โครงการวิจัยที่ 1

โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนด อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก

(Sugar palm product development at Watboat, Phitsanulok)

ชื่อโครงการ : โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนด อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก

Sugar palm product development at Watboat, Phitsanulok

หัวหน้าโครงการวิจัย : ดร.อนุชิต กุลมาลา

โรงเรียนวัดโบสถ์ศึกษา อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

บทคัดย่อ

243126

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกที่ผลิตจากตาลโตนดในเขตพื้นที่ อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน สีสรรสวยงาม รสชาดดี สะอาดถูกสุขอนามัย และเป็นที่ต้องการของตลาดอย่างยั่งยืน ด้วยการคัดเลือกเกษตรกรผู้ผลิตจาก 5 แหล่งผลิตในพื้นที่ศึกษามาทดลองได้แก่ ของนายทองหล่อ นกนาค(แหล่งผลิตA) นายบุญยืน นาควัฒน์(แหล่งผลิตB) นายพอง ทองเนียม(แหล่งผลิตC) นายจวน อุ่นวงค์(แหล่งผลิตD) และ นายจิน นกนาค(แหล่งผลิตE) ผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกมีมาตรฐานดีนั้น ต้องเคี่ยวน้ำตาลที่อุณหภูมิระหว่าง 90-100 องศาเซลเซียส และใช้เวลาเคี่ยวประมาณ 2 ชั่วโมงจะได้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกสีเหลืองนวล และจะทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา มีค่าลดลงอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยต่อผู้บริโภค องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลปึก ได้แก่ ปริมาณไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า จากทั้ง 5 แหล่งผลิตมีปริมาณไม่แตกต่างกัน คือปริมาณ คาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วง86-90% ไขมัน ~0.10-0.25 % โปรตีน ~1.00-1.25 % เถ้า ~2.9-3.9 %

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส คุณลักษณะด้านความหวาน รสชาด และความชอบโดยรวม ของน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิตโดยใช้นิสิต และสนใจ จำนวน 50 คน เป็นผู้ประเมินพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ด้านสีกับเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$) โดยน้ำตาลปึกของแหล่งผลิต A B และ E ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่าน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต CและD

สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้คงความมาตรฐานได้ดีที่สุดคือ บรรจุภัณฑ์ที่เป็นถุงพลาสติกแบบพิเศษ(ซนิดขุ่น)(KOP) และเมื่อเติมวัตถุดูดซับออกซิเจนจะช่วยยืดอายุและคงสภาพของผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาคุณภาพน้ำตาลปึกได้นานกว่า 30 วันนอกจากนี้พบว่ากล่องบรรจุภัณฑ์ขนาด 500 กรัม ราคา 40 บาท เป็นที่ชื่นชอบและผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกมากที่สุด

ABSTARCT

243126

The main purpose of this study was to develop a standard quality and well accepted of the solid sugar palm product in the area of Watbot district, Phitsanulok province. An appropriate processes in science and technology were employed to produce a solid standard quality i.e good taste, colour of product and hygienically clean to meet consumer acceptance.

During the production process, the physical and chemical characteristics of solid sugar palm could change to a brownish yellow color while being simmered to form solid sugar palm at all 5 production sites; Mr.Tonghor(siteA) Noknag,Mr.Boonyun Namwat(siteB) , Mr.Pong Tongneam(siteC) ,Mr.Juan Unwong(siteD) and Mr.Jin Noknag(siteE) . It is clear that the temperature and duration of the simmering process affected the color of the solid sugar palm. The suitable time for simmering the sugar palm was 2 hours and the temperature must be controlling at 90-100°C. Stickiness of the texture increased as the time of simmering increased till it formed the solid sugar palm. The solid sugar palm texture from the production sites A, B, and D had a high characteristic of softness which is the characteristic of a better texture, compared to the texture from sites C and E.

Overall the quality of microbes, yeast, and fungi in liquid sugar palm used for making the solid sugar palm from the 5 production sites decreased till it met the safety criteria during simmering time period. The quantity of fat, protein, carbohydrate, and ash of the products from the 5 sites was slightly different. The quantity of protein and carbohydrate was higher than that the amount of fat.

The perception examination on sweetness, taste, and overall attractiveness of the solid sugar palm from the 5 sites yielded were not significant differences. Nevertheless, the color and texture were significantly different at 95 % ($p < 0.05$). It was conclude that, the solid sugar palm produced from the sites A, B and E was more acceptable than from sites C and D.

The KOP pouch with an oxygen absorbent agent was the best way for storage and preservation of the product. The KOP package with the oxygen absorbent agent could prolong the durability of the product up to 30 days. The package of 500 g capacity at a price of 40 baht was most acceptable by consumers.

บทที่ 1

บทนำ

การทำตาล เป็นอาชีพเก่าแก่ ที่ได้รับการถ่ายทอดสืบต่อกันมาตั้งแต่บรรพบุรุษ ผู้ประกอบอาชีพนี้ต้องทำด้วยใจรักและมีความชำนาญอย่างสูง เริ่มตั้งแต่ต้องดูว่าตาลต้นใดจะให้น้ำตาลที่ดี และที่สำคัญคนทำตาลจะต้องมีประสบการณ์อย่างมากในการนวดและปาดตาลเพื่อให้ได้น้ำตาลทีมีคุณภาพ ทั้งนี้เพราะถ้าการนวดหรือปาดตาลไม่ถูกวิธีจะทำให้ได้น้ำตาลคุณภาพต่ำหรือไม่ได้น้ำตาล ปัจจุบันผู้ประกอบอาชีพทำตาลเหลือน้อยลงเพราะเป็นงานที่หนัก ต้องเสี่ยงชีวิตกับความสูงและต้องมีความอดทนอีกทั้งรายได้น้อยและไม่แน่นอน คนทำตาลที่มีฐานะค่อนข้างดีมักส่งบุตรหลานไปเรียนหนังสือในระดับสูงและเปลี่ยนไปยึดอาชีพอื่นทำให้ขาดผู้สืบทอดแม้แต่ผู้มีฐานะยากจนก็ไม่นิยมยึดอาชีพนี้ สาเหตุเพราะไม่มีต้นตาลเป็นของตนเองต้องเช่าผู้อื่นทำซึ่งอัตราค่าเช่าสูงทำให้รายได้ไม่คุ้มค่าเช่า รวมทั้งยังมีค่านิยมในการประกอบอาชีพอื่นซึ่งมีรายได้ประจำ เช่น การรับราชการ หรือ เป็นลูกจ้างในสถานประกอบการต่างๆในเมือง มากกว่าการทำตาลที่มีรายได้ไม่แน่นอน ก่อให้เกิดปัญหาการละทิ้งถิ่นฐาน เหลือแต่ผู้สูงอายุเฝ้าบ้าน หากปล่อยให้สถานการณ์อย่างนี้ดำเนินต่อไป อาชีพทำตาลคงจะค่อยๆหมดและหายไปจากชุมชน ทำให้สูญเสียการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ อีกทั้งเป็นเรื่องที่น่าเสียดายหากคนรุ่นหลังจะไม่มีโอกาสได้ลิ้มรสอันหอมหวานของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากตาลที่สำคัญขนมไทยทั้งหลายที่ต้องการความหอมและหวานจากน้ำตาลปึกก็คงจะหารับประทานไม่ได้

อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก ในอดีตมีชื่อว่า "บ้านตาลโตนด" เนื่องจากมีต้นตาลโตนดเป็นจำนวนมากปัจจุบันอาชีพการทำตาลมีไม่มากนัก อีกทั้งจำนวนต้นตาลโตนดก็ลดลงไปอย่างรวดเร็วพร้อมๆ กับจำนวนเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพนี้ ในการสำรวจของคณะผู้วิจัยพบว่า จำนวนตาลโตนดในเขตอำเภอวัดโบสถ์ขณะนี้ยังมีเหลืออยู่ไม่ถึง 30000 ต้นและมีเพียงร้อยละ ไม่ถึง 10 ประมาณ 3000 ต้นเท่านั้น ที่เกษตรกรยังคงใช้ประโยชน์ แต่ที่น่าแปลกใจก็คือผลผลิตและผลิตผลที่ได้จากตาลโตนดกลับเป็นสินค้าที่เลื่องชื่อของชาววัดโบสถ์ ไม่ว่าจะเป็น น้ำตาลสดบรรจุขวด น้ำตาลปึก น้ำตาลกะทิ ลอนตาล จาวตาลแช่อิ่ม และขนมตาล ล้วนทำรายได้ให้เกษตรกรที่ยังคงประกอบอาชีพนี้และน่าจะขยายตัวได้มากขึ้นเรื่อยๆถ้าได้รับการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ยั่งยืน ปัญหาของกลุ่มเกษตรกรคือ

1. คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐานอาทิ สี และรสชาดไม่คงที่
2. ไม่มีการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์
3. มีการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตสูง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี รวมทั้งศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ หาความเหมาะสมและเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนให้เกษตรกร คณะผู้วิจัยคาดหวังว่าจากการที่กลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการมีรายได้เข้าสู่ชุมชนเพิ่มขึ้น ทำให้เกษตรกรรายอื่นๆ ที่เคยทำตาลหรือมีตาลโตนดแต่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดแรงจูงใจสนใจที่จะหันมาประกอบอาชีพการทำตาล หรือนำน้ำตาลสดมาส่งที่แหล่งผลิตในชุมชนหรือให้ผู้ผลิตเช่าต้นตาลโตนด ทำให้เกิดรายได้แน่นอนเข้าสู่ชุมชน จะส่งผลให้เกษตรกรสามารถยืนอยู่ได้ด้วยตนเอง และชุมชนเข้มแข็ง

วัตถุประสงค์

(1) วิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพดีและสม่ำเสมอ

(2) ศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อการยืดอายุของผลิตภัณฑ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

กลุ่มเกษตรกร ได้รับความรู้ความเข้าใจจากการจัดอบรมสัมมนาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำตาลปึกอย่างถูกสุขอนามัยและแนะนำเกี่ยวกับการใช้ตาเศรษฐกิจ เพื่อลดการสูญเสียพลังงานลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง

จัดตั้งศูนย์เรียนรู้การใช้ประโยชน์จากตาลโตนดให้กับชุมชน ซึ่งเกษตรกรสามารถเข้าไปศึกษาหาความรู้และใช้เป็นสถานที่ประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีความเข้าใจแนวทางที่เหมาะสมและยั่งยืนในการใช้ประโยชน์จากตาลโตนดอย่างคุ้มค่า รวมทั้งเกิดการหวงแหนต้องการอนุรักษ์ ทรัพยากรท้องถิ่นส่วนนี้ไว้

หน่วยงานที่นำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

(1) กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตและเกษตรกรผู้สนใจ

(2) นักวิจัยได้รับประสบการณ์และพัฒนาองค์ความรู้

(3) นิสิตได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาอุตสาหกรรมในครัวเรือน

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

โดยสภาพปัจจุบันการผลิตน้ำตาลโตนดของเกษตรกรอำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลกซึ่งเป็นการผลิตในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่มักได้น้ำตาลที่มีคุณภาพไม่แน่นอนด้วยเหตุนี้ การวิจัยพัฒนาคุณภาพจึงมีความจำเป็นเพื่อการปรับปรุงคุณภาพรส สี กลิ่นให้มีมาตรฐานเป็นที่ต้องการของตลาดอย่างยั่งยืน ตลอดจนต้องพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อการถนอมอาหารและเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยที่ทำมาในอดีตส่วนใหญ่ เป็นการสำรวจ อาทิสำรวจจำนวนต้นตาล ลักษณะของต้นตาลโตนด (กีร์ เทรบุลย์ 2526) การทำน้ำตาลจากต้นตาลโตนดในประเทศไทยและอินเดีย (Ballga 1961 pp. 149-151) และการทำน้ำตาลจากต้นตาลโตนดในประเทศศรีลังกา Okafor (1972) ปริมาณผลผลิตของน้ำตาลสด (รัชนีพร หงส์ยาภรณ์ 2544) Browning & Symons (1916) กระบวนการและวิธีการผลิต(กนก ติรวัฒนะ2531) มีการวิจัยเกี่ยวกับการหาองค์ประกอบของน้ำตาล(สุกัญญา จันทะชุม 2540) การใช้ประโยชน์จากต้นตาลโตนด(กีร์ เทรบุลย์ 2526) รวมทั้งการวิจัยที่มุ่งเน้นการลดต้นทุนการผลิต โดยลดการสูญเสียพลังงาน (ประมาณ เทพสงเคราะห์ 2540)

โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อให้ได้น้ำตาลปึกคุณภาพสม่ำเสมอและศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ รวมทั้งพัฒนากลุ่มหรือองค์กรให้มีความรู้ความสามารถในการบริหารจัดการกลุ่มอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพและรู้จักการศึกษาต้นทุน-รายได้เปรียบเทียบของการผลิตแบบดั้งเดิมกับแบบใหม่

รายละเอียดเกี่ยวกับตาลโตนด

1.พืชที่ให้น้ำตาล

พืชที่ให้น้ำตาลได้มากที่สุดและดีที่สุดชนิดแรก คือ พืชตระกูลปาล์ม อันได้แก่ ตาลโตนด มะพร้าว จาก เต่าร้าง ลาน นอกจากนี้มีพืชชนิดอื่น ๆ ที่ให้น้ำตาล เช่น อ้อย ข้าวฟ่าง ต้นเมเปิ้ลผักกาดหัว บีทรูด วิธีการได้น้ำตาลมี 2 วิธีด้วยกัน คือ ใช้รองจากดอก และใช้เจาะยอดอ่อนจากลำต้นทำให้น้ำหวานไหลออกมา สำหรับในประเทศไทยเรามีปาล์มอยู่ 2 ชนิด ที่นิยมนำมาทำเป็นน้ำตาล คือ น้ำตาลโตนด และน้ำตาลมะพร้าว สำหรับน้ำตาลที่ได้จากมะพร้าวปัจจุบันมีการทำกันอย่างแพร่หลาย ด้วยเหตุผลที่ว่าน้ำตาลที่ได้จากมะพร้าวทำได้ง่ายกว่าน้ำตาลที่ได้จาก ตาลโตนด

โดยเฉพาะเวลาของการให้ผลผลิต ซึ่งตาลโตนดต้องใช้เวลารอดอกผลนานเป็นสิบ ๆ ปี อีกทั้งการให้ผลผลิตยังแบ่งออกเป็นฤดูกาลอีกด้วย น้ำตาลที่ได้จากตาลโตนดมีรสหอมหวานมีลักษณะเป็นปึกหรือ บรรจุในปีบ ส่วนน้ำตาลที่ได้จากมะพร้าว จะมีรสหอมหวานออกเค็ม มีความหอมน้อยกว่าน้ำตาลโตนด น้ำตาลมีความชื้นค่อนข้างมาก เวลาเคี่ยวต้องใช้เวลานานกว่าจะแห้ง และเวลาจะทำเป็นปึกจะต้องใช้ใบกล้วยมาห่อเป็นกระทงแบน ๆ ใส่น้ำตาลให้เย็นเพื่อให้มีลักษณะเป็นปึก น้ำตาลที่ได้จากมะพร้าวจะมีเนื้อไม่ละเอียด หากเอามือบดดูจะเห็นเป็นเม็ด ๆ คล้ายเม็ดทราย เวลาเก็บใส่ปีบจะมีความเหลวมากกว่าน้ำตาลโตนด

ตาลโตนด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borasas flabellifer L.* จัดอยู่ ในสกุล *Borassas* ชื่อสามัญ Palmyra Palm ตาลโตนดเป็นพืชตระกูลปาล์มพัดชนิดหนึ่งซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นทั่วไปในเขตร้อน ทั้งในทวีปเอเชีย แอฟริกาและอเมริกาใต้ เป็นที่รู้จักแพร่หลายในแอฟริกาตอนกลาง และตะวันตก ภายใต้ชื่อว่า "Ronier" (*Borassus aethiopium*) นักชีววิทยาเชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดในเอเชียตอนใต้แถบฝั่งตะวันออกของอินเดียและกระจายตัวทั่วภูมิภาคเอเชียได้แก่ อินเดีย ศรีลังกา สหภาพเมียนมาร์ กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย สำหรับไทยนั้น ตาลโตนดน่าจะมีการปลูกมาก่อนสมัยทวารวดี เพราะจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ พบว่า เมื่อประมาณพุทธศตวรรษที่ 11-16 ได้มีตราประทับรูปคน ปีนต้นตาล แสดงว่าในสมัยนั้นได้รู้จักวิธีใช้ประโยชน์จากตาลโตนดแล้ว นอกจากนี้ตาลโตนดยังถูกบันทึกเป็น ลายลักษณ์อักษรมาตั้งแต่สมัยโบราณ เช่น จารึกวัดแดนเมือง จารึกวัดศรีคูณเมือง จารึกวัดศรีเมือง จารึกวัดถ้ำสุวรรณคูหา ตาลโตนดมีชื่อเรียกกันหลายชื่อด้วยกัน เช่น ตาลใหญ่ ตาลนาไทย ทางภาคเหนือเรียก ปาลีตาล ภาคใต้ เรียก โนด เขมร เรียก ตะนอย แต่ละประเทศมีการทำน้ำตาลสดจากต้นปาล์มต่างชนิดกัน ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและดินฟ้าอากาศของประเทศนั้นๆ อาทิ ประเทศไทยและอินเดีย ทำน้ำตาลจากทั้งตาลโตนดและมะพร้าว(Ballga 1961) ประเทศฟิลิปปินส์ ศรีลังกา และหมู่เกาะฮาวายทำน้ำตาลจากมะพร้าว(Rosario *et. al.* 1967) สำหรับประเทศไนจีเรีย กานา และคองโก มีการทำน้ำตาลจาก oil palm (*Elaeis guineensis* และ *Raphia vinifera*) (Van and Swings 1971) ส่วนในประเทศลิเบียและแอฟริกาเหนือทำน้ำตาลจากต้นอินทผลัม (data palm : *Phoenix dactylifera*) (Ayemor 1971) นอกจากนี้ยังมีการทำน้ำตาลจากพืชตระกูลปาล์มอื่นๆ อีก ได้แก่ ต้นจาก (*Nipa fruticans*) ต้นค้อ (*Livistona spp.*) ต้นลาน (*Corypha umbraculifera*) buri palm (*Corypha elata*) sugar palm (*Aringa saccharifera*) Wight's sago palm (*Aringa wightii*) sago palm (*Cayota urens*) และ wild date palm (*Phoenix sylvestris*) (Ahmad *et. al.* 1954)

ตาลโตนดมีสองสายพันธุ์ คือ พันธุ์ที่มีผลสีดำ (Black skin) หรือตาลโตนดตา และพันธุ์ที่มีผลสีแดง (Red skin) หรือตาลโตนดข้าว ทั้ง 2 สายพันธุ์มีลักษณะทางสรีรวิทยาใกล้เคียงกันแต่พบว่าพันธุ์ที่มีผลสีแดงจะให้ผลผลิตสูงกว่า และมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าพันธุ์ที่มีสีดำเล็กน้อย (Kovoor 1983) ในประเทศไทยตาลโตนดสามารถขึ้นได้เองในทุกท้องที่เกือบทุกจังหวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน

ภาคกลางพบมากในจังหวัดชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง สุพรรณบุรี อยุธยา กาญจนบุรี นครปฐม ภาคตะวันตกพบมากที่จังหวัดเพชรบุรี ภาคตะวันออกมีมากที่จังหวัดปราจีนบุรี ภาคเหนือมีมากที่จังหวัดพิษณุโลก นครสวรรค์ และภาคใต้มีมากที่จังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราช สำหรับจังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีตาลโตนดมาก โดยเฉพาะในพื้นที่ของอำเภอวัดโบสถ์เป็นพื้นที่ที่มีตาลโตนดมากที่สุดของจังหวัดพิษณุโลก ถึงแม้ว่าปัจจุบันอำเภอวัดโบสถ์จะมีตาลโตนดเหลือประมาณ 30000 ต้น ซึ่งส่วนใหญ่มีอายุประมาณ 40-70 ปี และมีเพียงร้อยละ 10 หรือประมาณ 3000 ต้นเท่านั้น ที่เกษตรกรยังคงใช้ประโยชน์ และจำนวนน้ำตาลสดที่ผลิตได้จากวัดโบสถ์มีประมาณ 1854 ลิตรต่อวัน (รัชนีพร หงสยาภรณ์ 2544)

2.ลักษณะทางสรีรวิทยาและนิเวศวิทยาของตาลโตนด

ตาลโตนดเป็นพืชที่ชอบอากาศร้อน เจริญได้ดีในพื้นที่ดินทรายหรือดินปนทรายและดินเหนียวในดินที่เปียกแฉะ เช่น ตามทุ่งนา ตาลโตนดเจริญได้ดีในดินทรายและบริเวณที่มีน้ำกร่อยท่วมถึงจะเจริญได้รวดเร็วและมีน้ำหวานมาก โดยสามารถเจริญได้ดีในพื้นที่ไม่มีไม้อื่นปกคลุม

ภาพที่ 2.1 ลักษณะลำต้นและใบตาล

ลำต้น ตาลโตนดเป็นพืชลำต้นเดี่ยว (Single stem) มีลักษณะชะลูด ขึ้นจากพื้นดินเพียงต้นเดียว ไม่มีการแตกหน่อ ในระยะแรกๆมีความสูงโดยปกติ 18-25 เมตร(บางต้นอาจสูงถึง 30 เมตร) ลำต้นตรงหรือโค้งเล็กน้อย โคนต้นอวบใหญ่ วัดโดยรอบได้ประมาณ 1 เมตร เมื่อความสูงระยะ 4 เมตร ลำต้นจะเริ่มเรียวลง วัดโดยรอบได้ประมาณ 40 เซนติเมตร ระยะ 10 เมตร พ้นจากพื้นดินลำต้นจะเริ่ม

