

โยเกิร์ตน้ำลูกเคียว  
(Yoghurt From Job's Tears)



นางสาวมณฑิรา วรรณรัตน์ รหัส 44040149 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร  
นางสาวสุพัตรา ช่อเจียง รหัส 44040165 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

ปพ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

๑๑๒๒๕

พ.ศ. 2548

๒๕๔๘

เลขที่.....

๒๒๒๐๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากต้องการนำเอกสารไปใช้ ต้องแจ้งให้เจ้าของเอกสารทราบทุกครั้ง



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง  
โยเกิร์ตน้ำลูกเดียว  
(Yoghurt From Job's Tears)

โดย

นางสาวมณฑิรา วราภรณ์ รหัสนักศึกษา 44040149

นางสาวสุพัตรา ช่อเจียง รหัสนักศึกษา 44040165

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....  
๓๙๕/๖

.....  
๒๕/ 3 / ๔๘

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.ศศิวิมล ชื่นอิม อาเหม็ด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มณฑิรา วราภรณ์ และ สุพัตรา ช่อเจียง 2548 : โยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย ( Yoghurt from Job's tears )  
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ศศิวิมล ชื่นอ้อม อาเหม็ด

ในการทดลองนี้ได้ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำลูกเดี๋ย โดยจากการศึกษาอัตราส่วนของ  
ลูกเดี๋ยต่อน้ำที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำลูกเดี๋ย พบว่าที่อัตราส่วน 1:10 ให้ปริมาณของแข็ง  
ทั้งหมดและคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 4.97 และ 1.00 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่อัตราส่วน  
1:15 และจากการศึกษาปริมาณหางนมผงที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดใน  
น้ำลูกเดี๋ย พบว่าที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 12 14 16 และ 18 ได้โยเกิร์ตที่มีเนื้อสัมผัสคง  
ตัวมากขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตามที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 12 ได้โยเกิร์ตที่มีเนื้อสัมผัส  
ค่อนข้างเหลวมาก จากการวิเคราะห์ทางเคมีและจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณ  
ของแข็งทั้งหมดร้อยละ 14 16 และ 18 ที่ระยะเวลาบ่ม 5 ชั่วโมง พบว่าได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง  
(pH) เท่ากับ 4.32 4.42 และ 4.44 ตามลำดับ ค่าปริมาณกรด (Titratable acidity) ร้อยละ 0.69 0.69  
และ 0.81 ตามลำดับ ค่าความหนืดเท่ากับ 610 665 และ 918 ตามลำดับ และมีปริมาณแบคทีเรีย  
แลคติกที่มีชีวิต  $2.84 \times 10^8$   $2.58 \times 10^8$  และ  $2.90 \times 10^8$  โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ เมื่อทำการ  
ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบรวมแก่  
โยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 14 สูงที่สุด

มณฑิรา วราภรณ์ .....

สุพัตรา ช่อเจียง .....

25/3/48 .....

สุพัตรา ช่อเจียง .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน เดือน ปี

ลายมือชื่อนักศึกษา

### กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง โยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร. ศศิวิมล ชื่นอัม อาเหม็ด ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ เป็นอย่างมาก ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยให้คำแนะนำ คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิริโรตม และ ผศ. ดร. อติสร เสวตวิวัฒน์ ซึ่งให้ความกรุณาเป็นอาจารย์กรรมการในการจัดทำปัญหาพิเศษ และคอยให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจและกำลังทรัพย์ ในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ นักศึกษาปริญญาโท รวมทั้งพี่ๆ เจ้าหน้าที่ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือเสมอมา

มณฑิรา วราภรณ์  
สุพิศรา ช่อเจียง  
23 มีนาคม 2548

## สารบัญ

|                                         | หน้า |
|-----------------------------------------|------|
| บทกัณฑ์ย่อ                              | ก    |
| กิตติกรรมประกาศ                         | ง    |
| สารบัญ                                  | จ    |
| สารบัญตาราง                             | ฉ    |
| สารบัญภาพ                               | ช    |
| บทที่ 1 บทนำ                            | 1    |
| บทที่ 2 ตรวจเอกสาร                      | 2    |
| ลูกเดือย                                | 2    |
| การใช้ประโยชน์จากลูกเดือย               | 7    |
| โยเกิร์ต                                | 10   |
| บทที่ 3 อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง | 18   |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง                      | 22   |
| บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ             | 28   |
| เอกสารอ้างอิง                           | 30   |
| ภาคผนวก ก                               | 32   |
| ภาคผนวก ข                               | 35   |
| ภาคผนวก ค                               | 38   |
| ภาคผนวก ง                               | 40   |
| ภาคผนวก จ                               | 46   |
| ประวัติผู้เขียน                         | 51   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

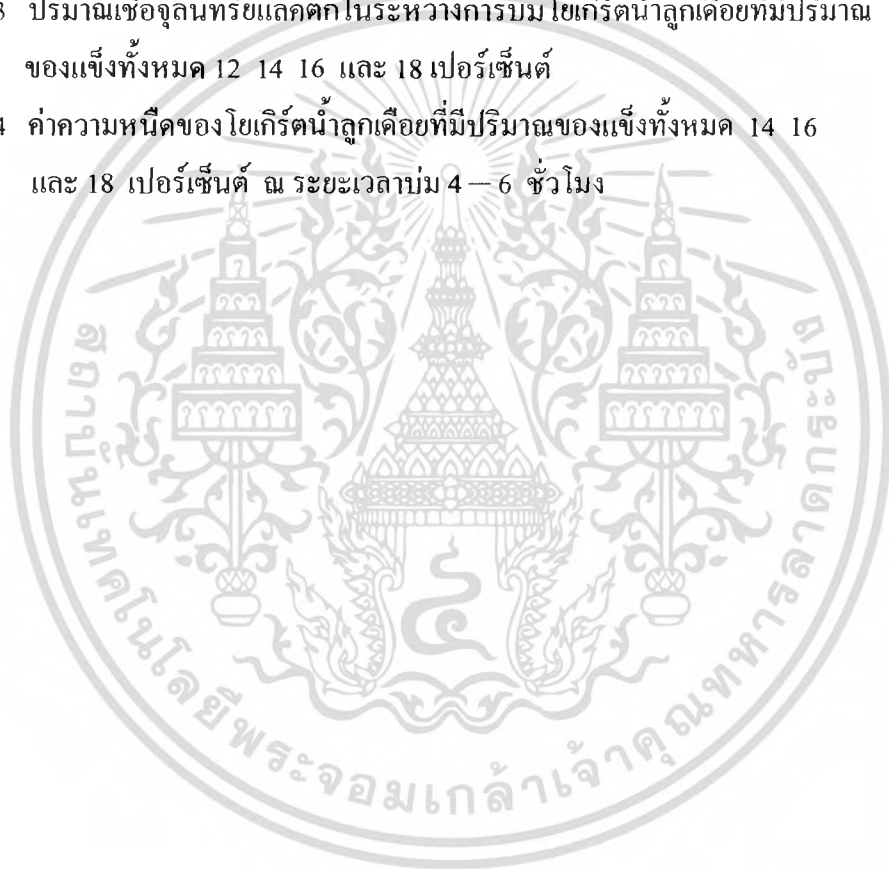
สารบัญตาราง

|                                                                                                                             | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดลูกเดือยและธัญพืชอื่นๆ                                                              | 4    |
| ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีนของแป้งลูกเดือย                                                                       | 5    |
| ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันที่สกัดได้จากแป้งลูกเดือย                                                       | 6    |
| ตารางที่ 4 แสดงปริมาณแร่ธาตุของแป้งลูกเดือย                                                                                 | 7    |
| ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำลูกเดือย                                                                          | 22   |
| ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อ โยเกิร์ตน้ำลูกเดือยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ | 27   |



สารบัญภาพ

|                                                                                                                                              | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์                       | 23   |
| รูปที่ 4.2 ค่าพีเอชในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิการบ่ม 43 องศาเซลเซียส | 24   |
| รูปที่ 4.3 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์แลคติกในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์                | 25   |
| รูปที่ 4.4 ค่าความหนืดของโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ณ ระยะเวลาบ่ม 4 – 6 ชั่วโมง                   | 26   |



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

โยเกิร์ตจัดเป็นอาหารสุขภาพที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ โยเกิร์ตโดยทั่วไปผลิตจาก นมวัว ซึ่งสำหรับประเทศไทยแล้วพบว่านมวัวมีราคาค่อนข้างสูง คือ 11.34 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2002) ทำให้ต้องใช้นมผงที่นำเข้าจากต่างประเทศแทนนมวัว ดังนั้นเพื่อเป็นการลดการนำเข้าของนมผง จึงมีการศึกษาการผลิตโยเกิร์ตโดยใช้วัตถุดิบทางการเกษตรทดแทน เช่น นมถั่วเหลือง นมถั่วลิสง นมเหียง นมข้าวโพด เป็นต้น

ลูกเดือยเป็นธัญพืชที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และกรดไขมันที่จำเป็นสูง สามารถปลูกได้ในประเทศ ทำให้หาซื้อได้ง่ายในราคาที่ค่อนข้างถูก ประกอบกับในปัจจุบันได้มีการศึกษาถึงประโยชน์ของลูกเดือยในด้านยา เช่น ช่วยขับปัสสาวะ บำบัดอาการหลอดลมอักเสบ ปอดอักเสบ ขับพยาธิในเด็ก แก้อ่อนใน บำรุงไต กระเพาะอาหาร ม้าม เป็นต้น นอกจากนี้ในเมล็ดเดือยมีสารโคอิกซาน (Coixans A B และ C) สามารถลดน้ำตาลในเลือดได้ ([www.thaivegetarian.com](http://www.thaivegetarian.com))

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทดลองนำน้ำลูกเดือยมาใช้ทดแทนนมวัวในการผลิตโยเกิร์ต ซึ่งนอกจากจะเป็นการพัฒนาอาหารสุขภาพแล้วยังอาจช่วยลดต้นทุนการผลิตโยเกิร์ต อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าของลูกเดือย และขยายการใช้ประโยชน์ของลูกเดือยให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของหางนมผงที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตน้ำลูกเดือย
2. เพื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อโยเกิร์ตน้ำลูกเดือย

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

#### 2.1 ลูกเดือย ( วีรศักดิ์ , 2527 )

ลูกเดือยเป็นธัญชาติชนิดหนึ่ง อยู่ในวงศ์ (family) Gramineae เหล่า (tribe) Maydeae สกุล (genus) *Coix* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *C. lacryma - jobi* L. มีชื่อสามัญว่า Job's tears

##### 2.1.1 ลักษณะของลูกเดือย

ตามหลักฐานวิทยาของพืช สามารถแบ่งลักษณะของลูกเดือย (*C. lacryma - jobi* L.) ใหญ่ๆ ได้ 4 ชนิด คือ

- 1) *C. lacryma - jobi* L. var. *typica* เมล็ดมีรูปร่างกลมรีคล้ายรูปไข่ เปลือกเมล็ดมีสีฟ้าอมขาว ผิวเมล็ดเรียบและแข็ง
- 2) *C. lacryma - jobi* L. var. *stenocarpa* Stapf. เมล็ดมีรูปร่างกลมยาว เปลือกมีสีฟ้าอมขาว
- 3) *C. lacryma - jobi* L. var. *monilifer* Stapf. เมล็ดมีรูปร่างกลมแบน และมีส่วนกว้างมากกว่าส่วนยาว เปลือกมีสีขาวขุ่นเหมือนน้ำมัน สีชมพู สีน้ำตาล สีดำ ขนาดเมล็ดมีตั้งแต่เล็กจนใหญ่สุด เมล็ดชนิดนี้ไม่นิยมนำมารับประทาน แต่นำมาร้อยเป็นสร้อยคอ
- 4) *C. lacryma - jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf. เมล็ดมีลักษณะเป็นร่องตามแนวยาว เปลือกบางมาก สีขาวขุ่นถึงสีน้ำตาล เมล็ดชนิดนี้นิยมปลูกเพื่อนำมาบริโภค

นอกจากสายพันธุ์ทั้ง 4 ที่กล่าวมาแล้วนี้ ยังมีสายพันธุ์ที่เกิดจากการผสมระหว่างสายพันธุ์ *stenocarpa* กับ *monilifer* และ *stenocarpa* กับ *typical* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ผสมที่ให้ลักษณะเกี่ยวข้องกับอีกหลายชนิด

ส่วนในประเทศไทยนั้น มีการเพาะปลูกลูกเดือยเป็น 3 ประเภท ( [www.doa.go.th](http://www.doa.go.th) )

- 1) ลูกเดือยพื้นเมือง ( Native Job's tears ) ชื่อเป็นที่รู้จักกันทั่วไปได้แก่ เดือยหิน หรือ เดือยลูกปัด ลูกเดือยชนิดนี้พบขึ้นอยู่ทั่วไปตามริมทุ่งหญ้า ริมนา และริมบ้าน ผลของลูกเดือยมีรูปร่างค่อนข้างกลม ขนาดเล็กประมาณ 7x7 มิลลิเมตร และเปลือกมีสีต่างๆโดยเฉพาะสีขาว มีความเลื่อมมันและแข็งมาก ใช้ทำเครื่องประดับ ภายในเมล็ดมีเนื้อของเมล็ด (endosperm) น้อยและแข็ง ใช้บริโภคไม่ได้ จึงไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ลูกเดือยประเภทนี้ได้แก่ *C. lacryma-jobi* L. var. *typical* Watt และ *C. lacryma-jobi* L. var. *stenocarpa* Stapf.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ลูกเคียวเพาะปลูก (Cultivated Job's tears) เป็นลูกเคียวที่มีการเพาะปลูกมากทางภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้เพื่อรับประทานในท้องถิ่นเท่านั้น และรูปร่างของผลลูกเคียวประเภทนี้ มีลักษณะกลมขนาดใหญ่ ประมาณ 10x12 มิลลิเมตร เปลือกมีสีน้ำตาลเทาและแข็งแต่ไม่แข็งเท่าเคียวหิน เมล็ดที่นำมารับประทานจะเป็นเมล็ดอ่อนสีเขียว เนื้อในเมล็ดยังไม่แข็งมาก อาจจะต้มก่อนรับประทานหรือรับประทานสด โดยการใช้ฟันหน้าบดแล้วบดให้แตก ชาวบ้านจึงเรียกว่า เคียวขบ ลูกเคียวประเภทนี้ได้แก่ *C. lacryma-jobi* L. var. *major* Mineur

