



รายงานการวิจัย

เรื่อง

แนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด

(Guidelines on the product development and value added from Palmyra Palm)

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภัทรา กล่ำสกุลและคณะ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

ตามมติคณะรัฐมนตรี
จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



รายงานการวิจัย
เรื่อง

แนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด
(Guidelines on the product development and value
added from Palmyra Palm)

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภัทรา กล้าสกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์บำเพ็ญ นิ่มเขียน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประกาศ ชมภูทอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559
ตามมติคณะรัฐมนตรี จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้จัดทำขึ้น ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง แนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด (Guidelines on the product development and value added from Palmyra Palm) ได้ดำเนินงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบุคคลที่เกี่ยวข้องและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร และสถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกงานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จไปด้วยดี และขอบคุณที่ปรึกษาโครงการวิจัย ได้แก่ คุณงามจิตร์ โสวิฑูล นักวิชาการเชี่ยวชาญจากสถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่เป็นที่ปรึกษาและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การฆ่าเชื้อ เพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

คณะผู้วิจัย

ตุลาคม 2559

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ(ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ)	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
สมมุติฐานในการวิจัยและกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
แนวความคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพในการผลิต	19
วิธีดำเนินการ	20
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
ผลการวิจัย	24
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	
สรุปผลการทดลอง	47
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก ก	53
ภาคผนวก ข	55
ภาคผนวก ค	68
ภาคผนวก ง	72

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก จ	79
ภาคผนวก ฉ	83
ภาคผนวก ช	68

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลสด	5
2	แสดงข้อมูลการผลิตน้ำตาลโตนด อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี	24
3	แสดงค่าสีของน้ำตาลโตนดสด	27
4	แสดงค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลโตนดสด	27
5	แสดงคุณภาพทางเคมีของน้ำตาลโตนดสด	28
6	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลโตนดสด	29
7	แสดงจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำตาลโตนดสด	30
8	แสดงเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อและวิเคราะห์ค่า F_0 ในทุกอุณหภูมิ	31
9	แสดงค่าสีของน้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์	32
10	แสดงผลวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง	32
11	แสดงปริมาณตะกอนโดยใช้การกรอง	33
12	แสดงค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณร้อยละของผลผลิต (%yield)	33
13	แสดงองค์ประกอบทางเคมีในการฆ่าเชืón้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์	34
14	แสดงผลทางจุลินทรีย์ในการฆ่าเชืón้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์	36
15	แสดงผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชืód้วยอุณหภูมิ 110 115 และ 120 องศาเซลเซียส	38
16	แสดงค่าสีของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน	38
17	แสดงความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุงฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน	38
18	แสดงค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน	39

19	แสดงปริมาณผลผลิตร้อยละของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน	39
20	แสดงปริมาณตะกอนในน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน	40

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน	41
22	แสดงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ ฆ่าเชื้อ 120 องศา เซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน	42
23	คะแนนคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดเพชรบุรี เป็นจังหวัดอยู่ทางด้านตะวันตกของประเทศ มีพื้นที่รวม 6,255 ตารางกิโลเมตร พื้นที่จังหวัดเป็นอันดับที่ 41 ของประเทศ มีจำนวน 8 อำเภอ 93 ตำบล 698 หมู่บ้าน เทศบาลตำบล 11 แห่ง อบต. 73 แห่ง ประชากรทั้งสิ้น จำนวน 456,681 คน เป็นชาย 221,335 คน เป็นหญิง 235,346 คน ส่วนใหญ่จังหวัดเป็นที่ราบสูงแบบภูเขา ประมาณ ร้อยละ 50 ของพื้นที่ ส่วนที่เหลือจะเป็นพื้นที่ราบชายทะเล และพื้นที่ราบแบบเชิงเขา ภูมิอากาศจึงมีหลายแบบสลับกันไป

ประชากรส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80 เป็นเกษตรกรที่มีอาชีพปลูกพืช ผลผลิตหลักได้แก่ ข้าว มะพร้าว อ้อย มะม่วง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ข้าวโพด ชมพู กระเทียม มะนาว กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม กล้วยไข่ เป็นต้น ซึ่งในส่วนหนึ่งของอาชีพหลักกลุ่มเกษตรกรของจังหวัดเพชรบุรี (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี, 2555)

สำหรับตาลโตนดนั้นเป็นพันธุ์ไม้ที่มีมากที่สุดในเพชรบุรี จนเป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดปรากฏในตราและธงประจำจังหวัด หลักฐานจากนิราศเมืองเพชรของสุนทรภู่ที่แต่งไว้ในปีพ.ศ. 2374 กล่าวไว้ว่า “ทั่วประเทศเขตแคว้นแดนพริบพรี เหมือนจะชี้ไปไม่พ้นแต่ต้นตาล” ดังนั้นจึงปรากฏชื่อหมู่บ้านที่สัมพันธ์กับตาลโตนดจำนวนมาก อาทิ โตนดหลาย โตนดหลวง ตาลกง ตาลเดี่ยว ตาลดอน โคกโตนด และถนนตาล เป็นต้น ต้นตาลพบมากที่สุดในเขตอำเภอเมืองเพชรบุรี รองลงไปคือ บ้านลาด ชะอำ เขาย้อย ท่ายาง หนองหญ้าปล้อง ส่วนอำเภอแก่งกระจานมีหลักฐานยืนยันว่าพบต้นตาลป่าในเขตอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานบริเวณน้ำตกทอทิพย์ ปริมาณต้นตาลของจังหวัดเพชรบุรีเท่าที่ปรากฏหลักฐานทางสถิติสรุปได้ว่าในปีพ.ศ. 2541 เพชรบุรีมีต้นตาลราว 1,444,954 ต้นตาลตัวผู้ 833,394 ต้นตาลตัวเมีย 611,560 ต้นและในปีพ.ศ. 2548 เพชรบุรีเหลือต้นตาลโตนดประมาณ 440,535 ต้น (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี, 2555) ตาลโตนดยังคงเป็นพืชประจำถิ่นที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและวิถีชีวิตของชาวเพชรบุรีอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันจึงก่อให้เกิดอาชีพหลากหลายในชุมชน ทั้งนี้เป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม ได้แก่

- อาชีพนํ้าตาลโตนดที่เรียกกันว่า น้ำตาลปึก สร้างรายได้เป็นกอบเป็นกำแก่ชาวเพชรบุรี
- อาชีพอุตสาหกรรมในครัวเรือนการทำขนมหวานต่าง ๆ
- การเพาะเมล็ดเพื่อให้ได้จาวตาล สำหรับขายตรงหรือทำเป็นขนม

ปัจจุบันการแปรรูปตาลโตนดที่มีการจำหน่ายในท้องตลาด มีดังนี้คือ

1. น้ำตาลสดบรรจุขวดแก้ว
2. น้ำตาลปึก
3. กระแจะ
4. ลูกตาลอ่อนลอยแก้ว
5. จาวตาลเชื่อม
6. ขนมตาล

ดังนั้นคณะผู้วิจัย จึงมีความต้องการที่จะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการเพิ่มมูลค่าของตาลโตนด ด้วยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อที่จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญนำไปสู่แนวทางการจัดการการผลิตในเชิงพาณิชย์ที่เหมาะสม เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน เป็นการช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น และความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของประชาชนในโอกาสต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. สำรวจแหล่งผลิตน้ำตาลโตนด
2. ศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลโตนดสด
3. ศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์
4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์

1.3 สมมุติฐานในการวิจัยและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ตาลหรือตาลโตนดภาษาอังกฤษ Asian palmyra palm, Palmyra palm, Brab palm, Doub palm, Fan palm, Lontar palm, Toddy palm, Tala palm, Wine palm ตาล ชื่อวิทยาศาสตร์ *Borassusflabellifer* L. จัดอยู่ในวงศ์ Arecaceae หรือในชื่อเดิมคือ Palmae เช่น

เดียว จาก ลาน หวาย และมะพร้าว และต้นตาลมีชื่อท้องถิ่นอื่นๆ อีกเช่น ตาลนา ปลีตาล (เชียงใหม่) ตาลตาลใหญ่ตาลโตนด (ภาคกลาง) โหนด ลูกโหนด(ภาคใต้)เป็นปาล์มชนิดหนึ่ง ที่มีลำต้นสูงประมาณ 20-30 เมตร ขยายพันธุ์ได้โดยการเพาะเมล็ดเท่านั้น และเจริญเติบโตช้ามากต้องใช้เวลายาวนานกว่า 15 ปี จึงจะให้ผลผลิต ดอกเพศเมียและเพศผู้ของตามจะอยู่แยกกันคนละต้น ช่อดอกเพศผู้ลักษณะเป็นงวงยาว ช่อดอกเพศเมียลักษณะเป็นทะลายมีผลตามเล็ก ๆ ติดอยู่ทะลายละ 1-20 ผล ผลตาลจะเกิดเฉพาะต้นเพศเมียเท่านั้น ช่อดอกของตาลให้น้ำหวานได้ทั้งช่อดอกเพศผู้ที่เรียกว่า “งวง” และช่อดอกเพศเมียที่เรียกว่า “จั่น” หรือ “ปลี” โดยชาวสวนจะนวดงวงหรือจั่นเบาๆ แล้วใช้มีดปาดปลายเอากะบอกไม้ไผ่รองรับน้ำหวานหรือ “น้ำตาลสด” มีกลิ่นหอมหวานแบบธรรมชาติ ซึ่งนอกจากจะต้มดื่มเพื่อความสดชื่นและให้พลังงานจากน้ำตาลธรรมชาติแล้ว ยังแปรรูปโดยการเคี่ยวให้งวดเป็นน้ำตาลปึกหรือน้ำตาลปีบ ใช้ในการปรุงอาหารทั้งคาวหวาน ให้รสชาติหวานกลมกล่อมและหอมกว่าน้ำตาลทราย อาจนำไปหมักเป็นน้ำตาลเมาหรือนำไปกลั่นต่อเป็นน้ำส้มสายชู ช่อดอกเพศเมียจะให้น้ำตาลได้มากกว่าช่อดอกเพศผู้ แต่เมื่อถูกปาดเอาน้ำตาลแล้ว ช่อดอกเพศเมียนั้นก็จะไม่เจริญเป็นผล

ลูกตาลอ่อนคือเป็นส่วนของผลสามารถเก็บเกี่ยวหลังจากออกจั่นแล้ว 2 ½ - 3 เดือน นำมาฉีกเอาเมล็ดข้างในที่ยังอ่อนอยู่ออกมา เรียกว่าลอนตาล ในลูกตาล 1 ลูก จะมีลอนตาลประมาณ 3 ลอน ลอนตาลอ่อนเมื่อปอกเปลือกหุ้มเมล็ดออก จะเป็นเนื้อสีขาว นุ่มมีรสหวานมันใช้บริโภคหรือนำไปเชื่อม ต้นตาลโตนด 1 ต้น สามารถให้ลูกตาลสด เฉลี่ย 10 – 13 ทะลาย ต่อปีใน 1 ทะลายจะมีผลเฉลี่ย 5-10 ผล

ผลตาลสามารถกินได้ตั้งแต่ยังอ่อนโดยตัด “หัวตาล” หรือเนื้ออ่อนด้านที่ติดขั้วผลปอกเปลือกสีเขียวอ่อนออก แล้วฝานบาง ๆ นำไปแช่น้ำเกลือหรือน้ำมะนาว เพื่อคงความขาวนวลน่ากินไว้ไม่ให้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ก่อนจะนำไปประกอบอาหาร เมื่อผลตาลแก่แต่ยังไม่สุก เปลือกนอกแข็งสีดำ ภายในมีเมล็ดที่เรียกว่า “ลอนตาล” หรือ “เต้าตาล” 2-4 เมล็ด ลักษณะอ่อนนุ่ม สีเหมือนวุ้น มีน้ำอยู่ข้างใน รสหวานหอม เรียกว่า “ลูกตาลอ่อน” และด้วยความที่ต้องใช้วิธีฉีกออกมาจากผล จึงเรียกอีกชื่อว่า “ตาลฉีก” ลูกตาลอ่อนจะให้คาร์โบไฮเดรต วิตามินเอและซี เหล็ก แคลเซียม รวมถึงฟอสฟอรัส ผลตาลแก่และสุกเต็มที่จะมีกลิ่นหอมแรง เนื้อหุ้มเมล็ดสีเหลืองส้มที่ใช้ทำขนมตาลบ่งบอกว่ามีเบตาแคโรทีน ซึ่งมีมากถึง 615 ไมโครกรัม ต่อเนื้อตาลสุก 100 กรัม รวมทั้งโปรตีน ไขมัน วิตามิน

ซี แคลเซียม คาร์โบไฮเดรต ฟอสฟอรัส และเส้นใยอาหาร ส่วนเมล็ดข้างในเมื่อเพาะให้รากงอกจะกลายเป็น “จาวตาล” ที่ให้ฟอสฟอรัสและวิตามินซี

คุณค่าทางโภชนาการของลูกตาลอ่อน ต่อ 100 กรัม พลังงาน 47 กิโลแคลอรีคาร์โบไฮเดรต 9.0 กรัม โปรตีน 0.5 กรัม เส้นใย 0.5 กรัม ไขมัน 1.0 กรัม น้ำ 88.5 กรัม วิตามินบี1 0.03 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.01 มิลลิกรัม วิตามินบี3 0.5 มิลลิกรัม วิตามินซี 2 มิลลิกรัม ธาตุแคลเซียม 6 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 1.7 มิลลิกรัม ธาตุฟอสฟอรัส 20 มิลลิกรัม (กนก ตีระวัฒน์, 2531)

สำหรับประเทศไทย ต้นตาลมีปรากฏความในหลักศิลาจารึกของพ่อขุนรามคำแหงมหาราช แห่งกรุงสุโขทัย ที่กล่าวถึงตาล อันเป็นสถานที่สำหรับประชาชนฟังธรรมในวันพระจึงสรุปได้ว่า ต้นตาลน่าจะเป็นพรรณพืชที่ปลูกในประเทศไทยนานกว่า 1,000 ปีมาแล้ว โดยส่วนใหญ่พบทาง ตะวันตก ซึ่งมีสภาพภูมิโนะเทศที่ตาลเติบโตได้ดี คือมีแสงแดดจัดและความชื้นต่ำ ดังนั้นตาลจึงพบมากที่สุดใภาคตะวันตก ได้แก่เพชรบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี ภาคกลางพบมากที่สุดที่ สิงห์บุรี อ่างทอง ปทุมธานี ภาคใต้พบที่ สงขลา พัทลุง และนครศรีธรรมราช ตาลจึงมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปบ้าง ตาลโตนดยังคงเป็นพืชประจำถิ่นที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและวิถีชีวิตของชาวเพชรบุรีอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนปัจจุบัน (กวิดา เลิศกิจสมบุญ, 2547)

ด้านสังคม การที่ชุมชนมีอาชีพหลากหลายรวมทั้งจากตาลโตนดในหลายรูปแบบมีการติดต่อค้าขายกันทำให้มีการแบ่งปันและแลกเปลี่ยนทรัพยากรทำให้เกษตรกร สามารถพึ่งพาตนเองได้ ไม่จำเป็นต้องย้ายครอบครัวไปต่างถิ่น มีโอกาสศึกษาหาความรู้และพัฒนาตนเอง มีส่วนร่วมในการพัฒนาท้องถิ่น มีความภูมิใจในตนเองซึ่งช่วยลดปัญหาทางสังคม

ด้านสิ่งแวดล้อม ต้นตาลโตนดช่วยสร้างความสมดุลในระบบนิเวศ เพราะเป็นที่อยู่อาศัยของนกฮูก นกเค้าแมว ซึ่งช่วยกำจัดหนูศัตรูของข้าวและพืชอื่น ๆ ทำให้ช่วยลดการใช้ยาปราบศัตรูพืช นอกจากนี้ ระบบรากของต้นตาลโตนดไม่แก่งแย่งและรบกวนกับรากของพืชชนิดอื่น เช่นข้าว เพราะรากต้นตาลโตนดหยั่งลึกลงไปใดิน ไม่แผ่ไปตามผิวดิน การที่รากหยั่งลึกลงไปใดินเท่ากับเป็นการหมุนเวียนธาตุอาหารใดิน นอกจากช่วยยึดดินและสร้างความแข็งแรงให้ดินบริเวณคันนาได้เป็นอย่างดี

แหล่งเรียนรู้ตาลโตนดที่สำคัญมี 2 แห่ง แห่งแรกอยู่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำรงค์ ได้แก่ สวนตาลของกำนันถนอม ภูเงิน ซึ่งมีต้นตาล อายุราว 17 ปี จำนวนประมาณ 450 ต้น แห่งที่

สองอยู่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลไร่สะท้อนเป็นกลุ่มทุ่งนา-ป่าตาลของชาวบ้านไร่กว้าง ที่จัดทำศูนย์เรียนรู้ชุมชนและห้องเรียนธรรมชาติที่มีชีวิต โดยร่วมมือกับโรงเรียนวัดหนองแก (กลุ่มวิทยาคาร) โดยพื้นที่ทุ่งนา-ป่าตาลดังกล่าวอยู่ในเขตที่ดินจำนวน 15 ไร่ของนายสมชาย มินุช พื้นที่เป็นนาข้าวและมีต้นตาลโตจนปลูกเป็นแถวยาวตามขอบคันนา มีจำนวนต้นตาลที่ปลูกไว้ตั้งแต่ปี 2526 จำนวน 21 ต้น โดยวิธีหยาบเมล็ด และที่ปลูกในปี 2528 จำนวน 29 ต้นโดยวิธีคว่ำเมล็ด ซึ่งแนวคิดในการปลูกตาลทั้งสองครั้งเพื่อทดสอบการปลูกต้นตาลโตจนเพื่อคัดสรรเพศตามภูมิปัญญาจากบรรพบุรุษที่บอกเล่ากันมาว่า ถ้าปลูกโดยหยาบเมล็ดจะได้ตาลตัวเมียและถ้าคว่ำเมล็ดจะได้ตาลตัวผู้

ภูมิปัญญาท้องถิ่นตาลโตจนที่สำคัญ สรุปได้เป็น 6 ประเภท ได้แก่ ภูมิปัญญาเกษตรกรรมจากตาล (การปลูกตาล การขึ้นตาล/รองตาล การเคี้ยวตาล การทำปุ๋ยจากตาล) ภูมิปัญญาอาหารจากตาล (การพรมตาล/ฉะตาล การทำอาหารคาวหวานจากตาล การทำน้ำตาลเมา/กระแช่) ภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย (ยาสมุนไพรจากตาลและการนวดแผนไทย) ภูมิปัญญาที่อยู่อาศัยและเครื่องเรือนจากตาล (ไม้ตาลและใบตาล) ภูมิปัญญาหัตถกรรมจากตาล(การสานใบตาล เสียนตาลและการประดิษฐ์จากเม็ดตาล) และภูมิปัญญาด้านการละเล่นพื้นบ้านจากตาล มวยใบตาล ล้อโดนดกาคาบไซ้ (อานาจ ภักดีโต และ สุรพล พหลภักย์, 2554)

สำหรับน้ำตาลสดนั้นมีการผลิตจำหน่ายในรูปผลิตภัณฑ์บรรจุถุงพลาสติก ถ้วยพลาสติกและขวดแก้ว วิธีการผลิตทำได้ไม่ยากเพียงนำน้ำตาลสดที่ได้จากต้นตาลที่เก็บมาจากต้นใหม่ๆ ไม่ควรรอทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนานเกิน 1 ชั่วโมง นำต้มให้เดือด ยกกลงแล้วกรองด้วยผ้ากรอง แล้วนำเข้าบรรจุขวด ปิดฝาให้เรียบร้อย ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 1 วัน แต่หากเก็บที่ตู้เย็นสามารถเก็บได้นาน 1 สัปดาห์ พบว่า มีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลสด

องค์ประกอบทางเคมี	(ร้อยละ)
ความชื้น AOAC	80.65
โปรตีน	2.39

ไขมัน	0.08
เกลือ	0.17
เยื่อใย	0.17
คาร์โบไฮเดรต	10.54

ทีมา (กวีดา เลิศกิจสมบูรณ์, 2547, หน้า7-8)

ผลการศึกษาของกนก ตีระวัฒน์ (2531) รายงานว่า น้ำตาลโตนดสด มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 11.6 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดประมาณร้อยละ16.8 น้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ1.8 และน้ำตาลซูโครสร้อยละ15.0 นอกจากนี้น้ำตาลโตนดสดยังมีองค์ประกอบดังนี้ เถ้าประมาณ 0.11 – 0.41 กรัม/100มิลลิลิตร ความถ่วงจำเพาะที่ 29 องศาเซลเซียส ประมาณ 1.058 – 1.077 ปริมาณของของแข็งทั้งหมดประมาณ 15.–19.7 กรัม/100มิลลิลิตร โปรตีน 6.25 ประมาณ 0.23–0.32 กรัม/100 มิลลิลิตร

รีทอร์ทเพาซ์ (Retort pouch) คือ บรรจุภัณฑ์อาหารชนิดหนึ่งที่ถูกจัดเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว(Flexible packaging) ทำจากฟิล์มหลายชนิด มาเชื่อมประสาน (laminated) ขึ้นรูปเป็นถุง (Pouch) เป็นบรรจุภัณฑ์สามารถปิดผนึกสนิท (Hermetically sealed container) มีความแข็งแรงสามารถทนร้อน และความดันสูงได้ ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Thermal processing) ระดับ Commercial sterilization ได้เหมือนกับกระป๋อง โดยมักฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน (Retort) ชนิด Water spray retort อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้เช่นเดียวกับอาหารกระป๋อง รูปแบบของรีทอร์ทเพาซ์ มีทั้งแบบเป็นถุง ถุงตั้งได้ วัสดุที่ใช้ผลิตรีทอร์ทเพาซ์มักทำด้วยวัสดุแผ่นบางหลายชนิดเชื่อมประสาน (Laminated) กันได้แก่ วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักอยู่ด้านในสุดสัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่หนาที่สุดทนความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง ทนความดันในหม้อฆ่าเชื้อได้ (ณัฐภูมิ อินทรักษ์, 2550)

-Polypropylene (PP) เป็นชั้นหนาที่สุด อยู่ด้านใน สัมผัสกับอาหาร โดยตรง ใช้เป็นตัวที่ปิดผนึกด้วยความร้อน

- Polyethylene Terephthalate (PET) โดยใช้ในรูป CPETวัสดุป้องกันการซึมผ่านอยู่

ชั้นกลาง ใช้เพื่อป้องกันความชื้น แสง และแก๊ส

- แผ่นฟิล์มอลูมิเนียมมีลักษณะทึบแสง ป้องกันความชื้น แสง และแก๊สได้ดี
- แผ่นฟิล์ม EVOH ซึ่งป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซได้ดีมาก
- ไนลอน (Nylon)

วัสดุชั้นนอกเป็นแผ่นฟิล์ม เช่น polyester อยู่ชั้นนอกสุดช่วยเรื่องความแข็งแรงทนทาน ความเหนียว ทนร้อน และสามารถพิมพ์ (printability) ข้อมูล หรือรูปภาพบนฟิล์มได้

ข้อดีของรีทอร์ทเพาซ์

1. อาหารที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ มีน้ำหนัก เบา ขนส่งได้ง่าย
2. ตัวบรรจุภัณฑ์ มีน้ำหนักเบา ประหยัดค่าขนส่งและประหยัดพื้นที่เก็บรักษา
3. แข็งแรง ไม่แตกหัก ง่าย
4. มีรูปร่างแบน มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมากกว่าทำให้พื้นที่ถ่ายเทความร้อนได้มาก ความร้อน

