

ผลของปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ต่อลักษณะทางกายภาพของนม  
และการประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม

นายอรรณวิทย์ วิทยกุล



ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

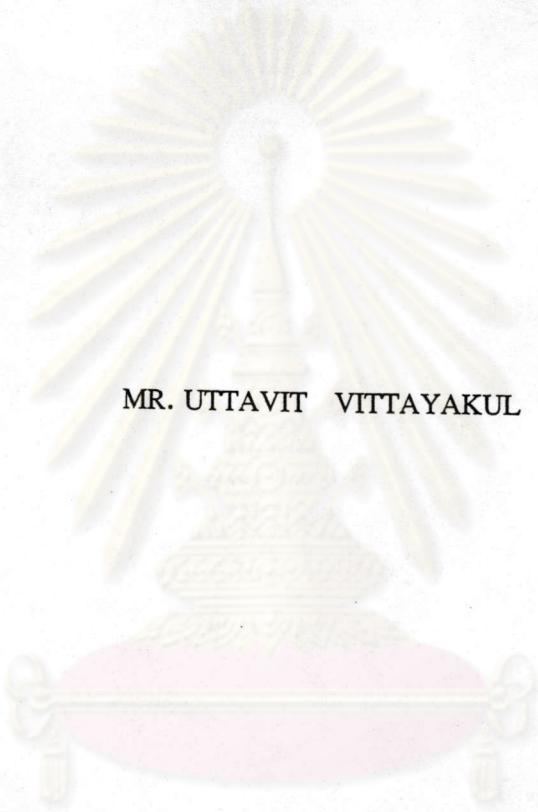
พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-568-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17057036

EFFECTS OF CALCIUM, MAGNESIUM AND PHOSPHORUS ON  
THE PHYSICAL PROPERTY OF MILK AND ITS APPLICATION FOR  
DEVELOPMENT OF MILK-FRUIT JUICE BEVERAGES



MR. UTTAVIT VITTAYAKUL

Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 947-633-568-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ต่อลักษณะทาง  
กายภาพของนม และการประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำ  
ผลไม้ผสมนม

โดย นาย อรรถวิทย์ วิทยกุล  
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กীরติพิบูล  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. รุจ วัลยะเสวี



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ฤงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กীরติพิบูล)

..... กรรมการ  
(ดร. รุจ วัลยะเสวี)

..... กรรมการ  
(ดร. จูฑาภา เขียวขจี)



อรรถวิทย์ วิทยกุล : ผลของปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ต่อลักษณะทางกายภาพ  
ของนม และการประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม (EFFECTS OF  
CALCIUM, MAGNESIUM AND PHOSPHORUS ON THE PHYSICAL PROPERTY OF  
MILK AND ITS APPLICATION FOR DEVELOPMENT OF MILK-FRUIT JUICE  
BEVERAGES) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุวิมล กীরติพิบูล , ดร. รุจ วัลยะเสวี , 98 หน้า.  
ISBN 974-633-568-5

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ที่มีต่อสมบัติทาง  
กายภาพของนม เพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนม ที่ไม่เกิดการแยกชั้นที่ค่าพีเอชต่ำกว่าค่า Isoelectric -  
point ของนมโดยวิธีเรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดบวก (MSC-1 H<sup>+</sup> form) เมื่อมีการแลกเปลี่ยน H<sup>+</sup> กับแคลเซียม  
และแมกนีเซียมในนมที่กวนกับเรซิน MSC-1 มีผลทำให้พีเอชมีค่าลดลง จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณ  
แคลเซียมที่ลดลงกับพีเอช และปริมาณแมกนีเซียมที่ลดลงกับพีเอช พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง มีสมการเป็น  
 $y = 3.145x - 7.339$  และ  $y = 0.210x - 0.277$  และมีค่า  $R^2 = 0.94$  และ  $0.84$  นอกจากนี้ยังพบว่า ความ  
สัมพันธ์ของอัตราส่วนแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสกับพีเอชมีสมการเป็น  $y = 2.957x + 2.270$  ซึ่งมีค่า  $R^2 = 0.96$