ขยายออกใหม่ จนวัดโดยรอบได้ประมาณ 50 เซนติเมตร และคงที่จนถึงยอด เปลือกลำต้นขรุขระและมีสีเทาเป็นวงซ้อนๆ กัน (กีร์ เทรบุลย์ 2526)

ใบ ใบตาลโตนดมีลักษณะยาวใหญ่เป็นรูปพัด (Flobellate หรือ Fan leaf หรือ Palmate leaf) ใบจะมีใบย่อยเรียกว่า Segment ซึ่งแตกออกจากจุดๆเดียวที่ปลายก้าน ขอบใบมีหนามทู่สีดำ ใบอ่อนมีสีเขียวเข้มเป็นรูปวงกลม ใบแก่จะมีสีน้ำตาลอ่อนขนาดใบรัศมีประมาณ 100-150 เซนติเมตร แต่ละใบมีอายุไม่เกิน 3 ปี ตาลโตนด 1 ต้น สามารถให้ใบได้ 15-20 ใบต่อปี ส่วนที่เป็นทางตาลอาจยาว 2 เมตร จะมีความหนาและโค้งตามความยาว มีหนามขนาดไม่สม่ำเสมอทั้ง 2 ข้างของทางตาล(กีร์ เทรบุลย์ 2526)

ราก รากตาลโตนด มีลักษณะเป็นเส้นกลม ยาวออกเป็นกระจุก คล้ายรากมะพร้าว แต่หยั่งลึกลงไปในดิน ไม่แผ่ไปตามแนวหน้าดิน หาอาหารได้มาก ฉะนั้นจึงไม่รบกวนพืชอื่นที่เจริญข้างเคียง เช่น ต้นข้าว(Kovoor 1983)

ภาพที่ 2.2 ช่อดอกตาล (หรืองวงตาล)และการนวดงวงตาล

ช่อดอก (งวงตาล) ดอกของตาลโตนดเป็นชนิดไม่สมบูรณ์เพศ คือมีเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียอยู่คนละต้น ช่อดอกของต้นตัวผู้แตกแขนงออกเป็น 2-4 งวงต่อขั้วแต่ไม่มีก้าน ดอกเรียงอัดแน่นคล้ายงวงช้างจึงเรียก ว่า งวงตาล ช่อดอกตัวผู้จะมีขนาดใหญ่ยาวถึง 2 เมตร ประกอบด้วยช่อดอกหรืองวง 7-8 งวง ก้านดอกจะยาวประมาณ 30-40 เซนติเมตร ในแต่ละงวงมีดอกเล็กๆเรียงตัวเป็นกระจุก กระจุกละ 30 ดอก กลีบดอกมี 3 กลีบ มีก้านละอองเกสร 6 อัน ในต้นหนึ่งๆ จะมีช่อดอก 3-9 ช่อ ใน 1 ช่อดอกประกอบด้วยดอกตัวผู้มากน้อยแล้วแต่ความสมบูรณ์ของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียช่อดอกจะห่อหุ้มด้วยกาบช่อดอกขนาดใหญ่และมีกลีบห่อหุ้มดอกขนาดใหญ่ห่อหุ้มดอกอยู่ด้วย ดอกแรกกลางดอกถัดไปจะเป็นดอกเดี่ยวสลับกันไปตลอด กลีบดอกมี 3 กลีบ มีรังไข่ 3 อัน ติดผลเป็นพวงหรือทลาย สีม่วงเข้มถึงดำ ตาลโตนดตัวเมียจะออกช่อช้ากว่าตัวผู้เล็กน้อย มีประมาณ 10 ช่อเศษๆ มีขนาดใหญ่และชุ่มน้ำหวานมากกว่า แม้ช่อจะมีจำนวนดอกน้อยกว่าดอกตัวผู้ ตาลโตนดตัวเมียจะทยอยออก

ช่อเรื่อยๆ แม้จะมีจำนวนน้อยกว่าแต่สามารถเก็บเกี่ยวน้ำตาลได้ตลอดทั้งปี ตาลโตนดตัวเมียจึงมีประโยชน์กว่าตาลโตนดตัวผู้โดยจะสามารถใช้ทำน้ำตาลและส่วนของลอนตาล ส่วนตัวผู้จะใช้ทำน้ำตาลได้อย่างเดียวหรือตัดลำต้นมาทำเฟอร์นิเจอร์ ดังนั้นตาลโตนดตัวเมียจึงมีค่ามากกว่าตาลโตนดตัวผู้ (กีร์ เทรบุลย์ 2526)

ภาพที่ 2.3 ผลตาลอ่อน (ภายในคือลอนตาล) และ ผลตาลสุก (ลอนตาลกลายเป็นจาวตาล)

ผล ตาลโตนดให้ดอกและผลได้หลายครั้ง ผลเกิดกับตาลโตนดตัวเมียเท่านั้น โดยออกเวียนรอบต้นตามกาบใบ ผลอ่อนมีสีเขียวติดอยู่กับทลายคล้ายกับทลายมะพร้าว ผลแก่จัดมีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำเป็นมัน(แดง) ขนาดผลใหญ่เท่ากับผลส้มโอ ภายในเป็นเส้นละเอียด เมื่อสุกจะมีสีเหลืองแก่ ผลตาลแก่จัด (สุก) จะมีกลิ่นหอม จากการศึกษาพบว่า เนื้อตาลสุกประกอบด้วยแป้งและน้ำตาล เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมของแคโรทินอยด์ซึ่งให้สีเหลืองใช้แต่งสีขนมต่างๆ เช่น ขนมตาล ขนมเคก ขนมขี้หนูและไอศกรีม ในหนึ่งทลายมีประมาณ 10-15 ผล ผลหนึ่งมีประมาณ 2-4 เมล็ด มีลักษณะแบนมีขนาดประมาณ 3×2×1/2 นิ้ว

ผลตาลโตนดแบ่งส่วนประกอบออกเป็น 3 ส่วน (ปิฎฐะ บุนนาค 2511)

1. เปลือกชั้นนอก มีลักษณะผิวเรียบเป็นมัน เรียกว่า Exocarp
2. ส่วนที่เป็นเส้นใยสด เรียกว่า Mesocarp
3. ส่วนที่เป็นเปลือกหรือกะลาแข็งหุ้มเมล็ด เรียกว่า Endocarp

3. การใช้ประโยชน์จากตาลโตนด

3.1 รับประทานผล การเก็บผลเพื่อขายผลตาลอ่อน (ลอนตาล) ตาลโตนดจะเริ่มให้ผลหลังจากปลูกประมาณ 15 ปีขึ้นไป ตาลโตนดที่เก็บผลเพื่อขายผลตาลอ่อน ต้องเป็นตาลโตนดตัวเมียเท่านั้นโดยใช้พะองปีนขึ้นไป ใช้มีดเฉือนขั้วทะลาย ผูกเชือกค่อยๆ หย่อนลงพื้นดินเฉาะเอาเมล็ดตาลในผลออกที่เรียกว่า " ลอนตาล " ตาล 1 ผลจะให้ลอนตาลประมาณ 1 - 4 ลอน นำไปใส่ถุงขาย

กิโลกรัมละ 40-50 บาท แล้วแต่ฤดู ภายในลอนตาลเมื่อปลอกเปลือกออกจะเป็นเนื้อสีขาว อ่อนนุ่ม รสหวานใช้บริโภคสด หรือทำขนมประเภทของหวาน รับประทานกับน้ำแข็ง แต่ถ้าไม่เก็บผลเพื่อขาย ลอนตาล ผลตาลจะค่อยๆ แก่ และสุก

3.2 การทำน้ำตาลโตนด การทำน้ำตาลโตนด แต่เดิมทำเพื่อบริโภคภายในครัวเรือนหรือเพื่อแจกจ่ายญาติพี่น้องและนำไปถวายพระในเทศกาลทางศาสนาต่างๆ โดยใช้เวลาว่างหลังจากการทำนาแล้ว ปัจจุบันมีการทำน้ำตาลโตนดเพื่อจำหน่ายเป็นอาชีพ มีการจัดตั้งกลุ่มผู้ผลิตน้ำตาลโตนด รวบรวมน้ำตาลสดเพื่อส่งเตาเคี่ยวน้ำตาล ผลิตน้ำตาลปี๊บ และน้ำตาลปึกส่งขายทั้งใน และนอกประเทศ

3.3 อาหารจากส่วนต่างๆ ของต้น เช่น แกงหัวตาล เป็นอาหารที่มีมาตั้งแต่โบราณกาล แกงหัวตาลได้มาจากลูกตาลอ่อนหรือลอนตาลที่ยังอ่อนอยู่โดยปลอกเปลือกและฝานเป็นชิ้นบางๆ ต้มกับน้ำเกลือหรือแช่น้ำมะขามเปียกเสร็จแล้วล้างน้ำให้สะอาด นำไปแกงกับกะทิแบบแกงเผ็ดใส่กระชายใส่พริกแกงที่ผสมเนื้อปลาย่างลงไปปรุงรสด้วยน้ำตาลพร้อมกับใส่เนื้อย่างลงไปรับประทานได้เลย

3.4 เครื่องใช้ภายบ้านที่ทำจากส่วนต่างๆ ของตาลโตนด(สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์ 2544)

- เฟอร์นิเจอร์จากไม้ตาลโตนด ปัจจุบันเป็นที่นิยมมาก เนื่องจากแข็งแรง ทนทาน ราคาไม่แพงมากนัก มีตั้งแต่ของใหญ่พวกโต๊ะ เก้าอี้ เตียงนอนจนถึงของชำร่วยเล็กๆ เช่นกล่องใส่บุหรี่ ถ้วยน้ำชา แจกันใส่ดอกไม้ ครกและอื่นๆ อีกมากมาย

- ใบตาล ที่ยังอ่อนใช้ทำตะกร้า หมวก เสื่อ กระเป๋า พัด แปรง ไม้กวาด เชือก ส่วนใบแก่ ใช้ทำพัดตาลปัตรมุงหลังคาบ้าน

-ทางตาลหรือก้านใบใช้ทำโต๊ะเก้าอี้

- ลำต้น ต้นตาลโตนดที่มีอายุมาก ลำต้นจะมีเนื้อไม้ที่แข็งแรงสามารถแช่อยู่ในน้ำได้เป็นเวลานานไม่ผุง่าย จึงนิยมใช้ทำเสาบ้าน ทำเสาท่าเทียบเรือ หรือ สะพานปลา ส่วนผู้ที่มีอาชีพเลี้ยงหอยนางรม ยังสามารถใช้ต้นตาลตัดเป็นท่อนๆ ผ่าซีก วางไว้ให้หอยนางรมเกาะเป็นที่เลี้ยงหอยได้ดีอีกด้วย รวมทั้งใช้ขุดเป็นเรืออีโปง ท่อน้ำ สะพาน กลอง เสา ไม้เท้า ด้ามร่ม กรอบรูปจนถึงเครื่องครัวชิ้นสำคัญคือ ครกและสากกะเบือ

3.5 ส่วนประโยชน์ในด้านการใช้เป็นยาสมุนไพร ประโยชน์ในการใช้เป็นยาสมุนไพร เพื่อใช้รักษาโรคสามารถใช้ได้ 4 ส่วนคือ ราก กาบ งวงตาล และใบ (กีร์ เทรบุลย์ 2526)

- ส่วนแรกคือราก ซึ่งมีรสหวานเย็น นำมาต้มน้ำดื่มช่วยแก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้ต่อมทอนซิลอักเสบ แก้พิษซางตานขโมยในเด็ก บางคนใช้เป็นยาชูกำลัง ช่วยขับเลือด ขับพยาธิ หากรากที่งอกอยู่เหนือดินที่เรียกว่าตาลแขวน มีรสหวานเย็นปนฝาดนิดๆ ใช้แก้ไข้ที่มีพิษร้อนได้ชะงัดนัก

- ส่วนของกาบ หรือก้านใบที่บางคนเรียกว่าทางตาล หากเป็นก้านใบสดให้อังไฟหรือย่างแล้วบิดหรือบีบเอาแต่น้ำทานแก้ท้องร่วง ท้องเสีย แก้ปวดเมื่อย หรืออมแก้โรคปากเปื่อยก็ได้

- งวงตาล หรือช่อตาลซึ่งมีรสหวานเย็น ใช้แก้ตานขโมยในเด็กช่วยขับพยาธิ ทานแล้วทำให้

สดชื่นแจ่มใสเบิกบาน

- ใบตาล ใช้แก้อาการกระสับกระส่ายสำหรับสตรีหลังคลอดบุตร คนโบราณนำใบมาคั่วให้เหลืองแล้วบดเป็นผง จะสูบหรือเป่าก็ได้ ใช้ช่วยลดความดันโลหิต ใช้ทำพัดเครื่องจักสาน ใช้ทำปุ๋ยพืชสด หรือเผาเป็นเถ้าใช้ในแปลงนา เนื่องจากมีธาตุโปแตสเซียมสูง

-ช่อดอกใช้ผลิตน้ำหวานนำมาทำเป็นน้ำผึ้ง น้ำตาลปึก น้ำตาลแว่น เครื่องดื่ม น้ำส้มสายชู ผลแก่ใช้บริโภคสด เชื่อม บรรจุกระป๋อง ผลแก่ส่วนเนื้อ (mesocarp) มีสีเหลืองสด นำมาคั้นเอาเส้นใยออก มีกลิ่นหอมใช้ปรุงเป็นขนมหวาน

-เมล็ดใช้เพาะจาวตาลหรือใช้เป็นอาหารสัตว์ ตากแห้งทำเชื้อเพลิง

4. กระบวนการผลิตน้ำตาลปึก

กระบวนการผลิตน้ำตาลปึก เริ่มต้นด้วยการทำความสะอาดกระบอกไม้ไผ่โดยการล้างน้ำเปล่าให้สะอาดและทำการผึ่งแดดให้แห้ง เพื่อเป็นการป้องกันการเจริญของเชื้อราและยีสต์ อันเป็นต้นเหตุในการเกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นยังต้องทำการรมควันประมาณ 30-60 นาที ของกระบอกไม้ไผ่ด้วย จากนั้นใส่เปลือกไม้พะยอมกระบอกไม่ไผ่กระบอกละ 1-2 ชิ้น เพื่อป้องกันการเสียของน้ำตาลสดหลังจากที่เก็บน้ำตาลสดลดลงมาจากต้นใหม่ก่อนนำมาทำการผลิต นอกจากนี้ยังมีความเชื่อว่า เปลือกไม้พะยอมยังมีส่วนช่วยในการเพิ่มความหอมหวานให้กับตัวน้ำตาลสดได้อีกด้วย

จากนั้นนำกระบอกไม้ไผ่รองรับน้ำตาลสดจากรวงตาลโดยนิยมเก็บน้ำตาลสดในช่วงเวลาเช้า (5.00-7.00 น.) และช่วงเย็น (15.00-17.00 น.) เนื่องจากอากาศในช่วงเช้าค่อนข้างเย็น ถ้าเก็บน้ำตาลสดในช่วงสาย หรือ บ่ายจะเพิ่มการเสื่อมเสียของวัตถุดิบได้ เนื่องจากอากาศค่อนข้างร้อน จากนั้นทำการกรองน้ำตาลสด ด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกเปลือกไม้พะยอม แมลง ผึ้ง และสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ออกไป นำน้ำตาลสดมาต้มจนเดือดสังเกตจากน้ำตาลสดเปลี่ยนเป็นสีม่วง และเกิดฟอง หรือชาวบ้านนิยมเรียกว่าการขึ้นฟืน นั้นหมายถึงน้ำตาลสดสามารถที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำตาลปึกได้แล้ว

จากนั้นก็นำไม้พายมากวนน้ำตาลสดให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยนิยมกวนจากด้านบนสุดของขอบกระทะลงมาด้านล่าง เพื่อให้ได้น้ำตาลสีขาวนวล ซึ่งการกวนใช้เวลาที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลสดที่ใช้ในการผลิตในตอนแรก เมื่อกวนน้ำตาลสดจนสามารถที่จะตักเป็นก้อน คือกวนจนทำให้น้ำตาลสดนั้นไม่เหลว แต่มีลักษณะที่สามารถตักเป็นก้อนได้ ตักน้ำตาลมาหยอดตามเบ้าที่เตรียมไว้ในกะด้งซึ่งรองด้วยผ้าขาวบาง ผึ่งให้แห้งโดยจะใช้เวลาประมาณ 10 นาที จึงแกะน้ำตาลปึกออก รอให้เย็นแล้วบรรจุลงในถุงหรือกล่อง

4.1.วิธีการเก็บน้ำตาลสด

วิธีการเก็บเกี่ยวน้ำตาลสดโดยทั่วไปมีหลักการคล้ายคลึงกัน คือทำให้ส่วนช่อดอกหรือยอดอ่อนช้ำ ต้นตาลโตนดจะส่งน้ำตาลสดมาตามท่อน้ำตาลเพื่อรักษาอาการบอบช้ำนั้น เมื่อปาดส่วนของช่อดอกหรือเจาะที่ส่วนยอดก็จะมีน้ำหวานไหลออกมา ตาลสดเมื่ออายุประมาณ 12-25 ปี จะเริ่มให้น้ำตาลสดและเก็บเกี่ยวได้ถึง 80 ปี การเก็บเกี่ยวจะทำได้ตลอดทั้งปี โดยจะเก็บวันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ใช้ภาชนะรูปทรงกระบอก เช่น กระบอกไม้ไผ่ขนาดความจุ 1-3.5 ลิตร แขวนรองรับน้ำตาลสดที่ไหลออกจากงวงตาล โดยใช้ไม้เคี่ยมหรือไม้พะยอม (Family Diplerocarpoceae) ตัดเป็นชิ้นขนาด 3-5 กรัม ใส่ลงในกระบอกก่อนแขวนรองรับน้ำตาลสดที่งวงตาล เพื่อชะลอการเสื่อมเสียของน้ำตาลสดระหว่างการเก็บเกี่ยว น้ำตาลสดที่ได้ในตอนเช้าจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำตาลสดที่เก็บตอนบ่ายเนื่องจากการรองรับน้ำตาลสดในเวลากลางคืนเกิดช้ากว่า นอกจากนี้พบว่าน้ำตาลสดที่เก็บในตอนเช้าจะให้น้ำตาลสดปริมาณมากกว่า และมีปริมาณความหวานสูงกว่าน้ำตาลสดที่เก็บในตอนบ่าย

4.2. การเตรียมงวงตาลก่อนการปาดตาล

1. วิธีการโยกงวงตาลตัวผู้

เมื่อตาลโตนดออกปลีและออกงวงจะมีดอกออกตามงวง งวงตาลที่ออกมาปกติจะมีลักษณะคล้ายมือ ให้เลือกเอามือที่มีงวงสมบูรณ์ 2-3 มือ นอกนั้นให้ตัดทิ้งไปสำหรับมือที่อยู่บริเวณโคนของปลีควรทิ้งไว้เป็นพี่เลี้ยง เมื่องวงยาวประมาณ 1 คืบ จึงทำการโยกงวงได้ วิธีโยกให้ใช้มือจับปลีโยกไปมา โดยค่อยๆ โยกช้าๆ ในระยะแรก แล้วครั้งต่อไปให้โยกแรงขึ้น ปกติจะโยกวันละครั้งหรือสองครั้ง แต่ละครั้งให้โยกประมาณ 3-10 นาที เมื่อโยกได้ 5-8 ครั้ง ให้เริ่มทำการนวดงวงโดยใช้ไม้คาบตาล ควรนวดวันละ 3-8 ครั้ง แล้วทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน จึงปาดงวงตาลให้ลึกพอประมาณเมื่อมีน้ำตาลไหลซึมเต็มหน้างวงตาลแล้ว ให้นำกระบอกไม้ไผ่ซึ่งเตรียมไว้ไปรอง โดยเอางวงตาลใส่ในกระบอกไม้ไผ่ เทน้ำให้เต็มกระบอกและท่วมถึงโคนงวงตาลที่นวดไว้ คอยเติมน้ำให้ท่วมโคนงวงอยู่เสมอๆ ทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน จึงเอางวงออกจากกระบอกและปาดตาลทุกเช้าเย็น แต่ละครั้งให้ลึกประมาณ 1-4 มิลลิเมตร

2. วิธีนวดงวงตาลตัวเมีย

เมื่อตาลออกปลี มีดอกซึ่งมีผลติดอยู่รอบๆ เมื่องวงตาลงอกจากปลีประมาณ 20-30 วัน จึงจะเริ่มนวดได้ ก่อนนวดควรจะเลือกงวงที่สมบูรณ์ 1-2 งวงเท่านั้น ส่วนที่เหลือเก็บเอาไว้เป็นพี่เลี้ยง การนวดจะนวดวันละ 1 ครั้ง เวลาใดก็ได้ นวดครั้งละประมาณ 5-10 นาที เมื่อนวดได้ประมาณ 3-15 ครั้ง ให้ทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน จึงปาดงวงตาลให้ลึกพอประมาณ ถ้ามีน้ำตาลสดไหลออกมาให้หยุดนวดแล้วปาดตาลทุกเช้าเย็น ปาดให้ลึกครั้งละประมาณ 4-5 มิลลิเมตร จนเห็นว่าน้ำตาลสดไหลดีแล้วให้

นำกระบอกรองที่เตรียมไว้รองได้ ในบางที่มีการเร่งให้น้ำตาลสดไหลได้เร็วและแผลที่ปาดตาลแห้งสนิท โดยใช้วงที่ถูกนวดแล้วแช่ในน้ำผสมโคลนเป็นเวลา 2-3 วัน จนน้ำตาลสดไหลได้ดี