แทรกผ่านได้ดีกว่า ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนน้อยกว่า ประหยัดพลังงานกว่าเมื่อเทียบกับอาหารปริมาณเท่ากัน ที่บรรจุในกระป๋อง หรือขวดแก้ว นอกจากนั้นการใช้เวลาในการฆ่าเชื้อน้อยช่วยทำให้รักษาคุณภาพอาหาร ด้านต่างๆ เช่น สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสของอาหารได้ดีกว่า เหมาะสำหรับอาหารที่ไวต่อความร้อน เช่น น้ำพริกแกง

5. สามารถพิมพ์สี ภาพถ่าย ข้อมูล ที่สวยงามดึงดูดความสนใจผู้บริโภคลงบนพื้นผิวได้เลย
6. การเปิดถุงเพื่อนำอาหารออกมาทำได้ง่ายกว่าการเปิดกระป๋องโลหะ โดยเฉพาะถ้าถุงนั้น มีรอยตัดเพื่อช่วยในการเปิด โดยสามารถเปิดถุงด้วยมือเปล่า โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ

ข้อจำกัดของรีทอร์ทเพาซ์

1. มีการลงทุนเบื้องต้นค่อนข้างสูง เช่น เครื่องฆ่าเชื้อ
2. การควบคุมกระบวนการให้ความร้อน ในการฆ่าเชื้อจะยุ่งยากซับซ้อนกว่า เช่น จำเป็นต้องควบคุมปริมาณอากาศที่เหลืออยู่ในช่องหรือถุง ความหนาแน่นข้างของช่อง ส่วนผสมของไอน้ำ และอากาศในเครื่องฆ่าเชื้อ ตลอดจนชั้นวางแบบพิเศษภายในเครื่องฆ่าเชื้อ ที่จะต้องเฝ้าอำนวยความสะดวกการหมุนเวียนและกระจายความร้อนภายในเครื่องดังกล่าว

หลักการโดยทั่วไปของรีทอร์ทเพาซ์ คือ เมื่อผลิตออกมาเป็นถุงตามโครงสร้างที่ต้องการ จะทำการบรรจุอาหารลงในถุง แล้วดึงอากาศที่เหลือออกก่อนปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อน หลังจาก

นั่นจึงทำการฆ่าเชื้อภายใต้ความดันระหว่าง 25–30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถ้าใช้ความดันมากกว่านี้ จะมีผลทำให้รอยปิดผนึกของถุงแตกได้ การฆ่าเชื้อดังกล่าวมีการใช้กันอยู่ 3 วิธีคือ ใช้น้ำ–อากาศ ไอน้ำ–อากาศ และรังสีไมโครเวฟ

ขนาดบรรจุของรีทอร์ทเพาซ์ ที่ออกสู่ตลาดในปัจจุบันมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก สำหรับการขายปลีก มีความจุ 4, 8 และ 16 ออนซ์ ส่วนขนาดใหญ่สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม มีความจุ 32 ออนซ์ สำหรับประเทศไทย แม้ว่าการใช้รีทอร์ทเพาซ์ จะยังไม่แพร่หลายมากนักในขณะนี้ เนื่องจากต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงแต่ก็มีแนวโน้มที่ดีในอนาคตเพื่อสนองตอบต่อการขยายตัวของ อุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย ซึ่งนับวันจะก้าวหน้ายิ่งขึ้น การแข่งขันทางเทคโนโลยีโดยเฉพาะ ในด้านการบรรจุภัณฑ์จะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารของไทยสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ (ณัฐวุฒิ อินทร์ักษ์, 2550)

การสเตอริไลซ์ (Sterilization) คือการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหาร โดยการใช้ความร้อน สูงเป็นเวลานาน ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายสปอร์ของแบคทีเรีย ซึ่งมีความทนทานต่อความร้อนมากกว่าเซลล์ปกติ (Vegetative cell) จุดมุ่งหมายของการสเตอริไลซ์ อาหาร คือ การทำให้จุลินทรีย์และสปอร์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ภายใต้สภาวะปกติที่ใช้ในการเก็บ (www.kmutt.ac.th.foodeng) และการสเตอริไลซ์จะทำให้สูญเสียคุณภาพของอาหาร ทั้งคุณภาพ ทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ ทั้งยังสิ้นเปลืองพลังงานมาก ทำให้ไม่คุ้มค่าที่ใช้ผลิตในเชิงการค้าเพื่อลดความรุนแรงของการฆ่าเชื้อระดับสเตอริไลซ์ลง ซึ่งทำให้สามารถปฏิบัติได้ในเชิง การค้าระดับอุตสาหกรรม จึงใช้ระดับการฆ่าเชื้อที่เรียกว่าการทำให้ปลอดเชื้อเพื่อการค้า (commercial sterilization) การทำให้ปลอดเชื้อเพื่อการค้า (commercial sterilization) คือ การแปรรูปอาหารด้วยความร้อน (thermal processing) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (food spoilage) และจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค (pathogen) การทำให้ปลอดเชื้อเพื่อการค้าไม่ได้เป็นการทำให้ปลอดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (sterilization) เพื่อคงรักษาคุณภาพของอาหารไว้ แต่ยังคงเหลือจุลินทรีย์บางชนิด เช่น แบคทีเรียที่ ทนความร้อนสูง (thermophilic bacteria) รวมทั้งสปอร์ของแบคทีเรีย (bacterial spore) ที่ทนร้อน ซึ่งจุลินทรีย์ที่เหลือรอดนี้ จะไม่สามารถเจริญได้ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาและขนส่งปกติ ทำให้ อาหารเก็บรักษานานที่อุณหภูมิห้องและปลอดภัยต่อการบริโภค

วิธีการของการฆ่าเชื้อที่ใช้เพื่อการผลิตอาหารทางการค้า

1. การทำให้ปลอดเชื้อในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกสนิท (in-container sterilization) ได้แก่ การผลิตอาหารกระป๋อง (canning)

2. กระบวนการยูเอชที (UHT, Ultra High Temperature) เป็นการทำให้ปลอดเชื้ออย่างต่อเนื่อง (<http://www.foodnetworksolution.com/sterilization>)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลโตนดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัวได้ (Retort pouch)
2. ศึกษาคุณภาพทาง กายภาพ เคมี จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัส
3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำตาลโตนดบรรจุ (Retort pouch)

1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ตาลโตนด

หมายถึง พืชลำต้นเดี่ยวขนาดใหญ่ สูงชะลูด ใบมีสีเขียวเข้มคล้ายรูปพัด ขึ้นเองได้ตามธรรมชาติหรือสามารถปลูกได้โดยการเพาะเมล็ด มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตอนใต้แถบฝั่งตะวันออกของอินเดียรวมทั้งในประเทศไทย โดยแหล่งที่มีต้นตาลโตนดขึ้นเป็นจำนวนมาก ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม รวมทั้งจังหวัดสงขลาในภาคใต้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)

1.5.2 น้ำตาลสด

น้ำตาลสด เป็นผลิตภัณฑ์ตาลโตนดที่คือน้ำหวานที่เรียกชื่อว่า “น้ำตาลสด” ต้นตาลมีช่อดอก 2 ชนิด คือ ดอกตัวผู้และตัวเมีย ส่วนของช่อดอกตัวผู้ที่แตกแขนงออก เรียกว่า งวงตาล และช่อดอกของตัวเมียที่แตกออกเรียกว่า ปลีตาล ซึ่งสามารถให้น้ำหวานได้ทั้งสองชนิด น้ำหวานที่กรองได้จากการปาดงวงตาลและปลีตาล เรียกว่า น้ำตาลใส หรือน้ำตาลสด อยู่ในรูปของน้ำหวานที่สามารถดื่มทันที ต้นตาลโตนดจะเริ่มให้น้ำหวานเมื่อมีอายุ 10 – 12 ปี โดยเริ่มปาดงวงตาลและปลีตาลเมื่อมีดอกปีแรก แต่ปริมาณน้ำหวานน้อย สามารถรองน้ำหวานได้ติดต่อกัน 2 เดือน เป็นอย่างน้อย ใน 1 ปี และรองน้ำหวานได้ทุกปีติดต่อกันตลอดอายุ ต้นตาล ซึ่งขั้นตอนวิธีการทำน้ำตาลสดมีดังต่อไปนี้

1. วิธีการเก็บน้ำหวานจากต้นตัวผู้ ขนาดของงวงที่เหมาะสมในการเก็บน้ำหวาน คือ หลังจากกิ่งออกงวงประมาณ 50 เซนติเมตร และดอกบานพอประมาณ ให้รวบงวงตาลเข้าด้วยกัน ใช้ไม้คาบตาลปีบงวงตาลเบาๆ วันละครั้งทำติดต่อกัน 3-4 วัน หักปลายงวงทิ้งประมาณ 1 นิ้ว ใส่กระบอกล้างน้ำทิ้งไว้ประมาณ 3 คืน วันรุ่งขึ้นเทน้ำในกระบอกล้างทิ้งไว้ 1 คืน ทดลองปาด

น้ำตาลโดยทำในตอนเช้า ถ้ามีน้ำไหลซึมออกมาไม่หยุด ถือว่าใช้ได้โดยใช้กระบอกน้ำตาลสดซึ่งทำมาจากกระบอกไม้ไผ่ ใส่ไม้พะยอม หรือ ไม้เคี่ยม ที่ตัดเป็นชิ้น ๆ ขนาด 3-5 กรัม เพื่อช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ กันไม่ให้น้ำตาลสดบูด แขนงรองรับน้ำหวานที่ไหลซึมออกมาจากวงตาลนั้น แต่ถ้าปาดแล้วรอยแผลไม่มีน้ำไหลก็ใช้ไม่ได้

2. วิธีการเก็บน้ำหวานจากต้นตัวเมีย ขนาดที่เหมาะสมในการเก็บน้ำหวาน คือ หลังจากที่ช่อดอกบานเป็นจั่นแล้วขนาดเท่าลูกมะมุดหรือใหญ่กว่า ใช้ไม้คาบตาลนวดระหว่างจั่นทำติดต่อกันประมาณ 3 วัน หักปลายจั่นทิ้งประมาณ 1 นิ้ว ทดลองปาดจั่นดู ถ้ามีน้ำไหลออกมาไม่ซึมออกมา แต่ถ้าปาดแล้วไม่มีน้ำออกมาให้น้ำจั่น แขนงในกระบอกทิ้งไว้ 1 คืน วันรุ่งขึ้นเทน้ำในกระบอกทิ้ง ทดลองปาดน้ำตาลใหม่ ถ้าไม่มีน้ำไหลออกมาก็เปลี่ยนต้นใหม่ โดยทั่วไปจะไม่นิยมเก็บน้ำหวานจากต้นตัวเมีย เพราะจะปล่อยให้ออกจั่นติดผลเพื่อเก็บผลตาลเป็นทะลายมากกว่า

3. ช่วงการเก็บน้ำหวาน จะอยู่ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงปลายเดือนพฤษภาคมประมาณ 120 วัน โดยจะเก็บได้วันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้ามีดและช่วงบ่าย หลังจากนั้นเกษตรกรจะหยุดเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน มีฝนตกชุก พะองที่ใช้ขึ้นต้นตาลจะลื่น เป็นอันตรายต่อผู้ป็นและเป็นช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตน้อยลงด้วย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)

1.5.3 รีทอร์ทเพาซ์ (Retort pouch)

คือ บรรจุภัณฑ์อาหารชนิดหนึ่งที่ถูกจัดเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว (Flexible packaging) ทำจากฟิล์มหลายชนิด มาเชื่อมประสาน (laminated) ขึ้นรูปเป็นถุง (Pouch) เป็นบรรจุภัณฑ์สามารถปิดผนึกสนิท (Hermetically sealed container) มีความแข็งแรง สามารถทนร้อน และความดันสูงได้ ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Thermal processing) ระดับ Commercial sterilization ได้เหมือนกับกระป๋อง โดยมักฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน (Retort) ชนิด Water spray retort อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้เช่นเดียวกับอาหารกระป๋อง รูปแบบของรีทอร์ทเพาซ์ มีทั้งแบบเป็นถุง ถุงตั้งได้ วัสดุที่ใช้ผลิตรีทอร์ทเพาซ์มักทำด้วยวัสดุแผ่นบางหลายชนิดเชื่อมประสาน (Laminated) กันได้แก่ วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักอยู่ด้านในสุดสัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่หนาที่สุด ทนทานความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง ทนความดันในหม้อฆ่าเชื้อได้ (ณัฐวุฒิ อินทรักษ์, 2550)

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.6.1 พัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด

1.6.2 ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดกับผู้บริโภค

1.6.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงข้อมูล-สูตรที่ใช้ในการผลิต องค์ประกอบทางเคมี กายภาพ ทางจุลชีววิทยา และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์และได้ผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปทำการผลิตเชิงพาณิชย์ได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวความคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 น้ำตาลโตนด

น้ำตาลโตนดเป็นน้ำหวานที่ได้จากต้นตาลโตนด (Pamyra Palm) ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* เป็นพืชตระกูลปาล์มที่สามารถขึ้นได้ในเขตร้อนพบโดยทั่วไปในประเทศไทย อินเดีย พม่า ศรีลังกา และเขมร (กัญทิธิบุลย์, 2527) ซึ่งต้นตาลโตนดนั้นสามารถพบได้หลายพื้นที่ในประเทศไทย จังหวัดที่มีต้นตาลโตนดมากเช่น จังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราช เพชรบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี ชัยนาท พิษณุโลก บุรีรัมย์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) โดยจังหวัดที่มีต้นตาลโตนดมากที่สุดคือ จังหวัดสงขลา มีต้นตาลโตนดจำนวนมากกว่า 3 ล้านต้น ครอบคลุมพื้นที่ในจังหวัดสงขลาจำนวน 6 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสทิงพระ อำเภอสิงหนคร อำเภอกระเสสินธุ์ อำเภอรโนด อำเภอกวนเนียง และอำเภอรัตนภูมิ ซึ่งน้ำตาลโตนดสดนั้นสามารถนำมาแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด

เช่น น้ำตาลเข้มข้น น้ำส้มสายชูหมัก น้ำตาลโตนดพาสเจอร์ไรซ์และน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ เป็นต้น (สุรพล จันทรเรือง, 2545; สุภารัตน์ เตียไพบูลย์, 2546) และในจังหวัดเพชรบุรี มีจำนวนต้นตาลโตนด 300,355 ต้น ในอำเภอเมืองเพชรบุรี บ้านลาด ท่ายาง เขาย้อย ชะอำ หนองหญ้าปล้อง บ้านแหลม แก่งกระจาน (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี, 2550)

2.1.2 การเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนด

น้ำตาลสดจะได้จากช่อดอกส่วนที่เรียกว่า“วงตาล” และ “ปลีตาล” ซึ่งให้น้ำหวานได้ทั้งสองชนิด โดยมีวิธีการในการเก็บเกี่ยวที่คล้ายกัน แตกต่างกันบ้างเฉพาะไม้ที่ใช้ขนาดวงและปลี ซึ่งของต้นตัวผู้จะใช้ไม้ขนาดที่แบนกว่าของต้นตัวเมียโดยไม้ที่ใช้ขนาดเรียกว่า“ไม้คาบตาล” (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)

2.1.2.1 วิธีการเก็บน้ำตาลสดจากต้นตัวผู้

ขนาดของต้นตาลที่เหมาะสมในการเก็บน้ำหวาน คือ หลังจากที่ออกทรงยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ดอกบานพอประมาณ ให้รวบวงตาลเข้าด้วยกัน ใช้ไม้คาบตาลบีบวงตาลเบาๆ วันละครึ่ง ทำติดต่อกันประมาณ 3-4 วัน หักปลายวงทั้งประมาณ 1 นิ้วใส่กระบอกแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 3 คืน วันรุ่งขึ้นเทน้ำในกระบอกออกทิ้งไว้ 1 คืน ทดลองปาดตาลโดยทำในตอนเช้า ถ้ามีน้ำไหลซึมออกมาไม่หยุดถือว่าใช้ได้ โดยใช้กระบอกน้ำตาลสด ซึ่งทำจากกระบอกไม้ไผ่ใส่ไม้พะยอม (*Shorea floribunda*) หรือไม้เคี่ยม (*Cyrtolobium lanceolatum*) ที่ตัดเป็นชิ้นๆ ขนาด 3-5 กรัม แขนงรองรับน้ำตาลที่ไหลซึมออกมาจากวงตาลนั้น แต่ถ้าปาดแล้วรอยแผลไม่มีน้ำไหลก็ใช้ไม่ได้ โดยไม้เคี่ยมหรือไม้พะยอมจะช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ไม่ให้น้ำตาลสดบูด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544 ; เรณูกา แจ่มฟ้า, 2545 ; สุภารัตน์ เตียไพบูลย์, 2546)

2.1.2.2 วิธีการเก็บน้ำตาลสดจากต้นตัวเมีย

ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บน้ำหวานคือ หลังจากช่อดอกบานเป็นจั่นแล้วขนาดเท่าลูกมะขวิดหรือใหญ่กว่า ให้นวดตาลระหว่างจั่นโดยใช้ไม้คาบตาลนวดติดต่อกันประมาณ 3 วัน หักปลายจั่นทั้งประมาณ 1 นิ้ว ทดลองปาดจั่นดู ถ้ามีน้ำไหลออกมาไม่หยุดแสดงว่าใช้ได้ หลังจากนั้นใช้กระบอกไม้ไผ่ที่มีการเติมไม้เคี่ยมหรือไม้พะยอมประมาณ 3-5 กรัม แขนงรองรับน้ำตาลสดที่ซึม

ออกมา แต่ถ้าปาดแล้วไม่มีน้ำออกมาให้นำจันเช่ในกระบอกรองทิ้งไว้ 1 คืน วันรุ่งขึ้นเทน้ำในกระบอกรองทิ้ง ทดลองปาดหน้าตาลใหม่ ถ้าไม่มีน้ำไหลออกมาก็เปลี่ยนต้นใหม่ โดยทั่วไปเกษตรกรไม่นิยมเก็บน้ำหวานจากต้นตัวเมีย ส่วนใหญ่จะปล่อยให้ออกจันทัดผลเพื่อเก็บผลตาลเป็นทะลายมากกว่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)

ช่วงเวลาในการเก็บน้ำตาลโตนดอยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงปลายเดือนพฤษภาคม โดยจะเก็บได้วันละ 2 ครั้ง คือในช่วงเช้ามืดและช่วงบ่าย หลังจากนั้นเกษตรกรจะหยุดเนื่องจากเป็นช่วงหน้าฝนมีฝนตกชุก และเป็นช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตน้อยลง โดยเฉลี่ยต้นตาลตัวเมียจะให้น้ำตาลสดวันละ 4-5 ลิตรต่อต้น ส่วนต้นตาลตัวผู้จะให้น้ำตาลสดวันละ 3 ลิตรต่อต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) น้ำตาลโตนดที่เก็บในตอนเช้าจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำตาลโตนดที่เก็บในตอนเย็น เพราะอากาศในตอนกลางคืนเย็นกว่าตอนกลางวัน ทำให้อัตราการเสื่อมคุณภาพของน้ำตาลโตนดในตอนกลางคืนเป็นไปได้ช้า นอกจากนี้พบว่า การเก็บน้ำตาลโตนดในตอนเช้าให้ปริมาณมากและมีความหวานสูงกว่าการเก็บน้ำตาลโตนดในช่วงบ่ายอีกด้วย (เกียรติบุลย์, 2527)

2.1.3 การป้องกันการเสื่อมคุณภาพของน้ำตาลสด

สันทกุล มาลี และพูนสุข อรรถะสัมปณณะ (2517) รายงานว่าความสะอาดของกระบอกรองรับมีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของน้ำตาลสดมาก จากการใช้กระบอกรองที่ทำความสะอาด 3 วิธี คือ ล้างน้ำ ต้ม และนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำภายใต้ความดัน ไปรองรับน้ำตาลสดโดยไม่มีการเติมสารใดเลยพบว่า น้ำตาลสดในกระบอกรองที่ฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำไม่เกิดกลิ่นบูดเปรี้ยวหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิห้องนานประมาณ 9 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำตาลสดจากกระบอกรองที่ล้างด้วยน้ำมีกลิ่นเปรี้ยวเกิดขึ้นตั้งแต่นำลงมาจากต้น การชะลอการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากจุลินทรีย์ สามารถทำได้โดยใช้เปลือกไม้บางชนิด เช่น ไม้เคี่ยมหรือไม้พะยอม (*Cotylebium lanceolatum*) สับเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ไว้ในภาชนะรองรับน้ำตาลสดประมาณ 4-5 กรัมต่อน้ำตาลสด 1 ลิตร สารประกอบพวกโพลีฟีนอลในไม้เคี่ยมจะช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (เสาวลักษณ์ จิตบรรรเจตกุล, 2532 ; เรณูภา แจ่มฟ้า, 2545 ; สุภารัตน์ เตียไพบูลย์, 2546)

2.1.4 องค์ประกอบของน้ำตาลสด

Child (1974) รายงานว่าน้ำตาลมืองค์ประกอบดังนี้ คือ ความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส อยู่ระหว่าง 1.058-1.077 ปริมาณเถ้าอยู่ระหว่าง 0.11-0.41 กรัม/100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ระหว่าง 12.3-17.4 กรัม/100 มิลลิลิตร ปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ระหว่าง 15.2-19.7 กรัม/100 มิลลิลิตร และปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 0.23-0.32 กรัม/100 มิลลิลิตร นอกจากนี้ กนก ตีรวัฒน์ (2531) ได้รายงานองค์ประกอบของน้ำตาลสดไว้ดังนี้ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 16.8 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 16 องศาบริกซ์ ค่าพีเอช(pH) 5.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับร้อยละ 1.8 และปริมาณน้ำตาลซูโครสเท่ากับร้อยละ 15

2.1.5 จุลินทรีย์ในน้ำตาลโตนด

Faparsui และ Barsir (1971) ศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในน้ำตาลสดที่ปล่อยให้เกิดการหมักเป็นเวลา 7 วัน พบว่าภายใน 24 ชั่วโมงแรกของการหมักจุลินทรีย์ที่มีบทบาทมากคือ *Lactobacillus sp*, *Leucocostoc sp* และ *Saccharomyces cerevisiae* หลังจาก 48 ชั่วโมงจะตรวจพบ *Acetobacter sp* และหลังจาก 72 ชั่วโมงหลังการหมัก จะเริ่มตรวจพบเชื้อยีสต์อีกกลุ่มหนึ่งซึ่งประกอบด้วย *Pichiasp*, *Schizosaccharomycespomb* และ *Candida mycoderma* นอกจากนี้ยังพบเชื้อราพวก *Aspergillusflavus*, *Mucor sp* และ *Rhizopus sp*.

