สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

เต้าฮวยนมสด

Soft milk curd processing

โดย

นางสาวศยามล งามละมัย

ปีการศึกษา 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปร.
ค 1293
เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 40289
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ย. 2544

.b 11104521
.i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

เต้าฮวยนมสด

Soft milk curd processing

โดย

นางสาวศยามล งามละมัย

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ชื่อเรื่อง เต้าฮวยนมสด

Soft milk curd processing

ชื่อ – สกุล นางสาวศยามล งามละมัย

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชุติมา สังข์พาลี

บทคัดย่อ

เต้าฮวยนมสด เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำนมสดมาแปรรูปเป็นเต้าฮวย เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และลดปัญหากลิ่นเหม็นเขียวจากถั่วเหลือง ซึ่งเต้าฮวยจากนมสดไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค โดยได้ทำการศึกษาชนิด และปริมาณของสารที่เหมาะสมในการแข็งตัวของเต้าฮวยนมสดที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากที่สุด โดยใช้สารที่ทำให้แข็งตัว 5 ชนิด คือ แคลเซียมซัลเฟต เพคติน เจลาตินผง ผงวุ้น และกัมอารบิค ที่ปริมาณสาร 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นตามลำดับ จากการศึกษาเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินผงปริมาณ 3% เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งงสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเต้าฮวยนมสดที่ได้มีลักษณะคงตัวได้ดี และไม่มีกลิ่นของนมสดมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์ ชุติมา สังข์พาลี ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการดำเนินงานเกี่ยวกับปัญหาพิเศษ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ตลอดจนเจ้าหน้าที่ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ณ โอกาสนี้ที่ได้ให้ความกรุณาในด้านต่าง ๆ และขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ

กุศลที่ได้จากการทำปัญหาพิเศษ ขออุทิศให้แก่ บิดา มารดา ที่คอยเลี้ยงดู อบรมสั่งสอนและท่านคณาจารย์ที่ประสาทวิชาความรู้

ศยามล งามละมัย

ตุลาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 นมสดและผลิตภัณฑ์	3
2.2 ถั่วเหลือง	6
2.3 วุ้น	8
2.4 แคลเซียมซัลเฟต	13
2.5 เพคติน	14
2.6 กัมอารบิค	15
3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	21
3.2 วิธีการดำเนิน	22
3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	23
3.4 สถานที่ทำการวิจัย	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย..... 23
4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล..... 24
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 34
บรรณานุกรม..... 35
ภาคผนวก ก..... 37
ภาคผนวก ข..... 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 แสดงค่าเฉลี่ยส่วนประกอบของนมโค (กรัม/100 กรัมของน้ำนม)..... 5
2 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์บางชนิดในส่วนที่กินได้ 100 กรัม 8
3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นทำให้แข็งตัว 26
4 ลักษณะที่ปรากฏของเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นทำให้แข็งตัวที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 28
5 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินทำให้แข็งตัว 29
6 ลักษณะที่ปรากฏของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินทำให้แข็งตัวที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน31
7 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสระหว่างเต้าฮวยนมสดและเต้าฮวยจากถั่วเหลือง 32
8 ลักษณะที่ปรากฏของเต้าฮวยนมสดและเต้าฮวยจากถั่วเหลือง 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1 ลักษณะของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาติน 3 % ของปริมาณนมสด 37
2 ลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาติน 3 % ของปริมาณนมสด 37
3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยจากนมถั่วเหลือง 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

เต้าฮวย เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหาร และมีลักษณะคล้ายเต้าหู้อ่อนแต่นิ่มและเนื้อเนียนกว่า เพราะมีน้ำมากกว่าเต้าหู้อ่อนโดยเต้าฮวยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำนมถั่วเหลือง ซึ่งน้ำนมถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ได้แก่คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน และให้พลังงาน เสริมสร้างการเจริญเติบโตของร่างกายเหมาะที่จะบริโภคทุกเพศทุกวัย แต่น้ำนมถั่วเหลืองส่วนมากมักจะมีกลิ่นถั่วติดอยู่และมีรสขม ซึ่งเกิดจากสารพวก (bitter principle) ในถั่วเหลือง ถ้าต้องการจะกำจัดกลิ่นและรสขมออกไป จะต้องใช้ความร้อนสูงและระยะเวลานาน ทำให้เกิดผลเสียเกี่ยวกับคุณภาพของโปรตีน คือโปรตีนจะเกิดการไม่ย่อยในกระเพาะอาหาร และนำไปใช้ประโยชน์แก่ร่างกายได้น้อยลง อีกทั้งยังทำลายกรดอะมิโน Lysine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เนื่องจากการรวมตัวของน้ำตาลกับ Lysine ทำให้เกิด browning reaction ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำและทำให้ Lysine อยู่ในสภาพที่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (สมชาย ประภาวัต, 2530 :159-162)

จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เต้าฮวยที่ทำจากน้ำนมถั่วเหลืองไม่เป็นที่นิยมบริโภคเท่าที่ควรในขณะที่นมสดมีคุณค่าทางอาหารและมีประโยชน์ต่อร่างกายและมีการตกตะกอนของโปรตีนในนมสดใกล้เคียงกับน้ำนมถั่วเหลือง (นิรนาม, 2531 : 114) นมที่ขายในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิดส่วนใหญ่ได้มาจากแม่วัว เรียกว่า นมโค นมโคนี้จะนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์นมหลายประเภท เช่น นมสด นมปรุงแต่ง นมผง นมข้น เป็นต้น โดยเฉพาะนมสดที่ขายในท้องตลาดมีหลายชนิดด้วยกันโดยแบ่งได้จากการผ่านความร้อนตามกรรมวิธีต่าง ๆ คือ นมสดพาสเจอร์ไรส์ นมสดสเตอริไรซ์ นมสด ยู. เอช. ที. ถึงแม้นมสดทั้ง 3 ชนิด นี้จะผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อนแล้วก็ตาม แต่ยังคงมีคุณค่าทางอาหารคือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และพลังงานต่อร่างกายสูง (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2524 : 20) ใกล้เคียงกับนมสดที่ยังไม่ผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อน ดังนั้นหากสามารถนำนมสดมาใช้เป็นวัตถุดิบแทนน้ำนมถั่วเหลืองในการผลิตเต้าฮวยจะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ทั้งยังได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอาหารด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารที่ทำให้แข็งตัวในเต้าฮวยนมสด
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าฮวยนมสด
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคระหว่างเต้าฮวยนมสด และเต้าฮวยจากนมถั่วเหลือง

ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาลักษณะของเต้าฮวยนมสด ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์เต้าฮวย
2. เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค
3. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 นม และผลิตภัณฑ์นม

น้ำนมเป็นของเหลวที่หลั่งออกมาจากต่อมน้ำนม น้ำนมเป็นอาหารตามธรรมชาติที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขณะที่เป็นตัวอ่อนหรือทารกเพราะมีสารอาหารครบถ้วน จึงจัดได้ว่าเป็นอาหารที่มีประโยชน์ อย่างไรก็ตามเมื่อเด็กอายุเลยวัยทารกไปแล้ว น้ำนมแม่ที่หลั่งออกมาจะลดลงและค่อยๆ หมดไป เพื่อให้เด็กได้ดื่มนมต่อไป จึงจำเป็นต้องใช้นมชนิดอื่นนอกเหนือจากนมแม่ นมที่นิยมใช้ดื่มในลักษณะที่เป็นนมสด หรือในลักษณะผลิตภัณฑ์นมชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำนมโค ซึ่งเป็นอาหารที่เหมาะกับบุคคลทุกวัย นมและผลิตภัณฑ์นมที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นนมโคที่ผลิตขายในท้องตลาด (สมใจ วิชัยดิษฐ์, 2534 : 75)

นมสด (Fresh Milk) ได้แก่นมที่รีดมาจากแม่โค มี 3 ชนิด

1. นมสดที่มิได้แยกออกหรือเติมวัตถุอื่นใดเข้าไป โดยมีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.5 ของน้ำหนัก และมีมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 3.2 ของน้ำหนัก

2. นมสดพร่องมันเนยที่ได้แยกมันเนยบางส่วนออกจากนมสด มีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.5 ของน้ำหนัก และมีมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.1 และไม่ถึงร้อยละ 3.2 ของน้ำหนัก

3. นมสดขาดมันเนย ที่ได้แยกมันเนยออกแล้วเกือบหมดจากนมสด มีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.8 ของน้ำหนัก และมีมันเนยไม่ถึงร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก

ชนิดของนมสดที่ขายในท้องตลาดท้องตลาดแบ่งตามกรรมววิธีการผ่านความร้องดังนี้

1. พาสเจอร์ไรส์ (Pasteurized Milk) เป็นกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 16 วินาที แล้วจึงทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า ทั้งนี้จะผ่านกรรมวิธีทำนมสดให้เป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สเตอริไลส์ (Sterilized Milk) เป็นกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 15 วินาทีทั้งนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทำนมสดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3. ยู เอช ที (U.H.T. Fresh Milk)

หลักการ (principle)

U.H.T. ย่อมาจาก Ultra High Temperature หมายถึงน้ำนมดิบที่ผ่านความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 1 วินาที บรรจุในภาชนะและสภาวะปราศจากเชื้อ (aseptic packing) โดยทั่วไปอุณหภูมิ 130 – 160 องศาเซลเซียส นาน 3 – 8 วินาที

คุณสมบัติของนม U.H.T.

1. ทำลายเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ทุกชนิด

2. ทำให้เอ็นไซม์บางชนิดไม่สามารถทำงานได้ โดยเฉพาะ lipase และ phosphatase

3. เพิ่มอายุการเก็บรักษาภายหลังการบรรจุ (shelf – life) ได้ไม่น้อยกว่า 3 เดือน

4. ไม่เกิดกลิ่น cooked flavour สี กลิ่น รส เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเล็กน้อย นม U.H.T. มีกลิ่นมากกว่านมพาสเจอไรส์ธรรมดา แต่น้อยกว่าสเตอริไลส์ การเกิดกลิ่นหืนของนมเนื่องจาก β - lactoglobulin เปลี่ยนสภาพ นอกจากนี้นม U.H.T. เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน ๆ ในอุณหภูมิสูงมักจะเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์คือ oxidized flavour หรือกลิ่นเหม็นหืน

5. คุณค่าทางอาหารของส่วนประกอบส่วนใหญ่ของนม (โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุ) จะไม่เปลี่ยนแปลงจากการทำยูเอชที และกรรมวิธีนี้มีผลน้อยที่สุดต่อวิตามินที่ทนความร้อนได้พอสมควร เช่น ไรโบฟลาวิน โธอามิน แพนโธธีนิค ไบโอติน กรดนิโคตินิค วิตามิน บี 6 วิตามิน บี 12 และจะไม่ทำลายวิตามินซี แต่กรดโฟลิคและกรดดีไฮโดรแอสคอบิคถูกทำลายไปบ้าง การสูญเสียวิตามินในระหว่างเก็บนมไว้นาน ๆ มักจะเกิดเด่นชัดกับวิตามิน บี 12 กรดแอสคอบิค และกรดโฟลิค

ระบบการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์มีอยู่ 2 แบบ แบบหนึ่งคือ ให้ความร้อนโดยตรงกับน้ำนม (Direct heating) แบบนี้อาจจะพ่นนมเข้าไปในไอน้ำร้อนหรือพ่นไอน้ำร้อนเข้าไปในนมก็ได้ ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือผ่านนมไปบนพื้นผิวโลหะที่ได้รับความร้อนมาจากอีกด้านหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นท่อ (tubular heat exchanger) หรือเป็นแผ่นโลหะปลอดสนิม (plate heat exchanger) สำหรับถ่ายเทความร้อนก็ได้ วิธีนี้เป็นวิธีที่ให้ความร้อนทางอ้อมเรียกว่า (Indirect heating)

จุดประสงค์ในการใช้ความร้อนสูงในนมก็เพื่อทำลายเชื้อที่จะทำให้เกิดการบูดเน่าและทำลายน้ำย่อย (enzyme) ที่มีอยู่ในนม ถ้าต้องการเก็บนมไว้ให้นานก็ต้องทำลายเชื้อให้มากที่สุด แต่การให้ความร้อนก็ทำให้ส่วนประกอบของนมเปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่นมีกลิ่นผิดไปจากธรรมดา (off flavour) สูญเสียคุณค่าทางอาหาร สีเปลี่ยนไปและการเกิดตะกอน ในกรณีที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการทำลายเชื้อจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ตัวอย่างเชื้อที่ทนความร้อนที่สุดคือ *Bacillus stearothermophilus*_ อัตราการทำลายจะเพิ่มขึ้นเป็น 11 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพื่อขึ้นทุก ๆ 10 องศาเซลเซียส แต่ในทางตรงกันข้ามการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) และปฏิกิริยาอื่น ๆ ที่จะนำไปสู่การเกิดกลิ่นที่ผิดธรรมดาจะเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า ทุก ๆ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ความร้อนสูงในเวลาสั้นจะช่วยลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในนมได้มาก เมื่อแบคทีเรียถูกทำลายในจำนวนที่เท่ากันหลักในการทำลายเชื้อโดยใช้ความร้อนสูงมาก ในระยะเวลาอันสั้นนี้เรียกว่า Ultra High Temperature (U.H.T.) ในขณะที่การฆ่าเชื้อโรคในภาชนะบรรจุใช้อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ในเวลาประมาณ 15 – 20 วินาที เพื่อทำลายเชื้อในนม แต่ U.H.T.ใช้อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียสในเวลา 2 – 3 วินาที ในทางปฏิบัติ คำว่า U.H.T. หมายถึงการทำลายเชื้อด้วยความร้อนในของเหลวไหลต่อเนื่องกันโดยให้ความร้อนที่สูงกว่า 135 องศาเซลเซียส ในเวลาที่นานพอที่จะทำลายเชื้อได้หมด และทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วที่จะเร็วได้ ของเหลวที่ได้รับการทำลายเชื้อแล้วจัดว่ามีรสชาติดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำลายเชื้อโดยวิธีอื่นที่ต้องใช้เวลานานมาก

