การรักษาเสถียรภาพความขุ่นในน้ำส้มเขียวหวาน *Citrus reticulata* Blanco

นายเกียรติภูมิ แก้วสว่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-3156-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I21162220

CLOUD STABILIZATION IN TANGERINE *Citrus reticulata* Blanco JUICE

Mr. Kiattipum Kawsawang

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology
Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2002

ISBN 974-17-3156-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การรักษาเสถียรภาพความขุ่นในน้ำส้มเขียวหวาน *Citrus reticulata* Blanco
โดย	นาย เกียรติภูมิ แก้วสว่าง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกียรติภูมิ แก้วสว่าง : การรักษาเสถียรภาพความขุ่นในน้ำส้มเขียวหวาน *Citrus reticulata* Blanco (CLOUD STABILIZATION IN TANGERINE *Citrus reticulata* Blanco JUICE) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง, 135 หน้า. ISBN 974-17-3156-6.

ความขุ่นในน้ำส้มเขียวหวานส่วนใหญ่เป็นสารประกอบเพคติน เมื่อโครงสร้างเพคตินถูกทำลายจากภาวะต่างๆ ระหว่างการผลิตน้ำส้มคั้นทำให้โมเลกุลของน้ำแยกตัวออกจากเพคติน เพคตินจึงรวมตัวกันโดยมีแคลเซียมอิออนเป็นตัวเชื่อมโมเลกุลของเพคตินแล้วตกตะกอนลงมา อีกทั้งยังมีเอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอร์เรส (PME) จึงเร่งการตกตะกอนให้เกิดเร็วขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการรักษาเสถียรภาพความขุ่นในน้ำส้มเขียวหวานโดยใช้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ในการทดลองขั้นต้นศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำส้มเขียวหวานคั้น พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 9.00 $\pm$ 0.82 °Brix, ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 4.00 $\pm$ 0.25, กรดทั้งหมด (กรดซิตริก) 0.57 $\pm$ 0.04 g/100ml, วิตามินซี 26.69 $\pm$ 0.99 mg/ml, แคโรทีนอยด์ทั้งหมด 0.37 $\pm$ 0.04 μg/ml, เพคติน 0.25 $\pm$ 0.01 g/100ml, เอนไซม์ PME 2.25 $\pm$ 0.2 units / ml, ความหนืด 1.92 $\pm$ 0.07 cPs, ความขุ่น 0.22 $\pm$ 0.01 และค่าสี L, a, b เท่ากับ 39.37 $\pm$ 0.63, -1.48 $\pm$ 0.07, 12.15 $\pm$ 1.18 ตามลำดับ เพื่อควบคุมการทดลองทุกซ้ำให้มีวัตถุดิบเริ่มต้นใกล้เคียงกัน จึงศึกษาหาสูตรน้ำส้มคั้นเบื้องต้นที่เหมาะสมโดยแปรปริมาณของแข็งที่ละลายได้เป็น 12, 14, 16 °Brix ด้วยน้ำตาลซูโครส และแปรปริมาณเกลือเป็น 0.05, 0.10, 0.15 % (w/v) ทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ratio Profile Test (RPT) พบว่าสูตรที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 14 °Brix และเกลือ 0.10 % (w/v) เป็นสูตรที่ดีเนื่องจากมีคะแนนใกล้อุดมคติมากที่สุด ต่อมาศึกษาหาภาวะในการให้ความร้อนแก่น้ำส้มคั้น โดยแปรอุณหภูมิเป็น 70, 80, 90 °C และแปรเวลาเป็น 30, 60, 90 วินาที พบว่าอุณหภูมิ 80 °C และเวลา 90 วินาที เป็นระดับการให้ความร้อนที่เลือกศึกษาต่อไป เนื่องจากภาวะนี้สามารถรักษาเสถียรภาพความขุ่น, ปริมาณเอนไซม์ PME และปริมาณจุลินทรีย์ไม่แตกต่างจากที่อุณหภูมิ 90 °C เวลา 30, 60, 90 วินาที ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามตัวอย่างดังกล่าวยังแยกชั้นมองเห็นตะกอนได้อย่างชัดเจน และสูญเสียวิตามินซี, แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นรวมทั้งมีสีคล้ำโดยแปรตามอายุการเก็บ ($p \leq 0.05$) สำหรับการศึกษาสมบัติบางประการของเพคติน (P), กลูโคแมนแนน (GM), กัวกัม (GG) และแซนแทนกัม (XG) ซึ่งนำมาใช้เป็นสารให้ความคงตัว พบว่า สารละลาย GM, GG และ XG มีความหนืดเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น ส่วน P มีความหนืดต่ำและไม่เปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของสารละลายที่ศึกษา และศึกษาผลของ pH, น้ำตาล และเกลือที่ความเข้มข้นของสารละลาย 0.3 % (w/v)พบว่า pH, น้ำตาล และเกลือ ไม่ส่งผลกระทบต่อความหนืดของ P ส่วน GM, GG และ XG ทนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลและ pH แต่ไม่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือ เมื่อนำสารทั้ง 4 ชนิดมาแปรปริมาณเป็น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 % (w/v) แล้วเติมในน้ำส้มคั้น พบว่าการใช้ที่ทุกความเข้มข้นมีค่าความขุ่นต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) สำหรับ GM, GG และ XG ทุกความเข้มข้นมีค่าความขุ่นและวิตามินซีสูงกว่าตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณที่เหมาะสมคือ 0.3 % (w/v) เนื่องจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าตัวอย่างที่ใช้สารให้ความคงตัว 0.5 % (w/v) มีความหนืดมากเกินไปทำให้คะแนนการยอมรับต่ำกว่าหรือเท่ากับตัวอย่างที่สารให้ความคงตัว 0.3 % (w/v) ดังนั้นจึงนำ GM, GG และ XG มาแปรปริมาณสารให้ความคงตัว 2 ชนิด ดังนี้ GM ผสมกับ XG, GM ผสมกับ GG และ GG ผสมกับ XG ให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายเป็น 0.3 % (w/v) โดยแปรอัตราส่วนของสารผสมเป็น 25 : 75, 50 : 50 และ 75 : 25 แล้วเติมในน้ำส้มคั้น พบว่า GG ผสมกับ XG ทุกอัตราส่วนสามารถรักษาเสถียรภาพความขุ่นของน้ำส้มเขียวหวานได้อย่างน้อย 4 สัปดาห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2545 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4272222123: MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: CLOUD STABILIZATION / TANGERINE JUICE / STABILIZER / PASTEURIZATION

