

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จลนศาสตร์ของการถ่ายเทมวลในไซโป้วหวานในระหว่างกระบวนการออสโมติก

**KINETICS OF MASS TRANSFER OF SWEETENED WHITE RADISH
DURING OSMOTIC DEHYDRATION PROCESS**

นางสาว นฤมล ทับแจ่ม
นาย ปิยนรินทร์ คงวรรตน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 83034
วัน,เดือน,ปี 31 ก.ค. 2551

b. 114 b1107
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

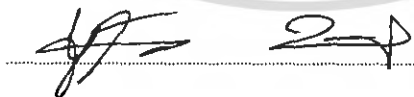
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง จลนศาสตร์ของการถ่ายเทมวลในไซโป๊วหวานในระหว่างกระบวนการออสโมติก

KINETICS OF MASS TRAUSFER OF SWEETENED WHITE RADISH DURING OSMOTIC
DEHYDRATION PROCESS

ผู้จัดทำ

นางสาว นฤมล ทับแจ่ม
นาย ปิยนรินทร์ คงวรัตน์

 อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. นวภัทรา หนูนาต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการ จลนศาสตร์ของการถ่ายเทมวลในไซโป๊วหวานในระหว่างกระบวนการ
ออสโมติก

นักศึกษา นางสาว นฤมล ทับแจ่ม

นาย ปิยนรินทร์ คงวรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. นวภัทรา หนูนา

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอาหาร

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความดันกับอัตราส่วนระหว่างไซโป๊วกับสารละลาย เพื่อเพิ่มอัตราการถ่ายเทมวลระหว่างกระบวนการออสโมติกหัวไซโป๊ว แห่หัวไซโป๊วขนาด $5 \times 3 \times 0.5$ cm^3 เป็นเวลา 10 วันในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B โดยทำการทดลองที่ความดัน 3 ระดับ 1 2 และ 4 บาร์ อัตราส่วนไซโป๊วต่อสารละลายที่ 1:0.5 1:1 และ 1:2 วิเคราะห์ค่าปริมาณการสูญเสีย น้ำ ค่า ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น ค่าความชื้น ค่า water activity และ ค่า pH และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ การแพร่ของน้ำและของแข็ง โดยพบว่าการเพิ่มความดันและอัตราส่วนของไซโป๊วต่อสารละลายทำให้ ค่าอัตราการถ่ายเทมวลสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมจากทางโรงงาน การแช่ไซโป๊วที่ความดัน 2 บาร์อัตราส่วนไซโป๊วต่อสารละลาย 1:2 ทำการลดระยะเวลาในการดองหวานได้ 3 วันจาก 10 วัน (ชุด ควบคุม) โดยหลังการแช่ไซโป๊วในสารละลายภายใต้สภาวะดังกล่าวเป็นเวลา 7 วัน ได้ผลค่าปริมาณการ สูญเสียน้ำ ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นหลังการแช่ ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ พีเอช เท่ากับ 46.66%, 44.5%, 0.32, 0.83 และ 4.14 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็งมีค่าเท่ากับ $2.98 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ และ $4.52 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title KINETICS OF MASS TRAUSFER OF SWEETENED WHITE RADISH
DURING OSMOTIC DEHYDRATION PROCESS

Students Miss Narumol Thabjam
Mr. Piyaniran Kongworrarat

Project Advisor Dr. Navaphattra Nunak

Degree Bachelor of Engineering

Program Food Engineering

Academic Year 2007

ABSTRACT

This research is aimed to study the effect of pressure and ratio of sweetened white radish to osmotic solution on mass transfer rate during osmotic dehydration process. Salted white radishes were cut into $5 \times 3 \times 0.5 \text{ cm}^3$ then immersed into the 67°B of sugar solution for 10 days. The experiments were carried out under the pressure 1 2 and 4 bar and the ratio of samples to solution of 1:0.5 1:1 and 1:2. Results show that mass transfer rate was affected from both factors. Mass transfer rate of water and solid increased as pressure and ratio increased. Comparing obtained results from all experiments with the ones obtained from control set, it was found that the treated samples under pressure 2 bar and ratio of samples to solution of 1:2 can reduce the time for getting the same amount of total soluble solid in the sample (46°B) as in control set from 10 days to 7 days. Water loss, solid gain, moisture content, water activity, pH, the effective diffusivity of water and solid are 46.66%, 44.5%, 0.32, 0.83 and 4.14, $2.98 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ and $4.52 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

ดร. นวภัทรา หนูนาท อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้ความรู้ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่างๆ
เสมอมา จนโครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบังทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและแนะนำที่มีประโยชน์ต่อโครงการ

โรงงานไซ เป็วแม่ทองสุข จ.ราชบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุที่ใช้ในโครงการ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการ โครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญา
ตรีประจำปีการศึกษา 2550 ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณในการดำเนินงานในโครงการวิจัยนี้ จน
สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

บิดา มารดาที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือทุก ๆ ด้านตลอดมา

เพื่อนๆ น้องๆ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและแนะนำต่างที่มีประโยชน์ต่อโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับหัวขั้ไปั่ว	3
2.2 หลักการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมซิส (Osmotic Dehydration)	4
2.3 สารออสโมซิสที่นิยมใช้กับผัก ผลไม้ ได้แก่	5
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมติก	6
2.4.1 ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติก	6
2.4.2 ชนิดของผัก ผลไม้ พันธุ์ และความสุก	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.3 รูปร่างและขนาดผลไม้	7
2.4.4 ระดับการกวนวัตถุ หรือ การหมุน	7
2.4.5 อุณหภูมิ	7
2.4.6 อัตราส่วนระหว่างสารละลายออสโมติกกับผัก	7
2.4.7 Ultration Treatment	7
2.4.8 Vacuum	8
2.4.9. ความดัน	8
2.4.10. การเติมกรด	8
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	10
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	10
3.2 การเตรียมสารละลายออสโมติก	11
3.3 การทดลอง	11
3.3.1 การทดลองเบื้องต้น	11
3.3.2 วิธีการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการไซโป๊วหวาน	13
3.3.2.1 การเตรียมตัวอย่างในการทดลอง	13
3.4 การวิเคราะห์	19
3.4.1 การวัดค่าปริมาณการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็ง	16
3.4.2 สัมประสิทธิ์การแพร่	16
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	18
4.1. ผลของอัตราการถ่ายเทมวลตำแหน่งของไซโป๊ว	18
4.2. ผลของความดัน การเพิ่มอัตราส่วน และการเติมกรด	19
4.3. ผลของความดันที่มีการถ่ายเทมวล	20
4.4. ผลของอัตราส่วนระหว่างไซโป๊วต่อสารละลายที่มีต่อการถ่ายเทมวล	22
4.5. สัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็ง	25
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	29
ภาคผนวก	30
ภาคผนวก ก. ตารางบันทึกผลการทดลองเบื้องต้น	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข. ผลการทดลองความดันบรรยากาศอัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5	33
ภาคผนวก ค. ผลการทดลองความดันบรรยากาศอัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:1	37
ภาคผนวก ง. ผลการทดลองความดันบรรยากาศอัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:2	41
ภาคผนวก จ. ผลการทดลองความดัน 2 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5	45
ภาคผนวก ฉ. ผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:1	49
ภาคผนวก ช. ผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:2	53
ภาคผนวก ซ. ผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5	57
ภาคผนวก ฌ. ผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:1	61
ภาคผนวก ฎ. ผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:2	65
เอกสารอ้างอิง	69

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. สัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็ง	27
2. ปริมาณของแข็ง ($^{\circ}B$) ของไซโป๊ว	28
ภาคผนวก ก. ตารางบันทึกผลการทดลองเบื้องต้น	30
ภาคผนวก ข. ผลการทดลองความดันบรรยากาศอัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5	33
ภาคผนวก ค. ผลการทดลองความดันบรรยากาศอัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:1	37
ภาคผนวก ง. ผลการทดลองความดันบรรยากาศอัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:2	41
ภาคผนวก จ. ผลการทดลองความดัน 2 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5	45
ภาคผนวก ฉ. ผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:1	49
ภาคผนวก ช. ผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:2	53
ภาคผนวก ซ. ผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5	57
ภาคผนวก ฌ. ผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:1	61
ภาคผนวก ญ. ผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์อัตราส่วนไซโป๊ว ต่อสารละลายเท่ากับ 1:2	65

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการผลิตไซโป๊วหวาน	4
2.2 หลักการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมซิส	5
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	10
3.2 หัวไซโป๊วในการทดลองเพื่อศึกษาหาอัตราการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมติก	11
3.3 หัวไซโป๊วส่วนหัว ส่วนกลางและส่วนท้าย	12
3.4 เครื่องดังัดความดัน	12
3.5 ขั้นตอนวิธีการทดลองหาการลระยะเวลาในกระบวนการคองหวาน	13
3.6 หัวไซโป๊วส่วนหัว และส่วนท้าย	14
3.7 ขั้นตอนการทดลองแช่ในอัตราส่วนสารละลายกับไซโป๊วที่ความดัน 2 และ 4 บาร์	15
4.1 ค่าการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งที่แต่ละตำแหน่งของไซโป๊ว	18
4.2 เปรียบเทียบผลของความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลาย 1:1 การเติมกรดซิตริก 1%	19
4.3 ผลของความดันที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็ง ของไซโป๊วที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B อัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลาย 1:0.5 ที่อุณหภูมิห้อง	20
4.4 ผลของความดันที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็ง ของไซโป๊วที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B อัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลาย 1:1 ที่อุณหภูมิห้อง	21
4.5 ผลของความดันที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป๊ว ที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B อัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลาย 1:2 ที่อุณหภูมิห้อง	22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 ผลของอัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลายที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป๊วที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B ที่ความดันบรรยากาศและอุณหภูมิห้อง	23
4.7 ผลของอัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลายที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป๊วที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B ที่ความดัน 2 บาร์และ อุณหภูมิห้อง	24
4.8 ผลของอัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลายที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป๊วที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B ที่ความดัน 4 บาร์และอุณหภูมิห้อง	25
4.9 ผลของ In MR และ In SR กับเวลา ที่ความดันบรรยากาศ อัตราส่วนไซโป๊วต่อสารละลาย 1:0.5 และอุณหภูมิห้อง	26
4.10 ผลของความดันและอัตราส่วนไซโป๊วต่อสารละลายที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็งที่อุณหภูมิห้อง	27

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

หัวไชเท้าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจไม่น้อยกว่า 300-400 ล้านบาท (มูลนิธิสุขภาพไทย, 2546) นอกจากนี้หัวไชเท้าสามารถบริโภคผลสดและใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารได้อย่างกว้างขวาง เช่น แปรรูปเป็น “ไชโป๊ว” เพื่อเพิ่มมูลค่าในแต่ละปีส่งผลให้มีผลกำไรสูงและยังสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานานอีกทั้งมีคุณภาพทางโภชนาการสูงอุดมไปด้วยวิตามินซี และ แร่ธาตุบางชนิด

เกษตรกรไทยนิยมนำหัวไชเท้ามาแปรรูปเป็นไชโป๊วหวานเพื่อเพิ่มราคาขายมากขึ้นเป็น 3-4 เท่าตัว เนื่องจากรสชาติเป็นที่นิยมมีการพัฒนาบรรจุหีบห่อสวยงาม สะอาดปลอดภัย ส่งขายตามห้างสรรพสินค้าที่สำคัญตลาดยังกว้างสินค้าไม่พอขาย จนมีโครงการหน่วยงานรัฐหลายแห่งเข้าไปให้แนะนำสนับสนุน ส่งเสริมจัดตั้งโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์เพื่อพัฒนาสินค้าส่งออกทำเงินตราเข้าประเทศ จากแนวโน้มทางตลาดที่ต้องการบริโภคไชโป๊วหวานมากขึ้นทำให้ต้องมีการเร่งผลิตกันอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นกระบวนการผลิตไชโป๊วหวานจึงอาศัยหลักการออสโมติก เพื่อช่วยลดระยะเวลาการคองหวานไชโป๊ว โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงดังนี้ ช่วงแรกเป็นกระบวนการออสโมติกที่ใช้เกลือเป็นตัวถูกละลายหรือเรียกว่า “การคองเค็ม” เพื่อช่วยลดปริมาณน้ำในหัวไชเท้าและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (สถาบันอาหาร, 2545) ซึ่งใช้ระยะเวลาเพียง 3-4 วัน ช่วงที่สองเป็นกระบวนการออสโมติกที่ใช้น้ำตาลเป็นตัวถูกละลาย หรือเรียกว่า “การคองหวาน” เพื่อเพิ่มรสชาติหวานและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีมูลค่าเพิ่ม ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพและทันตามความต้องการของผู้บริโภค

จากระยะเวลาในการคองหวานส่งผลให้เกิดเป็นปัญหากับเกษตรกรและและด้านการผลิตสินค้าไม่ทันตามระยะเวลาที่ผู้บริโภคกำหนด ทำให้เป็นปัญหาที่สำคัญต่อผู้ผลิต ดังนั้นจึงเป็นจุดเริ่มต้นในงานวิจัย โครงการนี้จึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทมวลในระหว่างกระบวนการออสโมติกเพื่อช่วยลดระยะเวลาการคองหวานไชโป๊ว

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปัจจัยความดันและอัตราส่วนระหว่างสารละลายในระหว่างกระบวนการออสโมติก
2. เพื่อศึกษาผลของความดันและอัตราส่วนระหว่างสารละลายในกระบวนการผลิตหัวไชโป๊วคองหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาการลดระยะเวลาในกระบวนการคองหวานหัวไซโป๊วโดยการปรับอัตราส่วนและการเพิ่มความดันในระหว่างกระบวนการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลของการปรับอัตราส่วนและการเพิ่มความดันที่มีต่ออัตราการถ่ายเทมวลหัวในระหว่างกระบวนการออสโมติก (การคองหวาน)
2. ช่วยลดระยะเวลาการคองหวานหัวไซโป๊ว
3. เป็นแนวทางทำให้เกิดสถานะที่เหมาะสมภายในกระบวนการผลิตไซโป๊วหวาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับหัวไชโป้ว

2.1.1 ลักษณะทางกายภาพ

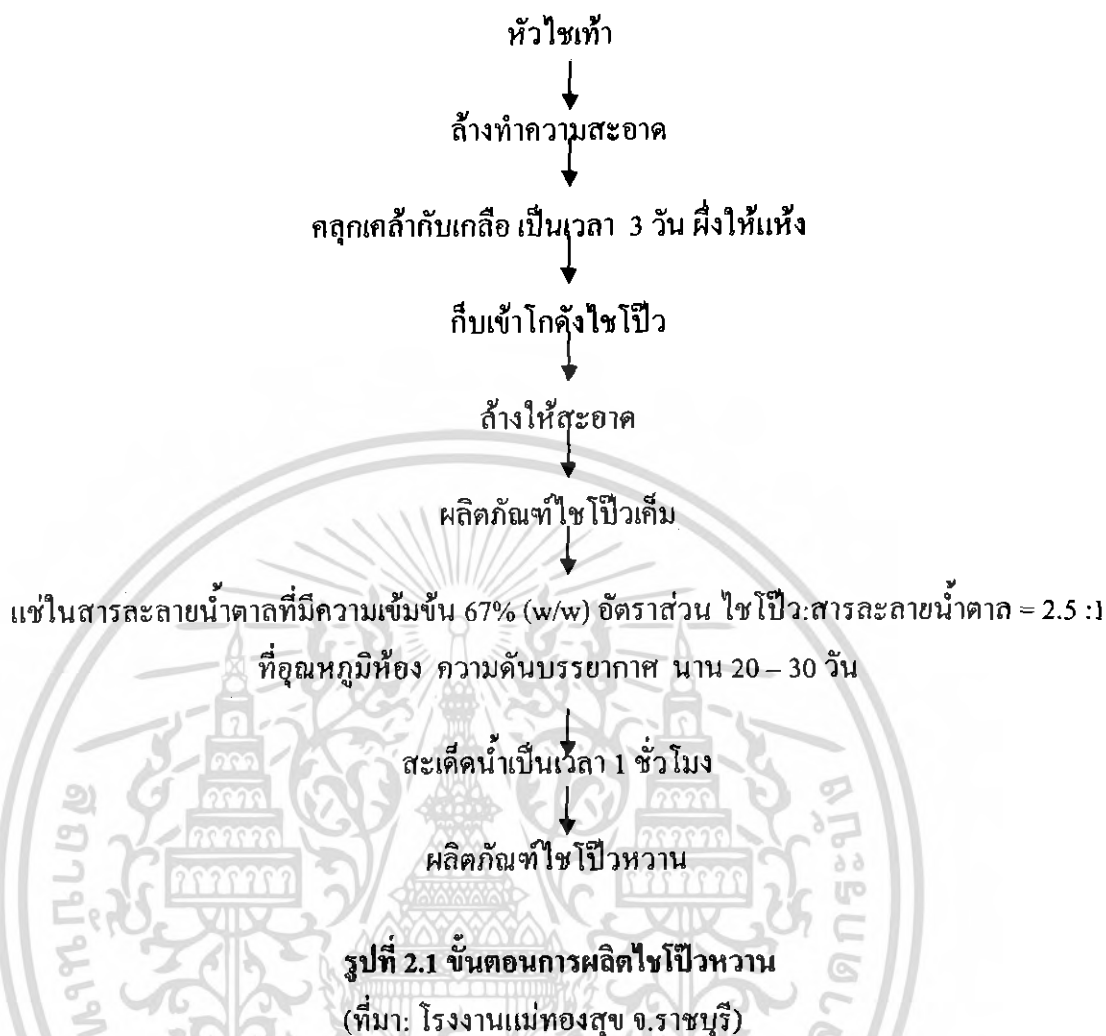
หัวไชเท้า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Raphanus sativus* Linn. อยู่ในวงศ์ *Crutiferae* เป็นสมุนไพรที่มีอยู่ในตำรายาจีน เป็นพืชพื้นเมืองนิยมปลูกกันในช่วงฤดูหนาว ตั้งแต่เดือนธันวาคมจนถึงเดือนมีนาคม แหล่งปลูกที่มีชื่อเสียงคือ ราชบุรี หัวไชเท้าสามารถปลูกได้ในดินร่วนปนทราย เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว มีข้อเสียดตรงที่เมื่อถึงกำหนดในการเก็บเกี่ยวจะต้องถอนหัวออกทันที หากถ้าปล่อยให้รากงอกจะทำให้หัวพุ่ม ขยายได้ในราคาถูก หัวไชเท้าสามารถนำมาแปรรูปในรูปแบบ ไชโป้วเค็ม ไชโป้วหวาน เป็นต้นสามารถเก็บไว้บริโภคได้เป็นเวลานาน

ขั้นตอนการแปรรูปไชโป้วหวานและไชโป้วเค็ม

นำหัวไชเท้าคั้นขนาดที่เหมาะสมล้างทำความสะอาด สะเด็ดน้ำให้แห้งนำมาคลุกเคล้ากับเกลือหมักหัวไชเท้ากับเกลือเป็นเวลา 1 วัน และผึ่งแดดตลอดวันทำแบบนี้เป็นเวลา โดยประมาณ 2 วันจนมีลักษณะสีคล้ำ และนำบรรจุใส่ภาชนะเพื่อสามารถเก็บรักษาไว้บริโภคตลอดทั้งปีกระบวนการแปรรูปหัวไชเท้าเป็นหัวไชโป้ว ดังแสดงในรูปที่ 2.1

2.2 หลักการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมซิส (Osmotic Dehydration)

หลักการออสโมติก หมายถึง การกำจัดน้ำออกจากอาหาร โดยการแช่สารละลายออสโมติกซึ่งเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง สารที่นำมาใช้ทำสารละลายนี้เรียกว่า สารออสโมติก อาทิเช่น น้ำตาล เกลือ เป็นต้น (อ่อนรวี, 2533) สารออสโมติก คือสารที่ทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างชั้นของอาหารและสารละลายออสโมติก ซึ่งทำให้เกิดแรงขับเป็นแรงที่นำไปใช้ในการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมติก สามารถอธิบายได้คือ การที่น้ำจะซึมออกจากอาหารโดยผ่านผนังเซลล์เข้าสู่สารละลายออสโมติก และ สารออสโมติก อาทิเช่น น้ำตาล เกลือ จะซึมจากสารละลายออสโมติกสู่ภายในเซลล์อาหารและจะซึมผ่านออกจากเซลล์อาหารสู่สารละลายออสโมติก กระบวนการทั้งหมดจะดำเนินไปจนกระทั่งเกิดความสมดุลที่ระหว่างแรงดันออสโมติกในชั้นอาหารและสารละลายออสโมติก (อ่อนรวี, 2533)

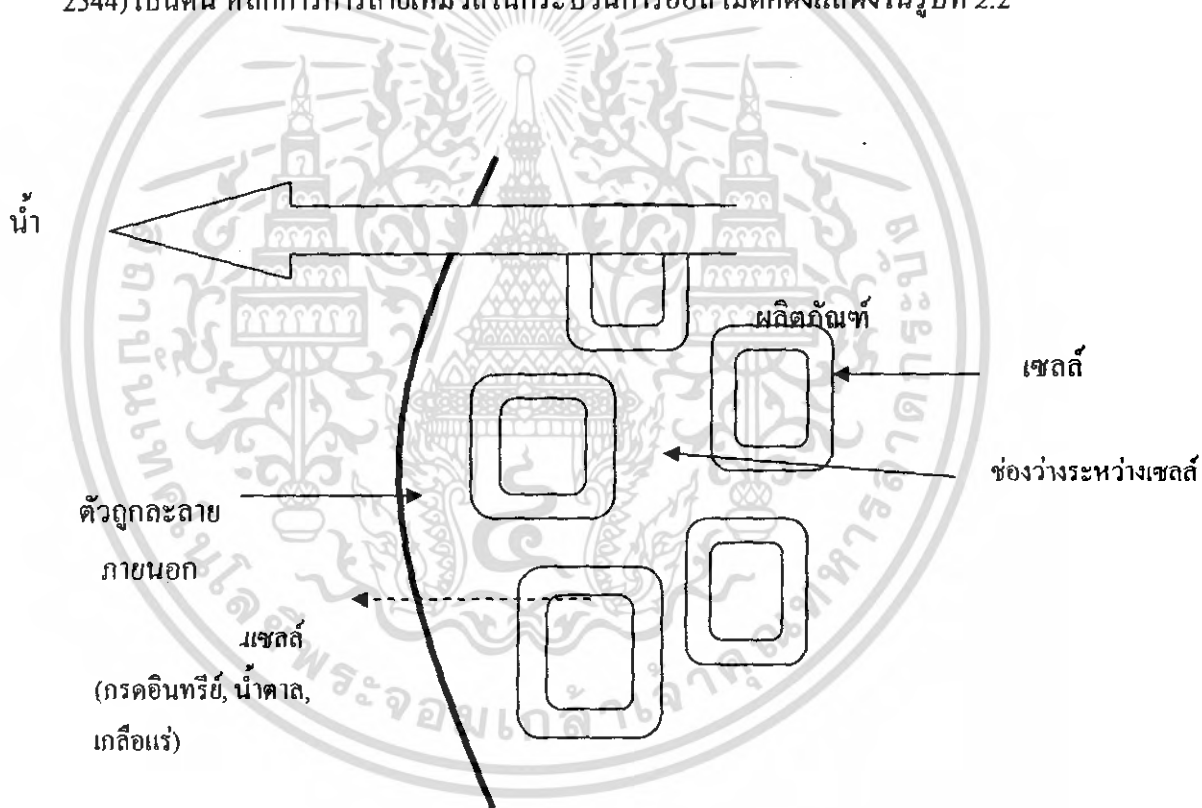


โดยที่อัตราการสูญเสียน้ำต่อปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารละลายและสภาวะการทดลอง ในการทำแห้งแบบออสโมติกผักมีการสูญเสียน้ำมากกว่าผลไม้ นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการซึมผ่านของโมเลกุลของไอออนขึ้นอยู่กับชนิดของสารละลายและโครงสร้างขนาดเล็กของอาหาร (Torreggiani, 1993) หลักการการออสโมติกยังช่วยรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเนื่องจากวิธีนี้ไม่ใช้อุณหภูมิสูงจึงไม่เกิดการสูญเสีย สีของผักจึงสด และยังช่วยลดระยะเวลาในกระบวนการผลิต

สำหรับวัตถุดิบที่นิยมนำมาใช้ในกระบวนการออสโมติกเป็นอาหารประเภทที่เสื่อมเสียได้ง่าย เช่น ผัก ผลไม้ ที่มีน้ำ แปะ น้ำตาลและสารอื่นๆเป็นองค์ประกอบภายในสูงซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในกระบวนการทำแห้งสารต่างๆเหล่านี้จะรวมตัวกันอยู่ในรูปของ

สารละลายภายในเซลล์อาหารแล้วจะซึมแพร่ออกมายังสารละลายออสโมติกได้ง่าย โดยอัตราการซึมแพร่จะรวดเร็วในช่วงแรกหลังจากนั้นจะลดลง

ดังนั้นจึงทำให้สารออสโมติกที่ซึมแพร่เข้าไปส่วนใหญ่จับอยู่เฉพาะบริเวณขอบของชิ้นอาหาร ผักที่นำมาแช่ไว้เป็นระยะเวลาไม่นานนักน้ำในเซลล์ผักจะซึมออกได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาลซึ่งจะซึมเข้าไปได้เฉพาะบริเวณขอบและจะเกาะอยู่ระหว่างเซลล์อาหาร ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การทำแห้งผักด้วยวิธีออสโมติกนี้เป็นการทำให้ปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นในการผลิต เนื่องจากน้ำตาลซึมเข้าไปและปริมาณน้ำลดลงเนื่องจากการสูญเสียน้ำซึ่งมีผลต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ลดลงทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ในการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมติก ฉะนั้นผักที่ผ่านกระบวนการนี้จึงสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ส่วนมากผักที่ได้มีผู้นำมาทำการศึกษาค้นคว้าด้วยการกระบวนการนี้โดยวิธีนี้ เช่น แอปเปิ้ล (Shyam et.al.,2001) มะละกอ (A. Levi et.al, 1983) พริกทอง (วนิดาและปราณี, 2544) เป็นต้น หลักการการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมติกดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 หลักการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมติก

2.3 สารออสโมติกที่นิยมใช้กับผัก ผลไม้ ได้แก่

1) น้ำตาลทรายมีบทบาทสำคัญต่อการดึงน้ำออกจากกระบวนการออสโมติกเพราะคุณสมบัติของน้ำตาลมีตัวบัพยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล และยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยป้องกันการสูญเสียกลี้นระเหยไปได้ระหว่างกระบวนการ แต่น้ำตาลมีข้อเสียคือทำให้เกิดการตกผลึกจึงมีการป้องกันโดยการเติมกรดน้ำส้ม กรดซิตริกลงไป