คุณค่าทางโภชนาการของนม

นอกจากน้ำนมแม่แล้ว นมโคนับเป็นอาหารธรรมชาติที่สมบูรณ์มากที่สุด เพราะมีสารอาหารต่าง ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามินต่าง ๆ สำหรับโปรตีนในนมเป็นโปรตีนชนิดสมบูรณ์ ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยส่วนประกอบของนมโค

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยส่วนประกอบของนมโค (กรัม / 100 กรัมของน้ำนม)

ส่วนประกอบ	นมโค
น้ำ	88.0
ของแข็ง	12.0
โปรตีนทั้งหมด (Nx6.25)	3.3
เคซีน	2.64
แลคตาอัลบูมิน	0.66
แลคโตส	4.7
ไลปิด	3.4
เถ้า	0.72
พลังงาน	61

ที่มา : สมจิต สุรพัฒน์, 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชในตระกูลถั่วมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับและเรียกกันเป็นทางการในปัจจุบัน *Glycine max* (L) *Merrill* ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ให้โปรตีนและแคลอรีแก่ร่างกายในปริมาณที่เพียงพอ คือ ถั่วเหลืองจะมีโปรตีนประมาณ 35% และไขมันประมาณ 20 % อีกทั้งมีราคาถูก ปลูกได้ง่ายในประเทศของเราเอง และสามารถส่งเสริมให้มีการปลูกมากขึ้นได้ จึงทำให้ถั่วเหลืองมีบทบาทสำคัญทางโภชนาการมากขึ้น (สมชาย ประภาวัต, 2524 : 159)

นอกจากนี้ยังมี ไวตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ด้วย น้ำมันถั่วเหลือง มีคุณภาพสูงกว่าน้ำมันที่ได้จากสัตว์ และสูงกว่าน้ำมันเนย ในน้ำมันถั่วเหลืองประกอบไปด้วยเลกซิทิน 3 % ซึ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อร่างกาย เพื่อให้ร่างกายทำงานปกติ ปริมาณของเลกซิทินของถั่วเหลืองมีอยู่ในปริมาณที่เพียงพอในอาหารสำหรับมนุษย์ เลกซิทินมีประโยชน์ต่อร่างกายคือใช้เสริมสร้างประสาทและพลังจิตบำรุงต่อมไร้ท่อต่าง ๆ ทำให้ไขมันและคลอเรสเตอรอลที่เกาะอยู่ตามอวัยวะที่สำคัญ ๆ กระจัดกระจายออกไปได้ ช่วยในการดูดซึมและขนส่งพวกไขมันเข้าสู่กระแสโลหิต เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มสมองและเซลล์ประสาท นอกจากนั้นยังช่วยในการรักษาโรคผิวหนัง โรคประสาท โรคหลอดเลือดแข็ง และเสริมสร้างส่วนที่สึกหรอของร่างกายได้ประโยชน์ในด้านอาหารเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้แก่ ใช้เป็นอีมัลซิฟายเออร์ในการทำขนมปัง, ชอทเทนนิ่ง , ลูกกวาด และไอศครีม เป็นต้น

นอกจากถั่วเหลืองจะเป็นอาหารที่เหมาะสมให้ทั้งโปรตีนและกำลังงานแก่ร่างกายของคนเราแล้ว เมื่อมีข้อดีก็ย่อมจะมีข้อเสียเป็นของธรรมดา และข้อเสียอันนี้สามารถแก้ไขให้ดีได้ ถ้าใช้วิธีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารเข้าช่วย ซึ่งกลายเป็นสิ่งที่จะต้องระวังในเรื่องคุณภาพของถั่วเหลือง ได้แก่ กลิ่นถั่วที่ติดอยู่ และการหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ การละลายของโปรตีนในถั่วเหลือง เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการดูดซึมเข้าไปในร่างกาย Trypsin Inhibitors, Hemagglutinines, Saponins, Isoflavones (สมชาย ประเภทวัต, 2524 : 161)

สี กลิ่นถั่วและรสขม การใช้ความร้อนจากไอน้ำและการต้มให้เดือดจะช่วยทำให้กลิ่นถั่วหมดไป ทั้งนี้จะเห็นได้จากผลของการทดลองในการทำแป้งถั่วเหลือง กลิ่นถั่วจะลดลงถ้าใช้ไอน้ำในการทำแป้งถั่วเหลืองโดยใช้ระยะเวลาอบไอน้ำ 20 นาที จะให้ผลดีที่สุดในเรื่องกลิ่นถั่วจะลดลง รสชาติจะมันขึ้นและลดขมลดลง(ในบางกรรมวิธีอาจใช้สารเคมีเข้าช่วยคือสารละลายโซเดียมไบ-คาร์บอเนต 0.1% อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แช่ประมาณ 10 – 15 นาที จะช่วยในเรื่องการแยกสี Isoflavones และพวกสารที่ทำให้เกิดรสขม (bitter principle) ในถั่วเหลืองออกได้หมด ในการทำนมถั่วเหลืองถ้าเราแช่ถั่วที่กะเทาะเปลือกแล้วในน้ำเย็น1ชม.และน้ำร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ชั่วโมง จนถั่งเหลืองพองตัว และเมื่อนำเอามาตีป่นกับน้ำร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส ก็จะลดกลิ่นถั่วในนมถั่วเหลืองลงได้มากจนแทบจะหมดไปเลย เนื่องจากเอนไซม์ Lipoxidase ซึ่งอยู่ในน้ำมันถั่วเหลืองจะหยุดปฏิกิริยาทำให้ไม่เกิดการหืนเนื่องจาก เอนไซม์ ตัวนี้ (สมชาย ประภาวัต, 2524 : 161)

ความร้อนและการละลายโปรตีนในถั่วเหลือง ในกรณีที่ใช้ความร้อนและนานเกินไป จะมีผลเกี่ยวกับคุณภาพของโปรตีน จากผลของการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าการให้ความร้อนแก่นมถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 120 - 121องศาเซลเซียส นั้น ถ้าให้ความร้อนนานเกินควรจะทำให้เกิดการไม่ย่อยขึ้น ฉะนั้นถ้าเราทำการฆ่าเชื้อ (Sterilized) น้ำนมถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 116 - 120 องศาเซลเซียส เราจะต้องใช้ระยะเวลาให้สั้น แต่จะต้องคำนึงถึงการทำลายวุลินทรีย์ที่มีอยู่ด้วย ถ้าใช้ความร้อนสูงนานเกินไปจะเป็นผลเสียต่อการใช้เพราะจะทำให้เกิดการไม่ย่อยและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ร่างกายได้น้อยลง จากการทดลองพบว่าถ้าให้ความร้อนอุณหภูมิ 250องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 5 นาที จะทำให้การย่อยโปรตีนเป็นผลดีที่สุด หรือให้ความร้อนที่ 200องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 30 – 45 นาที ถ้าใช้ความร้อนสูงและนานเกินไป จะทำลายกรดอมิโน Lysine ซึ่งเป็นกรดอมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายเนื่องจากการรวมตัวของน้ำตาล (Reducing sugar) กับ Lysine ทำให้เกิด browning reaction ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ ทำให้ Lysine อยู่ในสภาพที่ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ (สมชาย ประภาวัต, 2524 : 162)

ผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลือง ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะสม ทำให้ได้ผลผลิตอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ราคาถูก และที่สำคัญคือสามารถปลูกหรือสามารถส่งเสริมให้ปลูกได้ภายในประเทศของเราเอง ฉะนั้นความสำคัญของถั่วเหลืองที่มีต่อสุขภาพของคนไทย จะมีมากขึ้นเรื่อย ๆ ในทุกระดับอายุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหมาะสมที่จะช่วยเหลือประชาชนไทยที่ยากจนและมีรายได้น้อยในการแก้ปัญหาทางด้านโภชนาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคขาดโปรตีนและแคลอรี่ ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองแบ่งออกได้ ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการหมัก (Non – fermented soybean products) ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง นมถั่วเหลือง เต้าหู้ เต้าฮวย ฟองเต้าหู้ ถั่วงอกหัวโต แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนสูงราคาถูก เป็นต้น (สมชาย ประภาวัต, 2532 : 176)

2. ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมัก (Fermented soybean products) ได้แก่ ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว เต้าหู้ยี้ ซอสปรุงรส ถั่วงอกหัวโต ดองและถั่วเน่า เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำนมถั่วเหลือง

นอกจากจะใช้น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมไว้เพื่อดื่มโดยตรงแล้วเรายังสามารถนำน้ำนมเหลืองไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อื่นได้อีกหลายชนิด ได้แก่ เต้าหู้แข็ง เต้าหู้อ่อน เต้าฮวยร้อน เต้าฮวยฟรุทสลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โยเกิร์ต และฟองเต้าหู้ เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารจากน้ำนมถั่วเหลืองเหล่านี้ให้คุณค่าทางอาหารสูงกว่าน้ำนมถั่วเหลืองเนื่องจากมีปริมาณน้ำหรือความชื้นลดลงดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์บางชนิดในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

ชนิดอาหาร	ความชื้น %	โปรตีน %	ไขมัน %	คาร์โบไฮเดรต %
ถั่วเหลือง (เมล็ดแห้ง)	10.0	34.1	17.7	33.5
น้ำนมถั่วเหลือง (เข้มข้น, เกษตร)	74.5	6.2	4.1	14.4
น้ำนมถั่วเหลือง (เกษตร)	87.0	2.5	1.1	9.0
เต้าหู้แข็ง	70.9	12.5	8.1	6.0
เต้าหู้ขาวอ่อน	86.7	7.9	4.1	0.4
เต้าหู้แผ่น	76.0	13.3	6.5	3.1
เต้าหู้เหลือง (เค็ม)	72.5	15.6	3.9	6.4
เต้าหู้ฟอง	34.1	21.9	38.1	4.6
ฟองเต้าหู้	6.8	47.0	28.4	14.9
เต้าฮวย	93.0	3.0	1.9	1.5

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กรกฎาคม 2521

สารที่ทำให้เกิดความคงตัว(Stabilizer)

2.3 วุ้น

วุ้นที่ใช้ทำขนมอาจแบ่งเป็น 2 ชนิด คือที่ทำจากเจลาติน (gelatin) และที่ทำจากสาหร่ายทะเล (agar – agar)

2.3.1 วุ้นเจลาติน

วุ้นเจลาตินทำมาจากคอลลาเจน ซึ่งเป็นโปรตีนในเนื้อเยื่อพังผืดของสัตว์ เช่น เอ็น เนื้อพังผืด กระดูก หนังสัตว์ หนังปลา เกล็ดปลา ไตปลา ในระหว่างทุงต้มเมื่อคอลลาเจลเปลี่ยนเป็นเจลาตินจะมีผลทำให้เนื้อพังผืดมีลักษณะนุ่มลง ในน้ำซุปจากกระดูกหรือไก่ คอลลาเจนจะเปลี่ยนเป็นเจลาตินจะมีผลทำให้เนื้อพังผืดมีลักษณะนุ่มลง เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ซุปนั้นจะมีความอยู่ตัวคล้ายมีวุ้น ในทางการค้ามีการผลิตเจลาตินจากกระดูกสัตว์หรือเขาสัตว์ เริ่มแรกจะต้องเอาไขมันที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ออกเสียก่อน แล้วจึงนำไปต้มในน้ำ ใส่กรดหรือด่างลงไปด้วยในขณะที่ส่วนเป็นพังผืดได้รับความร้อนคอลลาเจนซึ่งเป็นโมเลกุลโปรตีนที่ใหญ่จะสลายตัวให้โมเลกุลที่เล็กลงของเจลาติน กรองเอาส่วนน้ำต้มที่มีเจลาตินอยู่ ระเหยเอาน้ำออก ทิ้งไว้ให้จับกันเป็นวุ้น แล้วจึงทำให้แห้งในรูปเป็นแผ่นเปราะเป็นประกายของเจลาตินบริสุทธิ์ นำเอาแผ่นเจลาตินไปบดให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ เจลาตินที่ใช้ปรุงอาหารนี้จะต้องถูกต้องตามมาตรฐานความบริสุทธิ์ นั่นคือจะต้องผ่านการผลิตที่มีสภาพถูกสุขลักษณะเจลาตินในกาวที่ทำให้กาวมีคุณสมบัติเหนียวนั้นก็เป็นเจลาตินคล้ายในอาหารแต่มีสิ่งเจือปนที่ไม่บริสุทธิ์ต่างๆ ซึ่งใน เจลาตินที่ใช้ปรุงอาหารนี้จะมีสิ่งเจือปนไม่ได้ (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529-:40)

เจลาตินแม้จะทำมาจากที่เดียวกัน ก็อาจมีคุณสมบัติต่างกันได้ทั้งนี้ย่อมขึ้นกับเหตุผลหลายอย่างด้วยกัน เช่น ชนิดต่างกัน ถ้าเป็นเจลลาตินชนิดผงจะพองตัวในน้ำได้ดีกว่าชนิดเม็ดเพราะละเอียดกว่าจึงมีพื้นผิวหน้ามากกว่า การพองตัวของเจลาตินจะมีมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับ 1) พื้นผิวหน้า 2) pH ถ้ามีความเป็นด่างเพิ่มจะพองตัวดีขึ้น แต่ก็มีขีดสูงสุดคือ pH 9 ถ้าสูงกว่านี้จะสลายตัวให้กรดอะมิโน 3) เกลืออนินทรีย์ที่มีอยู่หรือที่เติมลงไป บางอย่างจะช่วยการดูดซึม บางอย่างขัดขวาง ชนิดมี pH ใกล้ isoelectric point จะพองตัวในสารละลายเกลือ ธาตุเกลือในสารละลายกรดจะทำให้วุ้นไม่พองตัว