และพบว่าน้ำตาลโตนดมีพีเอชอยู่ในช่วง 7.0-7.2 ซึ่งเป็นพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของ *Lactobacillus sp* และ *Leucocostoc sp* โดยตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดในน้ำตาลสดภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พีเอชจะลดลงเหลือ 4.5 ซึ่งภายใต้สภาวะนี้ *Saccharomyces cerevisiae* จะเจริญได้ดีที่สุด แต่หลังจากการหมักได้ 3 วัน แอลกอฮอล์ที่ถูกสร้างขึ้นโดยยีสต์จะมีมากเพียงพอมีผลทำให้ *Acetobacter sp* เจริญและเมื่อแบคทีเรียชนิดนี้เพิ่มจำนวนมากขึ้นน้ำตาลสดนั้นก็จะมีรสเปรี้ยวไม่เหมาะสำหรับใช้ดื่มอีกต่อไป

วรุณี โกยสมบัติ (2536) ศึกษาชนิดของจุลินทรีย์ในน้ำตาลโตนดสดที่เก็บเกี่ยวโดยวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร จากอำเภอสังขละบุรีและอำเภอลี้พวง จังหวัดสงขลาพบว่าตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดที่ใช้ไม้เคี่ยมและไม่ใช้ไม้เคี่ยมเป็นวัตถุดิบเสียมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นทั้งหมดเท่ากับ 10^8 และ 10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ตัวอย่างตามลำดับสำหรับปริมาณโคลิฟอร์มพบว่าทั้งในตัวอย่างที่ใช้ไม้เคี่ยมและไม่ใช้ไม้เคี่ยมมีปริมาณสูงถึง 10^3 โคโลนีต่อมิลลิลิตรตัวอย่างและเมื่อแยกกลุ่มจุลินทรีย์ที่

ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา สามารถแยกกลุ่มจุลินทรีย์ได้ 3 กลุ่ม คือกลุ่มแบคทีเรียมี 8 ลักษณะ กลุ่มยีสต์มี 5 ลักษณะและกลุ่มรา มี 2 ลักษณะ

2.1.6 สาเหตุการเกิดความขุ่นของน้ำผลไม้

สาเหตุความขุ่นของน้ำผลไม้ เกิดจากอนุภาคที่แขวนลอยซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรฟิลิก คอลลอยด์ในน้ำผลไม้ เช่น แตนินเพกติน แป้ง เกลาติน กัม โปรตีนจากผลไม้ที่มีอยู่ในพืชหลายชนิด นิวเคลียส และองค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ มีลักษณะเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ และเกิดการแขวนลอยในน้ำผลไม้ได้ (Tressler and Joslyn, 1961) สารประกอบฟีนอลิกที่พบในน้ำผลไม้ที่เป็นสาเหตุให้เกิดความขุ่นมี 4 ประเภท คือ กลุ่ม cinnamic acid, อนุพันธ์กลุ่ม flavan และ flavanol, กลุ่ม glycoside dihydrochalcone และ glycoside และกลุ่ม tannin ความขุ่นของน้ำผลไม้เป็นสาเหตุทำให้น้ำผลไม้เกิดการเปลี่ยนสี กลิ่นรสได้ นอกจากนี้อาจเกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ที่ย่อยสลายเพกติน เช่น เพกตินเอสเทอเรส ในสารประกอบที่แขวนลอยเหล่านั้นโดยอาจเป็นสารพวกน้ำมัน ไขมัน สารที่ให้สีจากผิวผลไม้หรือเนื้อผลไม้ (Calderon et al, 1968)

2.1.7 กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurization)

การพาสเจอร์ไรซ์ คือ การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่สูงมาก โดยมุ่งทำลายแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์และก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ (pathogenic bacteria) และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ แต่ทั้งนี้อาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ต้องอาศัยความเย็นช่วยในการเก็บรักษา เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ทง วัชรพันธุ์, 2540) โดยการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรซ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ คือ

ระบบใช้อุณหภูมิต่ำ (Low Temperature Long Time : LTLT) เป็นระบบที่ใช้อุณหภูมิไม่สูงนัก แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนนาน ซึ่งระบบนี้อาจจะมีผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารได้ เช่น อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นทันที เป็นวิธีที่ง่ายและทำได้ในครัวเรือ

ระบบเร็วอุณหภูมิสูง (High Temperature Short Time : HTST) เป็นระบบที่ให้ความร้อนในระดับสูงขึ้นแต่ใช้เวลาสั้นลงคือ ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาทีแล้วทำให้เย็นลงโดยเร็ว มักทำเป็นระบบต่อเนื่อง เช่น น้ำผลไม้ไหลผ่านแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงระยะเวลาที่กำหนดตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (ทงง ภัครัชพันธุ์, 2540)

กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ได้เข้ามามีบทบาทในการแปรรูปน้ำผลไม้ ซึ่งการใช้ความร้อนต่ำระดับพาสเจอร์ไรซ์ ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์และทนร้อนได้สูง แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากจุลินทรีย์เหล่านี้ไม่สามารถเจริญได้ในน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง ($\text{pH} < 4.0$) ส่วนพวกยีสต์ถูกทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส นาน 2-3 นาทีแบคทีเรียแลคติกจะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที และสปอร์ของเชื้อราที่ทนร้อนจะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที โดยทั่วไปน้ำผลไม้จะถูกพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส ถ้าเป็นน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูงอาจใช้วิธีการ พาสเจอร์ไรซ์ก่อนการบรรจุโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่กี่วินาทีแล้ว ลดอุณหภูมิให้เหลือ 80 องศาเซลเซียส บรรจุในภาชนะบรรจุและปิดผนึก คว่ำภาชนะบรรจุลงเพื่อฆ่าเชื้อที่ผานาน 1-2 นาที เสร็จแล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว หรืออาจทำการพาสเจอร์ไรซ์ทั้งภาชนะบรรจุปิดผนึกโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว (Cruess, 1958)ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์นั้นขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ในการผลิตและชนิดของอาหาร อาจจะใช้อุณหภูมิสูงระยะเวลาสั้นหรืออุณหภูมิต่ำระยะเวลานานก็ได้ เช่น การพาสเจอร์ไรซ์น้ำผลไม้ นั้นจะใช้ความร้อนระดับใดขึ้นอยู่กับความเป็นกรดของน้ำผลไม้และปริมาณการบรรจุถ้า น้ำผลไม้ถูกพาสเจอร์ไรซ์หลังการบรรจุขวดใช้อุณหภูมิ 76.7 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แต่ถ้าทำการพาสเจอร์ไรซ์ก่อนการบรรจุขวดจะใช้อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539)

2.1.8 กระบวนการสเตอริไลซ์ (Sterilization)

การสเตอริไลซ์เป็นกระบวนการให้ความร้อนแก่อาหารที่อุณหภูมิสูงและเวลานานเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์เป็นผลทำให้อาหารที่ผ่านการสเตอริไลซ์มีอายุการเก็บรักษานานอย่างน้อย 6 เดือน การให้ความร้อนระหว่างการสเตอริไลซ์อาหารภาชนะบรรจุก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพทางโภชนาการและประสาทสัมผัสของอาหาร (วิไล รังสาดทอง, 2545)

การสเตอริไลเซชัน (Sterilization) คือการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งอาจเป็นอุณหภูมิภายใต้ความดันเดือดหรืออุณหภูมิสูงกว่าพาสเจอร์ไรส์ ภายใต้ความดัน (ทง กักรัษพันธุ์, 2540) จุดมุ่งหมายหลักของการสเตอริไลซ์ คือการทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสปอร์หรือที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียซึ่งสามารถที่เจริญเติบโตในอาหารได้ที่อุณหภูมิในการเก็บรักษาตามปกติ นั่นคือ อาหารที่ผ่านการสเตอริไลซ์แล้ว จะต้องเก็บไว้ได้นานโดยที่ไม่เน่าเสียที่อุณหภูมิห้องและไม่ต้องแช่เย็น ทั้งนี้อาจมีจุลินทรีย์ที่ไม่อันตรายต่อผู้บริโภคเหลืออยู่บ้างในอาหารแต่สภาพแวดล้อมไม่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาได้ อย่างไรก็ตาม ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเหลือรอดอยู่ จึงเรียกระบวนการให้ความร้อนตามหลักการนี้ว่า การฆ่าเชื้อเชิงการค้า (commercial Sterilization) (วิล รังสาตทอง, 2545) ความร้อนที่ใช้ในการสเตอริไลซ์ส่วนใหญ่มักใช้ความร้อนชื้น (moisture heat) เช่น การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (รุ่งนภา วิสิษฐุตรการ, 2539)

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการกำหนดอุณหภูมิและเวลาในการแปรรูป โดยการใช้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ คือ ค่าพีเอชของอาหาร โดยสามารถแบ่งอาหารตามค่าพีเอชได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มอาหารที่มีกรดสูง มีพีเอชน้อยกว่า 3.7 กลุ่มอาหารที่มีกรดมีพีเอชระหว่าง 3.7-4.5 และกลุ่มอาหารที่มีกรดต่ำ มีพีเอชมากกว่า 4.5 (น้ำตาลโตนดมีพีเอช อยู่ระหว่าง 5.58-5.54 จึงจัดเป็นอาหารที่มีกรดต่ำ สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ที่ต้องแปรรูปโดยใช้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์จะต้องสามารถทำลาย *Clostridium botulinum* ได้ทั้งหมด (Rammaswamy et al, 2002) โดยให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อเท่ากับ 12D ของ *Clostridium botulinum* ซึ่งหมายถึง ความร้อนที่สามารถลดจำนวนสปอร์จำนวน 10^{12} สปอร์ของ *C. Botulinum* ลงเป็น 1 สปอร์ต่อมิลลิลิตรหรือต่อกรัม ในความจริงสปอร์ของแบคทีเรียไม่สูงถึง 10^{12} สปอร์ต่อมิลลิลิตรหรือต่อกรัมก็ตาม แต่การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ 12D จะเชื่อมั่นได้ว่าสามารถทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ได้หมด ค่า D ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสของ *Clostridium botulinum* เท่ากับ 0.21 นาที ดังนั้น 12D เท่ากับ 5.52 นาที ซึ่งเป็นค่า F_0 ต่ำสุดที่จะทำให้มีความปลอดภัยทางสาธารณสุขสำหรับอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2537)

ประเภทของการสเตอริไลซ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. การให้ความร้อนทางอ้อม (indirect type) เป็นการให้ความร้อนผ่านแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนเหมือนกับการพาสเจอร์ไรส์แต่อุณหภูมิสูงกว่า (รุ่งนภา วิสิษฐุตรการ, 2539)

2. การให้ความร้อนทางตรง (direct type) เป็นการใช้น้ำร้อนเป็นตัวให้ความร้อนโดยตรง โดยฉีดลงไปสัมผัสกับอาหารโดยตรงในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบฉีดไอน้ำจะถูกฉีดเป็นละอองไปยังอาหารเหลวเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ร้อนขึ้นถึง 100 องศาเซลเซียส ในทันที หลังจากการควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ตามเวลาที่เหมาะสม แล้วจะทำให้อาหารเย็นตัวลงในภาชนะสุญญากาศ และมีการกำจัดไอน้ำและสารละลายที่ควบแน่นในผลิตภัณฑ์ออกไป (วิไล รังสาดทอง, 2545) ความร้อนที่ใช้ในการสเตอริไลซ์ ส่วนใหญ่มักใช้ความร้อนชื้น (moisture heat) เช่น การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (รุ่งนภา วิสิษฐุตรการ ,2539)

2.1.9 รีทอร์ทเพาซ์ (Retort pouch)

คือบรรจุภัณฑ์อาหารชนิดหนึ่งที่ถูกจัดเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว(Flexible packaging) ทำจากฟิล์มหลายชนิด มาเชื่อมประสาน (laminare) ขึ้นรูปเป็นถุง (Pouch) เป็นบรรจุภัณฑ์สามารถปิดผนึกสนิท (Hermetically sealed container) มีความแข็งแรง สามารถทนร้อน และความดันสูงได้ ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน(Thermal processing) ระดับ Commercial sterilization ได้เหมือนกับกระป๋อง โดยมักฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน (Retort) ชนิด Water spray retort อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อ สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้เช่นเดียวกับอาหารกระป๋อง รูปแบบของรีทอร์ทเพาซ์มีทั้งแบบเป็นถุง ถุงตั้งได้ วัสดุที่ใช้ผลิตรีทอร์ทเพาซ์ มักทำด้วยวัสดุแผ่นบางหลายชนิดเชื่อมประสาน (Laminare) กันได้แก่ วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักอยู่ด้านในสุดสัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่หนาที่สุด ทนทานความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง ทนความดันในหม้อฆ่าเชื้อได้ (ณัฐวุฒิ อินทรักษ์, 2550)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มุทิตา มีนุ่น (2555) ศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลโตนดเข้มข้นและคุณภาพน้ำตาลโตนดเข้มข้นที่ผลิตเชิงการค้า รวมทั้งศึกษาคุณภาพของน้ำตาลโตนดสดที่ผลิตด้วยวิธีดั้งเดิมและวิธีควบคุมปัจจัยทั้งทางด้านเคมี กายภาพ จุลชีววิทยาและด้านประสาทสัมผัส ซึ่งจากการสัมภาษณ์และใช้แบบสอบถามเกษตรกรผู้ผลิตจำนวน 30 ราย ในเขตจังหวัดสงขลาพบว่าเกษตรกรผู้ผลิตประมาณร้อยละ 57 มีการเติมเศษไม้เคี่ยมเพื่อป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลโตนด

เมธาวี สันติคุณากร (2551) การศึกษาพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้และเมล็ดแมงลักในน้ำมะตูม โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design กำหนดปัจจัยที่ศึกษาทั้งหมด 4 ปัจจัยคือน้ำมะตูมเมล็ดแมงลัก ว่านหางจระเข้ และเอซีซัลเฟม-เคและการศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในรีทอร์ทแบบพ่นน้ำ (water spray retort) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันในหม้อฆ่าเชื้อเท่ากับ 2 บาร์

สุภารัตน์ เตียไพบูลย์ (2546) การศึกษาผลของการใช้ความดันสูงและความร้อนต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนด โดยการใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ที่ความดันสูง โดยกำหนดปัจจัย 4 ปัจจัยคือ อุณหภูมิ เวลาในการฆ่าเชื้อ ความดัน เวลาในการใช้ความดันสูง พบว่าการใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์มีผลให้น้ำตาลโตนดมีสีน้ำตาลปนเหลืองและขุ่นขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณจุลินทรีย์มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับน้ำตาลโตนดสด

กนก ติระวัฒน์ (2531) รายงานว่า น้ำตาลโตนดสด มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 11.6 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดประมาณร้อยละ 16.8 น้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 1.8 และน้ำตาลซูโครสร้อยละ 15.0 นอกจากน้ำตาลโตนดสดยังมีองค์ประกอบดังนี้ ความถ่วงจำเพาะที่ 29 องศาเซลเซียส ประมาณ 1.058 – 1.077 ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ประมาณ 15.0–19.7 กรัม /100 มิลลิลิตร เถ้าประมาณ 0.11 – 0.41 กรัม/100 มิลลิลิตร โปรตีนประมาณ 0.23–0.32 กรัม/100 มิลลิลิตร

กวิดา เลิศกิจสมบูรณ์ (2547) ศึกษาผลของการใช้เอนไซม์เบรนนต่อ คุณภาพของน้ำตาลโตนดการกรองน้ำตาลโตนดโดยใช้เอนไซม์เบรนนทั้งกระบวนการไมโครฟิลเตรชัน(ขนาดรูพรุนเท่ากับ 0.1และ0.2 ไมครอน) และกระบวนการอัลตราฟิลเตรชัน (ขนาดรูพรุนเท่ากับ 50 และ 300 กิโลดาลตัน) พบว่าน้ำตาลโตนดส่วนพอลิเมอร์ที่ผ่านกระบวนการไมโครฟิลเตรชัน และกระบวนการอัลตราฟิลเตรชันจะมี

ความใสและความสว่างเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) สมบัติทางเคมีของน้ำตาลโตนด เช่น ค่าพีเอช ค่ากรดทั้งหมด น้ำตาลทั้งหมดที่ผ่านทั้ง 2 กระบวนการมีค่าไม่แตกต่างกับน้ำตาลโตนดสด ($P > 0.05$)

รพีพร เอี่ยมสะอาด (2557) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและการต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลโตนดมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และความสามารถต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลโตนดสด ซึ่งใช้และไม่ใช้ไม้พะยอมเป็นวัตถุดิบเสีย(ชุดควบคุม) โดยองค์ประกอบทางเคมีกายภาพของน้ำตาลโตนดสดและชุดควบคุมมีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 6.50 และ 6.04 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 14.32 และ 15.68 น้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากับร้อยละ 1.85 และ 2.63 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 12.08 และ 13.94 บริกซ์ และโปรตีนร้อยละ 0.33 และ 0.38 สำหรับปริมาณไขมันมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.01 เมื่อวิเคราะห์ค่า Hue พบว่าน้ำตาลโตนดมีค่าสีเหลืองน้ำตาล เท่ากับ 86.54 และ 86.74 แต่มีค่าความหนืดแตกต่างกันเล็กน้อย กิจกรรมความสามารถต้านอนุมูลอิสระเมื่อวัดโดยวิธี DPPH พบว่าน้ำตาลโตนดสดมีค่าสูงกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากสารประกอบฟีนอลิกที่พบในไม้พะยอม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 น้ำตาลโตนดสดจากอำเภอ บ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี และอุปกรณ์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด

3.1.2 อุปกรณ์สำหรับประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.3 วัสดุอุปกรณ์สำนักงานต่างๆ

3.1.4 เครื่องฆ่าเชื้อระบบน้ำร้อนสเปรย์ Hot Water Spray Retort (Model: RCS-60SPXTG; HISAKA, Japan)

3.1.5 ถุงพาซ์ แบบทึบแสงขนาด 120*170*35 มิลลิเมตร (PET 12/NY15/AL9/ CPP 80)

3.2 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1 เครื่องวัดค่าสี(Hunter Lab)ใช้หน่วย $L^* a^* b^*$ (Color Flex)

3.2.2 ไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) วัดค่าความถ่วงจำเพาะ

3.3 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.3.1 เครื่อง pH meter วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Uni pH Testa)

3.3.2 เครื่อง Hand Refract meter (ATAGO(N1))

3.3.3 ชุดไทเทรต (Titratable acidity)

3.3.4 High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

3.4 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.4.1 หม้อนึ่ง (autoclave) รุ่น RAU-530D OPERTING INSTRUCTIONS

3.4.2 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)

3.4.3 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

3.5 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.5.1 ชุดอุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส เช่น ถาด ถ้วย และแก้วน้ำ

3.5.2 แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

3.5.3 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ตอนที่ 1 สำรวจแหล่งผลิตและปริมาณการผลิตน้ำตาลโตนดใน อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี

โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ข้อมูลเกี่ยวกับการปลูก ปริมาณการผลิต การแปรรูปและการควบคุมคุณภาพ โดยการสุ่มแบบเจาะจง จำนวนเกษตรกรที่มีการทำตาลโตนดซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 50 คน โดยมาจาก อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี (ต.สมอพลี้อ ต.หนองกะปูล ต.หนองกะเจ็ด ต.บ้านหาด ต.ถ้ำรงค์ ต.ไรโคก และไร่สะท้อน) เพื่อนำข้อมูลเบื้องต้นมาคัดเลือกแหล่งวัตถุดิบเพื่อใช้ดำเนินการทดลองซึ่งดูจากปริมาณและคุณภาพในการผลิต

ตอนที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลสดตามธรรมชาติ

นำน้ำตาลสดที่เก็บจากต้นตาลใหม่ๆจากเกษตรกรที่มารวม และรวมให้เป็นชุดเดียวกันของการเก็บวันนั้นจากนั้นเก็บตัวอย่างมาทำการตรวจสอบคุณภาพโดยเก็บตัวอย่างโดยการแช่น้ำแข็งเพื่อป้องกันการเสื่อมเสีย และนำมาวิเคราะห์คุณภาพ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

2.1.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสเบื้องต้นโดยเช็คทางประสาทสัมผัสของผู้วิจัยโดยทำการตรวจคุณลักษณะลักษณะสี กลิ่น รสชาติ

2.1.2 ปริมาณสิ่งแปลกปลอม โดยใช้การกรอง

2.1.3 วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab ค่าที่วัดได้แก่ L^* , a^* , b^* (Color Flex)

2.1.4 ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) โดยใช้ hydrometer

2.2 คุณภาพทางเคมี

2.2.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้โดยใช้ (ATAGO(N1)

2.2.2 การวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้ (Uni pH Testa)

2.2.3 ปริมาณกรด (Titratable acidity)

2.2.4 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (AOAC, 2012)

2.2.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (AOAC, 2012)

2.2.6 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (AOAC, 2012)

2.2.7 ปริมาณความชื้น (AOAC, 2012)

2.2.8 ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2012)

2.2.9 ปริมาณไขมัน (AOAC, 2012)

- 2.2.10 ปริมาณเถ้า (AOAC, 2012)
- 2.2.11 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2012)
- 2.2.12 ปริมาณเส้นใยอาหาร (AOAC, 2012)
- 2.2.13 ปริมาณแคลอรีทั้งหมด (AOAC, 2012)
- 2.2.14 ปริมาณแคลอรีจากไขมัน (AOAC, 2012)

2.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- 2.3.1 จุลินทรีย์รวมทั้งหมด (BAM Online 2001, Chapter 3)
- 2.3.2 *Escherichia coli* (Bam, 2012)
- 2.3.3 ยีสต์และรา (BAM Online 2001, Chapter 18)

ตอนที่ 3 ศึกษาอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อและค่า F_0 น้ำตาลสดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาช์

นำน้ำตาลสดจากต้นตาลโตนดซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณไม่เกิน 10 องศาเซลเซียสโดยการแช่น้ำแข็งมายังห้องปฏิบัติการเพื่อนำเข้าผลิตโดยทำการกรองน้ำตาลสด และอุ่นให้ร้อน 73 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที บรรจุถุงรีทอร์ทเพาช์ชนิดทึบแสง (PET12/NY15/AL9/ CPP80) แบบซองตั้งขนาด 120x170x35 มิลลิเมตร ขนาดบรรจุ 200 มิลลิลิตร ปิดผนึกถุงนำเข้าฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความดัน 0.15 เมกกะปาสคาสเวลา >80 นาที อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ความดัน 0.17 เมกกะปาสคาสเวลา 40 นาทีและอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 0.18 เมกกะปาสคาส เวลา 20 นาที โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

3.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

- 3.1.1 วัดค่าสี Hunter Lab ได้แก่ L^* , a^* , b^* (Color Flex)
- 3.1.2 วิเคราะห์ ค่า F_0 ในทุกอุณหภูมิ โดยเครื่อง Hot Water Spray Retort
- 3.1.3 วิเคราะห์ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง
- 3.1.4 ปริมาณสิ่งแปลกปลอม โดยใช้การกรอง
- 3.1.5 ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) โดยใช้ hydrometer
- 3.1.6 ปริมาณร้อยละของผลผลิต (% yield)

3.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

3.2.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้โดยใช้ (ATAGO (N1)

3.2.2 การวัดค่าความเป็นกรด –ด่าง (pH) โดยใช้ (Uni pH Testa)

3.2.3 ปริมาณกรด (Titratable acidity)

3.2.4 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (AOAC, 2012)

3.2.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (AOAC, 2012)

3.2.6 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (AOAC, 2012)

3.3 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

3.3.1 จุลินทรีย์รวมทั้งหมด (BAM Online 2001, Chapter 3)

3.3.2 ยีสต์และรา (BAM Online 2001, Chapter 18)

3.3.3 Thermophile anaerobe (BAM Online 2001, Chapter 21A)

3.3.4 Flat sour thermophilic (BAM Online 2001, Chapter 21A)

การทดสอบทางกายภาพและเคมี มีการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสใช้วิธีทดสอบความชอบแบบ 9-Point Hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด)โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในคุณลักษณะด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นของน้ำตาลสดรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม ใช้ผู้บริโภครวมไปที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 50 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ตอนที่ 4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากขั้นตอนที่ 2 โดยตัดสินจากผู้บริโภคและคุณลักษณะอื่นๆ มาทำการทดลองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา

4 เดือน และทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทุก 30 วัน ศึกษาปัจจัยคุณภาพ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

4.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

- 4.1.1 วัดค่าสี Hunter Lab ได้แก่ L^* , a^* , b^* (Color Flex)
- 4.1.2 วิเคราะห์ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง
- 4.1.3 ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) โดยใช้ hydrometer
- 4.1.4 ปริมาณสิ่งแปลกปลอม โดยใช้ในการกรอง
- 4.1.5 ปริมาณร้อยละของผลผลิต (% yield)

4.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

- 4.2.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้โดยใช้ ATAGO (N1)
- 4.2.2 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ (Uni pH Testa)
- 4.2.3 ปริมาณกรด (Titratable acidity)
- 4.2.4 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (AOAC, 2012)
- 4.2.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (AOAC, 2012)
- 4.2.6 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (AOAC, 2012)