2) กลี้อมีบทบาทสำคัญต่อการคั่งน้ำออกจากกระบวนการออสโมติกเพราะในการเติมเกลือสามารถทดแทนน้ำตาลได้ช่วยเพิ่มรสชาติให้กับอาหาร และยังช่วยลดต้นทุนการผลิตอีกด้วยเกลือยังทำให้ค่า water activity ลดต่ำลง และยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมติก

2.4.1 ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติก

ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกมีส่วนช่วยคั่งน้ำออกจากอาหาร ดังนั้นควรมีความเข้มข้นสูง เพื่อให้ความดันออสโมติกจะสูงขึ้นด้วย ทำให้มีการแยกตัวของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ น้ำที่อยู่ภายในเนื้อเยื่อจะถูกคั่งออกมาภายนอก การสูญเสียน้ำและปริมาณของแข็งในวัตถุที่แช่จึงเพิ่มขึ้น จากงานวิจัยได้เปรียบเทียบการออสโมซิสผัก (เสกสรร, 2534) พบว่ามีการแช่สารละลายออสโมติกความเข้มข้นที่ 40 50 และ 60 องศาบริกซ์อบที่อุณหภูมิ 80 90 และ 100 องศาเห็นว่าผักที่มีปริมาณความเข้มข้น 60 องศาบริกซ์มีการสูญเสียน้ำอิสระที่มากกว่าความเข้มข้นชนิดอื่น จึงพบว่า เมื่อความเข้มข้นสูงเพราะความเข้มข้นมีส่วนช่วยคั่งน้ำออกจากอาหาร โดยส่งผลทำให้ค่า water activity ของผลิตภัณฑ์มีค่าน้อยลง จึงมีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นและอัตราการแพร่สู่ตัวถูกละลายลดลง แต่ในขณะที่เดียวกันน้ำตาลซึมเข้าไปในผักได้มากขึ้นเช่นเดียวกับงานวิจัยศึกษาการลดระยะเวลาการแช่ข้าว (จันทร์, 2534) โดยมีการใส่ความเข้มข้นที่ 0.125 0.25 และ 0.5 N ที่อุณหภูมิ 30 40 50 และ 60 องศาเซลเซียสต้มตัวอย่างทุก 15 นาทีเป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า เมื่อความเข้มข้นสารละลายและอุณหภูมิปริมาณความชื้นและของแข็งที่ละลายได้มีค่าสูงเพิ่มขึ้น

2.4.2 ชนิดของผัก ผลไม้ พันธุ์ และความสุก

ชนิดของผัก ผลไม้มีผลต่ออัตราเร็วของการซึมของน้ำออกจากอาหาร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างของเนื้อเยื่ออาหาร (Pag et.al, 2003) จากงานวิจัยได้เปรียบเทียบการออสโมติกมะม่วง เลมอน แอปเปิ้ล พบว่ามะม่วงมีการสูญเสียน้ำและน้ำหนักเร็วกว่าเลมอนและแอปเปิ้ล นอกจากนี้ความอ่อนแก่ก็มีผลต่ออัตราการออสโมติกด้วยแอปเปิ้ล (Shyam et.al.,2001) พบว่าแอปเปิ้ลอ่อนจะมีอัตราการออสโมติกสูงกว่าแอปเปิ้ลแก่ เนื่องจากแอปเปิ้ลอ่อนมีปริมาณน้ำอยู่สูงเมื่อแช่ลงในสารละลายน้ำตาลจะทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างภายในเซลล์แอปเปิ้ล สรุปผลชนิดของผัก ผลไม้มีผลต่ออัตราเร็วของการสูญเสียน้ำในอาหารและผลไม้อ่อนจะมีปริมาณน้ำอยู่สูงกว่าผลไม้แก่ ทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันระหว่างเซลล์อาหารกับสารละลายอัตราการออสโมติกจึงสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 รูปร่างและขนาดผลไม้

รูปร่างและขนาดของผักผลไม้มีผลต่ออัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตร ถ้าอัตราสูงจะทำให้ น้ำซึมออกจากอาหารได้เร็ว เพราะสารละลายสามารถสัมผัสกับอาหารได้มากขึ้น ทำให้สารละลายออสโมติกสามารถดึงน้ำออกจากชั้นผักผลไม้ได้มาก ดังนั้นขนาดที่มีรูปทรงใหญ่ น้ำจะซึมออกได้น้อย เพราะว่าพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมีค่าน้อย (ปิยวรรณ, 2542) ได้กล่าวไว้ว่า การตัดผักผลไม้ทุกชนิดแบบวงแหวนจะมีการสูญเสียน้ำมากที่สุด รองลงมาคือลูกเต๋า

2.4.4 ระดับการกวนวัตถุดิบ หรือ การหมุน

ระดับการกวนวัตถุดิบมีผลต่อกระบวนการออสโมติก (สิทธิวิฑูฒิ, 2533) จากงานวิจัยได้เปรียบเทียบการออสโมติกแอปเปิ้ล พบว่ามีการดูดซึมขจัดน้ำออกในการปั่นป่วนที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสใช้สารละลายออสโมติกซูโครส 50% จะเห็นว่าการกวนเพื่อไม่ให้น้ำเข้าไปซึมลึกลงๆผักนั้นจะต้องมีความเข้มข้นของสารละลายที่เข้มข้นความสม่ำเสมอ ดังนั้นอัตราการออสโมติกของสารละลายที่มีการกวนหรือหมุนตลอดเวลาจะเร็วกว่าสารละลายที่ไม่ได้เกิดการกวนหรือหมุนจึงทำให้สารละลายออสโมติกเข้าไปไหลเวียนผ่านอย่างต่อเนื่อง

2.4.5 อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการออสโมติก (เบญจมาศ และอุมาภรณ์, 2548) จากงานวิจัยศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออายุเก็บรักษาของผักตัดแต่ง ได้แก่ ผักกาดขาว แดงกวาง จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 และ 13 องศาเซลเซียสตามลำดับ ความเข้มข้นที่ 40 องศาบริกซ์ พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการสูญเสียและอัตราการถ่ายเทมวลในอาหารจะเพิ่มขึ้นด้วย เพราะอุณหภูมิสูงจะทำให้โครงสร้างของอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงและสามารถซึมผ่านได้ดีกว่าอุณหภูมิต่ำ

2.4.6 อัตราส่วนระหว่างสารละลายออสโมติกกับผัก

อัตราส่วนของสารละลายออสโมติกมีผลมากต่อกระบวนการทำให้อัตราการออสโมติกเร็วขึ้นกว่าการใช้สารละลายออสโมติกในจำนวนน้อย เนื่องจากการใช้สารละลายออสโมติกมากทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น แต่ถ้ามีการใช้สารละลายออสโมติกจำนวนน้อยเกินไปส่งผลให้ความเข้มข้นเจือจางลง แรงดันออสโมติกลดลงตามลำดับ ดังนั้นจึงต้องหาอัตราส่วนสารละลายออสโมติกที่เหมาะสมเพื่อดึงน้ำออกจากอาหาร (Flink, 1984) จากการทดลองพบว่า อัตราการออสโมติกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่ออัตราส่วนของสารละลายเพิ่มขึ้นจาก 1:2 1:3 และ 1:4 ตามลำดับ

2.4.7 Ultration Treatment

คลื่นความถี่ Ultration มีผลต่อกระบวนการออสโมติก (Susana Simal, 1997) งานวิจัยที่มีผลต่อคลื่นความถี่ Ultration โดยจากการทดลองใช้ไปเตโด้ในการศึกษาการถ่ายเทมวลเมื่อคลื่นความถี่อุลตราโซนิคมีผลต่อระบบออสโมติกทำให้การแพร่กระจายมวลสูงขึ้นเพราะน้ำตาลเข้าไปในเซลล์อาหาร เนื่องจากน้ำออกจากชั้นอาหารมีการ Water loss และ Solid Gain ในกระบวนการออสโมติก พบว่าการทดลองกระบวนการออสโมติกในชั้นอาหารอัตราการถ่ายเทมวลจะสูงขึ้น โดยใช้คลื่นความถี่อุลตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โชนิกอัตราการแพร่และความดันออสโมติกมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิจึงทำให้เกิดการสั้นของโมเลกุลจึงทำให้ลดความหนาของชั้นน้ำตาลของวัตถุการออสโมติกในชั้นอาหารมีอัตราการถ่ายเทมวลและอัตราการแพร่จะสูงขึ้น

2.4.8 Vacuum

Vacuum Osmotic Dehydration มีผลต่อกระบวนการออสโมติก (Li Xiang-Yan, 1996) งานวิจัยที่มีผลต่อ Vacuum Osmotic Dehydration โดยมีการทดลองใช้สัปประรดภายใต้สภาวะสูญญากาศรักษาอุณหภูมิที่ 60-70 องศาเซลเซียสมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น 30-70 องศาบริกซ์ ผลที่ได้รับจากการทดลองพบว่ากระบวนการออสโมติกภายใต้สภาวะสูญญากาศของสัปประรดก่อให้เกิดอัตราการถ่ายเทน้ำเป็นผลทำให้ขจัดน้ำออกจากสัปประรด ระยะเวลาในสภาวะสูญญากาศจะสูงขึ้นทำให้น้ำตาลลดลงเช่นเดียวกับงานวิจัยที่สอดคล้องกับกระบวนการออสโมติกภายใต้สภาวะสูญญากาศ (Shyam et.al.,2001) โดยใช้ความดันสูญญากาศที่ 135-674 mbar ที่ความเข้มข้นที่ต่างกันตามระดับอยู่ระหว่าง 41-60 องศาบริกซ์ ทดลองกับมะม่วง เลมอน แอปเปิ้ล พบว่า แอปเปิ้ล มะม่วงที่ความเข้มข้น 50 องศาบริกซ์ความดันสูญญากาศ 674 mbar มีค่า water activity ที่ต่ำลง ส่วนเลมอนที่ความเข้มข้น 57 องศาบริกซ์ความดันสูญญากาศ 593 mbar จะเห็นว่าการสูญเสียน้ำในเลมอนและมะม่วงมีน้ำมากขึ้น สรุปผลว่าความดันสูญญากาศมากจะทำให้ของแข็งเพิ่มขึ้น สรุปผลว่าการออสโมติกภายใต้สภาวะสูญญากาศทำให้อากาศภายในเซลล์เกิดการขยายตัวและเคลื่อนที่ออกมา สารละลายภายนอกจะซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างของอาหารได้เร็วกว่าที่สภาวะความดันปกติ

2.4.9. ความดัน

สกุลชาย และคณะ (2546) ทำการทดลองเพิ่มอัตราการแพร่ของน้ำหมักเข้าไปในเนื้อผักกาดเขียว ภายใต้สภาวะความดัน 1 2 และ 3 บาร์ ที่เวลา 1 2 และ 3 วันพบว่าความดันและเวลาที่มีผลต่อกระบวนการหมัก โดยการหมักที่ความดัน 2 บาร์เวลา 2 วัน ให้ผลเหมือนกับการหมักด้วยวิธีปกติ และสามารถลดระยะเวลาการหมักลงได้ 5-7 วัน สรุปผลการทดลองความดันสูงทำให้อัตราการแพร่ของสารละลายเข้าไปในเนื้อเนื้อได้เร็วขึ้น และอนุภาคของสารต่างๆ แพร่เข้าเซลล์ได้ดีขึ้น เกิดการคั้นน้ำภายในเซลล์ออกมานอกเซลล์เร็วขึ้นด้วย

2.4.10. การเติมกรด

เพชรภาวี และคณะ (2546) ทำการวิจัยผลของความเข้มข้นของซูโครส ไซรัป 45-55 °Brix ปริมาณกรดซิตริก 0-1 % °Brix อุณหภูมิ 25-60°C และ เวลาแช่ 2-8 ชั่วโมงในการคั้นน้ำออกจากแคนตาลูปด้วยวิธีออสโมติกจะมีการเติมกรดลงไปเพื่อเพิ่มอัตราการออสโมติก พบว่าการเติมกรดซิตริก 1 % ทำให้ปริมาณน้ำสูญเสียและปริมาณของแข็งเพิ่มสูงขึ้นมากที่สุด และเข้าสู่สภาวะสมดุลเพียง 2 ชั่วโมง เนื่องจากกรดสามารถแตกตัวเป็นไอออนที่มีขนาดเล็ก ความเข้มข้นของไอออนที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเพิ่มความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างวัตถุกับสารละลาย ทำให้มีการสูญเสียน้ำเร็วยิ่งขึ้น

นอกจากนี้กรดยังช่วยถนอมอาหารและชะลออายุการเก็บรักษาของอาหารช่วยเพื่อยกกลิ่นและรสชาติและ
ยังป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ชั้นน้ำตาลบริเวณผิวเกิดการมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหัวไชโป๊วดองหวาน

1. หัวไชเท้าที่ผ่านขบวนการหมักเกลือ (ไชโป๊ว)
2. น้ำตาลทราย
3. เครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ

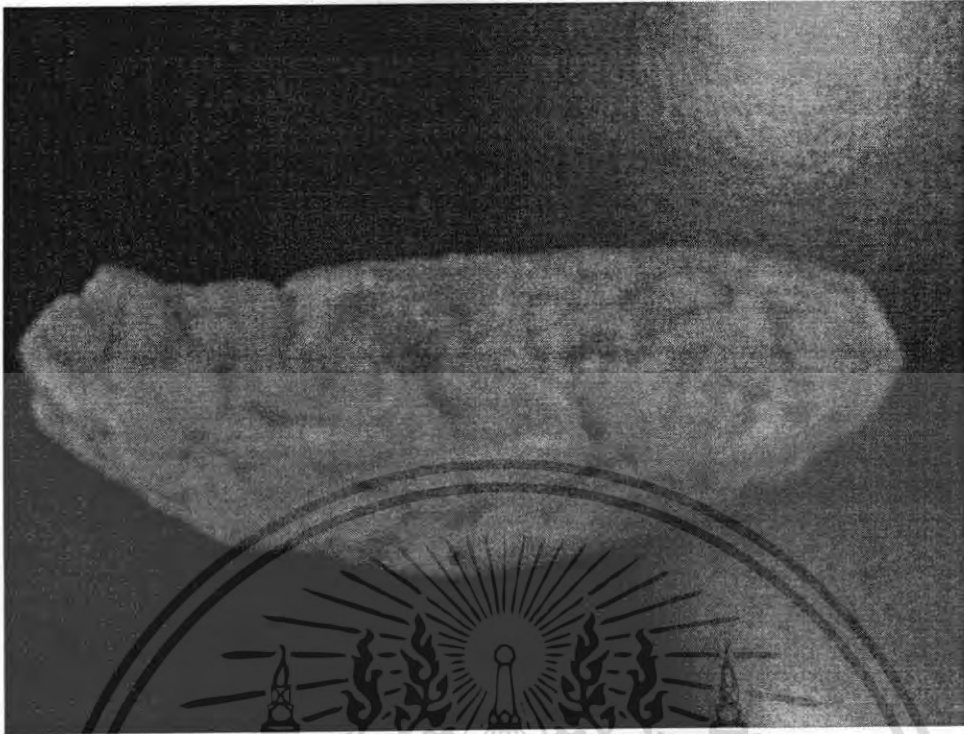


รูปที่ 3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำหัวไชโป๊วเค็มจากโรงงานคุณแม่ทองสุข จ.ราชบุรี มาเก็บรักษาที่ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สจล. โดยคลุกเคล้าหัวไชโป๊วเค็มกับเกลือเม็ดที่อัตราส่วนระหว่างไชโป๊วเค็มต่อเกลือเม็ด 1:2 ที่อุณหภูมิห้อง (30-35 °ซ) ก่อนการทดลอง สุ่มเลือกหัวไชโป๊วเค็มความยาวประมาณ 10 cm มาล้างทำความสะอาดเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นวางเรียงไว้บนตะแกรงโดยมีกระดาษทิชชูวางซับเป็นเวลา 20 นาทีแล้วตัดหัวตัดท้ายเพื่อใช้ในการทดลองหาอัตราการถ่ายเทมวลในระหว่างกระบวนการ หัวไชโป๊วเค็มที่นำมาใช้ในการทดลองมีค่าความชื้นโดยเฉลี่ยเท่ากับ $78 \pm 3.09\%$ (ฐานเปียก) ค่าปริมาณน้ำอิสระโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 ± 0.002 และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้โดยเฉลี่ยเท่ากับ $12 \pm 0.87^{\circ}\text{B}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 หัวไซโป้วในการทดลองเพื่อศึกษาหาอัตราการทำเทมวอลในกระบวนการออสโมติก

3.2 การเตรียมสารละลายออสโมติก

การเตรียมสารละลาย เราใช้สารละลายน้ำตาลซูโครสในการทดลองโดยซื้อ (จากร้านสะดวกซื้อ) ด้วยอัตราส่วนความเข้มข้นของปริมาณน้ำ: น้ำตาลทรายเท่ากับ 1:2 จากนั้นนำสารละลายน้ำตาลซูโครสมาวัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (ยี่ห้อ Tamco ประเทศญี่ปุ่น) มีความเข้มข้น 67 Brix ที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

3.3 การทดลอง

3.3.1 การทดลองเบื้องต้น

นำหัวไซโป้วเดิมขนาด $3 \times 10 \times 0.5$ ซม³ โดยคูดังรูปที่ 3.3 ที่เตรียมไว้ ซึ่งน้ำหนักเริ่มต้นแล้วนำมาแช่ในสารละลายออสโมติกเข้มข้น 67°B อัตราส่วนระหว่างไซโป้วต่อสารละลาย 1:0.5 ที่อุณหภูมิห้อง (30 °ซ) ความดันบรรยากาศ ซึ่งจัดเป็นชุดควบคุม จากนั้นทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อเปรียบเทียบการถ่ายเทมวลระหว่างการทดลองต่าง ๆ กับชุดควบคุมโดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 เพิ่มความดันเท่ากับ 2 บาร์

การทดลองที่ 2 เพิ่มอัตราส่วนระหว่างไซโป้วต่อสารละลาย เป็น 1:1

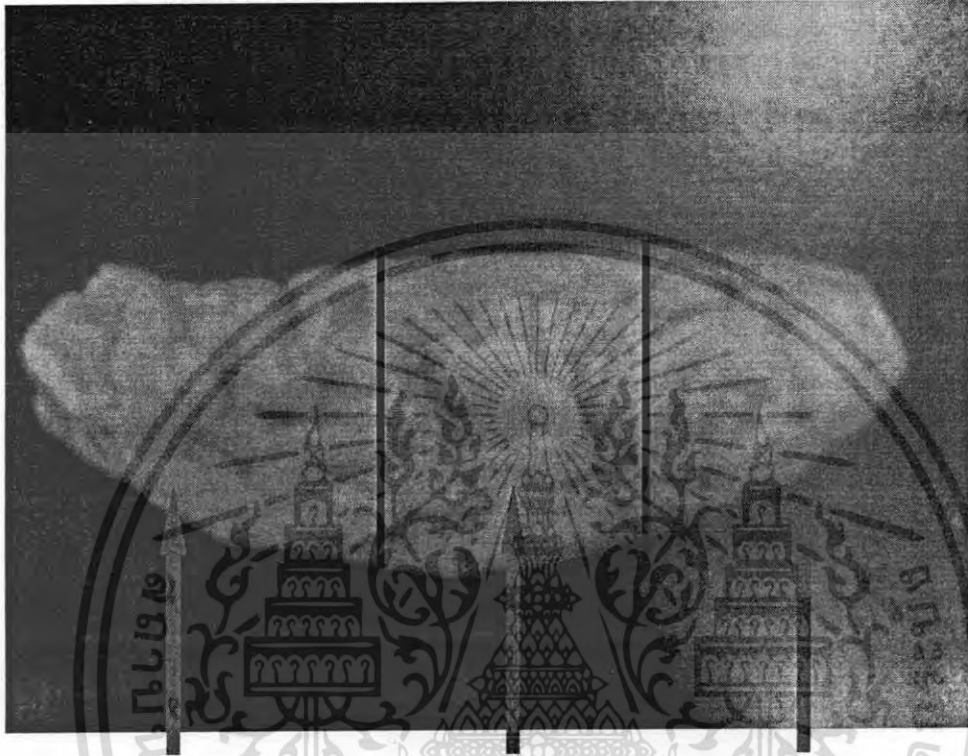
การทดลองที่ 3 เติมกรดซิตริก 1%

สุ่มเก็บตัวอย่างไซโป้วที่ผ่านการแช่ในสารละลายออสโมติกเป็นเวลา 1 3 6 24 48 และ 72 ชั่วโมง มา

ล้างทำความสะอาดเป็นเวลา 2 นาทีต่อหัวแล้ววางเรียงบนตะแกรงเพื่อให้สะเด็ดน้ำซับให้แห้งด้วย

เยื่อกระดาษเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ การค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษทิชชูเป็นเวลาโดยเฉลี่ย 2 นาทีต่อหัว แล้วนำไปชั่งน้ำหนักหลังแช่ จากนั้นตัดตัวอย่างแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนหัว ส่วนกลางและส่วนท้าย วัดค่าความชื้น (Moisture Content: MC) ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity: aw) และวัดค่าพีเอช (pH) จากนั้นคำนวณค่าปริมาณการสูญเสียน้ำ (Water Loss: WL) ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (Solid Gain: SG)



หัวโซโป้วส่วนหัว

หัวโซโป้วส่วนกลาง

หัวโซโป้วส่วนท้าย

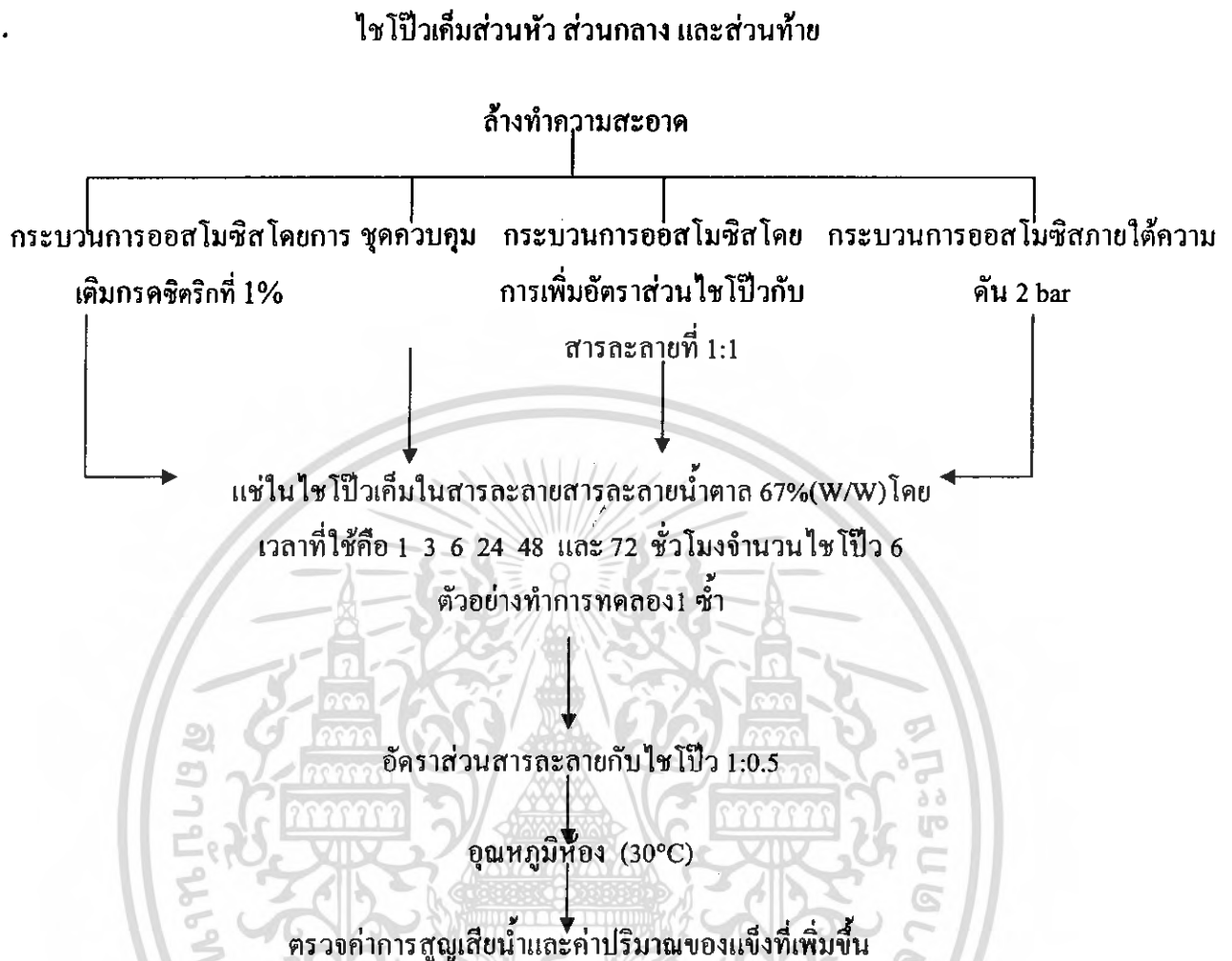
รูปที่ 3.3 หัวโซโป้วส่วนหัว ส่วนกลางและส่วนท้าย



รูปที่ 3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรในหน่วยงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนวิธีการทดลองเบื้องต้นดังรูปที่ 3.5

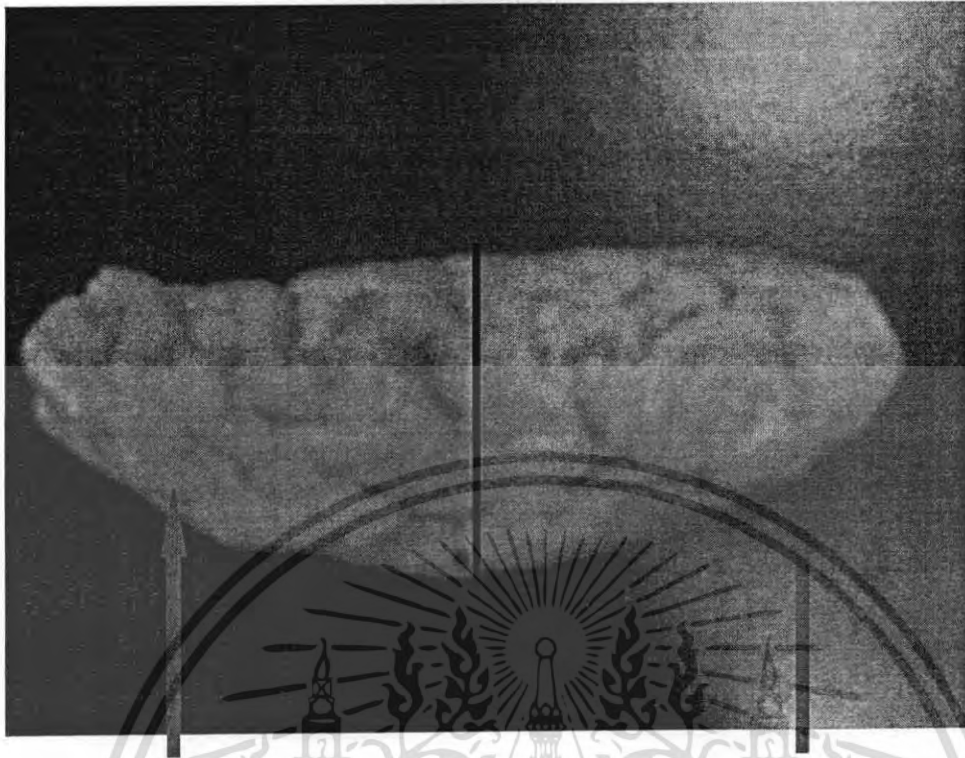


รูปที่ 3.5 ขั้นตอนวิธีการทดลองหาการลดระยะเวลาในกระบวนการคองหวาน

3.3.2 วิธีการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการไซโป๊วหวาน

3.3.2.1 การเตรียมตัวอย่างในการทดลอง

นำไซโป๊วเต็มที่เตรียมไว้ ดังหัวข้อ 3.6 ตัดขนาด $3 \times 10 \times 0.5$ ซม³ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนหัว และ ส่วนท้ายโดยการตัดแบ่งครึ่งดังแสดงในรูปที่ 3.6