เมื่อเม็ดเจลาตินพองตัวออก แรงเกาะกันก็จะมีน้อยและจะเปลี่ยนจากลักษณะแข็ง เปราะเป็นอ่อนและยืดหยุ่น โมเลกุลของวุ้นมีโครงร่างเป็นเส้น คือมีความยาวเป็นหลายเท่าของความกว้าง ฉะนั้นจึงมีความสามารถในการดูดซึมเอาน้ำไว้ได้มาก

Gelation คือการที่ gelatin sol จับตัวแข็งเป็นวุ้น วุ้นนี้จะพองตัวในน้ำเย็น และจะเป็น hydrosol ในน้ำร้อน และเมื่อน้ำเย็นลงจะกลายเป็น hydrogel วุ้นพองตัวได้เพราะเกิด hydration และเป็น hydrosol เพราะเกิด peptization คือการที่ colloidal particles แยกตัวออกและเมื่อวุ้นเย็นลงมันจะยึดกันไว้ และอมน้ำเป็นวุ้นที่ทรงตัวอยู่ ถ้ามีวุ้นไม่พอ น้ำจะไม่ถูกดึงดูดไปหมด ฉะนั้นจึงเกิดเป็นวุ้นที่ทรงตัวไม่ได้ (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :41)

คุณสมบัติที่เห็นได้ชัดอันหนึ่งของวุ้น คือ การที่วุ้นสามารถมีสภาพเป็น sol ได้ในอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า และถ้ามีความเข้มข้นเพียงพอจะสามารถเปลี่ยนสภาพเป็น gel ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้เล็กน้อย สภาพการเป็น sol และ gel นี้จะกลับกันได้ ในการเปลี่ยนจาก sol เป็น gel นี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่าง เช่น viscosity, rigidity, elasticity เป็นต้น

สิ่งที่มีผลต่อการจับตัวกันแข็งเป็นวุ้น ได้แก่

1. ระยะเวลาที่จะจับตัวกันเป็นวุ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและอุณหภูมิ ถ้าเข้มข้นน้อยอุณหภูมิสูง จะต้องเสียเวลานานขึ้น ส่วนผสมเจลาตินจะต้องคลายความร้อนเสียก่อนจึงจะเกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จับตัวเป็นวุ้นได้ และเมื่อเริ่มจับตัวกันเป็นวุ้นแล้วจะทรงตัวอยู่ได้ดียิ่งขึ้นตามระยะเวลาที่วางทิ้งไว้ วุ้นจากเจลาตินซึ่งได้จากกระดูก หนัง และเอ็น แม้จะตีให้แตกจากกัน ก็สามารถจะรวมตัวกันเป็นวุ้นได้อีก ซึ่งเป็นคุณสมบัติอันหนึ่งที่วุ้นสาหร่ายไม่มี

2. ความเข้มข้น ถ้าหากระยะเวลาการจับตัวกันแข็งเป็นวุ้นก็จะน้อยลง อาจใช้วุ้นแห้ง 1 – 2 กรัม ต่อน้ำ 98 – 99 กรัม วุ้นที่วางขายอาจมีลักษณะต่างกัน จึงอาจต้องใช้ความเข้มข้นต่างกัน เพื่อเนื้อสัมผัสดี ถ้าจะทำวุ้นในปริมาณมากๆ ควรใช้วิธีชั่งดีกว่าการตวง

3. อุณหภูมิ ถ้าใช้อุณหภูมิสูง ความเข้มข้นก็ควรจะเพิ่มขึ้นด้วย ยิ่งวุ้นคลายร้อนช้าลงเพียงใด ก็จะสามารถจับตัวแข็งเป็นวุ้นในอุณหภูมิสูงไปด้วย hydrosol นั้นอาจทำให้เย็นลงได้ โดยการแช่น้ำแข็งไว้ หรืออาจตั้งทิ้งไว้ให้คลายร้อนในอุณหภูมิของห้อง ซึ่งจะอยู่ตัวได้ดีกว่า เมื่ออยู่ในอุณหภูมิต่ำมาก ๆ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ม่ว่าจะเข้มข้นเพียงใด ส่วนผสมเจลลาตินก็จะไม่จับตัวแข็งเป็นวุ้นได้ เพราะเป็นอุณหภูมิเกิด sol (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :41)

เจลาตินชนิดต่าง ๆ จะมีอุณหภูมิการแข็งตัวไม่เท่ากัน แม้จะเข้มข้นเท่ากัน อาจที่ 10, 14 และ16 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ถ้าต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ใช้เป็นอาหารไม่ได้ดี เพราะจะกลับเหลวได้ง่าย ส่วนผสมเจลลาตินที่จับตัวกันแข็งเป็นวุ้นในอุณหภูมิสูงจะไม่ละลายง่ายเหมือนที่จับตัวกันในอุณหภูมิต่ำ นอกจาก 3 สิ่งข้างบนนี้ยังมีเกลือและน้ำตาล ซึ่งมีผลต่อการพองตัวและจับตัวกันเป็นวุ้น

Form formation ปกติเมื่อตีวุ้นให้ขึ้นฟูจะต้องทำตอนวุ้นจับตัวกันไปบ้างแล้ว คือยังแข็งตัวไม่ได้ที่ การตีจะทำให้อากาศแทรกเข้าไปอยู่ในวุ้น ทำให้เป็นฟองขึ้น วุ้นจะเพิ่มปริมาตรขึ้น จะให้ฟองดีที่สุดที่ isoelectric point (จุดที่โปรตีนไม่เป็น + หรือ –) เพราะที่จุดนี้อนุภาคของวุ้นมักจะเกาะกันแน่น ซึ่งเป็นการช่วยให้เกิดฟองได้อย่างดี วุ้นที่ดีแล้วจะมีความยืดหยุ่นและจะเข้าห้อมล้อมฟองอากาศไว้ วุ้นที่จะตีนั้นควรจะมีรสจัดกว่าวุ้นที่ไม่ตี เพราะการขยายปริมาตรภายหลังตีจะทำให้รสอ่อนลงได้ ถ้าวุ้นแข็งตัวมากเกินไปก่อนตี การตีก็จะเพียงแต่ทำให้วุ้นแตกหรือแยกออกจากกัน โดยที่อากาศไม่สามารถแทรกเข้าไปได้ (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :42)

ความใสของวุ้นเจลาติน ความใสของวุ้นนี้ไม่แน่นอน ขึ้นกับความเข้มข้นด้วย นอกจากนี้ความขุ่นอาจจะเป็นเพราะ ความสกปรกที่มีอยู่ในเจลาติน, พิมพ์, ไขมัน ธาตุเกลือโปรตีนอื่นที่ตกตะกอนเมื่อ pH ของวุ้นเปลี่ยนไป ซึ่งก็จะลอยอยู่ในวุ้น นอกจากนี้ก็อาจเป็นเพราะสารซัลเฟอร์และสาร complex อื่นที่มีอยู่ในวุ้น แคลเซียมในวุ้นถ้ามีมากก็จะทำให้วุ้นนั้นขุ่น

คุณค่าทางโภชนาการ

แม้ว่าเจลาตินจะเป็นโปรตีนบริสุทธิ์ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโน 17 ชนิด แต่ก็เป็นโปรตีนที่ไม่ค่อยจะมีความสำคัญในอาหาร เพราะเราใช้วุ้นเจลาตินในปริมาณน้อย ทั้งวุ้นนี้ยังเป็นโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่สมบูรณ์อีกด้วย แท้จริงเจลาตินก็เป็นอาหารที่เพียงแต่ได้มาจากสัตว์ แต่ไม่ได้มีโปรตีนที่สมบูรณ์ประกอบอยู่ ในเจลาตินมีกรดอะมิโนที่จำเป็นเพียง 4 แคลอรี่ และมีในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น กรดอะมิโนทั้งสี่ได้แก่ tryptophan, threonine, methionine และ isoleucine เนื่องจากเจลาตินเป็นโปรตีนแห้ง ดังนั้นพลังงานที่ให้นั้นก็คล้ายคลึงกับแป้งและธัญพืชแห้ง คือให้พลังงาน 4 แคลอรี่ต่อกรัม จากข้อเท็จจริงเหล่านี้ ผลิตภัณฑ์หรืออาหารใด ๆ ที่ทำจากเจลาตินจะให้คุณค่าทางโภชนาการมากน้อยแค่ไหนนั้นอาจกล่าวได้ว่าขึ้นกับส่วนเครื่องปรุงอื่นที่ใช้ร่วมด้วย ส่วนขนมที่ทำจากเจลาตินนั้นมีข้อดีคือ ย่อยง่าย รสชาติจืด และคนส่วนใหญ่ยอมรับวุ้นเจลาตินธรรมดาและสำเร็จรูป 1 ถ้วยตวง จะให้พลังงาน 140 แคลอรี่ และโปรตีน 4 แคลอรี่

การใช้

หลักในการใช้เจลาตินคือ การที่ต้องการเปลี่ยนสภาพเจลาตินจากที่เป็นของเหลวให้เป็นของแข็ง ที่ยืดหยุ่น หรือในเชิงเคมีก็คือเราต้องการเปลี่ยนลักษณะ sol ให้เป็น gel ปฏิกิริยาการเกิด gel นี้กลับไปกลับมาได้ เพราะเมื่อเป็น gel หรือวุ้นแล้วถ้านำไปตั้งไฟก็จะเปลี่ยนเป็น sol คือลักษณะที่เหลว และถ้านำ sol ที่เหลวนี้ไปทำให้เย็นก็จะจับเป็นวุ้นอีก คำว่า gel นั้นอาจใช้กับลักษณะของอาหารพวกคัสตาร์ดอบ ซึ่งได้จากโปรตีนไข่ที่แข็งตัวกึ่งแข็งกึ่งเหลวและอาจใช้กับลักษณะของเยลลี่และแยมผลไม้ซึ่งจับเป็นวุ้นได้ด้วยเพคตินการจับตัวเป็นวุ้นของเยลลี่ผลไม้นั้นกลับเหลวและแข็งอีกได้ ส่วนคัสตาร์ดอบนั้นเปลี่ยนสภาพกลับไปมาไม่ได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529 : 43)

เจลาตินใช้เป็นสารช่วยให้ขึ้นฟูในขนมและสลัดที่ต้องตีให้ขึ้นฟูบางชนิด เจลาตินสามารถที่จะทำให้ผลึกน้ำตาลในลูกกวาดมีขนาดเล็ก ทำให้ผลึกน้ำแข็งในไอศครีมเล็ก โดยเป็นตัวขัดขวางการรวมตัวของผลึกเล็ก ๆ เหล่านั้นมิให้รวมกันเป็นผลึกใหญ่ ขนมและครีมต้องตีขึ้นฟู ถ้าใส่เจลาตินลงไปด้วยจะไปช่วยทำให้ผิวหน้าของฟองอากาศขึ้นขึ้น จึงทำให้ขนมหรือครีมที่ตีให้ขึ้นฟูนั้นๆ อยู่ตัว

เจลาตินใช้เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของสลัด และขนมหลายชนิด ซึ่งจะให้ลักษณะที่เป็นประกายและสีสดสวย ถ้าทำจากเจลาตินคุณภาพดีก็ควรได้รสชาติดี มีลักษณะน่ารับประทานและมีความอยู่ตัวแต่ไม่ถึงกับแข็งเหนียว อาหารที่ทำจากเจลาตินนั้นจะมีรสชาติและสีใดนั้นย่อมขึ้นกับเครื่องปรุงอื่นที่เติมลงไป เพราะตัวเจลาตินเองจะมีความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรก็จะไม่ทำให้รสเปลี่ยนไป

การประกอบเป็นอาหาร

เจลาตินมีขายทั้งในลักษณะเป็นผง เม็ด เกล็ด และแผ่น เจลาตินชนิดเม็ดที่ไม่มีรสชาตินั้นมักบรรจุในซอง จะมีเจลาตินอยู่ 1 ช้อนโต๊ะ ซึ่งจะเป็นปริมาณที่เพียงพอ สำหรับทำให้ของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ไปน์จับตัวกันเป็นวุ้นได้ ของเหลวที่ใช้อาจเป็นน้ำผลไม้ น้ำผัก น้ำแปล่า น้ำซุป น้ำนม หรือของเหลวอื่น ต้องผสมเจลาตินกับของเหลวเย็นในปริมาณเล็กน้อยเสียก่อน ตั้งทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้อ่อนตัวลง แล้วจึงนำไปตั้งไฟเพื่อให้เจลาตินกระจายไปทั่วหรือจะเติมน้ำร้อนลงไปในเจลาตินที่อ่อนตัวนั้นก็ได้แล้วคนจนส่วนผสมใสไม่มีเม็ดเจลาตินเหลืออยู่แล้วจึงเติมส่วนผสมอื่น เช่น น้ำตาล เกลือ ถ้าของเหลวที่ใช้ทำให้เจลาตินกระจายตัวนั้นยังใช้ไม่หมด ที่เหลือนั้นอาจค่อยเติมตอนส่วนผสมเย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง อาจเติมในรูปน้ำผลไม้แช่แข็งหรือน้ำแข็ง อย่างไรก็ตามถ้ารอจนอุณหภูมิลดลงมากเกินไป ส่วนผสมอาจจะจับตัวกันแข็งเสียก่อนที่จะได้เติมเครื่องปรุงทั้งหมด ถ้าเป็นเจลาตินชนิดธรรมดา ให้เทส่วนผสมลงในพิมพ์หรือถ้วยที่จะเสิร์ฟแล้วนำไปแช่เย็นจนจับตัวกันแข็ง ถ้าเป็นชนิดต้องเติมผลไม้หรือผัก ให้นำส่วนผสมไปแช่เย็นเสียก่อนจนข้นขนาดไข่ขาวข้นที่ไม่ได้ตีแล้วจึงเติมผัก ผลไม้หรือของแข็งอื่นที่สะเด็ดน้ำแล้วลงไป ถ้าเอาผลไม้หรือผักเติมลงตอนส่วนผสมเจลาตินนั้นเหลว จะทำให้สิ่งที่เติมลงไปลอยขึ้นมาได้ ในทางกลับกันถ้าเติมผลไม้หรือผักตอนส่วนผสมจับตัวแข็งเสียแล้วก็จะต้องคนเจลาติน ซึ่งจะทำให้แยกตัวและไม่กลับคืนมาจับตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน แม้ว่าเจลาตินจะจับตัวกันเป็นวุ้นได้เร็วถ้านำไปวางในที่มีน้ำแข็ง แต่มันจะไม่ตั้งคงรูปทนเมื่อเสิร์ฟได้ดีเหมือนชนิดที่ทิ้งให้จับตัวกันช้า ๆ ในอุณหภูมิตู้เย็น สำหรับส่วนผสมเจลาติน 1 ไปน์ จะต้องใช้เวลาในการจับกันเป็นวุ้นนานประมาณ 2 – 4 เซนติเมตร ถ้าใช้วิธีเติมน้ำผลไม้แช่แข็งหรือก้อนน้ำแข็งในตอนท้ายอาจใช้เวลาสั้นลง (ศิวาพร ศิวเวชช ,2529:44)