3) ลูกเคียวการค้า (Commercial Job's tears) เป็นลูกเคียวที่ไม่ใช่พันธุ์พื้นเมืองของประเทศไทย แต่มีการปลูกทั่วไปในปริมาณมากพอที่จะขายเป็นการค้าเช่นเดียวกับข้าวโพดและข้าวฟ่าง ผลของเมล็ดมีรูปร่างกลมและรี ขนาด 10x7 มิลลิเมตร เปลือกมีสีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลเทา สามารถบดแตกได้ง่ายด้วยนิ้วมือ ลูกเคียวชนิดนี้เป็นลูกเคียวพันธุ์ *C. lacryma-jobi* L. var. *ma-yuen* ซึ่งคำริ(2530) ได้แบ่งลูกเคียวการค้านี้ออกเป็น 2 ลักษณะ ตามรูปร่าง เมล็ด ลำต้น และชนิดของสตาโรชกายในเมล็ดคือ

(1) ลูกเคียวข้าวเหนียว (glutinous type)

ซึ่งลูกเคียวข้าวเหนียวนั้น เมล็ดจะมีลักษณะกลม ลื่น และมีขนาดใหญ่กว่าลูกเคียวข้าวเจ้า และมีปริมาณอะมิโลเพกตินสูง

(2) ลูกเคียวข้าวเจ้า (non-glutinous type)

ลูกเคียวข้าวเจ้า เมล็ดมีลักษณะค่อนข้างยาว เล็ก และปริมาณอะมิโลเพกตินต่ำ

ลูกเคียวในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นลูกเคียวข้าวเหนียว ซึ่งปลูกกันมากในภาคเหนือและภาคอีสาน ( [www.thaibreder.tripod.com](http://www.thaibreder.tripod.com) )

2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของลูกเดี๋ย

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดลูกเดี๋ยและธัญพืชอื่นๆ ( ทศนิยม , 2530 )

| ธัญพืช   | ผลวิเคราะห์เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) |        |       |         |              |      |
|----------|---------------------------------|--------|-------|---------|--------------|------|
|          | ความชื้น                        | โปรตีน | ไขมัน | เยื่อใย | คาร์โบไฮเดรต | เถ้า |
| ลูกเดี๋ย | 10.8                            | 13.6   | 6.1   | 8.4     | 58.5         | 2.6  |
| ข้าวฟ่าง | 10.6                            | 11.3   | 2.9   | 2.2     | 71.3         | 1.7  |
| ข้าวเจ้า | 11.2                            | 7.9    | 1.8   | 9.0     | 64.9         | 5.2  |
| ข้าวโอ๊ต | 8.9                             | 12.0   | 4.7   | 10.6    | 60.2         | 3.6  |
| ข้าวโพด  | 11.5                            | 9.7    | 4.0   | 2.3     | 71.7         | 1.4  |
| ข้าวสาลี | 10.5                            | 13.2   | 1.9   | 2.6     | 69.9         | 1.9  |

ทศนิยม (2530) ได้เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของลูกเดี๋ยกับธัญพืชชนิดอื่นดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าลูกเดี๋ยเป็นธัญพืชที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง ชนิดของโปรตีนคล้ายกันกับข้าวสาลี แต่มีค่า Biological Value สูงกว่าข้าวสาลี ถ้านำลูกเดี๋ยมาผลิตเป็นแป้งและตัดแปลงเป็นอาหาร จะมีคุณค่าอาหารมากกว่าแป้งสาลีและแป้งข้าวเจ้า

2.1.2.1 ปริมาณกรดอะมิโน

ลูกเดี๋ยมีกรดอะมิโนทุกชนิดที่สูงกว่าความต้องการตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ยกเว้นเมไทโอนีนและไลซีน เช่น มีกรดกลูตามิกในปริมาณมาก ตามด้วยลิวซีน, อะลานีน, โพรลีน , วาลีน , เฟนิลอะลานีน , ไอโซลิวซีน และอาร์จินีน ลดหลั่นลงมา ( [www.wave.prohosting.com](http://www.wave.prohosting.com))

ทศนิยม(2530) ได้วิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโน(amino acid) ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของแป้งลูกเดี๋ยตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีนของแป้งลูกเดี๋ย

| ชนิดกรดอะมิโน                          | ปริมาณกรดอะมิโน (เปอร์เซ็นต์) |
|----------------------------------------|-------------------------------|
| <u>กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย</u>    |                               |
| ลิวซีน                                 | 14.90                         |
| วาเลีน                                 | 7.41                          |
| เมไทโอนีน                              | 0.73                          |
| ไอโซลิวซีน                             | 5.03                          |
| ทรีโอนีน                               | 3.23                          |
| เฟนิลอะลานีน                           | 5.98                          |
| ไกลซีน                                 | 1.50                          |
| ทริปโตเฟน <sup>1</sup>                 | -                             |
| <u>กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย</u> |                               |
| ฮิสทีดีน                               |                               |
| กรดกลูตามิก                            | 1.83                          |
| โปรลีน                                 | 25.74                         |
| อะลานีน                                | 7.46                          |
| กรดแอสปาร์ติก                          | 10.03                         |
| ไทโรซีน                                | 0.33                          |
| ไกลซีน                                 | 4.67                          |
| เซอรีน                                 | 2.72                          |
| อาร์จินีน                              | 4.50                          |
|                                        | 4.64                          |

หมายเหตุ : <sup>1</sup> ไม่ได้ทำการวิเคราะห์  
ที่มา : ทศนีย์ (2530)

2.1.2.2 ปริมาณกรดไขมัน

ลูกเคี้ยวมีกรดไขมันจำเป็นชนิดที่ไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิก และกรดลิโนเลอิก รวมแล้วถึง 84% และเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว คือ พัลมิติก และสเตียริก เพียง 16% เท่านั้น ดังนั้นลูกเคี้ยวจึงเป็นอาหารที่ดีที่ให้ทั้งพลังงาน กรดอะมิโน และไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ( www.wave.prohosting.com)

ทศนีย์(2530) ได้วิเคราะห์หาชนิดกรดไขมันและปริมาณกรดไขมันในน้ำมันที่สกัดได้จากแป้งลูกเคี้ยว พร้อมกับรายงานไว้ตามตารางที่ 3 เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว 2 ชนิด คือ กรดพัลมิติก 14.24 เปอร์เซ็นต์ กรดสเตียริก 1.98 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว 2 ชนิด คือ กรดโอเลอิก 57.08 เปอร์เซ็นต์ และกรดลิโนเลอิก

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันที่สกัดได้จากแป้งลูกเคี้ยว

| ชนิดกรดไขมัน           | ปริมาณกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์) |
|------------------------|------------------------------|
| กรดไขมันชนิดอิ่มตัว    |                              |
| กรดพัลมิติก            | 14.24                        |
| กรดสเตียริก            | 1.98                         |
| กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว |                              |
| กรดโอเลอิก             | 57.08                        |
| กรดลิโนเลอิก           | 26.70                        |

ที่มา : ทศนีย์ (2530)

2.1.2.3 ปริมาณวิตามิน

ทศนีย์(2530) ได้วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินในแป้งลูกเคี้ยวพบว่า แป้งลูกเคี้ยว 100 เปอร์เซ็นต์ มีวิตามินบีหนึ่ง 754.7 ไมโครกรัม มีวิตามินบีสอง 28.8 ไมโครกรัม

2.1.2.4 ปริมาณแร่ธาตุ

ทัศนีย์(2530) ได้นำเข้าของแป้งลูกเดี๋ยไปวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุบางชนิด ผลปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณแร่ธาตุของแป้งลูกเดี๋ย

| ตัวอย่าง     | ปริมาณแร่ธาตุ (ppm) <sup>2</sup> |         |       |      |     |         |      |      |      |
|--------------|----------------------------------|---------|-------|------|-----|---------|------|------|------|
|              | P                                | K       | Na    | Ca   | Cu  | Mg      | Mn   | Zn   | Fe   |
| แป้งลูกเดี๋ย | 2,516                            | 1,521.2 | 180.8 | 18.1 | 4.8 | 1,103.5 | 20.3 | 29.5 | 47.4 |

หมายเหตุ : <sup>2</sup>ตัวเลขที่รายงานเป็นผลเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ชั่วโมง  
ที่มา : ทัศนีย์ (2530)

2.2) การใช้ประโยชน์จากลูกเดี๋ย ( ทัศนีย์ , 2530 )

1) อาหาร

ลูกเดี๋ยที่นำมาใช้เป็นอาหารเป็นพันธุ์ที่มีชื่อว่า Coix lacryma-jobi var หรือพันธุ์ Ma Yuen ซึ่งมีเปลือกนุ่ม สามารถสีเปลือกออกได้ง่าย เนื้อเมล็ดมีขนาดใหญ่ มีรสหวาน สามารถนำมารับประทานแบบเดียวกันกับข้าวโดยหุงปนกับข้าวหรือหุงเฉพาะเมล็ดเดี๋ย ใช้แทนข้าวในการปรุงอาหารได้ทุกประเภท ในมาเลเซียทำการต้มเมล็ดก่อนนำไปกะทะเอาเปลือก ใช้ประโยชน์ในการดื่มรับประทานหรือทำเค้ก ในประเทศพม่าและที่รัฐฉานใช้ลูกเดี๋ยเป็นอาหารโดยการคั่วทั้งเปลือกหรือทำให้เกรียมคล้ายกันกับข้าวโพด หรือใช้วิธีการต้มเช่นเดียวกันกับข้าวเจ้าก็ได้

ชาวจีนใช้ลูกเดี๋ยที่มีเปลือกออกขูดมันต้มปรุงรสเป็นซุ๊ป น้ำเต้าหู้ ขนมหวาน นอกจากนั้นยังใช้ลูกเดี๋ยเป็นเครื่องคั้น โดยการนำไปคั่วแล้วผสมลงในน้ำเดือดเช่นเดียวกับการชงชา ใช้คั้นแก้อาการกระหายน้ำ(วีรศักดิ์ , 2527) ในประเทศจีนปริมาณการบริโภคลูกเดี๋ยมีจำนวนเพิ่มขึ้นในการผลิตจะพบว่ามียอดผลิตจากลูกเดี๋ยเพิ่มขึ้นจากเดิมทุกปี

ในประเทศญี่ปุ่นจะนำลูกเคียวทั้งเปลือกไปคั่วสำหรับขงคิมแทนน้ำชา กาแฟ เพื่อให้ ความสดชื่น หรือปรุงเป็นซูปลูกเคียว ใช้ลูกเคียวทำเป็นเครื่องคิมประเภทหมัก เรียกว่า dzu (Anonymous , 1950) นอกจากนี้ยังใช้ลูกเคียวในการผลิตมิโซ(miso) ซิอิ้ว(soy sauce) แครกเกอร์ ขนมห้าง บิสกิต ในประเทศญี่ปุ่นมีแนวโน้มที่จะใช้ลูกเคียวเป็นอาหารประเภท Health Food มาก ขึ้น เพราะลูกเคียวมีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพมากกว่าข้าวเจ้าและข้าวสาลี เนื่องจากมีส่วนประกอบ ของไขมันจำเป็นชนิดไม่อิ่มตัว และโปรตีนอยู่มากกว่า

ในฟิลิปปินส์และในหมู่ชาวเขาในอินเดีย นำเมล็ดเคียวคิบ คั่วละเอียดมาใช้ในการผลิตเป็น เบียร์และมีการนำไปผลิตเป็นเครื่องคิมที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ในประเทศไทยมีการใช้ลูกเคียวอย่าง จำกัด ส่วนใหญ่ใช้ลูกเคียวทำเป็นขนมหวาน โดยต้องทำให้สุกก่อน ใส่ในน้ำเต้าหู้ เต้าทึง ทำเป็น ของหวานประเภทใส่น้ำแข็ง และน้ำหวาน บางครั้งทำเป็นขนมประเภทแกงบวด และใช้ทำเป็น ซุป

## 2) ยารักษาโรค

เมล็ดเคียวและแป้งสามารถย่อยได้ง่าย คัมรับประทานจะเป็นอาหารที่มีคุณค่าสำหรับผู้ ป่วยที่กำลังพักฟื้น นำมาทำเป็นชาคองหรือชาดื่ม แก่น้ำมูกไหล รักษาอาการบวมแดงของท้อ ปัสสาวะ ใช้รักษาโรคผิวหนังในกระเพาะปัสสาวะ

เมล็ดนำมาขบเป็นชาเย็น ช่วยขับปัสสาวะ บำบัดอาการหลอดลมอักเสบ ปอดอักเสบ ขับ พยาธิในเด็ก แก่ร้อนใน บำรุงไต กระเพาะอาหาร ม้าม รวมทั้งบำรุงเลือดลมในสตรีหลังคลอด รักษาอาการคลื่นไส้อาเจียน ท้องร่วง

ในตำราจีนกล่าวว่า ลูกเคียวรสขมจืด เย็น บำรุงม้าม ปอด แก้ไข้ แก่ท้องเสีย เหน็บชา ชักกระตุก บวมน้ำ ปวดอ่อนแอ ฝืนหลายหัวที่ไล่ได้ สตรีตกขาวมากกว่าปกติ ในตำรายาจีนจึงมัก ใช้ลูกเคียวบดผสมข้าว คัมเป็นข้าวคัมกินทุกวันเพื่อบำรุงกำลัง หล่อลื่นกระเพาะอาหารและไล่ได้ แก่บวม น้ำ ปวดข้อเรื้อรัง ทั้งยังเชื่อว่าการรับประทานลูกเคียวคัม น้ำตาลสามารถที่จะแก้ร้อนในได้ ทางกรมแพทย์ญี่ปุ่นพบว่า สามารถช่วยทำให้เลือดบริสุทธิ์ และช่วยขับปัสสาวะ (วิรัชคี, 2527)

สรรพคุณในตำราไทย ลูกเดือยเป็นยาเย็น แก้ปวดเข่า ปวดข้อ ไขข้ออักเสบ บำรุงกำลัง ไขข้อ บำรุงม้าม และตับ แก้ไข้ แก้ท้องเสีย เหน็บชา ชะงักการเกิดมะเร็งในกระเพาะอาหาร มะเร็งมดลูก แก้กษัยกระดูก ปอดอ่อนแอ ใจเป็นเลือด ตกขาว ป้องกันการเกิดฝีที่ลำไส้ หูด ร้อนในกระหายน้ำ แก้ทางเดินหายใจหรือทางเดินปัสสาวะอักเสบ ขับเสมหะ ช่วยย่อยอาหาร บำรุง เส้นผมและผิวหนัง ทำให้ผิวพรรณสวยงาม

เมล็ดมีสาร Coixans A , B และ C ซึ่งมีงานวิจัยพบว่า สามารถลดน้ำตาลในเลือดหนูปกติ ( [www.thaivegetarian.com](http://www.thaivegetarian.com) ) Coixan A มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดหนูเป็นเบาหวานได้ น้ำมันเดือย (Coix oil) มีประมาณ 5.9-9.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบได้ด้วยสารสำคัญคือ กรดโคอิก(Coix acid) และกรดพาลมิติก(Palmitic acid) น้ำมันจากลูกเดือย มีฤทธิ์กระตุ้นศูนย์การหายใจ ลดความอ้วน เปลี่ยของร่างกายลดความดันโลหิต และขับปัสสาวะ

ส่วนผลทางเภสัชวิทยามีรายงานว่า ลูกเดือยมีสารที่มีคุณสมบัติทางยาหลายชนิด ได้แก่ สารที่ไม่ใช่ไขมันในลูกเดือย สามารถลดคอเลสเตอรอล น้ำสกัดจากลูกเดือย ช่วยลดความดันเลือด ช่วยทำให้นอนหลับ และระงับปวดได้ในสัตว์ทดลอง แอลฟาโมโนไลโนเลอีน ( $\alpha$  - mono linolien) เป็นสารสกัดแอลกอฮอล์ของลูกเดือย สามารถยับยั้งการก่อมะเร็งไม่ให้ทำร้ายเซลล์ในสัตว์ทดลอง สรุปแล้ว ลูกเดือยเป็นทั้งยาลดน้ำตาลและไขมันในเลือด ลดความดันในเลือดได้ด้วย สามารถใช้เพิ่มภูมิคุ้มกัน ป้องกันหวัด นอกจากนี้ยังช่วยให้หลับง่าย และอาจจะป้องกันมะเร็งได้ด้วย ( [www.kalathai.com](http://www.kalathai.com) )

สรรพคุณในตำราไทย ลูกเดือยเป็นยาเย็น แก้ปวดเข่า ปวดข้อ ไขข้ออักเสบ บำรุงกำลัง ไขข้อ บำรุงม้าม และตับ แก้ไข้ แก้ท้องเสีย เหน็บชา ชะงักการเกิดมะเร็งในกระเพาะอาหาร มะเร็งมดลูก แก้กษัยกระดูก ปอดอ่อนแอ ใจเป็นเลือด ตกขาว ป้องกันการเกิดฝีที่ลำไส้ หูด ร้อนในกระหายน้ำ แก้ทางเดินหายใจหรือทางเดินปัสสาวะอักเสบ ขับเสมหะ ช่วยย่อยอาหาร บำรุงเส้นผมและผิวหนัง ทำให้ผิวพรรณสวยงาม ลูกเดือยยังมีสรรพคุณในการรักษาโรคหูดที่ มักจะเป็นเรื้อรัง โดยมีการทดลองในคนไข้ 23 ราย ให้กินลูกเดือย 60 กรัม คัมรวมกับข้าว รับประทานวันละ 1 ครั้ง ติดต่อกันจนกว่าจะหาย หลังจากกินลูกเดือยติดต่อกัน 7-76 วัน ได้ผลหายขาด 11 ราย อาการดีขึ้น 8 ราย ไม่ได้ผล 6 ราย ซึ่งอาจเป็นเพราะสารจากลูกเดือยมีฤทธิ์ทำให้ เลือดมาเลี้ยงที่ผิวหนังดีขึ้นหรือจากฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก ( [www.kalathai.com](http://www.kalathai.com) )

### 2.3) โยเกิร์ต

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่เตรียมได้จากนํ้านม ซึ่งอาจเป็นนมสด นมเข้มข้น นมพว่องมันเนย นมคั้นรูปจากนมพว่องมันเนยหรือส่วนผสมของนมดังกล่าวผสมเข้าด้วยกัน นำมาผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันเพื่อให้อนุภาคของไขมันแตกลง ทำการฆ่าเชื้อด้วยการพาสเจอร์ไรส์ หรือการทำไร้เชื้อ หรือทั้งสองชนิดร่วมกัน จากนั้นทำให้เย็นแล้วบรรจุลงในภาชนะ

#### 2.3.1) ชนิดของโยเกิร์ต (นวนกนา, 2546 )

การแบ่งชนิดของโยเกิร์ต อาศัยหลักการดังต่อไปนี้

1) กรรมวิธีการผลิต การผลิตโยเกิร์ตในอุตสาหกรรมมี 2 ลักษณะใหญ่ๆ ซึ่งขึ้นกับกระบวนการผลิต และโครงสร้างทางกายภาพของเนื้อโยเกิร์ต(coagulum) คือ

ก. โยเกิร์ตชนิดคงตัว(set yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการหมักเกิดขึ้นในภาชนะบรรจุ ลักษณะของโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอนที่ได้เป็นเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่องและมีลักษณะแข็งกึ่งเหลว

ข. โยเกิร์ตชนิดคน(stirred yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักที่เกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอนที่ได้จะแตกหรือแยกออกจากกันก่อนที่จะนำไปผ่านการให้ความเย็นหรือบรรจุ

2) กลิ่นรสและการปรุงแต่ง สามารถแบ่งได้เป็น 4 แบบ คือ

ก. โยเกิร์ตแบบธรรมดา(plain หรือ natural yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผลิตได้ตามวิธีดั้งเดิม มีรสชาติเปรี้ยว ไม่มีการเติมกลิ่นรสหรือผลไม้ลงไป

ข. โยเกิร์ตรสผลไม้(fruit หรือ flavored yoghurt) ซึ่งอาจมีการเติมผลไม้และสารให้ความหวาน หรือมีการเติมกลิ่นรสและสี แทนส่วนของผลไม้ แบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบสวิส(swiss style) ซึ่งเป็นโยเกิร์ตที่มีเนื้อผลไม้ผสมรวมกระจายอยู่ในเนื้อโยเกิร์ต อีกแบบคือแบบซันเด(sundae style) ซึ่งมีเนื้อผลไม้อยู่บริเวณก้นภาชนะ เช่น ส้ม สับปะรด สตรอเบอร์รี่ เป็นต้น การเติมผลไม้ชนิดต่างๆนอกจากเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคแล้วยังทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีปริมาณแร่ธาตุแตกต่างกันไป ซึ่งโดยทั่วไปพบ ทองแดง เหล็ก และแมงกานีส

ค. โยเกิร์ตที่ผสมน้ำตาล(sweetened yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีน้ำตาลผสมอยู่ด้วย เพื่อให้เกิดรสหวานชวนรับประทาน

ง. โยเกิร์ตพร้อมดื่ม(drinking yoghurt) เกิดจากการนำโยเกิร์ตผสมกับน้ำผลไม้ ในอัตราส่วน 1:1 แล้วนำมาผ่านการฆ่าเชื้อ โยเกิร์ตชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นน้ำสะดวกต่อการดื่ม มีรสเปรี้ยวตามธรรมชาติ ส่วนสีและกลิ่นจะเป็นไปตามน้ำผลไม้ที่ผสมอยู่

3) กระบวนการหลังการหมัก เมื่อกระบวนการหมักเสร็จสิ้นแล้วอาจนำโยเกิร์ตที่ได้ไปผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การให้ความร้อน การแช่แข็ง การทำให้แห้ง เป็นต้น ซึ่งสามารถเติมสารให้กลิ่นรส สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว และสีลงในผลิตภัณฑ์ได้

4) องค์ประกอบทางเคมี ชนิดของโยเกิร์ตอาจขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นั้น เช่น ปริมาณไขมัน(fat) ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน(solid-non-fat , SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด(total solid , TS) ตามมาตรฐานของ FAO/WHO ซึ่งกำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมัน คือ full yoghurt/yoghurt หมายถึงโยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันสูงกว่าร้อยละ 3.0 medium yoghurt/partially skimmed yoghurt หมายถึง โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 3.0-5.0 และ low yoghurt/skimmed yoghurt หมายถึง โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าร้อยละ 0.5

#### 2.3.2) กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต ( นวลกษา, 2546 )

1) การเตรียมส่วนผสม เนื่องจากองค์ประกอบที่ได้ของน้ำนมชนิดต่าง ๆ แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำมาผ่านการหมักจะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เช่น เมื่อไขมันในน้ำนมมีปริมาณสูงกว่าจะทำให้โยเกิร์ตมีความเป็นครีมสูง (creamy) ตามไปด้วย เป็นต้น นอกจากนี้มีน้ำตาลแลคโตสที่มีอยู่ในน้ำนมก็จะถูกใช้เป็นแหล่งอาหารของหัวเชื้อโยเกิร์ต ส่วนโปรตีนก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตกตะกอน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความหนืดและความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน จึงจำเป็นต้องปรับคุณภาพของน้ำนมก่อนการหมักดังนี้

ก. การปรับปริมาณไขมันในนม ไขมันมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของโยเกิร์ตในแง่ของความรู้สึกเมื่อรับประทาน (mouth feel) ในการปรับปริมาณไขมันในน้ำนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ตนี้จะใช้หลักการของเพียสันส์สแควร์ (Pearsons square)

ข. การปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันในนํ้านม ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันในนํ้านมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต ได้แก่ น้ำตาลแลคโตส โปรตีน และเกลือแร่ จะมีผลโดยตรงต่อสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยเฉพาะความหนืดและความสม่ำเสมอของโครงสร้างทางกายภาพของนํ้าโยเกิร์ตซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของแข็งในนํ้านม โยเกิร์ตที่มี คุณภาพดีควรมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 15-16 แต่ถ้าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีมากกว่าร้อยละ 25 จะทำให้ความชื้นในส่วนผสมลดลงและมีผลต่อการเติบโตของเชื้อเริ่มต้น การเพิ่มปริมาณของแข็งในส่วนผสมทำได้โดยการให้ความร้อน การใช้เมมเบรนแยกนํ้าออกจากนํ้านม การเติม นมผง เคซีน(casein) เวย์ผง(whey powder) นมเนยผง(butter milk powder) เป็นต้น

ค. การเติมสารคงตัว ( stabilizer ) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของโยเกิร์ต และช่วยลดปัญหาการเกิด syneresis หรือการแยกตัวของของเหลวอิสระออกจากโยเกิร์ต เป็นต้น นอกจากนี้ทำให้โยเกิร์ตมีความสม่ำเสมอและยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บของนมอีกด้วย สารคงตัวที่ดีควรมีสมบัติดังนี้คือ ไม่มีกลิ่น มีประสิทธิภาพสูงในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และกระจายตัวได้ดีที่อุณหภูมิที่ใช้ในการหมักนํ้านม ตัวอย่างสารคงตัวที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต เช่น แป้ง เจลาติน และเพคติน เป็นต้น

ง. การเติมสารให้ความหวาน มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเปรี้ยวในโยเกิร์ต ผลไม้ ปัจจัยที่มีผลต่อการเติมสารให้ความหวาน ได้แก่ ชนิดของสารให้ความที่ใช้ ชนิดของผลไม้ที่ใช้ ความชอบของผู้บริโภค ผลที่อาจยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ มาตรฐานตามกฎหมาย เป็นต้น โดยทั่วไป ปริมาณน้ำตาลที่เติมลงในโยเกิร์ตไม่ควรเกินร้อยละ 10 ถ้าความเข้มข้นสูงเกินไปอาจมีผลไปยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลมาจากความดันออสโมติกย้อนกลับ (adverse osmotic pressure) ของสารให้ความหวานในนํ้า และปริมาณนํ้าอิสระที่ลดลงในโยเกิร์ต สารให้ความหวานที่นิยมใช้ได้แก่ ซูโครส กลูโคส ฟรุคโตส กลูโคสไซรัป กาแลคโตสไซรัป และคอร์นไซรัป เป็นต้น

2) การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน กระบวนการที่ทำให้นํ้านมเป็นเนื้อเดียวกัน จะมีผลต่อคุณภาพของนํ้านมในด้านการเป็นสารอิมัลชัน นํ้านมที่ได้ทำการปรับส่วนผสมของนมเพื่อให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามต้องการแล้วนั้น จะถูกนำเข้าสู่เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ความเร็วสูง โดยจะผ่านช่องเปิดเล็กๆ ภายใต้อุณหภูมิสูงภายหลังจากผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน จะมีผลทำให้โยเกิร์ตที่ได้หลังการหมักมีเนื้อสัมผัสที่เนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีม และช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้า หรือการแยกชั้นของเวย์

3) การให้ความร้อน การให้ความร้อนแก่ส่วนผสมเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการทำโยเกิร์ต นอกจากจะมีผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำนมแล้ว ยังมีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์ปนเปื้อน นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดอากาศที่มีอยู่ในน้ำนม ซึ่งทำให้มีสภาวะแวดล้อมเหมาะสมต่อการเติบโตของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกต้องการอากาศในปริมาณเพียงเล็กน้อย และยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำนม โดยทำให้โปรตีน ได้แก่ อัลบูมิน และโกลบูลินที่เปลี่ยนแปลงสภาพ (denature) แล้วตกตะกอน อีกทั้งทำให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลเคซีน เกิดเป็นร่างแหในลักษณะสามมิติขึ้น โดยร่างแหนี้จะจับกับโปรตีนเวย์ แล้วทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืดมากกว่าเดิม

4) กระบวนการหมักหลังจากผ่านการให้ความร้อน และทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมของส่วนผสมแล้ว จะทำการเติมหัวเชื้อ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ในอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อประมาณร้อยละ 0.5-2.0 หลังจากทำการถ่ายเชื้อแล้วจะนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 42-45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง

5) การให้ความเย็น (cooling) การควบคุมกิจกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ตและเอนไซม์ จะทำเมื่อโยเกิร์ตมีระดับความเป็นกรด-ด่างตามต้องการคือ ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.6 หรือความเข้มข้นกรดแลคติกประมาณร้อยละ 0.9 โดยการให้ความเย็น หลักของการให้โครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอนเย็นลงคือ ลดอุณหภูมิจาก 30-45 องศาเซลเซียส ให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือประมาณ 5 องศาเซลเซียสทันที เพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายในผลิตภัณฑ์

6) การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรส และสี ลงในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต จะขึ้นกับชนิดของโยเกิร์ตที่ต้องการของผู้บริโภค

7) การเก็บผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต อาจมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อและจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อน ซึ่งชนิดของโยเกิร์ตก็มีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บ ในประเทศไทยกำหนดให้เก็บโยเกิร์ตที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส ได้ไม่เกิน 7 วัน นับตั้งแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ แต่ปัจจุบันอายุการเก็บอาจมากกว่าระยะเวลาที่กำหนดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บน้อย

### 2.3.3) ประโยชน์ของโยเกิร์ต ( นวลนภา , 2546 )

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตในผลิตภัณฑ์หลังเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต จุลินทรีย์โยเกิร์ตต้องยังคงมีชีวิตอยู่และสามารถดำเนินกิจกรรมต่อไปได้ ในสถานะที่เหมาะสมจุลินทรีย์โยเกิร์ตสามารถทำหน้าที่และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายของผู้บริโภค จึงส่งผลให้โยเกิร์ตได้ชื่อว่า “ อาหารมหัศจรรย์ ” ซึ่งได้สรุปข้อดีของแบคทีเรียกรดแลคติก ดังนี้

1) ปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่มีพลังงาน และไขมันต่ำ (จำแนกตามปริมาณไขมันนม) อุดมด้วยแคลเซียม และโปรตีนนม ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็น และกรดอะมิโนอิสระหลายชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับนมพบว่า โยเกิร์ตมีปริมาณโปรตีนสูงกว่านม เนื่องจากส่วนประกอบที่เติมลงในนมที่ใช้ผลิตหรือในโยเกิร์ตโดยตรง และผลอันเนื่องมาจากการหมักของจุลินทรีย์โยเกิร์ต

2) ความสามารถในการย่อย ซึ่งร่างกายสามารถย่อยโยเกิร์ตได้ง่ายกว่านม เนื่องจากอนุภาคของเคิร์ดจะไปกระตุ้นการหลั่งเอนไซม์ในการย่อยของต่อมน้ำลาย อีกทั้งในโยเกิร์ตมีปริมาณเปปไทด์ (peptide) และกรดอะมิโนอิสระมากกว่าในนม เนื่องจากการทำงานของแบคทีเรียกรดแลคติก และผลจากการใช้ความร้อน นอกจากนี้ ในระหว่างกระบวนการผลิตแบคทีเรียกรดแลคติกได้ย่อยแลคโตสไปเกือบครึ่งหนึ่งของปริมาณทั้งหมดให้เป็นกรดแลคติก ส่วนที่เหลือจุลินทรีย์ก็ทำการย่อยแลคโตสต่อจนได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือกลูโคสและกาแลคโตส ซึ่งสามารถดูดซึมเข้าสู่ลำไส้เล็กได้

3) การใช้ทางด้านโภชนาบำบัด (therapeutic use) การนำโยเกิร์ตมาใช้ในการบำบัดมิได้หลายกรณี เช่น

3.1) การปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ โดยลดแบคทีเรียที่ก่อโทษ ซึ่งเป็นผลจากสารเมแทบอลิซึม การผลิตสารยับยั้ง และการปรับปรุงการเคลื่อนที่ของลำไส้

3.2) ป้องกันและรักษาโรคทั้งในคนและสัตว์ที่มีความผิดปกติในระบบทางเดินอาหาร เช่น ท้องร่วง ท้องผูก ระบบทางเดินอาหารอักเสบของเด็กทารก

3.3) ใช้ในการบำบัดโรคแพ้น้ำตาลแลคโตส (lactose intolerance) ในผู้ที่ขาดน้ำย่อยแลคโตสมาแต่กำเนิด รวมถึงผู้ป่วยที่มีน้ำตาลในเลือดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.4) ช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน เนื่องจากมีแคลเซียมสูง
- 3.5) ช่วยในการลดระดับคอเรสเตอรอลในเลือด
- 3.6) ในโยเกิร์ตมีสารที่ทำหน้าที่ต่อต้านมะเร็ง ซึ่งมีผลยับยั้งการเติบโตของมะเร็งในระยะเริ่มต้น

### 2.3.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโยเกิร์ตจากวัตถุดิบอื่นมาแทนนม ซึ่งพบว่าการผลิตโยเกิร์ตใช้นมถั่วลิสง(จุฬามาศ และคณะ, 2540) โดยใช้นมถั่วลิสงที่ได้จากการบดถั่วกับน้ำร้อนเพื่อลดกลิ่นเหม็นเขียวของถั่ว นมถั่วลิสงที่ได้(อัตราส่วนถั่วค่อนน้ำ 1: 8) มาปรับสภาพด้วยหางนมในปริมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ เติมน้ำตาลซูโครส 12 เปอร์เซ็นต์ แล้วเติมเจลาตินซึ่งทำหน้าที่เป็นสตาบิไลเซอร์ ปริมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทิ้งให้เย็น จึงถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ตคานอน (plain yoghurt) ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส จนผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 4.0 – 4.3 แล้วทำให้เย็น ก็จะได้โยเกิร์ตใช้นมถั่วลิสงที่ได้รับการยอมรับจากผู้ชิม

การผลิตโยเกิร์ตจากกะทิ (จารุวรรณ และคณะ, 2543) โดยใช้กะทิที่เตรียมจากมะพร้าวทึนทึก ซึ่งแยกไขมันส่วนผิวหน้าออกไปหลังจากคั้น และเก็บในตู้เย็นนาน 2 ชั่วโมง ผสมกับสารละลายนมผงความเข้มข้นร้อยละ 15 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในอัตราส่วน 1: 1.25 หมักด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตปริมาณร้อยละ 4 บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็น โยเกิร์ตที่มีไขมันต่ำ เนื้อสัมผัสเนียน มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับโยเกิร์ตที่ทำจากนมนมวัว และผู้บริโภคให้การยอมรับในโยเกิร์ตกะทิ และโยเกิร์ตกะทิเติมเนื้อมะพร้าวอ่อนหรือธัญชาติ และสามารถเก็บที่อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 14 วัน

ชญาดา และคณะ (2545) ได้ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตใช้นมเหือก โดยใช้นมเหือกที่เตรียมจากเหือกหอม นำนานึ่งเป็นเวลา 30 นาที แล้วผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 2 ปั่นให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้จนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน กรองเอากากออกได้เป็นน้ำเหือก นำมาปรับส่วนผสม เติมหางนมผง 5 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันดอกทานตะวัน 1 เปอร์เซ็นต์ ทำการโฮโมจิไนซ์ เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

แล้วนำมาเติมโยเกิร์ตตราวิสเชส 5 เปอร์เซ็นต์ เติมน้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์ และเจลาติน 0.7 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส จนผลิตภัณฑ์มี pH อยู่ระหว่าง 4.0 – 4.3 ทำให้เย็นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถเก็บได้นาน 6 วัน โดยที่โยเกิร์ตยังคงมีคุณภาพไม่เปลี่ยนไปจากที่ผลิตเสร็จใหม่ๆ โยเกิร์ตที่ได้มีสีชมพูม่วงอ่อน มีกลิ่นหอมของเปลือกและหางนม และกลิ่นเปรี้ยวของโยเกิร์ต รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อสัมผัสเนียน เรียบ สะอาด และมีความหนืด เล็กน้อย

การผลิตโยเกิร์ตผสมจากนมถั่วเหลืองและนมวัว (วาทิต , 2546) โดยศึกษาอัตราส่วนระหว่างนมถั่วเหลืองต่อนมวัว และระยะเวลาในการบ่มที่เหมาะสม พบว่า อัตราส่วนของนมถั่วเหลืองต่อนมวัวที่ทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมมีลักษณะปรากฏทางกายภาพดีที่สุด นั่นคือ มีลักษณะเนื้อสัมผัสเรียบเนียน มีการเกิดซินเนอรชีสน้อย และมีความเปรี้ยวเหมาะสม คือที่อัตราส่วนของนมถั่วเหลืองต่อนมวัวเท่ากับ 6 : 4 เมื่อทำการบ่มเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง และใช้เจลาตินในปริมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และปรับปรุงกลิ่นรสโดยการเติมสตรอเบอร์รี่ใน น้ำเชื่อม 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จะให้โยเกิร์ตที่มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน การเกิดซินเนอรชีสน้อย และมีคะแนนเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ ความเรียบเนียน ความหนืด รวมถึงความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ของปานกลางถึงชอบมาก

การศึกษาการผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ ( ปาลจิต, 2546 ) โดยใช้สัดส่วนของน้ำมะเขือเทศ 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการหมักเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกที่อายุการหมัก 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง จากผลการหมักพบว่า ชั่วโมงที่ 6 เป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุด และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยภาพรวม พบว่าที่สัดส่วนของน้ำมะเขือเทศ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการยอมรับสูงกว่าระดับอื่น เนื่องจากมีปริมาณมะเขือเทศที่เหมาะสม ซึ่งทำให้โยเกิร์ตมีสีชมพูอมขาว จึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

การศึกษาการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ( นวลนภา , 2546 ) โดยการใช้ น้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-2 ( อัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำเป็น 1 : 2 ) ทำการเตรียมส่วนผสมจาก น้ำนมข้าวโพดและนมผงขาดมันเนยให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 16 ( โดยใช้น้ำนมข้าวโพดในปริมาณร้อยละ 88 และนมผงร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ) นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 80 – 85 องศาเซลเซียส นาน 25-30 นาที ทิ้งให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิ 43-45 องศาเซลเซียส ถ่ายหัวเชื้อชนิด YC-350 ปริมาตรร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก เขย่าให้เข้ากันดี เทส่วนผสมทั้งหมดลงในถ้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติก ปิดฝาด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ทันที นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง จะได้โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีเนื้อสัมผัสนุ่ม เคี้ยวจับตัวกันแน่นและเนียนดี กลิ่นรสดี ตลอดระยะเวลาที่เก็บ โดยมีอายุการจัดจำหน่ายและอายุการเก็บ คือ 14 และ 21 วัน ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

##### 3.1) วัตถุดิบ

- ลูกเคี้ยวข้าวเหนียว (ตราไร้ทัญ) )
- หางนมผง
- หัวเชื้อโยเกิร์ต YC380 จาก East Asiatic ( Thailand ) Public Company Ltd.

##### 3.2) อุปกรณ์

- บีกเกอร์
- ผ้ากรอง
- ตู้อุ่น
- กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร
- Hot Plate
- เครื่องชั่ง
- เครื่องปั่นผสมอาหาร ( Blender )
- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ( pH meter )
- เครื่องวัดความหนืด Brookfield รุ่น LV-DV-III
- เทอร์โมมิเตอร์
- เครื่องควบคุมอุณหภูมิ ( Incubator )
- ชุดไทเทรต
- ปิเปต ขนาด 1 และ 5 มิลลิลิตร
- จานเพาะเชื้อ
- เครื่องบ่มโยเกิร์ต
- ถ้วยพลาสติกสำหรับบ่มโยเกิร์ต

### 3.3) สารเคมี

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N
- สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน
- สารละลายเปปโตน
- อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS (ของบริษัท Merck )
- แอลกอฮอล์ 70%
- น้ำกลั่น

### 3.4) การเตรียมน้ำลูกเคี้ยวสำหรับทำโยเกิร์ต

นำลูกเคี้ยวมาแช่น้ำนาน 12 ชั่วโมง แล้วนำไปนึ่งด้วยไอน้ำนาน 20 นาที จากนั้นนำลูกเคี้ยวและน้ำสะอาดไปชั่งตามอัตราส่วน คือ ลูกเคี้ยวต่อน้ำเท่ากับ 1:10 และ 1:15 นำไปปั่นผสมในเครื่องปั่นเปียก (blender) นาน 10 นาที จนกระทั่งลูกเคี้ยวละเอียด แล้วนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำน้ำลูกเคี้ยวที่ได้ไปต้มให้เดือดนาน 10 นาที จะได้น้ำลูกเคี้ยวสำหรับทำโยเกิร์ตต่อไป

### 3.5) การทำโยเกิร์ต

นำน้ำลูกเคี้ยวมาปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดด้วยหางนมผงให้ได้เท่ากับ 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ความร้อนกับน้ำลูกเคี้ยวเพื่อให้หางนมผงละลายได้ดีขึ้น จากนั้นทำให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 43-45 องศาเซลเซียส จึงเติมเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต YC380 ในปริมาณร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนัก จากนั้นจึงแบ่งส่วนผสมที่ได้ลงในถ้วย แล้วนำไปบ่มในเครื่องบ่มโยเกิร์ต แบ่งตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุกๆ ชั่วโมงจนครบ 8 ชั่วโมง