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของนมด้านความหนืด ค่าความคงตัว และสี พบว่าที่พีเอชต่ำกว่า  
Isoelectric point ค่าความหนืดของนม มีแนวโน้มสูงขึ้นจนถึงพีเอช 2.7 และจะมีค่าความหนืดลดลงที่พีเอชต่ำ  
กว่า 2.7 ในขณะที่ค่าความคงตัวจะมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 100% ที่พีเอช 2.8 และในช่วงพีเอชต่ำกว่า 2.8 ค่าความคงตัว  
ยังคงมีค่า 100% ในขณะที่ค่าความหนืดเริ่มลดลง ค่าสี (L, a, b) พบว่าที่พีเอชต่ำกว่า 3.6 และมีสีออกไปทางสี  
เขียวเพิ่มมากขึ้น ในการทดลองผลิตน้ำผลไม้ผสมนม เลือกนมที่มีพีเอช 2.9 - 3.0 เพราะเป็นช่วงพีเอชที่นมมี  
ความคงตัวดี และนำมาปรับพีเอชด้วยสารละลาย 7% (w/v)  $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$  ให้ได้พีเอช 4.25 - 4.3 จะได้นม  
ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับนมปกติมากที่สุด นำไปผสมกับน้ำผลไม้ในอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 โดยน้ำผลไม้ (น้ำ-  
แอปเปิ้ล น้ำอุนแดง น้ำอุนขาว และน้ำสับปะรด) ที่ใช้ ได้ถูกลดปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม ด้วยเรซิน  
MSC-1 จนมีพีเอช 3.0 และปรับความหวานน้ำผลไม้ด้วยน้ำตาล 5% (w/v) ให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้  
ทั้งหมดเท่ากับ 13.0 - 13.5<sup>o</sup> บริกซ์ และพาสเจอร์ไรส์ก่อนนำมาผสมกับนมที่ 80<sup>o</sup> เซลเซียส 2 นาที นำผลิตภัณฑ์  
น้ำผลไม้ผสมนมที่ได้ผ่านเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ และบรรจุในขวดแก้วที่ฆ่าเชื้อแล้ว เมื่อวิเคราะห์ผลทางด้านประสาท  
สัมผัสด้วยวิธี 9 points Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน 50 คนพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำแอปเปิ้ล  
ผสมนมในอัตราส่วน 1 : 1 และ 2 : 1 และน้ำสับปะรดผสมนมในอัตราส่วน 2 : 1 ได้รับคะแนนด้านลักษณะ  
ปรากฏและด้านการยอมรับรวมสูงสุด คือ 5.98 และ 6.20 ตามลำดับ ( $P > 0.05$ ) และผลิตภัณฑ์ที่ได้มี  
โปรตีนเพิ่มขึ้นกว่าน้ำแอปเปิ้ล และน้ำสับปะรดก่อนผสมนมเป็น 754.55, 312.12 และ 331.71% ตามลำดับ  
เมื่อวิเคราะห์ผลทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่ 4-10<sup>o</sup> เซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยวิธี  
9 points Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 35 คน พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำอุนขาวผสม  
นมในอัตราส่วน 1 : 1 และ 2 : 1 น้ำแอปเปิ้ลผสมนม และน้ำอุนแดงผสมนมอัตราส่วน 2 : 1 ได้รับคะแนนทาง  
ด้านลักษณะปรากฏและด้านการยอมรับรวมสูงสุด 5.88 และ 5.85 ตามลำดับ ( $P > 0.05$ )

ภาควิชา .....เทคโนโลยีทางอาหาร.....  
สาขาวิชา .....เทคโนโลยีทางอาหาร.....  
ปีการศึกษา .....2538.....

ลายมือชื่อนิลิต ..... อรรถวิทย์ วิทยกุล .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... สุวิมล กীরติพิบูล .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... รุจ วัลยะเสวี .....

## C627211 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD:

MILK-FRUIT JUICES / PHYSICAL PROPERTY OF MILK/ CALCIUM/ MAGNESIUM/  
STABILITY OF MILK

UTTAVIT VITTAYAKUL : EFFECTS OF CALCIUM, MAGNESIUM AND PHOSPHORUS ON THE  
PHYSICAL PROPERTY OF MILK AND ITS APPLICATION FOR DEVELOPMENT OF MILK-FRUIT  
JUICE BEVERAGES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUWIMON KEERATIPIBUL, Ph.D.,  
RUUD VALYASAVI, Ph.D. 98 PP. ISBN 974-633-568-5

The stability of milk resulted from decreased concentrations of calcium and magnesium was studied. Calcium and magnesium removed by mixing cation-exchange resins with milk resulted in decrease of pH. Regression analyses of reduced concentrations of calcium ( $y_1$ ) and magnesium ( $y_2$ ) related to pH can be expressed as  $y_1 = 3.145x - 7.339$ ,  $R^2 = 0.94$  and  $y_2 = 0.210x - 0.277$ ,  $R^2 = 0.84$  respectively. The ratio of calcium and phosphorus ( $y_3$ ) as related to pH is expressed as  $y_3 = 2.957x + 2.270$ ,  $R^2 = 0.96$ .