4.3 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

- 3.3.1 *Aerobic plate count* (BAM Online 2001, Chapter 3)
- 3.3.2 *Yeast & Mold* (BAM Online 2001, Chapter 18)
- 3.3.3 *Thermophile anaerobe* (BAM Online 2001, Chapter 21A)
- 3.3.4 *Flat sour Thermophilic* (BAM Online 2001, Chapter 21A)

การทดสอบทางกายภาพและเคมี มีการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

4.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสใช้วิธีทดสอบความชอบแบบ 9-Point Hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในคุณลักษณะด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นของน้ำตาลสดรสชาติเนื้อสัมผัสและความชอบรวม ใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 50 คน โดยเปรียบเทียบน้ำตาลโตนดสูตรควบคุมกับน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ วางแผนการทดลองแบบแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การสำรวจแหล่งผลิตน้ำตาลโตนดของ อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี

การสำรวจแหล่งผลิตน้ำตาลโตนดของ อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี (ตารางที่ 2) ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์มีจำนวนทั้งหมด 50 คน เป็นเพศชายจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 82 และเพศหญิงจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 18 มีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วงอายุ 41-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 60 การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาจำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 88 อาชีพหลักคือทำการเกษตร 43 คน คิดเป็นร้อยละ 86 อาชีพรองคือทำตาลโตนด จำนวน 10- 20 ต้น จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ลักษณะ

การครอบครองที่ดินเฉพาะพื้นที่ปลูก (ต้นตาล) ทำด้วยที่ดินตนเองจำนวน 40 คนคิดเป็นร้อยละ 80 รูปแบบการปลูกต้นตาล-ขึ้นเองตามธรรมชาติร้อยละ 98 ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 1 กิโลกรัม/ต้น (น้ำตาลโตนดสด) คิดเป็นร้อยละ 84 จำนวนผลผลิตต่อวัน 1-25 กิโลกรัม/วัน ร้อยละ 80 การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ ไม่มีร้อยละ 94 การเก็บผลผลิต เก็บในตอนเย็นร้อยละ 68 รูปแบบการเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวเองโดยการปีนต้นตาลโตนดเอง ร้อยละ 94 และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ จะนำมาแปรรูปเอง ร้อยละ 66 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลแหล่งผลิตน้ำตาลโตนดของ อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี (จำนวน 50 ราย)

ประเด็นคำถาม	ร้อยละ(%)
ข้อมูลทั่วไป	
1) เพศ	
- ชาย	82
- หญิง	18
2) อายุ	
- 0-20 ปี	0
- 21-40 ปี	6
- 41-60 ปี	60
- 61 ปีขึ้นไป	34
3) การศึกษา	
- ไม่ได้ศึกษา	0
- จบการศึกษาระดับประถมศึกษา	88
- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา	8
- จบการศึกษาระดับอนุปริญญา, ปวส.	2
- จบการศึกษาระดับปริญญาตรี	2
- จบการศึกษาระดับสูงกว่าปริญญาตรี	0

ประเด็นคำถาม	
4) อาชีพหลัก(ใช้เวลามากที่สุดในรอบปี)	
- การเกษตร	86
- ทำตาลโตนด	8
- อื่นๆ	6
5) อาชีพรอง (ทำตาลโตนด)	
- 10-20 ต้น	70
- 21-30 ต้น	16
- 31-40 ต้น	6
- 40 ต้น ขึ้นไป	8
6) ลักษณะการครอบครองที่ดินเฉพาะพื้นที่ปลูก (ตาล)	
- ที่ดินของตนเอง	80
- เช่าผู้อื่น	20
7) รูปแบบการปลูก	
- ปลูกเอง	2
- ขึ้นตามธรรมชาติ	98
8) ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เฉลี่ยต่อต้น	
- 1 กิโลกรัม/ต้น	84
- 2 กิโลกรัม/ต้น	10
- 3 กิโลกรัม/ต้น	0
- 4 กิโลกรัม/ต้น	0
- 5 กิโลกรัม/ต้น	2
- มากกว่า 5 กิโลกรัม/ต้น	4
9) จำนวนผลผลิตต่อวัน	
- 1-25 กิโลกรัม	80
- 26-50 กิโลกรัม	12

- 51-75 กิโลกรัม	0
- 76-100 กิโลกรัม	2
- 100 กิโลกรัม ขึ้นไป	6
10) การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์	
- มี (ควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ เช่น ความหวานของน้ำตาล)	6
- ไม่มี	94
11) การเก็บเกี่ยว	
- ตอนเช้า 05.00 น. – 16.00 น.	32
- ตอนเย็น 13.00 น. – 07.00 น.	68
12) รูปแบบการเก็บเกี่ยว	
- ขึ้นเอง	94
- จ้าง	2
- อื่นๆ	4
13) ผลผลิตที่เก็บเกี่ยว	
- แปรรูปเอง	66
- พ่อค้ามารับซื้อที่บ้าน	14
- นำไปส่งกลุ่มที่ทำการแปรรูปผลิตภัณฑ์	20

ตอนที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลสดตามธรรมชาติ

ทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของน้ำตาลโตนดสดโดยเก็บตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดจากอำเภอบ้านลาด โดยใช้การแช่น้ำแข็งเพื่อควบคุมคุณภาพของน้ำตาลโตนดสดโดยนำมาทำการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการโดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

2.1.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสเบื้องต้นโดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้วิจัยเพื่อบ่งบอกลักษณะ สี

กลิ่น รสชาติ

2.1.1.1 สีของน้ำตาลโตนดสดมีสีเหลืองอ่อน

2.1.1.2 กลิ่น มีกลิ่นหอมของน้ำตาลโตนดเล็กน้อย

2.1.1.3 รสชาติ : มีรสชาติหวานน้อยและมีรสฝาดของไม้พะยอม

2.1.2 ปริมาณสิ่งแปลกปลอมโดยใช้การกรองด้วยผ้าขาวบาง

สิ่งแปลกปลอมในน้ำตาลโตนดสดที่พบ คือมีเศษของไม้พะยอม 5 ชิ้น ต่อปริมาณน้ำตาลโตนดสด 1 ลิตร โดยมีการใส่ไม้พะยอมเพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของน้ำตาลโตนดสด โดยผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล (2532) ที่ศึกษาผลของวัตถุดิบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนด โดยมีการเติมไม้พะยอม 4-5 กรัมต่อน้ำตาลโตนดสด 1 ลิตร เพื่อเป็นการป้องกันการเสื่อมเสียและงานวิจัยของ วรวิทย์ โกยสมบัติ (2536) ที่ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำตาลโตนดสดที่เก็บเกี่ยวโดยวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร โดยใช้ไม้พะยอมเป็นตัวกันเสียและไม่ใช้ไม้พะยอมเป็นตัวกันเสียในน้ำตาลโตนดสด พบว่าปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นทั้งหมดเท่ากับ 10^8 และ 10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่าไม้พะยอมสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำตาลโตนดสดได้

2.1.3 ค่าสีของน้ำตาลโตนดสด

ตารางที่ 3 แสดงค่าสีของน้ำตาลโตนดสด

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	ค่าความสว่าง (L^*)	ค่าสีแดง (a^*)	ค่าสีเหลือง (b^*)
น้ำตาลโตนดสด	26.73	-1.07	1.93

จากตารางที่ 3 พบว่า สีของน้ำตาลโตนดสดมีสีเหลืองอ่อน โดยมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 26.73 ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ -1.07 และ ค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 1.93 ซึ่งผลการทดลองจะสอดคล้องกับงานวิจัยของ รพีพร เอี่ยมสะอาด (2557) ที่ศึกษาค่าสีของน้ำตาลโตนดสด ซึ่งมีค่าค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 26.65 ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ -0.48 และ ค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 3.34 ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำตาลโตนดสดที่ทำการศึกษา

2.1.4 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลโตนดสด

ตารางที่ 4 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลโตนดสด

ตัวอย่าง	ค่าความถ่วงจำเพาะ
น้ำตาลโตนดสด	1.0598

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลโตนดสดที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 1.0598 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2548) ที่ศึกษาองค์ประกอบของน้ำตาลโตนดสดมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 1.058 – 1.077 และ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2548) ได้รายงานค่า ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) คือ อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่น (density) ของน้ำ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ถ้ามีค่าความหนาแน่นสูงจะมีผลต่อลักษณะความข้นหนืดของน้ำ

2.2 คุณภาพทางเคมี

ตารางที่ 5 แสดงคุณภาพทางเคมีของน้ำตาลโตนดสด

คุณภาพประกอบทางเคมี	ปริมาณ
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	11.25
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	5.73
ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละ)	0.098
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัม/100 กรัม)	8.56
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/100 กรัม)	3.59
ปริมาณน้ำตาลซูโครส (กรัม/100 กรัม)	4.97

จากตารางที่ 5 พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของน้ำตาลโตนดสด มีค่าเท่ากับ 11.25 องศาบริกซ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภารัตน์ เตียไพบุลย์ (2546) ที่ศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับ 11.2 องศาบริกซ์ และงานวิจัยของ มนสุวีร์ ไพชำนาญ (2552) ได้รายงานค่าของปริมาณของแข็งที่ได้ บ่งบอกถึงปริมาณความหวานของน้ำตาลโตนดสด ถ้ามีมากจะส่งผลให้น้ำตาลโตนดสดมีความหวานมาก แต่ถ้ามีน้อยจะส่งผลให้น้ำตาลโตนดสดมีความหวานน้อย

ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับ 5.73 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภารัตน์ เตียไพบุลย์ (2546) ที่ได้ศึกษาค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของน้ำตาลโตนดสด มีค่าเท่ากับ 5.76 และ งานวิจัยของ มนสุวีร์ โพษานาญ (2552) ได้ศึกษาผลของเวลาในการรองรับน้ำตาลโตนดสดบนต้นที่มีผลต่อค่าพีเอชในรายงานกล่าวว่าถ้าใช้เวลาในการรองรับน้ำตาลโตนดนานจะส่งผลทำให้ค่าพีเอชลดลง เพราะจุลินทรีย์จำพวกแลคติกแบคทีเรียที่เป็นปัญหาสำคัญทำให้เกิดการหมักในน้ำตาลโตนดสด ทำให้เกิดการผลิตกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำตาลโตนดสดต่ำลง

ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแลคติก) ของน้ำตาลโตนดสด มีค่าเท่ากับ 0.098 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2555) ที่ศึกษาปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.098 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเวลาในการรองรับน้ำตาลโตนดสดบนต้นมีผลต่อค่าปริมาณกรดทั้งหมด เพราะถ้าระยะเวลาในการรองรับนานจะส่งผลให้ค่าปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำตาลโตนดสดที่ได้ศึกษา

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ของน้ำตาลโตนดสด มีค่าเท่ากับ 8.56 กรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม น้ำตาลเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทโมโนแซ็กคาไรด์และไดแซ็กคาไรด์ ซึ่งมีรสหวาน โดยมากได้จากงวงตาล ซึ่งถ้าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีมากก็จะส่งผลให้น้ำตาลโตนดที่ได้มาจากงวงตาลมีความหวานมาก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2542)

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ของน้ำตาลโตนดสด มีค่าเท่ากับ 3.59 กรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2548) ที่ได้ศึกษาผลของเวลาต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำตาลโตนดสดในช่วงเวลาการเก็บ 12 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.06 – 4.81 กรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม

ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose) ของน้ำตาลโตนดสด มีค่าเท่ากับ 4.97 กรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม น้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลที่พบในพืชและผลไม้หลายชนิด เช่น อ้อย มันสำปะหลัง น้ำตาลโตนด เป็นต้น หรือเรียกกันทั่วไปว่าน้ำตาลทราย ที่ใช้เป็นสารให้ความหวาน (sweetener) และพบว่าถ้ามีปริมาณน้ำตาลซูโครสมาก น้ำผลไม้หรือผลไม้ชิ้นนั้นจะมีความหวานมาก (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2552)

ตารางที่ 6 แสดงองค์ประกอบร้อยละทางเคมีของน้ำตาลโตนดสด

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละ)	86.60
โปรตีน (ร้อยละ)	0.19
ไขมัน (ร้อยละ)	0.00
เถ้า (ร้อยละ)	0.26
ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ร้อยละ)	12.95
ปริมาณแคลอรีทั้งหมด(กิโลแคลอรี/100กรัม)	52.56
เยื่อใย (ร้อยละ)	0.00

จากตารางที่ 6 พบว่า ความชื้นของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับ 86.60 เปอร์เซนต์ โปรตีนของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.20 สอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2548) ซึ่งรายงานปริมาณโปรตีนในน้ำตาลโตนดสด อยู่ระหว่างร้อยละ 0.18 – 0.32 และจากการทดลองพบว่าเถ้าของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.26 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total carbohydrate) ของน้ำตาลโตนดมีค่าเท่ากับร้อยละ 12.95 ปริมาณแคลอรีทั้งหมด (Total Calorie) ของน้ำตาลโตนดมีค่าเท่ากับ 52.56 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งร้อยกรัม และถ้าบริโภคน้ำตาลโตนดพบว่าผู้บริโภคจะไม่ได้รับปริมาณไขมันและเยื่อใยของน้ำตาลโตนดเลยเพราะมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.00

2.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำตาลโตนดสด

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำตาลโตนดสด

ชนิดของจุลินทรีย์	โคโลนีต่อมิลลิลิตร
Aerobic plate count	7.5×10^7
<i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ
Yeast	1.8×10^4
Mold	2.7×10^2

จากตารางที่ 7 พบว่า ตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดที่ศึกษา พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 7.5×10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ไม่พบ *Escherichia coli* ซึ่งสอดคล้องกับ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลสด มพช.38/2557) ที่กำหนดไว้ในน้ำตาลโตนดสดจะต้องไม่พบ *Escherichia coli*

ในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ปริมาณยีสต์ เท่ากับ 1.8×10^4 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และรา เท่ากับ 2.7×10^2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภารัตน์ เตียไพบูลย์ (2546) ที่ได้ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำตาลโตนดสดโดยศึกษา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 6.04×10^7 ปริมาณยีสต์และรา มีค่าเท่ากับ 2.59×10^7 และ งานวิจัยของ วรุณี โกยสมบัติ (2536) ได้ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์รวมในน้ำตาลโตนดสด พบว่ามีค่า เท่ากับ 10^7 ถึง 10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร สาเหตุที่พบจุลินทรีย์ในปริมาณมาก เพราะเกิดจากการเก็บน้ำตาลโตนดสดใช้เวลาการรองรับน้ำตาลโตนดนาน 12 ชั่วโมง จึงทำให้มีปริมาณจุลินทรีย์รวมในปริมาณมากและงานวิจัยของ กวิตา เลิศกิจสมบูรณ์ (2547) ได้ศึกษาผลของปริมาณความหวานของน้ำตาลโตนดต่อปริมาณการเติบโตของ ยีสต์ และราในน้ำตาลโตนด และพบว่าปริมาณยีสต์และรา ที่พบในปริมาณมากเพราะน้ำตาลโตนดมีความหวานมากเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของยีสต์และรา

ตอนที่ 3 ศึกษาอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาช์

โดยทำการศึกษาอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อน้ำตาลโตนด อุณหภูมิที่ทำการศึกษาคือ 110 องศาเซลเซียส 115 องศาเซลเซียสและ 120 องศาเซลเซียส เวลา >80, 40 และ 15 นาที ทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ (F_0) ในทุกอุณหภูมิที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ *Cl. Botulinum* และสปอร์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

3.1 คุณภาพทางกายภาพ

ตารางที่ 8 แสดงเวลาที่ใช้ในฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ที่อุณหภูมิ 110 115 และ 120 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที่)		
	$F_0 = 3$	$F_0 = 6$	$F_0 = 12$
110	33	62	>80
115	11	21	40
120	5	8	15

จากตารางที่ 8 ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดโดยการคำนวณด้วยโปรแกรม ElabValSuite Pro ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ พบว่าการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงใช้เวลาในการฆ่าเขื่อน้อยกว่า การฆ่าเชื้ออุณหภูมิต่ำโดยการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ใช้เวลา >80 นาที่ อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 40 นาที่ และอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 นาที่ และมีค่า $F_0 = 12$ นาที่ เพราะสามารถทำลายสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ *Cl. Botulinum* และจุลินทรีย์กลุ่มทนความร้อนสูง (*Thermophile*) โดยมีค่า F_0 อย่างน้อย 3 นาที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2548) ที่ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรรูปน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ บรรจุกระป๋อง โดยกำหนดค่า F_0 เท่ากับ 3.5 นาที่ สมณฑา วัฒนสินธุ์, (2545) กำหนดว่ากลุ่มอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (พีเอชมากกว่า 4.5) จะต้องกำหนดค่าเวลาที่ใช้ในฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ (F_0) อย่างน้อยเท่ากับ 3 ในการศึกษาของ มุทิตา มีนุ่น (2548) พบว่าเมื่อกำหนดค่า F_0 เท่ากับ 3.5 ที่อุณหภูมิ 114 องศาเซลเซียส จะต้องใช้เวลาในการฆ่าเชื้อ 25 นาที่ ซึ่งเมื่อนำน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์มาตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ และจากการทดลองเลือกค่าที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส $F_0 = 12$ นาที่ และเวลาในการฆ่าเชื้อ 15 นาที่เพราะสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ได้ทั้งหมด และปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากกว่า $F_0 = 3$ และ $F_0 = 6$ นาที่

ตารางที่ 9 แสดงค่าสีของน้ำตาลโตนดที่บรรจุจุงรีทอร์ทเพาซ์

อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ	ค่าสี
-----------------------	-------

(องศาเซลเซียส)	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
110	19.55 ^a ±0.19	-1.89 ^a ±0.04	5.51 ^a ±0.24
115	19.44 ^a ±0.15	-2.02 ^a ±0.09	4.33 ^b ±0.05
120	19.96 ^a ±0.06	-2.18 ^a ±0.23	3.36 ^c ±0.16

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าสีของน้ำตาลโตนดที่ผ่านการฆ่าเชื้อในอุณหภูมิ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เวลา >80, 40, 15 นาที โดยมีค่าความสว่างเท่ากับ 19.55, 19.44 และ 19.96 ตามลำดับ ค่าความสว่างของน้ำตาลโตนดทุกอุณหภูมิไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ค่าสีแดงเท่ากับ -1.89, -2.02 และ -2.18 ตามลำดับ ค่าสีแดง (a*) ของน้ำตาลโตนดทุกอุณหภูมิไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ และค่าสีเหลืองเท่ากับ 5.51, 4.33 และ 3.36 ตามลำดับ ค่าสีเหลือง (b*) ของน้ำตาลโตนดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ เมื่ออุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูงขึ้นทำให้ค่าของสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง จากการศึกษาพบว่าสีของน้ำตาลโตนดมีสีเข้มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มินุ่น (2548) ได้ศึกษาค่าสีของน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ และรายงานว่าการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์มีสีเหลืองปนน้ำตาล ทั้งนี้เนื่องจากการสเตอริไลซ์มีการให้ความร้อนในระดับที่สูง อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์ระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน จากการศึกษาค่าความสว่าง (L*) ของน้ำตาลโตนดมีสีเข้มขึ้นในทุกอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์ระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน (กวีดา เลิศกิจสมบูรณ์, 2547)

ตารางที่ 10 แสดงผลวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง
110	ปกติ
115	ปกติ
120	ปกติ

จากตารางที่ 10 พบว่า ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุงรีทอร์ทเพาซ์ปกติไม่พบรอยรั่ว

ของถุงรีทอร์ทเพาซ์หลังจากการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียสแสดงถึงการปิดผนึกถุงมีความสมบูรณ์ เพราะถุงรีทอร์ทเพาซ์ชนิดที่บดแบบซองตั้ง (PET12/NY15/Al9/ CPP80) ขนาด 120x170x35 มิลลิเมตร มีคุณสมบัติที่สามารถทนความร้อนสูงและป้องกันการซึมผ่านของแก๊สได้ดี (ณัฐวุฒิ อินทร์ักษ์, 2550) ได้กล่าวว่าถุงรีทอร์ทเพาซ์สามารถทนต่ออุณหภูมิได้และสามารถป้องกันการซึมผ่านของอากาศและแก๊สได้ดี

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณตะกอนในน้ำตาลโตนดที่อุณหภูมิต่างๆ โดยใช้การกรอง

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	ปริมาณสิ่งแปลกปลอมโดยการกรอง
110	ไม่พบสิ่งแปลกปลอม
115	ไม่พบสิ่งแปลกปลอม
120	ไม่พบสิ่งแปลกปลอม

จากตารางที่ 11 พบว่า หลังการฆ่าเชื้อน้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่อุณหภูมิ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียสไม่พบปริมาณสิ่งแปลกปลอมในถุง เพราะก่อนการฆ่าเชื้อมีการการกรองโดยใช้ผ้าขาวบางในการกรองมาก่อนจึงไม่พบสิ่งแปลกปลอมในขั้นตอนนี้

ตารางที่ 12 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณร้อยละของผลผลิต (%yield)

อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ (องศาเซลเซียส)	ค่าความถ่วงจำเพาะ	ปริมาณร้อยละของผลผลิต
110	1.0439 ^a ±0.01	99.85 ^a ±0.01
115	1.0438 ^a ±0.00	99.81 ^a ±0.01
120	1.0439 ^a ±0.01	99.79 ^a ±0.01

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 12 พบว่าน้ำตาลโตนดที่ผ่านการฆ่าเชื้อในถุงรีทอร์ทเพาซ์ มีค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียสเท่ากับ 1.0439, 1.0438 และ 1.0439 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเป็นเพราะอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อไม่มีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะ

ปริมาณผลผลิตร้อยละของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อและบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ ที่อุณหภูมิ 110 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 99.85, 99.81 และ 99.79 ตามลำดับ โดยการบรรจุน้ำตาลโตนด 200 มิลลิลิตรต่อถุง (ก่อนฆ่าเชื้อ) แล้วจึงนำปริมาณน้ำตาลโตนด(หลังฆ่าเชื้อ) มาคำนวณปริมาณร้อยละของผลผลิต ดังแสดงในตารางที่ 12 พบว่าทุกอุณหภูมิมีค่าร้อยละของผลผลิตไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

3.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

ตารางที่ 13 แสดงองค์ประกอบทางเคมีในการฆ่าเชื้อน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์

องค์ประกอบทางเคมี	อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อน้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์(องศาเซลเซียส)		
	110	115	120
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (บริกซ์)	12.27 ^a ±0.11	12.33 ^a ±0.01	12.21 ^a ±0.01
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	5.33 ^a ±0.01	5.33 ^a ±0.01	5.31 ^a ±0.01
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	0.113 ^a ±0.00	0.102 ^b ±0.00	0.095 ^c ±0.00
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด(กรัม/100กรัม)	11.48 ^a ±0.01	11.49 ^a ±0.01	11.50 ^a ±0.01
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/100กรัม)	3.82 ^a ±0.01	3.64 ^b ±0.01	3.54 ^c ±0.01
ปริมาณน้ำตาลซูโครส(กรัม/100กรัม)	7.66 ^c ±0.01	7.85 ^b ±0.01	7.96 ^a ±0.01

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 13 พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อและบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ ที่อุณหภูมิ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 12.27, 12.33 และ 12.21 องศาบริกซ์ ตามลำดับ มีค่าความหวานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2548) ได้รายงานว่าคุณค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ มีค่าเท่ากับ 12.0 องศาบริกซ์ ซึ่งค่าความหวานจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลโตนดสด เพราะระยะเวลาในการฆ่าเชื้อและอุณหภูมิต่างๆทำให้น้ำตาลโตนดมีค่าความเข้มข้นสูงขึ้น และระเหยน้ำซึ่งส่งผลทำให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.33, 5.33 และ 5.31 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2548) ที่ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์มีค่าเท่ากับ 5.7 และน้ำตาลโตนดในทุกอุณหภูมิมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