### 3.6) การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดโดยวิธีฟีนอล-ซัลฟูริก (Current Protocols In food Analytical Chemistry, 2001)

- การสร้างกราฟมาตรฐาน (standard curve)

เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานใส่หลอดทดลองโดยให้มีปริมาณกลูโคสในแต่ละหลอดเป็น 10 20 30 40 50 60 70 และ 80 ไมโครกรัม โดยปีเปิดสารละลายกลูโคสปริมาตร 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 และ 0.8 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองแต่ละหลอด แล้วเติมน้ำกลั่นในแต่ละหลอดให้มีปริมาตรรวมเป็น 2 มิลลิลิตร แล้วนำมาเติมฟีนอล (4%) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริก (96%) ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร นำส่วนผสมทั้งหมดไปเขย่าให้เข้ากันด้วยvortex mixer

แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน

- การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำน้ำลูกเดือยสูตร 1 ( อัตราส่วนลูกเดือยต่อน้ำเท่ากับ 1:10 ) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1: 1000 และเจือจางน้ำลูกเดือยสูตร 2 ( อัตราส่วนลูกเดือยต่อน้ำเท่ากับ 1:15 ) ด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 100 แล้วเปิดตัวอย่างที่เจือจางแล้วทั้งสองสูตรปริมาตร 2 มิลลิตร ใส่หลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น ( 4% ) ปริมาตร 0.5 มิลลิตร เติมน้ำกลั่น ( 96% ) ปริมาตร 2.5 มิลลิตร นำส่วนผสมทั้งหมดไปเขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด จากกราฟมาตรฐาน ( ภาคผนวก )

3.7) การวิเคราะห์ทางเคมี

3.7.1) การตรวจวัดค่า pH โดยใช้เครื่อง pH meter

3.7.2) การตรวจวัดค่าความเป็นกรดทั้งหมด ( Total Titratable Acidity )

ตามวิธี AOAC ( 2000 )

- การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ใส่ตัวอย่างจำนวน 10 มิลลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์แล้วจำนวน 40 มิลลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาเลอินประมาณ 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งถึงจุดยุติได้เป็นสารละลายสีชมพูอ่อน

3.8) การวัดค่าความหนืด

วัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield รุ่น LV- DV – III โดยนำตัวอย่างโยเกิร์ตที่ออกจากตู้เย็น คลุกด้วยกระบอบกนิตยาให้ได้ปริมาตร 5 มิลลิตร ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง จากนั้นใส่ค่าความเร็วรอบ ( RPM ) ที่ต้องการ โดยเริ่มต้นจากค่าน้อย ๆ ก่อน ซึ่งค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมของตัวอย่างในการทดลองนี้ เท่ากับ 3 จากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อตอบตกลงความเร็วรอบที่ตั้งไว้ Motor จะเริ่มทำงานโดยสังเกตหัวเข็มเริ่มหมุน อ่านค่าความหนืดของตัวอย่างจากหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.9) การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

วิเคราะห์จำนวนเชื้อแบคทีเรียแลคติกทั้งหมด โดยเจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายเปปโตน (peptone solution) เข้มข้นร้อยละ 0.1 จนถึงระดับความเจือจางที่  $10^{-6}$  ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ ( $10^{-4}$   $10^{-5}$  และ  $10^{-6}$ ) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MRS แล้วทำการ pour plate จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี

### 3.10) การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำลูกเคี้ยวที่มีการปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดเป็นร้อยละ 14 16 และ 18 โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ (Hedonic Scale) ที่ระดับ 1 - 7 (1 = ไม่ชอบมาก และ 7 = ชอบมาก) ใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 15 คน ซึ่งลักษณะที่ทดสอบได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม spss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ศึกษาอัตราส่วนของลูกเดือยต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ต

น้ำลูกเดือยที่เตรียมได้มีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม มีกลิ่นของลูกเดือย และมีรสจัดเนื่องจากไม่มีการเติมน้ำตาลลงไป

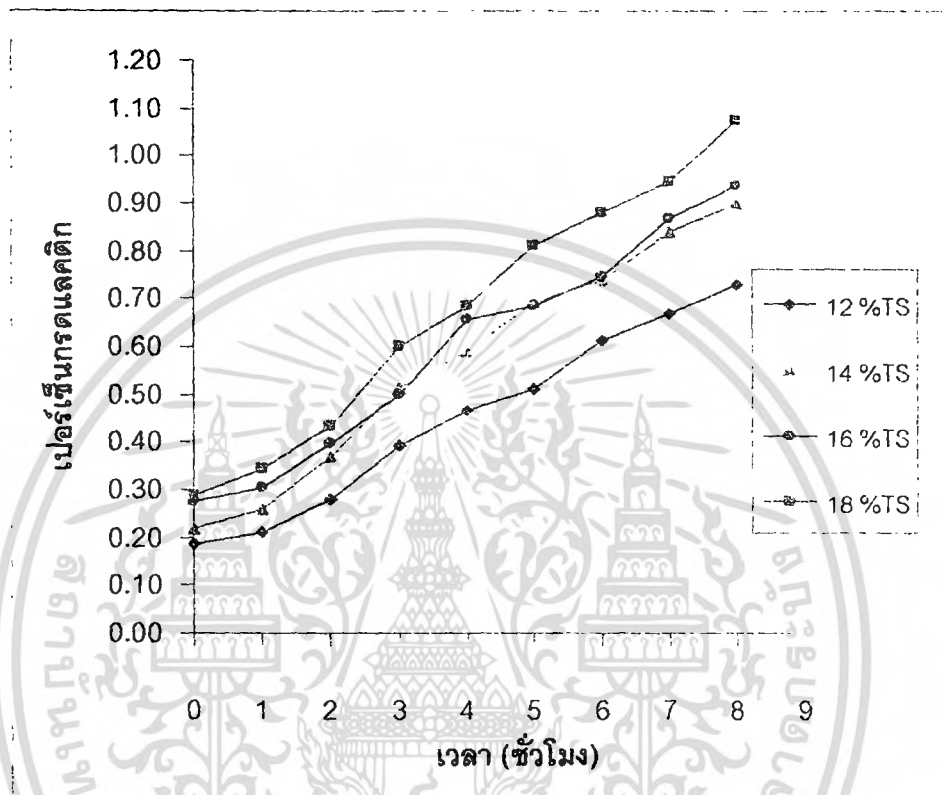
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำลูกเดือย

| อัตราส่วนระหว่าง<br>ลูกเดือยต่อน้ำ | เปอร์เซ็นต์ของแข็ง<br>ทั้งหมด (เฉลี่ย) | เปอร์เซ็นต์<br>คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด | เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่<br>ละลายได้ทั้งหมด |
|------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| 1 : 10                             | 4.97 ± 0.04                            | 1.00 ± 0.01                        | 5.4 ± 0.00                               |
| 1 : 15                             | 3.35 ± 0.04                            | 0.58 ± 0.03                        | 4.0 ± 0.00                               |

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 พบว่าลูกเดือยที่เตรียมได้จากอัตราส่วนของลูกเดือยค่อน้ำเท่ากับ 1 : 10 มีปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงกว่าที่อัตราส่วน 1 : 15 ซึ่งน่าจะมีสารอาหารเพื่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่มากกว่า ปริมาณของแข็งในน้ำลูกเดือยที่มากกว่าอาจส่งผลให้ลักษณะของเคิร์ดของโยเกิร์ตที่ได้มีความแน่นและคงตัวมากขึ้น และอาจช่วยลดปริมาณหางนมผงที่ต้องใช้ในการผลิตโยเกิร์ตน้ำลูกเดือยได้

## 4.2 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของหางนมผงในการผลิตโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย

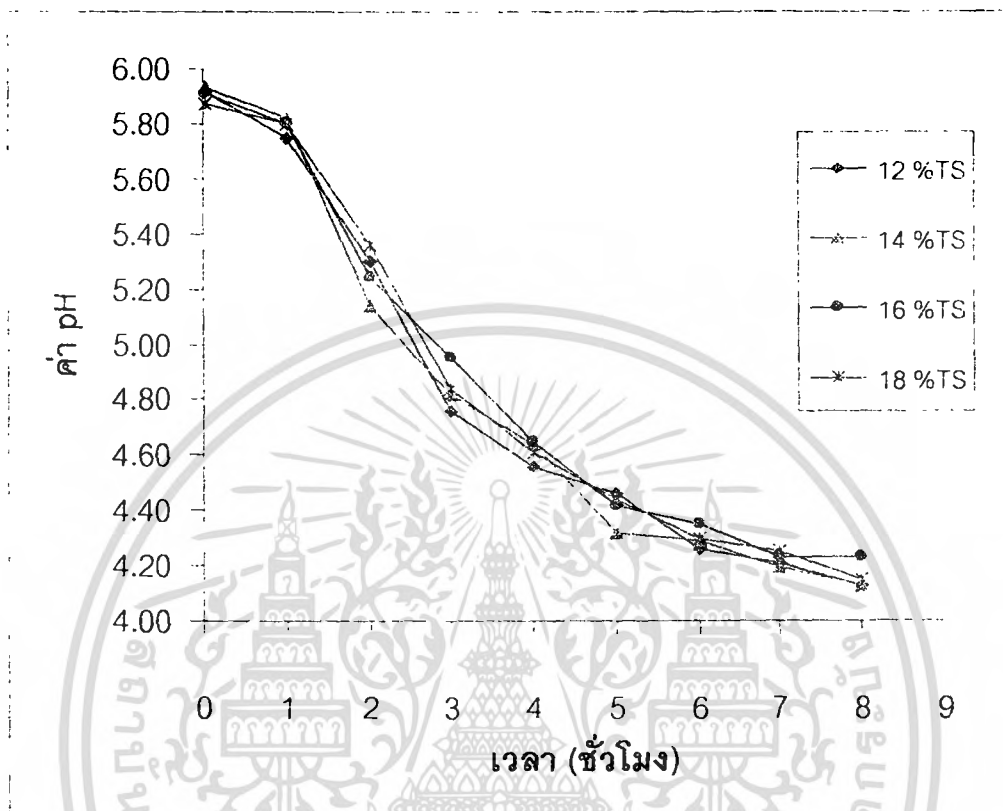
### 4.2.1 ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย



รูปที่ 4.1 เปอร์เซนต์กรดแลคติกในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12 14 16 และ 18 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิการบ่ม 43 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์กรดแลคติกกับเวลา พบว่าเปอร์เซนต์กรดแลคติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาบ่ม 0 – 8 ชั่วโมง โดยเปอร์เซนต์กรดแลคติกเริ่มต้นในโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12 14 16 และ 18 เปอร์เซนต์ เท่ากับ 0.19 0.22 0.28 และ 0.29 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการบ่มที่ 8 ชั่วโมง เปอร์เซนต์กรดแลคติกมีค่าเท่ากับ 0.73 0.90 0.94 และ 1.07 ดังนั้นเมื่อปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้โยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่ได้มีเปอร์เซนต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มากขึ้น จากการปรับด้วยหางนมผง ทำให้น้ำตาลแลคโตสเพิ่มขึ้น เชื้อจุลินทรีย์แลคติกจึงใช้น้ำตาลแลคโตสเป็นอาหารได้มากขึ้น ทำให้โยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยมีเปอร์เซนต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้น

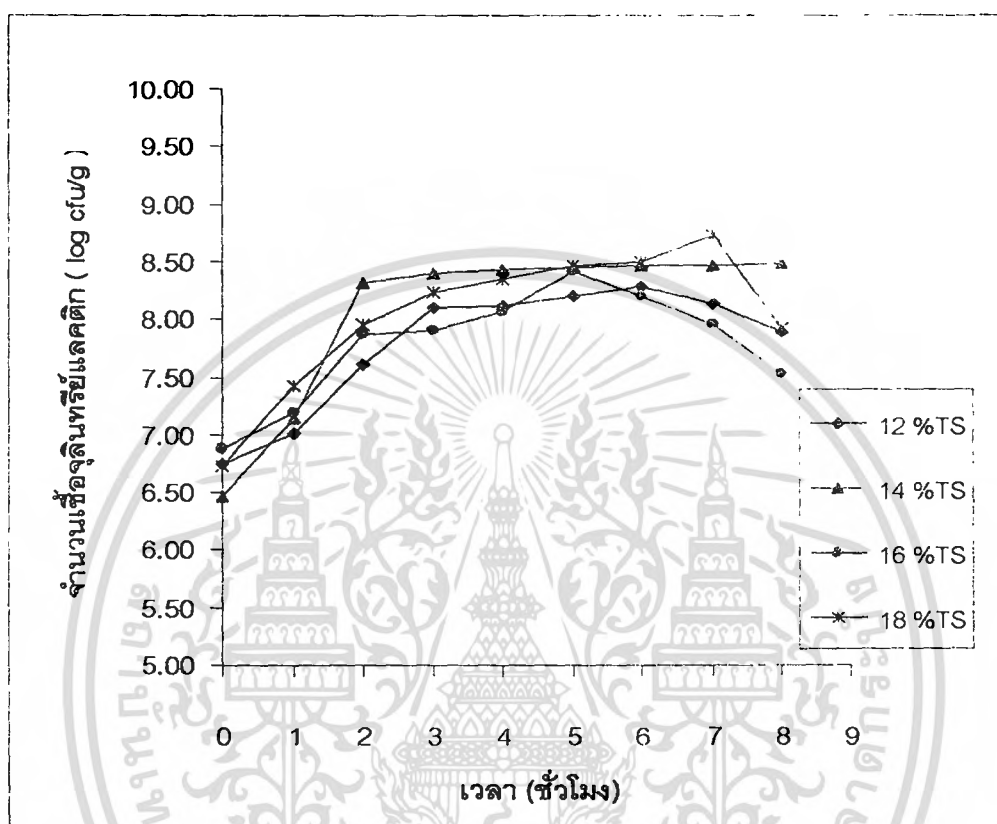
#### 4.2.2 ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำ ถูกเคี้ยว