มีหลายสิ่งที่มีผลต่อการจับตัวเป็นวุ้นของเจลาติน ที่สำคัญที่สุดคือความเข้มข้นของส่วนผสม เพราะเจลาตินจะจับตัวกันเป็นวุ้นได้ลักษณะดี ก็ต่อเมื่อมีความเข้มข้นที่ขีดหนึ่งเท่านั้น ถ้ามีเจลาตินเข้มข้นเกินไปก็จะได้วุ้นที่เหนียว ถ้ามีน้อยเกินไปก็จะได้วุ้นที่เหลวหรืออาจไม่จับตัวกันเป็นวุ้นเลย ความเข้มข้นของเจลลาตินนี้ยังมีผลต่อระยะเวลาที่ต้องตั้งทิ้งไว้ให้จับตัวกันเป็นวุ้น ถ้าเข้มข้นก็จับตัวเป็นวุ้นได้เร็ว บางครั้งต้องเพิ่มส่วนเจลาตินที่ใช้ถ้าส่วนผสมเป็นกรดสูง เพราะความเป็นกรดยิ่งสูงจะยิ่งไปลดกำลังในการจับตัวเป็นวุ้นของเจลลาติน แม้ว่าน้ำตาลในปริมาณมากจะขัดขวางการจับตัวกันเป็นวุ้น แต่ปริมาณน้ำตาลเท่าที่ใช้มีผลเพียงเล็กน้อยต่อกำลังในการจับตัวกันเป็นวุ้น การจับตัวกันเป็นวุ้นนี้จะไม่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียล (95 องศาฟาเรนไฮต์) อุณหภูมิยิ่งต่ำการจับตัวกันจะยิ่งเร็วขึ้นอย่างไรก็ตามถ้าทำให้จับตัวกันที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติมากจะมีผลทำให้ได้วุ้นที่ละลายได้ง่ายกว่าที่ทิ้งไว้ให้จับตัวกันช้า ๆ (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :45)

เจลาตินผสมสำเร็จรูปมีขายอยู่ทั่วไป ส่วนผสมมักจะแจ้งไว้บนฉลากซึ่งมักจะมีน้ำตาลเจลาติน (อาจบดละเอียดกว่าชนิดผงที่ไม่มีรสที่ใช้ตามบ้าน) กรดอินทรีย์ สารปรุงแต่งรส (อาจเป็นสารสังเคราะห์) และสีบางทีมีการเติม Sodium citrate เพื่อปรับให้ได้ความเป็นกรดที่ต้องการส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมนี้มักจะมีเจลาตินเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 10% ส่วนผสมที่มีขายมีทั้งรสชาติ ผลไม้ และผัก ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมในการทำเป็นสลัด

2.3.2 วุ้น (agar หรือ agar – agar) เป็นไฟโคคอลลอยด์ (phycocolloid) จำพวกโพลีแซกคาไรด์ สกัดจากสาหร่ายทะเลสีแดงในสกุล Gelidium, Gracilaria, Pterocladia, Ahnfeltia และ Acanthopeltis. ชาวจีนรู้จักวุ้นมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 แต่ชาวญี่ปุ่นเป็นผู้คิดค้นวิธีสกัดวุ้น และทำเป็นอุตสาหกรรมส่งไปขายทั่วโลก

องค์ประกอบที่สำคัญของวุ้น คือ อะกาโรส (agarose) และ อะกาโรเพกติน (agaropectin) ปริมาณและคุณภาพของวุ้นขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่ายและเปลี่ยนไปตามฤดูกาล คุณภาพของวุ้นยังขึ้นอยู่กับความแข็งของวุ้น (gel strength) สี ปริมาณเถ้า (ash content) และอุณหภูมิหลอมละลาย (melting temperature) โดยทั่วไปวุ้นจะแข็งตัวที่อุณหภูมิ 35–50 องศาเซลเซียส และจะหลอมละลายที่อุณหภูมิ 85 – 100 องศาเซลเซียส วุ้นที่มีคุณภาพดีได้จากสาหร่าย Gelidium สามารถแข็งตัวได้เมื่อใช้เพียง 1%

วุ้นนอกจากจะใช้ประกอบอาหารแล้ว ยังนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โดยทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งใช้กันมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1880 นอกจากนี้ยังใช้บรรจุในภาชนะขนส่งเนื้อปลา เพื่อกันการเปลี่ยนสีและใช้บรรจุในอาหารกระป๋องบางอย่าง ทางด้านเภสัชกรรมใช้วุ้นเป็นยาระบาย ใช้เป็นสารคงรูป (stabilizer) และเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางค์บำรุงผิว (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529: 47)

2.4 แคลเซียมซัลเฟต ($Ca_2SO_4.2H_2O$) เป็นสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนหรือที่คนจีนเรียกว่า เจี๊ยะกอ สารเคมีนี้ทำให้ได้เต้าหู้อ่อน หรือเต้าฮวยมีลักษณะที่ไม่แข็งเกินไป เมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะไม่มีรสชาติ นอกจากนี้ยังมีราคาถูก หาได้ง่าย

การใช้แคลเซียมซัลเฟตในปริมาณที่น้อยกว่า 0.008 โมลจะไม่เกิดการจับตัวของนมถั่วเหลือง แต่อาจทำให้นมถั่วเหลืองมีลักษณะข้นขึ้นบ้าง ถ้าใช้ในปริมาณ 0.01 โมลจะเกิดเป็นตะกอนบางส่วนที่ไม่สมบูรณ์ ปริมาณการใช้ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.02 – 0.04 โมลจึงจะเกิดตะกอนสมบูรณ์ ถ้าใช้ปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดรสขมและเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยแข็งกระด้าง

ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการตกตะกอน

เต้าฮวยซึ่งใช้แคลเซียมซัลเฟตตกตะกอนจะต้องใช้อุณหภูมิของนมถั่วเหลืองประมาณ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีการศึกษาการตกตะกอนของเต้าหู้ โดยใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ปริมาณ 0.02 โมลในช่วงอุณหภูมิ 60 - 80 องศาเซลเซียส พบว่า ถ้าใช้อุณหภูมิของ นมถั่วเหลืองในการตกตะกอนเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ความแข็งของเต้าหู้ (Hardness) เมื่อถูกกดทับ (Elasticity) เพิ่มขึ้น การเกาะรวมตัวกันของเต้าหู้ (Cohesiveness) จะเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นจะคงที่จนถึงอุณหภูมิ 80 องศา-เซลเซียส ถึงแม้ขบวนการผลิตเต้าหู้ เต้าฮวย จะเป็นขบวนการที่ง่าย แต่ปรากฏการณ์ตกตะกอนของโปรตีนและการรวมตัวกันค่อนข้างจะซับซ้อน มีหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง ได้มีผู้เสนอแนะว่าแคลเซียมไอออนเป็นตัวการสำคัญในการ cross – linking ระหว่างโมเลกุลโปรตีน แต่อย่างไรก็ตามตำแหน่งของการเกิด cross – linking ความสัมพันธ์ระหว่างไอออนกับโปรตีนของถั่วเหลืองและปรากฏการณ์ตกตะกอนยังไม่เข้าใจกันอย่างสมบูรณ์ (ศิวาพร ศิวเวชช์, 2529 : 81)

2.5 เพคติน

เพคติน หมายถึง กรดเพคตินที่มีส่วนประกอบของ methyl ester และ degree of neutralization ในปริมาณที่สามารถจะทำให้เกิดเจลกับน้ำตาลและกรดได้ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งถ้าขจัด methyl group ออกไปจนหมด จะได้เป็นกรดเพคติน ซึ่งเพคตินมีคุณสมบัติเป็นสารที่ละลายน้ำได้ (ศศิเกษม ทองยงค์, 2530 : 32)

เพคตินอาจได้มาจากการเปลี่ยนแปลงของโปรเพคติน โดยเอนไซม์ที่ทำให้ผลไม้สุก คือ โปรโตเพคติเนส (protopectinase) และโดยการต้มให้สลายตัวในกรดเจือจาง ดังนั้นผลไม้ที่นำมาทำเยลลี่นั้นค่อนข้างดิบ ส่วนของโปรโตเพคตินที่ยังเหลืออยู่จะเปลี่ยนเป็นเพคตินโดยรอให้สุกเองหรือเอาไปต้ม ซึ่งการนำผลไม้สุกเองโดยธรรมชาติมีข้อดี คือ จะให้เยลลี่ที่มีสีสวยและกลิ่นรสดี แต่ถ้าผลไม้สุกมากเกินไปสารเพคตินจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดและเพคตินมากเกินไป (ดรุณี เอ็ดเวิร์ดส์, 2531 : 154)

เพคตินจะพบได้ในผักผลไม้ทั่ว ๆ ไป ปริมาณที่พบจะแตกต่างกันไปในแต่ละส่วนของพืชและชนิดของผล

ผลไม้มีปริมาณเพคตินและความเป็นกรดที่แตกต่างกัน ซึ่งผลไม้บางชนิดเท่านั้นที่มีเพคตินและกรดเพียงพอที่จะทำเยลลี่ให้ได้ผลดี บางชนิดจะมีเพคตินมากแต่กรดน้อยบางชนิดก็มีปริมาณเพคตินน้อยกรดสูง นอกจากนี้ผลไม้ที่มีความเหมาะสมกับการทำเยลลี่ยังมีความแตกต่างกันตามความสุกดิบและฤดูกาล ผลไม้ห่ามหรือที่แก่เกินจะมีเพคตินมากที่สุด ผลไม้ในฤดูฝนมักจะให้น้ำผลไม้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพคตินมีคุณสมบัติคือ ไม่มีกลิ่นและรส เมื่อเติมเพคตินลงในเยลลี่จึงไม่ทำให้กลิ่นและรสของเยลลี่เปลี่ยนแปลงไป เพคตินมีทั้งในรูปของเหลวและเป็นผง แต่เนื่องจากเพคตินเหลวเมื่อเปิดใช้แล้วจะเสื่อมคุณภาพได้ง่ายจึงต้องนำมาใช้ทันที เก็บรักษาได้ไม่นาน ส่วนเพคตินผงอยู่ในรูปของแข็งเมื่อเปิดใช้แล้วยังคงเก็บรักษาไว้ได้นาน เพคตินผงที่นำมาใช้นั้นอาจทำมาจากเปลือกและแกนของผลไม้ที่เหลือจากการบรรจุกระป๋อง เช่น แอปเปิ้ล หรือ ได้มาจากส่วนเยื่อขาวติดเปลือกของผลไม้บางชนิด เช่น มะนาวและส้มโอ เป็นต้น (จงกลรัตน์ เอื้อบูรณานนท์, 2539 : 37)

เพคตินที่มีขายเป็นแบบที่ต้องใช้รวมกับน้ำตาล (high sugar pectin) ต้องใช้น้ำตาล 50 – 60% จึงจะจับตัวเป็นวุ้นได้ ปัจจุบันมีการผลิตเพคตินที่ใช้ร่วมกับน้ำตาลน้อยหรือไม่ใช้น้ำตาลเลย อนุมูลของแคลเซียม (Ca^{++}) สามารถช่วยการจับตัวเป็นวุ้นของเพคตินชนิดนี้ได้โดยไม่ต้องอาศัยน้ำตาลเทียม (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2522 : 154)

สำหรับในประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมได้ทดลองผลิตเพคตินจากเปลือกส้มโอ เพื่อนำมาใช้ในการทำเยลลี่ และได้เยลลี่ที่มีคุณภาพทัดเทียมกับต่างประเทศ ทั้งยังเป็นการนำของเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์อีกด้วย วิธีการสกัดเพคตินอย่างง่ายที่ทำกันในครัวเรือน คือ โดยการใช้กรดเกลืออย่างเจือจางต้มกับผลไม้ เพื่อให้โปรโตเพคตินสลายตัวให้เกิดเพคตินแล้วทำให้เกิดการตกตะกอนของเพคตินด้วยแอลกอฮอล์ 95% หรืออะซิโตน