ปริมาณกรดทั้งหมด (แลคติก) ของผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดสดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.113, 0.102 และ 0.095 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณกรดทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ จากการทดลองพบว่าปริมาณกรดแลคติกจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะ ที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะมีผลต่อปริมาณกรดแลคติกที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มนัสวีร์ โพชำนาญ (2552) ที่ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อปริมาณกรดทั้งหมด (แลคติก) ได้รายงานว่เมื่ออุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูงขึ้นปริมาณกรดทั้งหมด (แลคติก) จะลดลงเล็กน้อย

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ของน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 11.48, 11.49 และ 11.50 ตามลำดับ ซึ่งน้ำตาลโตนดในทุกอุณหภูมิมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2548) ที่ได้ศึกษาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ มีค่าเท่ากับ 11.71

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ของน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.82, 3.64 และ 3.54 ตามลำดับ อุณหภูมิมีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) เพิ่มขึ้นในอุณหภูมิที่สูงขึ้นซึ่งน้ำตาลโตนดในทุกอุณหภูมิมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose) ของน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ พบว่าอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 7.66, 7.85 และ 7.96 ตามลำดับอุณหภูมิมีผลทำให้ปริมาณปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose) เพิ่มขึ้นในอุณหภูมิที่สูงขึ้น อาจเป็นเพราะ

อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้น้ำตาลโตนดมีความหวานเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำตาลซูโครสจึงเพิ่มขึ้น ซึ่งน้ำตาลโตนดในทุกอุณหภูมิมีปริมาณน้ำตาลซูโครสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

3.3 ผลการตรวจสอบทางจุลชีววิทยา

นำน้ำตาลโตนดที่บรรจุจุกรีทอร์ทเพาซ์ และทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส มาตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (*Thermophile anaerobe*) และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (*Flat sour thermophilic*)

ตารางที่ 14 แสดงผลทางจุลินทรีย์ในการฆ่าเชื้อน้ำตาลโตนดที่บรรจุจุกรีทอร์ทเพาซ์ที่อุณหภูมิต่างๆ

ชนิดของจุลินทรีย์	อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อน้ำตาลโตนดบรรจุจุกรีทอร์ทเพาซ์(องศาเซลเซียส)		
	110	115	120
Aerobic plate count (cfu/ml)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Yeast and mold (cfu/ml)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Thermophile anaerobe (cfu/2ml)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Flat sour thermophilic (cfu/2ml)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 14 พบว่าอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อน้ำตาลโตนดที่บรรจุจุกรีทอร์ทเพาซ์ที่ 110 องศาเซลเซียสเวลา >80 นาที อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 40 นาที และ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาทีสามารถทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง(*Thermophile anaerobe*) และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว(*Flat sour thermophilic*)ได้ทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐวุฒิ อินทรักษ์ (2550) ที่ศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องหุงสุกในจุกรีทอร์ทเพาซ์ โดยทำการฆ่าเชื้อ 116 องศาเซลเซียส เวลา 25 นาที ซึ่งสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในข้าวหุงสุกได้ทั้งหมด

3.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 15 แสดงผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 110 115 และ 120 องศาเซลเซียสและเวลาต่างๆ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

คุณลักษณะ	อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อน้ำตาลสดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์(องศาเซลเซียส)			
	สูตรควบคุม	110	115	120
ลักษณะที่ปรากฏ	7.34 ^a ±1.11	6.80 ^c ±1.12	6.60 ^c ±0.97	7.06 ^b ±1.17
สี	8.11 ^a ±1.03	6.80 ^b ±1.11	6.64 ^b ±1.03	6.64 ^b ±1.36
กลิ่น(น้ำตาลโดนด)	6.24 ^b ±0.87	6.20 ^b ±1.13	6.42 ^b ±1.16	8.06 ^a ±1.18
รสชาติ	7.22 ^a ±0.79	6.52 ^b ±1.19	6.68 ^b ±1.39	6.76 ^b ±1.39
เนื้อสัมผัส(ความหนืด)	5.48 ^b ±1.16	6.12 ^a ±1.19	6.24 ^a ±1.12	6.30 ^a ±1.23
ความชอบโดยรวม	6.91 ^b ±0.95	6.22 ^b ±1.23	6.43 ^b ±1.16	7.53 ^a ±1.10

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 15 พบว่า จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลโดนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ ที่อุณหภูมิ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส โดยมีสูตรควบคุมเป็นน้ำตาลโดนดพาสเจอร์ไรซ์ ทำการทดสอบความชอบโดยใช้ผู้บริโภคจำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบดังต่อไปนี้

ลักษณะปรากฏของน้ำตาลโดนด ผู้บริโภคให้คะแนนสูตรควบคุม เท่ากับ 7.34 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วง ชอบปานกลาง และสูตรฆ่าเชื้อที่ 110 องศาเซลเซียส ให้คะแนน 6.80 คะแนน อยู่ในช่วง ชอบเล็กน้อย สูตรสูตรฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส ให้คะแนนเท่ากับ 6.60 คะแนน อยู่ในช่วง ชอบเล็กน้อยและให้คะแนนความชอบสูตรฆ่าเชื้อที่ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 7.06 คะแนน อยู่ในช่วงชอบปานกลาง ผู้บริโภคให้คะแนนสูตรควบคุมมากที่สุด อาจเป็นเพราะ สูตรที่ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (กวีดา เลิศกิจสมบูรณ์, 2547) ซึ่งจะมีผลต่อสีที่เข้มข้นทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนคุณลักษณะปรากฏน้อยกว่าสูตรควบคุม ซึ่งมีสีที่อ่อนกว่า

สีของน้ำตาลโดนด ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูตร 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.80, 6.64 และ 6.64 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยและผู้บริโภคให้คะแนนสูตรควบคุม เท่ากับ 8.11 คะแนน ซึ่งมากที่สุดและอยู่ในช่วงชอบมากอาจเป็นเพราะอุณหภูมิมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (กวีดา เลิศกิจสมบูรณ์, 2547) ซึ่งจะส่งผลต่อค่าสีเพราะสีสูตรควบคุมจะให้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าสูตร 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส

กลิ่น (ของน้ำตาลโตนด) ผู้บริโภคนำคะแนนสูตรควบคุม เท่ากับ 6.24 คะแนน สูตร 110 องศาเซลเซียส 6.20 คะแนน และสูตร 115 องศาเซลเซียส 6.42 คะแนน อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยและให้คะแนนความชอบสูตร 120 องศาเซลเซียส 8.06 คะแนน ซึ่งมากที่สุดและอยู่ในช่วงชอบมาก อาจเป็นเพราะ การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงทำให้กลิ่นของน้ำตาลโตนดหอมกลิ่นคาราเมล (มูทิตา มินุ่น, 2548) เพราะ น้ำในน้ำตาลโตนดจะระเหยทำให้กลิ่นของน้ำตาลเข้มข้นขึ้นส่งผลให้กลิ่นของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส มีกลิ่นหอมกว่าสูตรอื่น

รสชาติของน้ำตาลโตนด ผู้บริโภคนำคะแนนความชอบในสูตร 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.52, 6.68 และ 6.76 คะแนน ตามลำดับซึ่งอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยและให้คะแนนสูตรควบคุมเท่ากับ 7.22 คะแนน ซึ่งมากที่สุดและอยู่ในช่วงชอบปานกลาง อาจเป็นเพราะการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงทำให้รสชาติของน้ำตาลโตนดเปลี่ยนไปหวานมากกว่าสูตรควบคุม (มูทิตา มินุ่น, 2548)

เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) ของน้ำตาลโตนด ผู้บริโภคนำคะแนนความชอบสูตรควบคุม เท่ากับ 5.48 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ สูตร 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.12 6.24 และ 6.30 คะแนน ตามลำดับซึ่งอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย

ความชอบโดยรวมของน้ำตาลโตนด ผู้บริโภคนำคะแนนสูตรควบคุมเท่ากับ 6.91 คะแนน สูตร 110 องศาเซลเซียส 6.22 คะแนนและสูตร 115 องศาเซลเซียส 6.43 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยและให้คะแนนความชอบสูตร 120 องศาเซลเซียสเท่ากับ 7.53 คะแนน ซึ่งมากที่สุดและอยู่ในช่วงชอบปานกลาง

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำตาลโตนด

4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

ตารางที่ 16 แสดงค่าสีของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน

ค่าสี	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	4
ค่าความสว่าง (L^*)	15.09 ^e ±0.01	15.51 ^d ±0.01	16.19 ^c ±0.01	16.44 ^b ±0.01	16.51 ^a ±0.01
ค่าสีแดง (a^*)	-1.68 ^a ±0.01	-1.70 ^b ±0.01	-1.73 ^c ±0.01	-1.80 ^d ±0.01	-1.84 ^e ±0.01
ค่าสีเหลือง (b^*)	2.16 ^e ±0.01	2.20 ^d ±0.01	2.35 ^c ±0.01	2.39 ^b ±0.01	2.44 ^a ±0.01

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 16 การศึกษาน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เก็บรักษา 4 เดือน พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของน้ำตาลโตนดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2548) ที่ศึกษาผลของอายุการเก็บรักษาน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ นาน 6 เดือน ต่อค่าสีของน้ำตาลโตนดได้รายงานค่าสีของน้ำตาลโตนดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น

ตารางที่ 17 แสดงความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุงรีทอร์ทเพาซ์ ที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง
0	ปกติ
1	ปกติ
2	ปกติ
3	ปกติ
4	ปกติ

จากตารางที่ 17 พบว่า ถุงรีทอร์ทเพาซ์หลังจากการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุงรีทอร์ทเพาซ์ปกติ ไม่พบรอยรั่วของถุงรีทอร์ทเพาซ์แสดงถึง การปิดผนึกถุงมีความสมบูรณ์

ตารางที่ 18 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที
ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	ค่าความถ่วงจำเพาะ
0	1.0700 ^a ±0.00
1	1.0700 ^a ±0.00
2	1.0701 ^a ±0.00
3	1.0702 ^a ±0.00
4	1.0702 ^a ±0.00

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 18 พบว่า น้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสที่นำมาเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 1.0700, 1.0700, 1.0701, 1.0702 และ 1.0702 ตามลำดับ ค่าความถ่วงจำเพาะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มินุ่น (2548) ที่ศึกษาผลของอายุการเก็บรักษาน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ นาน 6 เดือน ต่อค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลโตนด ได้รายงานว่า ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลโตนดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น

ตารางที่ 19 แสดงปริมาณผลผลิตร้อยละของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที
ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	% yield (ผลผลิตที่ได้)
0	99.68 ^a ±0.02
1	99.59 ^b ±0.01
2	99.21 ^c ±0.02
3	99.13 ^d ±0.03
4	99.11 ^e ±0.04

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 19 พบว่า ปริมาณผลผลิตร้อยละของผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดสดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์หลังฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 เดือน มีค่าผลผลิตร้อยละ 99.68, 99.59, 99.21, 99.13 และ 99.11 ตามลำดับ ค่าผลผลิตร้อยละของน้ำตาลโตนดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ เพราะ อาจมีการระเหยของน้ำตาลโตนดในปริมาณเล็กน้อยในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาที่สูงขึ้น

ตารางที่ 20 แสดงปริมาณตะกอนในน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณตะกอนโดยใช้การกรอง
0	ไม่พบ
1	ไม่พบ
2	เริ่มพบตะกอนเล็กน้อย
3	เริ่มพบตะกอนเล็กน้อย
4	เริ่มพบตะกอนเล็กน้อย

จากตารางที่ 20 พบว่า น้ำตาลโตนดสดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่นำมาเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าไม่พบตะกอนในเดือนที่ 0 และ 1 แต่เริ่มพบตะกอนในเดือนที่ 2, 3 และ 4 อาจเป็นเพราะเกิดจากการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำผลไม้ (Tressler and Joslyn, 1961) จึงส่งผลต่อตะกอนที่พบและตะกอนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น

4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

ตารางที่ 21 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน

คุณภาพทางเคมี	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	4
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	17.46 ^a ±0.11	17.44 ^a ±0.11	17.43 ^a ±0.11	17.41 ^a ±0.20	17.40 ^a ±0.11
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	5.40 ^e ±0.02	5.46 ^d ±0.00	5.54 ^c ±0.03	5.67 ^b ±0.00	5.69 ^a ±0.01
ปริมาณกรดแลคติก (ร้อยละ)	0.058 ^e ±0.00	0.061 ^d ±0.00	0.066 ^c ±0.00	0.070 ^b ±0.00	0.072 ^a ±0.00
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อ100กรัม)	16.35 ^a ±0.01	16.18 ^b ±0.01	15.93 ^c ±0.01	13.93 ^e ±0.01	15.67 ^d ±0.01
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (กรัมต่อ100กรัม)	2.29 ^a ±0.01	2.23 ^b ±0.01	2.12 ^d ±0.01	2.09 ^e ±0.01	2.20 ^c ±0.01
ปริมาณน้ำตาลซูโครส (กรัมต่อ100กรัม)	14.12 ^a ±0.01	14.08 ^a ±0.01	13.84 ^b ±0.01	11.81 ^d ±0.01	13.47 ^c ±0.01

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 21 พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ หลังการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่ระยะการเก็บรักษาในช่วงเดือน 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน มีค่าเท่ากับ 17.46, 17.44, 17.43, 17.41 และ 17.40 ตามลำดับโดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์หลังการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่ระยะการเก็บรักษาที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือนเท่ากับ 5.40, 5.46, 5.54, 5.67 และ 5.69 มีแนวโน้มของค่ากรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มินุ่น (2548) ที่ศึกษาค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ มีค่าเท่ากับ 5.7

ปริมาณกรดแลคติกของน้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์หลังการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะการเก็บรักษาที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือนเท่ากับ 0.058, 0.061, 0.066, 0.070 และ 0.072 ปริมาณกรดแลคติกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ เมื่อระยะเวลาของการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ทำให้ผลปริมาณกรดแลคติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ หลังการฆ่าเชื้อในระยะการเก็บรักษาที่ 4 เดือน เท่ากับ 16.35, 16.18, 15.93, 13.93 และ 15.67 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ หลังการฆ่าเชื้อในระยะการเก็บรักษาที่ 4 เดือน เท่ากับ 2.29, 2.23, 2.12, 2.09 และ 2.20 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

ปริมาณน้ำตาลซูโครสของผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์หลังการฆ่าเชื้อในระยะการเก็บรักษาที่ 4 เดือนเท่ากับ 14.12, 14.08, 13.84, 11.81 และ 13.47 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ และปริมาณน้ำตาลซูโครสมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

4.3 ผลการตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยา

ตารางที่ 22 แสดงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ระยะเวลากการเก็บรักษา 4 เดือน

ชนิดของจุลินทรีย์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)

	0	1	2	3	4
Aerobic plate count(cfu/ml)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Yeast and mold (cfu/ml)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Thermophilic anaerobe (cfu/2ml)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Flat sour thermophilic (cfu/2ml)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 22 พบว่า น้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 เดือนไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิด จุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) ยีสต์และรา จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (Thermophilic anaerobe) และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (Flat sour thermophilic) เพราะอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อเพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐวุฒิ อินทร์รักษ์ (2550) ที่ศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องหุงสุกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ โดยทำการฆ่าเชื้อ 116 องศาเซลเซียส เวลา 25 นาที พบว่า อุณหภูมิ ในการฆ่าเชื้อ 116 องศาเซลเซียส เวลา 25 นาที สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์รวมในข้าวหุงสุกได้ทั้งหมด ในอายุการเก็บรักษา 4 เดือน และวิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล (2537) ได้รายงานว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ในการฆ่าเชื้อเชื่อมั่นได้ว่าทำลายเชื้อและสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ได้อย่างสมบูรณ์ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลอง ที่พบว่าน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ชนิด จุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) ยีสต์และรา จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (Thermophilic anaerobe) และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (Flat sour thermophilic) ได้ทั้งหมดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 เดือน

4.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 23 คะแนนคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์
ที่ฆ่าเชื้อ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน

เก็บรักษา (เดือน)	คุณลักษณะ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น (น้ำตาลสด)	รสชาติ	เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด)	ความชอบ โดยรวม
ตัวอย่างควบคุม	7.16 ^a ±0.86	7.00 ^a ±1.21	7.14 ^a ±1.05	7.04 ^a ±1.03	6.92 ^a ±0.83	6.98 ^a ±0.85
น้ำตาลโตนด 0 เดือน	7.44 ^b ±0.92	7.40 ^b ±1.01	7.74 ^b ±1.15	7.52 ^b ±0.89	7.24 ^b ±0.98	7.64 ^b ±1.10
ตัวอย่างควบคุม	7.02 ^a ±0.82	6.94 ^a ±0.96	7.20 ^a ±0.86	7.08 ^a ±1.05	6.88 ^a ±1.00	7.14 ^a ±1.21
น้ำตาลโตนด	7.34 ^b ±0.89	7.32 ^b ±0.99	7.56 ^b ±0.93	7.42 ^b ±0.99	7.12 ^b ±1.06	7.54 ^b ±1.16

1 เดือน						
ตัวอย่างควบคุม	7.22 ^a ±0.79	6.68 ^a ±0.71	7.04 ^a ±0.81	6.92 ^a ±0.85	6.70 ^a ±0.74	7.02 ^a ±0.85
น้ำตาลโตนด	7.32 ^b ±1.19	7.28 ^b ±1.23	7.34 ^b ±0.96	7.34 ^b ±0.79	7.18 ^b ±1.14	7.42 ^b ±0.79
2 เดือน						
ตัวอย่างควบคุม	7.24 ^a ±0.89	7.02 ^a ±0.82	6.98 ^a ±0.98	6.94 ^a ±0.82	6.76 ^a ±0.74	7.02 ^a ±0.85
น้ำตาลโตนด	7.36 ^b ±0.89	7.34 ^b ±0.85	7.28 ^b ±1.03	7.32 ^b ±1.02	7.16 ^b ±0.92	7.40 ^b ±0.99
3 เดือน						
ตัวอย่างควบคุม	7.25 ^a ±0.93	7.10 ^a ±0.96	6.94 ^a ±0.99	6.90 ^a ±0.78	6.80 ^a ±0.74	7.01 ^a ±0.85
น้ำตาลโตนด	7.56 ^b ±0.88	7.32 ^b ±0.81	7.24 ^b ±1.23	7.30 ^b ±1.11	7.14 ^b ±0.99	7.35 ^b ±1.03
4 เดือน						

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 23 พบว่าจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นำมาเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยทดสอบความชอบของผู้บริโภค ที่คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมคือใช้น้ำตาลโตนดสดมาต้ม ระดับพาสเจอร์ไรซ์ 73 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที โดยนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะต่างๆมีผลดังนี้

ลักษณะปรากฏ พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ ให้คะแนนสูตรควบคุมเท่ากับ 7.16, 7.02, 7.22, 7.24 และ 7.25 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงชอบปานกลาง และสูตร 120 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ เท่ากับ 7.44, 7.34, 7.32, 7.36 และ 7.56 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงชอบปานกลาง ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนมากกว่าสูตรควบคุมในทุกเดือน เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผู้บริโภคให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏมีแนวโน้มลดลง อาจเป็นเพราะ ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความชอบของผู้บริโภค

สี พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบให้คะแนนสูตรควบคุม เท่ากับ 7.00, 6.94, 6.68, 7.02 และ 7.10 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยและชอบปานกลางและสูตร 120 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วง 7.40, 7.32, 7.28, 7.34 และ 7.32 คะแนน มากกว่า

สูตรควบคุมในทุกเดือน ซึ่งอยู่ในช่วงขอบปานกลางและเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผู้บริโภคนำคะแนนด้านสีมีแนวโน้มลดลง อาจเป็นเพราะระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความชอบของผู้บริโภค

กลิ่น(ของน้ำตาลโดนด) พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบให้คะแนนสูตรควบคุม เท่ากับ 7.14, 7.20, 7.04, 6.98 และ 6.94 คะแนน และสูตร 120 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วง 7.74, 7.56, 7.34, 7.28 และ 7.24 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงขอบปานกลางและให้คะแนนมากกว่าสูตรควบคุมในทุกเดือน เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผู้บริโภคให้คะแนนด้านกลิ่นมีแนวโน้มลดลง อาจเป็นเพราะระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความชอบของผู้บริโภค

รสชาติ พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบให้คะแนนสูตรควบคุม เท่ากับ 7.04, 7.08, 6.92, 6.94 และ 6.90 คะแนน และสูตร 120 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วง 7.52, 7.42, 7.34, 7.32 และ 7.30 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงขอบปานกลางและให้คะแนนมากกว่าสูตรควบคุม เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผู้บริโภคให้คะแนนด้านรสชาติมีแนวโน้มลดลงอาจเป็นเพราะ ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความชอบของผู้บริโภค

เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบให้คะแนนในสูตรควบคุม เท่ากับ 6.92, 6.88, 6.70, 6.76 และ 6.80 คะแนน และสูตร 120 องศาเซลเซียสอยู่ในช่วง 7.24, 7.12, 7.18, 7.16 และ 7.14 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงขอบปานกลางและให้คะแนนความชอบมากกว่าสูตรควบคุม เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผู้บริโภคให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มลดลง อาจเป็นเพราะ ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความชอบของผู้บริโภค

ความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบให้คะแนนในสูตรควบคุม เท่ากับ 6.98, 7.14, 7.02, 7.02 และ 7.01 คะแนน และสูตร 120 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วง 7.64, 7.54, 7.42, 7.40 และ 7.35 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงขอบปานกลางและให้คะแนนความชอบมากกว่าสูตร

ควบคุมเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผู้บริโภคให้คะแนนด้านความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง อาจเป็นเพราะระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความชอบของผู้บริโภค

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. การสำรวจแหล่งผลิตน้ำตาลโตนดของ อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์มีจำนวนทั้งหมด 50 คน เป็นเพศชายจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 82 และเพศหญิง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 18 มีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วงอายุ 41-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 60 การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาจำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 88 อาชีพหลักคือทำการเกษตร 43 คน คิดเป็นร้อยละ 86 อาชีพรองคือทำตาลโตนด จำนวน 10- 20 ต้น จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ลักษณะการครอบครองที่ดินเฉพาะพื้นที่ปลูก (ตาล) ทำด้วยที่ดินตนเองจำนวน 40 คนคิดเป็นร้อยละ 80 รูปแบบการปลูกตาล -ขึ้นเองตามธรรมชาติร้อยละ 98 ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 1 กิโลกรัม/ต้น(น้ำตาลโตนดสด) คิดเป็นร้อยละ 84 จำนวนผลผลิตต่อวัน 1-25 กิโลกรัม/วัน ร้อยละ 80 การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ ไม่มี ร้อยละ 94 การเก็บผลผลิต เก็บในตอนเย็นร้อยละ 68 รูปแบบการเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวเองโดยการปีนคั้นตาลโตนดเอง ร้อยละ 94 และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้จะนำมาแปรรูปเอง ร้อยละ 66 ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลโตนดสด น้ำตาลโตนดสดจะมีสีเหลืองอ่อน มีคุณภาพทางกายภาพดังนี้ มีค่าสี ค่าความสว่าง (L^*)เท่ากับ 26.73 ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ -1.07 และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 1.93 มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.0589 น้ำตาลโตนดสดมีคุณภาพทางเคมีดังนี้ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 11.25 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 5.73 ปริมาณกรดแลคติกเท่ากับร้อยละ 0.098 น้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 8.56 กรัม/100 กรัม น้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 3.59 กรัม/100 กรัม น้ำตาลซูโครสเท่ากับ 4.97 กรัม/100 กรัม ความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 86.60 โปรตีนเท่ากับร้อยละ 0.19 ไขมันเท่ากับร้อยละ 0.00 เกลือเท่ากับร้อยละ 0.26 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 12.95 แคลอรีทั้งหมดเท่ากับ 52.56 กิโลแคลอรี/100 กรัม ปริมาณแคลอรีจากไขมัน เท่ากับ 0.00 กิโลแคลอรี/100 กรัม ปริมาณเยื่อใยเท่ากับร้อยละ 0.00 น้ำตาลโตนดสดมีปริมาณจุลินทรีย์ดังนี้ จุลินทรีย์รวมเท่ากับ 7.5×10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ยีสต์เท่ากับ 1.8×10^4 ราเท่ากับ 2.7×10^2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และไม่พบ *Escherichia coli*