หัวไซปัวส่วนหัว

หัวไซปัวส่วนท้าย

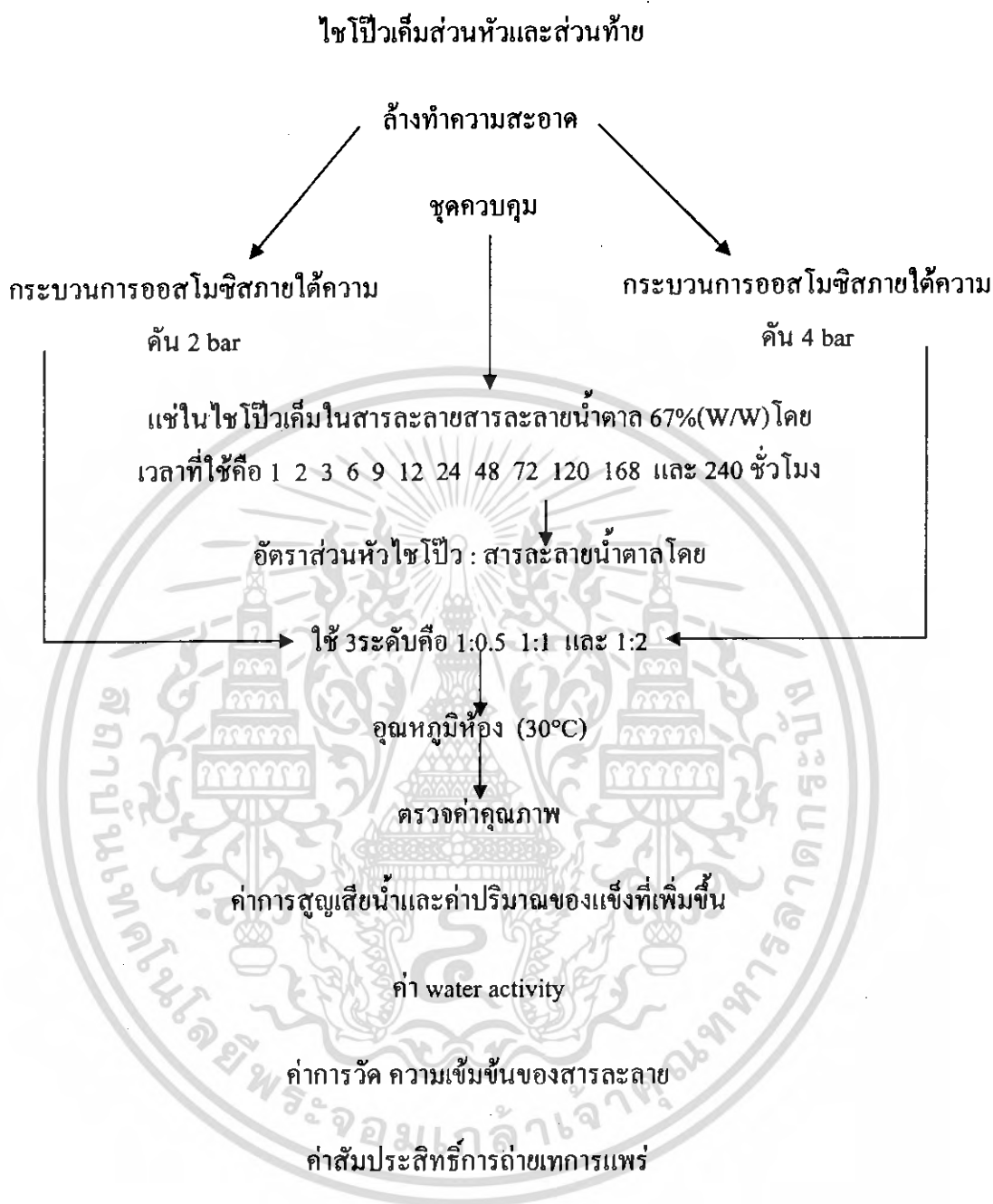
รูปที่ 3.6 หัวไซปัวส่วนหัว และส่วนท้าย

3.3.2.2 การเพิ่มความดันและอัตราส่วนระหว่างไซปัวต่อสารละลาย

แช่หัวไซปัวเต็มขนาด $3 \times 5 \times 0.5$ ซม.³ ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B อัตราส่วนระหว่างหัวไซปัวต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5 1:1 และ 1:2 ความดัน 3 ระดับคือ ความดันบรรยากาศ 2 บาร์ และ 4 บาร์ ที่อุณหภูมิห้อง (30°C) สุ่มเก็บตัวอย่างไซปัวที่เวลา 1 2 3 6 9 12 24 48 72 120 168 และ 240 ชั่วโมง โดยปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายให้คงที่เท่ากับ 67°B ทุกครั้งที่สุ่มเก็บตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ค่าความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าพีเอช ปริมาณการสูญเสียและปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนวิธีการทดลองดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการทดลองแช่ในอัตราส่วนสารละลายกับไซโป๊วที่ความดัน 2 และ 4 บาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การวิเคราะห์

3.6.1 การวัดค่าปริมาณการสูญเสียน้ำ (Water Loss, WL) และการเพิ่มขึ้นของของแข็ง (Solid Gain, SG)

ทำการทดลองหาความชื้นของไซโป้วที่แช่ในสารละลายออสโมติกเป็นระยะเวลาต่างๆ โดยการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของไซโป้วก่อนแช่ แล้วนำไซโป้วที่ผ่านการแช่แล้วนำมาล้างทำความสะอาด สะเด็ดน้ำออก ซับด้วยกระดาษ หลังจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักก่อนที่จะนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในตู้อบสูญญากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักไซโป้วจะคงที่ ชั่งน้ำหนักสุดท้ายเปรียบเทียบกับวิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งในหัวไซโป้วจากสมการ 3.1 และ 3.2

$$\text{การสูญเสียน้ำ} = \frac{\text{ปริมาณน้ำในไซโป้วก่อนแช่} - \text{ปริมาณน้ำในไซโป้วหลังแช่}}{\text{น้ำหนักไซโป้วสดเริ่มต้นก่อนแช่}} \quad (3.1)$$

$$\text{ปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น} = \frac{\text{ปริมาณของแข็งในไซโป้วหลังแช่} - \text{ปริมาณของแข็งในไซโป้วก่อนแช่}}{\text{น้ำหนักไซโป้วสดเริ่มต้นก่อนแช่}} \quad (3.2)$$

3.6.2 สัมประสิทธิ์การแพร่

ในการอธิบายความหนาของชั้น (2L) ซึ่งมีปริมาณน้ำเริ่มต้นหรือปริมาณของแข็งที่มีความสัมพันธ์กับหลักการออสโมติกที่ค่าคงที่สามารถพิจารณาโดยใช้รูปแบบสมการ (Fick's) คำนวณได้ดังสมการที่ 3.3-3.5

$$\frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \times \exp \left[- \frac{(2n-1)^2 \pi^2 D_{cw} t}{4L^2} \right] \quad (3.3)$$

$$MR = \frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \times \exp \left[- \frac{(2n-1)^2 \pi^2 D_{cw} t}{4L^2} \right] \quad (3.4)$$

$$SR = \frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \times \exp \left[- \frac{(2n-1)^2 \pi^2 D_{cs} t}{4L^2} \right] \quad (3.5)$$

เมื่อ

D_{cw} = คือค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำ (m²/s)

D_{cs} = คือค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของตัวถูกละลาย (m²/s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- L = ความหนาของวัตถุคืบ (m) MR อัตราส่วนความชื้น
- SR = คืออัตราส่วนของแข็ง
- X_t = ปริมาณความชื้นหลังแช่วัตถุคืบ
- X_0 = ปริมาณความชื้นก่อนแช่วัตถุคืบ (กรัมน้ำ/กรัมน้ำหนักเริ่มต้น)
- X_c = ปริมาณความชื้นวัตถุคืบที่จุดสมดุล (กรัมน้ำ/กรัมน้ำหนักเริ่มต้น)
- S_t = ปริมาณของแข็งที่ถูกแทนที่หลังแช่ (กรัม)
- S_0 = ปริมาณของแข็งวัตถุคืบก่อนแช่ (กรัม)
- S_c = ปริมาณของแข็งวัตถุคืบที่จุดสมดุล (กรัม)

จากสมการที่ (3.4) และ (3.5) สามารถแสดงความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงได้ดังสมการที่ (3.6)

$$\ln MR = A - Bt \tag{3.6}$$

$$B = \frac{4D}{L^2}$$

$$4L^2$$

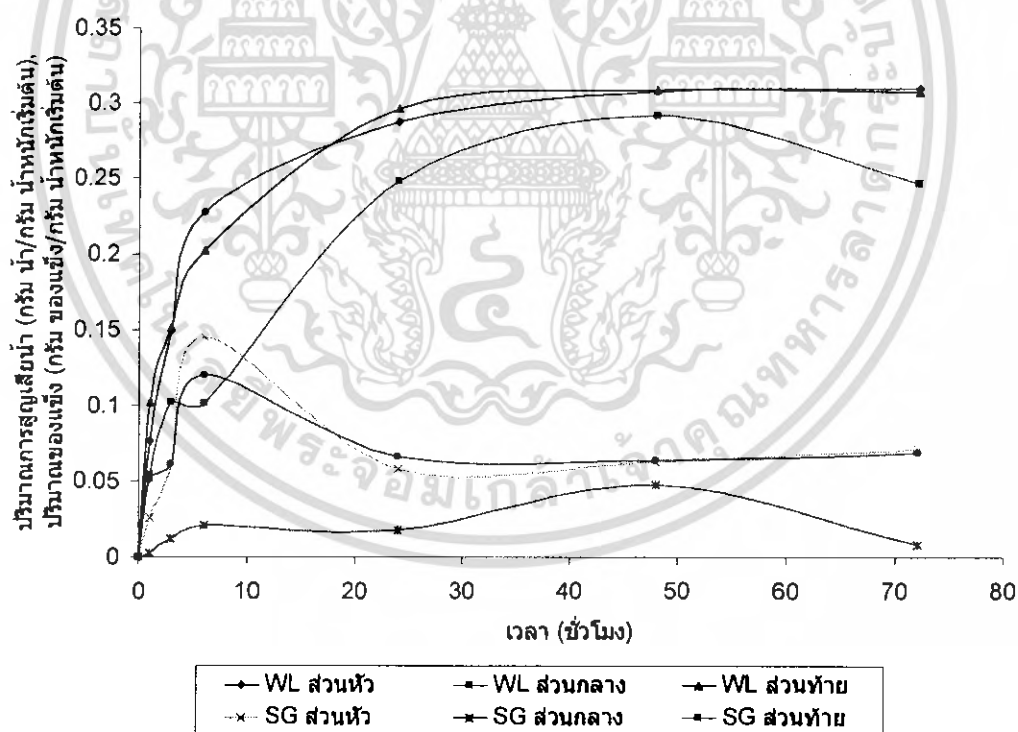
ค่าความชื้นสามารถหาได้โดยการพล็อตระหว่าง $\ln MR$ และเวลา อัตราส่วนความชื้นสามารถแทนที่อัตราส่วนของแข็งในสมการที่ (3.5) ซึ่ง Slope หาได้โดยการพล็อตกราฟ $\ln SR$ และเวลา ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การแพร่สามารถหาได้จาก

$$D = \frac{(B \times 4L^2)}{\pi^2} \tag{3.7}$$

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองเบื้องต้น ทำการแช่หัวไชโป๊วขนาดความยาวประมาณ 10 ซม โดยตัดหัวตัดท้ายในสารละลายน้ำตาลที่การทดลองต่าง ๆ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสูญเสียน้ำและปริมาณการเพิ่มขึ้นของของแข็งในหัวไชโป๊วแต่ละตำแหน่ง การถ่ายเทมวลในส่วนหัวและส่วนท้ายมีค่าสูงกว่าส่วนกลาง ดังแสดงในรูปที่ 4.1 เนื่องจาก ได้มีการตัดบริเวณส่วนหัวและส่วนท้ายออกทำให้บริเวณนี้ไม่มีเปลือกของหัวไชเท้าหุ้ม ดังนั้น การซึมผ่านของน้ำออกจากบริเวณหัวและท้ายจึงทำได้ง่ายกว่าบริเวณส่วนกลางซึ่งน้ำต้องซึมผ่านเปลือก อัตราการสูญเสียน้ำในส่วนหัวและส่วนท้ายจึงมีค่าสูงกว่าบริเวณส่วนกลาง ในขณะที่เดียวกันของแข็งในสารละลายก็สามารถซึมผ่านเข้ามาในเซลล์ผ่านส่วนหัวและส่วนท้ายได้มากกว่าส่วนกลาง ทำให้ค่าอัตราการเพิ่มขึ้นของของแข็งบริเวณส่วนหัวและท้ายมากกว่าส่วนกลางเช่นกัน

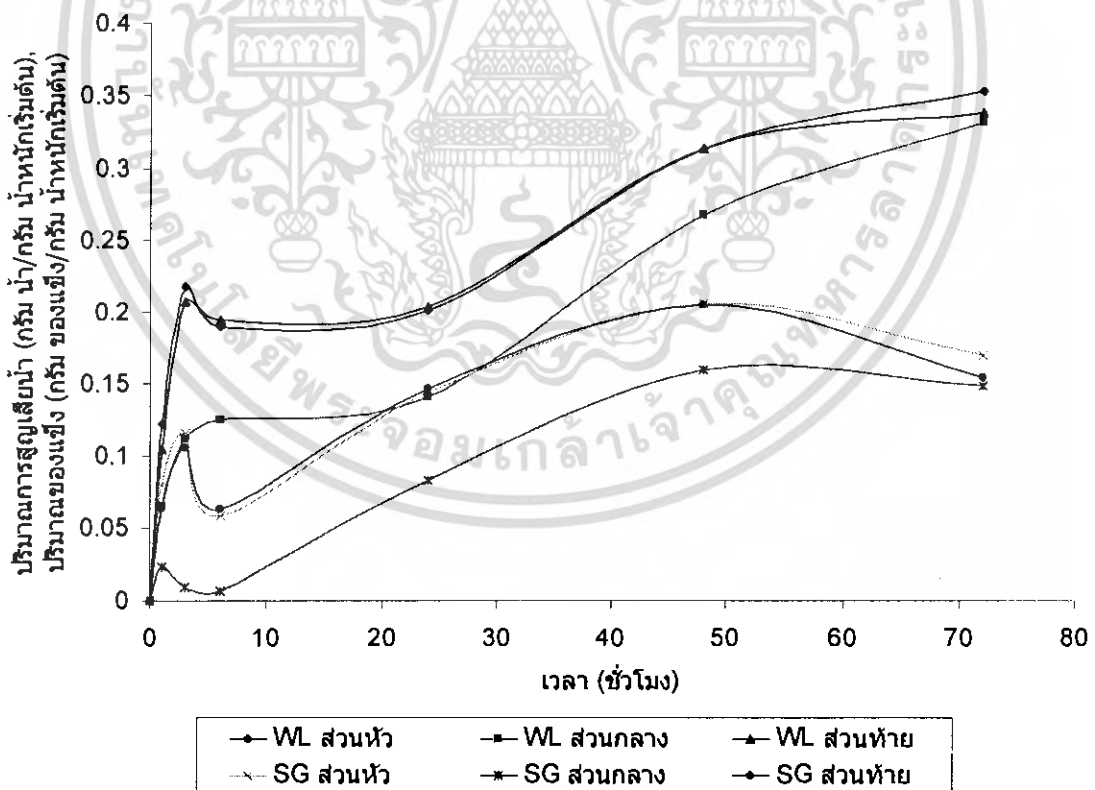


รูปที่ 4.1 ค่าการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งที่แต่ละตำแหน่งของไชโป๊วที่แช่ในสารละลายน้ำตาล 67 °B อัตราส่วนไชโป๊ว:สารละลาย 1:0.5 ที่อุณหภูมิห้อง ความดันบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบการถ่ายเทมวลระหว่างชุดควบคุมกับการเพิ่มความดัน เพิ่มอัตราส่วนระหว่างไซโป๊วกับสารละลายและการเติมกรด พบว่า ปริมาณการสูญเสียน้ำและปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นหลังการแช่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 6 ชั่วโมงแรก (รูปที่ 4.2) เนื่องจากในช่วงเริ่มต้นค่าความดันออสโมติกระหว่างไซโป๊วกับสารละลายมีค่าสูง ทำให้เกิดการถ่ายเทมวลสารได้มาก และเมื่อเวลาผ่านไปปริมาณน้ำในตัวอย่างลดลงและสารออสโมติกซึมผ่านเข้าไซโป๊วมากขึ้นจึงทำให้ความแตกต่างของแรงดันออสโมติคลดลงอัตราการถ่ายเทมวลจึงลดลงจนเข้าใกล้สภาวะสมดุล (Falade และคณะ, 2007)

จากการเปรียบเทียบทุกชุดทดลอง (รูปที่ 4.2) พบว่าการเพิ่มความดัน การเพิ่มอัตราส่วนของไซโป๊วต่อสารละลายและการเติมกรด ทั้ง 3 ปัจจัย สามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทมวลได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยการเติมกรดชนิดริกให้ค่าอัตราการถ่ายเทมวลสูงที่สุด ปริมาณการสูญเสียน้ำและปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นหลังการแช่สูงกว่าทุกการทดลอง อย่างไรก็ตาม การเติมกรดไม่สามารถนำไปศึกษาต่อได้ในกระบวนการคองไซโป๊วหวาน เนื่องจาก การเติมกรดมีผลทำให้รสชาติเดิมเปลี่ยนไปเกิดรสเปรี้ยว ซึ่งอาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้น ในการทดลองขั้นต่อไปจึงเลือกศึกษาอัตราการถ่ายเทมวลในไซโป๊วหวานเมื่อเพิ่มความดันและเพิ่มอัตราส่วนระหว่างไซโป๊วและสารละลายให้สูงขึ้น



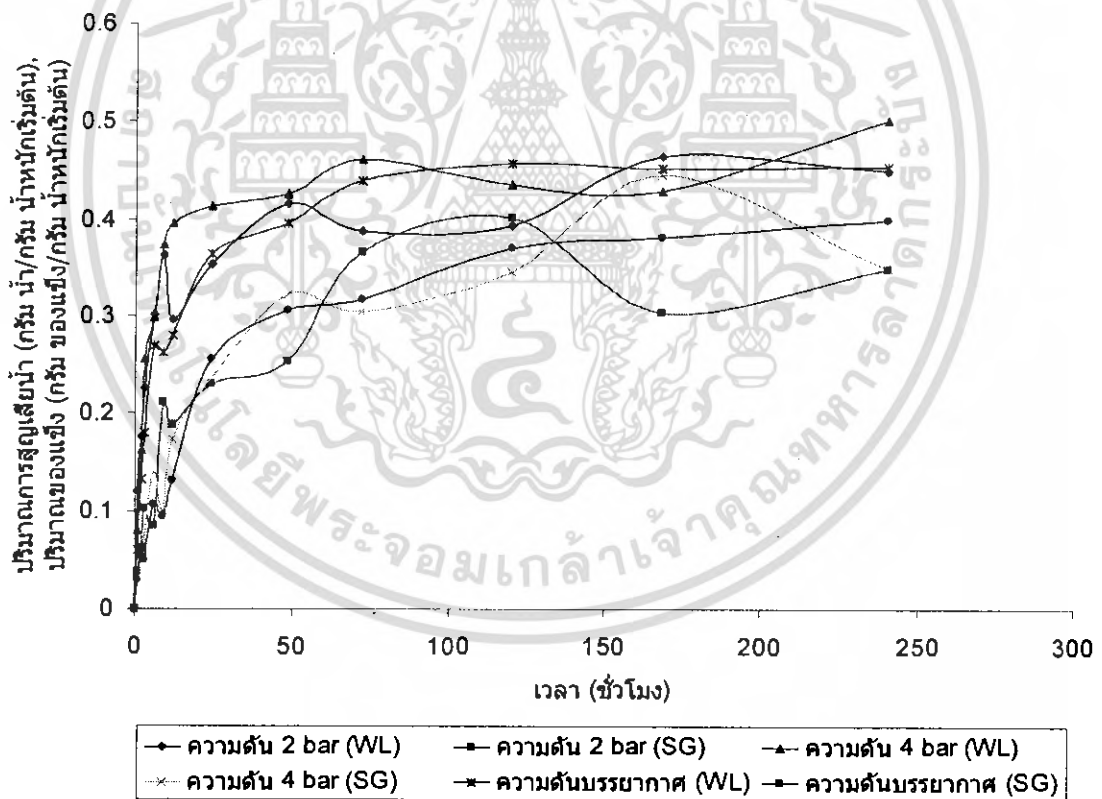
รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบผลของความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลาย 1:1 การเติมกรดชนิดริก 1% กับชุดควบคุมต่อค่าการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็ง

ในระหว่างกระบวนการออสโมติกค่า pH จะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยจาก 3.7 เป็น 4.2 และค่า aw มีค่าลงโดยเฉลี่ยจาก 0.9 เป็น 0.8 เมื่อแช่ในสารละลายเป็นเวลา 10 วัน

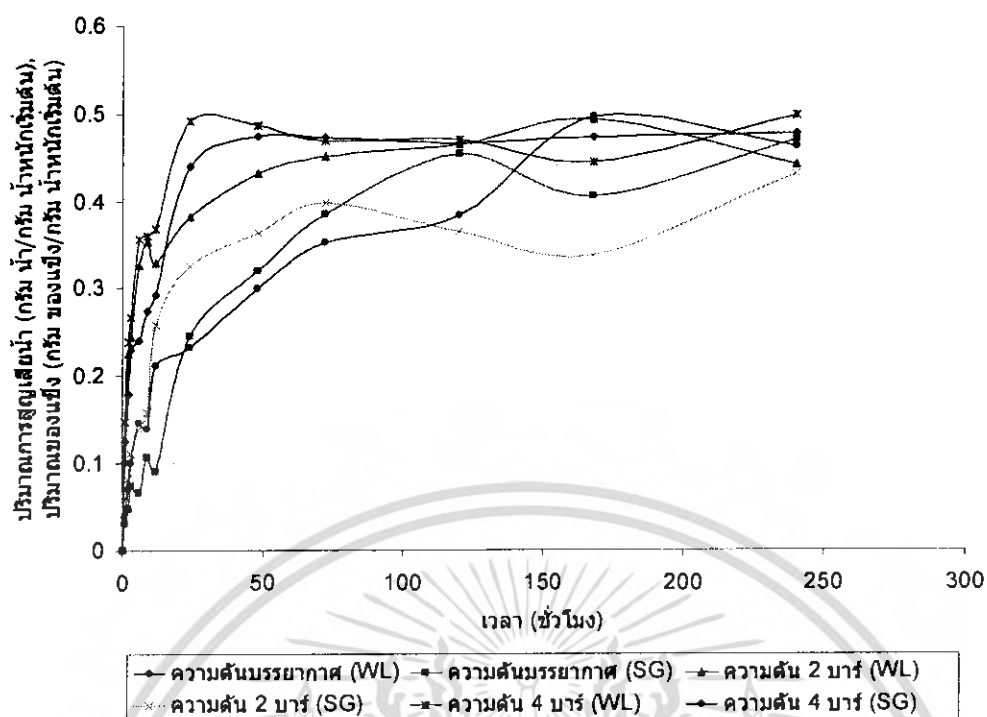
4.1. ผลของความดันที่มีต่อการถ่ายเทมวล

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณน้ำสูญเสียและค่าปริมาณของแข็งหลังการแช่ พบว่ามีค่าปริมาณน้ำสูญเสียสูงสุด เมื่อเพิ่มความดันในการแช่ที่ระดับ 4 บาร์ และค่าปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นหลังการแช่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความดันเพิ่มขึ้น ดังรูป 4.3

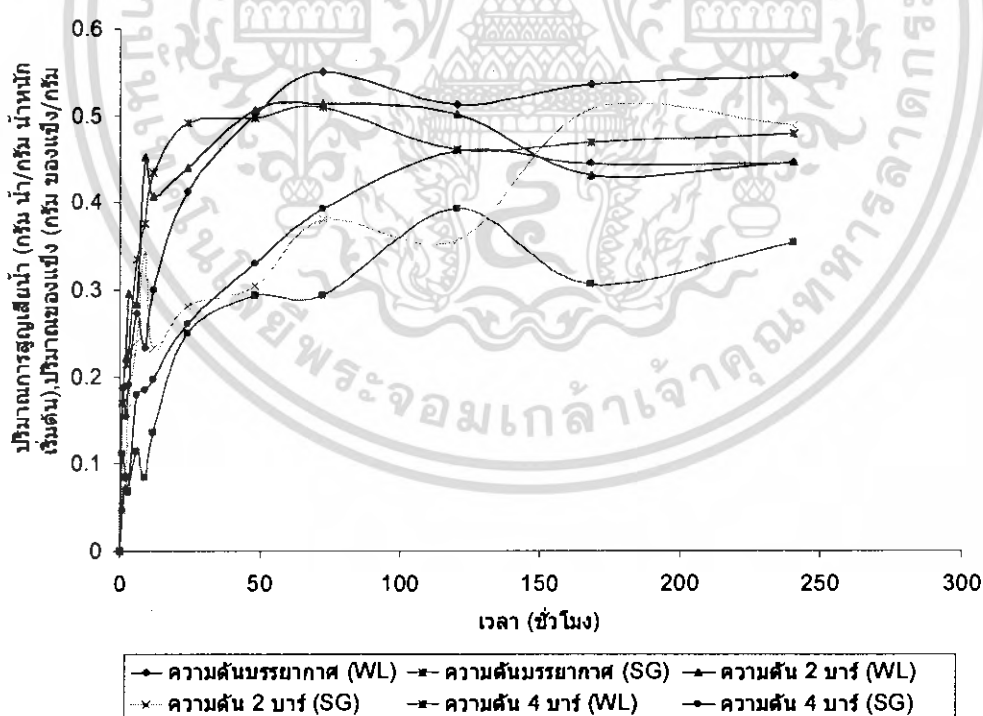
การเพิ่มความดันในการทดลองเป็นการเพิ่มอัตราการแพร่ทำให้ค่าของแข็งในสารละลายเข้าไปแทนที่น้ำในเซลล์ของไซโป้ว ทำให้น้ำในเซลล์ถูกดันออกมาสู่สารละลายภายนอกจึงทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเจือจางลง แต่การพบว่าเมื่อค่าปริมาณของแข็งและปริมาณน้ำสูญเสียมีอัตราเร็วสูงขึ้นในช่วงระยะแรก จนถึงจุดสมดุลจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อย ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการแพร่ได้หยุดลงเนื่องจากความเข้มข้นของสารละลายและความเข้มข้นในเซลล์มีค่าเท่ากัน เช่นเดียวกับการคองผักกาดเขียว (สกุลชาย และคณะ, 2546)