2.6 Gums

เดิมคำว่า gums หมายถึงยางจากพืชที่ข้นหรือเหนียว และรวมถึงสารซึ่งไม่ละลายน้ำด้วย แต่ในปัจจุบัน gums จะหมายถึงเฉพาะสารที่ช่วยทำให้ข้นหรือเกิด gel ซึ่งละลายน้ำได้เท่านั้น สำหรับส่วนที่ละลายน้ำไม่ได้เรียกว่า resins ฉะนั้นจึงได้มีการให้คำจำกัดความใหม่โดย Glicksman, (1962) ดังนี้คือ “gum คือสารที่สามารถจะละลายหรือกระจายตัวได้ในน้ำร้อนหรือน้ำเย็น แล้วให้สารละลายที่หนืดและหรือสามารถทำให้เกิด gel ขึ้นได้” ตัวอย่างที่สำคัญของ gum ได้แก่ tree exudates, seed or root gums, seaweed extracts, sodium carboxy methyl cellulose, microbial gum และ polyvinylpyrolidone เป็นต้น (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :128)

โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมี

Gum ส่วนใหญ่จะเป็น complex polysaccharides อาจเป็นประเภท anionic หรือ neutral polysaccharides ซึ่งปรกติจะจับกับ metallic cations เช่น แคลเซียม โปแตสเซียม หรือ แมกนีเซียม พวก gum ชนิดต่าง ๆ จะมีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกัน เช่น พวกเซลลูโลสและ derivatives ของเซลลูโลส จะประกอบด้วยกลูโคสที่ต่อกันด้วย β 1-4 linkage ส่วนในแป้งนั้นกลูโคสจะต่อกันด้วย α 1 – 4 linkage เป็นส่วนใหญ่ และมี α 1 – 6 linkage บ้าง pectic acid เป็น polymer ของ galactose ซึ่งต่อกันด้วย β 1 – 4 linkage alginic acid เป็น polymer ที่ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันด้วย β 1 – 4 linkage ในโมเลกุลประกอบด้วย mannuronic และ guluronic acid ส่วนพวก red seaweed extracts, agar, carrageenan และ furcellaran มีสูตรโครงสร้างพื้นฐานที่ประกอบด้วย chain ของ galactose units ต่อกันด้วย α 1 – 3 และ β 1 – 4 linkage คล้ายกัน ส่วนพวก plant exudates จะมีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่าและยังไม่ทราบแน่ชัดนัก สำหรับพวก seed gum เช่น locust been gum และ guar gum นั้น จัดเป็น neutral polysaccharides ของ galactose และ mannose แต่จะต่างกันที่อัตราส่วนของ galactose และ mannose (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :128)

Gum ชนิดต่าง ๆ จะมีความสามารถในการกระจายตัว การละลาย การให้ความหนืด การทำให้เกิด gel การเป็น emulsifiers, stabilizers และ suspending agents และการคงตัวของสารละลาย gum แตกต่างกันไปตามชนิดของ gum

ความสามารถในการกระจายตัว (Dispersibility)

การที่จะให้ gum กระจายตัวได้ดีในน้ำหรือในของเหลวนั้น ทำได้ค่อนข้างยาก เพราะเมื่อใส่ gum ลงในน้ำ gum มักจะดูดน้ำไว้ที่บริเวณรอบนอก ทำให้บริเวณรอบ ๆ ข้างนอกเปียก ส่วนข้างในจะยังแห้งอยู่ ทำให้เกิดการจับกันเป็นก้อนหรือมีลักษณะคล้าย gel ซึ่งยากแก่การทำให้กระจายตัวออกหรือละลาย ฉะนั้นจึงได้มีการพยายามคิดค้นหาวิธีที่จะทำให้ gum กระจายตัวได้ดี วิธีต่าง ๆ ที่คิดขึ้นได้แก่

ก. ให้ใส่ gum ลงในอาหารอย่างช้า ๆ หรืออาจจะใช้ตะแกรงร่อนช่วย และในขณะเดียวกันก็คนอย่างแรง

ข. โดยการเอา gum ผสมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ของอาหาร ก่อนที่จะใส่ gum นั้นลงในอาหาร เช่น ผสมคลุกเคล้ากับน้ำตาล ก่อนใส่ลงไปในการทำแยม เป็นต้น

ค. สำหรับการใช้ gum ซึ่งสามารถละลายแต่ในน้ำร้อนนั้น อาจจะนำมาละลายในน้ำเย็นก่อน

ง. หรืออาจนำมาผสมกับสารอื่น ๆ ก่อน เช่น แอลกอฮอล์ acetone หรือ glycerine เป็นต้น

นอกจากวิธีที่กล่าวแล้ว อาจช่วยทำให้ gum กระจายตัว โดยการห่อหุ้ม gum ด้วย wetting agents ต่าง ๆ หรือนำ gum มาทำ lyophilization หรือโดยการปรับ bulking density หรือขนาดอนุภาค หรือโดยการเติมเกลือบางอย่าง เป็นต้น (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :130)

ความสามารถในการละลาย (Solubility)

ปรกติ gum ที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารนั้น มักจะละลายได้น้อยในแอลกอฮอล์หรือตัวทำละลายที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ แต่ส่วนมากจะละลายได้ในน้ำ ความสามารถในการละลายจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แตกต่างกันไปตามชนิดของ gum ที่ใช้ และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้ละลาย ในอาหารปรกติมักจะใช้ gum เพียง 1 – 2% เท่านั้น จึงมักจะไม่พบปัญหาในการละลาย แต่ถ้าใส่ถึง 5% พบว่าการละลายจะลดลง สำหรับ gum บางชนิดจะมีการละลายดีมาก ตัวอย่างเช่น gum arabic และ larch gum จะละลายได้ถึงประมาณ 50% guar gum, carboxy methyl cellulose และ methyl cellulose จะละลายได้เกือบ 100% ส่วน locust bean gum และ gum tragacanth จะพองตัวเมื่อดูดน้ำไว้แต่ต้องอาศัยความร้อนช่วยในการละลาย สำหรับวุ้นนั้นไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะละลายในน้ำร้อนได้ดีแต่ thylcellulose จะละลายในน้ำเย็นแต่ไม่ละลายในน้ำร้อน (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :131)

ความสามารถในการให้ความหนืด (Viscosity)

นอกจากความสามารถในการละลายน้ำและการกระจายตัวของ gum จะมีความสำคัญแล้ว ความสามารถในการให้ความหนืดก็มีความสำคัญด้วย ซึ่งความสำคัญในการให้ความหนืดนี้ จะต่างกันไปตามชนิดของ gum เช่น gum arabic และ larch gum นั้น จะให้ความหนืดที่พอเหมาะถ้าหากใช้ gum ชนิดนี้ในปริมาณ 10 – 20% แต่สำหรับ tragacanth, guar gum และ locust bean gum นั้นจะให้ความหนืดสูงมากแม้ว่าจะใช้เพียง 1% เท่านั้น นอกจากนี้ระยะเวลาที่จะใช้ในการที่จะให้ได้ความหนืดสูงสุดของ gum แต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันไปด้วย เช่น carboxy methyl cellulose และ guar gum จะหนืดเร็วมากในน้ำเย็น ส่วน tragacanth นั้น พบว่าจะต้องมีการให้ความร้อนนานพอสมควร จึงจะให้ความหนืดสูงสุด ดังนั้นจึงพอจะสรุปได้ว่าความสามารถในการให้ความหนืดของ gum ชนิดต่าง ๆ จะขึ้นกับ

ก. ชนิดของ gum

ข. อุณหภูมิที่ใช้

ค. ปริมาณของ gum

ง. degree of polymerization ของ gum

จ. สารอื่น ๆ ที่อาจจะมีอยู่ในสารละลายหรืออาหาร

ความสามารถในการทำให้เกิด gel (Gelation)

ความสามารถในการทำให้เกิด gel ของ gum นั้น พบว่า gum เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถช่วยให้เกิด gel ได้ gum บางชนิด เช่น tragacanth เมื่อใช้ในความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้เกิด thick heavy paste หรือบางครั้งเรียกว่า gel แต่ไม่ใช่ gel ที่แท้จริง สำหรับ seaweed extract หรือ phycocolloid นั้น พบว่าเป็นตัวที่ช่วยทำให้เกิด gel ที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร ที่สำคัญได้แก่ วุ้น algin, carrageenan และ furcellaran นอกจากนี้พวก hydrocolloid เช่น gelatin, pectin และ starch ก็จัดเป็น gum ที่สำคัญที่ช่วยในการเกิด gel ที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
40289

อาหารเช่นกัน และจะมี gum บางชนิดที่จะช่วยให้มีการเกิด gel เมื่อใช้กับบอแรกซ์ช่วย จึงทำให้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในอาหาร (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :133)

ความสามารถในการเป็น emulsifiers, stabilizers และ suspending agents

การใช้ gum เป็น emulsifiers, stabilizers และ suspending agents นั้นได้มีการรู้จักใช้กันมานานแล้ว โดยคุณสมบัติเหล่านี้จะมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการให้ความหนืดของ gum การใช้ gum เป็น emulsifier นั้น จะใช้ได้เฉพาะใน oil – in – water type emulsions เท่านั้น และความเข้มข้นที่ใช้จะต้องให้เกิดความหนืดสูงพอที่ aquous phase ด้วย ฉะนั้นจึงมีการนำ gum มาใช้เป็น emulsifying agents หรือ emulsion stabilizers กันมาก ทั้งนี้เพราะว่า emulsifier ที่ดีควรจะมีคุณสมบัติเป็น strong lipophilic และ hydrophilic

การใช้ gum เป็น suspending agents หรือสารที่ช่วยให้อาหารคงสภาพเป็น colloid สำหรับ Z sigmondy gold number ใช้เป็นตัววัด suspending power ของ colloid นั้น หมายถึงน้ำหนักเป็นมิลลิกรัมของสาร protecting colloid หรือ gum ซึ่งพอที่จะป้องกันการเปลี่ยนสีของ 10 ml. ของสารละลาย red – gold ไปเป็นสี Violet เมื่อเติมสารละลายเกลือที่เข้มข้น 10% ลงไป 1 มิลลิลิตร หรือคือจำนวนกรัมของสารละลาย red – gold ที่เมื่อเติมสารละลายเกลือ 1% ลงไปแล้วสามารถที่จะป้องกันการตกตะกอนด้วย gum 1 กรัม (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :133)

ความสามารถในการคงตัวของสารละลาย gum (Stability of solutions)

ความสามารถในการคงตัวของสารละลาย gum นั้น จะขึ้นกับความเป็นกรด – ด่าง และ electrolytes และสารอื่น ๆ ซึ่งความคงตัวของสารละลาย gum ต่างชนิดกันจะแตกต่างกันออกไป และสารละลาย gum มักจะถูกทำลาย (degradation) ได้ง่ายด้วยพวกแบคทีเรีย ฉะนั้นบางครั้งจึงต้องมีการเติมพวกวัตถุกันเสียต่าง ๆ ลงไป ซึ่งปรกติจะนิยมใช้ benzoic acid หรือ sorbic acid หรือ potassium sorbate 0.1% หรือ methyl หรือ propyl parabens ผสมกัน 0.1% การจะเลือกใช้วัตถุกันเสียชนิดไหนนั้น จะขึ้นกับชนิดของ gum และความเป็นกรด – ด่างของสารละลาย เช่น เกลือ benzoate มักจะนิยมใช้ในกรณีที่ความเป็นกรด – ด่างของสารละลายต่ำ ส่วน parabens จะใช้เมื่อสารละลายมีความเป็นกรด – ด่างสูง เป็นต้น (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :134)

Gum arabic

Gum arabic เป็น gum ที่มีการรู้จักใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมมาก่อน gum ที่ได้จากธรรมชาติชนิดอื่น ๆ เป็น gum ที่ได้จากต้นไม้ที่อยู่ใน Genus Acacia ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในตระกูลถั่ว (Leguminosae) สำหรับ specie ที่มีการปลูกเพื่อผลิต gum arabic มากที่สุดคือ Acacia senegal gum arabic นั้น อาจจะรู้จักกันในชื่ออื่น ๆ อีก เช่น gum acacia, turkey gum หรือ gum senegal เป็นต้น gum arabic ที่พบตามธรรมชาติ จะอยู่ในรูปของเกลือที่เป็นกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือกรดอย่างอ่อนของสารประกอบเชิงซ้อน polysaccharides โดยมีอนุมูลแคลเซียม แมกนีเซียม และโปแตสเซียมเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย น้ำหนักโมเลกุลจะแตกต่างกันออกไป แต่จะอยู่ในช่วง 260,000 – 1,160,000 เมื่อทำการย่อยสลาย gum arabic จะได้ L – arabinose, L – rhamnose, D – galactose และ D – glucuronic acid ในอัตราส่วน 30.3 : 11.4 : 36.8 : 13.8 โดยประมาณ สำหรับอัตราส่วนดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตาม species ของพืชที่ให้ gum arabic แต่ชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบจะเหมือนเดิม (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :134)

สำหรับคุณสมบัติของ gum arabic นั้น พบว่าจะสามารถละลายน้ำได้ดี โดยละลายได้ถึง 50% ในขณะที่ gum ชนิดอื่น ๆ ละลายได้เพียงแค่ 5% หรือน้อยกว่า ไม่ละลายในน้ำมัน แอลกอฮอล์และตัวทำละลายที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ ความหนืดที่เกิดจากสารละลาย gum arabic จะค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับความหนืดของสารละลาย gum ชนิดอื่น ๆ ความเป็น กรด – ด่างของสารละลายจะมีผลต่อความหนืดของ gum ชนิดนี้ ความหนืดสูงสุดอยู่ในช่วงความเป็นกรด – ด่าง 5 – 7 และเมื่อความเป็นกรด – ด่างลดลง ความหนืดของสารละลายจะลดน้อยลง เพราะมีการย่อยสลายเกิดขึ้นความหนืดจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ gum ที่ใช้เพิ่มขึ้น และจะลดลงเมื่ออุณหภูมิที่ใช้เพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกันความหนืดของสารละลายจะลดลง เมื่อปริมาณของ electrolytes เพิ่มขึ้น