3. การรองน้ำตาลสด

ก่อนนำกระบอกไปรองน้ำตาลสดต้องปาดปลายจั่นทิ้งประมาณ 4 มิลลิลิตร เพื่อเป็นการเปิดท่อทางเดินของน้ำตาลสดให้ไหลโดยสะดวก ปกติจะปาดทิ้งวันละ 2 ครั้ง คือ ตอนเช้าและตอนเย็น เมื่อไปเก็บน้ำตาลสดและเอากระบอกใบใหม่ไปรอง การเตรียมกระบอกน้ำตาลสด กระบอกน้ำตาลก่อนนำไปใช้ต้องรมควันหรือลวกกระบอกด้วยน้ำร้อนเสียก่อน ในการลวกกระบอกรองน้ำตาลสดอาจใช้น้ำตาลสดที่เคี้ยวกำลังเดือดลวกก็ได้ และคว่ำบริเวณที่ไม่มีแมลงหรือมดรบกวน และใส่ไม้พะยอมหรือไม้เคี่ยม ลงไปที่ก้นกระบอกเล็กน้อย เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของน้ำตาลสด

4.3. ผลผลิตของน้ำตาลสด

ปริมาณน้ำตาลสดที่รองรับได้ขึ้นอยู่กับอายุของต้นตาลโตนด ฤดูกาล และสภาพดินฟ้าอากาศ Browning และ Symons (1916) รายงานว่าถ้าทำการรองน้ำตาลสดวันละ 1 ครั้ง จะได้ผลผลิตเฉลี่ย 600-1200 มิลลิลิตรต่อต้นต่อวัน แต่ถ้ารองน้ำตาลสดวันละ 2 ครั้ง ผลผลิตจะอยู่ในช่วง 600-3000 มิลลิลิตรต่อต้นต่อวัน สำหรับผลผลิตรวมของน้ำตาลสดในช่วงการรองรับน้ำตาลสด 8 เดือนจากเริ่มต้นจนสิ้นสุดเฉลี่ย 16-80 ลิตรต่องวงหรือประมาณ 270 ลิตรต่อต้น

Nathanael (1955) รายงานว่าตาลโตนดต้นเตี้ยให้ผลผลิตของน้ำตาลสดต่ำกว่าตาลโตนดต้นสูง แม้ว่าตาลโตนดต้นเตี้ยจะได้เปรียบกว่าในแง่ความสะดวกในการรองรับน้ำตาลสด แต่การรองรับน้ำตาลสดจากต้นตาลโตนดต้นเตี้ยในระยะยาวจะมีผลเสียอย่างรุนแรงต่อสรีระของตาลโตนดและผลผลิตเฉลี่ยต่อวันได้เพียง 303 มิลลิลิตรเท่านั้น ดังนั้นตาลโตนดต้นเตี้ยจึงไม่เหมาะในการทำน้ำตาลทางการค้า

Okafor(1972)รายงานว่าการไหลของน้ำตาลสดในช่วงเวลากลางคืนจะไหลเร็วกว่าเวลากลางวัน และในสภาพภูมิอากาศมีเมฆฝนจะมีผลให้น้ำตาลสดไหลมากกว่าสภาพท้องฟ้าโปร่งมีแดด นอกจากนี้การไหลของน้ำตาลสดในฤดูฝนจะเพิ่มขึ้นกว่าในฤดูแล้ง

4.4. องค์ประกอบของน้ำตาลสด

ชาคริต พืชพันธุ์ และวีระศักดิ์ ยอดปรีดา (2526) ได้ศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของน้ำตาลสด ที่ใส่และไม่ใส่ไม้เคี่ยมชะลอการเสื่อมเสียระหว่างการรองรับน้ำตาลสด ในตอนเช้าและตอนเย็นพบว่าน้ำตาลสดที่ใส่ไม้เคี่ยมมีปริมาณกรดต่ำกว่าน้ำตาลสดที่ไม่ใส่ไม้เคี่ยม และน้ำตาลสดทั้งที่ใส่และไม่ใส่ไม้เคี่ยมมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดใกล้เคียงกันดังตารางที่ 2.2

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 1 ม.ค. 2555
เลขทะเบียน 243126

กนก ติระวัฒนะ (2531) รายงานว่าน้ำตาลสดมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 11.6 องศาบริกซ์ pH 5.5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 16.8 น้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 1.8 และน้ำตาลซูโครสร้อยละ 15.0 นอกจากนี้ยังมีความถ่วงจำเพาะ 1.058-1.077 ที่ 29 องศาเซลเซียส เถ้า 0.1-0.41 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร โปรตีน 0.23-0.32 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร

สุกัญญา จันทะชุม (2540) น้ำตาลสดมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ น้ำตาลซูโครสร้อยละ 13-17 โปรตีนร้อยละ 0.02-0.03 การเก็บเกี่ยวน้ำตาลสดจากสวนของเกษตรกร ในเขตอำเภอทิงพระ จังหวัดสงขลา โดยใช้ไม้เคี่ยมเป็นวัตถุกันเสีย ใช้เวลารองประมาณ 14 ชั่วโมง พบว่าน้ำตาลสดที่ได้มีค่า pH=4.96 กรดซิตริก ร้อยละ 0.098 น้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 0.78 น้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 11.54 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 13.93 ± 1.48

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์ (2543) รายงานว่าน้ำตาลสดมีน้ำหนักแห้งร้อยละ 17-20 มี pH= 6.7-6.9 ปริมาณโปรตีน 360 มิลลิกรัม น้ำตาลซูโครสร้อยละ 13-18 ฟอสฟอรัส 110 มิลลิกรัมต่อลิตร โปแตสเซียม 1900 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียม 60 มิลลิกรัมต่อลิตร แมกนีเซียม 30 มิลลิกรัมต่อลิตร วิตามินบี 3.9 มิลลิกรัมต่อลิตร วิตามินซี 132 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาลลดรูปหรือน้ำตาลที่สามารถแตกตัวเป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็ก เช่น เฮกโซส เพนโทส ฯลฯ จำนวน 7-9 กรัมต่อลิตร

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบองค์ประกอบของน้ำตาลสด โดยใช้ไม้เคี่ยมชะลอการเสื่อมเสียระหว่างการรองรับน้ำตาลสด

ชนิดของน้ำตาลสด	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	pH	ร้อยละความเป็นกรดในรูปของน้ำส้ม	ร้อยละน้ำตาลอินเวอร์ท(A)	ร้อยละน้ำตาลทั้งหมด(B)	A/B
เก็บตอนเช้า						
ใส่ไม้เคี่ยม	12	5.2	0.072	0.662	10.569	0.063
ไม่ใส่ไม้เคี่ยม	12.2	4.9	0.144	0.835	10.324	0.081
เก็บตอนเย็น						
ใส่ไม้เคี่ยม	12	5.3	0.072	0.503	11.15	0.045
ไม่ใส่ไม้เคี่ยม	12.4	4.5	0.228	0.773	10.961	0.071

ที่มา : ชาคริต พืชพันธ์ และวีระศักดิ์ ยอดปรีดา 2526

Tirawat *et. al.* (1986) รายงานว่าน้ำตาลโตนดมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 16 องศาบริกซ์ pH= 5.5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 16.8 น้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 1.8 และน้ำตาลซูโครสร้อยละ 15.5 น้ำตาลโตนดมีองค์ประกอบดังนี้

ความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส	1.058-1.077	
ปริมาณของแข็งทั้งหมด	15.2-19.7	กรัม/100 มิลลิลิตร
น้ำตาลซูโครส	12.3-17.4	กรัม/100 มิลลิลิตร
เถ้า	0.11-0.41	กรัม/100 มิลลิลิตร
โปรตีน	0.23-0.32	กรัม/100 มิลลิลิตร

Ayermor & Matthews (1971) พบว่าน้ำตาลสดจากปาล์ม *Elaeis guineensis* ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส มอลโตสและราฟิโนส น้ำตาลสดจากต้นปาล์ม *Elaeis guineensis* มีซูโครส 4.29 กรัม กลูโคส 3.31 กรัม แอมโมเนีย 0.038 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร กับกรดแลกติกและกรดอะมิโนบางส่วน เมื่อนำไปหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบคิดเป็นกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ปรากฏว่ามีน้ำตาล 0.012-0.200 กลูโคส 0.05-0.07 ไนโตรเจนทั้งหมด 0.07-0.095 แอลกอฮอล์ 1.5-2.1 รวมทั้งกรดแลกติก กรดทาร์ทาริก และกรดอะมิโนบางส่วน

Bergeret (1957) ได้ศึกษาปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำตาลสด คิดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีแอลกอฮอล์ 140 ไรโบฟลาวิน 0.06 แคลเซียม 16 ฟอสฟอรัส 30 เหล็ก 5.1 และโปรแตสเซียม 520

4.5. การป้องกันการเสื่อมของน้ำตาลสด

เนื่องจากการรองรับน้ำตาลสดจากต้นตาลโตนดจะต้องใช้เวลานานกว่า 10 ชั่วโมง และไม่ได้ใช้เทคนิคปลอดเชื้อ ดังนั้นจึงทำให้จุลินทรีย์หลายชนิด เช่นยีสต์ แบคทีเรีย และรา ปนเปื้อนและมีการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาที่รองรับน้ำตาลสด ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย วิธีการที่ง่ายที่สุดในการป้องกันการเสียของน้ำตาลสด คือ การทำความสะอาดภาชนะที่จะนำไปรองรับน้ำตาลสดก่อนโดยการรมควัน หรือการลวกน้ำร้อน ในการลวกน้ำร้อน อาจใช้น้ำตาลสดที่เดือดลวกก็ได้ แต่ต้องมีที่คว่ำให้เหมาะสมกันแมลง หรือมดรบกวนที่ทำให้ภาชนะสกปรก (ปราโมย์ 2521)

สัณหกุล มาลี และพูนสุข อัตถะสัมปุณณะ (2517) รายงานว่าความสะอาดของกระบอกรองรับมีผลต่อการเสื่อมเสียของน้ำตาลสดมาก จากการใช้กระบอกที่ทำความสะอาด 3 วิธี คือ ล้าง ต้ม และนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำภายใต้ความดัน แล้วนำกระบอกที่ทำความสะอาดทั้ง 3 วิธีไปรองรับน้ำตาลสด โดยไม่เติมสารใดเลย พบว่าน้ำตาลสดในกระบอกที่ฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำไม่เกิดการบูดเปรี้ยวหลังการเก็บเกี่ยวประมาณ 9 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำตาลสดจากกระบอกที่ล้างด้วยน้ำมีกลิ่นเปรี้ยวเกิดขึ้นตั้งแต่นำลงมาจากต้น

นอกจากนี้การใช้เปลือกไม้บางชนิดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เช่น ในประเทศศรีลังกาใช้ Hal bark (*Vateria acuminate* L.) (Nathanael 1955) ในฟิลิปปินส์ใช้ผงของเปลือกไม้โกงกาง เช่น *Rhizophora muronata* L. หรือ *Ceriops tagal* C.B. Robinson ในการยับยั้งการหมักในน้ำตาลสด (Kozaki 1976) สำหรับประเทศไทยมีการใช้ไม้เคี่ยม(*Colylelobium Lanceotatum*) ไม้พะยอม (*Shorea floribunda*) ไม้ตะเคียน (*Hopea adorate*) ไม้มะเกลือ (*Diospyros mollis*) เป็นไม้ที่อยู่ในวงศ์ Dipterocarpaceae สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ขณะที่ในทวีปแอฟริกา เช่น ในประเทศไนจีเรีย ใช้เปลือกไม้ของต้น *Saccoglottis gabonensis* ซึ่งเป็นพืชอยู่ในวงศ์ Houmiriaceae เปลือกไม้ชนิดนี้มีขายตามท้องตลาดในลักษณะแผ่นแห้ง (Faparusi and Bassir 1972) จากการวิเคราะห์ พบว่าสารที่ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เป็นพวก essential phenolic compound ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอล (Phenolic compound) สามารถละลายได้ดีในเมธานอล (methanol)

4.6. จุลินทรีย์ในน้ำตาลสด

Ahmad *et. al.* (1954) สามารถแยกเชื้อ *Saccharomyces chevalieri* ได้จากน้ำตาลของ Arenga palm (*Arenga saccharifera*) มีรายงานการแยกเชื้อจากน้ำตาลสดในญี่ปุ่นพบว่า *Endomycopsis fibuliera var. monospora Schizosaccharomyces pombe Saccharomycodes ludwigii Pichia membranaefaciens Piahia farinose* และ *Kloeckera apiculata*

Faparusi (1973) น้ำตาลสดเป็นเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีวิตามินและแร่ธาตุอาหารต่างๆเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์หลายชนิด จุลินทรีย์จึงเข้ามามีบทบาทต่อคุณภาพของน้ำตาลสด จากการที่ต้องใช้เวลานานในการรองรับน้ำตาลสดแต่ละครั้งทำให้จุลินทรีย์ต่างๆ มีโอกาสเจริญเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาการรองรับน้ำตาลสด ทำให้น้ำตาลสดเสีย คือ มีรสเปรี้ยว เป็นเมือก เป็นฟอง จุลินทรีย์ที่สำคัญมี 2 พวกใหญ่ คือ แบคทีเรียและยีสต์ จุลินทรีย์เหล่านี้ปนเปื้อนจากส่วนของช่อดอก หรือจากส่วนของพืชรอบๆบริเวณที่รองรับน้ำตาลสดและจากส่วนของใบ โดยการนำมาของแมลงและมาจากบรรยากาศรอบๆบริเวณนั้น และได้ศึกษาแบคทีเรียในน้ำตาลสดจากปาล์ม *Elaeis guineensis* พบแบคทีเรีย *Acetobacter roseus Aerobacter aerogenes Leuconostoc mesenteroides Micrococcus candidatus Micrococcus conglomeratus Micrococcus varians Sarcina sp. Serratia marcescens* และ *Zymomonas mobillis* ยีสต์เป็นจุลินทรีย์พวกหนึ่งที่พบมากในน้ำตาลสด บทบาทที่สำคัญของยีสต์คือ การทำให้เกิดกลิ่น รส ของน้ำตาลสด การหมักน้ำตาลทำให้เกิดแอลกอฮอล์ ซึ่งมีประโยชน์ในการทำน้ำตาลเมา แต่เป็นข้อเสียของน้ำตาลสดเนื่องจากทำให้เกิดฟองและมีการสูญเสียปริมาณน้ำตาลไป

Okafor (1975) รายงานว่าแบคทีเรียที่พบบ่อยๆ มี 5 genus ได้แก่ *Micrococcus Leuconostoc Streptococcus Lactobacillus* และ *Acetobacter* แบคทีเรียที่พบอื่นๆ ได้แก่ *Serratia Aerobacter Bacillus Zymomomas* และ *Brevibacterium* ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้โดยเฉพาะพวกแบคทีเรียแลกติกและ

แบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) เช่น *Serratia* และ *Aerobacter* จะสร้างกรดทำให้ pH ของน้ำตาลสดลดลงจาก 7.0 เหลือประมาณ 4.5

ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ (2521) ศึกษายีสต์ในน้ำตาลสดพบว่า ปริมาณยีสต์ในน้ำตาลสดมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 10^2-10^6 เซลล์ต่อ 100 มิลลิลิตร ยีสต์ที่พบในตัวอย่างมากที่สุดได้แก่ *Kloeckera apiculata* และ *Saccharomyces chevalieri* ที่พบรองลงมาคือ *Candida spp. S. cerevisiae* และ *Pichia membranaefaciens* ยีสต์ที่พบบ้างเป็นบางโอกาสได้แก่ *Torulopsis Hansenula Rhodotorula* และ *Endomycopsis* ตามลำดับ

บรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆสำหรับใช้บรรจุน้ำตาลปึก

1.ประเภทของบรรจุภัณฑ์ทั่วไป

โดยทั่วไปบรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่เป็นตัวนำผลผลิตจากกระบวนการผลิตผ่านการขนย้าย การเก็บในคลังสินค้า การขนส่ง การจัดจำหน่าย เปิดโอกาสให้เลือกซื้อ และอำนวยความสะดวกในการบริโภค จากขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ จึงสามารถแยกประเภทของบรรจุภัณฑ์ตามหลักในการออกแบบ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ 2551) ได้สรุปเป็น 3 จำพวก คือ

1.1 บรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Packaging) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ชั้นในสุด สัมผัสกับอาหารโดยตรง ตัวอย่างเช่น ซองบรรจุน้ำตาล

1.2. บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือทุติยภูมิ (Secondary Packaging) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่รวบรวมบรรจุภัณฑ์ชั้นแรกเข้าด้วยกัน เพื่อเหตุผลในการป้องกันหรือจัดจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้น หรือด้วยเหตุผลในการขนส่ง ตัวอย่างเช่น กล่องกระดาษแข็ง หรือถุงพลาสติกใส่ซองน้ำตาล

1.3. บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามหรือตติยภูมิ (Tertiary Packaging) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่หลักในการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง ฉะนั้นการออกแบบบรรจุภัณฑ์ต้องคำนึงถึงความสามารถในการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง ส่วนข้อมูลรายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ขนส่งจะช่วยในการจัดส่งเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง

2.ชนิดภาชนะบรรจุอาหารแห้ง

ถุงพลาสติก ทำจากสารหลายชนิด เช่น โพลิเอทิลีน (polyethylene) หรือ โพลิโพรพิลีน (polypropylene) หรือทำมาจากการประกบพลาสติกต่างชนิดเข้าด้วยกัน หรือประกบกับวัสดุอื่น เช่น กระดาษ แผ่นฟลอยอะลูมิเนียม เช่น ถุงใส่เครื่องดื่มผง หรือน้ำผลไม้ผง ก๋วยเตี๋ยวแห้ง มักกะโรนีแห้ง บางผลิตภัณฑ์อาจใช้การบรรจุระบบสุญญากาศด้วย เช่น กุ้งแห้ง ไส้กรอก กุนเชียง ฯลฯ

ถาด ถ้วย หรือกล่อง ทำจากแผ่นพลาสติก ภาชนะพวกนี้เป็นพลาสติกที่ขึ้นรูป ซึ่งสามารถใช้พลาสติกได้หลายชนิด เช่น โพลิเอทิลีน (polyethylene) หรือโพลิสไตรีน (polystyrene) เช่น น้ำพริกตาแดงแห้ง ขนมไทยแห้งๆ ภาชนะเหล่านี้อาจมีฝาเป็นวัสดุประเภทเดียวกัน หรือใช้ฟิล์มพลาสติกบางๆ จำพวกโพลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride) ห่อรัดก็ได้

ขวดแก้ว เช่น ขวดใส่น้ำมะตูมผง ขิงผง เป็นต้น

กล่องกระดาษแข็ง ทำด้วยกระดาษแข็ง หรืออาจใช้กระดาษแข็งเคลือบไข หรือเคลือบด้วยแผ่นฟลอยอลูมิเนียมก็ได้ เพื่อให้สามารถป้องกันความชื้นได้ดี เช่น กล่องใส่ลูกเกดแห้ง ภายในกล่องกระดาษอาจมีถุงพลาสติกบรรจุอาหารแห้งอีกชั้นหนึ่ง

2. คุณสมบัติของภาชนะที่บรรจุอาหารแห้ง

ความสามารถป้องกันความชื้น ภาชนะบรรจุที่ดีจะต้องสามารถป้องกันไอน้ำจากสภาวะอากาศรอบๆ ไม่ให้ผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุ เพราะจะทำให้อาหารชื้นเกาะกันเป็นก้อน ซึ่งจะทำให้เกิดรา และทำให้ปฏิกิริยาเคมีภายในอาหารเกิดเร็วขึ้น เช่น การเหม็นหืน การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เป็นต้น

ความสามารถป้องกันอากาศ ภาชนะบรรจุที่ดีจะต้องสามารถป้องกันก๊าซออกซิเจน จากสภาวะอากาศรอบๆ ผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุ ภายในอาหารแห้งปฏิกิริยาเคมียังดำเนินไปช้าๆ ทำให้ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของอาหารเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น ถ้าในภาชนะบรรจุมีก๊าซออกซิเจนอยู่ ปฏิกิริยาเคมีในอาหารแห้งจะเกิดได้เร็วขึ้นและอายุการเก็บรักษาของอาหารนั้นจะสั้นลง นอกจากนั้น อาหารบางชนิดมีส่วนประกอบของไขมันอยู่จะทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนเกิดการเหม็นหืนได้

ความทนทานต่อการกดหรือเสียดสี ภาชนะบรรจุที่ดีจะต้องทนทานต่อการกดหรือเสียดสีได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากเนื้ออาหารแห้งมักแข็ง เปราะ แตกง่าย และมีส่วนแหลมคมสามารถทิ่มแทงภาชนะบรรจุได้

ชนิดของพลาสติก

พลาสติกอาจจำแนกทางการค้าได้ 3 ชนิด คือ

1. พลาสติกธรรมดาทั่วไป (commodity plastics) มีราคาไม่สูงนัก ขึ้นรูปง่าย มีคุณสมบัติ

ทางกลและทางเคมีในระดับปานกลาง หาได้ง่าย เช่น โพลีเอทิลีน โพลีโพรพีลีน โพลีไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น

2. พลาสติกชนิดพิเศษ (specialty plastics) มีคุณสมบัติดีเด่นหลายประการใช้กับงานเฉพาะอย่าง เช่น เทฟลอน (Teflon) เป็นต้น

3. พลาสติกวิศวกรรม (engineering plastics) มีราคาสูงแต่มีคุณสมบัติทางกลที่ดีมาก ทนทานต่อความร้อนได้สูง ใช้กับงานด้านวิศวกรรม เช่น โพลิคาร์บอเนต ไนลอน เอบีเอส เป็นต้น

นอกจากนี้อาจแบ่งตามคุณสมบัติเมื่อได้รับความร้อน (งามทิพย์ ภู่วโรดม 2538) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) เป็นพลาสติกที่อ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน และแข็งตัวเมื่อเย็นลง พลาสติกประเภทนี้สามารถนำมาหลอมและขึ้นรูปใหม่ได้ ตัวอย่างของพลาสติกประเภทนี้ ได้แก่ โพลีเอทธิลีน (PE) โพลีโพรพิลีน (PP) โพลีสไตรลีน (PS) โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) โพลีเอสเตอร์ (PET)

2. เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosetting) เป็นพลาสติกที่เกิดปฏิกริยาเคมีเมื่อนำไปขึ้นรูป พลาสติกประเภทนี้ไม่สามารถนำไปหลอมเพื่อนำมาใช้ใหม่ ตัวอย่างของพลาสติกประเภทนี้ ได้แก่ โพลียูเรเธน (PUR) อีพอกซี่ (Epoxy) ฟีโนลิค (Phenolic) เมลามีน (Melamine)

การที่คุณสมบัติของพลาสติกแตกต่างกันได้นั้นจะขึ้นกับองค์ประกอบ 4 ประการด้วยกัน คือ โครงสร้างทางเคมี รูปร่างของโมเลกุล ความเป็นผลึก และขนาดหรือน้ำหนักของโมเลกุล ดังนั้นการเลือกใช้เม็ดพลาสติกเพื่อบรรจุหรือหีบห่อจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบเหล่านี้รวมทั้งศึกษาข้อกำหนดและคุณสมบัติที่สัมพันธ์กันของเม็ดพลาสติกด้วย เช่น ความเป็นผลึกของพลาสติกมักกำหนดเป็นค่าของความหนาแน่น คือพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูงย่อมหมายถึงมีความเป็นผลึกสูง ส่งผลให้มีความแข็งแรงในการต้านแรงดึงและป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซได้ดี แต่จะทนต่อแรงกระแทกและสภาวะแวดล้อมได้ต่ำ ส่วนขนาดและน้ำหนักของโมเลกุลนั้นมักกำหนดเป็นค่าการของดัชนีการไหล (melt index) ถ้าดัชนีการไหลมีค่าต่ำแสดงว่าพลาสติกนั้นมีขนาดของโมเลกุลใหญ่ส่งผลให้ทานต่อแรงกระแทกและสภาวะแวดล้อมได้ดี แต่ยังต้านแรงดึงและป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซได้ดีเช่นกัน แต่ในทางตรงข้าม จะสามารถขึ้นรูปในการผลิตได้ยาก (มยุรี ภาคลำเจียก 2533)

พลาสติกที่ใช้ในการหีบห่อส่วนใหญ่จะเป็นชนิดธรรมดาทั่วไปและอยู่ในประเภทเทอร์โมพลาสติก พลาสติกซึ่งมีการใช้กันมาก ได้แก่

1. โพลีเอทิลีน (polyethylene PE)
   - ชนิดของความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene, LDPE)
   - ชนิดของความหนาแน่นปานกลาง (medium density polyethylene, MDPE)

- ชนิดของความหนาแน่นสูง (high density polyethyleneHDPE)
- ชนิดของความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นตรง (liner low density polyethylene, LLDPE)

2. โพลิโพรพิลีน (polypropylene PP)
3. โพลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchoride ,PVC)
   - ชนิดไม่เติมสารพลาสติไซเซอร์ (unplasticizer, PVCU-PVC)
   - ชนิดเติมสารพลาสติไซเซอร์ (plasticizer, PVCP-PVC)
4. โพลิสไตรีน (polystyrene, PS)
   - ชนิดใช้งานทั่วไป (general purpose polystyrene, GPPS)
   - ชนิดทนการกระแทกได้สูง (high impact purpose polystyrene, HIPS)
5. โพลิเอไมด์ (polyamide ,PA)
6. โพลิไวนิลิดีนคลอไรด์ (polyvinylidene chloride ,PVDC)
   -ชนิดทนการ
7. โพลิเอสเทอร์ (polyester)
   - โพลิเอทิลีนเทอร์ฟะทาเลต (polyethylene terepthalate, PET)
8. ไอโอโนเมอร์ (ionomer)
9. เอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์โคโพลิเมอร์ (ethylene vinyllalcohol copolymer EVOH)

ฟิล์มโพลิเอทิลีน (PE) ในบรรดาฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการหีบห่อ PE เป็นพลาสติกที่มีการใช้ในปริมาณมาก และในขอบเขตที่กว้างขวาง ไม่ว่าสินค้าจะเป็นผลิตภัณฑ์สด ผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากมีชนิดและชั้นคุณภาพหลายระดับ ชนิดของ PE นิยมแบ่งตามความหนาแน่น ดังนี้

HDPE	มีความหนาแน่น	0.941-0.959	กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
MDPE	มีความหนาแน่น	0.926-0.940	กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
LDPE	มีความหนาแน่น	0.910-0.925	กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
LLDPE	มีความหนาแน่น	0.910-0.925	กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

คุณสมบัติ

- โปร่งแสง โดยทั่วไปPE ที่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจะมีความใสลดลง LLDPE ต่างจากLDPE ที่มีความมันวาวมากกว่า
- นิ่มและยืดหยุ่น
- มีความเหนียวสูง

- มีความทนทานต่อสารเคมีจำพวกกรด ด่างได้ดี แต่ถ้าเป็นตัวทำละลาย ฟิล์มLDPE และ MDPE จะทนทานได้ปานกลาง ในขณะที่ฟิล์ม HDPE จะทนทานได้ดีกว่า
- ดูดซึมน้ำได้ต่ำมาก
- ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี
- ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ (HDPE จะป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดีกว่า)
- ป้องกันการซึมผ่านของไขมัน/น้ำมันได้ต่ำ (HDPE จะป้องกันการซึมผ่านของไขมันและน้ำมันได้ดีกว่า)
- ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี LDPE ปิดผนึกที่อุณหภูมิ 122-155 C^{o}
- ใช้ได้เหมาะสมกับอุณหภูมิตั้งแต่ -40 C^{o} ถึง 80 C^{o} (ยกเว้น HDPE สามารถใช้ได้ถึง 120 C^{o})
- มีความคงรูปต่ำ
- มีความปลอดภัย สามารถใช้กับอาหารและยาได้

การใช้งาน

ฟิล์ม LDPE และ LLDPE มีการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน คือ

- ถุงบรรจุอาหาร เช่น ผัก ผลไม้สด เนื้อสด ขนมปัง ลูกกวาด อาหารแช่แข็ง อาหารแห้ง ฯลฯ ถุงหิ้วเพื่อการขายปลีก
- ถุงสำหรับบรรจุสินค้าหนัก เช่น ผลิตผลเกษตร ข้าวสาร ปุ๋ย ชิ้นส่วนเครื่องจักร
- ถุงชั้นในของถุงกระดาษ หรือ กระสอบพลาสติก ซึ่งใช้บรรจุอาหารสัตว์ ปุ๋ย ฯลฯ
- ถุงบรรจุสินค้าอุตสาหกรรมทั่วไป เช่น เสื้อผ้าสำเร็จรูป สิ่งทอ กระดาษชำระ ฯลฯ
- ใช้ร่วมกับวัสดุอื่น เช่น พลาสติกต่างชนิดกัน กระดาษ อลูมิเนียม ในลักษณะของการประกบหรือการรีดร่วม หรือการเคลือบเพื่อเสริมคุณสมบัติในการใช้งานให้เหมาะสม เช่น OPP/LDPEPET เคลือบด้วย PVDC/LDPEกระดาษ/Al/LDPE ใช้ทำเป็นถุงบรรจุอาหารแห้ง ขนมขบเคี้ยวต่างๆ PET/LLDPEPET/LDPE ใช้ทำถุงบรรจุอาหารแช่แข็ง ที่ต้องการบรรจุด้วยระบบสุญญากาศ เป็นต้น โดยที่ LDPE หรือ LLDPE จะทำหน้าที่เป็นวัสดุเชื่อมประสานช่วยในการปิดผนึกป้องกันไอน้ำและเพิ่มความเหนียว

ฟิล์มประกบชนิดเคโอพี KOTE 3 Polyvinylidene chloride (KOP) หรือ Chem. Kote3 หรือ Coating1,2,3 มีพลาสติก 3 ชั้นเคลือบด้วยโพลิไวนิลิดีนคลอไรด์ ทำให้มีลักษณะขุ่นและมีความเหนียวเป็นพิเศษ และสามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซออกซิเจนได้ดีกว่า พลาสติกชนิด LDPE และ PET ถึง 400 และ 75 เท่า ตามลำดับ (ปริญญา ขำสาธร 2542)ทำให้เป็นที่นิยมนำมาทำเป็นถุงบรรจุขนมที่ต้องการอายุการเก็บนาน

วิเชียร วรพุทธพร (2550) ศึกษาการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากข้าวเม่า พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าอาหารเช้าทุกแบบ รวมทั้งที่ผสมธัญพืชรวมและผลไม้อบแห้งรวมที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุ คือถุงพลาสติก KOP และถุงอลูมิเนียม ที่มีวัตถุดูดซับออกซิเจนอยู่ภายในตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 60 วัน ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการศึกษาการทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุถุงพลาสติก KOP และถุงอลูมิเนียมที่มีการใช้วัตถุดูดซับออกซิเจน สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดถึง 193 และ 266 ตามลำดับ

สารดูดซับออกซิเจน (oxygen absorber)

เนื่องจากออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์อาหารมีบทบาทมากต่อการเสื่อมเสียของอาหารทั้งทางด้านฟิสิกส์ เคมี และจุลินทรีย์ ดังนั้นการกำจัดออกซิเจนออกจากบรรจุภัณฑ์อาหาร จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยถนอมรักษาคุณภาพอาหารให้คงความสดอยู่เสมอ การใช้ก๊าซเฉื่อย (N2 CO2) และสุญญากาศในการบรรจุอาหารเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ต่อมาได้มีการพัฒนาสารดูดออกซิเจน ขึ้นในประเทศญี่ปุ่นและใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน สารดูดออกซิเจนที่พัฒนาขึ้นในญี่ปุ่นนั้นมีหลายชนิด เช่น การใช้ผงเหล็ก การใช้กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวดีออกซิไดซ์ สารที่นิยมใช้ในการผลิตและจำหน่ายมากในปัจจุบัน ได้แก่ ผงเหล็ก ซึ่งผงเหล็กนี้จะทำหน้าที่ดูดออกซิเจน หากมีการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่ถูกต้องและเหมาะสม การใช้สารดูดออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์อาหารจะสามารถดึงออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ให้เหลือเพียงน้อยกว่า 0.1% และสามารถรักษาสภาวะภายในบรรจุภัณฑ์ในสภาวะไร้ออกซิเจนเป็นเวลาหลายเดือนและบาง ครั้งเป็นปี การใช้สารดูดออกซิเจนยังสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชัน การเปลี่ยนสีเนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบของสารดูดออกซิเจนให้มีรูป ลักษณะต่าง ๆ เช่น เป็นเม็ด แผ่นกระดาษ และเป็นผงบรรจุอยู่ในซอง เป็นต้น สารดูดซับออกซิเจน สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้คงสภาพเหมือนผลิตใหม่ ให้ความสด ทั้งกลิ่นและรสชาด อาหารไม่เปลี่ยนสี ไม่ทำให้อาหารเสียจากแบคทีเรีย ไม่มีพิษ ไม่มีกลิ่น ช่วยในการดูดออกซิเจน จากบริเวณรอบภายในภาชนะบรรจุ ช่วยกำจัดเชื้อราและแบคทีเรียและกลิ่นไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นได้ สามารถยืดอายุอาหาร ได้ถึง 4 เท่าจากอายุปกติ ทำให้อาหารมีกลิ่น สี และ รสชาดเหมือนผลิตใหม่

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจและตรวจสอบคุณภาพของน้ำตาลปึก ในเขตพื้นที่ อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก โดยนำตัวอย่างน้ำตาลปึก และตัวอย่างน้ำตาลสดในระหว่างกระบวนการผลิตเป็นตัวแทนในการศึกษาด้านต่างๆ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีผลผลิตน้ำตาลสดเป็นจำนวนมากและมีการแปรรูปเป็นน้ำตาลปึก โดยเก็บตัวอย่างช่วงเดือนพฤษภาคม พุทธศักราช 2552 โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่างดังนี้

1. แหล่งผลิต A ของนายทองหล่อ นกนาค	76	หมู่ 5	ต.บ้านยาง	อ. วัดโบสถ์
2. แหล่งผลิต B ของนายบุญยืน นามวัฒน์	95	หมู่ 8	ต.วัดโบสถ์	อ. วัดโบสถ์
3. แหล่งผลิต C ของนายพอง ทองเนียม	207	หมู่ 7	ต. ท่างาม	อ. วัดโบสถ์
4. แหล่งผลิต D ของนายจวน อุ่นวงค์	197	หมู่ 7	ต. ท่างาม	อ. วัดโบสถ์
5. แหล่งผลิต E ของนายจิน นกนาค	150	หมู่ 5	ต.บ้านยาง	อ. วัดโบสถ์

ตอนที่ 1 การรวบรวมปัญหาของการผลิตน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิตซึ่งใช้การสัมภาษณ์ การสังเกตจากพื้นที่ขณะที่มีการผลิตของผู้กลุ่มผู้ผลิตโดยรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นรายละเอียดดังนี้

1. บริเวณโรงเรือนผลิตน้ำตาลปึก ทำการสำรวจทั้ง 5 แหล่งผลิต
2. วัสดุที่ใช้ในการเก็บน้ำตาลสดทำการสำรวจทั้ง 5 แหล่งผลิต
3. ศึกษาขั้นตอนในการเก็บน้ำตาลสดของทั้ง 5 แหล่งผลิต
4. สำรวจอุปกรณ์และแหล่งเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตน้ำตาลปึกของทั้ง 5 แหล่งผลิต
5. ศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลปึกของทั้ง 5 แหล่งผลิต
6. ศึกษาวัสดุบรรจุน้ำตาลปึก(บรรจุภัณฑ์) ขนาดบรรจุและราคาจำหน่ายน้ำตาลปึก
6. ศึกษาระยะเวลาการเก็บของน้ำตาลปึก ทั้ง 5 แหล่งผลิต

ตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาระหว่างขบวนการผลิตน้ำตาลปึกและน้ำตาลสด อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก

ทำการศึกษาจาก 5 แหล่งผลิต จากพื้นที่ อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก นำน้ำตาลสดกรองผ่านตระแกรงที่ทำด้วยผ้าลงในกระทะแบนเปิด และต้มใช้ไฟ 100 ° C ทำการเก็บตัวอย่างใน

เวลาที่ 0 30 60 90 และ120 นาที มาศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา โดยได้ทำ 3 ซ้ำ ดังต่อไปนี้

2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

2.1.1 สี (Color analysis)

การวัดสีเพื่อบอกสภาพธรรมชาติของ น้ำตาลสด น้ำตาลปึก มีค่าความสว่างของสี (L*) และค่าปริมาณสี(a*& b*) ค่าปริมาณสีแดง(a*) ค่าปริมาณสีเหลือง(b*)

โดยนำตัวอย่างปริมาตร 50 มิลลิลิตร(ของเหลว) ในกรณีที่เป็นของแข็งใช้ตัวอย่าง 50 กรัม ใส่ในภาชนะของเครื่องและทำการวัดค่าสีเป็น L*a*b* ทำการวัดโดยใช้ระบบสีของฮันเตอร์ (Hunter Color System) ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab D25 OPTICAL SENSOR

2.1.2 ความหนืด (Viscosity analysis)

ปรับเครื่องให้มีความสมดุลโดยปรับให้ลูกน้ำของเครื่องอยู่ตรงกลาง ใส่ตัวอย่างจนเต็มช่องใส่ตัวอย่าง จับเวลาการไหลของตัวอย่างไปจนถึงระยะทางที่กำหนด ทำการวัดจำนวนซ้ำ 3 ซ้ำ โดยเครื่อง Bostwick consistomete

2.1.3 เนื้อสัมผัส (Texture analysis)

โดยนำชิ้นตัวอย่างน้ำหนักประมาณ 30 กรัม ขนาดกว้างประมาณ 4 เซนติเมตร และหนาประมาณ 2 เซนติเมตร ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ ด้วยใบมีดแบบปากตัด เพื่อหาค่าความแข็งของตัวอย่าง ทำการวัดโดยใช้เครื่อง Instron Texture analyzer

2.2 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี

2.2.1 ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)

ใช้ตัวอย่างปริมาตร 30 มิลลิลิตร ทำการวัดโดยใช้เครื่อง pH (CONSORT C630 P S/N62803)

2.2.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid)

ใช้ dropper ดูดตัวอย่างและหยดตัวอย่างลงไปบน Hand Refractometer 2-3 หยดทำการวัดโดยใช้เครื่อง Hand Refractometer(ATAGO ATC-1E Japan)

2.3 การศึกษาทางจุลชีววิทยา

2.3.1 ตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

โดยใช้เทคนิค pour plate บน plate count agar บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

2.3.2 ตรวจวิเคราะห์หายีสต์และรา

โดยใช้เทคนิค spread plate บน rose bengal agar บ่มที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง

2.3.3 ตรวจวิเคราะห์หา *Staphylococcus aureus*

โดยใช้เทคนิค spread plate ที่ความเข้มข้นที่ 10^{-1} จำนวน 3 เพลทๆ ละ 0.3 0.3 และ 0.4 มิลลิลิตร ตามลำดับ บน Baird-Parker medium สำหรับตัวอย่างระดับความเจือจางอื่นใช้ 0.1 มิลลิลิตรต่อเพลท บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 45-48 ชั่วโมง Subculture เชื้อที่คาดว่าจะเป็น *S. aureus* ลง brain heart infusion (BHI) broth บ่มที่ 18-24 องศาเซลเซียส นาน 35-37 ชั่วโมง นำเชื้อมาทดสอบด้วย coagulase plasma

2.3.4 ตรวจวิเคราะห์หา Coliform

โดยใช้เทคนิค MPN method

2.4 การศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลปึก

นำน้ำตาลปึกจาก 5 แหล่งผลิต มาทำการทดสอบด้าน สี ความหวาน รสชาด เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale มีเกณฑ์การให้คะแนนตามความชอบของผู้ทดสอบชิมโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1. ไม่ชอบมากที่สุด	6. ชอบเล็กน้อย
2. ไม่ชอบมาก	7. ชอบปานกลาง
3. ไม่ชอบปานกลาง	8. ชอบมาก
4. ไม่ชอบเล็กน้อย	9. ชอบมากที่สุด
5. เฉยๆ	

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package For The Social Science (SPSS) และทดสอบความแตกต่างโดยใช้ T-test independent ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนิสิตระดับปริญญาตรีและปริญญาโทของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ตอนที่ 3 การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต และการประเมินอายุการเก็บรักษาของน้ำตาลปึก โดยศึกษาชนิดของวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บที่มีผลต่อคุณภาพของบรรจุภัณฑ์

3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ (Proximate analysis)

3.1.1 การหาปริมาณของคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C 1990)

3.1.2 การหาปริมาณโปรตีน และไขมัน (A.O.A.C 1990)

3.1.3 การหาปริมาณของ Ash (A.O.A.C 1990)

3.1.4 การหาปริมาณน้ำ (Gravimetric method)

3.2 การศึกษาระยะเวลาในการเก็บที่มีผลต่อคุณภาพของบรรจุภัณฑ์

3.2.1 การศึกษาระยะเวลาในการเก็บที่มีผลต่อคุณภาพของถุงบรรจุภัณฑ์

นำน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิตมาทำการทดลอง โดยแบ่งการทดลองของแต่ละแหล่งผลิตออกเป็น

Treatment 1 บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control)

Treatment 2 บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

Treatment 3 บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP

Treatment 4 บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

นำแต่ละ Treatment มาทำการตรวจสอบคุณสมบัติเช่นเดียวกับตอนที่ 2 โดยทำการทดสอบที่ระยะเวลา 0 15 30 45 และ 60 วัน

3.2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

ทำการตรวจสอบเช่นเดียวกับในตอนที่ 2 ข้อ 2.1.1 และ 2.1.3

3.2.2 การศึกษาคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา

ทำการตรวจสอบเช่นเดียวกับในตอนที่ 2 ข้อ 2.3.1- 2.3.4

3.2.3 การศึกษาการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลปึก

ทำการตรวจสอบเช่นเดียวกับในตอนที่ 2 ข้อ 2.4

3.3 การศึกษารูปแบบความสวยงามของกล่องบรรจุภัณฑ์และราคาจำหน่ายที่เหมาะสมของน้ำตาลปึก

3.3.1ทำการออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ ชนิดแนวนอน มี 5 แบบ

3.3.2ทำการออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ ชนิดแนวตั้ง มี 3 แบบ

บทที่ 4
ขั้นตอนการทำวิจัย & ผลการวิจัย

ขั้นตอนการทำวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมปัญหาและการแก้ปัญหาทั่วไปในกระบวนการผลิตน้ำตาลปึก
ขั้นตอนที่2 การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ของน้ำตาลสดระหว่างกระบวนการผลิตน้ำตาลปึก
ขั้นตอนที่ 3 การจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด

ขั้นตอนที่ 1 การรวบรวมปัญหาในการผลิตน้ำตาลปึก

จากการรวบรวมปัญหาของการผลิตน้ำตาลปึกของผู้ประกอบการทั้ง 5 แหล่งผลิตพบว่า จะมีปัญหาที่คล้ายคลึงกันทั้ง 5 แหล่งผลิต ดังนั้นจึงได้จัดทำแนวทางในการแก้ปัญหาให้กับผู้ผลิตเพื่อนำไปปฏิบัติดังนี้