KIATTIPUM KAWSAWANG : CLOUD STABILIZATION IN TANGERINE *Citrus reticulata* Blanco JUICE. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. PRANEE ANPRUNG, Ph. D., 135 pp. ISBN 974-17-3156-6.

Cloudiness in tangerin juice was resulted from degradation of pectin structure during processing of tangerin juice. However , precipitation of degradated pectin was accerelated by PME which caused the unacceptable appearance. Therefore, this study was aimed to stabilize the cloudiness of tangerine juice by using low heat treatment together with adding stabilizers. Firstly, physicochemical property of tangerine juice was analyzed. The results showed that 9.00±0.82°Brix , pH 4.00±0.25 , 0.57±0.04 g/100ml of citric acid , 26.69±0.99 mg/ml of ascorbic acid , 0.37±0.004 μg/ml of total carotenoid , 0.25±0.01 g/100 ml of pectin , 2.25±0.2 units/ml of PME enzyme , 1.92±0.07 cPs of viscosity , 0.22±0.01 of cloud content , The color of L,a,b were 39.37±0.63 , -01.48±0.07 , 12.15±1.18 respectively. The selected product prototype was further improved by varying total soluble solid were 12,14,16°Brix by sucrose and varying salt were 0.05,0.10,0.15%(w/v). The results showed that the 14°Brix and 0.1% salt was the best formulation because it has score near ideal score in Ratio Profile Test (RPT). Then the heating condition was 70,80,90,°C and 30,60,90 seconds were studied. The selected condition was 80°C,90 seconds, with this condition, the sample had a cloud stability, PME activity and microbial quality not differ 90°C 30,60,90 seconds ($p \leq 0.05$). However ,this sample seperated, ascorbic acid and carotenoid lost and darker by storage time ($p \leq 0.05$). After that, some property of stabilizer : pectin (p), glucomannan (GM), guar gum (GG), and xantan gum (XG) were studied. It was found that viscosity of GM, GG and XG solution increase when concentration higher pectin and low viscosity and independent by concentration. Later,studied effect of pH, sugar and salt at 0.3%(w/v) soluton. It was found that pH, sugar and salt not effect to viscosity of pectin solution. But sugar and pH had effect to another stabilizer solution. Then, add each of stabilizer at 0, 0.1, 0.3 and 0.5% (w/v) to tangerine juice. It was found that every concentration of pectin sample had cloud less than control ($p \leq 0.05$). For anather stabilizer, every concentration had turbidity and vitamin C higher than control. Optimun value was 0.3%(w/v) because sensory test founded the control that used stabilizer 0.5% had too high to acceptable. Then, the next step was vary GM and XG, GM AND GG, GG and XG for concentration of solution 0.3%(w/v). The portion of mixture was 25:75, 50:50 and 75:25, respectively, added in tangerine juice. The results found that every portion of GG and XG had preserved stability of tangerine juice more than 4 week.