ความหนืดของ gum ชนิดต่าง ๆ ความเข้มข้นของ gum ที่มีต่อความหนืด ผลของความเป็นกรด – ด่าง ที่มีผลต่อความหนืด ผลของ calcium chloride ที่มีผลต่อความหนืด ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1, 2, 3 และ 4

สำหรับการใช้ในอาหารนั้น เนื่องจาก gum arabic ให้ความหนืดค่อนข้างต่ำ ฉะนั้นวัตถุประสงค์ของการใช้ gum ชนิดนี้ในอาหาร จึงมักจะใช้เพื่อเป็น emulsifier หรือเพื่อช่วยให้ colloid คงตัวมากกว่า ตัวอย่างเช่น ใช้เป็น emulsifier สำหรับน้ำมันในคาราเมล หรือ flavor ที่เป็นน้ำมันในเครื่องดื่มที่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ paraffin – water emulsion เป็นต้น ส่วนตัวอย่างที่ใช้เป็นสารที่ช่วยให้ colloid คงตัว ได้แก่ การใช้เป็นสารที่ช่วยให้ฟองเบียร์หรือเครื่องดื่มต่าง ๆ คงตัว นอกจากนี้ยังมีการใช้ gum arabic เป็นสารที่หุ้ม flavors, ไวตามิน และ spray dried fat ที่ใช้ในแป้งสำเร็จรูปที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น cake mixes เป็นต้น ส่วนผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีการใช้ gum ชนิดนี้ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล และเป็น emulsifier เพื่อให้ส่วนประกอบต่าง ๆ เข้ากันได้ดี สำหรับในผลิตภัณฑ์นมนั้น ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อป้องกันการเกิดผลึกของน้ำแข็งในไอศรีมชนิดต่าง ๆ เป็นต้น (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :135)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับอันตรายที่จะได้รับการบริโภคสารชนิดนี้นั้น จากการศึกษาทดลองแบบ short term studies ยังไม่พบว่ามีอันตรายเกิดขึ้นกับหนูทดลอง ส่วนการทดลองแบบ long term studies และ acute toxicity ในขณะนี้ยังไม่มีข้อมูล

อย่างไรก็ดี Codex Alimentarius Commissions ได้อนุญาตให้ใช้ในอาหารได้และได้กำหนด acceptable daily intake เป็น non – specified ส่วนในประเทศไทยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้ในอาหารได้เช่นกัน (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 :136)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก.วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ

1. นมสด U.H.T.
2. น้ำ
3. น้ำตาล
4. วุ้น
5. เจลาติน
6. แคลเซียมซัลเฟต ($Ca_2SO_4.2H_2O$)
7. กัมม์อารบิก
8. เพคติน

อุปกรณ์

1. หม้ออลูมิเนียม
2. ทัพพี
3. ถ้วยตวง
4. เตาแก๊ส
5. ชาม
6. ตู้เย็น
7. เครื่องชั่งบอกความละเอียด 4 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการดำเนินการ

การศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของเต้าฮวยจากถั่วเหลืองโดยการทดแทนด้วยนมสด

1. ศึกษาชนิดและปริมาณของสารที่ทำให้เต้าฮวยนมสดแข็งตัว

ในการศึกษาใช้สารที่ทำให้แข็งตัว 5 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมซัลเฟต กัมอารบิค เพคติน วุ้น เจลาติน โดยใช้ปริมาณความเข้มข้น 1% 2% และ 3% ของปริมาณนมสด ตามลำดับ

แคลเซียมซัลเฟต เป็นสารเคมีใช้ในการตกตะกอนนมถั่วเหลืองหรือที่คนจีนเรียกว่า เจี๋ยะกอ สารเคมีนี้ทำให้ได้เต้าฮวยที่มีลักษณะที่ไม่แข็งเกินไป เมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะไม่มีรสชาติ นอกจากนี้ยังมีราคาถูก หาได้ง่าย กัมอารบิค มีคุณสมบัติสามารถละลายหรือกระจายตัวได้ในน้ำร้อนหรือน้ำเย็น แล้วทำให้สารละลายมีความหนืดหรือสามารถทำให้เกิดเจลขึ้นได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529 : 128) เพคตินมีคุณสมบัติ คือ ไม่มีกลิ่น และรส เป็นสารละลายน้ำได้ ทำให้เกิดเจลและความคงตัวในเยลลี่ได้ (ศศิเกษม ทองยงค์, 2530 : 32) วุ้น (agar) มีคุณสมบัติ สามารถทำให้นมสดแข็งตัวได้เมื่อใช้เพียง 1% เท่านั้น (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529 : 47) เจลาติน (gelatin) ทำมาจากคอลลาเจน มีคุณสมบัติ คือจะจับตัวแข็งเป็นวุ้น วุ้นนี้จะพองตัวในน้ำเย็น และจะเป็น hydrosol ในน้ำร้อน และเมื่อเย็นลงจะกลายเป็น hydrogel และเมื่อคลายความร้อนจึงจะเกิดเป็นวุ้นที่จับตัวได้ (ศิวพร ศิวเวชช, 2529 : 43) จากคุณสมบัติของสารทำให้แข็งตัวทั้ง 5 ชนิด จึงนำมาทำการศึกษาการทำให้แข็งตัวในเต้าฮวยนมสด

ขั้นตอนการผลิต

1. นำนมสด 250 มิลลิลิตร ใส่หม้ออลูมิเนียม ตามด้วยสารที่ทำให้แข็งตัวที่เตรียมไว้
2. นำขึ้นตั้งไฟนาน 1 – 2 นาที
3. นำน้ำตาล 12.5 กรัม และน้ำ 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในหม้อ
4. ตั้งไฟต่อไปจนน้ำตาลละลายหมด
5. นำมาเทใส่ภาชนะบรรจุเตรียมไว้และนำไปแช่เย็น

2. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าฮวยนมสด

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้อ 1 ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่มีชนิดของสารแตกต่างกันคือ แคลเซียมซัลเฟต กัมอารบิค เพคติน วุ้นและเจลลาติน โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 1 % 2% และ 3% ของปริมาณนมสด โดยมีช่วงของการยอมรับให้เป็นคะแนน ซึ่งผู้ทดสอบชิมสามารถเขียนวิจารณ์ หรือข้อแนะนำได้ในตอนท้ายของแบบทดสอบทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสของเต้าฮวยนมสด ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสด แสดงใน ภาคผนวก ก.

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคระหว่างเต้าฮวยนมสด และเต้าฮวยจากนมถั่วหลือง

นำผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสเต้าฮวยนมสดจากข้อ 2 ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดมาเปรียบเทียบกับเต้าฮวยจากนมถั่วเหลืองที่ใช้แคลเซียมซัลเฟตในการแข็งตัว โดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของเต้าฮวยนมสด โดยใช้แบบทดสอบทั้งหมด 10 ชุด และผู้ทดสอบชิม 10 คน โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เต้าฮวยนมสดและให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสว่าจะตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าฮวยนมสดได้มากน้อยเพียงใด โดยมีช่องการยอมรับให้เป็นคะแนนซึ่งผู้ทดสอบชิมสามารถเขียนวิจารณ์ หรือข้อแนะนำได้ในตอนท้ายของแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสด ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสด แสดงในภาคผนวก ก.

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.4 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์ผล

การศึกษาชนิดและปริมาณของสารที่ทำให้แข็งตัวในเต้าฮวยนมสด โดยการใช้ชนิดและปริมาณของสารที่แตกต่างกัน ได้แก่ แคลเซียมซัลเฟต เจลาติน วุ้น กัมอารบิค และเพคติน โดยใช้ปริมาณของสารที่ทำให้แข็งตัวที่ระดับความเข้มข้น 1% 2% และ 3% ของปริมาณนมสด ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ได้เป็นดังนี้

4.1 การศึกษาชนิด และ ปริมาณของสารที่ทำให้แข็งตัวในเต้าฮวยนมสด

ลักษณะของเต้าฮวยนมสดที่ได้จากการใช้สารที่ทำให้แข็งตัว 5 ชนิดและปริมาณการใช้แตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่า

4.1.1 แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4.2H_2O$) เป็นสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนหรือที่คนจีนเรียกว่า "เจี๊ยะกอ" สารเคมีที่ทำให้ได้เต้าฮวยที่มีลักษณะที่ไม่แข็งเกินไป เมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสม จะไม่มีรสชาติ นอกจากนี้ยังมีราคาถูก หาได้ง่าย (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529 : 81) ผลจากการศึกษาพบว่า ลักษณะของเต้าฮวยนมสดไม่แข็งตัวที่ทุกระดับความเข้มข้น ทั้งนี้อาจเนื่องจาก โปรตีนในนมสดนั้นมีอยู่ 2 พวกคือ เคซีน (casein) และโปรตีนเวย์ (whey) โปรตีนในนมส่วนใหญ่จะเป็นเคซีนประมาณ 80 % ซึ่งสามารถแยกเคซีนออกมาได้จากการตกตะกอนนม โดยการเติมกรด เช่น กรดซัลฟูริก กรดไฮโดรคลอริก หรือกรดแล็กติก จนกระทั่ง pH ของนมประมาณ 4.6-4.7 นอกจากการตกตะกอนด้วยกรดแล้ว อาจใช้เอนไซม์บางอย่าง เช่น เรนนิน (rennin) ซึ่งแคลเซียมซัลเฟตที่ใช้นี้มีสภาพด่างเป็น จึงไม่สามารถตกตะกอนในน้ำนมได้ ดังนั้นเต้าฮวยนมสดจึงไม่สามารถใช้ แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารที่ทำให้แข็งตัวได้ (จิตรนา แจ่มเมฆ, 2540 : 216)

4.1.2 กัมอารบิค มีคุณสมบัติสามารถละลายหรือกระจายตัวได้ในน้ำร้อน หรือน้ำเย็นแล้วทำให้สารละลายมีความหนืด หรือสามารทำให้เกิดเจลขึ้นได้ ผลจากการศึกษาพบว่า ลักษณะของเต้าฮวยนมสดไม่เกิดการแข็งตัว แต่มีลักษณะข้นหนืดเล็กน้อยที่ทุกระดับความเข้มข้นของกัมอารบิค เนื่องจาก การใช้กัมอารบิคในอาหารนั้น ให้ความหนืดค่อนข้างต่ำ แต่จะให้ความหนืดที่พอเหมาะ ถ้าหากใช้ กัมอารบิค ชนิดนี้ในปริมาณ 10-20 % (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529 : 131) ดังนั้นกัมอารบิคที่ความเข้มข้น 1 % 2 % และ 3 % ของปริมาณนมสด จึงไม่สามารถทำให้นมสดแข็งตัวได้จึงไม่สามารถนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสได้ ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้กัมอารบิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดเป็น Emulsifier สำหรับน้ำมันในคาลาเมลได้ หรือใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน เพื่อป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529 : 131)

4.1.3 เพคติน มีคุณสมบัติคือ ไม่มีกลิ่น และรส เป็นสารละลายน้ำได้ ทำให้เกิดเจล และความคงตัวในเยลลี่ได้ ผลจากการศึกษาพบว่า ลักษณะของเต้าฮวยนมสดไม่เกิดการแข็งตัวที่ทุกระดับความเข้มข้น แต่มีลักษณะข้นหนืดมากกว่าใช้กัมอารบิดเล็กน้อย เนื่องจากการใช้เพคตินที่มีจำหน่ายนั้นเป็นแบบที่ต้องใช้ร่วมกับน้ำตาลมาก (High sugar pectin) จะต้องใช้น้ำตาล 50-60 % จึงจะจับตัวเป็นวุ้นได้ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2522 : 154) ซึ่งในเต้าฮวยนมสดนี้มีปริมาณน้ำตาลเพียง 3.4% จึงไม่สามารถทำให้นมสดแข็งตัวได้ ฉะนั้นจึงไม่นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

4.1.4 วุ้น (agar) เป็นไฟโคคอลลอยด์ จำพวกโพลีแซกคาไรด์ สกัดจากสาหร่ายทะเลสีแดง ซึ่งคุณภาพของวุ้นขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย วุ้นที่มีคุณภาพดีได้จากสาหร่าย Gelidium จากการศึกษาพบว่า ลักษณะของเต้าฮวยนมสดที่ได้เกิดการแข็งตัว มีลักษณะคล้ายกับวุ้นที่รับประทานเป็นขนมหวาน โดยใช้ระดับความเข้มข้น 1% 2% และ 3% ของปริมาณนมสด ตามลำดับ สาเหตุที่วุ้นสามารถทำให้นมสดแข็งตัวได้ เพราะวุ้นนี้ทำมาจากสารเหนียวที่มีอยู่ในสาหร่ายทะเล สามารถแข็งตัวได้เมื่อใช้เพียง 1% อีกทั้งวุ้นสามารถแข็งตัวได้ที่อุณหภูมิ 35-50 องศาเซลเซียล (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529 : 44) เมื่อได้เต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นในการทำให้แข็งตัว นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

4.1.5 เจลาติน (gelatin) ทำมาจากคอลลาเจนมีคุณสมบัติคือจะจับตัวแข็งเป็นวุ้น วุ้นนี้จะพองตัวในน้ำเย็นและจะเป็น hydrosol ในน้ำร้อนและเมื่อน้ำเย็นลงจะกลายเป็น hydrogel จะเกิดการจับตัวเป็นวุ้นได้ จากการศึกษาพบว่าลักษณะของเต้าฮวยนมสดที่ได้เกิดการแข็งตัวโดยใช้ระดับความเข้มข้นที่ 1% 2% และ 3% ของปริมาณนมสด ตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะยืดหยุ่นเหมือนกับเยลลี่สาเหตุที่เจลาตินสามารถทำให้นมแข็งตัวได้นั้นขึ้นอยู่กับสิ่งที่มีผลต่อการจับตัวกันแข็ง ได้แก่