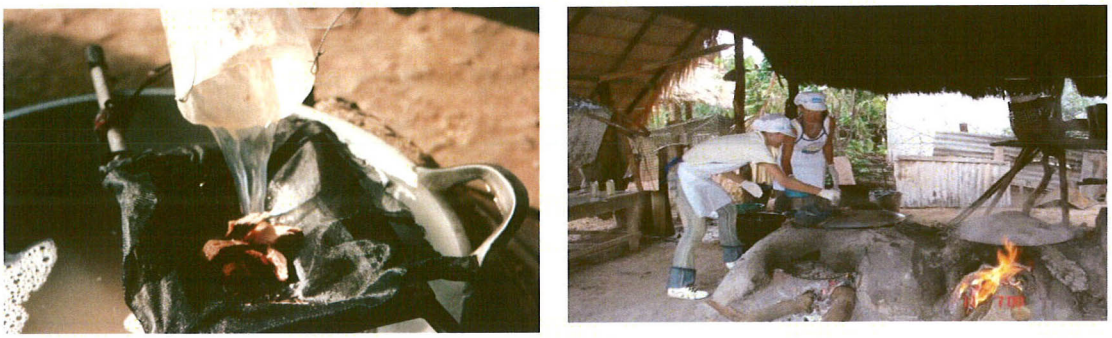
ปัญหาที่พบและการแก้ปัญหาการผลิตน้ำตาลปึก

ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ปัญหา
1. บริเวณโรงเรือนผลิตน้ำตาลปึก - โรงเรือนผลิตของนายทองหล่อ นกนาค (แหล่งผลิต A)ตั้งอยู่ใกล้กับคอกสัตว์เลี้ยง ขณะที่โรงเรือนอีก 4 แหล่งอยู่ที่เหมาะสม - โรงเรือนของทั้ง 5 แหล่งผลิต ทำจากวัสดุที่ไม่คงทน เช่น ไม้ไผ่ หรือ ตาล และหลังคามุงด้วยจากหรือใบตาลซึ่งเมื่อมีอายุการใช้งานนานๆ จะมีเศษผงร่วงลงมาใส่กระทะ - สัตว์เลี้ยงเข้าไปเผ่นพ่านขณะทำการผลิต	- อธิบายให้เกษตรกรเข้าใจถึงความสำคัญของลักษณะโรงเรือนการผลิตที่ถูกสุขอนามัย -คัดเลือกสร้างโรงเรือนใหม่เพื่อใช้เป็นต้นแบบด้วยวัสดุที่คงทนถาวร ให้นายทองหล่อ นกนาค(แหล่งผลิต A)และนายจิน นกนาค(แหล่งผลิต E)เนื่องจากโรงเรือนเดิมเก่าโดยทำการย้ายโรงเรือนการผลิตของนายทองหล่อ นกนาค(แหล่งผลิต A)ให้ห่างไกลจากคอกสัตว์เลี้ยง แต่ของนายจิน นกนาค สร้างโรงเรือนใหม่อยู่ติดโรงเรือนเดิม - ให้มีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยงเข้ามาบริเวณโรงเรือนขณะที่มีการผลิต
2. วัสดุที่ใช้ในการเก็บน้ำตาลสด - กระบอกไม้ไผ่ที่ใช้รองน้ำตาลสดไม่	- แนะนำวิธีทำความสะอาดกระบอกไม้ไผ่เก็บตาลสดโดยให้ล้างด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด ผึ้งให้แห้ง

สะอาด - วิธีการทำความสะอาดยังไม่ถูกต้อง - อายุของการใช้งานนานเกินไป	จากนั้นนำมารมควัน นาน 40 นาที - เปลี่ยนกระบอกไม้ไผ่ใหม่เมื่อเริ่มฤดูการทำตาลใหม่ในแต่ละปี
4. อุปกรณ์และเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตน้ำตาลปึก - โรงเรือนของทั้ง 5 แหล่งผลิต ใช้ดินก่อเป็นเส้า ทำให้เปลวไฟลามมาถึงปากกระทะ ไม่สามารถควบคุมทิศทางของเปลวไฟและเปลืองเชื้อเพลิง - ไม่ทำความสะอาดกระทะและไม้พายหลังจากใช้งานแล้ว	- คัดเลือกทำเตาเศรษฐกิจเพื่อเป็นต้นแบบให้นายทองหล่อ นกนาคและนายจิน นกนาค ซึ่งเตานี้สามารถควบคุมความแรงและทิศทางของเปลวไฟ ทำให้สามารถลดต้นทุนของเชื้อเพลิงและระยะเวลาในการผลิต และทำให้ได้สีของน้ำตาลปึกที่สม่ำเสมอ - แนะนำให้ล้างกระทะและไม้พายเมื่อใช้เสร็จแล้วในแต่ละครั้ง แล้วนำไปผึ่งให้แห้งเพื่อป้องกันแมลงรบกวนและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์
5. กระบวนการผลิตน้ำตาลปึก - ผู้ผลิตใช้ผ้าขาวบางที่ไม่สะอาดหรือตะแกรงที่มีรูห่างในการกรองน้ำตาลสดก่อนเคี่ยว - ปริมาตรที่กวนแต่ละกระทะไม่เท่ากันทำให้เสียเวลาและผลผลิตออกมาไม่พร้อมกัน - หยอดน้ำตาลปึกบนกระด้งทำให้น้ำตาลปึกไม่สะอาดและทำให้มีรูปร่างไม่แน่นอน - ผึ่งน้ำตาลปึกไว้นานเกินความจำเป็นทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์หรือถูกรบกวนโดยแมลงและมด - ไม่มีการตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำตาลปึก	- แนะนำให้ใช้ผ้าขาวบางที่สะอาดกรองสิ่งปนเปื้อนออกก่อนทำการเคี่ยวเพราะกรองได้ละเอียดกว่าตะแกรง - ปริมาตรน้ำตาลสดที่เหมาะสมคือกระทะละ 20 ลิตร - อุณหภูมิที่เหมาะสม 100 ° C และเวลาที่แน่นอนในการเคี่ยว(2 ชั่วโมง 25 นาทีต่อปริมาณน้ำตาลสด 20 ลิตร) - ทำพิมพ์เพื่อขึ้นรูปน้ำตาลปึก และใช้ผ้าขาวบางรองบนกระด้งอีกชั้นหนึ่ง - ศึกษาระยะเวลาที่แน่นอนการเก็บน้ำตาลปึกเพื่อบรรจุในถุงพลาสติก - เก็บตัวอย่างน้ำตาลสดและระหว่างการเคี่ยวจน เป็นน้ำตาลปึก และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง มาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณจุลินทรีย์เพื่อควบคุมให้ได้มาตรฐาน
6. วัสดุบรรจุน้ำตาลปึก - ใช้ถุงพลาสติกที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดมาบรรจุ - บรรจุรวมกันในปริมาณละมากมาก	- นำพลาสติกชนิดอื่นมาบรรจุเพื่อเปรียบเทียบกับพลาสติกชนิดเดิม - แยกบรรจุให้ปริมาณน้อยลง - ใช้ความร้อน(การซีล)ในการปิดผนึกแทนการใช้

- ใช้หนังยางรัดปากถุง **7. อายุของน้ำตาลปึก** - น้ำตาลปึกมีอายุไม่แน่นอนเนื่องจากการผลิตและการบรรจุไม่ได้มาตรฐาน บางครั้งเกิดการเสียหายจากการรั่วของถุงพลาสติก หรือ เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ โดยเฉลี่ยแล้วมีอายุการวางขายประมาณ 2 สัปดาห์เท่านั้น	หนังยางรัด - ศึกษาอายุของน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค - ศึกษาการเติมวัสดุดูดซับออกซิเจนลงในหีบห่อบรรจุเพื่อยืดอายุของน้ำตาลปึก
8. ขนาดบรรจุและราคาจำหน่ายน้ำตาลปึก - บรรจุรวมในถุงพลาสติกชนิดใหญ่ ถุงละ 1 กิโลกรัม ทำให้น้ำตาลปึกเกิดความเสียหายเมื่อขนย้ายหรือถูกรื้อค้นโดยผู้ซื้อ	- ศึกษารูปแบบของกล่องบรรจุเพื่อยืดอายุให้กับน้ำตาลปึกและดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค - ศึกษาปริมาณบรรจุ และราคาที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่สามารถให้การยอมรับและสามารถซื้อหาไปบริโภคได้

ภาพที่ 4.1 การปรับปรุงโรงเรือนให้มีความสะอาดคงทนและสร้างเตาเศรษฐกิจที่ได้มาตรฐาน



(ก) การกรองน้ำตาลสดก่อนเคี่ยวแบบดั้งเดิมของผู้ผลิต (ข) การกรองโดยใช้ผ้าขาวบาง

ภาพที่ 4.2 การปรับปรุงการกรองน้ำตาลสดก่อนเคี่ยวโดยใช้การกรองโดยใช้ผ้าขาวบาง

ภาพที่ 4.3 การหยอดน้ำตาลปึกแบบดั้งเดิม และการหยอดน้ำตาลปึกในพิมพ์

ขั้นตอนที่2 การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก

โดยการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ของน้ำตาลสดระหว่างกระบวนการผลิตน้ำตาลปึก

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต

ตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำตาล				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
1. น้ำตาลสดที่ยังไม่ได้กรอง	สีเหลืองมีกาก มีผึ้ง มีเศษไม้พยอม	สีเหลืองมีกาก มีเศษไม้พยอม	สีเหลืองมีกาก มีเศษไม้พยอม	สีเหลืองมีกาก มีเศษไม้พยอม	สีเหลืองมีกาก มีเศษไม้พยอม
2. น้ำตาลสดที่ผ่านการกรอง	สีเหลืองขุ่นเล็กน้อย มีกลิ่นหอม	สีเหลืองขุ่น มีกลิ่นหอม	สีเหลืองขุ่น มีกลิ่นหอม	สีเหลืองขุ่น มีกลิ่นหอม	สีเหลืองขุ่น มีกลิ่นหอม
2.น้ำตาลสดเคี่ยว 30นาที	สีเหลืองไม่หนืด มีกลิ่นหอม	สีเหลือง ไม่หนืด มีกลิ่นหอม	สีเหลืองไม่หนืด มีกลิ่นหอม	สีเหลืองไม่หนืด มีกลิ่นหอม	สีเหลืองไม่หนืด มีกลิ่นหอม
3.น้ำตาลสดเคี่ยว 90 นาที	สีเหลืองเข้มขึ้น เริ่มหนืด มีกลิ่นหอม	สีเหลืองเข้มขึ้น เริ่มหนืด มีกลิ่นหอม	สีเหลืองเข้มขึ้น เริ่มหนืด มีกลิ่นหอม	สีเหลืองเข้มขึ้น หนืดมีกลิ่นหอม	สีเหลืองเข้มขึ้น หนืดมีกลิ่นหอม
4.น้ำตาลสดเคี่ยว 120นาที	สีเหลืองเข้ม หนืดเหนียว	สีเหลืองเข้ม หนืดเหนียว	สีเหลืองเข้ม หนืดเหนียว	สีเหลืองเข้ม หนืดเหนียว	สีเหลืองเข้ม หนืดเหนียว
6.น้ำตาลปึก	สีน้ำตาลอ่อนนวล	สีน้ำตาลอ่อนนวล	สีน้ำตาลนวล	สีน้ำตาลนวล	สีน้ำตาลนวล

1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ

1.1 สี (Color analysis)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีในกระบวนการผลิตน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต โดยการวัดสีเพื่อบอกสภาพธรรมชาติของ น้ำตาลสด น้ำตาลปึก มีค่าความสว่างของสี (L*) และค่าปริมาณสี(a*& b*) ค่าปริมาณสีแดง(a*) ค่าปริมาณสีเหลือง(b*) พบว่าน้ำตาลสดที่ผ่านการกรอง มีค่าความสว่างของสี (L*) ต่ำ เมื่อเทียบกับน้ำตาลปึกที่ได้ของทั้ง 5 แหล่งผลิต (ตารางที่ 4.2) และในระหว่างการเคี่ยวน้ำตาลสดในระยะเวลาต่างๆ ดังนี้ 0 30 90 120 นาที พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเคี่ยวเพิ่มขึ้น ค่าปริมาณสีแดง+เหลือง(a* b*) จะมีค่าเป็นบวกเพิ่มขึ้นทำให้สีของน้ำตาลมีความเข้มขึ้น เป็นแดงอมน้ำตาล (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของน้ำตาลสดในระหว่างกระบวนการผลิตน้ำตาลปึกและน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต

ตัวอย่าง	Color														
	L*มีค่าความสว่างของสี					a*ค่าปริมาณสีแดง					b*				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
1. น้ำตาลสดที่ยังไม่ได้กรอง	28.74^{b}	18.43^{a}	32.65^{c}	22.53^{a}	28.24^{b}	-1.42^{ns}	-1.55^{ns}	-1.65^{ns}	-1.49^{ns}	-1.62^{ns}	-2.03^{c}	-1.11^{b}	0.25^{a}	-1.25^{b}	-0.97^{b}
2. น้ำตาลสดที่ผ่านการกรอง	25.97^{a}	26.73^{a}	30.96^{b}	29.40^{b}	27.63^{a}	-1.80^{b}	-1.91^{a}	-1.47^{a}	-1.51^{a}	-1.86^{b}	-1.34^{c}	-0.08^{b}	0.18^{a}	-1.28^{c}	0.20^{a}
3. น้ำตาลสดระหว่างการเคี่ยว 30 นาที	22.94^{b}	25.77^{c}	19.81^{a}	24.57^{c}	20.22^{a}	-0.75^{a}	-1.33^{b}	-1.94^{c}	-0.81^{a}	-1.87^{c}	0.60^{a}	2.26^{b}	0.99^{a}	0.84^{a}	2.56^{b}
4. น้ำตาลสดระหว่างการเคี่ยว 90 นาที	26.77^{ns}	26.85^{ns}	26.63^{ns}	26.30^{ns}	26.85^{ns}	-0.53^{ns}	-0.49^{ns}	-0.43^{ns}	-0.47^{ns}	-0.41^{ns}	6.90^{ns}	6.98^{ns}	6.88^{ns}	6.50^{ns}	6.81^{ns}
5. น้ำตาลสดระหว่างการเคี่ยว 120 นาที	43.38^{ns}	43.69^{ns}	43.21^{ns}	43.98^{ns}	43.00^{ns}	3.44^{a}	5.29^{c}	4.30^{b}	3.29^{a}	4.77^{b}	17.74^{a}	18.67^{b}	17.34^{a}	17.10^{a}	18.56^{b}
6. น้ำตาลปึก	55.96^{b}	56.28^{b}	52.13^{a}	57.42^{b}	53.09^{a}	4.47^{a}	4.25^{a}	5.93^{b}	4.81^{a}	5.13^{b}	21.61^{ns}	21.90^{ns}	22.40^{ns}	20.43^{ns}	22.09^{ns}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

1.2 ความหนืด

จากการศึกษาลักษณะความข้นหนืดของน้ำตาลปึกนั้น พบว่าทั้ง 5 แหล่งผลิตมีความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเคี่ยวเพิ่มขึ้นเมื่อสังเกตลักษณะทางกายภาพจากการเทตัวอย่างลงในภาชนะในการจัดเก็บ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดความหนืดของอาหารยี่ห้อ viscometer รุ่น DV III RHEOMETER SIN R40020E

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต

ตัวอย่าง	ความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต(วินาที/ระยะทาง18 ซม.)				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
1. น้ำตาลสดที่ยังไม่ได้กรอง	-	-	-	-	-
2. น้ำตาลสดที่ผ่านการกรอง	-	-	-	-	-
2.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 30นาที	-	-	-	-	-
3.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน90 นาที	-	-	-	-	-
4.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 120นาที	6.01	6.72	7.01	6.41	6.66
6.น้ำตาลปึก	-	-	-	-	-

1.3 เนื้อสัมผัส

ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิตนั้น พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสตัวอย่างทั้ง 5 แหล่งผลิตนั้นมีความแตกต่างกัน คือ น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต A B และแหล่งผลิต D นั้นมีค่า MAX.LOAD (kgf) และ MAX.STR (kgf/mm^2) ต่ำ ส่วนน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต C และ E นั้นมีค่า MAX.LOAD (kgf) และ MAX.STR (kgf/mm^2) สูง แสดงให้เห็นว่าแหล่งผลิต A, B และ D ลักษณะเนื้อสัมผัสของน้ำตาลปึกนั้นมีความอ่อนตัวสูง ซึ่งจะมีคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัสดีกว่า น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต C และแหล่งผลิต E ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต

Sp No.	MAX.LOAD (kgf)					MAX.STR (kgf/mm^2)				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
Avg.	3.677[a]	2.948[a]	5.392[b]	5.012[b]	2.331[a]	0.0059[a]	0.0051[a]	0.0107[b]	0.0055[a]	0.0112[b]
Sdv.	0.847[a]	0.617[a]	1.508[b]	1.718[b]	0.747[a]	0.0017[a]	0.0012[a]	0.0030[b]	0.0016[a]	0.0039[b]
Lo L	1.253[a]	1.321[a]	2.313[b]	2.537[b]	1.401[a]	0.0025[a]	0.0026[a]	0.0046[b]	0.0030[a]	0.0044[b]
Hi L	4.643[a]	3.788[a]	8.345[b]	7.550[b]	3.108[a]	0.0093[a]	0.0076[a]	0.0167[b]	0.0066[a]	0.0172[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี

2.1 ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)

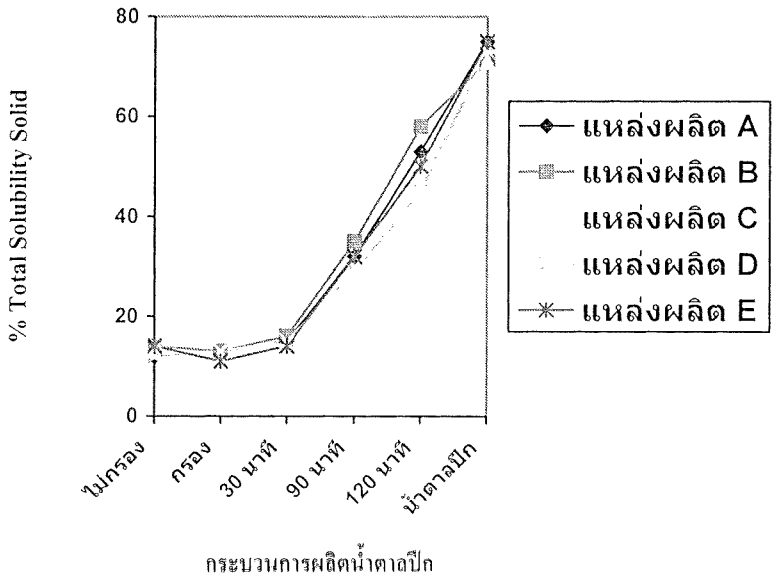
ผลการศึกษาค่า pH ของน้ำตาลสดในระหว่างกระบวนการเคี่ยวเพื่อผลิตน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิตนั้น พบว่าน้ำตาลสดในระหว่างกระบวนการเคี่ยวเพื่อผลิตน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต มีค่า pH = 6 และเมื่อเคี่ยวจนเป็นน้ำตาลปึกจะมีค่า pH เพิ่มขึ้นอยู่ที่ประมาณ 9 ทั้ง 5 แหล่งผลิต แต่จากการรายงานของชาคริต และวีระศักดิ์ (2526) พบว่าน้ำตาลสดที่เก็บในช่วงเช้า ทั้งที่ใส่ไม้เคี่ยม และไม่ใส่ไม้เคี่ยมมีค่า pH = 4.9-5.2 และสุกัญญา (2540) รายงานว่าจากการเก็บเกี่ยวน้ำตาลสดจากสวนตาลของเกษตรกรในเขตอำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา โดยการใช้ไม้เคี่ยมเป็นวัตถุกันเสีย ใช้เวลาในการรองรับประมาณ 14 ชั่วโมง ได้น้ำตาลสดที่มีค่า pH = 4.96 รวมทั้ง กนก (2531) รายงานว่าน้ำตาลสดมีค่า pH = 5.5 ซึ่งจากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่า pH ของน้ำตาลสดในระหว่างกระบวนการเคี่ยวเพื่อผลิตน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิตนั้น ไม่สอดคล้องกับรายงานดังกล่าว เนื่องมาจากพื้นที่ สภาวะแวดล้อมในแหล่งที่ปลูกต้นตาลในแต่ละแหล่งไม่เหมือนกัน ปริมาณการใส่ไม้เคี่ยมหรือไม้พะยอมในอัตราส่วนที่แตกต่างกันอาจทำให้ค่า pH มีความแตกต่างกันไปในแต่ละแหล่งด้วย

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-เบส (pH)ของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก 5 แหล่งผลิต

ตัวอย่าง	ค่า pHของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
1. น้ำตาลสดที่ยังไม่ได้กรอง	6.77	6.74	6.80	6.84	6.67
2. น้ำตาลสดที่ผ่านการกรอง	6.72	6.78	6.82	6.87	6.80
3.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 30 นาที	9.46	9.40	9.26	9.44	9.21
4.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 60 นาที	9.48	9.44	9.41	9.39	9.46
5.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 90นาที	9.39	9.36	9.33	9.31	9.37
6.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 120นาที	8.92	8.95	8.99	8.92	9.01
7.น้ำตาลปึก	8.9	8.9	8.95	8.82	8.92

2.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid)

ผลการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของตัวอย่างน้ำตาลสดในระหว่างกระบวน การเคี่ยวเพื่อผลิตน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิตนั้น พบว่า น้ำตาลสดทั้ง 5 แหล่งผลิตมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) อยู่ระหว่าง 11-14 % Brix ซึ่งสอดคล้องกับ ชาคริต และ วีระศักดิ์ (2526) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำตาลสดที่ทำการเก็บช่วงเช้าใส่และไม่ใส่ไม้เคี่ยม เท่ากับ 12.0-12.2 % Brix ส่วนในประเทศฟิลิปปินส์ (Sugar palm.com) จากการเก็บตัวอย่างน้ำตาลสดในช่วงเดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณ 12.6-14.1 % Brix จากการทดลองพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเคี่ยวน้ำตาลสดเพิ่มขึ้น หรือเมื่อสภาวะที่น้ำตาลสดมีความข้นหนืดมากขึ้นนั้น ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ (ภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (%Total Soluble Solid) ของน้ำตาลสดในระหว่างกระบวนการเคี่ยวเพื่อผลิตน้ำตาลปึก ของผู้ผลิตทั้ง 5 แหล่งผลิต

3. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา

3.1 ตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำตาลปึก พบว่า น้ำตาลสดทั้งที่ผ่านการกรองและไม่ผ่านการกรองนั้นพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มาก โดยแหล่งผลิต A มีค่าเท่ากับ 3.26-4.6 log cfu/g ส่วนแหล่งผลิต B มีค่าเท่ากับ 3.57-4.75 log cfu/g แหล่งผลิต C มีค่าเท่ากับ 3.37-4.92 log cfu/g แหล่งผลิต D มีค่าเท่ากับ 3.30-4.88 log cfu/g และแหล่งผลิต E มีค่าเท่ากับ 3.32-4.92 log cfu/g แต่พบว่าเมื่อนำน้ำตาลสดดังกล่าวมาเคี่ยวในระยะเวลาเพื่อผลิตน้ำตาลปึกนั้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการเคี่ยวทั้ง 5 แหล่งผลิต นั้นแสดงให้เห็นว่าความร้อนและระยะเวลาในการเคี่ยวมีผลต่อการรอดชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์และการเสียของวัตถุดิบ

ตารางที่4.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก 5 แหล่งผลิต

ตัวอย่าง	ค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต (log cfu/g)				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
1. น้ำตาลสดที่ยังไม่ได้กรอง	3.26-4.60	3.50-4.75	3.40-4.90	3.33-4.84	3.32-4.92
2. น้ำตาลสดที่ผ่านการกรอง	3.3-4.62	3.57-4.78	3.47-4.98	3.30-4.88	3.33-4.94
3.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 30 นาที	1.30-2.62	2.07-2.78	1.47-2.98	2.30-2.88	1.83-2.94
4.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 60 นาที	<1	<1	<1	<1	<1
5.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 90นาที	<1	<1	<1	<1	<1
6.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 120นาที	<1	<1	<1	<1	<1
7.น้ำตาลปึก	<1	<1	<1	<1	<1

3.2 ตรวจวิเคราะห์หายีสต์และรา

ผลการศึกษาปริมาณยีสต์และราในน้ำตาลปึก พบว่า วัตถุดิบที่ผลิตน้ำตาลปึกคือน้ำตาลสด ซึ่งทั้งที่ผ่านการกรองและไม่ผ่านการกรองนั้น แหล่งผลิต A มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 2.83-4.65 log cfu/g ส่วนแหล่งผลิต B มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 3.58-4.96 log cfu/g แหล่งผลิต C มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 2.72-4.63 log cfu/g นั้น แหล่งผลิต D มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 2.89-4.70 log cfu/g และ ml ส่วนแหล่งผลิต E มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 3.64-4.90 log cfu/g ซึ่งสอดคล้องกับ ปราโมทย์ (2521) พบว่าปริมาณเชื้อยีสต์ในน้ำตาลสดมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณตั้งแต่ 10^{2} - 10^{6} เซลล์ ต่อ 100 มิลลิลิตร และอาจเนื่องมาจากน้ำตาลสดเป็นเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีวิตามิน และแร่ธาตุอาหารต่างๆ เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะความหวานของผลิตภัณฑ์ที่ทำให้การเจริญของเชื้อราและยีสต์มีการเจริญค่อนข้างดีจึงพบปริมาณสูง สอดคล้องกับรายงานของ Faparusi (1973) ซึ่งพบว่าน้ำตาลสดมีปริมาณของแบคทีเรียและยีสต์ในปริมาณที่สูง เนื่องจากน้ำตาลสดมีความเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อดังกล่าว แต่เมื่อมีการให้ความร้อนกับน้ำตาลสดโดยการเคี่ยว พบว่าเมื่อระยะในการเคี่ยวเพิ่มขึ้น ที่อุณหภูมิสูงเป็นสภาวะที่ไม่

เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราและยีสต์ทำให้มีปริมาณลดลงทั้ง 5 แหล่งผลิต เช่นเดียวกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเช่นกัน

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าจำนวนยีสต์และราทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำตาล 5 แหล่งผลิต

	ค่าจำนวนยีสต์และราทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปีกทั้ง 5 แหล่งผลิต (CPU/ml)				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
1. น้ำตาลสดที่ยังไม่ได้กรอง	2.83-4.65	3.58-4.96	2.72-4.63	2.89-4.70	3.64-4.90
2. น้ำตาลสดที่ผ่านการกรอง	2.88-4.66	3.68-4.98	2.74-4.64	2.88-4.72	3.65-4.91
3.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 30 นาที	<1	<1	<1	<1	<1
4.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 60 นาที	<1	<1	<1	<1	<1
5.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 90นาที	<1	<1	<1	<1	<1
6.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 120นาที	<1	<1	<1	<1	<1
7.น้ำตาลปีก	<1	<1	<1	<1	<1

3.3 ตรวจวิเคราะห์หา *Staphylococcus aureus*

ผลการศึกษาปริมาณ *Staphylococcus aureus* ในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปีกทั้ง 5 แหล่งผลิต ปรากฏว่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในน้ำตาลสดจากทั้ง 5 แหล่งผลิต มีปริมาณต่ำกว่า 10 cfu/g

แต่เมื่อนำน้ำตาลสดดังกล่าวมาเคี่ยวในระยะเวลาเพื่อผลิตน้ำตาลปีกนั้น ปริมาณ *Staphylococcus aureus* ทั้งหมดมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการเคี่ยวทั้ง 5 แหล่งผลิต

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่า *Staphylococcus aureus* ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก5 แหล่งผลิต

	ค่าจำนวน *S. aureus* ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต(log CPU/ g)				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
1. น้ำตาลสดที่ยังไม่ได้ผ่านการกรอง	<10	<10	<10	<10	<10
2. น้ำตาลสดที่ผ่านการกรอง	<10	<10	<01	<10	<10
3.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 30 นาที	<1	<1	<1	<1	<1
4.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 60 นาที	<1	<1	<1	<1	<1
5.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 90นาที	<1	<1	<1	<1	<1
6.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 120นาที	<1	<1	<1	<1	<1
7.น้ำตาลปึก	<1	<1	<1	<1	<1

3.4 ตรวจวิเคราะห์หา Coliform

ผลการศึกษาปริมาณเชื้อ Coliform ในกระบวนการผลิตน้ำตาลปึก พบว่าน้ำตาลสดทั้ง 5 แหล่งผลิตมีปริมาณเชื้อ Coliform มากกว่า 1100 MPN/ml ซึ่งมีปริมาณเกินค่ามาตรฐาน(น้อยกว่า 3 (MPN/ml)) แต่เมื่อนำน้ำตาลสดดังกล่าวมาเคี่ยวในระยะเวลาเพียง 30 นาที พบว่าปริมาณ Coliform มีค่าลดลงน้อยกว่า 3 MPN/mlซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าค่ามาตรฐาน(ค่ามาตรฐานน้อยกว่า 3 (MPN/ml))

ส่วนผลการศึกษาปริมาณเชื้อ Coliform ในน้ำตาลปึก พบว่าน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิตนั้นมีปริมาณ Coliform น้อยกว่า 3 MPN/mlซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าจำนวนยีสต์และราทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก 5 แหล่ง

	ค่าจำนวน Coliform ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต (MPN/ml)				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
1. น้ำตาลสดที่ยังไม่ได้กรอง	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100
2. น้ำตาลสดที่ผ่านการกรอง	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100
3.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 30 นาที	<3	<3	<3	<3	<3
4.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 60 นาที	-	-	-	-	-
5.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 90นาที	-	-	-	-	-
6.น้ำตาลสดเคี่ยวนาน 120นาที	<3	<3	<3	<3	<3
7.น้ำตาลปึก	<3	<3	<3	<3	<3

4. ผลการศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลปึก

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต

ตัวอย่าง	คะแนนการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale				
	สี	ความหวาน	รสชาด	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
แหล่งผลิต A	7.62^{b}	7.30^{ns}	7.64^{ns}	6.82^{a}	7.02^{ns}
แหล่งผลิต B	6.86^{a}	7.26^{ns}	7.26^{ns}	6.96^{a}	6.94^{ns}
แหล่งผลิต C	7.40^{b}	7.54^{ns}	7.42^{ns}	7.74^{b}	7.18^{ns}
แหล่งผลิต D	6.80^{a}	7.20^{ns}	7.20^{ns}	6.86^{a}	6.84^{ns}
แหล่งผลิต E	7.44^{b}	7.44^{ns}	7.46^{ns}	7.64^{b}	7.28^{ns}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

ผลการศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต โดยการทดสอบด้าน สี ความหวาน รสชาด เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน เป็นชาย 25 คน หญิง 25 คน โดยมีอายุอยู่ระหว่าง 19-45 ปี ซึ่งเป็นอาจารย์และนิสิตระดับปริญญาตรีและปริญญาโทของมหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าคุณลักษณะด้าน ความหวาน รสชาด และความชอบโดยรวม ของตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$) แต่สีกับเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$) โดยที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางด้านสีตัวอย่างจากแหล่งผลิต A และ C มากกว่า แหล่งผลิต D,E และแหล่งผลิต B ส่วนคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสตัวอย่างจากแหล่งผลิต C จะมากกว่า A, D, E และแหล่งผลิต B ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลปึก การพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์และประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก

การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต และการประเมินอายุการเก็บรักษาของน้ำตาลปึก โดยศึกษาชนิดของวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บที่มีผลต่อคุณภาพของบรรจุภัณฑ์

ภาพที่ 4.7 น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control)(1) ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน(2) ชนิด KOP(3) และชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน(4)

3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลสดและน้ำตาลปึก

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ (Proximate analysis) ในตัวอย่างน้ำตาลสดและน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต

การวิเคราะห์	น้ำตาลสดที่ใช้เพื่อผลิตน้ำตาลปึก				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
% ไขมัน	0.08 [c]	0.04 [a]	0.06 [b]	0.07 [c]	0.05 [b]
% โปรตีน	0.31 [b]	0.28 [a]	0.37 [c]	0.39 [c]	0.32 [b]
% คาร์โบไฮเดรต	15.24 [b]	13.78 [a]	16.17 [c]	15.04 [b]	13.00 [a]
% เถ้า	0.16 [a]	0.43 [c]	0.23 [b]	0.15 [a]	0.46 [c]
การวิเคราะห์	น้ำตาลปึก				
	แหล่งผลิต A	แหล่งผลิต B	แหล่งผลิต C	แหล่งผลิต D	แหล่งผลิต E
% ไขมัน	0.23 [c]	0.10 [a]	0.18 [b]	0.21 [c]	0.14 [a]
% โปรตีน	1.00 [a]	1.04 [b]	1.09 [c]	1.10 [c]	1.24 [c]
% คาร์โบไฮเดรต	90.29 [c]	89.62 [b]	89.82 [b]	94.29 [c]	86.62 [a]
% เถ้า	3.08 [a]	3.14 [b]	3.11 [b]	2.98 [a]	3.84 [c]

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลสดที่ใช้เพื่อผลิตน้ำตาลสด และผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก ทั้ง 5 แหล่งผลิต พบว่าน้ำตาลสดที่ใช้เพื่อผลิตน้ำตาลปึกปริมาณไขมันในแหล่งผลิต A มีมากกว่าแหล่งผลิตอื่นๆ ส่วนปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในแหล่งผลิต D มีมากกว่าแหล่งผลิตอื่นๆ แต่ปริมาณเถ้าในแหล่งผลิต E มีมากกว่าแหล่งผลิต อื่นๆ ขณะที่ผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกปริมาณไขมันในแหล่งผลิต A มีมากกว่าแหล่งผลิต อื่นๆ ส่วนปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในแหล่งผลิต D มีมากกว่าแหล่งผลิตอื่นๆ แต่ปริมาณเถ้าในแหล่งผลิต E มีมากกว่าแหล่งผลิตอื่นๆ และในแต่ละแหล่งผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$) จะเห็นได้ว่าน้ำตาลสดและน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต A และ D มีองค์ประกอบทางโภชนาการที่ดีกว่าจากแหล่งผลิต B, C และ E

3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ภายหลังการเก็บที่ระดับอุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างๆ กัน

1. คุณสมบัติทางกายภาพ

1.1 ค่าสี (Color analysis)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่เก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ LDPE และ KOP ภายหลังการเก็บที่ระดับอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (Color value) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) ตามลำดับ โดยตัวควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยมีค่าสี L* ลดต่ำลง และมีค่าสี a* b* มีค่าเพิ่มขึ้น นั้นหมายถึงน้ำตาลปึกมีสีออกไปทางคล้ำ เหลืองปนแดงเข้มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บมากขึ้น เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) ที่ไม่ได้มาตรฐาน มีประสิทธิภาพน้อยเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP รวมทั้งแบบควบคุมไม่มีวัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งเป็นตัวช่วยลดปริมาณความชื้น จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสีได้ง่ายกว่า ดังตารางที่ 4.12 -4.16

ภาพที่ 4.8 ผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก หลังการเก็บที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 0 30 45 และ60 วัน

ตารางที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงค่าสี น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต A ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาต่างๆ

ตัวอย่าง	L*					a*					b*				
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
A1	55.96^{ns}	47.44^{a}	43.16^{a}	37.72^{a}	35.92^{a}	4.47^{ns}	6.94^{b}	7.86^{b}	10.62^{d}	11.72^{c}	21.61^{ns}	22.43^{b}	22.88^{a}	23.25^{b}	24.07^{b}
A1.2	55.96^{ns}	52.85^{b}	50.25^{b}	49.85^{b}	45.96^{b}	4.47^{ns}	5.40^{a}	6.41^{a}	8.61^{b}	10.28^{b}	21.61^{ns}	21.85^{a}	22.24^{a}	22.55^{a}	22.93^{a}
A2	55.96^{ns}	48.21^{a}	43.80^{a}	38.93^{a}	36.09^{a}	4.47^{ns}	6.53^{b}	7.64^{b}	9.42^{c}	10.85^{b}	21.61^{ns}	22.03^{ab}	22.72^{a}	22.96^{ab}	23.20^{a}
A2.2	55.96^{ns}	53.16^{b}	52.32^{c}	50.62^{b}	48.40^{c}	4.47^{ns}	4.82^{a}	5.44^{a}	6.61^{a}	7.26^{a}	21.61^{ns}	21.83^{a}	22.16^{a}	22.43^{a}	22.78^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

A1 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control)

A1.2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

A2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP

A2.2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

(ใช้กับรายงานนี้ทั้งฉบับ)

ตารางที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงค่าสีน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต B ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาต่างๆ

ตัวอย่าง	L*					a*					b*				
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
B1	56.28^{ns}	48.78^{a}	43.47^{a}	40.93^{a}	36.33^{a}	4.25^{ns}	6.94^{c}	7.42^{b}	9.87^{c}	10.08^{c}	21.90^{ns}	22.81^{a}	23.17^{b}	23.75^{b}	24.33^{c}
B1.2	56.28^{ns}	53.61^{c}	50.40^{c}	48.28^{b}	45.71^{b}	4.25^{ns}	5.16^{ab}	5.65^{a}	6.25^{a}	7.42^{b}	21.90^{ns}	22.16^{a}	22.43^{a}	22.84^{a}	23.17^{ab}
B2	56.28^{ns}	50.02^{b}	45.88^{b}	41.32^{a}	37.10^{a}	4.25^{ns}	5.82^{b}	6.88^{b}	8.61^{b}	9.68^{c}	21.90^{ns}	22.45^{a}	22.96^{ab}	23.03^{ab}	23.52^{b}
B2.2	56.28^{ns}	54.99^{c}	52.81^{d}	50.24^{c}	48.97^{c}	4.25^{ns}	4.75^{a}	4.97^{a}	5.45^{a}	6.03^{a}	21.90^{ns}	21.68^{a}	22.24^{a}	22.62^{a}	22.81^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

B1 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control)

B1.2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

B2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP

B2.2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

(ใช้กับรายงานนี้ทั้งฉบับ)

ตารางที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* a* b* ในตัวอย่างน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต C ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาต่างๆ

ตัวอย่าง	L*					a*					b*				
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
C1	52.13^{ns}	42.92^{a}	40.49^{a}	37.62^{a}	35.02^{a}	5.93^{ns}	6.39^{a}	8.83^{b}	10.28^{c}	10.58^{c}	22.40^{ns}	23.14^{a}	23.64^{b}	24.03^{b}	24.61^{b}
C1.2	52.13^{ns}	48.83^{c}	47.76^{b}	45.53^{b}	43.39^{b}	5.93^{ns}	6.13^{a}	6.92^{a}	8.76^{b}	9.20^{b}	22.40^{ns}	22.74^{a}	22.92^{a}	23.28^{a}	23.69^{a}
C2	52.13^{ns}	45.62^{b}	41.81^{a}	38.21^{a}	35.25^{a}	5.93^{ns}	6.44^{a}	8.60^{b}	10.15^{c}	10.42^{c}	22.40^{ns}	22.96^{a}	23.12^{ab}	23.75^{ab}	24.42^{b}
C2.2	52.13^{ns}	50.28^{d}	49.10^{c}	47.49^{c}	45.65^{c}	5.93^{ns}	5.77^{a}	6.03^{a}	6.88^{a}	7.69^{a}	22.40^{ns}	22.63^{a}	22.84^{a}	23.16^{a}	23.35^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

C1 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control)

C1..2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

C2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP

C2..2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

(ใช้กับรายงานนี้ทั้งฉบับ)

ตารางที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* a* b* ในตัวอย่างน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต D ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาต่างๆ

ตัวอย่าง	L*					a*					b*				
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
D1	55.96^{ns}	47.44^{a}	43.16^{a}	37.72^{a}	35.92^{a}	4.47^{ns}	6.94^{b}	7.86^{b}	10.62^{d}	11.72^{c}	21.61^{ns}	22.43^{b}	22.88^{a}	23.25^{b}	24.07^{b}
D1.2	55.96^{ns}	52.85^{b}	50.25^{b}	49.85^{b}	45.96^{b}	4.47^{ns}	5.40^{a}	6.41^{a}	8.61^{b}	10.28^{b}	21.61^{ns}	21.85^{a}	22.24^{a}	22.55^{a}	22.93^{a}
D2	55.96^{ns}	48.21^{a}	43.80^{a}	38.93^{a}	36.09^{a}	4.47^{ns}	6.53^{b}	7.64^{b}	9.42^{c}	10.85^{b}	21.61^{ns}	22.03^{ab}	22.72^{a}	22.96^{ab}	23.20^{a}
D2.2	55.96^{ns}	53.16^{b}	52.32^{c}	50.62^{b}	48.40^{c}	4.47^{ns}	4.82^{a}	5.44^{a}	6.61^{a}	7.26^{a}	21.61^{ns}	21.83^{a}	22.16^{a}	22.43^{a}	22.78^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

D1 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control)

D1..2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

D2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP

D2..2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

(ใช้กับรายงานนี้ทั้งฉบับ)

ตารางที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* a* b* ในตัวอย่างน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต E ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาต่างๆ

ตัวอย่าง	L*					a*					b*				
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
E 1	56.28^{ns}	48.78^{a}	43.47^{a}	40.93^{a}	36.33^{a}	4.25^{ns}	6.94^{c}	7.42^{b}	9.87^{c}	10.08^{c}	21.90^{ns}	22.81^{a}	23.17^{b}	23.75^{b}	24.33^{c}
E 1.2	56.28^{ns}	53.61^{c}	50.40^{c}	48.28^{b}	45.71^{b}	4.25^{ns}	5.16^{ab}	5.65^{a}	6.25^{a}	7.42^{b}	21.90^{ns}	22.16^{a}	22.43^{a}	22.84^{a}	23.17^{ab}
E 2	56.28^{ns}	50.02^{b}	45.88^{b}	41.32^{a}	37.10^{a}	4.25^{ns}	5.82^{b}	6.88^{b}	8.61^{b}	9.68^{c}	21.90^{ns}	22.45^{a}	22.96^{ab}	23.03^{ab}	23.52^{b}
E 2.2	56.28^{ns}	54.99^{c}	52.81^{d}	50.24^{c}	48.97^{c}	4.25^{ns}	4.75^{a}	4.97^{a}	5.45^{a}	6.03^{a}	21.90^{ns}	21.68^{a}	22.24^{a}	22.62^{a}	22.81^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

E 1 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control)

E 1.2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

E 2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP

E 2.2 หมายถึง น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

(ใช้กับรายงานนี้ทั้งฉบับ)

การเปลี่ยนแปลงค่าสี ในตัวอย่างน้ำตาลปึกที่ระยะเวลา 60 วัน

ค่าสี L*

พบว่าค่าสี L* ในตัวอย่างน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิตลดต่ำลง เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มมากขึ้น นั้นหมายถึง น้ำตาลปึกมีค่าความสว่างลดลงหรือมีสีคล้ำมากขึ้น

ค่าสี a*

พบว่าค่าสี a* ในตัวอย่างน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มมากขึ้น นั้นหมายถึง น้ำตาลปึกมีค่าสีแดงเข้มขึ้น

ค่าสี b*

พบว่าค่าสี b* ในตัวอย่างน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มมากขึ้น นั้นหมายถึง น้ำตาลปึกมีค่าสีเหลืองเข้มขึ้น

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* a* b* ของน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิตสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้