รูปที่ 4.3 ผลของความดันที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป้วที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B อัตราส่วนไซโป้ว:สารละลาย 1:0.5 ที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 4.4 ผลของความดันที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป๊วที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B อัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลาย 1:1 ที่อุณหภูมิห้อง



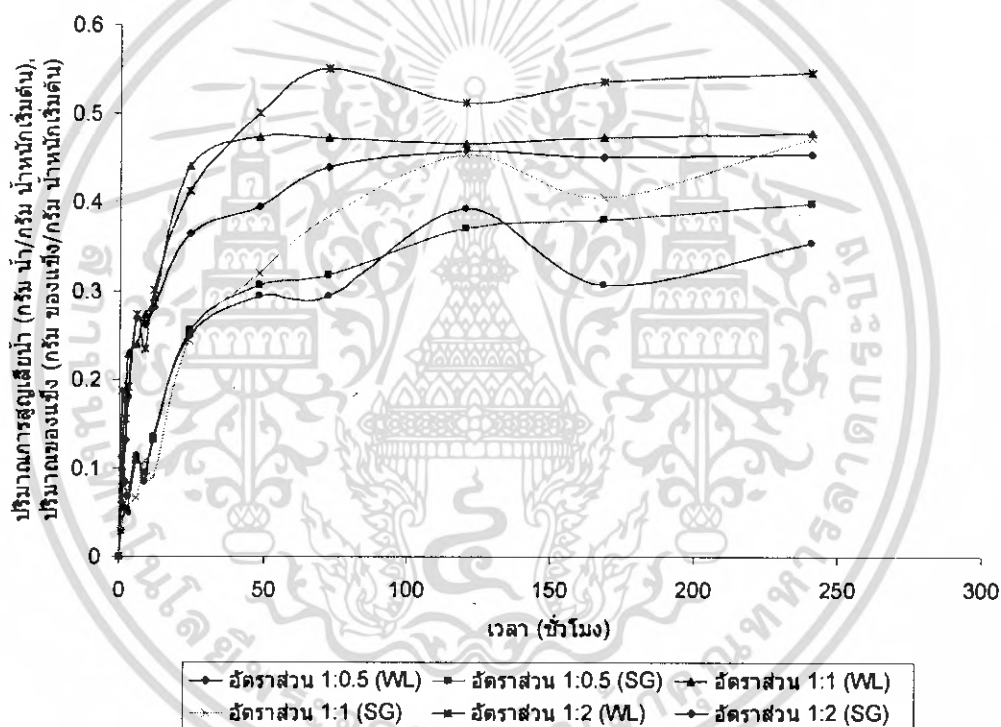
รูปที่ 4.5 ผลของความดันที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป๊วที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B อัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลาย 1:2 ที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ผลของอัตราส่วนระหว่างไซโป๊วต่อสารละลายที่มีต่อการถ่ายเทมวล

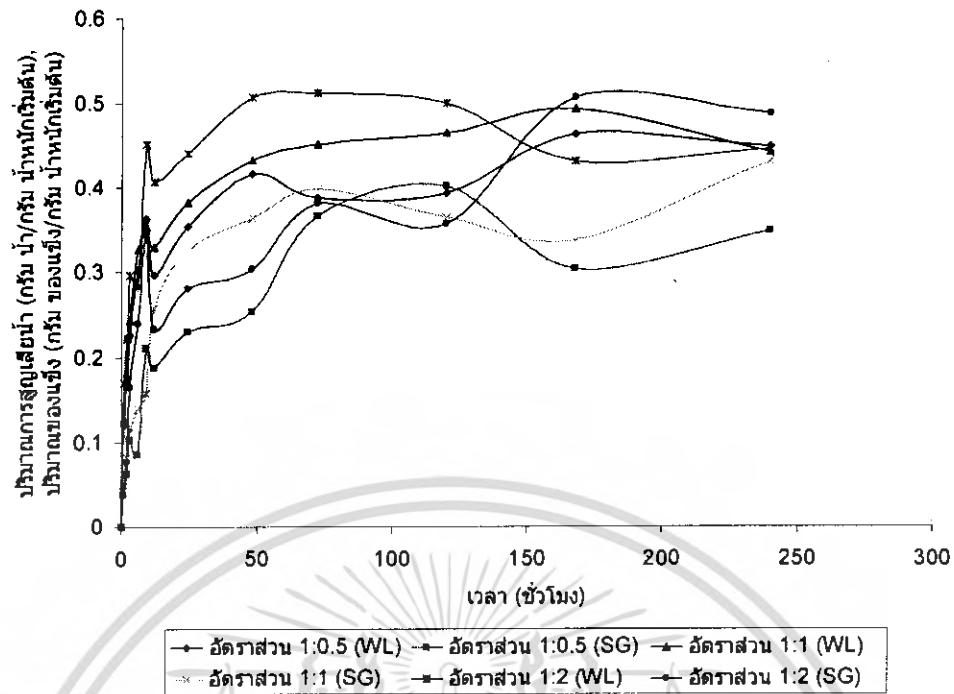
การเพิ่มอัตราส่วนของสารละลายทำให้อัตราเร็วของปริมาณน้ำสูญเสียและปริมาณของแข็งหลังการแช่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 3-6 ชั่วโมงแรก จากนั้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นการสูญเสียและปริมาณของแข็งหลังการแช่มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ดังรูป 4.6-4.8

การเพิ่มอัตราส่วนของสารละลายทำให้อัตราการออสโมติกเร็วขึ้น ปริมาณน้ำสูญเสียและปริมาณของแข็งหลังการแช่สูงขึ้นมากกว่าการใช้อัตราส่วนของสารละลายน้อย เนื่องจากอัตราส่วนของสารละลายมากทำให้แรงดันออสโมติกมีค่ามากขึ้นด้วย ซึ่งเป็นแรงดันที่ใช้ในการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมติก

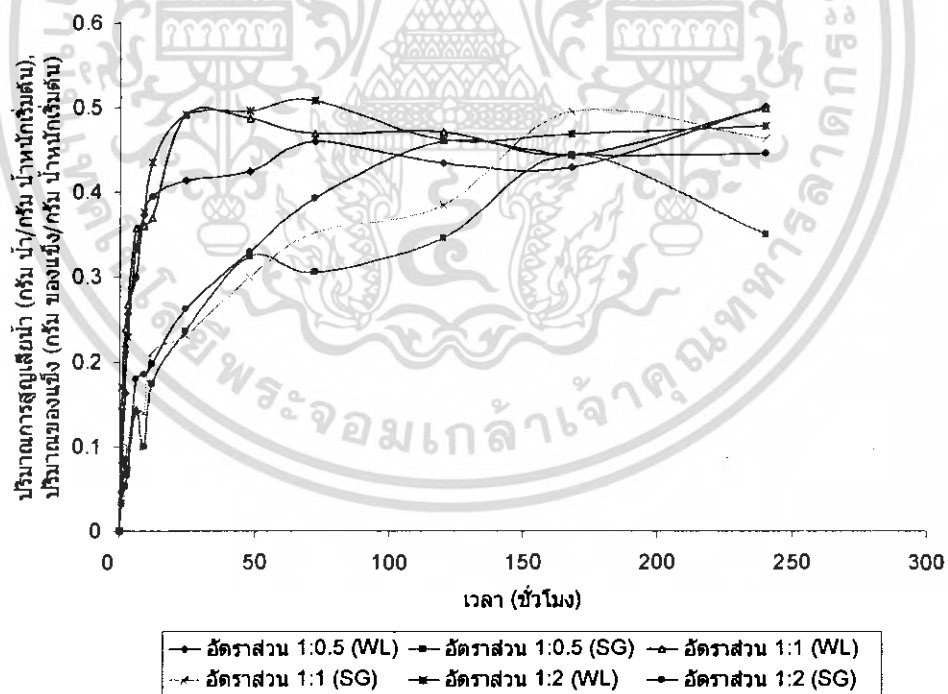


รูปที่ 4.6 ผลของอัตราส่วนไซโป๊ว:สารละลายที่มีต่อการสูญเสียและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป๊วที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B ที่ความดันบรรยากาศและอุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ผลของอัตราส่วนไซโป้:สารละลายที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป้ที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B ที่ความดัน 2 บาร์และอุณหภูมิห้อง

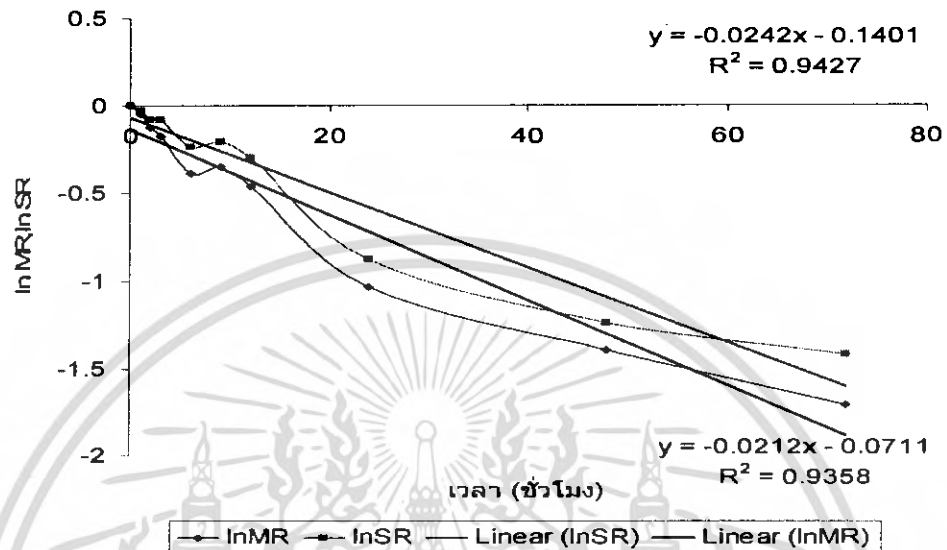


รูปที่ 4.8 ผลของอัตราส่วนไซโป้:สารละลายที่มีต่อการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งของไซโป้ที่แช่อยู่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 67°B ที่ความดัน 4 บาร์และอุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. สัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็ง

ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็งคำนวณจาก สมการที่ 3.6-3.7 โดยการนำค่า $\ln MR$ และ $\ln SR$ มาพล็อตเทียบกับเวลา ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ผลของ $\ln MR$ และ $\ln SR$ กับเวลาที่ความดันบรรยากาศ อัตราส่วนไซโป้วต่อสารละลาย 1:0.5 และอุณหภูมิห้อง

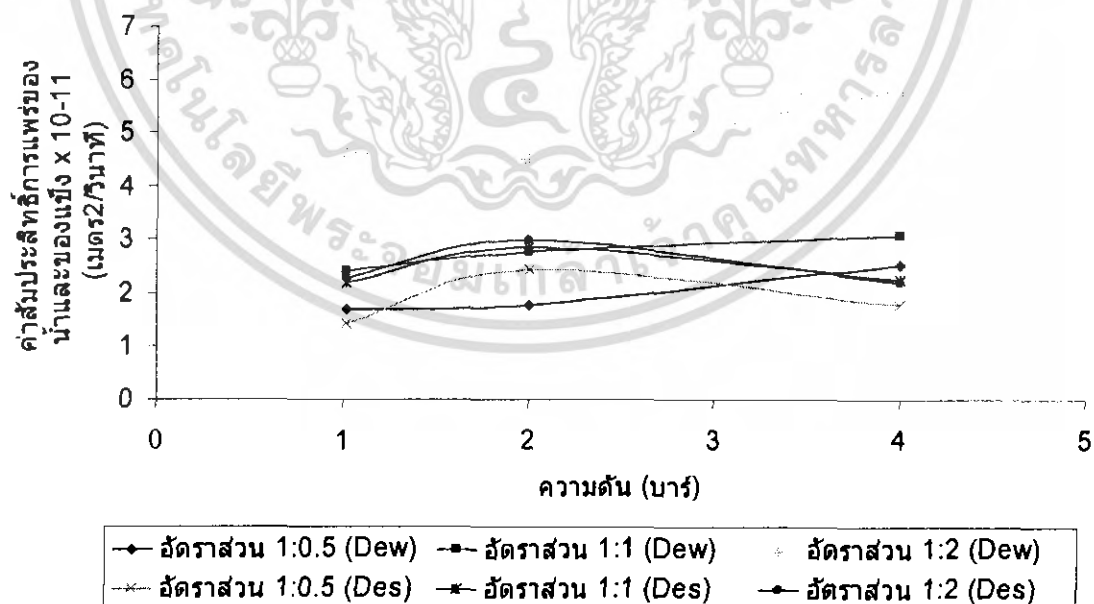
ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็งที่แต่ละเวลาการแช่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 4.10 จากการพิจารณา พบว่าเมื่ออัตราส่วนไซโป้วต่อสารละลายสูงขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็งจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากอัตราส่วนไซโป้วต่อสารละลายทำให้น้ำที่แพร่ออกมาจากไซโป้วไม่สามารถทำให้ความเข้มข้นของสารละลายลดลง ดังนั้นแรงดันที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำภายในเซลล์และภายนอกเซลล์จึงมีค่าสูงอยู่ตลอดเวลา

การเพิ่มความดันในกระบวนการแช่ไซโป้วพบว่าเมื่อเพิ่มความดันค่าสัมประสิทธิ์การแพร่มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของแข็งมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ความดัน 2 บาร์ แต่เมื่อเพิ่มความดันจนถึงระดับ 4 บาร์ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของแข็งมีค่าลดลงเนื่องจากในช่วงแรกปริมาณของแข็งหลังการแช่มีอัตราเร็วในการแทรกซึมเข้าไปสู่เซลล์สูง ทำให้เกิดการจับตัวแข็งของตัวกลาง บริเวณเซลล์ชั้นนอกของไซโป้ว สาเหตุเกิดจากมีอัตราการออสโมติกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างกระบวนการ น้ำที่ถูกขับออกมาจากไซโป้วมาก ทำให้โมเลกุลของตัวกลางออสโมติกเคลื่อนที่เข้าไปภายในเซลล์มากขึ้นอย่างรวดเร็วจนทำให้ของแข็งในสารละลายไม่สามารถซึมเข้าได้ เพราะเกิดการจับแข็งตัวของตัวกลางออสโมติกบริเวณเซลล์ชั้นนอกของไซโป้ว ค่าสัมประสิทธิ์การ

แพร่ของแข็งจึงลดลงที่ความดัน 4 bar (อ่อนรวี, 2533) และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อความดันเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็งของไซโป๊วที่แช่อยู่ในสารละลาย 67°B ที่อุณหภูมิห้อง

ความดัน (บาร์)	อัตราส่วน ไซโป๊วต่อสารละลาย	สัมประสิทธิ์การแพร่ (เมตร ² /วินาที)	
		น้ำ	ของแข็ง
1.01325	1:0.5	1.70×10^{-11}	1.41×10^{-11}
	1:1	2.41×10^{-11}	2.20×10^{-11}
	1:2	4.62×10^{-11}	2.28×10^{-11}
2	1:0.5	1.79×10^{-11}	2.42×10^{-11}
	1:1	2.77×10^{-11}	2.84×10^{-11}
	1:2	4.52×10^{-11}	2.98×10^{-11}
4	1:0.5	2.52×10^{-11}	1.79×10^{-11}
	1:1	3.07×10^{-11}	2.25×10^{-11}
	1:2	5.79×10^{-11}	2.20×10^{-11}



รูปที่ 4.10 ผลของความดันและอัตราส่วนไซโป๊วต่อสารละลายที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็งที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่าปริมาณของแข็งของไซโป๊วหวานที่สภาวะการแช่แบบต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซโป๊วต่อสารละลาย 1:2 ให้ค่าปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้มากที่สุดเท่ากับ 47°B เนื่องจากที่ความดัน 2 บาร์ที่อัตราส่วนไซโป๊วต่อสารละลาย 1:2 นี้มีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็งที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยจนเกินไปทำให้ไม่เกิดปรากฏการจับแข็งตัวของของแข็งในสารละลายและค่าปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ อยู่ในช่วงที่รงงานต้องการ

ตารางที่ 2 ปริมาณของแข็ง ($^{\circ}\text{B}$) ของไซโป๊วหวานที่ระยะเวลาการแช่ 10 วัน

อัตราส่วนไซโป๊วต่อ สารละลาย	ความดัน (บาร์)		
	1.01325	2	4
1:0.5	40°B	46°B	42°B
1:1	41°B	46°B	42°B
1:2	42°B	47°B	43°B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. การทดลองเบื้องต้นพบว่า การเพิ่มความดัน การเพิ่มอัตราส่วนและเติมกรดซิดดริกสามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทมวลได้ อย่างไรก็ตาม การเติมกรดทำให้รสชาติเปลี่ยนจึงเลือกการเพิ่มความดันและอัตราส่วนใช้ในการทดลองต่อไป

2. เมื่อเพิ่มความดันค่าปริมาณการสูญเสีย น้ำ ค่าปริมาณของแข็งหลังการแช่ ละค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำมีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ที่ความดัน 2 บาร์ ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของแข็งมีค่าสูงสุด เนื่องจากที่ความดัน 4 บาร์ มีอัตราการเพิ่มขึ้นของของแข็งสูงมากเกิดการจับตัวกันที่บริเวณเซลล์ชั้นนอก ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของแข็งลดลง

3. การเพิ่มอัตราส่วนไซโปวต่อสารละลายทำให้ปริมาณการสูญเสีย น้ำ และปริมาณของแข็งหลังการแช่สูงขึ้น เนื่องจากเมื่ออัตราส่วนของสารละลายมาก แรงดันออสโมติกก็จะมีค่ามากขึ้น อัตราการถ่ายเทมวลในกระบวนการออสโมติกจึงมีค่าสูงขึ้นด้วย ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ในการแพร่ของน้ำและของแข็งมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน ไซโปวต่อสารละลายที่เพิ่มขึ้นด้วย

4. การเพิ่มอัตราส่วนสารละลายกับการเพิ่มความดันทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและของแข็งสูงขึ้น อัตราการแพร่ของแข็งมีค่าสูงค่าปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นหลังการแช่ และค่า Tss จะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าวิธีการคองหวานหัวไซโปวที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซโปวต่อสารละลายเท่ากับ 1:2 ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการแพร่ของน้ำและของแข็งสูงสุดคือ $4.52 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ และ $2.98 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ ตามลำดับ เป็นวิธีที่เหมาะสม อีกทั้ง ค่าปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ ยังอยู่ในช่วงที่โรงงานต้องการคือ 47°B โดยสามารถระยะเวลาการคองหวานได้ถึง 3 วัน เมื่อเทียบกับชุดควบคุมจากทางโรงงาน

เอกสารอ้างอิง

- กันยารัตน์ บรรจงแจ่ม. 2539. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมลูกหม่อน. สาขาเทคโนโลยีการอาหาร
 กฤษณา รักรัตน์วงศ์, กนกวรรณ พุฒิสกุลวงศ์ และสุภาพร สุทธิธรรม.2546. การพัฒนากระบวนการ
 ผลิตสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2546. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ
 อาหาร. พิมพ์ครั้งที่4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรม
 เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 60-61
- จันทร์หา แก้วเพชร. 2549. ผลของความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการแช่และ
 ระยะเวลาในการนึ่งต่อคุณภาพข้าวเหนียว. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
 คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา
- จันทร์หา แก้วเพชร, กุณชลีย์ ศักดิ์แสนศิลป์ และเฉลิมชัย รอดมณี .2549. The Optimisation of
 parboiling processing to minimise the soaking time ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- ดวงกมล แก้วพิมพ์พาวิทยาศาสตร์บัณฑิต. 2548. (วท.บ.) ภาควิชาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร
 คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- เบญจมาศ รัตนชินกร และ อุมารณ์ สุจริตทวีสุข.2548. อายุเก็บรักษาของผักตัดแต่งบางชนิด
 นักสิทธิ์ ปัญญาใหญ่. 2546. การลดเวลาอบแห้งหอมหัวใหญ่โดยการลดน้ำด้วยวิธีออสโมติก.
 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรม
 เกษตร.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- นिरนาม 1.2549. ผักกาดหัวURL:www.doae.go.th/library/html/detail/paddy/A8.htm
- นिरนาม 2.2546. หัวไชเท้า URL: www.maethongsuk.com/maethongsuk/radish.asp?visit=000312
- นिरนาม 3.2540. คุณค่าทางโภชนาการหัวไชเท้า
 URL:www.maethongsuk.com/maethongsuk/radish.asp?visit=000312
- เพชรภาวี รัตตะสุวรรณ, เสวต ท่าดีสม และอมรเทพ วัฒนา.2546. การดึงน้ำออกจากแคนตาลูปด้วย
 วิธีออสโมติก สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
 เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วัฒนาธร อึ้งเจริญวัฒนา และ ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง.2549. การศึกษาพารามิเตอร์และจำลอง
 แบบของระบบลดความชื้นอากาศเพื่อใช้ในเตาอบ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สุวรรณศรีสวัสดิ์. 2545. การผลิตผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย
- อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2546. อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยหอการค้า
- อ่อนรวี รัตนาพันธุ์. 2533. หลักการทำแห้งผลไม้ด้วยวิธีออสโมติก. อาหาร 20(4): 240-245.
- Azoubel, P. M., & Murr, F. E. X. 2004. Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato.
Journal of Food Engineering, 61, 291-295
- Cussler, E. L. 1984. Diffusion-Mass Transfer in Fluid Systems. Cambridge University Press,
Cambridge
- Crank, J. 1975. The mathematics of diffusion (2nd ed). Oxford, UK: Clarendon Press.
- Funebo, T., & Ohlsson T. 1998. Microwave-assisted Air Dehydration of Apple and Mushroom.
Journal of Food Engineering, 38, 353-367
- Falade K. O., Lgbeka. J.C. & Ayanwuyi.F.A. (2007). Kinetics of mass transfer, and colour changes
during osmotic dehydration of watermelon. Journal of Food Engineering, 80, 978-985.
- Hanna Kowalska., & Andrzej Lenart. 2000. Mass exchange during osmotic pretreatment
of vegetables, 02-787
- Homer, W.F.A.1993. Drying: chemical changes. In R. Marrae, R. K. Robinson, & M. J. Sadler (Eds),
Encyclopedia of food science, food technology and nutrition (pp. 1485-1489). London:
Academic Press.
- Kowalska, H., & Lenart, A.1998. Mass transfer during osmotic dehydration of plant tissue.
In proceedings of the IX seminar. Properties of water in food (pp. 131-142). SGGW:
Warsaw.
- Lanart A., & Flink J. M. 1984. Osmotic Concentration of potato. Spatial distribute on of the
Osmotic effect. Journal of Food Technology, 19, 65-89
- Lazarides, H. N., & Mavroudis, N., E. (1996). Kinetics of Osmotic Dehydration of a Highly Shrinking
Vegetable Tissue in a Salt-free Medium. Journal of Food Engineering, 30, 61-74
- Lewicki, P. P., & Porzecka-Pawlak, R.2005. Effect of osmotic dewatering on apple tissue structure.
Journal of food Engineering, 66, 43-50.
- Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behaviour and product
quality. Journal of Food Science, 50, 1217-1219.
- May .1998. Use of Ultrasound to Increase Mass Transport Rates During Osmotic Dehydration
- Marabi, A., Thieme, U., & Saguy, I.S. 2004. Influence of drying method and dehydration time on

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sensory Evaluation of rehydrated carrot particulates. *Journal of Food Engineering*, 49, 185-191

Torreggiani, D.1993. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Research International*, 26, 59-68.

Raoult-Wack, A. L.1994. Recent advances in the osmotic dehydration foods. *Trends in Food Science and Technology*, 5, 255-260.

Rastogi, N. K., & Raghavarao, k. S. M. S.1997. Mass transfer during osmotic dehydration of carrot: comparison of different methods for the estimation of effective diffusivities. In R. Jowitt (Ed.), *Engineering and food (Part 2) (G73-G76)*. London: Sheffield Academic Press.

Smith, P. G., Morris, A. E. J., & Petrotos, K. B.1997. Direct Osmotic concentration of tomato juice. In R. Jowitt (Ed.), *Engineering and food (Part 2) (L1 L4)*. London: Sheffield Academic Press.