- - ระยะเวลาที่จะจับตัวกัน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และอุณหภูมิ ซึ่งเมื่อผสมลงไปแล้วเจลาตินจะต้องคลายความร้อนเสียก่อนจึงจะเกิดการจับตัวได้

- ความเข้มข้นถ้ามีความเข้มข้นมากระยะเวลาการจับตัวก็จะน้อยลง การจับตัวของเจลาตินนั้นใช้ความเข้มข้น 1 – 2 กรัม ต่อน้ำ 98 – 99 กรัม แต่ถ้าเพื่อเนื้อสัมผัสที่ดีก็ใช้ความเข้มข้นมากขึ้นได้

- อุณหภูมิ ถ้าใช้อุณหภูมิสูง ความเข้มข้นก็ควรเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งในการทำเต้าฮวยนมสดนี้จะต้องใช้ความร้อนต้มให้นมเดือดเล็กน้อย ดังนั้นอุณหภูมิก็สูงขึ้น จึงจำเป็นต้องนำเต้าฮวยนมสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้เจลาตินทำให้แข็งตัวนี้คลายความร้อนในตู้เย็น (ศิวาพร ศิวเวชช , 2529:44) และเมื่อได้เต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินในการทำให้แข็งตัว นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

4.2 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าฮวยนมสด

จากการศึกษาใน ข้อ 4.1 พบว่า สารที่ทำให้เต้าฮวยนมสดแข็งตัวที่ระดับความเข้มข้น ทั้ง 3 ระดับ คือ 1% 2% และ 3% ของปริมาณนมสด มีเพียงเจลาติน และ วุ้นเท่านั้น ดังนั้นจึงนำเต้าฮวยที่ผลิตได้ทั้ง 2 ตัวอย่าง มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 10 คน คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมได้ผลดังนี้

4.2.1 วุ้น

ผลจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นในการแข็งตัวที่ระดับความเข้มข้น 1% 2% และ 3% ของนมสด โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นทำให้แข็งตัว

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	A	B	C
สี	5.7[a]	6.2[a]	5.9[a]
กลิ่น	5.9[a]	5.9[a]	5.5[a]
รสชาติ	6.5[a]	6.5[a]	5.4[b]
เนื้อสัมผัส	5.6[a]	6.5[a]	4.0[b]
ความชอบรวม	5.7[b]	7.4[a]	5.5[b]

*ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ LSD

[ν] ตัวอย่าง

A = ใช้ปริมาณวุ้น 1 % ของปริมาณนมสด

B = ใช้ปริมาณวุ้น 2 % ของปริมาณนมสด

C = ใช้ปริมาณวุ้น 3 % ของปริมาณนมสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสดทั้ง 3 สูตรเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ด้านสี และกลิ่น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้ทดสอบขาดความรู้หรือความชำนาญในการแยกแยะลักษณะของเต้าฮวยนมสดทั้ง 3 สูตร นอกจากนี้อาจเนื่องจากวุ้นไม่มีสี และกลิ่นจึงทำให้เต้าฮวยนมสดไม่มีสี และกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป ตรงกันข้ามกับรสชาติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติโดยรสชาติของเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นทำให้แข็งตัวที่ความเข้มข้น 2% ของปริมาณนมสด มีคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมาคือเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นปริมาณ 1% และ 3% ของปริมาณนมสด ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเต้าฮวยนมสดทั้ง 3 สูตร พบว่าเต้าฮวยนมสด 1 % และ 2 % ของปริมาณนมสด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) ส่วนเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นปริมาณ 3% ของปริมาณนมสดนั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) สาเหตุที่รสชาติมีความแตกต่างกันเพราะ ปริมาณวุ้นที่เติมลงไปในแต่ละสูตรทำให้มีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ ด้านเนื้อสัมผัส เต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นทำให้แข็งตัวปริมาณ 2% ของปริมาณนมสด มีคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมาคือ 1% และ 3% ของปริมาณนมสด ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า เต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นทำให้แข็งตัวปริมาณ 2% และ 1% ของปริมาณนมสด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) ส่วนเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นปริมาณ 3% ของปริมาณนมสดนั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) สาเหตุที่เนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันเพราะ ปริมาณวุ้นที่ 1% ของปริมาณนมสด นั้นเนื้อสัมผัสค่อนข้างเละ และการจับตัวเป็นวุ้นไม่ดี ในขณะที่เต้าฮวยที่ใช้วุ้นปริมาณ 2% ของปริมาณนมสด มีคะแนนการยอมรับสูงสุดเนื่องจากเต้าฮวยนมสดมีลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่นิ่มเกินไป และไม่หยาบเหมือนเต้าฮวยที่ใช้วุ้นปริมาณ 3% ของปริมาณนมสด ในเรื่องความชอบรวม ผู้ทดสอบชิมจะมีความชอบในตัวอย่าง ที่มีการเติมวุ้นปริมาณ 2% ของปริมาณนมสด ได้รับการยอมรับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบการยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

จากผลการทดลองทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อเต้าฮวยนมสดโดยรวม พบว่า ปริมาณของวุ้นที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง มีผลต่อลักษณะของเต้าฮวยนมสด (ตารางที่ 4) เต้าฮวยนมสดที่ใช้ปริมาณวุ้น 2% ของปริมาณนมสด สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ลักษณะที่ปรากฏของเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นทำให้แข็งตัวที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	A	B	C
สี	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น
กลิ่น	มีกลิ่นนม	มีกลิ่นนมน้อย	มีกลิ่นนมมาก
รสชาติ	รสจืด	รสจืด	รสจืด
เนื้อสัมผัส	นิ่มและเกินไป	ไม่นิ่มและแข็งเกินไป	แข็งกระด้าง
ความชอบรวม	เป็นที่ยอมรับ	เป็นที่ยอมรับมากที่สุด	ไม่เป็นที่ยอมรับ

ตัวอย่าง

A = วุ้นปริมาณ 1% ของปริมาณนมสด

B = วุ้นปริมาณ 2% ของปริมาณนมสด

C = วุ้นปริมาณ 3% ของปริมาณนมสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 เจลาติน

ผลจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินในการแข็งตัวที่ระดับความเข้มข้น 1% 2% และ 3% ของปริมาณนมสด โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินทำให้แข็งตัว

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	A	B	C
สี	6.5[a]	7.4[a]	7.5[a]
กลิ่น	5.2[b]	5.9[ab]	6.3[a]
รสชาติ	6.4[b]	6.5[b]	7.5[a]
เนื้อสัมผัส	4.7[b]	5.8[b]	8.0[a]
ความชอบรวม	5.6[c]	6.6[b]	8.0[a]

*ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ LSD

[1/] ตัวอย่าง

A = เจลาตินปริมาณ 1 % ของปริมาณนมสด

B = เจลาตินปริมาณ 2 % ของปริมาณนมสด

C = เจลาตินปริมาณ 3 % ของปริมาณนมสด

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 5 เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสดทั้ง 3 สูตรเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ทางด้านสี และกลิ่น พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้ทดสอบขาดความรู้ ความชำนาญในการแยกแยะลักษณะของเต้าฮวยนมสดทั้ง 3 สูตร ด้านสี และกลิ่น ที่ไม่แตกต่างกันอาจเป็นเพราะเจลาตินที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดนั้นเมื่อนำมาปรุงอาหารจะไม่มีสี และกลิ่นจึงทำให้เต้าฮวยนมสดไม่มีสี และกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป ตรงกันข้ามกับรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่ามีความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยรสชาติของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินทำให้แข็งตัวที่ความเข้มข้น 3% ของปริมาณนมสดมีคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมาคือ เต้าฮวยนมสดที่เจลาตินใช้ปริมาณ 2% และ 1% ของปริมาณนมสดตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเต้าฮวยนมสดทั้ง 3 สูตร พบว่า เต้าฮวยนมสดที่เจลาตินใช้ปริมาณ 2% และ 1% ของปริมาณนมสด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95% ($P \leq 0.05$) ส่วนเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินทำให้แข็งตัวที่ความเข้มข้น 3%ของปริมาณนมสด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) สาเหตุที่รสชาติมีความแตกต่างกันเพราะ ปริมาณเจลาตินที่เติมลงไปในแต่ละสูตร ทำให้มีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าทำจากเจลาตินคุณภาพดีก็ได้เต้าฮวยนมสดรสชาติดี มีลักษณะน่ารับประทานและมีความอยู่ตัวแต่ไม่ถึงกับเหนียว ด้านเนื้อสัมผัส เต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินทำให้แข็งตัวปริมาณ 3% ของปริมาณนมสด มีคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมาคือ 2% และ 1% ของปริมาณนมสด ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า เต้าฮวยนมสดทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) สาเหตุที่เนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันเพราะ ปริมาณเจลาตินที่ 1% ของปริมาณนมสด นั้นเนื้อสัมผัสค่อนข้างเละ และการจับตัวเป็นวุ้นไม่ดี ในขณะที่เต้าฮวยที่ใช้วุ้นปริมาณ 3% ของปริมาณนมสด มีคะแนนการยอมรับสูงสุดเนื่องจากเต้าฮวยนมสดมีลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่นิ่มเกินไป และและยืดหยุ่นได้เหมือนเยลลี่ ในเรื่องความชอบรวม ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในตัวอย่าง ที่ใช้เจลาตินปริมาณ 3% ของปริมาณนมสด มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

จากผลการทดลองทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อเต้าฮวยนมสดโดยรวม พบว่า ปริมาณของเจลาตินที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง มีผลต่อลักษณะของเต้าฮวยนมสด (ตารางที่ 6) เต้าฮวยนมสดที่ใช้ปริมาณเจลาติน 3% ของปริมาณนมสด สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ลักษณะที่ปรากฏของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินทำให้แข็งตัวที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	A	B	C
สี	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น
กลิ่น	มีกลิ่นนมมาก	มีกลิ่นนม	มีกลิ่นนมน้อย
รสชาติ	รสจืด	รสจืด	รสจืด
เนื้อสัมผัส	นิ่มเละ	นิ่มแต่ไม่เละ	ไม่นิ่มและแข็งเกินไป
ความชอบรวม	ไม่เป็นที่ยอมรับ	เป็นที่ยอมรับ	เป็นที่ยอมรับมากที่สุด

*ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ LSD

[1/] ตัวอย่าง

A = เจลาตินปริมาณ 1 % ของปริมาณนมสด

B = เจลาตินปริมาณ 2 % ของปริมาณนมสด

C = เจลาตินปริมาณ 3 % ของปริมาณนมสด

4.3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคระหว่างเต้าฮวยนมสด และเต้าฮวยจากนมถั่วเหลือง

จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าฮวยนมสดของผู้บริโภค โดยใช้สารที่ทำให้แข็งตัวที่แตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณในข้อ 4.2 พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้น 2% และเจลาติน 3% ของปริมาณนมสดมากที่สุด ดังนั้นจึงนำเต้าฮวยนมสดที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของผู้บริโภคเปรียบเทียบกับเต้าฮวยถั่วเหลืองตามท้องตลาด ที่ใช้แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4.H_2O$) เป็นสารที่ทำให้แข็งตัว โดยใช้จำนวนผู้ทดสอบชิม 10 คน และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลคะแนนการยอมรับดังตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสระหว่างเต้าฮวยนมสด และเต้าฮวยจากถั่วเหลือง

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	A	B	C
สี	4.9[b]	6.4[a]	7.4[a]
กลิ่น	4.7[c]	6.5[b]	7.3[a]
รสชาติ	4.5[c]	5.7[b]	7.4[a]
เนื้อสัมผัส	3.4[c]	5.3[b]	6.5[a]
ความชอบรวม	4.6[c]	5.5[b]	7.4[a]

*ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ LSD

[1/] ตัวอย่าง

A = เต้าฮวยจากนมถั่วเหลือง ($CaSO_4.H_2O$)

B = เต้าฮวยนมสดจากวุ้น 1% ของปริมาณนมสด

C = เต้าฮวยนมสดจากเจลาติน 3% ของปริมาณนมสด

ผลจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยนมสด ทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของทั้ง 3 ตัวอย่าง พบว่าคะแนนการยอมรับมีความแตกต่างกัน โดยเต้าฮวยนมสดจากเจลาติน 3% มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด ในทุกด้านลักษณะของเต้าฮวยนมสดที่ได้ มีสีขาวขุ่นไม่ด้าน รสชาติหวานพอดี มีความยืดหยุ่นและคงตัวคล้ายเยลลี่ ไม่มีกลิ่นนมสดมากเหมือนเต้าฮวยนมสดจากวุ้นความเข้มข้น 2% อีกทั้งไม่มีกลิ่นเหม็นเขียว และรสขม เหมือนเต้าฮวยจากนมถั่วเหลือง จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เต้าฮวยนมสดทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ลักษณะที่ปรากฏของเต้าฮวยนมสดและเต้าฮวยจากนมถั่วเหลือง

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	A	B	C
สี	เหลืองอ่อน	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น
กลิ่น	มีกลิ่นเหม็นเขียว	มีกลิ่นนมมาก	มีกลิ่นนมน้อย
รสชาติ	รสขม	รสจืด	รสจืด
เนื้อสัมผัส	หยาบมีฟองอากาศ	ไม่นิ่มและแข็งเกินไป	แข็งกระด้าง
ความชอบรวม	ไม่เป็นที่ยอมรับ	เป็นที่ยอมรับ	เป็นที่ยอมรับมากที่สุด

ตัวอย่าง

A = เต้าฮวยจากนมถั่วเหลือง ($CaSO_4.H_2O$)

B = เต้าฮวยนมสดจากวุ้น 1% ของปริมาณนมสด

C = เต้าฮวยนมสดจากเจลาติน 3% ของปริมาณนมสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารที่ทำให้แข็งตัวในเต้าฮวยนมสด

จากการศึกษาสารทั้ง 5 ชนิด พบว่า สารที่ทำให้เต้าฮวยนมสดแข็งตัวที่ระดับความเข้มข้น ทั้ง 3 ระดับคือ 1% 2% และ 3% ของปริมาณนมสด มีเพียงเจลาติน และ วุ้นเท่านั้น

2. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าฮวยนมสด

การผลิตเต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ เต้าฮวยนมสดที่ใช้วุ้นปริมาณ2% ได้รับการยอมรับสูงสุด ส่วนเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินที่ความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ เต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินปริมาณ 3% ของนมสด ได้รับการยอมรับสูงสุด

3.การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคระหว่างเต้าฮวยนมสด และเต้าฮวยจากนมถั่วเหลือง

การผลิตเต้าฮวยนมสดโดยใช้เจลาตินความเข้มข้น 3% ของปริมาณนมสด พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุดมากกว่าเต้าฮวยจากวุ้น 2% และเต้าฮวยจากนมถั่วเหลือง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ระหว่างการรอให้เต้าฮวยนมสดแข็งตัวไม่ควรเคลื่อนย้ายหรือกระทบกระเทือนเพราะจะทำให้เต้าฮวยไม่แข็งตัว

2. ควรนำเต้าฮวยนมสดไปแช่เย็นหรือทำให้มีอุณหภูมิต่ำเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการแข็งตัวของเต้าฮวยนมสด

3. เมื่อผลิตเต้าฮวยเสร็จแล้วควรแช่ไว้ในตู้เย็น เพื่อช่วยให้เก็บรักษาได้นานอีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความอร่อยอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504.