แหล่งผลิต A A1 > A2 > A1.2 > A2.2

แหล่งผลิต B B1 > B2 > B1.2 > B2.2

แหล่งผลิต C C1 > C2 > C1.2 > C2.2

แหล่งผลิต D D 1 > D 2 > D 1.2 > D 2.2

แหล่งผลิต E E 1 > E 2 > E 1.2 > E 2.2

ตารางที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสในตัวอย่างน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา (วัน) / ตัวอย่าง	MAX.LOAD (kgf)				
	0 วัน	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน
A1	3.677^{ns}	3.253^{a}	2.915^{a}	2.747^{a}	2.591^{a}
A1.2	3.677^{ns}	3.354^{b}	3.106^{b}	2.893^{b}	2.711^{b}
A2	3.677^{ns}	3.286^{a}	2.920^{a}	2.788^{a}	2.613^{a}
A2.2	3.677^{ns}	3.470^{c}	3.267^{c}	2.950^{c}	2.752^{b}
B1	2.948^{ns}	2.816^{a}	2.785^{a}	2.642^{a}	2.564^{a}
B1.2	2.948^{ns}	2.916^{c}	2.852^{b}	2.719^{b}	2.680^{c}
B2	2.948^{ns}	2.884^{b}	2.823^{b}	2.741^{b}	2.613^{b}
B2.2	2.948^{ns}	3.135^{d}	2.989^{c}	2.852^{c}	2.711^{d}
C1	5.392^{ns}	4.642^{a}	4.186^{a}	3.337^{a}	2.622^{a}
C1.2	5.392^{ns}	4.911^{c}	4.578^{c}	3.724^{c}	2.770^{b}
C2	5.392^{ns}	4.709^{b}	4.213^{b}	3.545^{b}	2.653^{a}
C2.2	5.392^{ns}	5.245^{d}	4.684^{d}	3.836^{d}	2.797^{b}
D1	3.677^{ns}	3.253^{a}	2.915^{a}	2.747^{a}	2.591^{a}
D 1.2	3.677^{ns}	3.354^{b}	3.106^{b}	2.893^{b}	2.711^{b}
D 2	3.677^{ns}	3.286^{a}	2.920^{a}	2.788^{a}	2.613^{a}
D 2.2	3.677^{ns}	3.470^{c}	3.267^{c}	2.950^{c}	2.752^{b}
E 1	2.948^{ns}	2.816^{a}	2.785^{a}	2.642^{a}	2.564^{a}
E 1.2	2.948^{ns}	2.916^{c}	2.852^{b}	2.719^{b}	2.680^{c}
E 2	2.948^{ns}	2.884^{b}	2.823^{b}	2.741^{b}	2.613^{b}
E 2.2	2.948^{ns}	3.135^{d}	2.989^{c}	2.852^{c}	2.711^{d}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

2. คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา

2.1 ผลการตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

2.1.1 แหล่งผลิต A

ผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกภายหลังการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุแบบต่างๆ ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะ เวลา 60 วัน ที่ใส่ในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 1.0 log cfu/g วันที่ 15 30 45 และ 60 พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือใน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อยที่สุดในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา (ตารางที่ 4.18-4.20)

ปริมาณเชื้อราและยีสต์ มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 1.6 log cfu/g วันที่ 15 30 45 60 พบว่ามีปริมาณเชื้อราและยีสต์เพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือใน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อยที่สุดในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา (ตารางที่ 4.18-4.20)

ปริมาณเชื้อ *E.Coli* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงเวลาของการตรวจ คือ ปริมาณเชื้อ *E.Coli* มีค่า < 3 MPN/g และปริมาณเชื้อ *S. aureus* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงเวลาของการตรวจเช่นกัน คือปริมาณเชื้อ *S. aureus* มีค่า < 10 cfu/g (ตารางที่ 4.18-4.20)

ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต A ไม่เกินมาตรฐานที่กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์กำหนดไว้ ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2.1.2 แหล่งผลิต B

ผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกภายหลังการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุแบบต่างๆ ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน ที่ใส่ในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 1.2 log cfu/g วันที่ 15 30 45 60 พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือใน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อยที่สุดในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา (ตารางที่ 4.18-4.20)

ปริมาณเชื้อราและยีสต์ มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 1.7 log cfu/g วันที่ 15 30 45 60

พบว่ามีปริมาณเชื้อราและยีสต์เพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือใน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อยที่สุดในบรรจุ ภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา (ตารางที่ 4.18-4.20)

ปริมาณเชื้อ *E.Coli* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงเวลาของการตรวจ คือ ปริมาณเชื้อ *E.Coli* มีค่า < 3 MPN/g และปริมาณเชื้อ *S. aureus* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุก ช่วงเวลาของการตรวจเช่นกัน คือปริมาณเชื้อ *S. aureus* มีค่า < 10 cfu/g ((ตารางที่ 4.18-4.20)

ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต B ไม่เกิน มาตรฐานที่กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์กำหนดไว้ ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2.1.3 แหล่งผลิต C

ผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก ภายหลังการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุแบบต่างๆ ที่อุณหภูมิ ห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน ที่ใส่ในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุ ดูดซับออกซิเจน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 0.9 log cfu/g วันที่ 15 30 45 60 พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือใน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อย ที่สุดในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา (ตารางที่ 4.18-4.20)

ปริมาณเชื้อรายีสต์ มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 1.7 log cfu/g วันที่ 15 30 45 60 พบว่ามีปริมาณเชื้อราและยีสต์เพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือใน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อยที่สุดในบรรจุ ภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา ((ตารางที่ 4.18-4.20)

ปริมาณเชื้อ *E.Coli* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงเวลาของการตรวจ คือ ปริมาณเชื้อ *E.Coli* มีค่า < 3 MPN/g และปริมาณเชื้อ *S. aureus* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุก ช่วงเวลาของการตรวจเช่นกัน คือปริมาณเชื้อ *S. aureus* มีค่า < 10 cfu/g ((ตารางที่ 4.18-4.20)

ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต C ไม่เกิน มาตรฐานที่กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์กำหนดไว้ ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2.1.4 แหล่งผลิต D

ผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกภายหลังการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุแบบต่างๆ ที่อุณหภูมิ ห้องเป็นระยะ เวลา 60 วัน ที่ใส่ในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุ ดูดซับออกซิเจน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 1.0 log cfu/g วันที่ 15 30 45

60 พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือใน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อยที่สุดในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา (ตารางที่ 4.18-4.20)

ปริมาณเชื้อราและยีสต์ มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 1.6 log cfu/g วันที่ 15 30 45 60 พบว่ามีปริมาณเชื้อราและยีสต์เพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อยที่สุดในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา (ตารางที่ 4.18-4.20

ปริมาณเชื้อ *E.Coli* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงเวลาของการตรวจ คือ ปริมาณเชื้อ *E.Coli* มีค่า < 3 MPN/g และปริมาณเชื้อ *S. aureus* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงเวลาของการตรวจเช่นกัน คือปริมาณเชื้อ *S. aureus* มีค่า < 10 cfu/g (ตารางที่ 4.18-4.20)

ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต D ไม่เกินมาตรฐานที่กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์กำหนดไว้ ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2.1.5 แหล่งผลิต E

ผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก ภายหลังการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุแบบต่างๆ ที่ระดับอุณหภูมิ ห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน ที่ใส่ในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 0.9 log cfu/g วันที่ 15 30 45 60 พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือใน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อยที่สุดในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา (ตารางที่ 4.18-4.20)

ปริมาณเชื้อราและยีสต์ มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 1.7 log cfu/g วันที่ 15 30 45 60 พบว่ามีปริมาณเชื้อราและยีสต์เพิ่มขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE เพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และพบน้อยที่สุดในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทุกระยะเวลา (ตารางที่ 4.18-4.20

ปริมาณเชื้อ *E.Coli* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงเวลาของการตรวจ คือ ปริมาณเชื้อ *E.Coli* มีค่า < 3 MPN/g และปริมาณเชื้อ *S. aureus* พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงเวลาของการตรวจเช่นกัน คือปริมาณเชื้อ *S. aureus* มีค่า < 10 cfu/g (ตารางที่ 4.18-4.20

ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต E ไม่เกินมาตรฐานที่กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์กำหนดไว้ ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

จากการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ของผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิตภายหลังการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุแบบต่างๆ ที่ระดับอุณหภูมิ ห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนมีการเพิ่มปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด ดังนั้น บรรจุภัณฑ์ที่เหมะสำหรับเก็บผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก คือ บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน รองลงมาคือ บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่า วัตถุดูดซับออกซิเจนมีความสำคัญต่ออายุการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกเป็นอย่างมาก ซึ่งผลการทดลองจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 5 แหล่งผลิต

ตารางที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 วัน ในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ

ตัวอย่าง	Total plate count (log cfu/g)	Yeast&Mold (log cfu/g)	*S. aureus* (cfu/g)	*E.Coli* (MPN/g)	% ความชื้น
A1	1.0^{ns}	1.6^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.4^{ns}
A1.2	1.0^{ns}	1.6^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.4^{ns}
A2	1.0^{ns}	1.6^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.4^{ns}
A2.2	1.0^{ns}	1.6^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.4^{ns}
B1	1.2^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.1^{ns}
B1.2	1.2^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.1^{ns}
B2	1.2^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.1^{ns}
B2.2	1.2^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.1^{ns}
C1	0.9^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.8^{ns}
C1.2	0.9^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.8^{ns}
C2	0.9^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.8^{ns}
C2.2	0.9^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.8^{ns}
D1	1.0^{ns}	1.6^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.4^{ns}
D1.2	1.0^{ns}	1.6^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.4^{ns}
D2	1.0^{ns}	1.6^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.4^{ns}
D2.2	1.0^{ns}	1.6^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.4^{ns}
E1	0.9^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.8^{ns}
E1.2	0.9^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.8^{ns}
E2	0.9^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.8^{ns}
E2.2	0.9^{ns}	1.7^{ns}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.8^{ns}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

ตารางที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน ในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ

ตัวอย่าง	Total plate count (log cfu/g)	Yeast&Mold (log cfu/g)	*S. aureus* (cfu/g)	*E.Coli* (MPN/g)	% ความชื้น
A1	2.1^{b}	2.1^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.2^{c}
A1.2	1.4^{a}	1.7^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.7^{a}
A2	1.8^{b}	2.0^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.3^{b}
A2.2	1.2^{a}	1.5^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.5^{a}
B1	1.9^{b}	2.3^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.6^{c}
B1.2	1.4^{a}	1.9^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.3^{b}
B2	1.7^{ab}	2.1^{ab}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.5^{b}
B2.2	1.2^{a}	1.9^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.7^{a}
C1	1.8^{b}	2.0^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.3^{b}
C1.2	1.3^{a}	1.7^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.5^{a}
C2	1.5^{ab}	1.9^{ab}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.6^{b}
C2.2	1.0^{a}	1.7^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.2^{a}
D1	2.2^{b}	2.1^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.2^{c}
D1.2	1.5^{a}	1.7^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.7^{a}
D2	1.9^{b}	2.0^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.3^{b}
D2.2	1.3^{a}	1.5^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	5.5^{a}
E1	1.8^{b}	2.0^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.3^{b}
E1.2	1.3^{a}	1.7^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.5^{a}
E2	1.5^{ab}	1.9^{ab}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.6^{b}
E2.2	1.0^{a}	1.7^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.2^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

ตารางที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน ในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ

ตัวอย่าง	Total plate count (log cfu/g)	Yeast&Mold (log cfu/g)	*S. aureus* (cfu/g)	*E.Coli* (MPN/g)	% ความชื้น
A1	2.9^{b}	2.4^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.9^{b}
A1.2	1.9^{a}	1.9^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.4^{a}
A2	2.6^{b}	2.2^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.8^{b}
A2.2	1.6^{a}	1.9^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.1^{a}
B1	2.6^{b}	2.6^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.5^{d}
B1.2	1.8^{a}	2.1^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.6^{b}
B2	2.5^{b}	2.5^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.8^{c}
B2.2	1.5^{a}	2.0^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.2^{a}
C1	2.4^{b}	2.3^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.6^{c}
C1.2	1.9^{a}	2.0^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.1^{b}
C2	2.1^{ab}	2.2^{ab}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.3^{c}
C2.2	1.5^{a}	1.9^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.7^{a}
D1	2.9^{b}	2.4^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.9^{b}
D1.2	1.9^{a}	1.9^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.4^{a}
D2	2.6^{b}	2.2^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.8^{b}
D2.2	1.6^{a}	1.9^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.1^{a}
E1	2.4^{b}	2.3^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.6^{c}
E1.2	1.9^{a}	2.0^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.1^{b}
E2	2.1^{ab}	2.2^{ab}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.3^{c}
E2.2	1.5^{a}	1.9^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.7^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

ตารางที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 45 วัน ในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ

ตัวอย่าง	Total plate count (log cfu/g)	Yeast&Mold (log cfu/g)	*S. aureus* (cfu/g)	*E.Coli* (MPN/g)	% ความชื้น
A1	3.4^{c}	2.7^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.4^{d}
A1.2	2.5^{b}	2.1^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.9^{b}
A2	3.2^{c}	2.7^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.3^{c}
A2.2	2.1^{a}	2.0^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.2^{a}
B1	3.2^{b}	2.9^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.2^{d}
B1.2	2.4^{a}	2.3^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.6^{b}
B2	3.1^{b}	2.7^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.3^{c}
B2.2	2.2^{a}	2.2^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	6.7^{a}
C1	3.1^{b}	2.7^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.5^{c}
C1.2	2.2^{a}	2.1^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.9^{a}
C2	2.9^{b}	2.5^{ab}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.7^{b}
C2.2	1.9^{a}	2.1^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.3^{a}
D1	3.4^{c}	2.7^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.4^{d}
D1.2	2.5^{b}	2.1^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.9^{b}
D2	3.2^{c}	2.7^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.3^{c}
D2.2	2.1^{a}	2.0^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.2^{a}
E1	3.1^{b}	2.7^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.5^{c}
E1.2	2.2^{a}	2.1^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.9^{a}
E2	2.9^{b}	2.5^{ab}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.7^{b}
E2.2	1.9^{a}	2.1^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.3^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

ตารางที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 60 วัน ในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ

ตัวอย่าง	Total plate count (log cfu/g)	Yeast&Mold (log cfu/g)	*S. aureus* (cfu/g)	*E.Coli* (MPN/g)	% ความชื้น
A1	4.2^{c}	3.3^{c}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	11.2^{e}
A1.2	3.0^{b}	2.3^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.7^{a}
A2	4.1^{c}	2.8^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.6^{b}
A2.2	2.2^{a}	2.1^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.3^{a}
B1	4.0^{c}	3.4^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	12.5^{d}
B1.2	2.9^{b}	2.5^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.6^{b}
B2	3.8^{c}	3.1^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.4^{c}
B2.2	2.4^{a}	2.3^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	7.3^{a}
C1	3.8^{c}	3.1^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	11.4^{e}
C1.2	2.6^{a}	2.4^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.6^{a}
C2	3.3^{b}	2.8^{ab}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.8^{b}
C2.2	2.3^{a}	2.2^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.3^{a}
D1	4.2^{c}	3.3^{c}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	11.2^{e}
D1.2	3.0^{b}	2.3^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.7^{a}
D2	4.1^{c}	2.8^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.6^{b}
D2.2	2.2^{a}	2.1^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.3^{a}
E1	3.8^{c}	3.1^{b}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	11.4^{e}
E1.2	2.6^{a}	2.4^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.6^{a}
E2	3.3^{b}	2.8^{ab}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	9.8^{b}
E2.2	2.3^{a}	2.2^{a}	$< 10^{ns}$	$< 3^{ns}$	8.3^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

3. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสน้ำตาลปึก 5 แหล่งผลิต

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลปึก ในแหล่งผลิต A ,B, C, D และ E โดยการทดสอบด้านสี ความหวาน รสชาด เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน เป็นชาย 25 คน และหญิง 25 คน โดยมีอายุระหว่าง 19 – 45 ปี ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0 15 30 45 และ 60 วัน

3.1 คุณสมบัติทางด้านสี (Color)

คุณลักษณะทางด้านสีของน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิตในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP และ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน เมื่อนำไปให้ผู้ทดสอบให้คะแนนในวันแรกของการบรรจุผลิตภัณฑ์ พบว่าน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต A C และ D มีค่าเริ่มต้นของผู้ทดสอบอยู่ในเกณฑ์ความชอบปานกลาง และมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95 % ($p < 0.05$) กับคะแนนความชอบด้านสีของน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต B และ E ที่อยู่ในเกณฑ์ความชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.23)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าความชอบทางด้านสีของน้ำตาลปึกมีค่าลดลงจากวันแรกของการทดสอบ โดยน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ทั้ง 5 แหล่งผลิตและน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และ น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ของแหล่งผลิต B และ E อยู่ในเกณฑ์ความชอบเฉยๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95 % ($p < 0.05$) กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนของแหล่งผลิต A , C และ D และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ของแหล่งผลิต A C และ D และ KOP ใส่วัตถุดูดซับ ของแหล่งผลิต B, C, D และ E อยู่ในเกณฑ์ความชอบเล็กน้อย ซึ่งจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนของแหล่งผลิต A ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง (ตารางที่ 4.23)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าความชอบทางด้านสีของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE จากแหล่งผลิต A,D, E และ KOP จากแหล่งผลิต A และ C อยู่ในเกณฑ์ความชอบเฉยๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนจากแหล่งผลิต A ,Bอยู่ในเกณฑ์ความชอบเล็กน้อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE จากแหล่งผลิต B, E และ KOP จากแหล่งผลิต Eที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบปานกลาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากแหล่งผลิต B และ LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากแหล่งผลิต D และ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนจากแหล่งผลิต D และ E ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.23)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 45 วัน ความชอบทางด้านสีของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE จากทั้ง 5 แหล่งผลิต และ KOP จากแหล่งผลิต A,B,C และ E อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบปานกลาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากแหล่งผลิต C และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากแหล่งผลิต D และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากแหล่งผลิต B และ D ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ระดับไม่ชอบเล็กน้อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากแหล่งผลิต C และ D และ LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากแหล่งผลิต C และ E ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ระดับเฉยๆ (ตารางที่ 4.23)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านสีของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE และ KOP จากทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบมากที่สุดและไม่ชอบมาก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิตที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบปานกลาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิตที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.23)

ภาพที่ 4.9 สีเริ่มต้นของน้ำตาลปึกที่ผู้ทดสอบให้ความชอบด้านสีมากที่สุดคือสีขาวนวล

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี (Color) ของน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิต ภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆที่ระดับอุณหภูมิห้อง

ตัวอย่าง	คะแนนการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (สี)				
	0 วัน	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน
A1	7.62^{ns}	5.95^{a}	5.00^{a}	3.50^{a}	2.19^{a}
A1.2	7.62^{ns}	6.42^{ab}	5.78^{b}	5.05^{b}	3.73^{b}
A2	7.62^{ns}	6.30^{a}	5.04^{a}	3.96^{a}	2.52^{a}
A2.2	7.62^{ns}	6.85^{b}	6.02^{b}	5.68^{b}	4.76^{c}
B1	6.86^{ns}	5.06^{a}	3.96^{a}	2.68^{a}	1.98^{a}
B1.2	6.86^{ns}	5.97^{ab}	5.27^{b}	4.61^{b}	3.64^{b}
B2	6.86^{ns}	5.35^{a}	4.12^{a}	3.02^{a}	2.37^{a}
B2.2	6.86^{ns}	6.25^{b}	5.78^{b}	4.98^{b}	4.23^{c}
C1	7.40^{ns}	5.87^{a}	4.93^{a}	3.25^{a}	2.08^{a}
C1.2	7.40^{ns}	6.48^{ab}	5.72^{b}	4.98^{c}	3.61^{b}
C2	7.40^{ns}	6.16^{a}	5.05^{a}	4.18^{b}	2.45^{a}
C2.2	7.40^{ns}	6.73^{b}	5.98^{b}	5.03^{c}	4.74^{c}
D1	7.62^{ns}	5.95^{a}	5.00^{a}	3.50^{a}	2.19^{a}
D1.2	7.62^{ns}	6.42^{a}	5.78^{b}	5.05^{b}	3.73^{b}
D2	7.62^{ns}	6.30^{a}	5.04^{a}	3.96^{a}	2.52^{a}
D2.2	7.62^{ns}	6.85^{b}	6.02^{b}	5.68^{b}	4.76^{c}
E1	6.90^{ns}	5.06^{a}	3.96^{a}	2.68^{a}	1.98^{a}
E1.2	6.90^{ns}	5.97^{ab}	5.27^{b}	4.61^{b}	3.64^{b}
E2	6.90^{ns}	5.35^{a}	4.12^{a}	3.02^{a}	2.37^{a}
E2.2	6.90^{ns}	6.32^{b}	5.78^{b}	4.98^{b}	4.23^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

3.2 คุณสมบัติทางด้านความหวาน

พบว่าคุณลักษณะทางด้านความหวานของน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP และ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ทั้ง 5 แหล่งผลิตมีค่าเริ่มต้นอยู่ในเกณฑ์ความชอบปานกลาง และในแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.24)

หลังเก็บที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 15 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านความหวานของน้ำตาลปึกมีค่าลดลงจากวันแรกที่ทดสอบ ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE KOP ทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ความชอบเฉยๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.24)

หลังเก็บที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 30 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านความหวานของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE แหล่งผลิต C D และ E และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากแหล่งผลิต C และ E อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากแหล่งผลิต A B และ D อยู่ในเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ระดับเฉยๆ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ระดับเฉยๆ (ตารางที่ 4.24)

หลังเก็บที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 45 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านความหวานของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบมาก KOP ทั้ง 5 แหล่งผลิต LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน (C1.2 อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบปานกลาง) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ระดับไม่ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.24)

หลังเก็บที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 60 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านสีของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบมาก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.24)

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความหวานของน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิต ภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่ระดับอุณหภูมิห้อง