Simal S., Benedito J., Emma S. Sanchez & Rossello C. (1998). Use of Ultrasound to Increase Mass Transport Rates During Osmotic Dehydration, May *Journal of Food Engineering*, 36, 323-336.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองเบื้องต้นที่ความดันบรรยากาศ

เวลา (ชั่วโมง)		น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
0	หัว	56.09		65.171		
0	กลาง	56.09		64.890		
0	ท้าย	56.09		65.639		
1	หัว	27.61	26.19	65.677	0.077	0.026
1	กลาง	27.61	26.19	68.099	0.054	0.003
1	ท้าย	27.61	26.19	62.973	0.103	0.051
3	หัว	38.29	34.82	60.548	0.149	0.059
3	กลาง	38.29	34.82	65.645	0.103	0.012
3	ท้าย	38.29	34.82	60.242	0.152	0.062
6	หัว	37.42	34.38	51.506	0.227	0.146
6	กลาง	37.42	34.38	65.100	0.102	0.021
6	ท้าย	37.42	34.38	54.236	0.202	0.120
24	หัว	38.7	29.82	53.557	0.287	0.058
24	กลาง	38.7	29.82	58.787	0.247	0.018
24	ท้าย	38.7	29.82	52.480	0.296	0.066
48	หัว	27.17	20.55	51.968	0.307	0.063
48	กลาง	27.17	20.55	54.042	0.291	0.048
48	ท้าย	27.17	20.55	51.846	0.308	0.064
72	หัว	30.79	23.47	51.302	0.309	0.071
72	กลาง	30.79	23.47	59.597	0.246	0.008
72	ท้าย	30.79	23.47	51.602	0.307	0.069

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองเบื้องต้นโดยการเติมกรด

เวลา (ชั่วโมง)		น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
0	หัว	56.09		65.171		
0	กลาง	56.09		64.890		
0	ท้าย	56.09		65.639		
1	หัว	34.32	33.12	64.355	0.031	0.056
1	กลาง	34.32	33.12	66.710	0.009	0.033
1	ท้าย	34.32	33.12	62.766	0.047	0.072
3	หัว	38.24	32.19	66.618	0.092	0.034
3	กลาง	38.24	32.19	61.568	0.134	0.084
3	ท้าย	38.24	32.19	71.747	0.048	-0.017
6	หัว	28.5	24.5	51.472	0.210	0.185
6	กลาง	28.5	24.5	63.919	0.103	0.061
6	ท้าย	28.5	24.5	51.628	0.208	0.184
24	หัว	38.34	33.08	48.936	0.230	0.211
24	กลาง	38.34	33.08	62.795	0.110	0.072
24	ท้าย	38.34	33.08	51.828	0.205	0.182
48	หัว	30.84	20.43	50.674	0.317	0.193
48	กลาง	30.84	20.43	50.946	0.315	0.191
48	ท้าย	30.84	20.43	50.307	0.319	0.197
72	หัว	32.55	24.97	49.959	0.269	0.200
72	กลาง	32.55	24.97	50.397	0.266	0.196
72	ท้าย	32.55	24.97	49.303	0.274	0.207

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองเบื้องต้นที่อัตราส่วน ไชโป๊วต่อสารละลาย 1:1

เวลา (ชั่วโมง)		น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
0	หัว	56.09		65.171		
0	กลาง	56.09		64.890		
0	ท้าย	56.09		65.639		
1	หัว	42.27	40.52	60.330	0.122	0.080
1	กลาง	42.27	40.52	66.271	0.065	0.023
1	ท้าย	42.27	40.52	62.111	0.105	0.063
3	หัว	44.92	40.33	53.762	0.217	0.115
3	กลาง	44.92	40.33	65.559	0.111	0.009
3	ท้าย	44.92	40.33	54.901	0.207	0.105
6	หัว	69.96	60.79	58.736	0.190	0.059
6	กลาง	69.96	60.79	66.217	0.125	-0.006
6	ท้าย	69.96	60.79	58.167	0.195	0.063
24	หัว	47.11	44.4	52.937	0.201	0.144
24	กลาง	47.11	44.4	59.339	0.141	0.083
24	ท้าย	47.11	44.4	52.657	0.204	0.146
48	หัว	39.86	35.57	43.380	0.313	0.205
48	กลาง	39.86	35.57	48.554	0.267	0.159
48	ท้าย	39.86	35.57	43.440	0.312	0.205
72	หัว	43.15	35.26	42.625	0.352	0.169
72	กลาง	43.15	35.26	45.197	0.331	0.148
72	ท้าย	43.15	35.26	44.479	0.337	0.154

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองเบื้องต้นที่ความดัน 2 บาร์

เวลา (ชั่วโมง)		น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	น้ำหนักหลังแช่ (กรัม)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
0	หัว	56.09		65.171		
0	กลาง	56.09		64.890		
0	ท้าย	56.09		65.639		
1	หัว	37.22	34.34	0.597	0.149	0.071
1	กลาง	37.22	34.34	0.663	0.089	0.011
1	ท้าย	37.22	34.34	0.645	0.105	0.028
3	หัว	42.28	38.6	0.542	0.206	0.119
3	กลาง	42.28	38.6	0.658	0.099	0.012
3	ท้าย	42.28	38.6	0.551	0.197	0.110
6	หัว	71.33	63.72	0.559	0.201	0.094
6	กลาง	71.33	63.72	0.639	0.130	0.023
6	ท้าย	71.33	63.72	0.574	0.187	0.080
24	หัว	61.97	49.93	0.507	0.291	0.097
24	กลาง	61.97	49.93	0.590	0.225	0.030
24	ท้าย	61.97	49.93	0.522	0.280	0.085
48	หัว	47.4	41.66	0.509	0.252	0.131
48	กลาง	47.4	41.66	0.524	0.239	0.118
48	ท้าย	47.4	41.66	0.525	0.239	0.118
72	หัว	49.11	43.08	0.514	0.249	0.126
72	กลาง	49.11	43.08	0.527	0.237	0.115
72	ท้าย	49.11	43.08	0.517	0.246	0.124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (1:0.5)ผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศอัตราส่วนไข่ปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹		MC (%)	WL	SG
					(%)	(°B)		(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
1.013	1	1	3.96	0.915	18	12	75.436	0.088	0.025
1.013	1	2	3.8	0.914	14	11.4	75.235	0.127	0.015
1.013	1	3	3.88	0.916	17	12.4	76.097	0.056	0.027
1.013	1	4	3.87	0.915	16	12	76.101	0.052	0.028
1.013	1	5	3.97	0.914	15	11	75.688	0.043	0.036
1.013	1	6	3.94	0.903	14.6	10	75.538	0.067	0.031
1.013	1	7	3.96	0.915	16	12	75.436	0.088	0.025
1.013	1	8	3.8	0.914	15	11.4	75.235	0.127	0.015
1.013	1	9	3.88	0.916	14.6	12.4	76.097	0.056	0.027
1.013	1	10	3.87	0.915	18	12	76.101	0.052	0.028
1.013	1	11	3.97	0.914	14	11	75.688	0.043	0.036
1.013	1	12	3.94	0.903	17	10	75.538	0.067	0.031
1.013	2	1	3.7	0.9	16.4	12	73.244	0.096	0.050
1.013	2	2	3.87	0.915	18	12.2	72.104	0.126	0.053
1.013	2	3	3.8	0.916	16.2	13	70.407	0.167	0.059
1.013	2	4	3.9	0.901	15.8	12	71.221	0.144	0.058
1.013	2	5	3.75	0.904	16	14	71.661	0.149	0.050
1.013	2	6	3.85	0.91	15.8	12	77.303	0.106	-0.003
1.013	2	7	3.7	0.9	15.8	12	73.244	0.167	0.058
1.013	2	8	3.87	0.915	16	12.2	72.104	0.144	0.050
1.013	2	9	3.8	0.916	15.8	13	70.407	0.149	-0.003
1.013	2	10	3.9	0.901	15.8	12	71.221	0.096	0.050
1.013	2	11	3.75	0.904	18	14	71.661	0.126	0.053
1.013	2	12	3.85	0.91	16.2	12	77.303	0.106	0.059
1.013	3	1	3.62	0.905	20	13	70.280	0.217	0.039
1.013	3	2	3.98	0.917	19	15.8	68.825	0.183	0.072
1.013	3	3	3.96	0.907	18	14.2	70.619	0.173	0.054
1.013	3	4	3.99	0.906	20	15	70.874	0.202	0.039
1.013	3	5	3.78	0.906	18	14.6	72.603	0.133	0.045
1.013	3	6	3.89	0.9	20	14	71.829	0.204	0.026
1.013	3	7	3.62	0.905	20	13	70.280	0.202	0.054
1.013	3	8	3.98	0.917	18	15.8	68.825	0.133	0.039
1.013	3	9	3.96	0.907	20	14.2	70.619	0.204	0.045
1.013	3	10	3.99	0.906	20	15	70.874	0.217	0.026
1.013	3	11	3.78	0.906	19	14.6	72.603	0.183	0.039
1.013	3	12	3.89	0.9	18	14	71.829	0.173	0.072
1.013	6	1	4.06	0.928	20.4	16	66.836	0.247	0.067
1.013	6	2	3.92	0.899	20	16.2	63.960	0.269	0.091
1.013	6	3	3.91	0.9	20.6	16	65.684	0.232	0.089
1.013	6	4	3.79	0.912	20	15.6	63.286	0.228	0.124
1.013	6	5	3.84	0.9	21.8	16	62.878	0.312	0.080
1.013	6	6	3.96	0.897	20.6	17.8	58.974	0.318	0.127
1.013	6	7	4.06	0.928	20.4	16	63.286	0.228	0.067
1.013	6	8	3.92	0.899	20	16.2	62.878	0.312	0.091
1.013	6	9	3.91	0.9	20.6	16	58.974	0.318	0.089
1.013	6	10	3.79	0.912	20	15.6	66.836	0.247	0.124
1.013	6	11	3.84	0.9	21.8	16	63.960	0.269	0.080
1.013	6	12	3.96	0.897	20.6	17.8	65.684	0.232	0.127

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (1:0.5) ต่อ ผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศอัตราส่วนน้ำปิ้งต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5 (ต่อ)

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
1.013	9	1	3.84	0.899	22	18	68.610	0.239	0.049
1.013	9	2	3.73	0.9	23	18.4	65.031	0.291	0.066
1.013	9	3	4	0.899	23.6	18	63.952	0.223	0.117
1.013	9	4	3.94	0.87	24	18.2	62.645	0.246	0.122
1.013	9	5	3.87	0.891	22	19	64.545	0.263	0.087
1.013	9	6	3.99	0.89	23	18	63.817	0.290	0.081
1.013	9	7	3.84	0.899	22	18	68.610	0.239	0.049
1.013	9	8	3.73	0.9	23	18.4	65.031	0.291	0.066
1.013	9	9	4	0.899	23.6	18	63.952	0.223	0.117
1.013	9	10	3.94	0.87	24	18.2	62.645	0.246	0.122
1.013	9	11	3.87	0.891	22	19	64.545	0.263	0.087
1.013	9	12	3.99	0.89	23	18	63.817	0.290	0.081
1.013	12	1	3.96	0.912	25	20	61.591	0.257	0.130
1.013	12	2	3.99	0.911	26	21.8	61.877	0.220	0.149
1.013	12	3	3.94	0.91	25.6	22	61.592	0.361	0.065
1.013	12	4	4	0.911	26	21	60.874	0.359	0.075
1.013	12	5	4.09	0.897	26	22	61.884	0.269	0.119
1.013	12	6	4.01	0.898	25.4	21	60.273	0.290	0.127
1.013	12	7	4	0.912	25	20	61.591	0.257	0.075
1.013	12	8	4.09	0.911	26	21.8	61.877	0.220	0.119
1.013	12	9	4.01	0.91	25.6	22	61.592	0.361	0.127
1.013	12	10	3.96	0.911	26	21	60.874	0.359	0.130
1.013	12	11	3.99	0.897	26	22	61.884	0.269	0.149
1.013	12	12	3.94	0.898	25.4	21	60.273	0.290	0.065
1.013	24	1	3.97	0.903	27	24	49.609	0.318	0.280
1.013	24	2	3.99	0.903	27.2	23.8	47.663	0.384	0.246
1.013	24	3	4	0.913	28	25	49.476	0.361	0.237
1.013	24	4	3.99	0.918	26.2	22.2	52.801	0.370	0.174
1.013	24	5	3.99	0.907	28	25.8	46.639	0.378	0.271
1.013	24	6	4.07	0.91	29	24	47.960	0.381	0.244
1.013	24	7	4	0.903	27	24	52.801	0.370	0.174
1.013	24	8	3.99	0.903	27.2	23.8	46.639	0.378	0.271
1.013	24	9	3.99	0.913	28	25	47.960	0.381	0.244
1.013	24	10	4.07	0.918	26.2	22.2	49.609	0.318	0.280
1.013	24	11	3.97	0.907	28	25.8	47.663	0.384	0.246
1.013	24	12	3.99	0.91	29	24	49.476	0.361	0.237
1.013	48	1	4.06	0.885	28.2	25	43.688	0.429	0.266
1.013	48	2	4.09	0.885	30	25.4	44.244	0.399	0.293
1.013	48	3	4	0.867	30.4	26	44.668	0.386	0.302
1.013	48	4	4.1	0.874	30.4	27.2	46.255	0.302	0.367
1.013	48	5	4.13	0.866	29.8	26	39.206	0.467	0.303
1.013	48	6	4	0.868	27.8	24.2	46.845	0.456	0.179
1.013	48	7	4.1	0.885	28.2	25	46.255	0.302	0.303
1.013	48	8	4.13	0.885	30	25.4	39.206	0.467	0.179
1.013	48	9	4	0.867	30.4	26	46.845	0.456	0.266
1.013	48	10	4.06	0.874	30.4	27.2	43.688	0.429	0.293
1.013	48	11	4.09	0.866	29.8	26	44.244	0.399	0.302
1.013	48	12	4	0.868	27.8	24.2	44.668	0.386	0.367

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (1:0.5) ต่อ ผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศอัตราส่วนไข่ปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5 (ต่อ)

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ชั่วโมง	pH	Aw	ของแข็ง ¹		MC (%)	WL	SG
					(%)	(°B)		(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
1.013	72	1	4.17	0.889	32	29	40.291	0.425	0.342
1.013	72	2	4.18	0.864	31	27.4	41.027	0.451	0.290
1.013	72	3	4.09	0.87	32.2	28	41.803	0.422	0.314
1.013	72	4	4.1	0.865	33.4	29.4	39.904	0.435	0.336
1.013	72	5	4.17	0.866	32	29.6	39.929	0.457	0.303
1.013	72	6	4.2	0.861	32.2	29.8	43.983	0.449	0.236
1.013	72	7	4.17	0.889	32	29	39.929	0.457	0.342
1.013	72	8	4.18	0.864	31	27.4	43.983	0.449	0.290
1.013	72	9	4.09	0.87	32.2	28	40.291	0.425	0.314
1.013	72	10	4.1	0.865	33.4	29.4	41.027	0.451	0.336
1.013	72	11	4.17	0.866	32	29.6	41.803	0.422	0.303
1.013	72	12	4.2	0.861	32.2	29.8	39.904	0.435	0.236
1.013	120	1	4.2	0.842	33	32.4	34.767	0.453	0.436
1.013	120	2	4.17	0.842	34	31	37.967	0.435	0.383
1.013	120	3	4.18	0.849	36	32.4	36.393	0.479	0.346
1.013	120	4	4.1	0.845	35	31.4	38.178	0.427	0.391
1.013	120	5	4.07	0.841	34.2	31.6	36.597	0.473	0.352
1.013	120	6	4.09	0.843	34	31.8	36.180	0.478	0.353
1.013	120	7	4.1	0.842	36	32.4	38.178	0.427	0.436
1.013	120	8	4.07	0.842	35	31	36.597	0.473	0.383
1.013	120	9	4.09	0.849	34.2	32.4	36.180	0.478	0.346
1.013	120	10	4.2	0.845	34	31.4	34.767	0.453	0.391
1.013	120	11	4.17	0.841	33	31.6	37.967	0.435	0.352
1.013	120	12	4.18	0.843	34	31.8	36.393	0.479	0.353
1.013	168	1	4.17	0.821	36.2	34	37.545	0.424	0.412
1.013	168	2	4.18	0.821	37	35	35.162	0.477	0.381
1.013	168	3	4.09	0.822	37.8	36.6	37.070	0.398	0.468
1.013	168	4	4.2	0.82	40	38.4	37.766	0.392	0.458
1.013	168	5	4.17	0.821	38	39	36.649	0.461	0.371
1.013	168	6	4.18	0.822	36	35.8	37.442	0.465	0.345
1.013	168	7	4.2	0.821	40	34	36.649	0.461	0.458
1.013	168	8	4.17	0.821	38	35	37.442	0.465	0.371
1.013	168	9	4.18	0.822	36	36.6	37.545	0.424	0.345
1.013	168	10	4.17	0.82	36.2	38.4	35.162	0.477	0.412
1.013	168	11	4.18	0.821	37	39	37.070	0.398	0.381
1.013	168	12	4.09	0.822	37.8	35.8	37.766	0.392	0.468
1.013	240	1	4.21	0.811	40	40.5	34.675	0.488	0.373
1.013	240	2	4.23	0.815	41	40	35.622	0.467	0.386
1.013	240	3	4.25	0.811	42	40.2	35.782	0.394	0.513
1.013	240	4	4.16	0.812	40	41	35.537	0.281	0.727
1.013	240	5	4.17	0.81	43	41	37.017	0.438	0.403
1.013	240	6	4.18	0.81	41	40.5	35.911	0.439	0.429
1.013	240	7	4.16	0.811	40	40.5	37.017	0.438	0.727
1.013	240	8	4.17	0.815	43	40	35.911	0.439	0.403
1.013	240	9	4.18	0.811	41	40.2	34.675	0.488	0.429
1.013	240	10	4.21	0.812	40	41	35.622	0.467	0.373
1.013	240	11	4.23	0.81	43	41	35.782	0.394	0.386
1.013	240	12	4.25	0.81	41	40.5	35.537	0.281	0.513

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีเฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีเฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (1:1) ผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศอัตราส่วนโซปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:1

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
1.013	1	1	3.78	0.927	16	10	66.540	0.161	0.113
1.013	1	2	3.71	0.919	14.4	12	74.861	0.121	0.021
1.013	1	3	3.7	0.91	16.4	5	74.607	0.074	0.040
1.013	1	4	3.79	0.926	14.6	11	74.765	0.086	0.034
1.013	1	5	3.8	0.92	15	12	75.015	0.109	0.023
1.013	1	6	3.9	0.91	15	12	74.688	0.079	0.038
1.013	1	7	3.78	0.927	16	10	77.548	0.086	0.113
1.013	1	8	3.71	0.919	14.4	12	78.730	0.109	0.021
1.013	1	9	3.7	0.91	16.4	5	79.912	0.079	0.040
1.013	1	10	3.79	0.926	14.6	11	81.093	0.161	0.034
1.013	1	11	3.8	0.92	15	12	82.275	0.121	0.023
1.013	1	12	3.9	0.91	15	12	83.457	0.074	0.038
1.013	2	1	3.82	0.907	18	12	70.565	0.165	0.058
1.013	2	2	3.85	0.917	16.2	13	70.806	0.205	0.038
1.013	2	3	3.9	0.906	16.8	12.2	70.784	0.196	0.042
1.013	2	4	3.92	0.917	16	13.4	71.082	0.199	0.037
1.013	2	5	3.92	0.9	15	14	71.429	0.139	0.057
1.013	2	6	3.92	0.901	16	15	70.751	0.165	0.055
1.013	2	7	3.82	0.907	16.2	12	71.212	0.199	0.037
1.013	2	8	3.85	0.917	16.8	13	71.301	0.139	0.057
1.013	2	9	3.9	0.906	16	12.2	71.389	0.165	0.055
1.013	2	10	3.92	0.917	15	13.4	71.478	0.165	0.058
1.013	2	11	3.92	0.9	16	14	71.566	0.205	0.038
1.013	2	12	3.92	0.901	18	15	71.654	0.196	0.042
1.013	3	1	3.81	0.907	20	15.6	65.767	0.223	0.092
1.013	3	2	3.86	0.915	18	14	67.870	0.240	0.057
1.013	3	3	3.81	0.916	18	15	69.857	0.176	0.062
1.013	3	4	4	0.9	21	15.2	64.802	0.254	0.088
1.013	3	5	3.98	0.903	18	15	66.821	0.261	0.060
1.013	3	6	3.96	0.905	21.2	15	66.509	0.216	0.086
1.013	3	7	3.81	0.907	21	15.6	66.488	0.254	0.088
1.013	3	8	3.86	0.915	18	14	66.360	0.261	0.060
1.013	3	9	3.81	0.916	21.2	15	66.231	0.216	0.086
1.013	3	10	4	0.9	20	15.2	66.103	0.223	0.092
1.013	3	11	3.98	0.903	18	15	65.974	0.240	0.057
1.013	3	12	3.96	0.905	18	15	65.846	0.176	0.062
1.013	6	1	3.8	0.897	21.4	16.2	66.994	0.240	0.068
1.013	6	2	3.8	0.896	21	16.8	68.302	0.216	0.063
1.013	6	3	3.92	0.903	22	18	64.087	0.297	0.074
1.013	6	4	3.91	0.907	22	15	66.377	0.266	0.063
1.013	6	5	3.91	0.859	21	14	69.492	0.201	0.055
1.013	6	6	3.87	0.897	20	16	67.058	0.220	0.077
1.013	6	7	3.8	0.897	22	16.2	66.377	0.266	0.063
1.013	6	8	3.8	0.896	21	16.8	69.492	0.201	0.055
1.013	6	9	3.92	0.903	20	18	67.058	0.220	0.077
1.013	6	10	3.91	0.907	21.4	15	66.994	0.240	0.068
1.013	6	11	3.91	0.859	21	14	68.302	0.216	0.063
1.013	6	12	3.87	0.897	22	16	64.087	0.297	0.074

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (1:1) ต่อผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศอัตราส่วนไข่ปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:1

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
1.013	9	1	3.92	0.901	22	18	63.905	0.318	0.064
1.013	9	2	3.9	0.895	24	20.2	78.420	0.332	0.099
1.013	9	3	3.96	0.899	24	18.6	62.626	0.289	0.097
1.013	9	4	3.8	0.9	23.4	19.6	62.867	0.295	0.090
1.013	9	5	3.94	0.891	22.4	20	61.863	0.267	0.120
1.013	9	6	3.94	0.9	22	18	61.695	0.252	0.132
1.013	9	7	3.92	0.901	23.4	18	62.867	0.318	0.090
1.013	9	8	3.9	0.895	22.4	20.2	61.863	0.176	0.120
1.013	9	9	3.96	0.899	22	18.6	61.695	0.289	0.132
1.013	9	10	3.8	0.9	22	19.6	63.905	0.295	0.064
1.013	9	11	3.94	0.891	24	20	80.577	0.267	0.099
1.013	9	12	3.94	0.9	24	18	62.626	0.252	0.097
1.013	12	1	3.9	0.871	26	22	64.219	0.230	0.109
1.013	12	2	3.98	0.88	26	20.4	63.076	0.263	0.106
1.013	12	3	4	0.892	25	22	62.588	0.301	0.090
1.013	12	4	4	0.881	26	21.8	62.186	0.326	0.080
1.013	12	5	4.02	0.873	24.6	22	62.934	0.309	0.081
1.013	12	6	4.07	0.885	26	21	62.542	0.323	0.077
1.013	12	7	3.9	0.871	25	22	62.186	0.326	0.109
1.013	12	8	3.98	0.88	26	20.4	62.934	0.309	0.106
1.013	12	9	4	0.892	24.6	22	62.542	0.323	0.090
1.013	12	10	4	0.881	26	21.8	64.219	0.230	0.080
1.013	12	11	4.02	0.873	26	22	63.076	0.263	0.081
1.013	12	12	4.07	0.885	26	21	62.588	0.301	0.077
1.013	24	1	4	0.895	26	22	41.800	0.486	0.224
1.013	24	2	4.01	0.895	26.2	23.4	46.769	0.452	0.185
1.013	24	3	4.07	0.895	29	25	43.063	0.409	0.305
1.013	24	4	4.08	0.9	29.8	25.8	44.084	0.464	0.215
1.013	24	5	4.1	0.898	27	24	45.636	0.432	0.227
1.013	24	6	4.123	0.896	26	22.2	46.399	0.399	0.252
1.013	24	7	4	0.895	29.8	22	41.800	0.486	0.215
1.013	24	8	4.01	0.895	27	23.4	46.769	0.452	0.227
1.013	24	9	4.07	0.895	26	25	43.063	0.409	0.252
1.013	24	10	4.08	0.9	26	25.8	44.084	0.464	0.224
1.013	24	11	4.1	0.898	26.2	24	45.636	0.432	0.185
1.013	24	12	4.123	0.896	29	22.2	46.399	0.399	0.305
1.013	48	1	4.17	0.854	30	28	42.542	0.482	0.218
1.013	48	2	4	0.865	28.4	26.4	39.317	0.453	0.322
1.013	48	3	4.1	0.86	31	28	35.848	0.495	0.332
1.013	48	4	4	0.864	28	27	35.290	0.515	0.307
1.013	48	5	3.99	0.86	30	28.2	39.638	0.466	0.295
1.013	48	6	4.12	0.863	28.2	26	39.215	0.440	0.345
1.013	48	7	4.17	0.854	28	28	35.290	0.515	0.307
1.013	48	8	4	0.865	30	26.4	39.638	0.466	0.295
1.013	48	9	4.1	0.86	28.2	28	39.215	0.440	0.345
1.013	48	10	4	0.864	30	27	42.542	0.482	0.218
1.013	48	11	3.99	0.86	28.4	28.2	39.317	0.453	0.322
1.013	48	12	4.12	0.863	31	26	35.848	0.495	0.332

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 (1:1) ต่อผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศอัตราส่วนไข่ปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:1

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL	SG
								(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
1.013	72	1	4.2	0.86	30.2	28	35.449	0.498	0.335
1.013	72	2	4.12	0.866	32	30	36.791	0.495	0.310
1.013	72	3	4.15	0.863	32.4	31.4	36.432	0.447	0.401
1.013	72	4	4.07	0.864	31	29	49.758	0.310	0.285
1.013	72	5	4.1	0.848	32	31	34.734	0.451	0.442
1.013	72	6	4.12	0.849	33.4	31.6	33.730	0.470	0.433
1.013	72	7	4.2	0.86	31	28	49.758	0.310	0.285
1.013	72	8	4.12	0.866	32	30	34.734	0.451	0.442
1.013	72	9	4.15	0.863	33.4	31.4	33.730	0.470	0.433
1.013	72	10	4.07	0.864	30.2	29	35.449	0.498	0.335
1.013	72	11	4.1	0.848	32	31	36.791	0.495	0.310
1.013	72	12	4.12	0.849	32.4	31.6	36.432	0.447	0.401
1.013	120	1	4.26	0.836	34.2	32	31.111	0.517	0.411
1.013	120	2	4.21	0.831	35	32.2	33.908	0.529	0.313
1.013	120	3	4.19	0.835	36.2	34	33.882	0.491	0.387
1.013	120	4	4.07	0.84	34	33	34.728	0.472	0.401
1.013	120	5	4.2	0.848	36	33.6	32.772	0.431	0.540
1.013	120	6	4.21	0.831	33.8	32.2	34.109	0.416	0.527
1.013	120	7	4.26	0.836	34	32	34.728	0.472	0.401
1.013	120	8	4.21	0.831	36	32.2	32.772	0.431	0.540
1.013	120	9	4.19	0.835	33.8	34	34.109	0.416	0.527
1.013	120	10	4.07	0.84	34.2	33	31.111	0.517	0.411
1.013	120	11	4.2	0.848	35	33.6	33.908	0.529	0.313
1.013	120	12	4.21	0.831	36.2	32.2	33.882	0.491	0.387
1.013	168	1	4.2	0.821	40.2	39	35.174	0.479	0.377
1.013	168	2	4.2	0.82	37.8	36.6	34.363	0.522	0.317
1.013	168	3	4.19	0.819	39	38.2	35.713	0.485	0.352
1.013	168	4	4.18	0.818	40	39.6	33.588	0.464	0.450
1.013	168	5	4.29	0.82	39	38.2	35.714	0.448	0.419
1.013	168	6	4.25	0.823	41	40	32.569	0.490	0.426
1.013	168	7	4.2	0.821	40	39	33.588	0.464	0.450
1.013	168	8	4.2	0.82	39	36.6	35.714	0.448	0.419
1.013	168	9	4.19	0.819	41	38.2	32.569	0.490	0.426
1.013	168	10	4.18	0.818	40.2	39.6	35.174	0.479	0.377
1.013	168	11	4.29	0.82	37.8	38.2	34.363	0.522	0.317
1.013	168	12	4.25	0.823	39	40	35.713	0.485	0.352
1.013	240	1	4.25	0.81	40	40.5	30.811	0.487	0.486
1.013	240	2	4.35	0.811	39	41	33.184	0.359	0.672
1.013	240	3	4.28	0.811	41	42	30.478	0.479	0.515
1.013	240	4	4.26	0.81	40.2	40.2	29.470	0.453	0.613
1.013	240	5	4.32	0.813	37.8	43	32.818	0.511	0.377
1.013	240	6	4.37	0.8	39	42	31.916	0.529	0.362
1.013	240	7	4.25	0.81	40.2	40.5	29.470	0.453	0.486
1.013	240	8	4.35	0.811	37.8	41	32.818	0.511	0.672
1.013	240	9	4.28	0.811	39	42	31.916	0.529	0.515
1.013	240	10	4.26	0.81	40	40.2	30.811	0.487	0.613
1.013	240	11	4.32	0.813	39	43	33.184	0.359	0.377
1.013	240	12	4.37	0.8	41	42	30.478	0.479	0.362