Department Food Technology — Student's signature....Kiattipum Kawsawang

Field of study Food Technology — Advisor's signature.....Pranee

Academic year 2002 — Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

กระผมใคร่กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง อาจารย์ที่ปรึกษาหลักสูตรและวิทยานิพนธ์ ซึ่งดูแลและให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดเวลาการศึกษาหลักสูตรนี้และร่วมสร้างแนวงานวิจัย

กราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้วิเคราะห์ผลงานวิจัยเพื่อสรุปประเด็นให้งานวิทยานิพนธ์มีคุณค่าต่อแวดวงวิชาการและวิชาชีพสืบไป

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย รวมทั้งบุคลากรและเพื่อนร่วมรุ่นร่วมวิชาชีพ ของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกๆ ท่านที่ให้ความร่วมมือและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์

สุดท้ายนี้กระผมใคร่กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่สนับสนุนทางด้านการศึกษา และขอมอบคุณความดีแห่งงานวิจัยนี้แด่ท่านเป็นนิรันดร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ณ

บทที่

1. บทนำ 1

2. วารสารปริทัศน์ 2

- ส้มเขียวหวาน (Mandarin or Tangerine) 2

- ลักษณะทางชีววิทยาของผลไม้ตระกูลส้ม 2

- น้ำส้มคั้น 3

- ความขุ่นในน้ำผลไม้ตระกูลส้ม 7

- การสูญเสียเสถียรภาพความขุ่นในน้ำผลไม้ตระกูลส้ม 9

- การรักษาเสถียรภาพความขุ่นในน้ำผลไม้ตระกูลส้ม 12

- สารให้ความคงตัว 13

1. สารประกอบเพคติน (Pectic substance) 13

2. กัวกัม (Guar Gum) 18

3. กลูโคแมนแนน (Glucomannan) 22

4. แซนแทนกัม (Xanthan Gum) 24

- การใช้พอลิแซคคาไรด์ร่วมกัน 27

3. การทดลอง 29

- วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี 29

- ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 32

- องค์ประกอบเบื้องต้นทางเคมีและกายภาพของน้ำส้มเขียวหวานคั้น 32

- สูตรน้ำส้มเขียวหวานคั้นเบื้องต้น 33

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

- กระบวนการผลิตน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่ระดับต่างๆ 34
- สมบัติทางกายภาพบางประการของสารให้ความคงตัว 36
- กระบวนการผลิตน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความตัว 37
- การใช้สารให้ความคงตัว 2 ชนิดร่วมกัน 39
- กระบวนการผลิตน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความตัว 2 ชนิด 39

4. ผลการทดลอง 42
- องค์ประกอบเบื้องต้นทางเคมีและกายภาพของน้ำส้มเขียวหวานคั้น 42
- สูตรน้ำส้มเขียวหวานคั้นเบื้องต้น 45
- กระบวนการผลิตน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่ระดับต่างๆ 46
- สมบัติทางกายภาพบางประการของสารให้ความคงตัว 56
- กระบวนการผลิตน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความตัว 62
- การใช้สารให้ความคงตัว 2 ชนิดร่วมกัน 70
- กระบวนการผลิตน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความตัว 2 ชนิด 73

5. วิจารณ์ผลการทดลอง 81
- องค์ประกอบเบื้องต้นทางเคมีและกายภาพของน้ำส้มเขียวหวานคั้น 81
- สูตรน้ำส้มเขียวหวานคั้นเบื้องต้น 81
- กระบวนการผลิตน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่ระดับต่างๆ 82
- สมบัติทางกายภาพบางประการของสารให้ความคงตัว 84
- กระบวนการผลิตน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความตัว 86

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

- การใช้สารให้ความคงตัว 2 ชนิดร่วมกัน 88
- กระบวนการผลิตน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความตัว 2 ชนิด 89