ในน้ำตาลโตนดสดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลสด (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลสด, มผช.38/2557)

3. ผลการศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์และฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เวลาการฆ่าเชื้อ เท่ากับ >80 นาที อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลาการฆ่าเชื้อ เท่ากับ 40 นาที และอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลาการฆ่าเชื้อเท่ากับ 15 นาที ซึ่งมีค่า F_0 เท่ากับ 12 นาที เลือกน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลาการฆ่าเชื้อที่ 15 นาที

4. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำตาลโตนดที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน มีคุณภาพทางกายภาพดังนี้ ค่าสี ค่าความสว่าง(L^*) เท่ากับ 15.09, 15.51, 16.19, 16.64 และ 16.51 ตามลำดับ ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ -1.68, -1.70, -1.73, -1.80 และ -1.84 ตามลำดับ ค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 2.16, 2.20, 2.35, 2.39 และ 2.44 ตามลำดับ มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 1.0700, 1.0700, 1.0701, 1.0702 และ 1.0702 ตามลำดับ และมีความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกปกติ ไม่พบรอยรั่วตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือนและไม่พบปริมาณสิ่งแปลกปลอมในระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน มีค่าผลผลิตร้อยละ (%yield) เท่ากับร้อยละ 99.68, 99.59, 99.21, 99.13 และ 99.11 คุณภาพทางเคมีที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 17.46, 17.44, 17.43, 17.41 และ 17.40 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.40, 5.46, 5.54, 5.67 และ 5.69 ตามลำดับ ค่าปริมาณกรดทั้งหมด (แลคติก) เท่ากับ 0.058, 0.061, 0.066, 0.070 และ 0.072 ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เท่ากับ 16.35, 16.18, 15.93, 13.93 และ 15.67 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากับ 2.29, 2.23, 2.12, 2.09 และ 2.20 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำตาลซูโครส เท่ากับ 14.12, 14.08, 13.84, 11.81 และ 13.47 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (*Thermophile anaerobe*) และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (*Flat sour thermophilic*) ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน

เอกสารอ้างอิง

- กนก ตีระวัฒน์. (2531). การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำตาล
 โดนด. รายงานโครงการพัฒนาชุมชน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2544). ตาลโตนดผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปและรูปแบบโรงผลิต.
 กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- กวีดา เลิศกิจสมบูรณ์. (2547). ผลของการใช้ไมเมเบรนและความร้อนต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนด.
 วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร,
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- กียรติบุปผ์. (2527). ตาลโตนดกับเกษตรกรในอำเภอสิงพระ. คณะทรัพยากรธรรมชาติและ,
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- ณัฐภูมิ อินทร์ักษ์. (2550). การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องหุงสุกในถุงฆ่าเชื้อ. วิทยานิพนธ์.
 ภาควิชาวิศวกรรมจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร
 เหนือ, ปทุมธานี.
- ทง ภัครัชพันธุ์. (2540). การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน. ในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ
 อาหาร, หน้า 115-116. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรม
 เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ทิพาพร อยู่วิทยา. 2559. การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้ออาหาร. [ออนไลน์] [เข้าถึงได้จาก]
<http://www.kmutt.ac.th/foodeng/> วันที่เข้าถึง 4 ก.ย. 59
- นิธิยา รัตนานนท์และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2559. Commercial Sterilization/การทำให้
 ปลอดเชื้อเพื่อการค้า. [ออนไลน์] [เข้าถึงได้จาก]
[http://www.Foodnetworksolution.com/ commercial Sterilization](http://www.Foodnetworksolution.com/commercial%20Sterilization)
 วันที่เข้าถึง 10 ก.ย. 59
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์.(2548). ค่าความถ่วงจำเพาะ. สืบค้น 31 พฤษภาคม 2559, จาก
<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0966/specific-gravity>
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2552). น้ำตาลซูโครส. สืบค้น30 พฤษภาคม 2559, จาก
<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0978/sucrose>
- มนสุวิร์ ไพชำนาญ. (2552). ผลของการปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวน้ำตาล
 โดนดสดต่อคุณภาพน้ำตาลโดนดเข้มข้น. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร,
 คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- มุกิตา มีนุ่น . (2555). การปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวและผลการแปรรูป
 น้ำตาลโดนดสดที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลโดนดเข้มข้นในจังหวัดสงขลา.
 รายงานวิจัย. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร,
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- มุกิตา มีนุ่น. (2548). ความคงตัวของสารให้กลิ่นรสในน้ำตาลโดนดระหว่างกระบวนการให้ความ
 ดันความร้อนและการเก็บรักษา. รายงานวิจัย. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร,
 คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- เมธาวิ สันติคุณากร. (2551). การแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้และเมล็ด
 แมงลักแมงลักในน้ำมะตูมบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
 เชียงใหม่.
- รพีพร เอี่ยมสะอาด.(2557). คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและการต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาล
 โดนด. รายงานวิจัย. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร, คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์,
 มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

- รุ่งนภา วิสิฐอุตรการ.(2539). การถนอมและแปรรูปอาหารด้วยการเอกซ์ทราซัน ไมโครเวฟ
รังสีอินฟราเรด การใช้ความร้อนแบบโอห์มิกและความดันสูง. ในเอกสารการสอนชุด
 วิชาการถนอมและแปรรูป อาหาร หน่วยที่ 1-7, หน้า 300-304.
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- เรณูภา แจ่มฟ้า. (2545). **การผลิตไซรับจากน้ำตาลสด.** วิทยานิพนธ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร,
 มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- วรวิมล โกยสมบัติ.(2536). **การศึกษาจุลินทรีย์ในน้ำตาลโตนดสด.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.
 คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- วิลาวัลย์ จิระตระกูล. (2537). **การเน่าเสียของอาหารและการป้องกัน.** พิมพ์ครั้งที่ 1.
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- วิลาวัลย์ เจริญจิระตระกูล.(2537). **การเน่าเสียของอาหารและการป้องกัน.** พิมพ์ครั้งที่ 1.
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- วีไล รังสาดทอง. (2545). **กรรมวิธีแปรรูปโดยใช้ความร้อน.** ในเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.
 พิมพ์ครั้งที่ 2. หน้า 129-198, บริษัทเท็กซ์ แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2542). **ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด.**
 สืบค้น 31 พฤษภาคม 2559, จาก http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub
- สัณทกุล มาลี และ พูนสุข อรรถะสัมสัมปณณะ.(2517). **การศึกษาเรื่องการเก็บรักษาน้ำตาล
 มะพร้าว.** วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 7 (1): 1-9.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี.(2550). **ต้นตาลโตนดในจังหวัดเพชรบุรี.** สืบค้น 31 พฤษภาคม
 2559, จาก http://www.phetchaburi.doe.go.th/pb2013/tan_phet.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2557). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.** มผช.38/2557.
 กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- สุภารัตน์ เตี้ยไพบูลย์. (2546). **ผลของการใช้ความดันสูงและความร้อนต่อคุณภาพของน้ำตาล
 โตนด.** วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร,
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- สุนันทา วัฒนสินธุ์. (2545). **จุลินทรีย์กับการหมักในจุลชีววิทยาทางอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 1 หน้า
 277-283, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- สุมาลี เหลืองสกุล. (2539). **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สุรพล จันทรเรือง. (2545). **น้ำตาลจากตาลโตนด**. กสิกร. 75 (1) : 81-86.
- เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล. (2532). **ผลของวัตถุดิบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด**. ผลงานอาจารย์. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- อำนาจ ภักดีโต และ สุรพล พหลภาคย์. (2554). **การพิสูจน์เอกลักษณ์และคุณลักษณะของแบคทีเรียยีสต์และราที่แยกจากเนื้อตาลโตนดสุกน้ำตาลสดและน้ำตาลเมาในจังหวัดชัยนาท**. รายงานวิจัย, ชัยนาท.
- A.O.A.C. (2012). **Official Methods of Analysis**. The association of official Analytical chemists Arlington, Virginia.
- BAM Online. (2001). **Bacteriological Analytical Manual**.
<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods>
- BAM Online. (2012). **Bacteriological Analytical Manual**.
<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods>
- Calderon, P, Van Buren, J.P. and Robinson, W.B. (1968). **Factors influencing the formation at precipitates and hazes and condensed and hydrolysable tannin**. J. Agr. Food Chem. 16 : 476-482.
- Child, R. (1947). **Coconut**. 2nd ed. Longman Group Ltd. London. p. 17-19.
- Faparusi, S.I. and Bassir, O. (1971). **Microflora of fermenting palm sap**. J. Food sci. Technol. 8 : 206.
- Ramaswamy, H. S. and Chen, C. R. (2002). **Maximising the Quality of Thermally Processed Fruits and Vegetables**. In Fruit and Vegetable Processing. 1th ed. 188-362. CRC New York.
- Tressler, D.K. and Joslyn, N.A. 1961. **Fruit and Vegetable Juice Processing Technology**. The AVI Publishing Ltd. Westport, Connecticut.

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางด้านทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลสด

ชื่อ – นามสกุล ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

วัตถุประสงค์ : เพื่อเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบในท้องถิ่น

คำแนะนำ: กรุณาชิมตัวอย่างน้ำตาลสดจากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งให้คะแนนความชอบที่ตรงกับความรู้สึกมากที่สุดและกรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่าง

- | | |
|---|---------------------------------|
| 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด | 4 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 8 คะแนน หมายถึง ชอบมาก | 3 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง |
| 7 คะแนน หมายถึง ชอบปานกลาง | 2 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมาก |
| 6 คะแนน หมายถึง ชอบเล็กน้อย | 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด |
| 5 คะแนน หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | |

รหัสตัวอย่าง

ลักษณะปรากฏ

สี

กลิ่นหอมของน้ำตาลสด

รสชาติ

เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด)

ความชอบโดยรวม

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

ขอขอบคุณทุกท่านที่กรุณาตอบแบบสอบถาม

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ

การวัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter lab

การศึกษการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสีในระบบ Hunter lab วัดสีตัวอย่างน้ำตาลสด ทำการ
 สุ่มตัวอย่างมาวัดค่าสี โดยค่า L^* คือค่าความสว่าง (lightness) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 คือไม่มีความสว่างหรือ
 สีดำ ถึง 100 คือมีความสว่างสูงสุดหรือสีขาว ค่า $+a^*$ คือค่าความแดง (redness) และ $-a^*$ คือค่าความ
 เขียว (greenness) ค่า $+b^*$ คือค่าความเหลือง (yellowness) และค่า $-b^*$ คือค่าความน้ำเงิน
 (blueness)

วิธีวิเคราะห์

1. เลือกเสียบปลั๊ก เปิด USP
2. เปิดคอมพิวเตอร์ / เปิดหน้าจอ อุ่นเครื่อง รอประมาณ 30 นาที
3. วาง Port 1.25 มิลลิเมตร
4. คลิก Universal software
5. กด Sensor เลือก Standardize แล้วกำหนด port ตามขนาดที่ต้องการ กด OK

6. เริ่ม Standardize Port โดยใช้ port สีดำและสีขาว
7. วางแผ่นสีดำให้ตรงจุดสีขาวที่อยู่ด้านหน้า เลือก Ok แล้ววางแผ่นสีขาวทำเหมือนแผ่นสีดำ
8. ขึ้นหน้าต่าง กด Ok
9. นำตัวอย่างบรรจุใส่ Sample Cup (Glass) วางตัวอย่างลงบน port แล้วนำฝาสีดำครอบตัวอย่าง
10. กด Read Sam / ID / product / Ok
11. จดบันทึกค่า L^* a^* และ b^* ที่วัดได้

การหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ด้วย Hand refractometer ยี่ห้อ ATAGO (N1) ที่มีช่วงการวัด 0-32 องศาบริกซ์ ที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส โดยก่อนวัดต้องทำการสอบเทียบเครื่อง Hand refractometer ด้วยน้ำกลั่นเพื่อปรับค่าที่อ่านได้เท่ากับศูนย์องศาบริกซ์

วิธีการวิเคราะห์

1. ใช้ดอปเปอร์ดูดตัวอย่างที่ต้องการ
2. หยดสารละลายตัวอย่างลงบนแผ่นกระจกประมาณ 1 หยด / ปิดฝา

3. นำไปส่องกับแสงสว่าง

4. อ่านค่า แล้วจดบันทึกผล

การวิเคราะห์ความถ่วงจำเพาะ

วัดค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้Hydrometerที่วัดจะอยู่ในช่วง 1.0600 – 1.120 ช่วงความละเอียด 0.001 ที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส

วิธีการวิเคราะห์

1. เทตัวอย่างลงกระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร
2. ปล่อยHydrometer ลงก้นกระบอกตวง
3. อ่านค่า และบันทึกผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การหาค่าความเป็นกรด-ด่าง

หาค่า พีเอช ด้วยเครื่อง pHmeter (Uni pH Testa)

วิธีการวิเคราะห์

1. กดปุ่ม On
2. หมุนฝาพลาสติกออก
3. ล้างปรอทด้วยน้ำกลั่น/เช็ดให้แห้ง
4. จุ่มลงในตัวอย่างที่เตรียมไว้ให้ท่วมปรอท
5. อ่านค่าที่ได้ จดบันทึก

การหาปริมาณกรด(A.O.A.C., 2012)

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล:ซังโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตรโดยน้ำกลั่น
2. สารละลายฟีนอล์ฟทาเลิน ซังฟีนอล์ฟทาเลินจำนวน 1 กรัมละลายในแอลกอฮอล์ปริมาตร 70 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรโดยใช้น้ำกลั่น

วิธีการวิเคราะห์

การหาความเข้มข้นมาตรฐานสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

1. นำโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลตใส่ในกระจกนาฬิกาไปอบในตู้อบไฟฟ้า อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสนาน 1-2 ชั่วโมงแล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนักให้ได้แน่นอน 0.8 กรัม (สำหรับหาความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากคาร์บอนเนตปริมาตร 25 มิลลิลิตร
4. นำไปไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ข้างต้นโดยใช้ฟีนอล์ฟทาเลินเป็นอินดิเคเตอร์
5. คำนวณหาความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

วิธีการคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)} = \frac{W}{V \times 0.2042}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (กรัม)

V = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)

สมมูลของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ = 204.216

การหาปริมาณกรดทั้งหมด

1. ปิเปตน้ำตาลโตนดสด 20 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. หยดฟีนอล์ฟทาลีนร้อยละ 1 ลงไป 3-5 หยด
3. ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มอลจนกระทั่งกลายเป็นสีชมพูอ่อนถาวร (ณ จุดยุติ)
4. คำนวณปริมาตรกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{N \times V_1(\text{NaOH}) \times 90 \times 100}{1000 \times V_2(\text{sample})}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

$V_1(\text{NaOH})$ = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต

$V_2(\text{sample})$ = ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

น้ำหนักกรัมสมมูลของกรดแลคติก = 90

การวิเคราะห์ความชื้น(A.O.A.C., 2012)

วิธีการวิเคราะห์

1. อบถั่วยอลูมิเนียมที่มีทรายละเอียดในตู้อบร้อนอุณหภูมิสูงที่อุณหภูมิ 105 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (W_1)
2. ใส่ตัวอย่างลงในถั่วยอลูมิเนียมที่อบแล้ว ประมาณ 2-5 กรัม (W_1)(เทคนิค 4 ตำแหน่ง)แล้วนำไปอบในตู้อบร้อนอุณหภูมิสูงที่อุณหภูมิ 105 ± 1 องศาเซลเซียสนาน 4 ชั่วโมง (โดยปิดฝาถั่วยอลูมิเนียม)
3. เปิดฝาถั่วยอลูมิเนียมออกโดยใช้ถุงมือ นำถั่วยอลูมิเนียมออกจากตู้อบร้อน ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ประมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนัก นำไปอบซ้ำทุกๆ 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ (ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันเกิน 0.002 กรัม) (W_3) นำไปคำนวณหาความชื้นที่หายไป

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 2012)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำถ้วยกระเบื้องเคลือบ (crucible) เเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมง ปิดเตาเผาปล่อยให้อุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียสจึงใช้คีม (Tong) คีบ Porcelain crucible ใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccator) ปล่อยให้เย็นประมาณ 30 นาที ก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก (W_1)

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2-5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ลงใน Porcelain crucible ที่ทราบน้ำหนัก (W_1) รวมผลของน้ำหนักตัวอย่างและภาชนะแทนด้วย (W_2)

3. นำตัวอย่างไปให้ความร้อนบน Hot plate ให้ดูดควัน (Fume hood) จนหมดควันดำ

4. นำ Porcelain crucible เข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 4 ชั่วโมงหรือเผานานจนตัวอย่างมีลักษณะเป็นสีเทาหรือขาว ถือว่าการเผาไหม้สมบูรณ์

5. เมื่อการเผาสมบูรณ์ปิดเตาเผาให้อุณหภูมิลดลงจนต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียส แล้วจึงปิดเตาเผาอย่างระมัดระวัง

6. ใช้คีม คีบถ้วยกระเบื้องเคลือบ (crucible) ใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นประมาณ 30 นาที ก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก (W_3)

วิธีการคำนวณ

$$\text{เถ้า (\%)} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W_3 - W_1}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบคงที่

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 2012)

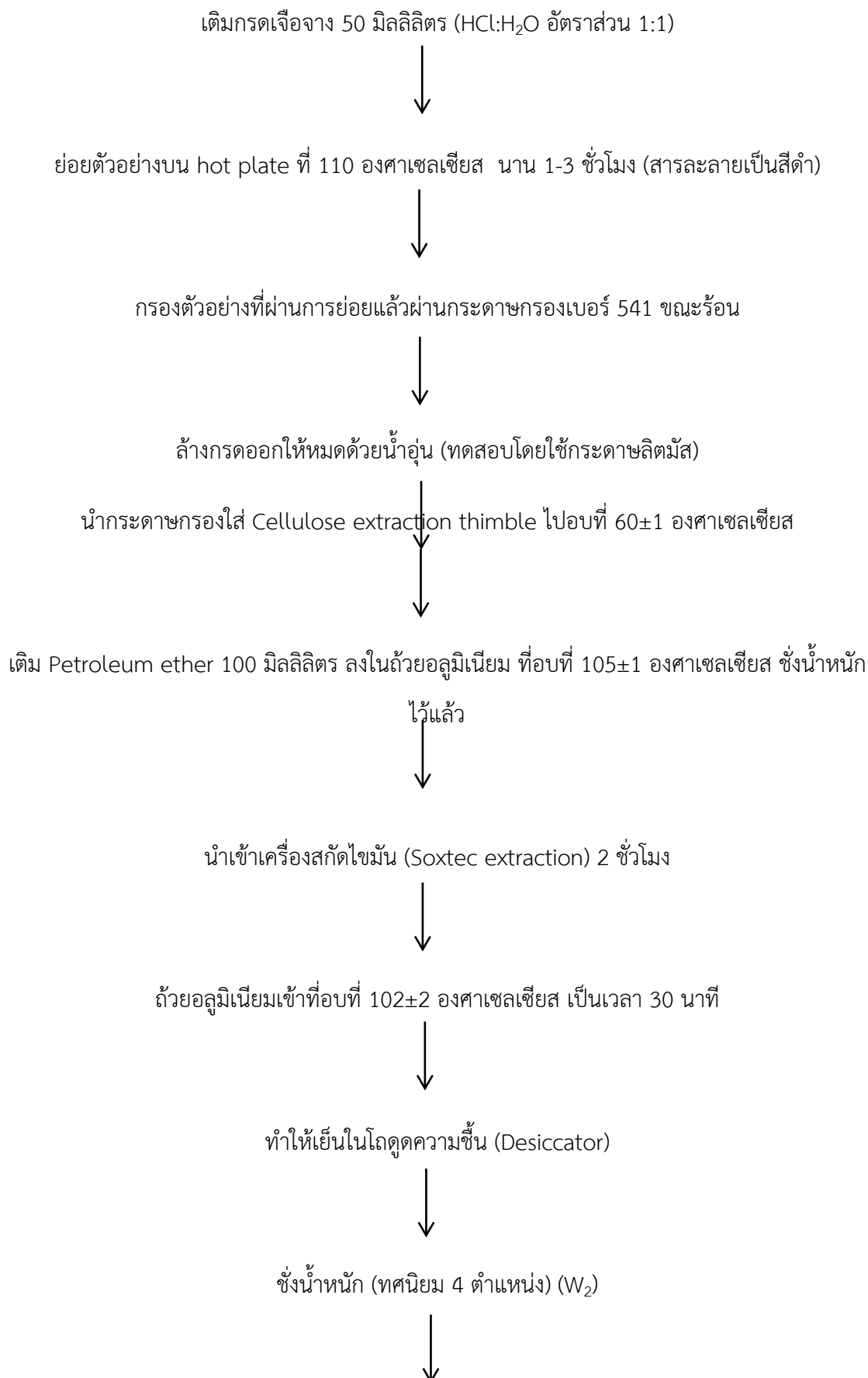
วิธีการวิเคราะห์

อบ Aluminum cup ที่ 105 ± 1 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนัก (W_1)



ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม (W_0)





คำนวณผลการทดสอบ

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ ไขมันทั้งหมด (Total fat)} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W_0}$$

W_0 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_1 = น้ำหนัก Aluminum cup (กรัม)

W_2 = น้ำหนัก Aluminum cup + น้ำหนักไขมัน (กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด(A.O.A.C., 2012)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างจำนวน 1-10 กรัม(ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่าง) ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร



เติมน้ำร้อนประมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วเขย่าจนสารละลายเข้ากัน

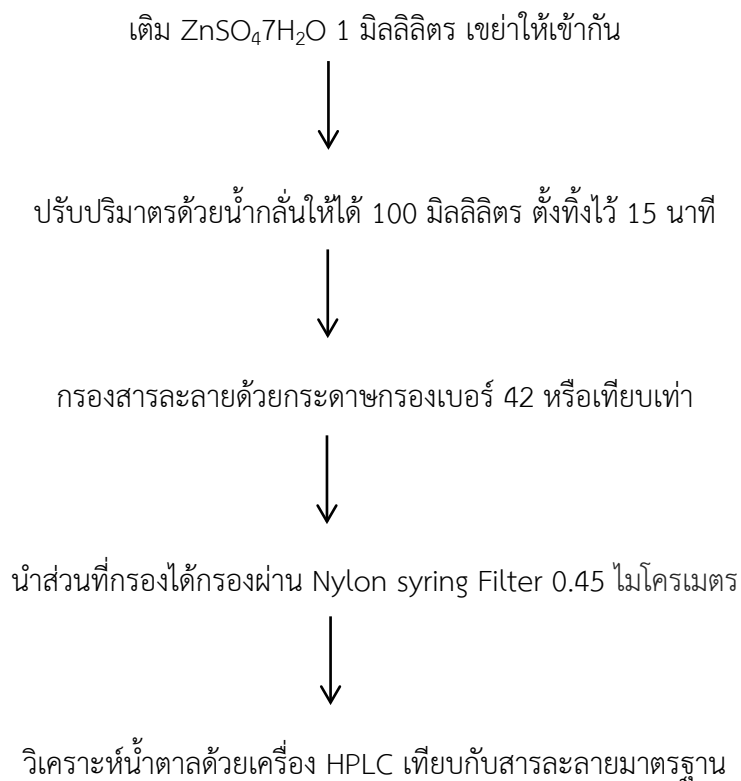


นำไป Ultrasonic 20 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง



ตกตะกอนโปรตีนด้วย $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน





การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 2012) โดยวิธี Kjeldahl Methods