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟคโตมิเตอร์ ² คือ %ของมวลที่วัดด้วยเครื่องรีแฟคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง. ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศ
อัตราส่วนไซโปวต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (1:2) ผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศอัตราส่วนไซปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹		MC (%)	WL	SG
					(%)	(°B)		(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
1.013	1	1	3.94	0.919	16	13	70.067	0.171	0.061
1.013	1	2	3.82	0.93	16.4	12	67.857	0.190	0.081
1.013	1	3	3.75	0.915	16	11.8	68.817	0.128	0.097
1.013	1	4	3.62	0.92	18	12.4	65.322	0.173	0.125
1.013	1	5	3.7	0.914	15	12	69.824	0.122	0.085
1.013	1	6	3.83	0.922	16	13	67.808	0.151	0.100
1.013	1	7	3.94	0.919	16	13	65.322	0.173	0.125
1.013	1	8	3.82	0.93	16.4	12	69.824	0.122	0.085
1.013	1	9	3.75	0.915	16	11.8	67.808	0.151	0.100
1.013	1	10	3.62	0.92	18	12.4	70.067	0.171	0.061
1.013	1	11	3.7	0.914	15	12	67.857	0.190	0.081
1.013	1	12	3.83	0.922	16	13	68.817	0.128	0.097
1.013	2	1	3.74	0.905	17	14	68.819	0.135	0.094
1.013	2	2	3.81	0.91	16.6	13.8	69.505	0.124	0.089
1.013	2	3	3.87	0.912	16	12	69.738	0.187	0.059
1.013	2	4	3.82	0.911	15.8	14	67.762	0.179	0.088
1.013	2	5	3.79	0.917	18	14	68.347	0.160	0.089
1.013	2	6	3.8	0.915	20	14.4	69.668	0.175	0.065
1.013	2	7	3.74	0.905	17	14	67.762	0.179	0.088
1.013	2	8	3.81	0.91	16.6	13.8	68.347	0.160	0.089
1.013	2	9	3.87	0.912	16	12	69.668	0.175	0.065
1.013	2	10	3.82	0.911	15.8	14	68.819	0.135	0.094
1.013	2	11	3.79	0.917	18	14	69.505	0.124	0.089
1.013	2	12	3.8	0.915	20	14.4	69.738	0.187	0.059
1.013	3	1	3.88	0.907	18	15.4	69.912	0.172	0.063
1.013	3	2	3.91	0.906	20	15.8	68.465	0.206	0.066
1.013	3	3	3.8	0.905	18.2	16	69.363	0.191	0.061
1.013	3	4	3.99	0.91	20	16	67.267	0.198	0.085
1.013	3	5	3.79	0.906	19	15.8	69.764	0.209	0.049
1.013	3	6	3.99	0.901	20	16	68.848	0.242	0.045
1.013	3	7	3.88	0.907	18	15.4	67.267	0.198	0.085
1.013	3	8	3.91	0.906	20	15.8	69.764	0.209	0.049
1.013	3	9	3.8	0.905	18.2	16	68.848	0.242	0.045
1.013	3	10	3.99	0.91	20	16	69.912	0.172	0.063
1.013	3	11	3.79	0.906	19	15.8	68.465	0.206	0.066
1.013	3	12	3.99	0.901	20	16	69.363	0.191	0.061
1.013	6	1	3.69	0.9	21.8	17	67.759	0.279	0.040
1.013	6	2	3.65	0.908	22	16	70.263	0.234	0.032
1.013	6	3	4	0.899	22	18	61.958	0.267	0.119
1.013	6	4	4.01	0.897	21	17.4	57.745	0.329	0.135
1.013	6	5	3.84	0.897	20.6	16	62.875	0.268	0.106
1.013	6	6	3.9	0.889	22	17.6	61.632	0.267	0.124
1.013	6	7	3.69	0.9	21.8	17	57.745	0.329	0.135
1.013	6	8	3.65	0.908	22	16	62.875	0.268	0.106
1.013	6	9	4	0.899	22	18	61.632	0.267	0.124
1.013	6	10	4.01	0.897	21	17.4	67.759	0.279	0.040
1.013	6	11	3.84	0.897	20.6	16	70.263	0.234	0.032
1.013	6	12	3.9	0.889	22	17.6	61.958	0.267	0.119

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (1:2) ต่อมผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศอัตราส่วนไข่ปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

ความชื้น (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL	SG
								(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
1.013	9	1	3.93	0.902	24	20	78.984	0.127	-0.028
1.013	9	2	3.91	0.898	23.4	20	67.926	0.212	0.070
1.013	9	3	3.78	0.893	22	19	67.776	0.213	0.071
1.013	9	4	3.76	0.899	22.4	18	65.313	0.205	0.108
1.013	9	5	3.98	0.897	24	20.2	71.341	0.246	0.015
1.013	9	6	3.97	0.899	24	21	65.816	0.277	0.063
1.013	9	7	3.76	0.902	24	20	78.984	0.205	0.108
1.013	9	8	3.98	0.898	23.4	20	67.926	0.246	0.015
1.013	9	9	3.97	0.893	22	19	67.776	0.277	0.063
1.013	9	10	3.93	0.899	22.4	18	65.313	0.127	-0.028
1.013	9	11	3.91	0.897	24	20.2	71.341	0.212	0.070
1.013	9	12	3.78	0.899	24	21	65.816	0.213	0.071
1.013	12	1	4	0.9	26	22.4	58.422	0.324	0.130
1.013	12	2	4.1	0.891	27.4	22	58.316	0.323	0.132
1.013	12	3	4.09	0.898	27	24	57.988	0.283	0.165
1.013	12	4	4	0.909	28	24.6	58.310	0.319	0.135
1.013	12	5	3.98	0.911	24	22	58.586	0.283	0.157
1.013	12	6	3.99	0.903	24.2	23.2	58.584	0.304	0.142
1.013	12	7	4	0.9	26	22.4	58.310	0.319	0.135
1.013	12	8	3.98	0.891	27.4	22	58.586	0.283	0.157
1.013	12	9	3.99	0.898	27	24	58.584	0.304	0.142
1.013	12	10	4	0.909	28	24.6	58.422	0.324	0.130
1.013	12	11	4.1	0.911	24	22	58.316	0.323	0.132
1.013	12	12	4.09	0.903	24.2	23.2	57.988	0.283	0.165
1.013	24	1	4	0.893	27.4	25	47.511	0.352	0.284
1.013	24	2	4	0.883	30	26.4	45.049	0.375	0.307
1.013	24	3	4.01	0.894	27.8	26.2	44.596	0.466	0.203
1.013	24	4	4.06	0.892	28.2	26	51.698	0.461	0.107
1.013	24	5	4.1	0.891	28	27	40.405	0.472	0.271
1.013	24	6	4.1	0.893	29	26	42.795	0.491	0.200
1.013	24	7	4.06	0.893	27.4	25	51.698	0.461	0.107
1.013	24	8	4.1	0.883	30	26.4	40.405	0.472	0.271
1.013	24	9	4.1	0.894	27.8	26.2	42.795	0.491	0.200
1.013	24	10	4	0.892	28.2	26	47.511	0.352	0.284
1.013	24	11	4	0.891	28	27	45.049	0.375	0.307
1.013	24	12	4.01	0.893	29	26	44.596	0.466	0.203
1.013	48	1	4.17	0.88	32	30	33.047	0.556	0.278
1.013	48	2	4	0.879	30	28.2	35.214	0.558	0.230
1.013	48	3	4.1	0.881	31	28	33.598	0.483	0.412
1.013	48	4	4.07	0.885	28.2	27.4	37.409	0.467	0.343
1.013	48	5	4.08	0.886	30	27.8	37.650	0.498	0.287
1.013	48	6	4	0.881	29	28	36.423	0.500	0.310
1.013	48	7	4.07	0.88	32	30	37.409	0.467	0.343
1.013	48	8	4.08	0.879	30	28.2	37.650	0.498	0.287
1.013	48	9	4	0.881	31	28	36.423	0.500	0.310
1.013	48	10	4.17	0.885	28.2	27.4	33.047	0.556	0.278
1.013	48	11	4	0.886	30	27.8	35.214	0.558	0.230
1.013	48	12	4.1	0.881	29	28	33.598	0.483	0.412

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรค โดมิเตอร์ ² คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรค โดมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 (1:2) ต่อผลการทดลองที่ความดันบรรยากาศอัตราส่วนไข่ปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
1.013	72	1	4.1	0.87	32	30.2	35.863	0.548	0.236
1.013	72	2	4.25	0.875	34	31.8	35.403	0.541	0.257
1.013	72	3	4	0.88	32.2	30	32.388	0.505	0.400
1.013	72	4	4.07	0.881	33	30.4	30.706	0.586	0.266
1.013	72	5	4.09	0.879	34	31	32.892	0.551	0.293
1.013	72	6	4.1	0.871	33.4	31	32.732	0.546	0.306
1.013	72	7	4.07	0.87	32	30.2	30.706	0.586	0.266
1.013	72	8	4.09	0.875	34	31.8	32.892	0.551	0.293
1.013	72	9	4.1	0.88	32.2	30	32.732	0.546	0.306
1.013	72	10	4.1	0.881	33	30.4	35.863	0.548	0.236
1.013	72	11	4.25	0.879	34	31	35.403	0.541	0.257
1.013	72	12	4	0.871	33.4	31	32.388	0.505	0.400
1.013	120	1	4.12	0.84	36	33.4	31.608	0.535	0.356
1.013	120	2	4.2	0.846	36	34.2	32.653	0.494	0.415
1.013	120	3	4.26	0.841	34.6	35.6	33.413	0.482	0.418
1.013	120	4	4.21	0.844	36.2	35	30.713	0.558	0.328
1.013	120	5	4.19	0.844	35	33.6	33.025	0.463	0.467
1.013	120	6	4	0.84	35.8	34	31.808	0.523	0.377
1.013	120	7	4.21	0.84	36	33.4	30.713	0.558	0.328
1.013	120	8	4.19	0.846	36	34.2	33.025	0.463	0.467
1.013	120	9	4	0.841	34.6	35.6	31.808	0.523	0.377
1.013	120	10	4.12	0.844	36.2	35	31.608	0.535	0.356
1.013	120	11	4.2	0.844	35	33.6	32.653	0.494	0.415
1.013	120	12	4.26	0.84	35.8	34	33.413	0.482	0.418
1.013	168	1	4.17	0.84	40.6	40	34.094	0.553	0.262
1.013	168	2	4.2	0.841	38.6	37	33.715	0.527	0.321
1.013	168	3	4.19	0.837	39.8	38	32.964	0.544	0.306
1.013	168	4	4.22	0.84	43	42	34.086	0.545	0.278
1.013	168	5	4.27	0.841	44.6	44	34.645	0.568	0.222
1.013	168	6	4.2	0.841	41	40	33.263	0.586	0.215
1.013	168	7	4.22	0.84	40.6	40	34.086	0.545	0.278
1.013	168	8	4.27	0.841	38.6	37	34.645	0.568	0.222
1.013	168	9	4.2	0.837	39.8	38	33.263	0.586	0.215
1.013	168	10	4.17	0.84	43	42	34.094	0.553	0.262
1.013	168	11	4.2	0.841	44.6	44	33.715	0.527	0.321
1.013	168	12	4.19	0.841	41	40	32.964	0.544	0.306
1.013	240	1	4.23	0.82	42	40.5	31.630	0.530	0.367
1.013	240	2	4.25	0.821	42	40.2	31.277	0.546	0.342
1.013	240	3	4.26	0.823	43	40	31.495	0.565	0.295
1.013	240	4	4.21	0.825	44	41	30.526	0.573	0.300
1.013	240	5	4.32	0.83	44.4	41	30.361	0.543	0.371
1.013	240	6	4.18	0.823	42.8	40.5	30.154	0.517	0.438
1.013	240	7	4.21	0.82	42	40.5	30.526	0.573	0.300
1.013	240	8	4.32	0.821	42	40.2	30.361	0.543	0.371
1.013	240	9	4.18	0.823	43	40	30.154	0.517	0.438
1.013	240	10	4.23	0.825	44	41	31.630	0.530	0.367
1.013	240	11	4.25	0.83	44.4	41	31.277	0.546	0.342
1.013	240	12	4.26	0.823	42.8	40.5	31.495	0.565	0.295

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 (1:0.5)ผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
2	1	1	3.32	0.912	16	10.4	71.836	0.149	0.028
2	1	2	3.42	0.91	17.2	12.8	73.705	0.123	0.015
2	1	3	3.5	0.913	16.8	12	73.171	0.133	0.017
2	1	4	3.4	0.918	18	13.6	72.369	0.116	0.034
2	1	5	3.45	0.918	16	12	72.411	0.145	0.022
2	1	6	3.66	0.916	17	12.8	72.414	0.193	0.004
2	1	7	3.78	0.916	16	12	70.666	0.125	0.052
2	1	8	3.6	0.917	16	12	70.057	0.125	0.060
2	1	9	3.85	0.914	13	10	73.031	0.093	0.034
2	1	10	3.97	0.91	14	7	72.935	0.105	0.031
2	1	11	3.91	0.908	12	6	71.016	0.111	0.053
2	1	12	3.9	0.906	12	9	71.285	0.104	0.052
2	2	1	3.58	0.91	20.4	16	61.721	0.247	0.111
2	2	2	3.54	0.91	21.2	18	60.326	0.217	0.151
2	2	3	3.33	0.91	20.8	16.8	68.393	0.204	0.046
2	2	4	3.46	0.908	19.2	15.2	65.365	0.214	0.080
2	2	5	3.26	0.906	20.8	17	63.818	0.210	0.103
2	2	6	3.35	0.907	20	16	63.266	0.237	0.095
2	2	7	3.93	0.906	18	14	66.707	0.194	0.072
2	2	8	3.77	0.918	12	10	67.942	0.210	0.049
2	2	9	3.7	0.914	16	12	69.536	0.176	0.045
2	2	10	3.89	0.913	14	12	66.358	0.204	0.072
2	2	11	3.92	0.916	15	10	71.313	0.080	0.061
2	2	12	3.98	0.914	16	12	73.079	0.065	0.043
2	3	1	3.47	0.906	22	18.4	63.535	0.215	0.104
2	3	2	3.33	0.906	21	18.8	64.443	0.199	0.101
2	3	3	3.47	0.905	22.8	19	63.993	0.332	0.032
2	3	4	3.17	0.906	24	21.2	61.318	0.233	0.125
2	3	5	3.28	0.906	25.2	22	60.175	0.267	0.120
2	3	6	3.33	0.905	25.2	22.4	59.836	0.250	0.136
2	3	7	4	0.913	14	13	73.110	0.187	-0.002
2	3	8	4.02	0.914	15	12	67.467	0.223	0.048
2	3	9	3.92	0.917	19	16	71.464	0.127	0.041
2	3	10	3.9	0.917	19	16	65.318	0.205	0.085
2	3	11	3.84	0.92	21	18	66.750	0.204	0.067
2	3	12	4.1	0.921	21.8	19	63.517	0.242	0.089
2	6	1	3.66	0.905	22	18.4	59.403	0.288	0.117
2	6	2	3.56	0.909	21	17.2	63.257	0.291	0.064
2	6	3	3.55	0.91	21	17.2	62.368	0.309	0.064
2	6	4	3.67	0.908	24	20.4	59.980	0.322	0.085
2	6	5	3.64	0.906	22	18	59.294	0.344	0.080
2	6	6	3.59	0.907	22.4	18.4	60.758	0.323	0.075
2	6	7	3.57	0.917	22	18	64.619	0.230	0.081
2	6	8	4.07	0.915	20	17	62.554	0.277	0.081
2	6	9	3.83	0.915	21.2	16	60.600	0.212	0.149
2	6	10	3.57	0.917	21	18	54.611	0.315	0.166
2	6	11	3.89	0.919	22	18	53.466	0.301	0.197
2	6	12	3.79	0.912	23	18.4	56.528	0.337	0.121

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.2 (1:0.5) ค่าผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซโปวต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL	SG
								(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
2	9	1	3.64	0.899	28.4	26	52.207	0.378	0.148
2	9	2	3.63	0.902	26.6	24	52.057	0.252	0.267
2	9	3	3.75	0.894	25	22	50.992	0.294	0.247
2	9	4	3.73	0.894	29.6	27	51.875	0.313	0.214
2	9	5	3.96	0.894	20	16	52.105	0.326	0.197
2	9	6	3.81	0.897	30	27.6	52.655	0.330	0.185
2	9	7	3.8	0.92	25	20	42.995	0.404	0.279
2	9	8	3.83	0.922	24	19	46.349	0.397	0.223
2	9	9	3.9	0.907	25	19.8	48.769	0.356	0.226
2	9	10	3.61	0.9	25	21	48.003	0.398	0.194
2	9	11	3.89	0.917	25.8	18	44.502	0.425	0.223
2	9	12	3.91	0.914	26	18	46.341	0.428	0.188
2	12	1	3.61	0.898	30	27	53.459	0.299	0.199
2	12	2	3.69	0.897	27	24	55.010	0.276	0.192
2	12	3	3.57	0.902	31	28.4	54.855	0.259	0.209
2	12	4	3.68	0.899	27.2	24.4	54.838	0.260	0.209
2	12	5	3.7	0.898	36.6	35	54.490	0.268	0.208
2	12	6	3.7	0.89	35	33	54.292	0.241	0.234
2	12	7	4	0.916	28	24	55.082	0.374	0.111
2	12	8	4.26	0.919	29	24	51.619	0.384	0.151
2	12	9	3.97	0.922	26.4	25	54.660	0.307	0.173
2	12	10	3.85	0.911	25	22	53.858	0.325	0.170
2	12	11	4.1	0.91	30	24	54.603	0.344	0.142
2	12	12	4.01	0.9	30	26	55.741	0.366	0.109
2	24	1	3.68	0.861	30.4	28	53.418	0.324	0.178
2	24	2	3.71	0.862	34	31.6	48.800	0.380	0.199
2	24	3	3.83	0.86	30.4	30.4	48.959	0.288	0.293
2	24	4	3.87	0.883	32.4	30	44.430	0.344	0.325
2	24	5	3.78	0.88	33.6	31.6	49.198	0.385	0.188
2	24	6	3.84	0.847	31	28.8	49.638	0.324	0.242
2	24	7	3.83	0.9	28	26	47.001	0.402	0.206
2	24	8	3.61	0.903	28	25	51.776	0.407	0.127
2	24	9	4	0.895	28	26	45.070	0.406	0.236
2	24	10	4.07	0.902	32	28	51.796	0.324	0.205
2	24	11	3.99	0.902	31	25	49.265	0.436	0.134
2	24	12	4.1	0.905	27.8	23	50.327	0.461	0.095
2	48	1	3.94	0.894	30.8	28.4	42.256	0.418	0.275
2	48	2	3.88	0.895	37	35.2	43.239	0.419	0.254
2	48	3	3.81	0.891	36	34	42.679	0.444	0.231
2	48	4	3.83	0.894	34	32	43.265	0.442	0.224
2	48	5	3.87	0.879	0	32	43.124	0.369	0.322
2	48	6	3.81	0.888	33	31	43.820	0.385	0.286
2	48	7	3.81	0.872	34	30	39.660	0.369	0.405
2	48	8	3.7	0.889	33	30.2	42.175	0.360	0.356
2	48	9	4	0.894	32	28	44.034	0.433	0.222
2	48	10	3.82	0.884	30.2	29	42.241	0.419	0.273
2	48	11	4.09	0.903	30	28	46.041	0.406	0.218
2	48	12	4.01	0.898	33.8	28	44.699	0.419	0.227

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ² คือ %ของควมหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.3 (1:0.5) ต่อผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซโปวต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
2	72	1	3.99	0.878	40	38	20.241	0.592	0.521
2	72	2	3.89	0.87	0	38	39.746	0.437	0.300
2	72	3	4.07	0.876	37	35	39.504	0.378	0.395
2	72	4	4.05	0.87	36	34.4	40.515	0.344	0.421
2	72	5	4.06	0.877	0	34.4	40.072	0.364	0.402
2	72	6	4.04	0.877	34	32	41.240	0.391	0.334
2	72	7	4.02	0.876	35.8	31.8	41.500	0.407	0.306
2	72	8	4	0.885	34	31.8	42.139	0.323	0.408
2	72	9	3.98	0.893	36	32	41.342	0.422	0.288
2	72	10	3.99	0.893	34	31	47.822	0.343	0.257
2	72	11	4	0.895	33	30	40.486	0.356	0.403
2	72	12	4.1	0.891	34	30	34.597	0.455	0.395
2	120	1	3.93	0.871	42	40	38.301	0.362	0.454
2	120	2	4.04	0.87	39	38	38.498	0.294	0.557
2	120	3	4.11	0.875	38	36	38.870	0.321	0.502
2	120	4	4.21	0.868	36	34.8	37.603	0.365	0.469
2	120	5	4	0.869	45	44	38.505	0.391	0.402
2	120	6	3.98	0.87	45.4	44.4	37.520	0.427	0.368
2	120	7	4	0.823	37.8	35	38.227	0.426	0.353
2	120	8	3.97	0.828	43.8	41	39.068	0.399	0.374
2	120	9	3.82	0.873	42	37.6	39.119	0.419	0.342
2	120	10	3.97	0.872	41	35	44.206	0.395	0.265
2	120	11	3.99	0.872	39	37.8	38.371	0.425	0.350
2	120	12	3.97	0.87	45	42	38.521	0.396	0.393
2	168	1	4.31	0.868	43	43.6	36.896	0.408	0.416
2	168	2	4.12	0.87	50	45	36.283	0.465	0.333
2	168	3	4.11	0.877	44.4	44	37.879	0.492	0.252
2	168	4	4.01	0.87	42	40	36.634	0.451	0.350
2	168	5	4.2	0.867	42	41	36.167	0.359	0.523
2	168	6	4.22	0.871	44	44	36.339	0.325	0.577
2	168	7	4.07	0.828	44	40	37.954	0.476	0.278
2	168	8	4.04	0.859	43	42	36.944	0.506	0.247
2	168	9	4.04	0.855	46	44	36.740	0.476	0.303
2	168	10	4.03	0.865	48	46	39.150	0.430	0.325
2	168	11	4.1	0.862	44	41	38.675	0.425	0.343
2	168	12	4.2	0.863	46	44	38.398	0.454	0.303
2	240	1	4.26	0.854	44	43	36.131	0.281	0.662
2	240	2	4.21	0.851	45	44	36.319	0.323	0.581
2	240	3	4.2	0.853	46	44.2	36.558	0.470	0.317
2	240	4	3.98	0.849	48	45	36.478	0.368	0.498
2	240	5	4.09	0.844	46.2	46	35.913	0.438	0.391
2	240	6	4	0.845	46	45.8	36.339	0.297	0.627
2	240	7	4.1	0.875	48	46	37.846	0.464	0.298
2	240	8	4.1	0.879	49	46	38.094	0.454	0.309
2	240	9	4.09	0.87	50.4	48	37.085	0.466	0.313
2	240	10	4.15	0.871	49.8	48	36.601	0.449	0.353
2	240	11	4.27	0.875	53.4	52	36.847	0.472	0.308
2	240	12	4.07	0.871	52.2	50	35.868	0.522	0.241

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟกโตมิเตอร์ ² คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟกโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (1:1)ผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซปิโตออสระละลายเท่ากับ 1:1

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹		MC (%)	WL	SG
					(%)	(°B)		(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
2	1	1	3.83	0.896	15.8	10	68.448	0.119	0.085
2	1	2	3.59	0.899	16	10.4	66.465	0.168	0.089
2	1	3	3.66	0.898	16	14	71.532	0.123	0.042
2	1	4	3.96	0.903	15	10	67.615	0.167	0.074
2	1	5	3.66	0.9	15	10	69.548	0.139	0.061
2	1	6	3.71	0.888	16	11	69.700	0.149	0.054
2	1	7	3.33	0.91	12	10	62.067	0.196	0.137
2	1	8	3.4	0.909	14.2	10.4	73.272	0.123	0.020
2	1	9	3.55	0.906	14	10	77.928	0.014	-0.003
2	1	10	3.85	0.903	13	12	73.084	0.111	0.027
2	1	11	3.97	0.904	10	8.6	72.784	0.088	0.039
2	1	12	3.59	0.906	15.8	8	73.066	0.097	0.032
2	2	1	3.8	0.899	17	12	60.838	0.268	0.109
2	2	2	3.5	0.895	18	15	73.749	0.171	-0.003
2	2	3	3.8	0.899	14	13	61.077	0.207	0.145
2	2	4	3.58	0.888	18	13	61.528	0.236	0.120
2	2	5	3.55	0.894	16	11.2	58.365	0.322	0.107
2	2	6	3.47	0.895	19	14	61.109	0.242	0.123
2	2	7	3.6	0.914	14	10	68.505	0.211	0.042
2	2	8	3.7	0.905	15	11.8	69.617	0.167	0.048
2	2	9	3.59	0.901	10	8	68.694	0.160	0.062
2	2	10	3.45	0.907	17.8	12	68.853	0.189	0.047
2	2	11	3.75	0.906	13	14	71.767	0.190	0.012
2	2	12	3.6	0.895	16	13	71.388	0.169	0.025
2	3	1	3.58	0.911	18	14	60.813	0.206	0.150
2	3	2	3.71	0.91	22	18	60.062	0.255	0.129
2	3	3	3.8	0.899	19	16	58.644	0.253	0.152
2	3	4	3.7	0.903	20	15	58.546	0.257	0.150
2	3	5	3.48	0.901	18	15	60.123	0.263	0.123
2	3	6	3.39	0.902	18	16	62.299	0.247	0.102
2	3	7	3.7	0.917	16	14	63.199	0.312	0.053
2	3	8	3.57	0.916	14	12	62.228	0.308	0.066
2	3	9	3.55	0.901	19.8	16	63.656	0.252	0.081
2	3	10	3.7	0.912	19	15	70.180	0.205	0.024
2	3	11	3.75	0.91	13.8	10	64.589	0.198	0.099
2	3	12	3.8	0.909	17.8	16	67.342	0.198	0.062
2	6	1	3.6	0.897	18	14	58.428	0.298	0.123
2	6	2	3.58	0.888	21	17	56.168	0.334	0.128
2	6	3	3.89	0.901	20	16	50.321	0.349	0.206
2	6	4	3.77	0.899	22	16	56.762	0.316	0.133
2	6	5	3.95	0.905	22	18	57.844	0.284	0.142
2	6	6	3.81	0.891	22	18	54.461	0.340	0.148
2	6	7	4.01	0.902	20.4	17	57.199	0.268	0.163
2	6	8	3.97	0.9	24.6	17	55.003	0.327	0.151
2	6	9	3.84	0.911	21	15	58.911	0.379	0.060
2	6	10	3.77	0.912	22.4	19.8	48.836	0.443	0.133
2	6	11	4.05	0.912	27.8	23.8	60.417	0.309	0.088
2	6	12	4	0.898	26	22	61.922	0.282	0.086

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.2 (1:1) ต่อผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซปิวิตต่อสารละลายเท่ากับ 1:1

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
2	9	1	4	0.9	22	17	51.990	0.432	0.101
2	9	2	3.67	0.895	24	19	50.264	0.397	0.159
2	9	3	4.01	0.888	20	16	55.496	0.326	0.144
2	9	4	4.1	0.892	20	18	58.289	0.325	0.106
2	9	5	3.99	0.891	23	18	57.528	0.318	0.121
2	9	6	4.04	0.89	20.4	18	57.473	0.319	0.121
2	9	7	4.01	0.903	24	22	56.659	0.350	0.109
2	9	8	4.1	0.901	25	21.8	47.353	0.419	0.182
2	9	9	3.98	0.898	27	24	50.472	0.368	0.184
2	9	10	4	0.89	24	18	53.887	0.347	0.150
2	9	11	3.79	0.894	22	19	53.134	0.337	0.171
2	9	12	3.8	0.896	27.8	25	51.007	0.355	0.188
2	12	1	4.12	0.888	23	20	53.393	0.304	0.195
2	12	2	4.45	0.888	23	19	52.668	0.243	0.263
2	12	3	4.38	0.891	26	22	45.939	0.349	0.287
2	12	4	4.07	0.878	26	22	46.055	0.333	0.303
2	12	5	4.35	0.878	20	18	53.602	0.289	0.205
2	12	6	4.11	0.885	25	21	44.498	0.411	0.240
2	12	7	4.2	0.894	25	22	53.261	0.295	0.206
2	12	8	4	0.89	26	24	49.156	0.371	0.203
2	12	9	4.1	0.9	26	24	45.487	0.303	0.351
2	12	10	3.99	0.904	27	23.8	43.407	0.380	0.301
2	12	11	4	0.904	28	26	47.486	0.306	0.304
2	12	12	3.89	0.894	29.8	27.8	49.387	0.312	0.259
2	24	1	4.3	0.888	26	20	38.298	0.423	0.356
2	24	2	4.08	0.868	28	24	42.628	0.223	0.530
2	24	3	4.47	0.868	28	22	40.784	0.301	0.476
2	24	4	4.3	0.87	29	25	41.661	0.260	0.508
2	24	5	3.99	0.843	30	28	42.262	0.499	0.165
2	24	6	4.01	0.854	32	27	40.199	0.432	0.297
2	24	7	4.09	0.902	32	28	49.953	0.380	0.181
2	24	8	3.92	0.893	30	25	59.548	0.327	0.088
2	24	9	3.98	0.91	28	24	54.139	0.372	0.126
2	24	10	4.26	0.887	26	23.8	45.383	0.440	0.190
2	24	11	3.83	0.881	30	27.8	42.064	0.427	0.266
2	24	12	3.74	0.885	29.8	26	41.803	0.389	0.325
2	48	1	3.85	0.871	29	26	40.020	0.444	0.284
2	48	2	3.79	0.877	32	27	37.306	0.432	0.366
2	48	3	3.98	0.87	33	25	38.246	0.413	0.373
2	48	4	3.79	0.871	35	30	34.485	0.453	0.401
2	48	5	4.08	0.858	34	31	35.969	0.439	0.387
2	48	6	4.13	0.869	34.4	29.8	36.872	0.392	0.444
2	48	7	3.58	0.836	32	28	34.574	0.504	0.302
2	48	8	3.88	0.835	33	26.2	36.333	0.520	0.235
2	48	9	4.26	0.846	34	30	35.775	0.426	0.416
2	48	10	4.1	0.852	32	29	35.342	0.530	0.237
2	48	11	3.99	0.886	34	28	40.384	0.382	0.368
2	48	12	4	0.867	33.8	30	39.366	0.395	0.374

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ² คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 (1:1) ต่อผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:1

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹		MC (%)	WL	SG
					(%)	(°B)		(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
2	72	1	3.85	0.87	35	32	7.704	0.700	0.737
2	72	2	4.22	0.869	35	30.2	30.601	0.468	0.487
2	72	3	4.15	0.856	35.8	32	35.385	0.407	0.462
2	72	4	3.69	0.86	36	34.2	34.930	0.457	0.381
2	72	5	4	0.842	36	33.8	35.063	0.434	0.421
2	72	6	3.89	0.855	35.8	34	34.621	0.468	0.369
2	72	7	3.68	0.862	34	30.2	35.170	0.552	0.201
2	72	8	3.7	0.865	36	30	36.336	0.553	0.177
2	72	9	3.69	0.861	33.8	28	51.201	0.344	0.196
2	72	10	3.79	0.88	34	36.2	41.292	0.449	0.250
2	72	11	4	0.855	36	32	39.038	0.404	0.367
2	72	12	4.1	0.859	34	30	27.939	0.521	0.448
2	120	1	4.4	0.869	37	36	34.028	0.541	0.243
2	120	2	4.4	0.869	38	37	33.994	0.535	0.256
2	120	3	4.22	0.849	40	38.4	34.364	0.504	0.306
2	120	4	4.32	0.866	40	39	33.274	0.511	0.319
2	120	5	4.37	0.888	43	42	34.079	0.443	0.431
2	120	6	4.17	0.848	47	46	34.687	0.434	0.431
2	120	7	3.98	0.87	45	40	35.069	0.472	0.350
2	120	8	3.72	0.865	39	38	34.984	0.504	0.293
2	120	9	3.88	0.863	39	37	35.600	0.449	0.378
2	120	10	4	0.856	39	37	36.208	0.447	0.366
2	120	11	4.1	0.85	42	41	36.188	0.451	0.360
2	120	12	3.99	0.857	44	41.8	35.826	0.427	0.413
2	168	1	4.25	0.851	48	48	33.141	0.483	0.379
2	168	2	4.27	0.849	47	46.4	33.352	0.547	0.246
2	168	3	4.39	0.858	46	45	34.389	0.459	0.393
2	168	4	4.5	0.858	44.4	44	33.968	0.508	0.309
2	168	5	4.4	0.855	44	44	33.884	0.505	0.317
2	168	6	4.4	0.857	41	40	33.567	0.504	0.326
2	168	7	3.97	0.864	42	40	34.415	0.484	0.344
2	168	8	4	0.855	44	43	33.996	0.491	0.340
2	168	9	4.07	0.855	44	42	34.740	0.493	0.320
2	168	10	4.26	0.851	46	45.4	34.319	0.513	0.290
2	168	11	4.37	0.846	45.8	44	33.444	0.488	0.361
2	168	12	4	0.846	46	44	34.487	0.444	0.419
2	240	1	4.22	0.835	46	44	33.449	0.420	0.496
2	240	2	4.24	0.841	45	43	35.068	0.472	0.350
2	240	3	3.97	0.867	49	48	35.588	0.458	0.363
2	240	4	4.1	0.851	46	44	34.582	0.415	0.470
2	240	5	4.15	0.855	48	46.2	34.606	0.512	0.287
2	240	6	4	0.856	50	48	34.518	0.441	0.423
2	240	7	4.2	0.859	46	42.2	34.108	0.302	0.703
2	240	8	4.4	0.856	47	44	33.429	0.340	0.656
2	240	9	4.27	0.85	46	44.2	33.581	0.466	0.401
2	240	10	4	0.853	48	46	33.314	0.462	0.417
2	240	11	4.15	0.857	51.8	50	33.703	0.400	0.528
2	240	12	4	0.855	52.2	52	55.621	0.192	0.249

หมายเหตุ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข. ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์
อัตราส่วนไซโปรตอสารละลายเท่ากับ 1:2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (1:2)ผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซโปวต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ชั่วโมง	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
2	1	1	3.31	0.914	14	10	69.575	0.164	0.049
2	1	2	3.57	0.912	18	12.4	69.852	0.182	0.038
2	1	3	3.59	0.914	17	12	69.925	0.174	0.041
2	1	4	3.61	0.913	17	11	69.242	0.179	0.047
2	1	5	3.64	0.916	17.8	11	69.372	0.171	0.049
2	1	6	3.65	0.915	18	12	70.211	0.158	0.044
2	1	7	3.43	0.904	13	10	69.665	0.175	0.044
2	1	8	3.98	0.909	12	10	72.541	0.128	0.027
2	1	9	4.09	0.909	12.6	11	69.176	0.172	0.051
2	1	10	4.07	0.903	14	11.8	69.809	0.145	0.055
2	1	11	3.95	0.9	13	12	68.787	0.194	0.046
2	1	12	3.9	0.9	14	12.6	63.591	0.270	0.072
2	2	1	3.72	0.914	20	14	74.438	0.152	-0.004
2	2	2	3.67	0.874	20.4	15	70.632	0.202	0.020
2	2	3	3.59	0.912	21	16.4	66.652	0.195	0.072
2	2	4	3.58	0.916	18	14	64.918	0.237	0.074
2	2	5	3.58	0.895	18	14	64.213	0.227	0.088
2	2	6	3.65	0.899	20	16	60.000	0.255	0.130
2	2	7	3.88	0.904	15.8	12	63.868	0.239	0.086
2	2	8	3.67	0.9	16	14	63.918	0.233	0.089
2	2	9	3.62	0.903	17	13.8	63.846	0.229	0.092
2	2	10	3.65	0.895	18	14	66.290	0.229	0.060
2	2	11	3.55	0.9	16	14	79.181	0.075	-0.035
2	2	12	3.7	0.903	20	16	68.160	0.187	0.057
2	3	1	3.4	0.899	24	19	54.717	0.283	0.192
2	3	2	3.71	0.882	23.6	19	57.409	0.266	0.161
2	3	3	3.4	0.885	22	16	53.749	0.322	0.174
2	3	4	3.38	0.889	21.8	17	57.658	0.318	0.119
2	3	5	3.43	0.901	21	17	58.332	0.273	0.142
2	3	6	3.4	0.898	20.4	16.4	56.924	0.279	0.159
2	3	7	3.86	0.904	21	16	64.714	0.244	0.072
2	3	8	3.8	0.902	22	18	48.243	0.365	0.225
2	3	9	4.1	0.902	23	21	57.360	0.355	0.096
2	3	10	4.17	0.896	24	20	64.244	0.282	0.057
2	3	11	4.1	0.89	20.4	18	58.069	0.264	0.152
2	3	12	3.98	0.9	16	17	68.806	0.196	0.045
2	6	1	3.58	0.9	23.8	19.6	55.948	0.250	0.197
2	6	2	3.7	0.899	26	22	51.067	0.285	0.255
2	6	3	3.7	0.887	26	23	52.896	0.330	0.181
2	6	4	3.8	0.888	25	20.4	54.885	0.358	0.127
2	6	5	3.85	0.888	26.4	22	53.603	0.251	0.238
2	6	6	3.8	0.894	27	22.4	51.847	0.268	0.255
2	6	7	3.61	0.902	22	20	47.538	0.272	0.341
2	6	8	3.93	0.9	24.6	21	53.833	0.237	0.246
2	6	9	3.78	0.897	23	20	49.365	0.344	0.227
2	6	10	3.7	0.905	26	22	54.594	0.380	0.113
2	6	11	3.6	0.9	25.4	21.8	51.671	0.314	0.216
2	6	12	4	0.899	26	23	59.375	0.248	0.144

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ² คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (1:2) ค่อกำลังการทดลองที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไซปิโตออสารละลายเท่ากับ 1:2

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ชั่วโมง	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
2	9	1	3.76	0.895	30	28	48.222	0.399	0.189
2	9	2	3.96	0.897	30	25	49.017	0.378	0.198
2	9	3	3.89	0.888	28	26	51.724	0.444	0.094
2	9	4	3.86	0.882	28	23.8	48.956	0.460	0.114
2	9	5	3.96	0.896	26	22	51.302	0.374	0.165
2	9	6	3.95	0.879	26	24	51.017	0.381	0.164
2	9	7	3.97	0.899	29.4	24	54.431	0.303	0.180
2	9	8	4	0.904	27	24.2	44.604	0.392	0.262
2	9	9	4.2	0.9	28	26	57.609	0.359	0.090
2	9	10	4.19	0.894	26.4	26	46.774	0.455	0.150
2	9	11	3.99	0.908	30	22	53.079	0.320	0.187
2	9	12	3.72	0.905	26	24	56.861	0.275	0.163
2	12	1	3.9	0.884	30	26	45.294	0.392	0.249
2	12	2	3.88	0.884	29	24	45.593	0.359	0.282
2	12	3	4.04	0.879	30	24.4	48.840	0.383	0.196
2	12	4	4.07	0.877	28.4	24	47.138	0.397	0.210
2	12	5	3.95	0.886	30	26	45.168	0.437	0.196
2	12	6	3.9	0.886	30.4	26.2	58.858	0.343	0.085
2	12	7	3.79	0.89	30	26	43.950	0.425	0.232
2	12	8	3.81	0.887	26.2	23.8	41.908	0.424	0.274
2	12	9	3.6	0.875	28	25	45.475	0.411	0.222
2	12	10	4.07	0.888	29	24	43.391	0.434	0.231
2	12	11	3.95	0.897	26	22	53.308	0.399	0.114
2	12	12	3.83	0.876	30	26.4	50.587	0.455	0.097
2	24	1	4.03	0.887	33	31	42.040	0.416	0.282
2	24	2	4.1	0.87	31	28	40.849	0.425	0.294
2	24	3	4.19	0.881	29.8	25	44.258	0.387	0.275
2	24	4	4.21	0.874	28	24	37.857	0.476	0.279
2	24	5	4.15	0.87	30	26	39.451	0.411	0.347
2	24	6	4.19	0.87	32	30	40.172	0.424	0.310
2	24	7	3.77	0.875	26	22	40.539	0.505	0.184
2	24	8	4.09	0.885	32	26	39.152	0.499	0.217
2	24	9	4.07	0.88	30	24	41.333	0.494	0.185
2	24	10	3.98	0.873	28	24	39.018	0.484	0.243
2	24	11	3.81	0.884	31	25.8	40.908	0.503	0.180
2	24	12	3.84	0.886	29	27.8	50.000	0.408	0.152
2	48	1	4.25	0.845	36	29	33.456	0.420	0.496
2	48	2	4.17	0.85	34.4	32	33.667	0.415	0.500
2	48	3	4.2	0.849	37	32.2	37.139	0.491	0.269
2	48	4	4.29	0.845	36	32	35.301	0.530	0.237
2	48	5	4.01	0.84	34	30	34.520	0.491	0.329
2	48	6	4	0.839	34	31	34.608	0.497	0.314
2	48	7	3.88	0.871	34	30	36.269	0.363	0.513
2	48	8	3.98	0.851	34	29	34.496	0.433	0.439
2	48	9	3.86	0.846	32	28	33.506	0.540	0.256
2	48	10	4	0.845	35	30	30.491	0.535	0.338
2	48	11	4	0.837	36	32	34.270	0.502	0.312
2	48	12	4.2	0.842	32	29	34.535	0.539	0.237

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 (1:2) ต่อผลการทดลองที่ความดัน 2 บาร์ อัตราส่วนไฮโดรคาร์บอนต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
2	72	1	4	0.846	36	36	34.814	0.455	0.388
2	72	2	3.98	0.846	37	33.4	32.939	0.511	0.328
2	72	3	4.1	0.838	39.8	34	33.014	0.446	0.458
2	72	4	4	0.831	39	35	32.232	0.433	0.509
2	72	5	4.2	0.832	36	33	24.369	0.598	0.344
2	72	6	3.98	0.844	39.8	36	21.765	0.616	0.369
2	72	7	4.15	0.829	36	32	33.257	0.531	0.281
2	72	8	4.09	0.833	35.8	32	33.833	0.533	0.263
2	72	9	3.99	0.841	34	30	32.386	0.477	0.412
2	72	10	4.01	0.834	36	32	32.124	0.468	0.440
2	72	11	3.87	0.842	33	28	32.501	0.529	0.301
2	72	12	3.97	0.834	36	32	32.680	0.545	0.264
2	120	1	4.22	0.844	44	42.4	33.809	0.460	0.406
2	120	2	4.19	0.854	44	42	36.902	0.460	0.326
2	120	3	4.22	0.848	41	40.4	32.561	0.499	0.362
2	120	4	4.21	0.838	46	46	32.453	0.512	0.337
2	120	5	4.26	0.843	46	45	32.260	0.470	0.430
2	120	6	4.32	0.843	44	43	32.607	0.478	0.404
2	120	7	4.1	0.866	45	41	33.934	0.502	0.321
2	120	8	4.2	0.844	37	36	33.562	0.512	0.310
2	120	9	4	0.847	39.6	37	33.479	0.548	0.241
2	120	10	4.05	0.842	36.2	34	33.351	0.531	0.277
2	120	11	3.99	0.835	41	39	32.574	0.503	0.353
2	120	12	4	0.822	39.8	38	24.821	0.607	0.305
2	168	1	4.03	0.841	52	52	31.722	0.428	0.538
2	168	2	4.1	0.832	49	49	31.649	0.436	0.523
2	168	3	4.1	0.839	46	45	31.855	0.425	0.540
2	168	4	4.49	0.848	40	38	32.472	0.408	0.554
2	168	5	4.2	0.848	48	47	31.532	0.432	0.536
2	168	6	4.25	0.843	50	49	32.524	0.398	0.573
2	168	7	4.06	0.844	46	45.6	33.565	0.458	0.417
2	168	8	4.06	0.852	48	47.6	32.795	0.471	0.414
2	168	9	4.05	0.836	42	40	33.303	0.495	0.351
2	168	10	4.06	0.836	40.2	38.2	32.849	0.532	0.286
2	168	11	4	0.836	46	44.4	34.521	0.418	0.467
2	168	12	4	0.824	44	42	33.818	0.491	0.345
2	240	1	4.25	0.835	44	43	32.502	0.412	0.544
2	240	2	4.15	0.845	46	44	32.901	0.412	0.531
2	240	3	4.23	0.844	54	52.2	32.474	0.439	0.489
2	240	4	4.13	0.846	48	47	32.139	0.461	0.453
2	240	5	4	0.842	52	48	33.129	0.478	0.390
2	240	6	4.08	0.841	53	50.2	31.558	0.413	0.576
2	240	7	4.3	0.844	50	50	29.465	0.567	0.290
2	240	8	4	0.841	48.6	48	32.332	0.547	0.268
2	240	9	4.3	0.826	43.4	42.2	31.742	0.478	0.429
2	240	10	4.15	0.823	47	46.4	31.055	0.464	0.482
2	240	11	4.07	0.821	52	51.4	31.656	0.469	0.451
2	240	12	4.1	0.801	48	46	32.811	0.460	0.435

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ² คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ช. ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์
อัตราส่วนไซโปวต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (1:0.5)ผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์ อัตราส่วนไซปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
4	1	1	3.76	0.907	26	12.4	74.644	0.060	0.025
4	1	2	3.72	0.91	26	10.4	72.409	0.098	0.040
4	1	3	3.65	0.913	24	10.2	71.649	0.119	0.042
4	1	4	3.56	0.907	24	11	74.713	0.072	0.020
4	1	5	3.71	0.909	26	12	73.915	0.081	0.027
4	1	6	3.82	0.91	24	13	72.504	0.100	0.038
4	1	7	3.51	0.925	18	16.2	75.007	0.144	-0.008
4	1	8	3.59	0.925	15.8	11	56.278	0.289	0.161
4	1	9	3.55	0.924	17.8	10.4	72.253	0.185	0.009
4	1	10	3.67	0.922	18.2	10.4	73.390	0.174	0.000
4	1	11	3.69	0.923	15.8	11.8	75.237	0.123	-0.004
4	1	12	3.8	0.925	18	13.4	73.404	0.150	0.008
4	2	1	3.79	0.91	24	13	67.815	0.156	0.076
4	2	2	3.1	0.904	24	13	69.170	0.113	0.077
4	2	3	3.71	0.911	28	14	70.882	0.078	0.069
4	2	4	3.9	0.904	28	13.8	59.616	0.188	0.181
4	2	5	3.93	0.906	24	15	69.763	0.137	0.059
4	2	6	3.85	0.904	26	14.6	68.106	0.176	0.063
4	2	7	3.79	0.922	17.8	6.6	64.388	0.254	0.071
4	2	8	3.85	0.921	19	8.4	70.346	0.228	0.013
4	2	9	3.9	0.922	18	8.4	66.163	0.240	0.056
4	2	10	3.91	0.91	18.6	8.4	71.065	0.192	0.020
4	2	11	3.95	0.92	18.4	11.6	70.163	0.187	0.032
4	2	12	3.9	0.923	18.6	15	71.127	0.190	0.020
4	3	1	3.98	0.914	28	14.2	61.496	0.262	0.104
4	3	2	4.12	0.909	30	18.4	63.200	0.218	0.107
4	3	3	4	0.906	30	15	65.600	0.235	0.066
4	3	4	3.73	0.909	30	16	72.200	0.202	0.003
4	3	5	3.86	0.909	36	16	64.618	0.263	0.063
4	3	6	3.82	0.899	28	15.8	60.017	0.300	0.100
4	3	7	3.89	0.922	20	10	67.342	0.236	0.044
4	3	8	3.77	0.924	22.4	12.2	63.346	0.315	0.049
4	3	9	3.8	0.925	20.4	10.4	65.393	0.236	0.068
4	3	10	3.79	0.92	23	16	61.978	0.292	0.079
4	3	11	3.76	0.921	21	16	67.380	0.229	0.047
4	3	12	3.79	0.924	21.8	16.4	64.732	0.230	0.080
4	6	1	3.96	0.902	32	21.6	62.745	0.217	0.114
4	6	2	3.94	0.892	36	19	49.523	0.386	0.182
4	6	3	3.92	0.906	30	20	60.764	0.244	0.126
4	6	4	3.8	0.907	30	20.4	60.691	0.282	0.103
4	6	5	3.89	0.901	30	20	54.138	0.330	0.161
4	6	6	4.26	0.911	30	20.4	50.797	0.422	0.127
4	6	7	3.88	0.916	24	14.6	57.704	0.290	0.139
4	6	8	3.99	0.92	21.8	21	57.837	0.315	0.119
4	6	9	3.99	0.916	25.8	14.4	63.707	0.307	0.050
4	6	10	3.96	0.921	25	18.8	65.450	0.288	0.040
4	6	11	3.86	0.92	24	12.4	54.378	0.280	0.200
4	6	12	3.88	0.916	23.8	11	53.509	0.317	0.182

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๒.2 (1:0.5) ค่าผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์ อัตราส่วนไซปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ชั้น	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
4	9	1	4.02	0.905	36	21	51.565	0.415	0.123
4	9	2	4.07	0.893	38	20.4	50.571	0.414	0.137
4	9	3	3.93	0.909	38	21.8	55.236	0.379	0.105
4	9	4	3.69	0.905	38	21	57.836	0.367	0.081
4	9	5	4.18	0.904	30	23	48.170	0.424	0.163
4	9	6	3.99	0.894	38	22	54.731	0.359	0.128
4	9	7	3.84	0.922	25.8	9.6	55.805	0.399	0.082
4	9	8	3.88	0.925	25	16	57.739	0.371	0.080
4	9	9	3.93	0.916	25.8	18.8	60.734	0.296	0.093
4	9	10	3.85	0.919	25.6	28	58.966	0.320	0.100
4	9	11	3.88	0.92	26	12.2	55.006	0.403	0.088
4	9	12	3.89	0.915	26.4	13.8	56.922	0.386	0.078
4	12	1	4.02	0.913	34	21.8	43.585	0.454	0.201
4	12	2	4	0.91	28	27	43.156	0.457	0.206
4	12	3	3.88	0.911	30	28	53.482	0.370	0.137
4	12	4	4.1	0.908	28	26	50.320	0.385	0.170
4	12	5	3.9	0.91	34	27	50.171	0.372	0.185
4	12	6	3.97	0.911	32	28	51.523	0.350	0.185
4	12	7	4.04	0.921	26	16.4	55.135	0.367	0.116
4	12	8	3.92	0.921	30	19.6	52.098	0.363	0.164
4	12	9	3.95	0.915	28.8	20	53.765	0.403	0.104
4	12	10	4.15	0.915	31	27.8	49.414	0.413	0.155
4	12	11	4.12	0.9	30	13.8	46.863	0.376	0.238
4	12	12	4.06	0.904	31	18	49.091	0.395	0.179
4	24	1	3.76	0.891	38	21	43.898	0.445	0.208
4	24	2	3.86	0.892	36	23.8	41.945	0.408	0.295
4	24	3	3.78	0.896	32	23.8	44.985	0.408	0.235
4	24	4	3.95	0.897	31	22.4	44.066	0.529	0.098
4	24	5	3.71	0.9	28.8	24	49.062	0.364	0.212
4	24	6	3.83	0.898	30	27.8	47.552	0.422	0.175
4	24	7	3.59	0.891	26	37	41.038	0.390	0.340
4	24	8	3.99	0.894	27.8	33.6	41.799	0.404	0.303
4	24	9	3.61	0.884	28	30	40.042	0.492	0.212
4	24	10	3.87	0.883	29	28.8	42.280	0.426	0.264
4	24	11	3.5	0.88	29	26	45.563	0.391	0.245
4	24	12	3.99	0.893	31.8	27	45.473	0.370	0.272
4	48	1	3.99	0.887	34	27.8	9.287	0.712	0.448
4	48	2	4.06	0.89	33.2	29	42.505	0.479	0.187
4	48	3	3.95	0.896	35	26	42.510	0.397	0.298
4	48	4	3.98	0.893	33.8	27.8	42.101	0.446	0.239
4	48	5	4.17	0.881	34.4	28	38.630	0.488	0.243
4	48	6	3.79	0.877	38.4	28.4	38.009	0.496	0.243
4	48	7	3.36	0.89	27	32.4	41.917	0.285	0.466
4	48	8	3.59	0.882	29.8	31.2	40.643	0.348	0.410
4	48	9	3.67	0.884	29.8	33.2	44.206	0.415	0.241
4	48	10	3.77	0.9	30	32.4	59.545	0.338	0.081
4	48	11	3.5	0.901	30.4	32.8	26.393	0.542	0.445
4	48	12	3.99	0.899	31	37.2	40.788	0.407	0.322

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๕.3 (1:0.5) ต่อผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์ อัตราส่วนไซปรีตต่อสารละลายเท่ากับ 1:0.5

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹		MC (%)	WL	SG
					(%)	(°B)		(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
4	72	1	3.96	0.879	30	26.4	36.370	0.514	0.246
4	72	2	4.2	0.893	25	28	38.964	0.491	0.233
4	72	3	3.99	0.883	26	29	38.523	0.428	0.342
4	72	4	3.91	0.877	25	27.8	37.571	0.509	0.231
4	72	5	3.92	0.873	28	29	35.476	0.564	0.174
4	72	6	4.01	0.878	26.4	30	35.202	0.499	0.297
4	72	7	3.52	0.874	28	26.4	37.979	0.457	0.308
4	72	8	3.99	0.875	29	23	37.861	0.444	0.332
4	72	9	3.95	0.877	30	27.6	36.967	0.415	0.402
4	72	10	4.1	0.875	30.4	30	38.135	0.403	0.392
4	72	11	3.62	0.881	32	24	39.842	0.397	0.358
4	72	12	3.99	0.881	33	25	37.681	0.458	0.313
4	120	1	3.91	0.882	40	30	39.392	0.435	0.310
4	120	2	3.95	0.878	39	31	38.843	0.418	0.350
4	120	3	4.01	0.885	37	34	38.663	0.403	0.378
4	120	4	3.99	0.882	40.4	34	39.104	0.399	0.373
4	120	5	4.06	0.89	37.4	37	41.440	0.417	0.293
4	120	6	4.02	0.881	39	36	38.925	0.448	0.301
4	120	7	3.94	0.874	33	39.6	35.855	0.465	0.344
4	120	8	3.98	0.871	34	38	36.079	0.477	0.317
4	120	9	4.1	0.88	36	39	36.053	0.450	0.365
4	120	10	4.2	0.874	37	36	36.584	0.471	0.315
4	120	11	3.98	0.88	40.2	36.4	36.696	0.440	0.367
4	120	12	4.15	0.881	39	37	37.416	0.390	0.433
4	168	1	4.01	0.889	44.4	37	33.981	0.427	0.466
4	168	2	4.1	0.879	39	36	34.764	0.374	0.541
4	168	3	4.3	0.878	44	38.4	36.644	0.464	0.326
4	168	4	4.11	0.871	39.8	38	35.245	0.448	0.390
4	168	5	3.99	0.88	38.2	35.8	32.732	0.483	0.391
4	168	6	3.98	0.877	37.8	39	34.170	0.494	0.330
4	168	7	3.98	0.86	39	43	34.146	0.385	0.542
4	168	8	3.67	0.861	41	37	33.450	0.493	0.350
4	168	9	4	0.857	40	43.8	35.846	0.383	0.490
4	168	10	3.98	0.859	40	36	34.380	0.415	0.478
4	168	11	3.99	0.858	41	39	34.832	0.389	0.511
4	168	12	4	0.86	40	38	34.249	0.396	0.518
4	240	1	4.35	0.851	45.6	40	33.475	0.510	0.317
4	240	2	4.3	0.852	46.4	40.2	32.946	0.519	0.312
4	240	3	3.99	0.855	48	39.8	34.225	0.486	0.345
4	240	4	4.08	0.841	45	40	33.452	0.518	0.302
4	240	5	3.99	0.848	41.4	39	32.282	0.434	0.507
4	240	6	4.1	0.852	39	42	33.806	0.397	0.530
4	240	7	4.08	0.853	42	45.8	32.799	0.501	0.351
4	240	8	4.06	0.853	45	45	31.726	0.497	0.389
4	240	9	4	0.85	45	49	32.296	0.491	0.386
4	240	10	4.07	0.855	42	44	32.974	0.282	0.792
4	240	11	4	0.854	43	41	33.108	0.514	0.318
4	240	12	3.99	0.85	45.8	38	33.064	0.464	0.419

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ² คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ณ. ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์
อัตราส่วนไซโปวีต่อสารละลายเท่ากับ 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๗.1 (1:1)ผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์ อัตราส่วนไข่ปิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:1

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
4	1	1	3.64	0.912	19	15	71.851	0.127	0.036
4	1	2	3.63	0.907	17.6	13.2	67.881	0.169	0.069
4	1	3	3.62	0.912	17.2	12.4	71.144	0.182	0.022
4	1	4	3.62	0.906	15.6	11.8	72.146	0.159	0.020
4	1	5	3.54	0.907	14.6	11	65.551	0.205	0.082
4	1	6	3.64	0.912	15	12.4	70.483	0.150	0.044
4	1	7	4.02	0.904	16.6	11.8	72.238	0.155	0.020
4	1	8	3.96	0.906	18	12.6	71.196	0.153	0.034
4	1	9	3.86	0.904	18.2	12.2	69.314	0.101	0.080
4	1	10	3.86	0.909	16	10	71.953	0.128	0.034
4	1	11	3.79	0.904	15	12	70.088	0.149	0.049
4	1	12	3.62	0.903	14	12.6	71.667	0.120	0.041
4	2	1	4.01	0.912	10.4	11	65.006	0.241	0.070
4	2	2	3.88	0.904	15.8	11.6	66.537	0.179	0.082
4	2	3	3.98	0.916	12.2	9.6	63.373	0.231	0.097
4	2	4	3.87	0.906	14.2	9	63.631	0.230	0.094
4	2	5	3.8	0.911	14.2	8.6	67.104	0.246	0.042
4	2	6	3.83	0.911	14	9	69.404	0.210	0.031
4	2	7	3.92	0.91	20	14	67.500	0.182	0.068
4	2	8	3.98	0.908	18	13.6	65.872	0.208	0.076
4	2	9	3.77	0.91	17.8	12	66.531	0.249	0.047
4	2	10	3.86	0.909	18	15	68.545	0.228	0.034
4	2	11	3.88	0.907	18.2	14	63.700	0.271	0.070
4	2	12	3.88	0.908	18	13.8	60.715	0.353	0.056
4	3	1	3.94	0.919	16	11.6	58.449	0.289	0.129
4	3	2	3.95	0.909	18	12.4	52.849	0.333	0.179
4	3	3	3.99	0.908	17	11.8	65.742	0.211	0.077
4	3	4	3.79	0.913	17.8	12.6	67.525	0.176	0.071
4	3	5	3.94	0.918	16	10.8	67.181	0.204	0.061
4	3	6	4.01	0.913	15.8	10.6	60.511	0.256	0.122
4	3	7	3.87	0.903	21.8	15	57.661	0.334	0.107
4	3	8	3.79	0.908	21.8	15.8	58.625	0.328	0.099
4	3	9	3.88	0.906	22	14.4	64.150	0.248	0.077
4	3	10	3.85	0.906	23	17	61.150	0.315	0.075
4	3	11	3.73	0.904	23.8	15.4	56.937	0.309	0.136
4	3	12	4	0.906	20.4	16	58.685	0.264	0.143
4	6	1	3.89	0.906	17.8	13	62.797	0.304	0.062
4	6	2	3.91	0.903	19	15.8	62.639	0.311	0.060
4	6	3	4.02	0.908	20.2	16.6	49.057	0.419	0.155
4	6	4	3.79	0.902	16.6	16	51.077	0.386	0.157
4	6	5	3.95	0.911	18.4	13.8	56.512	0.194	0.231
4	6	6	4.1	0.905	13	12	54.836	0.321	0.158
4	6	7	4.1	0.899	24	20	51.671	0.390	0.144
4	6	8	3.9	0.898	24.6	18.4	54.627	0.387	0.106
4	6	9	3.97	0.899	24	20	58.502	0.336	0.095
4	6	10	3.99	0.897	23.8	18	56.544	0.347	0.113
4	6	11	3.79	0.899	25.4	20.4	55.808	0.361	0.112
4	6	12	3.78	0.884	25	20.6	46.144	0.427	0.192

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ² คือ %ของมวลที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘.2 (1:1) ข้อมูลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์ อัตราส่วนไซโปวต่อสารละลายเท่ากับ 1:1

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
4	9	1	3.81	0.906	20	16.2	54.309	0.295	0.188
4	9	2	4.01	0.904	20.4	16.4	50.003	0.299	0.261
4	9	3	3.92	0.907	21	15.8	53.510	0.402	0.108
4	9	4	3.85	0.908	20.8	16	57.004	0.345	0.108
4	9	5	3.91	0.906	19.6	17	58.023	0.330	0.106
4	9	6	4.14	0.905	18.6	15	57.671	0.355	0.092
4	9	7	3.85	0.898	25.8	21.8	55.505	0.391	0.092
4	9	8	3.92	0.892	26	20.4	58.530	0.366	0.073
4	9	9	3.82	0.904	27	21	52.033	0.337	0.189
4	9	10	4.01	0.895	26	22	30.220	0.548	0.316
4	9	11	3.9	0.899	25.8	21.8	49.270	0.358	0.214
4	9	12	4.06	0.895	25	23	44.935	0.417	0.225
4	12	1	4.1	0.897	20.4	16.6	45.974	0.409	0.216
4	12	2	3.99	0.893	20	17	45.774	0.386	0.247
4	12	3	3.85	0.902	20.4	21.6	48.897	0.434	0.142
4	12	4	3.95	0.902	22.2	19.8	50.383	0.376	0.178
4	12	5	3.85	0.905	24	19.8	58.678	0.219	0.175
4	12	6	4.12	0.904	18.4	15	61.314	0.237	0.123
4	12	7	4.11	0.903	27.8	24	49.423	0.341	0.229
4	12	8	4.2	0.894	28	26.8	48.371	0.398	0.188
4	12	9	3.99	0.893	27.8	24.4	46.754	0.416	0.195
4	12	10	4.11	0.885	29	25	42.345	0.442	0.240
4	12	11	4.02	0.889	30	26	42.958	0.382	0.308
4	12	12	3.67	0.885	29.8	27.8	43.310	0.390	0.291
4	24	1	4.14	0.883	21.8	20.2	41.127	0.411	0.308
4	24	2	4.11	0.88	28	24.4	41.043	0.433	0.279
4	24	3	3.88	0.886	30	27.2	43.739	0.480	0.166
4	24	4	3.95	0.899	26.8	26.4	47.797	0.483	0.104
4	24	5	4.12	0.876	27	21.8	40.938	0.492	0.195
4	24	6	4.02	0.881	30.4	27	42.862	0.473	0.189
4	24	7	3.98	0.874	32	29	40.462	0.426	0.301
4	24	8	4	0.877	29	25.8	38.578	0.505	0.218
4	24	9	3.67	0.865	32	28	40.842	0.526	0.147
4	24	10	3.93	0.86	33.4	34	40.117	0.510	0.183
4	24	11	3.56	0.864	36	34	55.360	0.401	0.086
4	24	12	3.67	0.839	33	28.4	17.633	0.664	0.324
4	48	1	3.8	0.887	35	36	37.939	0.548	0.160
4	48	2	4.12	0.886	34	30	36.332	0.462	0.338
4	48	3	0.67	0.877	36.4	37	38.906	0.424	0.339
4	48	4	3.73	0.886	36.6	34.2	37.374	0.468	0.303
4	48	5	3.73	0.881	38.2	35.8	37.517	0.444	0.340
4	48	6	3.69	0.887	39	34	38.549	0.438	0.325
4	48	7	4.17	0.867	29.8	27.8	35.904	0.484	0.308
4	48	8	4	0.86	29.8	29	34.683	0.516	0.278
4	48	9	4.01	0.85	29.8	29	33.615	0.552	0.230
4	48	10	3.98	0.859	29	25	33.911	0.533	0.261
4	48	11	3.69	0.853	31.8	29.8	31.929	0.522	0.331
4	48	12	3.99	0.849	31.8	29	36.925	0.510	0.240

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ² คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘.3 (1:1) ต่อผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์ อัตราส่วนไซปิ่วต่อสารละลายเท่ากับ 1:1

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
4	72	1	3.92	0.875	42	41	35.330	0.456	0.372
4	72	2	4.09	0.875	34.6	33.8	34.993	0.501	0.298
4	72	3	3.92	0.859	34	33	33.508	0.487	0.362
4	72	4	4.1	0.871	38	39	35.326	0.410	0.457
4	72	5	3.9	0.875	41.8	47	37.002	0.436	0.366
4	72	6	3.89	0.875	38	31.8	35.801	0.496	0.289
4	72	7	3.68	0.854	33.8	31	33.960	0.530	0.266
4	72	8	3.97	0.85	34	30	33.344	0.465	0.409
4	72	9	4	0.849	35.8	34	33.240	0.417	0.508
4	72	10	4.01	0.855	36	36	34.717	0.454	0.393
4	72	11	3.54	0.849	40	38.2	36.314	0.429	0.396
4	72	12	3.95	0.865	38.2	38	37.010	0.495	0.265
4	120	1	4.43	0.871	37.8	37	37.975	0.449	0.321
4	120	2	4.14	0.865	41	38.4	35.392	0.456	0.372
4	120	3	4.2	0.866	40	39	34.156	0.502	0.315
4	120	4	4.3	0.866	42.6	38	33.451	0.511	0.315
4	120	5	4.15	0.863	42	37.8	32.350	0.481	0.405
4	120	6	4.13	0.865	40	38	37.241	0.447	0.341
4	120	7	4.15	0.855	33.8	36	32.213	0.475	0.422
4	120	8	4.13	0.839	40	38.4	32.591	0.492	0.376
4	120	9	4	0.844	38	38	33.417	0.474	0.389
4	120	10	3.95	0.845	37	37	33.466	0.441	0.454
4	120	11	3.75	0.843	41.8	39	32.809	0.452	0.451
4	120	12	3.99	0.844	41.8	38	32.343	0.463	0.443
4	168	1	4.3	0.87	41.8	38.4	34.536	0.490	0.330
4	168	2	4.1	0.865	39	39.8	33.470	0.455	0.425
4	168	3	3.99	0.875	41.8	39.6	36.573	0.385	0.466
4	168	4	4.02	0.867	41.8	40.2	33.448	0.466	0.404
4	168	5	3.98	0.877	42	39	31.402	0.415	0.576
4	168	6	4.05	0.871	42.4	37.8	32.478	0.386	0.599
4	168	7	4.1	0.843	39	36	31.071	0.565	0.257
4	168	8	4.08	0.844	38	36.4	30.399	0.492	0.440
4	168	9	4.08	0.834	41	36	30.637	0.481	0.457
4	168	10	4	0.83	40	39	29.786	0.487	0.470
4	168	11	4	0.84	38.4	38	30.671	0.453	0.520
4	168	12	4.02	0.84	41.8	38.4	30.587	0.421	0.595
4	240	1	4.1	0.871	44	43.8	4.308	0.743	0.596
4	240	2	4.01	0.879	45	44	32.476	0.479	0.405
4	240	3	3.99	0.877	45.8	41.8	32.263	0.460	0.451
4	240	4	3.89	0.879	46	41.8	28.837	0.495	0.482
4	240	5	4.06	0.878	40.2	40	36.339	0.435	0.385
4	240	6	3.98	0.879	48.4	48	46.544	0.322	0.305
4	240	7	4	0.836	42	40	31.640	0.474	0.441
4	240	8	4.06	0.836	42.4	41	31.533	0.503	0.381
4	240	9	3.99	0.832	41.8	39	32.104	0.293	0.810
4	240	10	4	0.826	43	36	32.424	0.357	0.661
4	240	11	3.99	0.826	42	40.4	33.030	0.417	0.517
4	240	12	4.2	0.836	42.4	41	32.393	0.472	0.423

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ² คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ. ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์
อัตราส่วนไซโป๊วต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (1:2)ผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์ อัตราส่วนไซไิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL	SG
								(g water/g initial mass)	(g solid/g initial mass)
4	1	1	3.5	0.904	18.4	17.8	67.332	0.173	0.075
4	1	2	3.56	0.907	18.4	13.8	72.235	0.135	0.028
4	1	3	3.6	0.906	15.8	15.8	70.019	0.174	0.039
4	1	4	3.69	0.902	17	13	70.057	0.136	0.055
4	1	5	3.59	0.906	16.4	12	68.309	0.175	0.061
4	1	6	3.7	0.904	14.6	13	66.058	0.247	0.054
4	1	7	3.67	0.908	20	11.2	73.773	0.206	-0.016
4	1	8	3.77	0.904	19	13	69.175	0.270	0.007
4	1	9	3.63	0.904	18	16	71.516	0.107	0.048
4	1	10	3.6	0.906	17.8	18.4	68.296	0.184	0.057
4	1	11	3.59	0.911	18	16	69.634	0.188	0.038
4	1	12	3.7	0.91	17	15.8	69.947	0.184	0.036
4	2	1	3.56	0.913	22	12.2	61.639	0.209	0.136
4	2	2	3.69	0.913	18	13	63.221	0.204	0.115
4	2	3	3.49	0.912	20.6	11.8	75.128	0.138	-0.008
4	2	4	3.72	0.914	18	11.8	67.373	0.200	0.061
4	2	5	3.78	0.912	17	12.4	68.313	0.170	0.063
4	2	6	3.71	0.913	16.6	14.4	66.085	0.185	0.086
4	2	7	3.99	0.912	17	19	68.017	0.248	0.030
4	2	8	4	0.91	18	18.4	56.532	0.323	0.131
4	2	9	3.81	0.908	18.6	18	65.745	0.240	0.062
4	2	10	3.84	0.914	19.8	17	63.866	0.259	0.075
4	2	11	3.88	0.916	19	18.4	65.307	0.212	0.082
4	2	12	3.85	0.916	20	20	63.280	0.249	0.088
4	3	1	3.69	0.92	17.8	16.6	64.391	0.244	0.076
4	3	2	3.6	0.925	16.6	17	57.206	0.292	0.145
4	3	3	3.76	0.922	15	16.2	65.992	0.157	0.101
4	3	4	3.66	0.918	15	19	67.473	0.157	0.080
4	3	5	3.8	0.916	16	18	63.500	0.269	0.074
4	3	6	3.86	0.919	14.4	17.8	64.411	0.259	0.068
4	3	7	3.79	0.915	22	18.4	68.887	0.203	0.041
4	3	8	3.99	0.916	22.4	19	70.644	0.263	-0.005
4	3	9	3.69	0.915	21.8	20	87.765	0.094	-0.124
4	3	10	3.79	0.917	20	20	65.057	0.277	0.050
4	3	11	3.8	0.911	20.4	20	65.739	0.250	0.056
4	3	12	3.72	0.91	21	20.4	66.468	0.244	0.050
4	6	1	3.8	0.917	20.2	16.6	53.118	0.340	0.168
4	6	2	3.96	0.916	22	17	55.729	0.307	0.156
4	6	3	3.85	0.915	19	16.2	49.028	0.387	0.189
4	6	4	3.94	0.912	21	19	47.239	0.394	0.211
4	6	5	4.01	0.909	20	18	52.146	0.337	0.187
4	6	6	4.06	0.914	18.4	17.8	61.206	0.274	0.101
4	6	7	3.76	0.911	22	18.4	51.466	0.333	0.201
4	6	8	4	0.896	21.8	19	52.920	0.315	0.194
4	6	9	3.95	0.9	24	20	53.418	0.383	0.126
4	6	10	4.01	0.893	22.2	20	55.064	0.378	0.108
4	6	11	4	0.894	24.2	20	57.031	0.203	0.215
4	6	12	4.01	0.903	23	20.4	53.602	0.352	0.151

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ² คือ %ของของหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๒.2 (1:2) ต่อผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์ อัตราส่วนไรโบฟลาวินต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ชั่วโมง	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
4	9	1	3.92	0.912	22	19	49.690	0.365	0.200
4	9	2	3.93	0.914	23	18	51.666	0.343	0.189
4	9	3	3.97	0.906	25	24.4	42.187	0.420	0.273
4	9	4	3.98	0.919	21	19.8	49.888	0.352	0.210
4	9	5	4.1	0.917	19.6	18	52.904	0.383	0.133
4	9	6	3.98	0.917	20	17	52.137	0.394	0.135
4	9	7	4.13	0.907	24	20	53.515	0.354	0.150
4	9	8	3.85	0.909	26	21	48.510	0.393	0.190
4	9	9	4.15	0.91	25	20.4	54.367	0.406	0.094
4	9	10	3.99	0.91	25.8	22	53.241	0.406	0.109
4	9	11	4.19	0.9	25	23.8	58.132	0.385	0.064
4	9	12	4.1	0.899	26	24	58.850	0.382	0.059
4	12	1	4.06	0.901	16.6	16.2	43.973	0.447	0.205
4	12	2	4.2	0.897	17	22.4	44.382	0.441	0.204
4	12	3	4.21	0.905	22	20	44.918	0.462	0.169
4	12	4	4.25	0.906	22	18.2	43.413	0.432	0.234
4	12	5	3.99	0.906	23	23.8	44.852	0.477	0.152
4	12	6	3.98	0.909	24	24	55.791	0.390	0.089
4	12	7	3.91	0.885	31.8	33	44.510	0.460	0.180
4	12	8	3.93	0.89	31.6	28	47.737	0.371	0.228
4	12	9	4.26	0.901	29	28.4	46.801	0.372	0.244
4	12	10	4.1	0.9	28	22.4	45.995	0.442	0.176
4	12	11	4.13	0.899	31.8	29.8	45.100	0.446	0.187
4	12	12	3.99	0.889	32	26.4	46.212	0.435	0.182
4	24	1	3.99	0.901	29.8	28	33.963	0.448	0.425
4	24	2	4.2	0.9	32.4	34	36.755	0.419	0.401
4	24	3	4.1	0.899	28	26	38.700	0.493	0.235
4	24	4	3.88	0.902	27	29.8	39.267	0.454	0.284
4	24	5	3.9	0.903	32.2	28	41.808	0.462	0.223
4	24	6	4.01	0.901	26	25.8	39.635	0.487	0.226
4	24	7	4.31	0.861	32	29	36.234	0.498	0.276
4	24	8	4.21	0.86	31	29.8	34.616	0.525	0.262
4	24	9	4.2	0.862	28	28	37.593	0.453	0.322
4	24	10	4.26	0.861	33	32	36.678	0.473	0.310
4	24	11	4.01	0.85	34	33.8	35.311	0.526	0.245
4	24	12	4.1	0.859	34	32.6	34.562	0.544	0.227
4	48	1	3.99	0.864	4.1	43	35.992	0.431	0.401
4	48	2	4.1	0.859	36	30	36.054	0.415	0.427
4	48	3	4.02	0.865	43	42.4	36.855	0.481	0.292
4	48	4	3.95	0.858	35	33.8	35.583	0.498	0.291
4	48	5	4.24	0.872	38	37.6	36.681	0.476	0.305
4	48	6	4.06	0.87	37.8	34	38.947	0.466	0.273
4	48	7	4.12	0.841	35	34	31.600	0.505	0.376
4	48	8	4	0.844	36	35.8	30.844	0.507	0.393
4	48	9	4.12	0.85	40.2	39.6	30.097	0.566	0.278
4	48	10	3.9	0.855	41	38	30.163	0.544	0.327
4	48	11	4.1	0.845	40	36	29.901	0.574	0.262
4	48	12	3.99	0.839	40.6	37	29.930	0.584	0.238

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓ (1:2) ต่อผลการทดลองที่ความดัน 4 บาร์ อัตราส่วนโซไฟฟิวต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

ความดัน (บาร์)	เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ	pH	Aw	ของแข็ง ¹ (%)	ของแข็ง ² (°B)	MC (%)	WL (g water/g initial mass)	SG (g solid/g initial mass)
4	72	1	3.93	0.827	36	38.4	30.020	0.546	0.326
4	72	2	3.97	0.821	37.8	39	29.651	0.533	0.366
4	72	3	4.18	0.825	40	38.2	30.552	0.481	0.461
4	72	4	4.1	0.832	35.8	36	32.090	0.428	0.524
4	72	5	3.95	0.83	36	37.8	29.081	0.530	0.389
4	72	6	3.99	0.829	37	37	28.618	0.552	0.348
4	72	7	3.95	0.835	42	41	31.659	0.447	0.500
4	72	8	4.06	0.835	42	41.8	32.063	0.465	0.447
4	72	9	4.05	0.84	40.6	36.4	31.863	0.485	0.412
4	72	10	3.98	0.839	42	36	31.274	0.521	0.349
4	72	11	3.85	0.836	42	37	30.970	0.717	-0.080
4	72	12	3.89	0.835	41	38	31.884	0.525	0.324
4	120	1	3.92	0.843	44.6	46.2	31.883	0.474	0.433
4	120	2	3.97	0.849	42	40.4	33.797	0.443	0.441
4	120	3	3.98	0.847	43	41	30.923	0.474	0.464
4	120	4	3.95	0.845	42.8	43	31.305	0.491	0.414
4	120	5	3.97	0.842	41.8	39.6	27.734	0.531	0.429
4	120	6	3.99	0.848	45.8	42	30.850	0.476	0.462
4	120	7	4.32	0.853	39.6	35.8	34.160	0.454	0.408
4	120	8	4.27	0.851	40	36	32.813	0.452	0.452
4	120	9	4.01	0.852	40	37	33.208	0.378	0.590
4	120	10	3.99	0.843	41	37.8	32.484	0.434	0.499
4	120	11	3.97	0.843	40	23.8	32.087	0.323	0.747
4	120	12	4	0.843	40.6	41.8	33.587	0.278	0.772
4	168	1	4.07	0.837	40	37	32.204	0.537	0.292
4	168	2	4.2	0.845	39.8	38	32.745	0.464	0.429
4	168	3	4.1	0.837	44	43	32.118	0.486	0.401
4	168	4	4.09	0.844	43.8	42.4	31.987	0.481	0.415
4	168	5	4.06	0.835	44.4	43	32.212	0.478	0.416
4	168	6	3.98	0.833	45.8	44	32.543	0.459	0.445
4	168	7	3.98	0.829	41.8	39	33.479	0.452	0.431
4	168	8	4	0.829	42	37	31.324	0.419	0.572
4	168	9	4.26	0.828	42	38.4	30.159	0.510	0.406
4	168	10	4	0.827	41	41.8	32.163	0.520	0.329
4	168	11	3.98	0.827	43	39	30.879	0.415	0.598
4	168	12	3.98	0.827	43.8	40.4	33.108	0.259	0.832
4	240	1	4.12	0.821	45	40.4	29.211	0.550	0.338
4	240	2	4.18	0.826	43.6	43.8	31.015	0.520	0.358
4	240	3	4.14	0.835	45.8	44.6	34.350	0.422	0.464
4	240	4	4.09	0.827	46	44.2	30.458	0.425	0.591
4	240	5	4.07	0.838	46.2	45	29.160	0.491	0.482
4	240	6	4.19	0.83	43.8	45.8	27.670	0.497	0.521
4	240	7	4.1	0.833	45	40.4	32.143	0.503	0.365
4	240	8	4.1	0.833	45	41	31.382	0.507	0.377
4	240	9	3.99	0.829	45.8	41	32.556	0.316	0.742
4	240	10	4	0.83	45	40.2	31.635	0.255	0.915
4	240	11	4.08	0.83	46.2	45	32.999	0.484	0.381
4	240	12	4.06	0.831	43.8	41	32.754	0.448	0.462

หมายเหตุ ¹ คือ %ของแข็งที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ คือ %ของความหวานที่วัดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้