6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 91
- สรุปผลการทดลอง 91
- ข้อเสนอแนะ 94

รายการอ้างอิง 95

ภาคผนวก 100

ภาคผนวก ก 101

ภาคผนวก ข 107

ภาคผนวก ค 108

ภาคผนวก ง 111

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 135

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	องค์ประกอบเบื้องต้นทางเคมีและกายภาพของน้ำส้มเขียวหวานคั้น.....	36
4.2	คะแนนความข่น mouth feel และการยอมรับรวมของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว โดยเฉลี่ย 4 สัปดาห์	68
4.3	คะแนนความข่น mouth feel และการยอมรับรวมของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด โดยเฉลี่ย 4 สัปดาห์	79
ก.1	การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ที่ pH ต่างๆ จากสารละลายที่เตรียมไว้ 2 ชนิด.....	106
ง.1	ความข่นของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท	111
ง.2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความข่นของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท	111
ง.3	ปริมาณเอนไซม์ PME (Units/ml) ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท	112
ง.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณเอนไซม์ PME ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท	112
ง.5	เสถียรภาพตะกอน (ml) ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท	113

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเสถียรภาพตะกอนของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 113

ง.7 ปริมาณเบต้าแคโรทีน (μg/ml) ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 114

ง.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณเบต้าแคโรทีนของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 114

ง.9 ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 115

ง.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณวิตามินซีของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 115

ง.11 ค่า L ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 116

ง.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่า L ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 116

ง.13 ค่า -a ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 117

ง.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่า -a ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.15 ค่า b ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 118

ง.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่า b ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 118

ง.17 ความขุ่นของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 119

ง.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความขุ่นของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 119

ง.19 เสถียรภาพตะกอน (ml) ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 120

ง.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเสถียรภาพตะกอนของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 120

ง.21 ความหนืด (cPs) ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 121

ง.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความหนืดของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.23 ปริมาณเบต้าแคโรทีน (μg/ml) ของน้ำส้มเขียวหวานในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท โดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว..... 122

ง.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณเบต้าแคโรทีนของน้ำส้มเขียวหวานในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว..... 122

ง.25 ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อน ร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 123

ง.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณวิตามินซีของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 123

ง.27 ค่า L ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 124

ง.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่า L ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 124

ง.29 ค่า -a ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 125

ง.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่า -a ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 125

ง.31 ค่า b ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 126

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่า b ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 126
ง.33 ความขุ่นของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 127
ง.34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความขุ่นของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 127
ง.35 เสถียรภาพตะกอน (ml) ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 128
ง.36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเสถียรภาพตะกอนของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 128
ง.37 ความหนืด (cPs) ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 129
ง.38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความหนืดของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 129
ง.39 ปริมาณเบต้าแคโรทีน (μg/ml)ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 130
ง.40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณเบต้าแคโรทีนของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 130
ง.41 ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 131
ง.42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณวิตามินซีของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 131
ง.43 ค่า L ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 132
ง.44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่า L ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 132

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.45 ค่า - a ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 133
ง.46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่า - a ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 133
ง.47 ค่า b ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 134
ง.48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่า b ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 134