จงกลรัตน์ เอื้อบูรณานนร์ .2539 การศึกษาการผลิตเยลลี่จากน้ำสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 37 น.

ดรุณี เอ็ดเวอร์ดส์. 2531. เทคโนโลยีการผลิตอาหาร. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมการบริการ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 193 น.

วิชาการเกษตร, กรม. 2523. เอกสารวิชาการเล่ม 3 ถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ : วุฒิการพิมพ์. 68 น.

ศศิเกษม ทองยงค์. 2535. เคมีเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 120 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2522. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 2. นนทบุรี : วราวุฒิการพิมพ์. 270 น.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

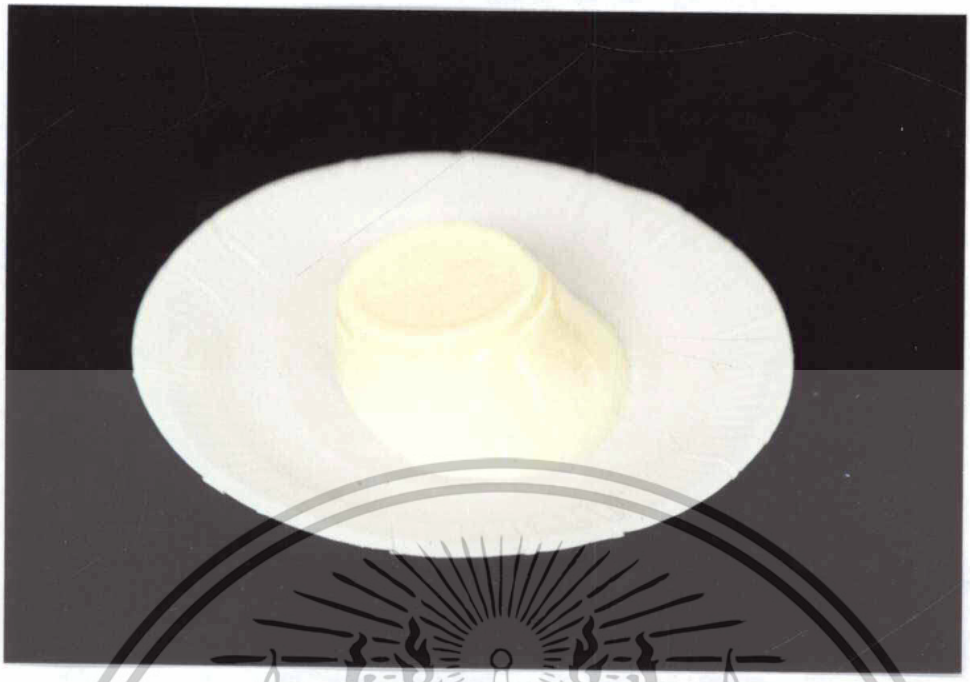
_____. 2529. วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 2. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

_____. 2535. วัตถุเจือปนผลิตภัณฑ์อาหาร. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

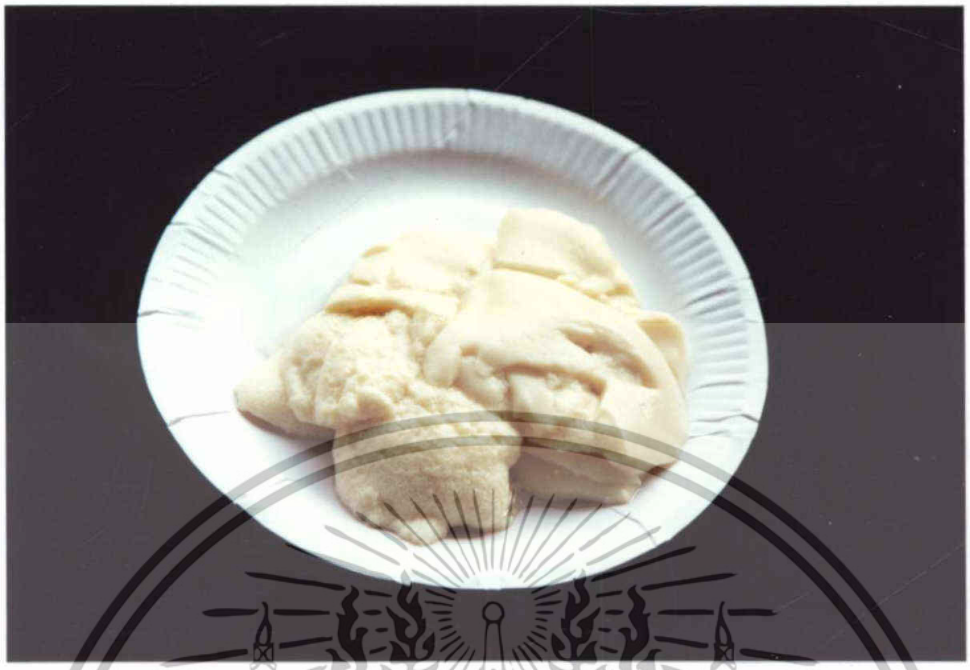
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาติน 3 %

ภาพที่ 2 ลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาติน 3 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยจากถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส
โดยวิธี HEDONIC SCALE

ชื่อผลิตภัณฑ์

ชื่อ – สกุลผู้ทดสอบ ..... วันที่ .....

คำแนะนำ : ทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งให้คะแนนความชอบตามคุณลักษณะต่าง ๆ โดยที่

9	=	ชอบมากที่สุด	4	=	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	=	ชอบมาก	3	=	ไม่ชอบปานกลาง
7	=	ชอบปานกลาง	2	=	ไม่ชอบมาก
6	=	ชอบเล็กน้อย	1	=	ไม่ชอบมากที่สุด
5	=	เฉย ๆ			

หมายเลข	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ .....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตัวอย่าง ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม จำนวน 10 คน โดยทดสอบด้วยวิธี Hedonic Rating Scales

การกำหนดสัญลักษณ์มีดังนี้

A	=	ใช้ปริมาณเจลาติน	1	เปอร์เซ็นต์
B	=	ใช้ปริมาณเจลาติน	2	เปอร์เซ็นต์
C	=	ใช้ปริมาณเจลาติน	3	เปอร์เซ็นต์

การกำหนดการให้คะแนนสำหรับผู้บริโภค

9	=	ชอบมากที่สุด
8	=	ชอบมาก
7	=	ชอบปานกลาง
6	=	ชอบเล็กน้อย
5	=	เฉย ๆ
4	=	ไม่ชอบเล็กน้อย
3	=	ไม่ชอบปานกลาง
2	=	ไม่ชอบมาก
1	=	ไม่ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบรวม ของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินในการแข็งตัว 1 2 และ 3 % ของปริมาณนมสด

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบรวมของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินในการแข็งตัว

หมายเลขผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่าง			Grand Total (G.T.)
	A	B	C	
1	6	7	8	21
2	6	6	8	20
3	6	6	7	19
4	7	8	9	24
5	6	7	9	22
6	7	7	8	22
7	5	5	7	17
8	4	6	8	18
9	4	7	8	19
10	6	7	8	21
Sum	56	66	80	202
Mean	5.6	6.6	8.0	20.2

ตารางภาคผนวกที่ ข.2 ค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบการยอมรับต่อความชอบรวมของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินในการแข็งตัวทั้ง 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	Fcal	F 0.05
Sample	2	29.1	14.55	5308	3.55
Judges	9	26.9	2.98	10.70	2.46
Error	18	4.9	0.27		
Total	29	60.9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ข.3</u> การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance)

Source of Variation	**Degree of Freedom**	**Sum of Square**	**Mean Square**	**F**
Judge	r-1	$\frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2 \quad C.F.}{T}$		
Sample	t-1	$\frac{T_1^2 + \ldots + T_t^2 \quad C.F.}{r}$		
Error	(r-1)(t-1)	SS Total-SS Sample – SS Judge		
Total	Tr-1	$\sum X^2ij - C.F.$		

1. การคำนวณหา C.F. (Correction Fator)

$$C.F. = \frac{(C.F.)^2}{tr}$$

$$= \frac{(202)^2}{30}$$

$$= 1360$$

2. การคำนวณหา SS (Sum of Square)

2.1 SS Sample

$$= \frac{T_1^2 + \ldots + T_r^2 \quad C.F.}{R}$$

$$= \frac{(56^2 + 66^2 + 80^2)}{10} - 1360$$

$$= 29.1$$

2.2 SS Judge

$$= \frac{R_1^2 + \ldots + R_t^2 \quad C.F.}{T}$$

$$= \frac{(21^2 + 20^2 + \ldots + 21^2)}{3} - 1360$$

$$= 26.9$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 SS Total

= $\sum X^2ij - C.F.$

= $(6^2+7^2+\ldots+8^2) - 1360$

= 60.9

2.4 SS Error

= SS Total – SS Judge – SS Sample

= 60.9-26.9-29.1

= 4.9

3. การคำนวณหาค่า df

3.1 df sample = t – 1

= 3-1

= 2

3.2 df judge = r – 1

= 10-1

= 9

3.3 df total = tr – 1

= 30-1

= 29

3.4 df error = df total – df Judge – df sample

= 29-9-2

= 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.การคำนวณหาค่า MS (Mean Square)

4.1 MS Sample $= \frac{SS.Sample}{df.Sample}$

$= \frac{29.1}{2}$

$= 14.55$

4.2 MS Judge $= \frac{SS.Judge}{df.Judge}$

$= \frac{26.9}{9}$

$= 2.98$

4.3 MS Error $= \frac{SS.Error}{df.Error}$

$= \frac{4.9}{18}$

$= 0.27$

5. หาค่า F (Variance Ratio)

5.1 หาค่า F Sample $= \frac{MS.Sample}{MS.Error}$

$= \frac{14.55}{0.27}$

$= 53.8$

5.2 หาค่า F Judge $= \frac{MS.Judge}{MS.Error}$

$= \frac{2.98}{0.27}$

$= 10.70$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง (Variance ratio)

6.1พิจารณาความแตกต่างของ sample

F sample = 2.375

F total, P = 0.05 ที่ df, sample n_1 = 2

df, error n_2 = 18

= 3.55

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 53.8 มีค่ามากกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ได้ 3.55 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judges

F judges = 1.56

F total, P = 0.05 ที่ df, judges n_1 = 9

df, error n_2 = 18

= 2.46

จากการคำนวณ F judges ที่คำนวณได้ 10.70 มีค่ามากกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ค่าที่ได้ 2.46 แสดงว่า judges มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $P \leq 0.05$

โดยใช้ Turkey's test จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

C	B	A
8.0	6.6	5.6

7.1 หาค่า Stand and error (SE)

$$= \sqrt{\frac{\text{MS error}}{\text{replicate}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.27}{10}}$$

$$= 0.16$$

7.2 เปิดตารางหาค่า Significant studentired range (SSR) ที่ t = 3 ค่า df error = 18 จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 3.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 คำนวณค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

LSD = SE × SSR

= 0.16 × 3.61

= 0.5

7.4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับค่า LSD ค่าความแตกต่างให้เรียงจากค่าสูงสุด ความแตกต่างจะเรียกมีนัยสำคัญ (Significant) ถ้าสูงกว่าค่า LSD และค่าต่ำกว่า LSD แสดงว่าไม่มีนัยสำคัญ (non – significant)

C-B = 8.0 – 6.6 = 1.4 > 0.5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

C-A = 8.0 – 5.6 = 2.4 > 0.5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

B-A = 6.6 – 5.6 = 1.0 > 0.5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ ข.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบการยอมรับต่อความชอบรวมของเต้าฮวยนมสดที่ใช้เจลาตินในการแข็งตัวทั้ง 3 สูตร

C[1/]	B	A
8.0[a2/]	6.6[b]	5.6[c]

[1/]ตัวอย่าง

A = ใช้ปริมาณเจลาติน 1 เปอร์เซ็นต์

B = ใช้ปริมาณเจลาติน 2 เปอร์เซ็นต์

C = ใช้ปริมาณเจลาติน 3 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้