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างน้ำตาลสดซึ่ง 0.5-2 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่หลอดสำหรับย่อยโปรตีน/ไนโตรเจน ขนาด 250 มิลลิลิตร (ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ) เติม Copper sulphate, Crystals / 2 เม็ด และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 95-98% 20 มิลลิลิตร
2. นำ Digestion flask เข้าเครื่องย่อยไนโตรเจน ทำการย่อยโดยใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 150-400 องศาเซลเซียสใช้เวลาประมาณ 4-5 ชั่วโมง ย่อยจนได้สารละลายสีเขียวใส
3. ปิดเครื่องย่อย ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดจนกระทั่งเย็น

4. นำหลอดย้อยเข้าเครื่องกลั่น เติมน้ำกลั่น ตามด้วย 40% NaOHกลั่น โดยมีขวดบรรจุ 4% H_3BO_3 เพื่อจับก๊าซแอมโมเนีย และไตเตรตด้วยสารละลาย 0.1 N HCl โดยใช้ Auto Titration unit วัดค่า pH จนได้ค่า pH เท่ากับสารละลายก่อนการกลั่น

5. บันทึกปริมาตร 0.1 N HCl ที่ใช้

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์

วิธีการทดสอบ Total plate count โดยใช้วิธีของ (FDA, 2001)

เครื่องมือและอุปกรณ์

Plastic Petri Dish ขนาด 90 มิลลิเมตร

Pipet + Pipet aids 1,5,10 มิลลิลิตร

Dilution Bottle ขนาด 250 มิลลิลิตร

Water Bath 45 ± 1 องศาเซลเซียส

Incubator 35 ± 1 องศาเซลเซียส

Colony counter

Dilution Tube ขนาด 20 x150 มิลลิลิตร

อาหารเลี้ยงเชื้อและน้ำยาสารเคมี

Peptone Diluent 90 + 1 มิลลิลิตร

Peptone Diluent 9 + 1 มิลลิลิตร

Plate Count Agar

วิธีการวิเคราะห์

1. ทำการปิเปตตัวอย่างแต่ละความเจือจาง ที่ต้องการหาเชื้อมา 1 มิลลิลิตรใส่ใน plate โดยแต่ละความเจือจางทำ 2 plate
2. Pour Plate โดยเทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 45 ± 1 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน โดยการหมุน plate ขึ้น-ลง 5 ครั้ง วนขวา-ซ้าย 5 ครั้ง วนตามเข็มนาฬิกา 5 ครั้ง เพื่อให้ตัวอย่างอาหารผสมเข้ากันกับอาหารเลี้ยงเชื้อ
3. ทิ้งให้เย็นจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง คั่ว plate นำไปบ่มในตู้บ่ม (Incubator) ที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง
4. ทำการบันทึกผล หลังจากบ่มไว้ 48 ± 2 ชั่วโมงแล้ว นับโคโลนีของเชื้อที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี ในแต่ละความเจือจาง และบันทึกผลจำนวนโคโลนีที่นับได้

วิธีทดสอบหาปริมาณยีสต์และราโดยใช้วิธีของ (FDA,2001)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) 25 ± 1 องศาเซลเซียส

2. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Waterbath) 45 ± 1 องศาเซลเซียส
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
4. เครื่องตีตัวอย่าง (Stomacher)
5. ถุงใส่ตัวอย่าง (Stomacher Bag)
6. เครื่องปั่นตัวอย่าง (Blender)
7. โถปั่นตัวอย่าง (Blender Jar)
8. ตะเกียงแก๊ส (Bunsen burner)
9. เครื่องนับเชื้อจุลินทรีย์
10. กล้องจุลทรรศน์
11. ปิเปตปลอดเชื้อขนาด 1, 5, 10 มิลลิลิตร
12. ขวดปลอดเชื้อ ขนาด 250, 500 มิลลิลิตร
13. หลอดทดลองปลอดเชื้อ ขนาด 20x150 มิลลิลิตร
14. จานอาหาร (Petridish) ปลอดเชื้อ
15. ช้อน
16. กรรไกร
17. มีด
18. แพ่งแก้ว

อาหารเลี้ยงเชื้อและน้ำยาสารเคมี

1. Peptone diluent, 0.1%
2. Dichloran rose bengal Chloramphenicol (DRBC) agar
3. Dichloran 18% glycerol (DG 18) agar

วิธีการวิเคราะห์

1. เทอาหาร DRBC / DG18 ลงใน plate ประมาณ 15-20 มิลลิลิตรทิ้งให้แข็งตัว
2. สำหรับตัวอย่างอาหารทั่วไป ต้องการหาปริมาณเชื้อยีสต์และรา ทำการปิเปตตัวอย่างแต่ละความเจือจาง จากข้อ 6.2 ลงไปใน DRBC agar plate ละ 0.1 มิลลิลิตร duplicate plate แล้ว spread plate โดยใช้แท่งแก้วที่จุ่มแอลกอฮอล์และลนไฟก่อนใช้งานการ spread plate ต้อง spread ให้ตัวอย่างกระจายทั่ว plate จากนั้นนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส โดยวาง plate หายและตั้งซ้อนกัน 3-5 plate เป็นเวลา 5 วัน ถ้าไม่มีเชื้อขึ้นให้บ่มต่ออีก 2 วัน
3. การบันทึกผล หลังจากบ่มครบ 5 หรือ 7 วันแล้ว ทำการนับโคโลนีของเชื้อที่อยู่ในช่วง 10-150 โคโลนี ในแต่ละความเจือจางจำนวนโคโลนี ที่นับได้โดยแยกนับระหว่างโคโลนีของเชื้อยีสต์และรา

ภาคผนวก ค

การทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในอาหาร

การทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในอาหาร

วิธีการ

นำน้ำตาลสดมาให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง และนำไปบรรจุในถุงรีโอร์ทอเทพาส์ชนิดทึบแสง (PET12/NY15/Al9/CP80) แบบซองตั้ง ขนาด 120 x 170 x 35 มิลลิเมตร น้ำหนักบรรจุ 200 กรัม ปิดผนึก และฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบน้ำร้อนสเปรย์ Hot Water Spray Retort (Model: RCS-60SPXTG; HISAKA, Japan) ที่อุณหภูมิ 110 115 และ 120 องศาเซลเซียส นาน 80, 40 และ 20 นาที ตามลำดับ ทดสอบการแทรกผ่านความร้อน จำนวน 6 ตำแหน่ง รายงานผลค่า F_0 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ElabValSuite Pro

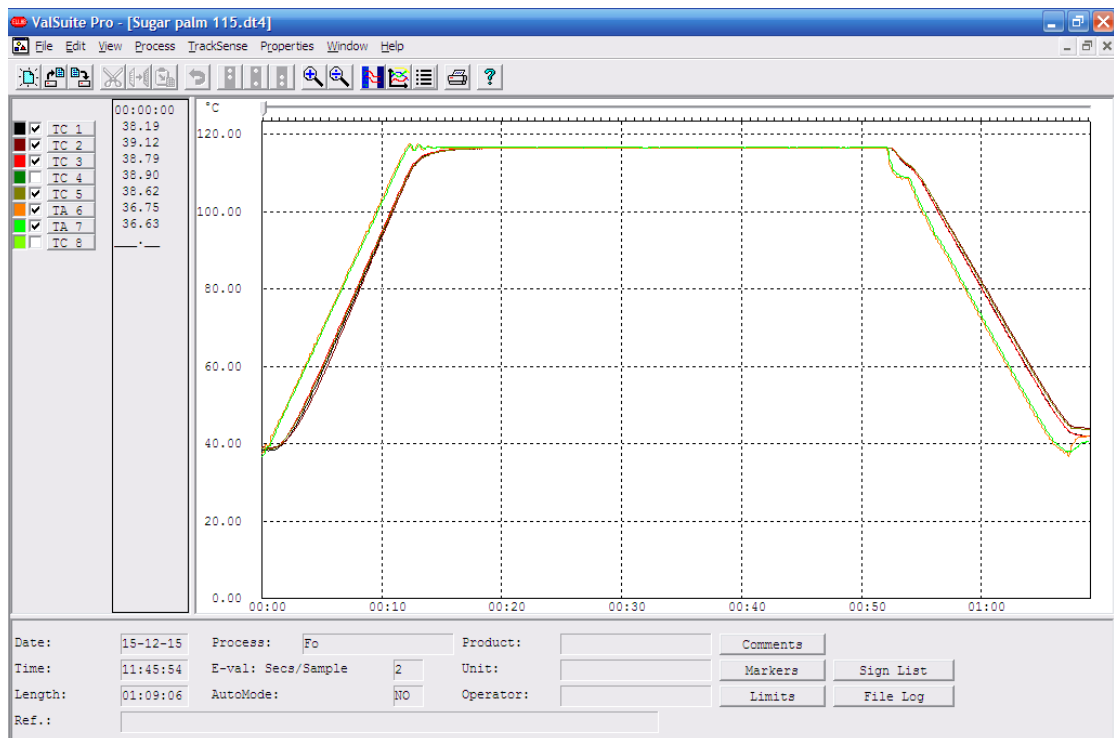
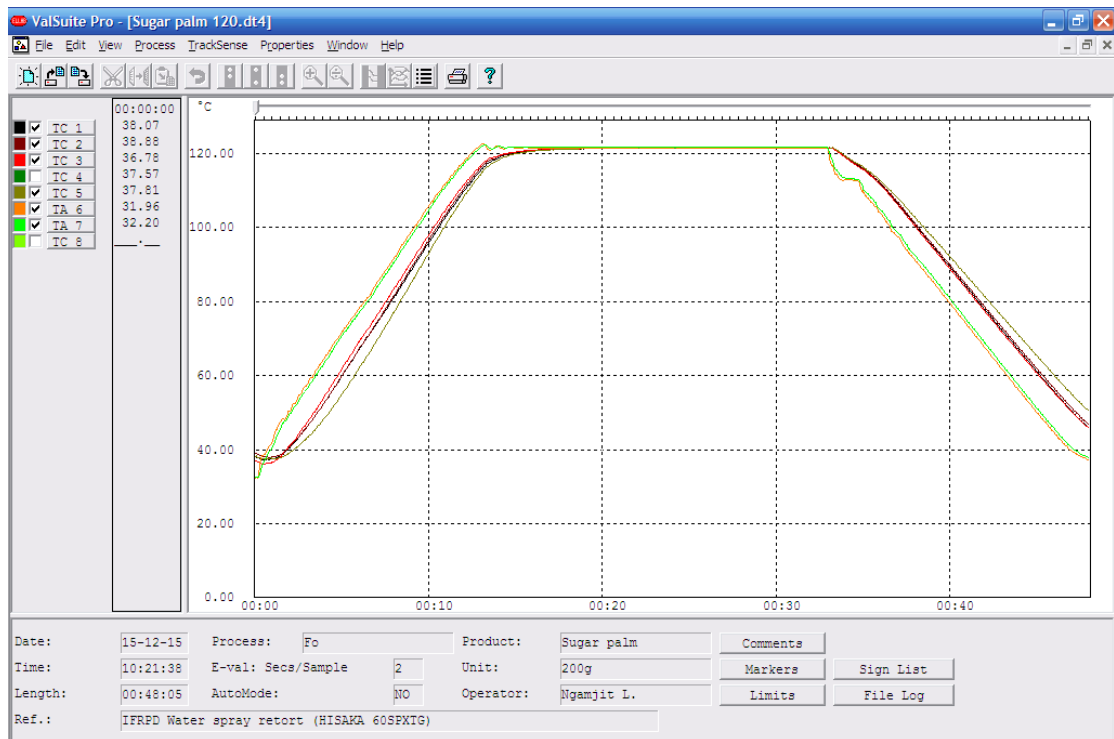
ผลการทดลอง

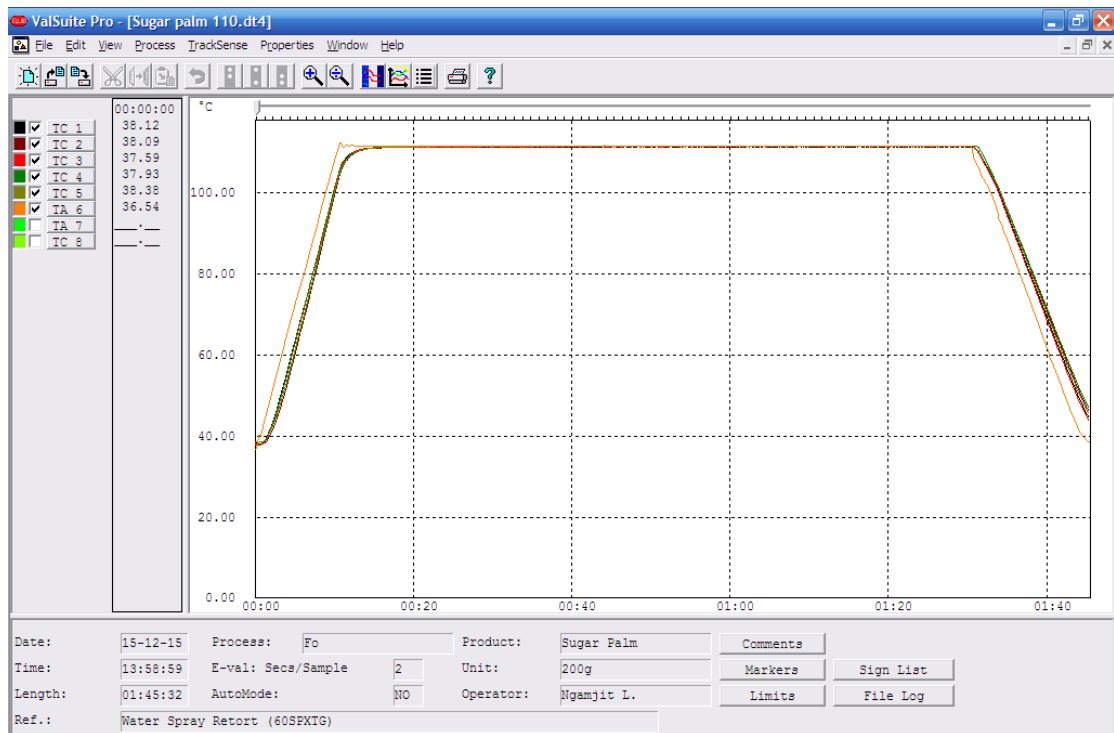
การเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำตาลสดในระหว่างการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างกัน

Sample	Condition			F_0 (min)
	CUT	Sterilized	Cooling	

	(min)	Temp. (°C)	Time (min)	Press. (MPa)	(min)	
120°C	12	120	20	0.18	15	18.7
115°C	12	115	40	0.17	15	12.2
110°C	10	110	80	0.15	15	7.8

จากผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในตัวอย่างน้ำตาลสด ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อพบว่า การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงใช้เวลาในการฆ่าเชื่อน้อยกว่าการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่ำ โดยการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และ 115 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที ได้ค่า F_0 เท่ากับ 18.7 และ 12.2 นาที ตามลำดับ ซึ่งเพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ *Cl. Botulinum* ที่สามารถสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยมีค่า F_0 อย่างน้อย 3 นาที และจุลินทรีย์กลุ่มที่ทนความร้อนสูง (Thermophile) ซึ่งมีค่า D-value ($D_{250^\circ\text{F}} = 4.0\text{-}5.0$ min) มากกว่า *Cl. Botulinum* ส่วนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110°C ใช้เวลามากกว่าการฆ่าเชื้อที่ 120 องศาเซลเซียสเป็น 4 เท่า แต่มีค่า F_0 น้อยกว่าเป็นสองเท่า





ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลสด

(มผช.๓๘/๒๕๕๗)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

น้ำตาลสด

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะน้ำตาลสดพร้อมดื่มที่เป็นน้ำตาลสดแท้ที่ไม่มีการเจือน้ำและไม่มีการแต่งรสด้วยน้ำตาล บรรจุในภาชนะบรรจุ ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บรักษา ขนส่งและวางจำหน่ายโดยการแช่เย็นเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. บทนิยามความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้มีดังต่อไปนี้

2.1 น้ำตาลสด หมายถึง น้ำหวานที่ได้จากช่อดอกของต้นตาลที่มี ชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Borassus flabellifer* Linn. หรือช่อดอกของต้นมะพร้าวที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Cocos nucifera* Linn. หรือก้านของช่อดอกของต้นจากที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Nypa fruticans* Wurm. นำไปกรองและฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ก่อนหรือหลังบรรจุ และต้องเก็บรักษาโดยการแช่เย็น

2.2 วิธีพาสเจอร์ไรส์ หมายถึง กรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไปต้องเป็นของเหลวขุ่น อาจตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 สีส้มต้องมีสีดีตามธรรมชาติของน้ำตาลสด

3.3 กลิ่นรสต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำตาลสด ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นแอลกอฮอล์กลิ่นรสเปรี้ยวบูดเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอมต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.5 สารที่ละลายน้ำต้องไม่น้อยกว่า 11 องศาบริกซ์ การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.6 วัตถุเจือปนอาหารห้ามใช้สีสังเคราะห์และวัตถุกันเสียทุกชนิดการทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.7 จุลินทรีย์

3.7.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.7.2 แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร

3.7.3 สเตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.7.4 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.7.5 คลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.7.6 โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

3.7.7 เอสเชอริเชีย โคไล ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

3.7.8 ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำน้ำตาลสดให้เป็นไปตามภาคผนวก ก. และสถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุน้ำตาลสดในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 ปริมาตรสุทธิของน้ำตาลสดในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลากการทดสอบให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำตาลสดทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.)
- (2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
- (3) ปริมาตรสุทธิ เป็นมิลลิลิตรหรือลิตร
- (4) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุหรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
- (5) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น
- (6) เลขสารบบอาหาร
- (7) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้หมายถึง น้ำตาลสดที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอมการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 ข้อ 5. และข้อ 6. ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำตาลสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสารที่ละลายน้ำและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า 300 มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 และ 3.6 จึงจะถือว่าน้ำตาลสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า 300 มิลลิลิตรกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าน้ำตาลสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสินตัวอย่างน้ำตาลสดต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำตาลสดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสีและกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำตาลสดอย่างน้อย 5 คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างน้ำตาลสดลงในแก้วใสโดยมีกระดาษสีขาวเป็นฉากหลัง ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

ภาคผนวก ก.

สัญลักษณ์(ข้อ 4.1)

ก. 1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก. 1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก. 1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง และ และสกปรก

ก. 1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เหม่า ควั่น

ก. 1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก. 1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก. 1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก. 1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์รอการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไมใช้แล้ว หรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก. 1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก. 1.2.4 ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อโรค

ก. 2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก. 2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก. 2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาด

เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม

ก. 3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก. 3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ ต้องสะอาด มีคุณภาพดี ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัย จัดเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.3.3 เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง

ก. 4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก. 4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก. 4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก. 4.3 มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ

ก. 4.4 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก. 4.5 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก. 5.1 ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ก. 5.2 ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใดๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่

ภาคผนวก จ

แบบสัมภาษณ์แหล่งผลิตน้ำตาลโตนด

แบบสัมภาษณ์

เรื่อง

การสำรวจแหล่งผลิตน้ำตาลโตนดของ อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....

บ้านเลขที่..... หมู่ที่..... ตำบล..... อำเภอ.....

วันที่สัมภาษณ์..... เดือน..... พ.ศ.

คำแนะนำ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน () ให้ตรงกับคำตอบหรือกรอกข้อความในช่องว่างที่กำหนด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร

1. เพศ (....) ชาย (....) หญิง

2. อายุปี

3. การศึกษา

(....) ไม่ได้ศึกษา

(....) จบการศึกษาระดับประถมศึกษา

(....) จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา (....) จบการศึกษาระดับอนุปริญญา, ปวส.

(....) อื่นๆ.....

ตอนที่ 2 สภาพการผลิต

4. อาชีพหลัก (ใช้เวลามากที่สุดในรอบปี)

(.....) การเกษตร (ระบุ).....ไร่

(.....) ทำตาลโตนด.....(ไร่) (ตัน)

(.....) อื่นๆ.....

5. อาชีพรอง

(.....) ทำตาลโตนด.....(ไร่)

6. ลักษณะการครอบครองที่ดินเฉพาะพื้นที่ปลูก (ตาล)

(.....) ที่ดินของตนเอง (ระบุ).....ไร่

(.....) เช่าผู้อื่น (ระบุ)..... ไร่

7.รูปแบบการปลูก

รูปแบบการปลูก.....เช่น ขึ้นเองตามธรรมชาติเช่นตามคันนา
หรือ ปลูกเป็นสวนตาล

8. ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เฉลี่ยต่อต้น

(.....) ลูกตาลอ่อน.....กก. ราคาผลผลิตต่อกก.บาท

(.....) น้ำตาลสด.....กก. ราคาผลผลิตต่อกก.บาท

(.....) อื่น ๆ(ระบุ)..... ราคาผลผลิตต่อกก.บาท

9. จำนวนผลผลิตต่อวัน

(....) ลูกตาลอ่อน.....กก. รายได้ต่อเดือน.....บาท

(....) น้ำตาลสด.....กก. รายได้ต่อเดือน.....บาท

(....) อื่นๆ(ระบุ).....

10. การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์

(....) มี โดย.....

(....) ไม่มี

(....) อื่นๆ(ระบุ).....

11. การเก็บผลผลิต

(....) (ตอนเช้า).....โมง ถึง.....โมง

(....) (ตอนเย็น).....โมง ถึง.....โมง

(....) อื่นๆ(ระบุ).....

12. รูปแบบการเก็บเกี่ยว.

(....) ขึ้นเอง

(....) จ้าง

(....) อื่นๆ(ระบุ).....

13. ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวขายให้กับ

(....) แปรรูปเอง สถานที่จำหน่าย.....

(....) พ่อค้ามารับซื้อที่แปลง

(....) นำไปส่งที่ตลาด

(....) นำไปขายให้กับแม่ค้า

(....) อื่น ๆ ระบุ.....

