	3	1.0375*	.37618	.040	.0705	2.0045
	4	.3175	.37618	.437	-.6495	1.2845

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .142.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.23 ผลการทดสอบ LSD ของค่าความแข็งของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: hardnesstomyum

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1.2665*	.33402	.013	-2.1251	-.4079
	3	-1.5110*	.33402	.006	-2.3696	-.6524
	4	-2.1455*	.33402	.001	-3.0041	-1.2869
	5	-2.5975*	.33402	.001	-3.4561	-1.7389
2	1	1.2665*	.33402	.013	.4079	2.1251
	3	-.2445	.33402	.497	-1.1031	.6141
	4	-.8790*	.33402	.046	-1.7376	-.0204
	5	-1.3310*	.33402	.010	-2.1896	-.4724
3	1	1.5110*	.33402	.006	.6524	2.3696
	2	.2445	.33402	.497	-.6141	1.1031
	4	-.6345	.33402	.116	-1.4931	.2241
	5	-1.0865*	.33402	.023	-1.9451	-.2279
4	1	2.1455*	.33402	.001	1.2869	3.0041
	2	.8790*	.33402	.046	.0204	1.7376
	3	.6345	.33402	.116	-.2241	1.4931
	5	-.4520	.33402	.234	-1.3106	.4066
5	1	2.5975*	.33402	.001	1.7389	3.4561
	2	1.3310*	.33402	.010	.4724	2.1896
	3	1.0865*	.33402	.023	.2279	1.9451
	4	.4520	.33402	.234	-.4066	1.3106

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .112.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.24 ผลการทดสอบ LSD ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างควบคุมระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: tpccontrol

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1.0500	.94446	.317	-3.4778	1.3778
	3	-3.8500*	.94446	.010	-6.2778	-1.4222
	4	-8.0500*	.94446	.000	-10.4778	-5.6222
	5	-12.8500*	.94446	.000	-15.2778	-10.4222
2	1	1.0500	.94446	.317	-1.3778	3.4778
	3	-2.8000*	.94446	.031	-5.2278	-.3722
	4	-7.0000*	.94446	.001	-9.4278	-4.5722
	5	-11.8000*	.94446	.000	-14.2278	-9.3722
3	1	3.8500*	.94446	.010	1.4222	6.2778
	2	2.8000*	.94446	.031	.3722	5.2278
	4	-4.2000*	.94446	.007	-6.6278	-1.7722
	5	-9.0000*	.94446	.000	-11.4278	-6.5722
4	1	8.0500*	.94446	.000	5.6222	10.4778
	2	7.0000*	.94446	.001	4.5722	9.4278
	3	4.2000*	.94446	.007	1.7722	6.6278
	5	-4.8000*	.94446	.004	-7.2278	-2.3722
5	1	12.8500*	.94446	.000	10.4222	15.2778
	2	11.8000*	.94446	.000	9.3722	14.2278
	3	9.0000*	.94446	.000	6.5722	11.4278
	4	4.8000*	.94446	.004	2.3722	7.2278

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .892.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง ค.25 ผลการทดสอบ LSD ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนยแข็งฮาลูมี่รสต้มยำระหว่างการเก็บรักษา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: tpctomyum

LSD

(I) shelflife	(J) shelflife	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1.0500	.72664	.208	-2.9179	.8179
	3	-2.1500*	.72664	.032	-4.0179	-.2821
	4	-4.4500*	.72664	.002	-6.3179	-2.5821
	5	-10.1500*	.72664	.000	-12.0179	-8.2821
2	1	1.0500	.72664	.208	-.8179	2.9179
	3	-1.1000	.72664	.190	-2.9679	.7679
	4	-3.4000*	.72664	.005	-5.2679	-1.5321
	5	-9.1000*	.72664	.000	-10.9679	-7.2321
3	1	2.1500*	.72664	.032	.2821	4.0179
	2	1.1000	.72664	.190	-.7679	2.9679
	4	-2.3000*	.72664	.025	-4.1679	-.4321
	5	-8.0000*	.72664	.000	-9.8679	-6.1321
4	1	4.4500*	.72664	.002	2.5821	6.3179
	2	3.4000*	.72664	.005	1.5321	5.2679
	3	2.3000*	.72664	.025	.4321	4.1679
	5	-5.7000*	.72664	.001	-7.5679	-3.8321
5	1	10.1500*	.72664	.000	8.2821	12.0179
	2	9.1000*	.72664	.000	7.2321	10.9679
	3	8.0000*	.72664	.000	6.1321	9.8679
	4	5.7000*	.72664	.001	3.8321	7.5679

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .528.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวณัฐชา จูถนอม

ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2561

โทรศัพท์ 0891662272

Email praewjtn@gmail.com

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวสิตานัน งามปฏิพัทธ์พงศ์

ตำแหน่ง ผู้ร่วมวิจัย

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2561

โทรศัพท์ 0814392965

Email mook_knd@hotmail.com