รูปที่ 4.2 ค่าพีเอชในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำถูกเคี้ยวที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิการบ่ม 43 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกรด – ด่างในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำถูกเคี้ยวพบว่าแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วใน 4 ชั่วโมงแรก โดยที่ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 5.92 5.93 5.91 และ 5.87 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการบ่มที่ 8 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 4.13 4.13 4.23 และ 4.15 จากผลการทดลองพบว่าที่ระยะเวลาบ่มครบ 4 ชั่วโมง ค่าพีเอชลดลงเท่ากับ 4.56 4.64 4.65 และ 4.61 ซึ่งค่าพีเอชระดับนี้ใกล้เคียงกับค่าพีเอชที่ทำให้โปรตีนเคซีนในนมสูญเสียสภาพธรรมชาติโดยการตกตะกอนบางส่วน (Isoelectric point : pI) คือมีค่าพีเอชเท่าระหว่าง 4.60 เป็นผลให้โยเกิร์ตเริ่มเกิดเคิร์ด และที่ระยะเวลาบ่มครบ 5 ชั่วโมงเป็นต้นไป ค่าพีเอชจะค่อยๆ ลดลงเล็กน้อยจนเกือบคงที่ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปริมาณจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่มีแนวโน้มลดลงในชั่วโมงการบ่มที่ 6 – 8 (รูปที่ 4.3)

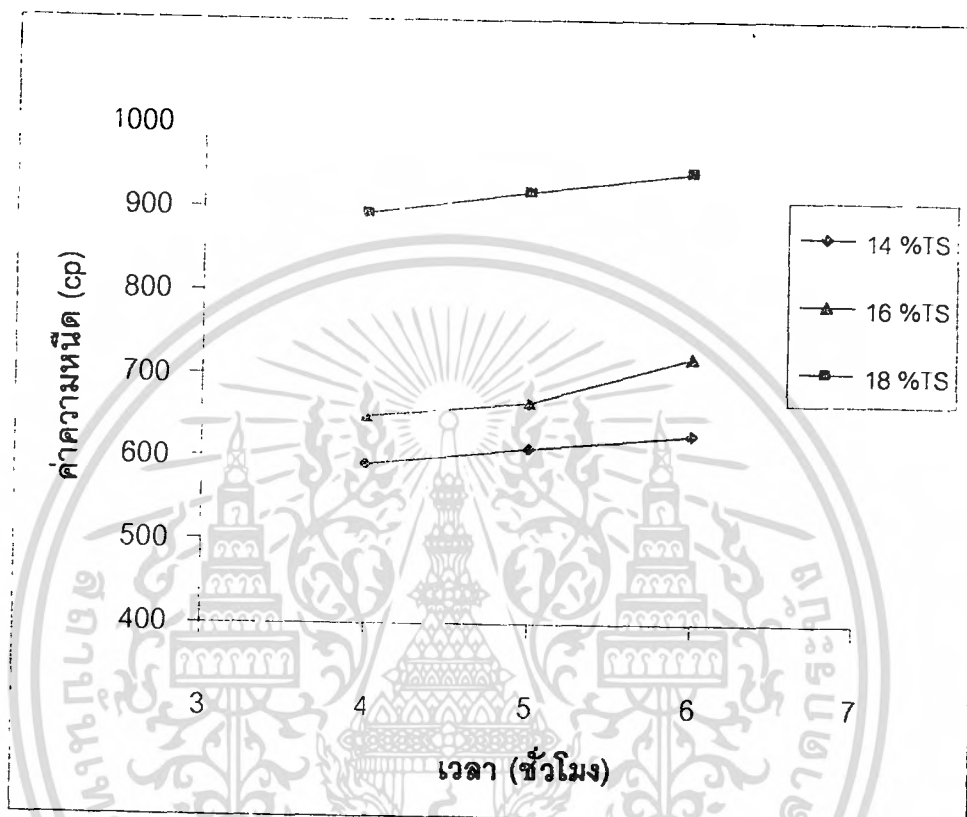
#### 4.2.3 ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดต่อการเจริญของแบคทีเรียแลกติกในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย



รูปที่ 4.3 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์แลกติกในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียแลกติก ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยพบว่าปริมาณแบคทีเรียแลกติกที่มีชีวิตมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 - 3 ของการบ่ม โดยปริมาณแบคทีเรียแลกติกที่มีชีวิตเริ่มต้นในโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 6.75 6.47 6.89 และ 6.79 log cfu/g และเมื่อถึงชั่วโมงที่ 3 มีปริมาณแบคทีเรียแลกติกที่มีชีวิตเท่ากับ 8.10 8.41 7.90 และ 8.24 log cfu/g และมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ณ ชั่วโมงการบ่มที่ 4 - 6 หลังจากระยะเวลาบ่ม 7 ชั่วโมง พบว่าปริมาณจุลินทรีย์แลกติกที่มีชีวิตเริ่มลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากน้ำตาลแลกโตสซึ่งเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียแลกติกเริ่มหมดลง ทำให้เมื่อสิ้นสุดการบ่มที่ 8 ชั่วโมง มีปริมาณแบคทีเรียแลกติกที่มีชีวิตเท่ากับ 7.89 8.47 7.53 และ 7.92 log cfu/g

#### 4.2.4 ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดต่อความหนืดของโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย



รูปที่ 4.4 ค่าความหนืดของโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ณ ระยะเวลาบ่ม 4–6 ชั่วโมง

จากการทดลองวัดค่าความหนืดของโยเกิร์ตที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ (โยเกิร์ตที่มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 12 มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหลวมาก จึงไม่ได้นำไปวิเคราะห์ค่าความหนืด) แสดงดังรูปที่ 4.4 พบว่าระยะเวลาการบ่มโยเกิร์ต 4 – 6 ชั่วโมง มีผลทำให้โยเกิร์ตมีความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในตัวอย่างโยเกิร์ตที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนืดของโยเกิร์ตที่ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดต่างกันเท่ากับ 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ พบว่าค่าความหนืดเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7 ภาคผนวก ง) .

4.2.5 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์

| ลักษณะที่ทดสอบ    | คะแนนความชอบ              |                           |                           |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                   | 14 %TS                    | 16%TS                     | 18%TS                     |
| สี                | 5.07 ± 0.21 <sup>NS</sup> | 5.27 ± 0.27 <sup>NS</sup> | 4.73 ± 0.25 <sup>NS</sup> |
| กลิ่น             | 4.53 ± 0.24 <sup>NS</sup> | 4.93 ± 0.21 <sup>NS</sup> | 4.93 ± 0.21 <sup>NS</sup> |
| ลักษณะเนื้อสัมผัส | 3.80 ± 0.37 <sup>NS</sup> | 4.07 ± 0.37 <sup>NS</sup> | 3.67 ± 0.42 <sup>NS</sup> |
| ความชอบโดยรวม     | 5.00 ± 0.28 <sup>NS</sup> | 4.80 ± 0.31 <sup>NS</sup> | 4.40 ± 0.31 <sup>NS</sup> |

หมายเหตุ : <sup>NS</sup> หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ ( Hedonic Scale ) โดยใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 15 คน ซึ่งลักษณะที่ทดสอบได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม เมื่อทำการวิเคราะห์ผลแล้ว พบว่าด้านสี และลักษณะเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 16 เปอร์เซ็นต์ สูงที่สุด ด้านกลิ่นพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน อาจเนื่องจากว่ามีกลิ่นหอมของนมมากกว่าที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 14 เปอร์เซ็นต์ ด้านความชอบโดยรวมผู้ทดสอบให้คะแนนโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 14 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อนำคะแนนที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม spss ผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ในด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

## เอกสารอ้างอิง

คำริ แซ่มสนรัตน์. 2530. การปลูกเคียว. กสิกร 33 ( 6 ) : 495-501.

วีรศักดิ์ ธนาประชุม. 2527. ลูกเคียว. สมาคมพ่อค้าข้าวโพดและพืชพันธุ์ไทย 9 ( 21 ) : 58-68

ทัศนีย์ พรกิจประสาน. 2530. ลูกเคียว : คุณสมบัติบางประการและผลิตภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุวรรณ ศิริพรรณพร , ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์ , จุติภา มาลีหวล และปราโมทย์ ธรรมรัตน์ . 2543.  
การผลิตโยเกิร์ตจากกะทิ. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิต  
ภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวลนภา อัครสินธวังกูร. 2546. การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต  
สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาทีศ ไจมา และวรลักษณ์ มีจินที. 2546. โยเกิร์ตผสมจากนมถั่วเหลืองและนมวัว. วิทยานิพนธ์  
โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-  
ลาดกระบัง.

ชญาดา ศิริเจริญสุข , ญานิณี ชวพงศ์ และรัชฎลักษณ์ ผาติเสนะ. 2545. โยเกิร์ตน้ำนมเผือกและ  
ผลิตภัณฑ์. วิทยานิพนธ์โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑามาศ เมฆมงคลชัย และอรอุมา ปีกาโล. 2540. โยเกิร์ตถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ โครงการคณะ  
อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปาลจิต อนุกุล. 2546. การผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anonymous. 1950. Preparation of methyl esters of long-chain fatty acids. J. Am. Oil Chemist's Soc. 43 : 12A.

Wrolstad. R.E. et.al. 2001. Current Protocols In food Analytical Chemistry. Vol I. John Wiley & Son , Inc. New York.

“ ลูกเดือย : ัญพืชเพื่อสุขภาพ ”. 2004 {ออนไลน์}. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaivegetarian.com>

“ ลูกเดือย รสชุ่มจิต เย็น บำรุงน้ำม ปอด แก่ท้องเสีย เหน็บชา ”. 2002 {ออนไลน์}. เข้าถึงได้จาก : [http://www.kalathai.com/abstract/view\\_news.php?article\\_id=139](http://www.kalathai.com/abstract/view_news.php?article_id=139).

“ ลูกเดือย ( Job's tears ) ”. 2004 {ออนไลน์}. เข้าถึงได้จาก : <http://wave.prohosting.com/biotik/news6.html#n61.html>

“ เดือย ( Pearl barley Adlay Ma Yuen ) ”. 2004 {ออนไลน์}. เข้าถึงได้จาก <http://www.doa.go.th>.

“ เป็ดมหารมสินธุ์เกษตรปี 44 ตลอดปี ราคาตกต่ำผลผลิตทะลัก ”. 2001 {ออนไลน์}. เข้าถึงได้จาก : <http://thaibreeder.tripod.com/agrnews-1.htm>

“ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ”. 2002 {ออนไลน์}. เข้าถึงได้จาก : <http://www.dtm.moc.go.th>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การคำนวณสัดส่วนของหางนมผงที่ใช้เติมในน้ำลูกเคี้ยว

ในการคำนวณหาสัดส่วนที่จะใช้ในการเตรียมโยเกิร์ต คำนวณได้จากปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำลูกเคี้ยวและหางนมผงที่ใช้เป็นวัตถุดิบ โดยใช้หลักการของ Pearsons square จากการหาปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำลูกเคี้ยว พบว่าน้ำลูกเคี้ยวมีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 4.973 และหางนมมีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 95 สมมติต้องการให้ปริมาณของแข็งของโยเกิร์ตเท่ากับร้อยละ 16 สามารถนำมาหาปริมาณสัดส่วนระหว่างน้ำลูกเคี้ยวและนมผงดังตัวอย่างต่อไปนี้



2. การคำนวณปริมาณน้ำตาลที่เติมในโยเกิร์ตเพื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การเตรียมน้ำเชื่อมเข้มข้นร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก เติมน้ำตาลในโยเกิร์ตปริมาณร้อยละ 10 โดยปริมาตร โดยเติมในปริมาณที่เท่ากันในทุกกระดับเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด ซึ่งสมมติให้ปริมาตรของโยเกิร์ตเป็น 700 มิลลิตร

|         |          |     |                                             |
|---------|----------|-----|---------------------------------------------|
| จากสูตร | $C_1V_1$ | =   | $C_2V_2$                                    |
| เมื่อ   | $C_1$    | คือ | ความเข้มข้นของน้ำเชื่อม (60%)               |
|         | $V_1$    | คือ | ปริมาณของน้ำเชื่อมที่ต้องการเติมในโยเกิร์ต  |
|         | $C_2$    | คือ | ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมในโยเกิร์ต (10%)     |
|         | $V_2$    | คือ | ปริมาตรของโยเกิร์ตรวมกับปริมาตรของน้ำเชื่อม |

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} \quad 60 V_1 &= 10 (700 + V_1) \\
 60 V_1 &= 7000 + 10V_1 \\
 50 V_1 &= 7000 \\
 V_1 &= \frac{7000}{50} = 140 \text{ ml.}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น เติมน้ำเชื่อมลงในโยเกิร์ตเท่ากับ 140 มิลลิลิตร

- การเตรียมน้ำเชื่อม

น้ำเชื่อมเข้มข้นร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก คือ

ในน้ำเชื่อม 100 กรัม มีปริมาณน้ำตาล 60 กรัม มีน้ำ 40 กรัม

ในน้ำเชื่อม 140 กรัม มีปริมาณน้ำตาล  $\frac{60 \times 140}{100} = 84$  กรัม

ในน้ำ

$140 - 84 = 56$  กรัม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. การตรวจวัดค่าความเป็นกรดทั้งหมด (Total Titration Acidity) วิเคราะห์ตาม AOAC (2000)

### สารเคมี

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับน้ำในปริมาณเท่าๆกัน ใส่ขวดพลาสติกทิ้งไว้เป็นเวลา 3 – 4 วัน เพื่อให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ส่วนที่ไม่ละลายตกตะกอน นำสารละลายส่วนใสมา 8 มิลลิลิตร มาปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นไทเทรตในสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (potassium hydrogen phthalate) เพื่อหาความเข้มข้นที่แน่นอน

- การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีขั้นตอนดังนี้ ชั่งโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (อบแห้งที่ 120 °C นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งไว้เย็นใน dessicator) นำมาชั่งด้วยตาชั่งละเอียด 0.3 – 0.5 กรัม หยอดสารละลายฟีนอล์ฟทาลิน 1% ลงในสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่บรรจุอยู่ในบิวเรต จนกระทั่งสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลตเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน และสีชมพูยังไม่เปลี่ยนภายใน 1 นาที แล้วคำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้สูตร

$$\text{Normality NaOH} = \frac{\text{น้ำหนัก (g) ของ KHP} \times 1000}{\text{ปริมาตรของ NaOH (ml.)} \times 204.299}$$

- การคำนวณปริมาณกรดแกลคติก

คำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณกรดแกลคติก(ร้อยละ)} = \frac{N \times V_1 \times 90.08 \times 100}{1,000 \times V_2}$$

โดย N คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์(นอร์มัล)

$V_1$  คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้(มิลลิลิตร)

$V_2$  คือ ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ(มิลลิลิตร)

## 2. การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด วิเคราะห์ตาม AOAC (2000)

โดยบีบเปิดน้ำลูกเคี้ยวแต่ละสูตรใส่aluminium can ที่ผ่านการอบแห้งแล้ว ปริมาตร 20 มิลลิลิตร แล้วนำ can ไปประเหยน้าบน water bath จนน้ำใน can ถูกระเหยจนหมด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ในตู้อบลมร้อน นาน 5 ชั่วโมง จนน้ำหนัก can คงที่ แล้วจึงนำออกจากตู้อบไปใส่ในdessicator จน can เย็นลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที) นำไปชั่งจดบันทึกน้ำหนักที่คงที่แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด (% Total Solid) โดยที่

$$\% \text{ Total Solid} = \frac{[\text{น้ำหนักหลังอบตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักของ can (g)}]}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (ml.)}} \times 100$$

## 3. การหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (% Brix)

วัดโดยใช้ Hand refractometer



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (Hedonic Scale) ของโยเกิร์ตน้ำ  
ลูกเคี้ยว เมื่อเติมหางนมผงในปริมาณที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง : โยเกิร์ตน้ำลูกเคี้ยว

คำแนะนำ : กรุณาตอบแบบสอบถามต่อไปนี้อย่างไม่ต้องคำนึงถึงความเหมือนหรือต่างจากโยเกิร์ต  
ที่ทำจากนมสดโดยการให้คะแนน

- 1 = ไม่ชอบมาก
- 2 = ไม่ชอบปานกลาง
- 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
- 4 = เฉยๆ
- 5 = ชอบเล็กน้อย
- 6 = ชอบปานกลาง
- 7 = ชอบมาก

กรุณาบ้วนปากหลังชิมทุกครั้ง

ลักษณะที่ทดสอบ

รหัสตัวอย่าง

สี

กลิ่น

ลักษณะเนื้อสัมผัส

ความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

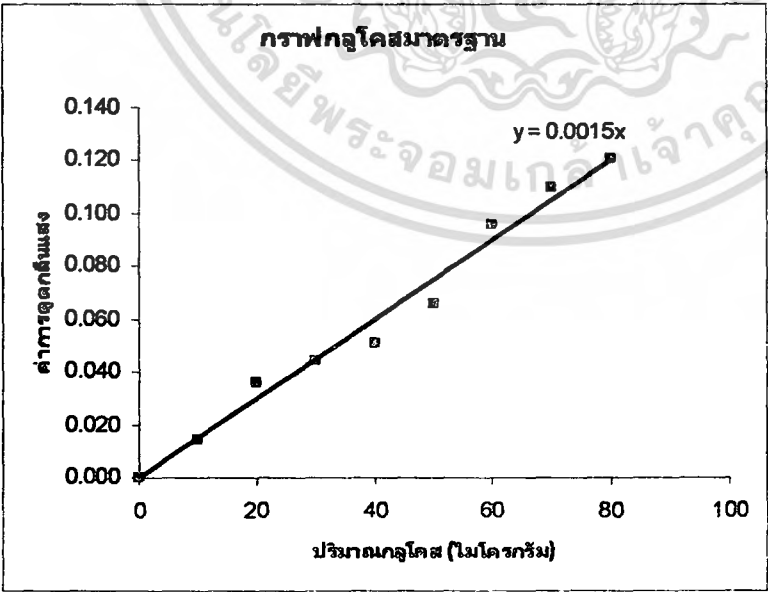


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดด้วยวิธี Phenol – Sulfuric

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณกลูโคสมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง

| หลอดที่ | ปริมาณกลูโคส<br>(ไมโครกรัม) | ค่าการดูดกลืนแสง |            |        |
|---------|-----------------------------|------------------|------------|--------|
|         |                             | ครั้งที่ 1       | ครั้งที่ 2 | เฉลี่ย |
| Blank   | 0                           | 0.000            | 0.000      | 0.000  |
| 1       | 10                          | 0.012            | 0.016      | 0.014  |
| 2       | 20                          | 0.034            | 0.038      | 0.036  |
| 3       | 30                          | 0.045            | 0.046      | 0.044  |
| 4       | 40                          | 0.049            | 0.053      | 0.051  |
| 5       | 50                          | 0.064            | 0.068      | 0.066  |
| 6       | 60                          | 0.094            | 0.097      | 0.096  |
| 7       | 70                          | 0.109            | 0.111      | 0.110  |
| 8       | 80                          | 0.118            | 0.124      | 0.121  |



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลูโคสกับค่าการดูดกลืนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของน้ำลูกเคี้ยว

| อัตราส่วนระหว่าง<br>ลูกเคี้ยวต่อน้ำ | อัตราส่วนเจือจาง | ค่าการดูดกลืนแสง<br>(เฉลี่ย) |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|
| 1 : 10                              | 1 : 1000         | 0.030                        |
| 1 : 15                              | 1 : 100          | 0.173                        |

จากกราฟกฎโคสมมาตรฐาน ได้สมการกำกับเส้น คือ  $Y = 0.0015 X$

โดย Y คือ ค่าการดูดกลืนแสง และ X คือ ปริมาณกลูโคส

แทนค่า การดูดกลืนแสงที่อัตราส่วนลูกเคี้ยวต่อน้ำเป็น 1 : 10

เมื่อ  $Y = 0.030$  จะได้  $X = 20$  ไมโครกรัม

ที่อัตราส่วนเจือจาง 1 : 1000 มีปริมาณกลูโคสเท่ากับ  $20 \times 10^{-6} \times 1000 = 0.02$  กรัม

ในน้ำลูกเคี้ยว 2 มิลลิลิตร มีคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 0.02 กรัม

ในน้ำลูกเคี้ยว 100 มิลลิลิตร มีคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด  $\frac{0.02 \times 100}{2} = 1$  กรัม

ดังนั้น ในน้ำลูกเคี้ยวที่อัตราส่วนลูกเคี้ยวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 10 มีคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดเท่ากับ 1.00 % W/V

การดูดกลืนแสงที่อัตราส่วนลูกเคี้ยวต่อน้ำเป็น 1 : 15

เมื่อ  $Y = 0.173$  จะได้  $X = 115.33$  ไมโครกรัม

ที่อัตราส่วนเจือจาง 1 : 100 มีปริมาณกลูโคสเท่ากับ  $115.33 \times 10^{-6} \times 100 = 0.0115$  กรัม

ในน้ำลูกเคี้ยว 2 มิลลิลิตร มีคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 0.0115 กรัม

ในน้ำลูกเคี้ยว 100 มิลลิลิตร มีคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด  $\frac{0.0115 \times 100}{2} = 0.58$  กรัม

ดังนั้น ในน้ำลูกเคี้ยวที่อัตราส่วนลูกเคี้ยวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 15 มีคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดเท่ากับ 0.58 % W/V

2. การหาปริมาณที่เหมาะสมของหางนมผงในการผลิตโยเกิร์ตน้ำลูกเต๋เดียว

ตารางที่ 3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกของโยเกิร์ต ณ เวลาทุกๆ ชั่วโมงของการบ่ม

| เวลา | ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก   |                           |                           |                           |
|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|      | 12% TS                    | 14% TS                    | 16% TS                    | 18% TS                    |
| 0    | 0.19 ± 0.04 <sup>NS</sup> | 0.22 ± 0.03 <sup>NS</sup> | 0.28 ± 0.02 <sup>NS</sup> | 0.29 ± 0.02 <sup>NS</sup> |
| 1    | 0.21 ± 0.04 <sup>NS</sup> | 0.26 ± 0.00 <sup>NS</sup> | 0.30 ± 0.02 <sup>NS</sup> | 0.35 ± 0.02 <sup>NS</sup> |
| 2    | 0.28 ± 0.03 <sup>NS</sup> | 0.37 ± 0.01 <sup>NS</sup> | 0.40 ± 0.04 <sup>NS</sup> | 0.43 ± 0.04 <sup>NS</sup> |
| 3    | 0.39 ± 0.06 <sup>NS</sup> | 0.52 ± 0.06 <sup>NS</sup> | 0.50 ± 0.08 <sup>NS</sup> | 0.60 ± 0.08 <sup>NS</sup> |
| 4    | 0.47 ± 0.04 <sup>NS</sup> | 0.59 ± 0.01 <sup>NS</sup> | 0.66 ± 0.11 <sup>NS</sup> | 0.68 ± 0.11 <sup>NS</sup> |
| 5    | 0.51 ± 0.07 <sup>NS</sup> | 0.69 ± 0.10 <sup>NS</sup> | 0.69 ± 0.11 <sup>NS</sup> | 0.81 ± 0.08 <sup>NS</sup> |
| 6    | 0.61 ± 0.04 <sup>NS</sup> | 0.74 ± 0.12 <sup>NS</sup> | 0.74 ± 0.12 <sup>NS</sup> | 0.88 ± 0.13 <sup>NS</sup> |
| 7    | 0.67 ± 0.09 <sup>NS</sup> | 0.84 ± 0.10 <sup>NS</sup> | 0.87 ± 0.18 <sup>NS</sup> | 0.95 ± 0.06 <sup>NS</sup> |
| 8    | 0.73 ± 0.06 <sup>NS</sup> | 0.90 ± 0.17 <sup>NS</sup> | 0.94 ± 0.19 <sup>NS</sup> | 1.07 ± 0.16 <sup>NS</sup> |

หมายเหตุ : <sup>NS</sup> หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4 แสดงค่า pH ของโยเกิร์ต ณ เวลาทุกๆ ชั่วโมงของการบ่ม

| เวลา | ค่า pH                    |                           |                           |                           |
|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|      | 12% TS                    | 14% TS                    | 16% TS                    | 18% TS                    |
| 0    | 5.92 ± 0.10 <sup>NS</sup> | 5.93 ± 0.04 <sup>NS</sup> | 5.91 ± 0.06 <sup>NS</sup> | 5.87 ± 0.06 <sup>NS</sup> |
| 1    | 5.75 ± 0.06 <sup>NS</sup> | 5.82 ± 0.05 <sup>NS</sup> | 5.80 ± 0.04 <sup>NS</sup> | 5.80 ± 0.06 <sup>NS</sup> |
| 2    | 5.30 ± 0.19 <sup>NS</sup> | 5.14 ± 0.23 <sup>NS</sup> | 5.24 ± 0.25 <sup>NS</sup> | 5.36 ± 0.05 <sup>NS</sup> |
| 3    | 4.76 ± 0.03 <sup>NS</sup> | 4.82 ± 0.31 <sup>NS</sup> | 4.95 ± 0.25 <sup>NS</sup> | 4.84 ± 0.08 <sup>NS</sup> |
| 4    | 4.56 ± 0.06 <sup>NS</sup> | 4.64 ± 0.08 <sup>NS</sup> | 4.65 ± 0.18 <sup>NS</sup> | 4.61 ± 0.03 <sup>NS</sup> |
| 5    | 4.46 ± 0.11 <sup>NS</sup> | 4.32 ± 0.03 <sup>NS</sup> | 4.42 ± 0.17 <sup>NS</sup> | 4.44 ± 0.03 <sup>NS</sup> |
| 6    | 4.26 ± 0.06 <sup>NS</sup> | 4.29 ± 0.04 <sup>NS</sup> | 4.35 ± 0.10 <sup>NS</sup> | 4.30 ± 0.06 <sup>NS</sup> |
| 7    | 4.21 ± 0.06 <sup>NS</sup> | 4.19 ± 0.01 <sup>NS</sup> | 4.23 ± 0.16 <sup>NS</sup> | 4.25 ± 0.00 <sup>NS</sup> |
| 8    | 4.13 ± 0.04 <sup>NS</sup> | 4.13 ± 0.13 <sup>NS</sup> | 4.23 ± 0.18 <sup>NS</sup> | 4.15 ± 0.05 <sup>NS</sup> |

หมายเหตุ : <sup>NS</sup> หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนจุลินทรีย์แลคติกในโยเกิร์ต ณ เวลาทุกๆ ชั่วโมงของการบ่ม

| เวลา | จำนวนเชื้อจุลินทรีย์แลคติกทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) |                    |                    |                    |
|------|-------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|      | 12% TS                                          | 14% TS             | 16% TS             | 18% TS             |
| 0    | $5.65 \times 10^6$                              | $2.98 \times 10^6$ | $7.75 \times 10^6$ | $5.45 \times 10^6$ |
| 1    | $1.04 \times 10^7$                              | $1.38 \times 10^7$ | $1.55 \times 10^7$ | $2.62 \times 10^7$ |
| 2    | $3.98 \times 10^7$                              | $2.10 \times 10^8$ | $7.55 \times 10^7$ | $8.95 \times 10^7$ |
| 3    | $1.25 \times 10^8$                              | $2.55 \times 10^8$ | $8.01 \times 10^7$ | $1.72 \times 10^8$ |
| 4    | $1.29 \times 10^8$                              | $2.70 \times 10^8$ | $1.16 \times 10^8$ | $2.26 \times 10^8$ |
| 5    | $1.62 \times 10^8$                              | $2.84 \times 10^8$ | $2.58 \times 10^8$ | $2.90 \times 10^8$ |
| 6    | $1.90 \times 10^8$                              | $2.94 \times 10^8$ | $1.62 \times 10^8$ | $3.18 \times 10^8$ |
| 7    | $1.34 \times 10^8$                              | $2.97 \times 10^8$ | $8.90 \times 10^7$ | $5.45 \times 10^8$ |
| 8    | $7.85 \times 10^7$                              | $2.98 \times 10^8$ | $3.40 \times 10^7$ | $8.40 \times 10^7$ |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง 2 ครั้ง