ข้อเสนอแนะ

ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ฉ

ภาพขั้นตอนการทำการทดลอง

ตอนที่ 1 แสดงภาพการศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลโตนดสด



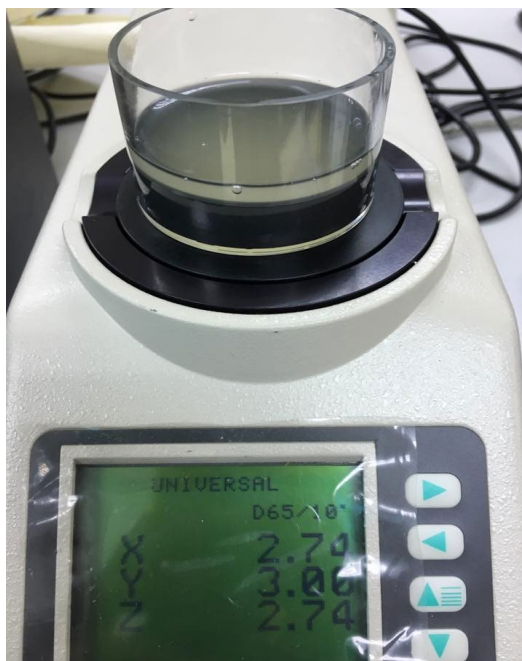
ภาพที่ 1 แสดงกระบอกไม้ไผ่ที่ใช้รองรับน้ำตาลโตนดสดบนต้น



ภาพที่ 2 แสดงคุณลักษณะปรากฏของน้ำตาลโตนดสด



ภาพที่ 3 แสดงเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 4 แสดงการวัดค่าสีของน้ำตาลโดนดสด

ตอนที่ 2 แสดงภาพการศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลโดนดสเตอร์ไรส์



ภาพที่ 5 แสดงขนาดของถุงรีทอร์ทแพคเกจที่ใช้ในการทดลอง



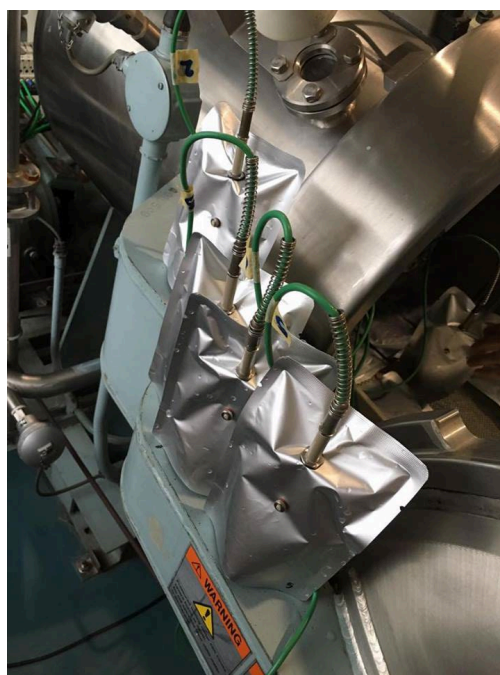
ภาพที่ 6 แสดงการพาสเจอร์ไรส์ 73 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที



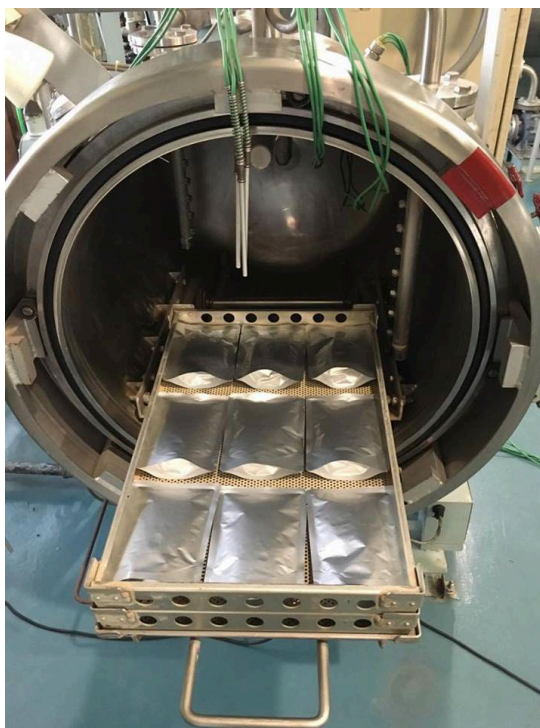
ภาพที่ 7 แสดงการเตรียมถุงรีทอร์ทเพาซ์



ภาพที่ 8 แสดงการบรรจุน้ำตาลโตนดลงถุงรีทอร์ทเพาซ์



ภาพที่ 9 แสดงอุปกรณ์ในการหาค่า F_0

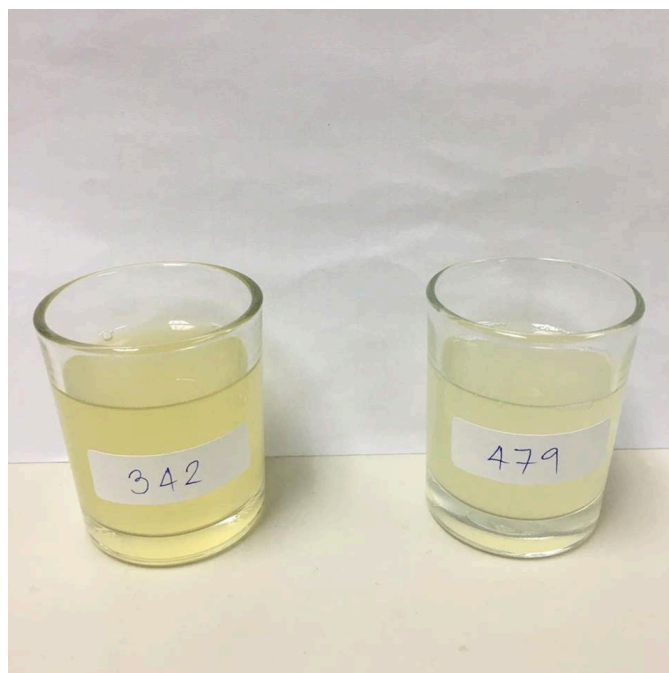


ภาพที่ 10 แสดงเครื่องรีทอร์ทที่ใช้ในการทดลอง

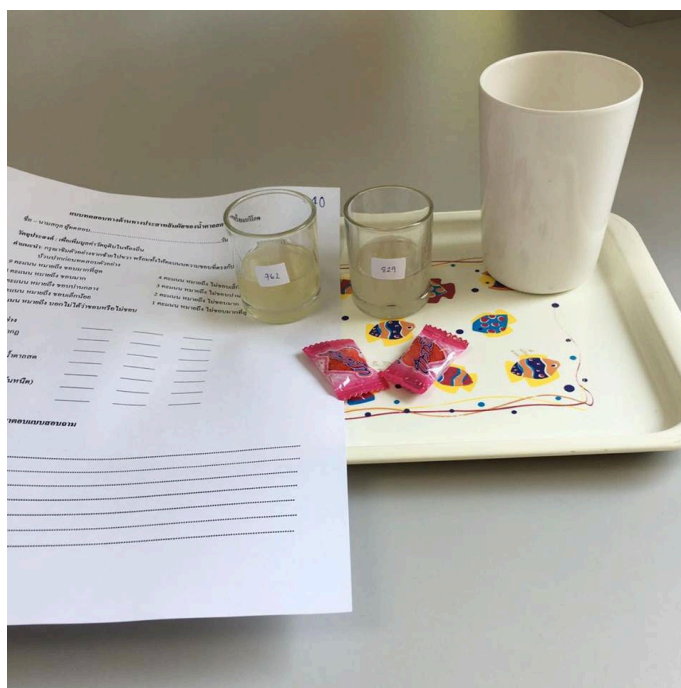


ภาพที่ 11 แสดงลักษณะปรากฏของน้ำตาลโดนดที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส (ตัวอย่าง 1)
115 องศาเซลเซียส (ตัวอย่าง 2) 120 องศาเซลเซียส (ตัวอย่าง 3)

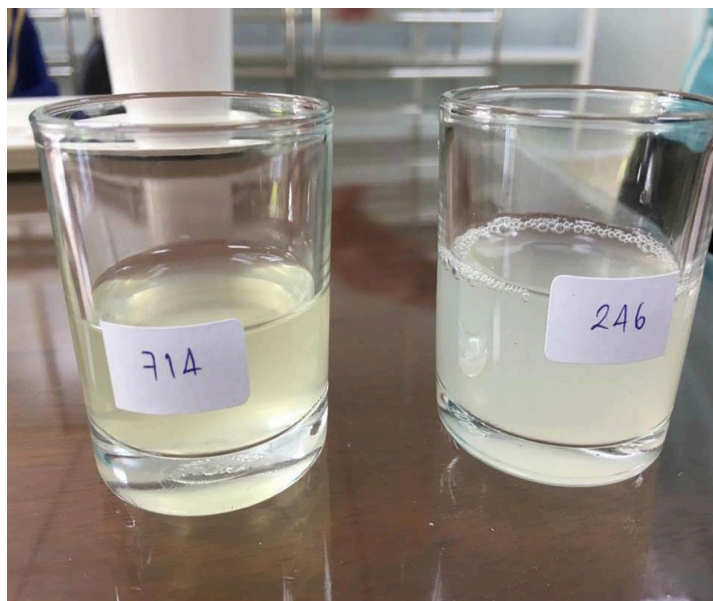
ตอนที่ 3 แสดงภาพการศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำตาลโตนดสเตอร์ไลส์



ภาพที่ 12 แสดงการทดสอบชิม 0 เดือน รหัส 342 (120 องศาเซลเซียส) รหัส 479 (พาสเจอร์ไรส์)



ภาพที่ 13 แสดงการทดสอบชิม 1 เดือน รหัส 762 (120 องศาเซลเซียส) รหัส 829 (พาสเจอร์ไรส์)



ภาพที่ 14 แสดงการทดสอบชิม 2 เดือน รหัส 714 (120 องศาเซลเซียส) รหัส 246 (พาสเจอร์ไรส์)



ภาพที่ 15 แสดงการทดสอบชิม 3 เดือน รหัส 273 (120 องศาเซลเซียส) รหัส 152 (พาสเจอร์ไรส์)



ภาพที่ 16 แสดงการทดสอบชิม 4 เดือน น้ำตาลโตนดสีเข้ม (120 องศาเซลเซียส)

น้ำตาลโตนดสีอ่อน (พาสเจอร์ไรส์)



ภาพที่ 17 แสดงปริมาณตะกอนในเดือนที่ 0



ภาพที่ 18 แสดงปริมาณตะกอนในเดือนที่ 1



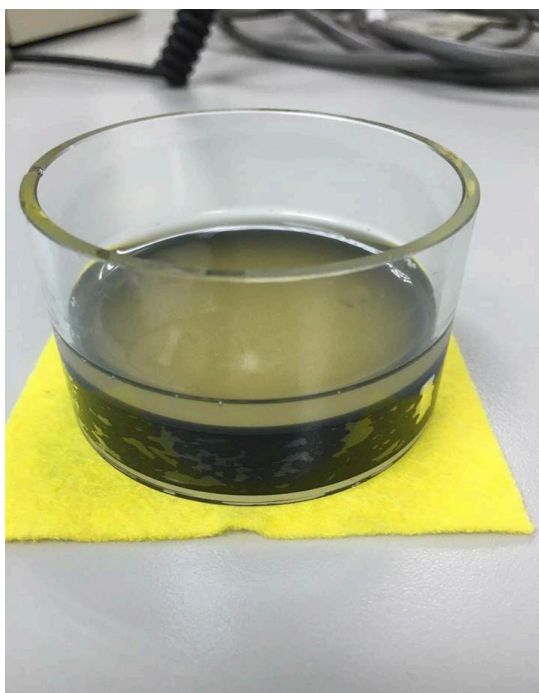
ภาพที่ 19 แสดงปริมาณตะกอนในเดือนที่ 2



ภาพที่ 20 แสดงปริมาณตะกอนในเดือนที่ 3



ภาพที่ 21 แสดงปริมาณตะกอนในเดือนที่ 4



ภาพที่ 22 แสดงอุปกรณ์ในการวัดค่าสี



ภาพที่ 23 แสดงการวัดค่าความถ่วงจำเพาะ



ภาพที่ 24 แสดงอุปกรณ์ในการไทเทรตกรดทั้งหมด (แลคติก)



ภาพที่ 25 แสดงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากของน้ำตาลโตนดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
จากงานวิจัยที่ศึกษา



ภาพที่ 26 แสดงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากของน้ำตาลโตนดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
จากงานวิจัยที่ศึกษา



ภาพที่ 27 แสดงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากของน้ำตาลโตนดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
จากงานวิจัยที่ศึกษา



ภาพที่ 28 แสดงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากของน้ำตาลโตนดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
จากงานวิจัยที่ศึกษา

ภาคผนวก ช

ผลงานวิจัยที่ผ่านการเผยแพร่



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6
วันเสาร์ ที่ 9 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

แนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด

Guidelines on the product development and value added from Palmyra Palm

(*Borassus Flabellifer* L.)

สุภัทรา กล่ำสกุล¹ บำเพ็ญ นิ่มเขียน² ประกาศ ชมภูทอง³

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี สถานที่ทำงาน
คณะเทคโนโลยีการเกษตร /สถานที่ติดต่อ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โทรศัพท์ 032 493 270 อีเมล sklamsakul@hotmail.com

^{2,3}สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี สถานที่ทำงาน
คณะเทคโนโลยีการเกษตร /สถานที่ติดต่อ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โทรศัพท์ 032 493 270

อีเมล bnimkian@yahoo.com ; อีเมล prakard_c@hotmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ แนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด โดยศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลโตนดสดพบว่า มีค่าความสว่าง (L^*) 26.73 ค่าสีแดง (a^*) -1.07 ค่าสีเหลือง (b^*) 1.93 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 11.25 องศาบริกซ์ ค่าพีเอช 5.73 ปริมาณกรดแลคติก 0.098 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลซูโครส เท่ากับ 5.56 3.59 และ 4.97 กรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม ค่าความชื้นร้อยละ 86.60 โปรตีนร้อยละ 0.19 เถ้าร้อยละ 0.26 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 12.95 แคลอรีทั้งหมด 52.56 แคลอรีต่อหนึ่งร้อยกรัม ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา เท่ากับ 7.5×10^7 1.8×10^4 และ 2.7×10^2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ไม่พบจุลินทรีย์ชนิด *E. coli* และนำมาศึกษาอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อน้ำตาลโตนดที่ 110 115 120 องศาเซลเซียสโดยบรรจุจีสเตอร์เพาซ์ โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ได้ค่า F_0 เท่ากับ 12 นาที เวลาในการฆ่าเชื้อเท่ากับ 15 นาที และมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 19.55 ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ -2.18 และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 3.36 และพบว่าทุกอุณหภูมิตรวจไม่พบจุลินทรีย์ชนิด จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา Thermophilic anaerobe และ Flat sour thermophilic

คำสำคัญ: ตาลโตนด1 น้ำตาลสด2 รีทอร์ทเพาซ์3 สเตอริไลซ์4

Abstract

The objective of this study is to develop a value-added product from Palmyra palm. Color values of the sugar palm juice was exhibited as brightness (L^*) of 26.73, redness (a^*) of -1.07, and yellowness (b^*) of 1.93. Total soluble solid was 11.25 °Brix. The titratable acidity as lactic acid equivalent of the sugar palm juice and pH value were 0.098 % and 5.73, respectively. Total sugar, reducing sugar and sucrose contents were 5.56, 3.59, and 4.97 g/100 g, respectively. Moisture content of the sugar palm juice was 86.60 %. Protein content was 0.19 %. Ash content was 0.26 %. Carbohydrate content was 12.95 %. Total calories were 52.56 cal/100 g. Aerobic plate count, yeast, and mold counts were 7.5×10^7 , 1.8×10^4 and 2.7×10^2 CFU/ml, respectively. There was no *E. coli* found



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6
วันเสาร์ ที่ 9 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ตาลเชื่อม ขนมหาล ที่มีการแปรรูปและขายกันในท้องถิ่น ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ
แนวทางการเพิ่มมูลค่าของตาลโตนด ด้วยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อที่จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่
สำคัญ นำไปสู่แนวทางการจัดการ การผลิตในเชิงพาณิชย์ที่เหมาะสม เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน เป็นการ
ช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น และความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของประชาชนในโอกาสต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลโตนดสด
- 2.2 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์

3. ขอบเขตของการวิจัย

- 3.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลโตนดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดอ้อนตัวได้ (Retort pouch)
- 3.2 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัส

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลสดตามธรรมชาติ

นำน้ำตาลสดที่เก็บจากต้นตาลใหม่ๆจากเกษตรกรที่มารวม และรวมให้เป็นชุดเดียวกันของการเก็บวันนั้น
โดยเก็บตัวอย่างโดยการแช่น้ำแข็งเพื่อป้องกันการเสื่อมเสีย และนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่

- 1.1 คุณภาพทางกายภาพ
 - 1.1.1 ปริมาณสิ่งแปลกปลอม โดยการใช้การกรอง
 - 1.1.2 วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab ค่าที่วัดได้แก่ L^* , a^* , b^*
- 1.2 คุณภาพทางเคมี
 - 1.2.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้โดยใช้ Hand refractometer
 - 1.2.2 การวัดค่าความเป็นกรด -ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter
 - 1.2.3 ปริมาณกรด (Titratable acidity)
 - 1.2.4 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (AOAC, 2012)



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6
วันเสาร์ ที่ 9 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

- 2.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ
 - 2.1.1 วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab ค่าที่วัดได้แก่ L^* , a^* , b^*
 - 2.1.2 วิเคราะห์ค่า F_0 ในทุกอุณหภูมิโดยเครื่อง Hot Water Spray Retort
- 2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา
 - 2.3.1 จุลินทรีย์รวมทั้งหมด
 - 2.3.2 ยีสต์และรา
 - 2.3.3 Thermophile anaerobe (BAM Online 2001, Chapter 21A)
 - 2.3.4 Flat sour thermophilic (BAM Online 2001, Chapter 21A)

การทดสอบทางกายภาพและเคมีโดยการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design
วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลสดตามธรรมชาติ

5.1 คุณภาพทางกายภาพ

5.1.1 ปริมาณสิ่งแปลกปลอมโดยใช้การกรอง

สิ่งแปลกปลอมในน้ำตาลโดนดสดที่พบในน้ำตาล 1 ลิตร พบเศษของไม้พะยอม 3-4 ชิ้น โดยเกษตรกรมีการใส่ไม้พะยอมเพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของน้ำตาลโดนดสด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล (2532) ที่ศึกษาผลของวัตถุดิบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำตาลโดนด โดยมีการเติมไม้พะยอม 4-5 กรัมต่อน้ำตาลโดนดสด 1 ลิตร เพื่อเป็นการป้องกันการเสื่อมเสียและงานวิจัยของ วรุดม โภยสมบัติ (2536) ที่ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำตาลโดนดสดที่เก็บเกี่ยวโดยวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร ตัวอย่างน้ำตาลโดนดสดที่ใช้ไม้พะยอมและไม้ที่ไม่ใช่ไม้พะยอมเป็นวัตถุดิบเสีย พบว่าปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นทั้งหมดเท่ากับ 10^8 และ 10^9 โคโลนีต่อมิลลิเมตร แสดงให้



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6
วันเสาร์ ที่ 9 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

จากตารางที่ 2 พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของน้ำตาลโตนดสด มีค่าเท่ากับ 11.25 องศาบริกซ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภารัตน์ เตี้ยไพบูลย์ (2546) ที่ศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับ 11.2 องศาบริกซ์และงานวิจัยของ มนสวีย์ โพษานาญ (2552) ได้รายงานค่าของปริมาณของแข็งที่ได้บ่งบอกถึงปริมาณความหวานของน้ำตาลโตนดสด ถ้ามีมากจะส่งผลให้น้ำตาลโตนดสดมีความหวานมาก แต่ถ้ามีน้อยจะส่งผลให้น้ำตาลโตนดสดมีความหวานน้อย

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับ 5.73 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภารัตน์ เตี้ยไพบูลย์ (2546) ที่ศึกษาค่า pH ของน้ำตาลโตนดสด มีค่าเท่ากับ 5.76 และ งานวิจัยของ มนสวีย์ โพษานาญ (2552) ได้ศึกษาผลของเวลาในการร่อนรับน้ำตาลโตนดสดบนต้นที่มีผลต่อค่า pH ในรายงานกล่าวว่าถ้าใช้เวลาในการร่อนรับน้ำตาลโตนดนานจะส่งผลให้ค่า pH ลดลง เพราะจุลินทรีย์จำพวกแลคติกแบคทีเรีย ที่เป็นปัญหาสำคัญทำให้เกิดการหมักในน้ำตาลโตนดสด ส่งผลต่อทำให้เกิดการผลิตกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ค่า pH ในน้ำตาลโตนดสดต่ำลง

ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแลคติก) ของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับ 0.098 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2555) ศึกษาปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.098 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเวลาในการร่อนรับน้ำตาลโตนดสดบนต้นมีผลต่อค่าปริมาณกรดทั้งหมด เพราะถ้าระยะเวลาในการร่อนรับนานจะส่งผลให้ค่าปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำตาลโตนดสดที่ได้ศึกษา

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับ 8.56 กรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ของน้ำตาลโตนดสด มีค่าเท่ากับ 3.59 กรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2555) ที่ศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของน้ำตาลโตนดสดมีค่าเท่ากับ 11.25 องศาบริกซ์และงานวิจัยของ มนสวีย์ โพษานาญ (2552) ได้รายงานค่าของปริมาณของแข็งที่ได้บ่งบอกถึงปริมาณความหวานของน้ำตาลโตนดสด ถ้ามีมากจะส่งผลให้น้ำตาลโตนดสดมีความหวานมาก แต่ถ้ามีน้อยจะส่งผลให้น้ำตาลโตนดสดมีความหวานน้อย



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6
วันเสาร์ ที่ 9 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำตาลโตนดสด

ชนิดของจุลินทรีย์	โคโลนีต่อมิลลิลิตร
Aerobic plate count	7.5×10^7
<i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ
Yeast	1.8×10^4
Mold	2.7×10^2

จากตารางที่ 4 พบว่าตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดที่ศึกษา ไม่พบ *Escherichia coli* ซึ่งสอดคล้องกับ (มผช.38/2557) ที่กำหนดไว้ว่าในน้ำตาลโตนดสดจะต้องไม่พบ *Escherichia coli* ในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) เท่ากับ 7.5×10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ปริมาณยีสต์ (Yeast) เท่ากับ 1.8×10^4 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และปริมาณเชื้อรา (Mold) เท่ากับ 2.7×10^2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6
วันเสาร์ ที่ 9 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ตารางที่ 6 แสดงค่าสีของน้ำตาลโตนดสดบรรจุถุงรีทอร์ทแพคเกจที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ	ค่าสี		
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
110°C	19.55 ^a ±0.19	-1.89 ^a ±0.04	5.51 ^a ±0.24
115°C	19.44 ^a ±0.15	-2.02 ^a ±0.09	4.33 ^b ±0.05



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6
วันเสาร์ ที่ 9 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

6. ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

เกษตรกร ผู้ประกอบการ และหน่วยงานราชการที่สนใจในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปี 2559 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และผู้ให้การสนับสนุนทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้บรรลุวัตถุประสงค์

8. เอกสารอ้างอิง

- กวีดา เลิศกิจสมบุญ. (2547). ผลของการใช้เมมเบรนและความร้อนต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนด : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ณัฐฉา อินทรักษ์. (2550). การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องหุงสุกในถุงผ้าเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปราจีนบุรี.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2552). น้ำตาลซูโครส. สืบค้น 30 พฤษภาคม 2559 จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0978/sucrose>
- มนสุวีร์ ไพชำนาญ. (2552). ผลของการปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดสดต่อคุณภาพน้ำตาลโตนดเข้มข้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มุทิตา มีนุ่น. (2548). ความคงตัวของสารให้กลีสรสในน้ำตาลโตนดระหว่างกระบวนการให้ความดันความร้อนและการเก็บรักษา : รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มุทิตา มีนุ่น. (2555). การปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวและผลการแปรรูปน้ำตาลโตนดสดที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเข้มข้นในจังหวัดสงขลา : รายงานวิจัย. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รพีพร เอี่ยมสะอาด. (2557). คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและการต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลโตนด: รายงานวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วรวิทย์ โกสมบัติ. (2536). การศึกษาจุลินทรีย์ในน้ำตาลโตนดสด. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2557). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน : มผช.38/2557. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- สุภารัตน์ เตียไพบูลย์. (2546). ผลของการใช้ความดันสูงและความร้อนต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุนันทา วัฒนสินธุ์. (2545). จุลินทรีย์กับการหมักในจุลชีววิทยาทางอาหาร. (หน้า 277-283) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เสาวลักษณ์ จิตบรรเจิดกุล. (2532). ผลของวัตถุดิบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- A.O.A.C. (2012). *Official Methods of Analysis*. The association of official Analytical chemists Arlington, Virginia.
- BAM Online. (2001). *Bacteriological Analytical Manual*. <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods>.