The results showed that the viscosity increased when pH of milk is below 2.7 and decreased if pH dropped below 2.7. There was no change in milk stability measured as 100% at or below pH 2.8. Analysis of milk color (L, a, b) showed that at pH lower than 3.6 milk had a lower value in lightness and a higher color value in green. To prepare fruit juice milk beverages, various juices made from apple, red grape, white grape and pineapple were treated with cation-exchange resins to reduce calcium and magnesium. The resin treated fruit juices were adjusted with 5% w/v sucrose to a final total soluble solids of 13.0 - 13.5<sup>o</sup> Brix and pasteurized at 80<sup>o</sup> C for 2 minutes. The resin treated milk between pH 2.9 - 3.0 was then adjusted back to pH range 4.25 - 4.3 using 7% (w/v) of  $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$  solution as at this pH range, the physical properties of milk is closest to milk. Then resin treated fruit juices were mixed with milk at pH 4.25 - 4.3 to the ratios of 1 : 1 and 2 : 1 for each beverage. The apple juice milk beverage at ratios of 1 : 1 and 2 : 1 and pineapple juice milk beverage at 2 : 1 have a much higher protein content than unmixed fruit juices of 754.55, 312.22 and 331.71% respectively.

Sensory Analysis using 9 points Hedonic Scale method using 50 untrained panelists showed that apple juice milk beverage at ratios of 1 : 1 and 2 : 1 and pineapple juice milk beverage at ratio of 2:1 received the highest scores for appearance and acceptability of 5.98 and 6.20 respectively ( $p > 0.05$ ). However the highest scores for white grape juice milk beverage at ratios of 1 : 1 and 2 : 1, apple juice milk and red grape juice milk beverages at ratio of 2 : 1 stored for 2 weeks at 4 - 10<sup>o</sup> C were 5.88 and 5.85 respectively.

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....

ปีการศึกษา.....2538.....

ลายมือชื่อนิสิต.....อภวิศา.....วิชัย.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....อ.สมคิด.....โรตติพิบูล.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....อ.กัญจน์.....



### กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ ผศ.ดร. สุวิมล กิรติพิบูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร. รุจ วัลยะเสวี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือสนับสนุนให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องด้านต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนเพื่อใช้ในการวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล และ ดร. จิตภา เขียวขจี ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการสอบและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. วิสิฐ จະวะสิต ที่ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องบางส่วนของงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คุณ สุทธิพงศ์ พฤกษ์ประเสริฐ และ บริษัท วิกี้ คอนโซลิเดท จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ห่มผงดมขมเนยเอ็มจี ในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณภาคภูมิ เอี่ยมจิตกุล คุณบุญเลิศ อรุณพิบูลย์ คุณรัชดา ศรีสำราญ และ คุณพิสุทธิ์ งามวิจิตวงศ์ ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านคอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคุณประทีป จันเรือง เจ้าหน้าที่ห้อง วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกคนในภาควิชาที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้องทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	3
3. อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง .....	22
4. ผลการทดลอง .....	33
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	67
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ .....	78
รายการอ้างอิง .....	80
ภาคผนวก .....	84
ภาคผนวก ก.....	85
ภาคผนวก ข .....	89
ภาคผนวก ค.....	90
ภาคผนวก ง .....	93
ภาคผนวก จ .....	96
ภาคผนวก ฉ .....	97
ประวัติผู้เขียน .....	98

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
1. องค์ประกอบบางประการของนม .....	3
2. องค์ประกอบและคุณสมบัติของเคซีน .....	5
3. องค์ประกอบและสมบัติของเวย์โปรตีน .....	8
4. การกระจายตัวของเกล็ดแระระหว่าง Colloidal phase และ Soluble phase.....	11
5. คุณค่าทางโภชนาการของน้ำผลไม้ใน 100 กรัม .....	15
6. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบบางประการของนมผงขาดมันเนยเอ็มจี.....	33
7. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบบางประการของน้ำผลไม้.....	34
8. ความสัมพันธ์การลดลงของปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และ แคลเซียมต่อฟอสฟอรัส ต่อค่าพีเอชที่ลดลงด้วยเรซิน MSC -1 .....	35
9. ค่าความหนืดของนมเมื่อกวนกับเรซิน MSC -1 เทียบกับการเติม กรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ .....	39
10. ผลการวิเคราะห์ทางด้านความคงตัวของนมที่กวนกับเรซิน MSC -1 เทียบกับนมที่เติมกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ ในสภาวะเดียวกัน.....	42
11. ความแตกต่างด้านสีของนมเมื่อกวนกับเรซิน MSC-1 ที่พีเอช 6.7-2.6 .....	44
12. ความแตกต่างด้านสี เมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ที่พีเอช 6.7-2.6 .....	45
13. ผลการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีของนมที่ผ่านเรซิน MSC -1 พีเอช 3 เมื่อปรับ พีเอชด้วย $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 7% w/v .....	47
14. ผลการวิเคราะห์สมบัติบางประการของน้ำผลไม้พีเอช 3.0.....	48
15. ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนม.....	49
16. ค่าสี (L, a, b) ของน้ำผลไม้ผสมนมชนิดต่าง ๆ .....	50
17. คุณสมบัติของน้ำผลไม้ผสมนมชนิดต่าง ๆ .....	50
18. ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมโดย ทดสอบ 50 คน .....	52