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนจุลินทรีย์แลคติกในโยเกิร์ต ณ เวลาทุกๆ ชั่วโมงของการบ่ม (log cfu/g)

| เวลา | จำนวนเชื้อจุลินทรีย์แลคติกทั้งหมด ( log cfu/g) |        |        |        |
|------|------------------------------------------------|--------|--------|--------|
|      | 12% TS                                         | 14% TS | 16% TS | 18% TS |
| 0    | 6.75                                           | 6.47   | 6.89   | 6.74   |
| 1    | 7.02                                           | 7.14   | 7.19   | 7.42   |
| 2    | 7.60                                           | 8.32   | 7.88   | 7.95   |
| 3    | 8.10                                           | 8.41   | 7.90   | 8.24   |
| 4    | 8.11                                           | 8.43   | 8.06   | 8.35   |
| 5    | 8.21                                           | 8.45   | 8.41   | 8.46   |
| 6    | 8.28                                           | 8.47   | 8.21   | 8.50   |
| 7    | 8.13                                           | 8.47   | 7.95   | 8.74   |
| 8    | 7.89                                           | 8.47   | 7.53   | 7.92   |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าความหนืดของโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย

| เวลา | ค่าความหนืด(cp)       |                       |                       |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|      | 14%TS                 | 16%TS                 | 18%TS                 |
| 4    | 592 ± 38 <sup>a</sup> | 649 ± 45 <sup>b</sup> | 892 ± 50 <sup>c</sup> |
| 5    | 610 ± 22 <sup>a</sup> | 665 ± 55 <sup>b</sup> | 918 ± 22 <sup>c</sup> |
| 6    | 627 ± 24 <sup>a</sup> | 720 ± 16 <sup>b</sup> | 942 ± 27 <sup>c</sup> |

หมายเหตุ: ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดของน้ำลูกเดี๋ยและโยเกิร์ตน้ำลูกเดี๋ย

| เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดตามคำนวณ | เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด |                                                     |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                   | น้ำลูกเดี๋ย               | น้ำลูกเดี๋ยที่ปรับเปอร์เซ็นต์ของแข็งด้วยหางนมผงแล้ว |
| 12 %                              | 4.92 ± 0.01               | 12.11 ± 0.02                                        |
| 14 %                              | 4.94 ± 0.08               | 14.36 ± 0.10                                        |
| 16 %                              | 4.87 ± 0.00               | 16.24 ± 0.03                                        |
| 18 %                              | 5.03 ± 0.04               | 18.38 ± 0.03                                        |

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง 3 ซ้ำ



**ภาคผนวก จ**  
**ภาพอุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

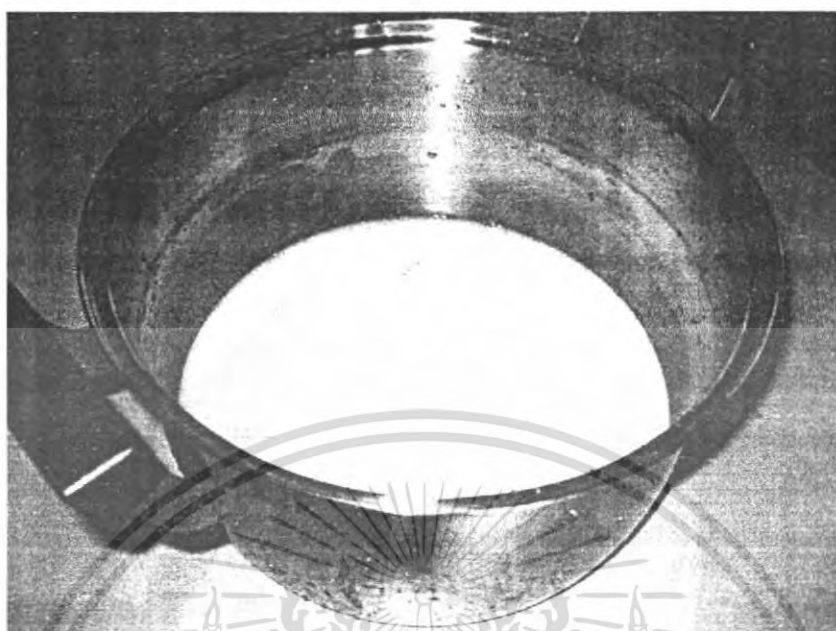


ภาพที่ 1 อุปกรณ์การเตรียมน้ำลูกเคี้ยว

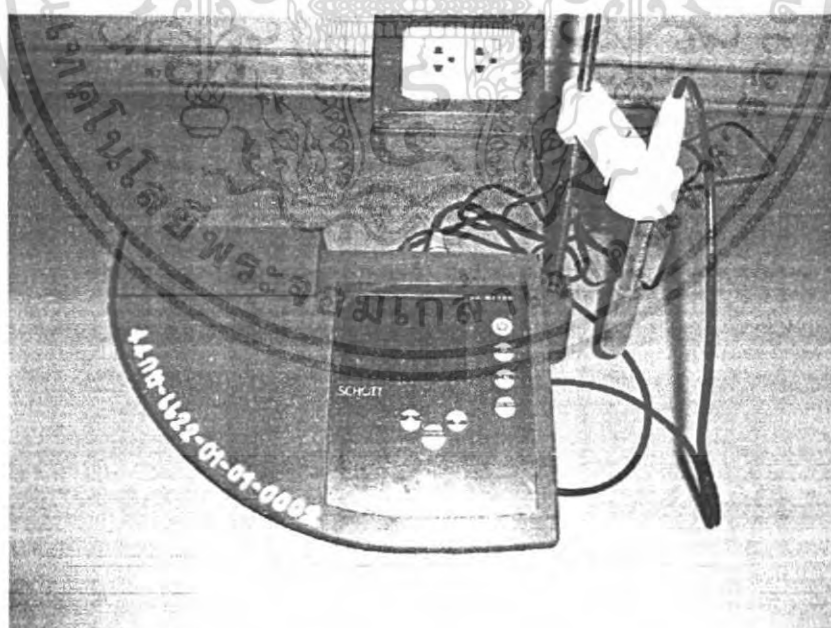


ภาพที่ 2 การเตรียมน้ำลูกเคี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

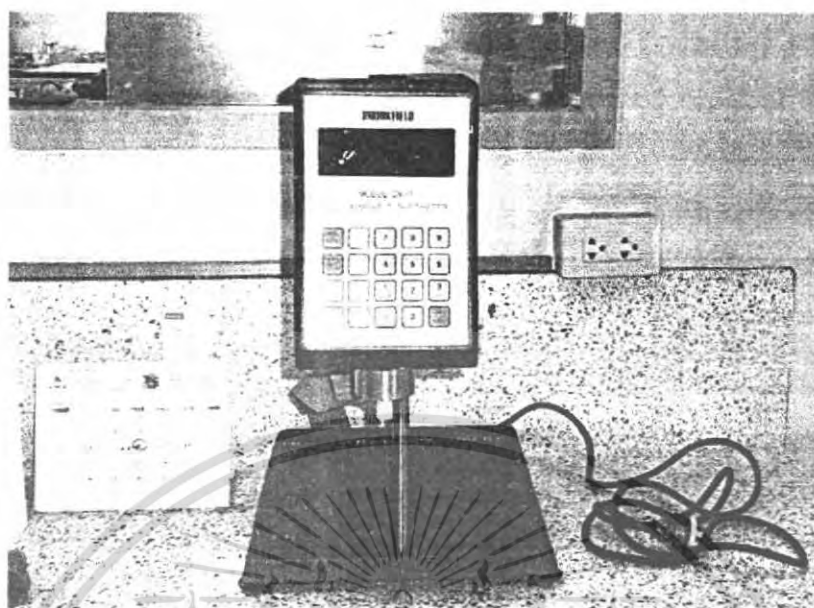


ภาพที่ 3 น้ำลูกเคียวที่เตรียมได้



ภาพที่ 4 เครื่องวัด pH meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

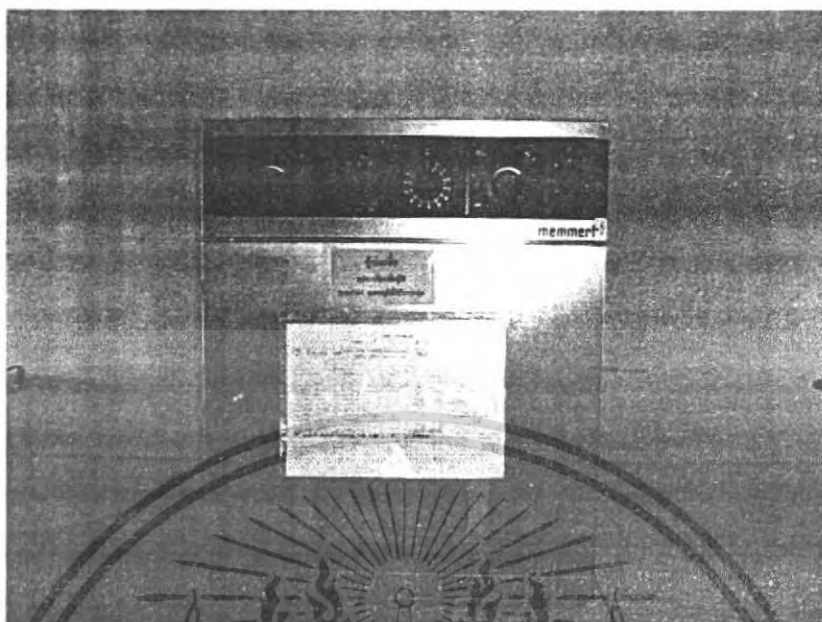


ภาพที่ 5 เครื่องวัดความหนืด Brookfield รุ่น LV-DV-III



ภาพที่ 6 ชุดบ่มไฮเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ตู้บ่มเชื้อ



ภาพที่ 8 เครื่อง Autoclave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ประวัติผู้เขียน

นางสาวมณฑิรา วราภรณ์ เกิดวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายที่โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช ในปีการศึกษา 2543

นางสาวสุพัตรา ช่อเจียง เกิดวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดตรัง จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายที่โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง ในปีการศึกษา 2543



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

1. น้ำลูกเดือยที่เตรียมได้จากอัตราส่วนของลูกเดือยต่อน้ำเท่ากับ 1 : 10 มีปริมาณของแข็งทั้งหมด เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ( % Brix ) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดสูงกว่าที่อัตราส่วน 1 : 15
2. ในการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตน้ำลูกเดือยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการบ่มและเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่มากขึ้นตามลำดับ โดยที่โยเกิร์ตน้ำลูกเดือยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 12 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกต่ำสุด และที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกสูงสุด
3. ค่าพีเอชของโยเกิร์ตน้ำลูกเดือยในระหว่างการบ่มที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการบ่มมากขึ้น แต่ที่ระยะเวลาการบ่มเท่ากัน พบว่าในโยเกิร์ตน้ำลูกเดือยที่มีปริมาณของแข็งเท่ากับ 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ค่าพีเอชไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
4. จำนวนเชื้อแบคทีเรียแลคติกในโยเกิร์ตน้ำลูกเดือยในระหว่างการบ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการบ่มมากขึ้น โดยที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดต่างกันเท่ากับ 12 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยเชื้อแบคทีเรียแลคติกจะเจริญอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาที่ 0 – 3 หลังจากนั้นจะค่อนข้างคงที่ในระดับ  $8 \log \text{ cfu/g}$
5. ค่าความหนืดของโยเกิร์ตน้ำลูกเดือยเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยที่ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 14 เปอร์เซ็นต์ โยเกิร์ตมีค่าความหนืดต่ำสุด และที่ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความหนืดสูงสุด
6. จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อโยเกิร์ตน้ำลูกเดือยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 14 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ พบว่าที่ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 16 เปอร์เซ็นต์ ได้รับความชอบการยอมรับในด้านสีสูงสุด ที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ได้รับความชอบการยอมรับในด้านกลิ่นสูงสุดเท่ากัน ที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 16 เปอร์เซ็นต์ ได้รับความชอบการยอมรับในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสสูงสุด

7. เมื่อพิจารณาจากลักษณะต่าง ๆ (เช่น สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส เป็นต้น) และปริมาณการใช้หางนมผงในการปรับปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่าน่าจะเลือกผลิตภัณฑ์น้ำลูกเต๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 14 เนื่องจากมีลักษณะปรากฏที่ค่อนข้างดี คือ มีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน ไม่เป็นเม็ดแข็ง ไม่เหลวเกินไป และใช้หางนมผงในปริมาณที่น้อยกว่าอีกด้วย

#### ข้อเสนอแนะ

1. ในการปรับปริมาณของแข็งในน้ำลูกเต๋ยด้วยหางนมผง ควรนำมาทำการโฮโมจีไนซ์ เพื่อให้ส่วนผสมรวมกันเป็นเนื้อเดียว ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการให้ความร้อนแก่น้ำลูกเต๋ยในการละลายนมผง ไม่ทำให้น้ำลูกเต๋ยเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะไปมาก
2. ในการศึกษาต่อไปอาจเติมโปรตีนถั่วเหลืองลงไปแทนการใช้หางนมผง