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	เซลล์ของน้ำผลไม้ (Juice Sac).....	3
2.2	Citric acid cycle หรือ Krebs cycle หรือ Tricarboxylic acid cycle ใน mitochondria.....	4
2.3	การเปลี่ยน LIMONIN A – RING LACTONE เป็น LIMONIN เมื่อถูกเร่งด้วยกรด.....	5
2.4	น้ำส้มเขียวหวานคั้นสด (1) , น้ำส้มเขียวหวานคั้นที่ตกตะกอนบางส่วน (2) และน้ำส้มเขียวหวานคั้นที่ตกตะกอนอย่างสมบูรณ์.....	8
2.5	แคลเซียมเพคเตท.....	9
2.6	กระบวนการผลิตน้ำส้มคั้นพาสเจอร์ไรส์	11
2.7	กระบวนการผลิตน้ำส้มคั้นสเตอริไลซ์	11
2.8	โครงสร้างทางเคมีของเพคติน.....	14
2.9	โครงสร้างทางเคมีของโลคัสบีนกัมและกัวกัม.....	19
2.10	โครงสร้างทางเคมีของกลูโคแมนแนน.....	23
2.11	โครงสร้างทางเคมีของแซนแทน กัม.....	25
2.12	อันตรกิริยาระหว่างพอลิแซคคาไรด์สองชนิด.....	27
2.13	อันตรกิริยาระหว่างแซนแทน กัม กับกาแลคโตแมนแนน เมื่อ (1) คือโครงสร้างของแซนแทน กัม , (2) คือโครงสร้างของกาแลคโตแมนแนน ส่วนที่ไม่มีกิ่ง และ (3) คือโครงสร้างของกาแลคโตแมนแนน ส่วนที่มีกิ่ง.....	28
3.1	การเตรียมตัวอย่างน้ำส้มคั้น.....	33
3.2	ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที)	35
3.3	ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว	38
3.4	ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด	40
4.1	การแยกน้ำส้มคั้นในส่วนใส (I) ออกจากส่วนตะกอน (II).....	43
4.2	เปรียบเทียบความข่นและความหนืดของน้ำส้มคั้นส่วนใสกับส่วนตะกอน.....	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 สูตรน้ำส้มเขียวหวานคั้นเบื้องต้นโดยการใช้ RPT..... 45
4.4 ความขุ่นของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 46
4.5 ปริมาณเอนไซม์ PME ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 47
4.6 เสถียรภาพตะกอนของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 48
4.7 ปริมาณเบต้าแคโรทีนของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 49
4.8 ปริมาณวิตามินซีของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 49
4.9 ความหนืดของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 50
4.10 ความเป็นกรดด่างของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 51
4.11 ปริมาณกรดซิตริกของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที) ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.12 ค่า L ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่
อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที)
ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 52

4.13 ค่า -a ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่
อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที)
ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 53

4.14 ค่า b ของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่
อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที)
ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 53

4.15 การกระจายตัวของอนุภาคในน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่
อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที)
ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 54

4.16 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำส้มคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนที่
อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (70, 80, 90 °C และ 30, 60, 90 วินาที)
ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิท 55

4.17 ความหนืดของสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ..... 56

4.18 ลักษณะการไหลของสารละลายเพคติน..... 57

4.19 ลักษณะการไหลของสารละลายกลูโคแมนแนน..... 57

4.20 ลักษณะการไหลของสารละลายกัวกัม..... 58

4.21 ลักษณะการไหลของสารละลายแซนแทนกัม..... 58

4.22 ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อความหนืดของสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ
ที่ความเข้มข้น 0.3 % (w/v)..... 59

4.23 ผลของน้ำตาลซูโครสต่อความหนืดของสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ
ที่ความเข้มข้น 0.3 % (w/v)..... 60

4.24 ผลของความเป็นกรดเป็นด่างต่อความหนืดของสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ
ที่ความเข้มข้น 0.3 % (w/v)..... 61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.25 ความขุ่นของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 62
4.26 เสถียรภาพตะกอนของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 63
4.27 ความหนืดของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 64
4.28 ปริมาณเบต้าแคโรทีนของน้ำส้มเขียวหวานในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 64
4.29 ปริมาณวิตามินซีของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 65
4.30 ค่า L ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 66
4.31 ค่า -a ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 66
4.32 ค่า b ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 67

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.33 การกระจายตัวของอนุภาคในน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว ตัวอย่างควบคุมคือน้ำส้มคั้นสดในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนแต่ไม่เติมสารให้ความคงตัว 67
4.34 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารผสมระหว่างกลูโคแมนแนนกับแซนแทนกัม..... 70
4.35 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารผสมระหว่างกลูโคแมนแนนกับกัวกัม..... 71
4.36 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารผสมระหว่างกัวกัมกับแซนแทนกัม..... 72
4.37 ความขุ่นของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 73
4.38 เสถียรภาพตะกอนของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 74
4.39 ความหนืดของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 75
4.40 ปริมาณเบต้าแคโรทีนของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 75
4.41 ปริมาณวิตามินซีของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 76
4.42 ค่า L ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 77
4.43 ค่า - a ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 77
4.44 ค่า b ของน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิทโดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 78

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.45 การกระจายตัวของอนุภาคในน้ำส้มเขียวหวานคั้นในภาชนะบรรจุปิดสนิท โดยให้ความร้อนร่วมกับสารให้ความคงตัว 2 ชนิด 78

ก.1 กราฟมาตรฐานของ β - carotene 102

ก.2 โค้งคำนวณ (Calibration curve) ของสารละลายกรดแอสคอร์บิก 104

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย