

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

วัสดุ

1. น้ำตาลโตนด จากสวนของเกษตรกร อ. สิงหนคร จ. สงขลา โดยมีการเติมไม้เคี่ยม 5 กรัมต่อน้ำตาลโตนดสด 1 ลิตร มีระยะเวลานับจากเริ่มร่อนน้ำตาลโตนดประมาณ 15 ชั่วโมง และเก็บไว้ในถังโฟมเติมน้ำแข็งจนเต็มตลอดการขนส่งจากสวนถึงคณะอุตสาหกรรมเกษตรภายใน 40 นาที
2. วัสดุและเคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี
3. วัสดุและเคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา
4. สารสำหรับกระบวนการทำไอโซ
 - 1) เบนโตไนท์ (bentonite)
 - 2) ผงถ่านกัมมันต์ (activated carbon)
5. ขวดแก้ว ขนาดบรรจุ 550 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด
6. กระดาษกรองเบอร์ 1 ยี่ห้อ Whatman ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปน้ำตาลโตนด
 - 1) เครื่องกรองแบบ Ultrafiltration-Microfiltration ระดับต้นแบบ (Pilot scale) ยี่ห้อ Liquid Purification Engineering ประเทศไทย
 - 2) เมมเบรนเซรามิก (ceramic membrane) ขนาดรูพรุน 0.1 และ 0.2 ไมครอน, 50 และ 300 กิโลดาลตัน ยี่ห้อ KERASEP™ ประเทศไทย
2. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์
 - 1) เครื่องวัดค่าพีเอช ยี่ห้อ Sartorius รุ่น PB-20 ประเทศเยอรมันนี

- 2) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ยี่ห้อ Atago รุ่น -1E ประเทศญี่ปุ่น
- 3) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP310S ประเทศเยอรมันนี
- 4) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP210S ประเทศเยอรมันนี
- 5) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Memmert รุ่น WB10B7-45 ประเทศเยอรมันนี
- 6) เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Jasco รุ่น V-530 ประเทศญี่ปุ่น
- 7) เครื่องหมุนเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Sorvall รุ่น RC 5 B plus ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 8) เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XT ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 9) เครื่อง Gas Chromatography ยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น 5890 Series II ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 10) เครื่อง Mass Spectrometry ยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น 5972A MS Detector ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 11) หม้อนึ่งมาเชื้อ ยี่ห้อ Tommy รุ่น SS-320 ประเทศญี่ปุ่น
- 12) ตู้ป่นเชื้อ ยี่ห้อ Memmert รุ่น BE500 ประเทศเยอรมันนี
- 13) ตู้บสญญากาศ ยี่ห้อ Eyla รุ่น VOS-300VD ประเทศญี่ปุ่น
- 14) เครื่องกวนสารละลายพร้อมให้ความร้อน ยี่ห้อ Bibby รุ่น SB162-3 ประเทศอังกฤษ

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพของน้ำตาลโตนดสดเริ่มต้น

โดยนำน้ำตาลโตนดสดมาวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Palou *et al.*, 1999) และความขุ่นในรูปของการทะลุผ่านของแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร (Palou *et al.*, 1999)

1.2 วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ พีเอช โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ (A.O.A.C., 2000) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (คัดแปลงจาก A.O.A.C., 2000) ปริมาณกรดทั้งหมด (A.O.A.C., 2000) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ Hand refractometer (A.O.A.C., 2000) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธีของ Lane Eynon and Volumetric Method (คัดแปลงจาก A.O.A.C., 2000) กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase activity) กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (peroxidase activity) (คัดแปลงจาก Cano *et al.*, 1997) กิจกรรมของเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase activity) (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive, 2001) ชนิดและปริมาณสารที่ระเหยได้ของน้ำตาลโตนดสดโดยใช้ GC/MS (สุภารัตน์ เตียไพบูลย์, 2547)

1.3 วิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา จำนวนแบคทีเรียแลคติก (Kiss, 1984)

2. ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนดสด

ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนดสดโดยกำหนดอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 4°C, อุณหภูมิห้อง (29°C) และ 50°C

2.1 นำน้ำตาลโตนดสดบรรจุในพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร ปริมาตรบรรจุ 350 มิลลิลิตรต่อพลาสติก แล้วปิดด้วยจุกสำลี

2.2 นำไปเก็บไว้ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ โดย

2.2.1 ที่อุณหภูมิ 4°C โดยนำน้ำตาลโตนดจากข้อ 2.1 มาลดอุณหภูมิลงโดยการแช่ในน้ำแข็งและควบคุมอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิถึง 4°C นำไปเก็บในตู้เย็นที่ควบคุมอุณหภูมิเท่ากับ 4°C ควบคุมให้คงที่และบันทึกอุณหภูมิตลอดการทดลอง

2.2.2 ที่อุณหภูมิห้อง (29°C) นำน้ำตาลโตนดจากข้อ 2.1 มาแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ และกำหนดอุณหภูมิที่ 29°C ควบคุมให้คงที่และบันทึกอุณหภูมิตลอดการทดลอง

2.2.3 ที่อุณหภูมิห้อง 50°C นำน้ำตาลโตนดจากข้อ 2.1 มาแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ และกำหนดอุณหภูมิที่ 50°C ควบคุมให้คงที่และบันทึกอุณหภูมิตลอดการทดลอง

2.3 สุ่มตัวอย่างจากข้อ 2.2.1-2.2.3 มาวิเคราะห์สมบัติตามข้อ 2.4 โดยมีระยะเวลาในการสุ่มตัวอย่างดังต่อไปนี้

2.3.1 น้ำตาลโตนดจากข้อ 2.2.1 สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลานาน 72 ชั่วโมง (3 วัน)

2.3.2 น้ำตาลโตนดจากข้อ 2.2.2 สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทุก 2 ชั่วโมง เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง

2.3.3 น้ำตาลโตนดจากข้อ 2.2.3 สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทุก 1 ชั่วโมง เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง

2.4 นำน้ำตาลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างในข้อ 2.3.1-2.3.3 มาวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ดังนี้

2.4.1 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Palou et al., 1999) และความขุ่นในรูปของการทะลุผ่านของแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร (Palou et al., 1999)

2.4.2 วิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา จำนวนแบคทีเรียแลคติก (Kiss, 1984)

2.4.3 วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ พีเอช โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ (A.O.A.C., 2000) ปริมาณกรดทั้งหมด (A.O.A.C., 2000) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ Hand refractometer (A.O.A.C., 2000) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธีของ Lane Eynon and Volumetric Method (ดัดแปลงจาก A.O.A.C., 2000)

หมายเหตุ สำหรับการวิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase activity) กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (peroxidase

activity) (ดัดแปลงจาก Cano *et al.*, 1997) กิจกรรมของเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase activity) (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive, 2001) และชนิดและปริมาณสารที่ระเหยได้ของน้ำตาลโตนดสดโดยใช้ GC/MS (สุภารัตน์ เตี้ยไพบุลย์, 2547) จะทำการสุ่มตัวอย่างดังต่อไปนี้

- น้ำตาลโตนดจากข้อ 2.2.1 สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทุก 12 ชั่วโมง เป็นเวลานาน 72 ชั่วโมง (3 วัน)
- น้ำตาลโตนดจากข้อ 2.2.2 สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทุก 2 ชั่วโมง เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง
- น้ำตาลโตนดจากข้อ 2.2.3 สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทุก 1 ชั่วโมง เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง

2.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองของแต่ละอุณหภูมิมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำตาลโตนดสด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

3. ศึกษาคุณภาพของน้ำตาลโตนดสดที่ผ่านกระบวนการทำไอศ

3.1 นำน้ำตาลโตนดสดบรรจุในพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาตรบรรจุ 150 มิลลิลิตรต่อพลาสติก

3.2 นำมาผ่านกระบวนการทำไอศ 3 วิธี ดังนี้

3.2.1 กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman No. 1)

3.2.2 เติมผงเบนโตไนท์ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 0.5 และ 0.7 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ลงในน้ำตาลโตนดสด และกวนตลอดเวลานาน 20 นาที จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 (ที่อุณหภูมิห้อง 29°C) โดยใช้เครื่องกรองสุญญากาศ

3.2.3 เติมผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.3 และ 0.5 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ลงในน้ำตาลโตนดสด และกวนตลอดเวลานาน 20 นาที จากนั้นนำมา กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 (ที่อุณหภูมิ 29°C) โดยใช้เครื่องกรองสุญญากาศ

3.3 สุ่มตัวอย่างจากข้อ 3.2.1-3.2.3 มาวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ดังนี้

3.3.1 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Palou *et al.*, 1999) และความขุ่นในรูปของการทะลุผ่านของแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร (Palou *et al.*, 1999)

3.3.2 วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ พีเอช โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ (A.O.A.C., 2000) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ Hand refractometer (A.O.A.C., 2000) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ดัดแปลงจาก A.O.A.C., 2000) ชนิดและปริมาณสารที่ระเหยได้ของน้ำตาลโตนดสดโดยใช้ GC/MS (สุภารัตน์ เตียไพบูลย์, 2547)

3.4 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำตาลโตนดที่ผ่านกระบวนการทำไอแต่ละวิธี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

4. ศึกษาผลของอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ที่มีต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนดสดและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษา

4.1 นำน้ำตาลโตนดสดและน้ำตาลโตนดที่ผ่านกระบวนการทำไอโดยการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 70 80 และ 90°C นาน 15 นาที

4.2 บรรจุน้ำตาลโตนดที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ลงในขวดแก้วที่ผ่านการลวกด้วยน้ำร้อนโดยบรรจุปริมาตร 300 มิลลิลิตรต่อขวด แล้วปิดฝา

4.3 นำไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้องเพื่อลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

4.4 เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4^oซ

4.5 สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์สมบัติตามข้อที่ 1.1-1.3 ทุกๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์

4.6 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

4.6.1 เปรียบเทียบคุณภาพระหว่างน้ำตาลโตนดสดและน้ำตาลโตนดหลังผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

4.6.2 คุณภาพของน้ำตาลโตนดพาสเจอร์ไรซ์ระหว่างการเก็บรักษา โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (2x3x4) ในการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

5. ศึกษาผลของเมมเบรนที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนดสด และการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา

นำน้ำตาลโตนดสดมาผ่านกระบวนการกรอง โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ กระบวนการไมโครฟิลเตรชัน และกระบวนการอัลตราฟิลเตรชัน

5.1 กระบวนการไมโครฟิลเตรชัน

5.1.1 นำน้ำตาลโตนดสดมาให้ความร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิน้ำตาลโตนดเท่ากับ 50^oซ (ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที)

5.1.2 หลังจากนั้นกรองน้ำตาลโตนดจากข้อ 5.1.1 โดยใช้เมมเบรน 2 ขนาด คือ 0.2 และ 0.1 ไมครอน ด้วยระบบการกรองไหลขวางที่มีอัตราเร็วของสารป้อนคงที่ 2.5 เมตรต่อวินาที และมีความดันขับ (Transmembrane pressure : TMP) 1.0 และ 1.5

บาร์ตามลำดับ และควบคุมอุณหภูมิในการกรองที่อุณหภูมิ 50°C ตลอดเวลา ดำเนินการกรองแบบกะโดยแยกส่วนของเพอมีเอทออกเก็บในถังที่ผ่านการลวกน้ำร้อน และส่วนของรีเทนเนอร์จะถูกป้อนกลับเพื่อผ่านระบบการกรองอีกครั้ง โดยจะสิ้นสุดการกรองเมื่อมีค่าเปอร์เซ็นต์การแยกกลับ (% recovery) มากกว่าหรือเท่ากับ 60 โดยคำนวณจากสัดส่วนปริมาตรของเพอมีเอทต่อปริมาตรของสารเริ่มต้น

5.1.3 บรรจุน้ำตาลโตนดที่ผ่านการกรองในส่วนของเพอมีเอทลงในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ โดยบรรจุปริมาตร 300 มิลลิลิตรต่อขวด แล้วปิดฝา

5.1.4 นำขวดแก้วที่บรรจุน้ำตาลโตนดจากข้อ 5.1.3 ไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้องเพื่อลดอุณหภูมิ

5.1.5 สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์สมบัติตามข้อที่ 1.1 และ 1.2

5.1.6 คัดเลือกสภาวะการทดลองตามข้อ 5.1.2 มา 1 ชุดการทดลอง จากชุดการทดลองที่มีคุณภาพที่ดีที่สุด โดยพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี มาทดลองในขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์สมบัติตามข้อที่ 1.1-1.3 ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์

5.1.7 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

5.1.7.1 เปรียบเทียบคุณภาพระหว่างน้ำตาลโตนดสด น้ำตาลโตนดส่วนเพอมีเอท และน้ำตาลโตนดส่วนรีเทนเนอร์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ แต่ครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

5.1.7.2 เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำตาลโตนดส่วนเพอมีเอทระหว่างการเก็บรักษา โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ แต่ครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

5.2 กระบวนการอัลตราฟิลเตรชัน

5.2.1 นำน้ำตาลโตนดสดมาให้ความร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิ น้ำตาลโตนดเท่ากับ 50°C (ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที)

5.2.2 หลังจากนั้นกรองน้ำตาลโตนดจากข้อ 5.2.1 โดยใช้เมมเบรน 2 ขนาด คือ 300 และ 50 กิโลดาลตัน ด้วยระบบการกรองไหลขวางที่มีอัตราเร็วของสารป้อนคงที่ 2.5 เมตรต่อวินาที และมีความดันขับ (Transmembrane pressure: TMP) 2.0 และ 2.5 บาร์ ตามลำดับ และควบคุมอุณหภูมิในการกรองที่อุณหภูมิ 50°C ตลอดเวลา ดำเนินการกรองแบบกะโดยแยกส่วนของเพอมีเอทออกเก็บในถังที่ผ่านการลวกน้ำร้อน และส่วนของรีเทนเนตจะถูกป้อนกลับเพื่อผ่านระบบการกรองอีกครั้ง โดยจะสิ้นสุดการกรองเมื่อมีค่าเปอร์เซ็นต์การแยกกลับ (% recovery) มากกว่าหรือเท่ากับ 60 โดยคำนวณจาก สัดส่วนปริมาตรของเพอมีเอทต่อปริมาตรของสารเริ่มต้น

5.2.3 บรรจุน้ำตาลโตนดที่ผ่านการกรองในส่วนของเพอมีเอทลงในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ โดยบรรจุปริมาตร 300 มิลลิลิตรต่อขวด แล้วปิดฝา

5.2.4 นำขวดแก้วที่บรรจุน้ำตาลโตนดจากข้อ 5.2.3 ไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง เพื่อลดอุณหภูมิ

5.2.5 สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์สมบัติตามข้อที่ 1.1 และ 1.2

5.2.6 กัดเลือกสภาวะการทดลองตามข้อ 5.2.2 มา 1 ชุดการทดลอง จากชุดการทดลองที่มีคุณภาพที่ดีที่สุด โดยพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี มาทดลองในขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์สมบัติตามข้อที่ 1.1-1.3 ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์

5.2.7 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

5.2.7.1 เปรียบเทียบคุณภาพระหว่างน้ำตาลโตนดสด น้ำตาลโตนด ส่วนเพอมีเอท และน้ำตาลโตนดส่วนรีเทนเนต โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ แต่แต่ละครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และ

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

5.2.7.2 เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำตาลโตนดส่วนเพอมีเอระหว่าง การเก็บรักษา โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)