ตารางที่	หน้าที่
19. ผลการทดลองด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมโดยผู้ทดสอบ 50 คน .....	54
20. Analysis of variance ของปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของน้ำผลไม้ผสมนม .....	55
21. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอิทธิพลของชนิดน้ำผลไม้ (A) ที่มีผลกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม .....	56
22. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอิทธิพลของอัตราส่วนน้ำผลไม้ต่อนม (B) ที่มีผลกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม .....	57
23. ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอิทธิพลระหว่างชนิดน้ำผลไม้และอัตราส่วนของน้ำผลไม้ต่อนม (AB) ที่มีผลกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม .....	58
24. ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอิทธิพลของเวลาการเก็บ (C) ที่มีผลกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม .....	59
25. ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้และเวลาการเก็บ (AC) ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม .....	59
26. ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอิทธิพลร่วมของอัตราส่วนของน้ำผลไม้ต่อนมและเวลาการเก็บ (BC) ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม .....	60
27. ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้ อัตราส่วนของน้ำผลไม้ต่อนมและเวลา การเก็บ (ABC) ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม .....	61
28. ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้ อัตราส่วนน้ำผลไม้ต่อนมและเวลาการเก็บ (ABC) ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม .....	62
29. การเปลี่ยนแปลงของค่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ได้ 2 สัปดาห์ .....	64
30. ผลการทดสอบด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมหลังการเก็บ 4-10° เซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากผู้บริโภคร 35 คน .....	65
31. ผลการทดสอบด้านการยอมรับ ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมหลังเก็บที่ 4-10° เซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากผู้บริโภคร 35 คน .....	66

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
ค 1	การวิเคราะห์ข้อมูลของการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) .....	90
ค 2	การวิเคราะห์ข้อมูลของการวางแผนการทดลองแบบ Factorial Completely Random Design.....	91
ค 3	การคิดค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลของการวางแผนแบบ Factorial โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test.....	92



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้าที่
1. โมเดลของเคซีนไมเซล .....	7
2. ขั้นตอนการเตรียมนมที่นำมาลดปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม โดยเรซิน แลกเปลี่ยนไอออนชนิดบวก MSC-1 .....	27
3. วิธีการศึกษาสมบัติทางกายภาพของนมที่พีเอช 6.7-2.6 .....	29
4. การผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมนม .....	31
5. ความสัมพันธ์การลดลงของปริมาณแคลเซียมกับพีเอชเมื่อกวนกับเรซิน MSC-1 .....	36
6. ความสัมพันธ์การลดลงของปริมาณแมกนีเซียมกับพีเอชเมื่อกวนกับเรซิน MSC-1 .....	37
7. ความสัมพันธ์การลดลงของอัตราส่วนปริมาณแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสกับพีเอช เมื่อกวนกับเรซิน MSC-1 .....	37
8. การเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืด (cps) ระหว่างนมที่กวนกับเรซิน MSC-1 และนมที่เติมกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ ที่พีเอชต่าง ๆ กัน .....	40
9. ผลการวิเคราะห์ทางด้านค่าความคงตัวของนมที่กวนกับเรซิน MSC-1 เทียบกับนมที่เติมกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ ในสภาวะเดียวกัน .....	43
10. ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมในอัตราส่วน 1:1 .....	51
11. ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมในอัตราส่วน 2:1 .....	51
12. ความสามารถในการละลายของ $\beta$ -เคซีนที่พีเอชและอุณหภูมิต่าง ๆ .....	70
13. ความสามารถในการละลายของ $\kappa$ -เคซีนที่พีเอชและอุณหภูมิต่าง ๆ .....	70
14. ความสามารถในการละลายของ $\alpha_s$ -เคซีนที่พีเอชและอุณหภูมิต่าง ๆ .....	71
15. โครงสร้างของ Anthocyanin ที่พีเอชต่ำกว่า 4.0 ให้สี red flavylium salts .....	72
16. เครื่อง Brookfield viscometer .....	87