ตัวอย่าง	คะแนนการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (ความหวาน)				
	0 วัน	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน
A1	7.30^{ns}	5.64^{a}	4.55^{a}	3.42^{a}	2.23^{a}
A1.2	7.30^{ns}	6.37^{ab}	5.83^{c}	4.54^{b}	3.68^{b}
A2	7.30^{ns}	6.07^{a}	5.14^{b}	3.88^{a}	2.45^{a}
A2.2	7.30^{ns}	6.89^{b}	5.98^{c}	4.76^{b}	4.19^{c}
B1	7.26^{ns}	6.04^{a}	4.49^{a}	2.83^{a}	1.91^{a}
B1.2	7.26^{ns}	6.82^{b}	5.17^{nb}	4.62^{c}	3.32^{b}
B2	7.26^{ns}	6.13^{a}	4.85^{a}	3.77^{b}	2.19^{a}
B2.2	7.26^{ns}	6.90^{b}	5.63^{b}	4.96^{c}	4.04^{c}
C1	7.54^{ns}	5.62^{a}	4.52^{a}	3.35^{a}	2.18^{a}
C1.2	7.54^{ns}	6.79^{c}	5.47^{b}	4.05^{ab}	3.64^{b}
C2	7.54^{ns}	6.03^{b}	4.68^{a}	3.60^{a}	2.20^{a}
C2.2	7.54^{ns}	6.81^{c}	5.74^{b}	4.68^{b}	3.92^{b}
D1	7.40^{ns}	5.64^{a}	4.55^{a}	3.42^{a}	2.23^{a}
D1.2	7.40^{ns}	6.37^{ab}	5.83^{c}	4.54^{b}	3.68^{b}
D2	7.40^{ns}	6.07^{a}	5.14^{b}	3.88^{a}	2.45^{a}
D2.2	7.40^{ns}	6.89^{b}	5.98^{c}	4.76^{b}	4.19^{c}
E1	7.31^{ns}	6.04^{a}	4.49^{a}	2.83^{a}	1.91^{a}
E1.2	7.31^{ns}	6.82^{b}	5.17^{ab}	4.62^{c}	3.32^{b}
E2	7.21^{ns}	6.13^{a}	4.85^{a}	3.77^{b}	2.19^{a}
E2.2	7.31^{ns}	6.89^{b}	5.63^{b}	4.96^{c}	4.04^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

3.2 คุณสมบัติทางด้านรสชาด

คุณลักษณะทางด้านรสชาดของน้ำตาลปึกจากทั้ง5 แหล่งผลิตในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP และ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน เมื่อนำไปให้ให้ผู้ทดสอบชิมในวันแรกของการบรรจุผลิตภัณฑ์ พบว่ามีค่าเริ่มต้นของค่าทดสอบอยู่ในเกณฑ์ความชอบปานกลาง และทั้ง 5 แหล่งผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.25)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านรสชาดของน้ำตาลปึกมีค่าลดลงจากค่าทดสอบในวันแรกโดยมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 5 แหล่งผลิตคือ น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ KOP เกณฑ์ความชอบของผู้ทดสอบอยู่ในระดับเฉยๆ จนถึงชอบเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่เกณฑ์ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.25)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านรสชาดของน้ำตาลปึกมีค่าลดลงจากค่าทดสอบในวันที่ 15 ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE และ KOP ของทั้ง 5 แหล่งผลิต และในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ของแหล่งผลิตC ความชอบอยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ของทั้ง 5 แหล่งผลิต และในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนของแหล่งผลิต A B D และ E ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ระดับเฉยๆ (ตารางที่ 4.25)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านรสชาดของน้ำตาลปึกมีค่าลดลงจากค่าทดสอบในวันที่ 30 ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ของแหล่งผลิต A และ D อยู่ที่ระดับไม่ชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ของแหล่งผลิต B,E และ KOP ของแหล่งผลิต A, B,D และ E อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบปานกลาง จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ของทั้ง 5 แหล่งผลิต และ KOP ของแหล่งผลิต C ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ระดับไม่ชอบเล็กน้อย(ตารางที่ 4.25)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านรสชาดของน้ำตาลปึกมีค่าลดลงจากการทดสอบในวันที่ 45 ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE และ KOP จากทั้ง 5 แหล่งผลิตจะมีคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบไปในทิศทางเดียวกันคือ อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบมากที่สุดและไม่ชอบมาก ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนของทั้ง 5 แหล่งผลิตที่อยู่ใน

เกณฑ์ไม่ชอบปานกลาง และยังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ของทั้ง 5 แหล่งผลิตที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.25)

ตารางที่ 4.25 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาดของน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิต ภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่ระดับอุณหภูมิห้อง

ตัวอย่าง	คะแนนการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale(รสชาด)				
	0 วัน	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน
A1	7.64^{ns}	5.83^{a}	4.56^{a}	2.49^{a}	1.90^{a}
A1.2	7.64^{ns}	6.45^{ab}	5.42^{b}	4.57^{c}	3.25^{b}
A2	7.64^{ns}	6.10^{a}	4.81^{a}	3.15^{b}	2.06^{a}
A2.2	7.64^{ns}	6.89^{b}	5.75^{b}	4.82^{c}	4.18^{c}
B1	7.26^{ns}	5.63^{a}	4.46^{a}	3.42^{a}	2.27^{a}
B1.2	7.26^{ns}	6.15^{ab}	5.52^{b}	4.55^{b}	3.32^{b}
B2	7.26^{ns}	5.89^{a}	4.83^{a}	3.68^{a}	2.50^{a}
B2.2	7.26^{ns}	6.67^{b}	5.94^{b}	4.80^{b}	4.19^{c}
C1	7.42^{ns}	5.77^{a}	4.83^{a}	3.49^{a}	1.87^{a}
C1.2	7.42^{ns}	6.85^{b}	5.61^{ab}	5.18^{c}	3.62^{c}
C2	7.42^{ns}	6.10^{a}	5.15^{a}	4.31^{b}	2.50^{b}
C2.2	7.42^{ns}	6.92^{b}	6.07^{b}	5.60^{c}	4.55^{d}
D1	7.60^{ns}	5.83^{a}	4.56^{a}	2.49^{a}	1.90^{a}
D1.2	7.60^{ns}	6.45^{ab}	5.42^{b}	4.57^{c}	3.25^{b}
D2	7.60^{ns}	6.10^{a}	4.81^{a}	3.15^{b}	2.06^{a}
D2.2	7.60^{ns}	6.84^{b}	5.75^{b}	4.82^{c}	4.18^{c}
E1	7.20^{ns}	5.63^{a}	4.46^{a}	3.42^{a}	2.27^{a}
E1.2	7.20^{ns}	6.15^{ab}	5.52^{b}	4.55^{b}	3.32^{b}
E2	7.20^{ns}	5.89^{a}	4.83^{a}	3.68^{a}	2.50^{a}
E2.2	7.20^{ns}	6.65^{b}	5.94^{b}	4.80^{b}	4.19^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

3.3 คุณสมบัติทางด้านเนื้อสัมผัส

พบว่าคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP และ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากแหล่งผลิต A,B และ E มีค่าเริ่มต้นอยู่ในเกณฑ์ความชอบเล็กน้อย และจากแหล่งผลิต C และ D มีค่าเริ่มต้นอยู่ในเกณฑ์ความชอบปานกลาง และในแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.26)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE จากแหล่งผลิต A,B,C และ D และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากแหล่งผลิต A B และ D อยู่ในเกณฑ์ความชอบระดับเฉยๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่อยู่เกณฑ์ความชอบเล็กน้อยที่อยู่เกณฑ์ความชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.26)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE และ KOP จากทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิตที่มีเกณฑ์ความชอบระดับเฉยๆ (ตารางที่ 4.26)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านรสชาดของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE จากทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ความชอบที่ระดับไม่ชอบมาก ส่วนน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จาก แหล่งผลิต B,C,D และ E อยู่ในเกณฑ์ความชอบที่ระดับไม่ชอบปานกลาง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากแหล่งผลิต A ที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ระดับเฉยๆ (ตารางที่ 4.26)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านความหวานของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE และ KOP จากทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบมาก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบปานกลาง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.26)

ตารางที่ 4.26 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส ของน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิต ภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆที่ระดับอุณหภูมิห้อง

ตัวอย่าง	คะแนนการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (เนื้อสัมผัส)				
	0 วัน	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน
A1	6.82^{ns}	5.59^{a}	4.38^{a}	3.36^{a}	2.17^{a}
A1.2	6.82^{ns}	6.07^{ab}	5.51^{b}	5.10^{c}	3.59^{b}
A2	6.82^{ns}	5.78^{a}	4.62^{a}	4.31^{b}	2.42^{a}
A2.2	6.82^{ns}	6.43^{b}	5.97^{b}	5.45^{c}	4.35^{c}
B1	6.96^{ns}	5.35^{a}	4.27^{a}	2.98^{a}	2.00^{a}
B1.2	6.96^{ns}	6.10^{b}	5.45^{b}	4.84^{c}	3.32^{b}
B2	6.96^{ns}	5.48^{a}	4.65^{a}	3.72^{b}	2.45^{a}
B2.2	6.96^{ns}	6.32^{b}	5.73^{b}	5.05^{c}	4.29^{c}
C1	7.74^{ns}	5.84^{a}	4.50^{a}	2.95^{a}	2.13^{a}
C1.2	7.74^{ns}	6.65^{ab}	5.72^{b}	5.05^{c}	3.66^{b}
C2	7.74^{ns}	6.10^{a}	4.65^{a}	3.07^{b}	2.40^{a}
C2.2	7.74^{ns}	6.97^{b}	5.87^{b}	5.18^{c}	4.54^{c}
D1	7.70^{ns}	5.80^{a}	4.50^{a}	2.95^{a}	2.13^{a}
D1.2	7.70^{ns}	6.60^{ab}	5.72^{b}	5.05^{c}	3.66^{b}
D2	7.70^{ns}	6.08^{a}	4.65^{a}	3.07^{b}	2.40^{a}
D2.2	7.70^{ns}	6.87^{b}	5.87^{b}	5.18^{c}	4.54^{c}
E 1	6.86^{ns}	5.35^{a}	4.27^{a}	2.98^{a}	2.00^{a}
E 1.2	6.86^{ns}	6.10^{b}	5.45^{b}	4.84^{c}	3.32^{b}
E 2	6.86^{ns}	5.48^{a}	4.65^{a}	3.72^{b}	2.45^{a}
E 2.2	6.86^{ns}	6.22^{b}	5.73^{b}	5.05^{c}	4.29^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

3.4 คุณสมบัติทางด้านความชอบโดยรวม

พบว่าคุณลักษณะทางด้านความชอบโดยรวมของน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP และ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากแหล่งผลิต A C และ D มีค่าเริ่มต้นอยู่ในเกณฑ์ความชอบปานกลาง และจากแหล่งผลิต B และ E มีค่าเริ่มต้นอยู่ในเกณฑ์ความชอบเล็กน้อย โดยในแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.21)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านความชอบโดยรวมของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE และ KOP จากทั้ง 5 แหล่งผลิต และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากแหล่งผลิต B,C และ E อยู่ในเกณฑ์ความชอบระดับเฉยๆ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิต และ LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ของแหล่งผลิต A และ D ที่มีเกณฑ์ความชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.27)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านความชอบโดยรวมของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE จากแหล่งผลิต C อยู่ในเกณฑ์ความชอบที่ระดับไม่ชอบปานกลาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE จากแหล่งผลิต A,B,D และ E และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากแหล่งผลิต B,C,D และ E น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากแหล่งผลิต A อยู่ในเกณฑ์ความชอบที่ระดับไม่ชอบเล็กน้อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ระดับเฉยๆ (ตารางที่ 4.27)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านความชอบโดยรวมของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE และ KOP จากทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบปานกลางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่มีเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.27)

ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าคะแนนการทดสอบคุณลักษณะความชอบทางด้านความชอบโดยรวมของน้ำตาลปึกมีค่าลดลง ซึ่งน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE จากแหล่งผลิต A และ D อยู่ในเกณฑ์ความชอบที่ระดับไม่ชอบมากที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE จากแหล่งผลิต B C และ E และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP จากทั้ง 5 แหล่งผลิต อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบมาก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่ง

ผลิต ที่มีเกณฑ์ไม่ชอบปานกลาง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จากทั้ง 5 แหล่งผลิต ที่มีเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.27)

ตารางที่ 4.27 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวม ของน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิต ภายหลังการเก็บ ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆที่ระดับอุณหภูมิห้อง

ตัวอย่าง	คะแนนการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale(ความชอบโดยรวม)				
	0 วัน	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน
A1	7.02^{ns}	5.22^{a}	4.10^{a}	3.25^{a}	1.95^{a}
A1.2	7.02^{ns}	6.53^{b}	5.65^{c}	4.58^{b}	3.50^{c}
A2	7.02^{ns}	5.59^{a}	4.91^{b}	3.73^{a}	2.63^{b}
A2.2	7.02^{ns}	6.84^{b}	5.95^{c}	4.74^{b}	4.25^{d}
B1	6.94^{ns}	5.05^{a}	4.15^{a}	3.20^{a}	2.15^{a}
B1.2	6.94^{ns}	5.67^{ab}	5.02^{b}	4.66^{b}	3.28^{b}
B2	6.94^{ns}	5.35^{a}	4.24^{a}	3.75^{a}	2.33^{a}
B2.2	6.94^{ns}	6.00^{b}	5.12^{b}	4.84^{b}	4.09^{c}
C1	7.18^{ns}	5.04^{a}	3.75^{a}	3.05^{a}	2.16^{a}
C1.2	7.18^{ns}	5.75^{ab}	5.12^{c}	4.36^{b}	3.44^{b}
C2	7.18^{ns}	5.30^{a}	4.48^{b}	3.29^{a}	2.30^{a}
C2.2	7.18^{ns}	6.10^{b}	5.26^{c}	4.67^{b}	4.10^{c}
D1	7.00^{ns}	5.20^{a}	4.10^{a}	3.25^{a}	1.95^{a}
D1.2	7.00^{ns}	6.51^{b}	5.65^{c}	4.58^{b}	3.50^{c}
D2	7.00^{ns}	5.55^{a}	4.91^{b}	3.73^{a}	2.63^{b}
D2.2	7.00^{ns}	6.81^{b}	5.95^{c}	4.74^{b}	4.25^{d}
E 1	6.90^{ns}	5.05^{a}	4.15^{a}	3.20^{a}	2.15^{a}
E1.2	6.90^{ns}	5.67^{ab}	5.02^{b}	4.66^{b}	3.28^{b}
E2	6.90^{ns}	5.35^{a}	4.24^{a}	3.75^{a}	2.33^{a}
E2.2	6.90^{ns}	6.00^{b}	5.12^{b}	4.84^{b}	4.09^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %(F-test for equality of mean)

4. การศึกษารูปแบบความสวยงามของกล่องบรรจุภัณฑ์และราคาจำหน่ายที่เหมาะสมของน้ำตาลปึก

กล่องบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามนอกจากจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคแล้วยังช่วยป้องกันการเสียหายของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ด้านในแล้วยังสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้อีกทางหนึ่งเช่นกัน ขนาดบรรจุและราคาจำหน่ายน้ำตาลปึกเป็นอีกเงื่อนไขหนึ่งที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาขนาดบรรจุ ราคาจำหน่ายและรูปแบบของกล่องบรรจุภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคน้ำตาลปึก โดยใช้วิธีการให้คะแนนในแบบสอบถามของ ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน เป็นชาย 25 คน และหญิง 25 คน ซึ่งขนาดบรรจุและราคาที่เหมาะสมของน้ำตาลปึกจากผู้ทดสอบคือบรรจุภัณฑ์เบอร์ 5 บรรจุ 500 กรัม ราคา 40 บาท ดังภาพที่ 4.12

ภาพที่ 4.10 ผู้ทดสอบให้คะแนนความเหมาะสมของกล่องบรรจุภัณฑ์น้ำตาลปึก

ภาพที่ 4.11 ลักษณะของกล่องบรรจุภัณฑ์น้ำตาลปึกแบบแนวนอน

ภาพที่ 4.12 ลักษณะของกล่องบรรจุภัณฑ์น้ำตาลปึกแบบแนวตั้ง

ภาพที่ 4.13 ลักษณะของกล่องบรรจุภัณฑ์น้ำตาลปึกที่ได้รับความชื่นชอบจากผู้ทดสอบมากที่สุด

1.แบบ แนวนอน เบอร์ 5 2. แบบแนวตั้ง เบอร์ 3

ขั้นตอนที่ 3 ผลการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด

ผลการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรที่แปรรูปผลิตภัณฑ์จากตาลและผู้สนใจ เพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสมและยั่งยืน โดยการจัดประชุมกลุ่มย่อย จัดอบรมสัมมนาให้สมาชิก นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกัน

-ทำให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของกระบวนการผลิตอย่างถูก สุขอนามัยและเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เตาเศรษฐกิจ เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง

-เข้าใจการสร้างเครือข่ายการตลาดกับพ่อค้า หรือ กลุ่มหรือองค์กรอื่น ภายนอก เพื่อให้กลุ่มสามารถจัดส่งสินค้าไปจำหน่ายยังเครือข่ายอื่นๆได้ช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านการตลาดและรู้จักการศึกษาต้นทุน-รายได้เปรียบเทียบของการผลิตแบบดั้งเดิมกับ แบบใหม่

-มีความเข้าใจแนวทางที่เหมาะสมและยั่งยืนในการใช้ประโยชน์ จาก ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นอย่างคุ้มค่ารวมทั้งเกิดการหวงแหนต้องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติท้องถิ่นส่วนนี้ไว้

บทที่ 5

สรุปผลโครงการวิจัย

ผลการศึกษาของโครงการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์แปรรูปจากตาล

ขั้นตอนที่2 ผลการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์แปรรูปจากตาล

ขั้นตอนที่ 3 ผลการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์จากตาล

สรุปผลแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์แปรรูปจากตาล

ปัญหาและแนวทางการแก้ไขมาตรฐาน คุณภาพวัตถุดิบและกระบวนการผลิตของเกษตรกร

-ปัญหาของเกษตรกร จากการออกสำรวจและพบชุมชนโดยการสัมภาษณ์ การสังเกต จาก คณะผู้วิจัย นิสิต และแกนนำชุมชนจัดประชุมกลุ่มย่อย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกัน พบปัญหาดังนี้

1. ไม่เข้าใจและขาดความรู้ในเรื่องของสุขอนามัยที่ถูกต้องในการผลิตสินค้าออกจำหน่าย
2. ไม่เข้าใจและขาดความรู้ในเรื่องการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ

อาทิ -ในช่วงเวลาเก็บน้ำตาลสดก่อนนำมาเคี่ยว

-ขณะเคี่ยว ความแรงของไฟ และเวลาที่ใช้ในการเคี่ยวไม่คงที่ทำให้คุณภาพน้ำตาล ไม่คงที่โดยเฉพาะสี ความขาวนวล ความหวานและความหอม

3. ไม่มีการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์

- แนวทางการปรับปรุงมาตรฐาน คุณภาพวัตถุดิบและกระบวนการผลิต

1.ชักชวนและชี้แจงให้เกษตรกรคำนึงถึงคุณภาพวัตถุดิบและกระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพน้ำตาลสดก่อนนำมาเคี่ยว ระหว่างการเคี่ยว การควบคุมเวลาในการเคี่ยวโดยควบคุมระบบไฟ

2. ชักชวนและชี้แจงให้เกษตรกรต้องคำนึงถึงสุขอนามัยส่วนบุคคล

การปรับปรุงมาตรฐาน กระบวนการผลิต

จัดอบรมและสัมมนาวางกรอบคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. การควบคุมคุณภาพน้ำตาลสดก่อนนำมาเคี่ยว

โดยน้ำตาลสดที่เก็บมาได้ ถ้ายังไม่สามารถดำเนินการได้ต้องเก็บไว้ในภาชนะที่ควบคุมอุณหภูมิ (0-4°เซลเซียส) เพราะถ้าน้ำตาลสดไม่ได้คุณภาพน้ำตาลปึกจะไม่หวานหอม

2. การควบคุมคุณภาพน้ำตาลสดระหว่างการเคี่ยว

ในการเคี่ยวน้ำตาลสด แต่ละครั้งให้มีการตวงปริมาณน้ำตาลสดที่แน่นอนเพื่อให้ได้คุณภาพคงที่ควบคุมเวลาในการเคี่ยว(ปริมาณน้ำตาลสด 20 ลิตร ใช้เวลาในการเคี่ยว 2 ชั่วโมง 25 นาที)มีการควบคุมระบบไฟ(ความแรงของไฟ)ต้องสม่ำเสมอ (อุณหภูมิต้องอยู่ที่ 100 ° C) เพราะถ้าความแรงของไฟไม่สม่ำเสมอจะทำให้น้ำตาลปึกที่ได้มีความหอมลดลงและสีจะเข้ม ไม่น่ามองและไม่น่าซื้อ

และจากการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกัน สามารถทำให้แหล่งผลิตทั้ง 5 แหล่งได้คุณภาพน้ำตาลปึกมีสีเหลืองนวล หวาน หอม ใกล้เคียงกันและเป็นที่ชื่นชอบของผู้ซื้อ

3. ชักชวนและชี้แจงให้เกษตรกรคำนึงถึงสุขอนามัยส่วนบุคคล โดยเฉพาะการล้างมือทำความสะอาด การสวมชุดแปรรูปอาหารที่ถูกสุขอนามัยขณะทำงาน

และคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการขอชุดแปรรูปอาหารที่ถูกสุขอนามัย จากกรมอนามัยเขต ซึ่งได้รับการสนับสนุน โครงการที่ 1ในเบื้องต้น จำนวน 44 ชุด

ขั้นตอนที่2 การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์แปรรูปจากตาล

รายละเอียดผลการศึกษาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากตาลเพื่อการอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ยั่งยืน

จากผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีระหว่างกระบวนการผลิตน้ำตาลปึกอำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก สรุปได้ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงทางด้านสีของน้ำตาลโตนดในระหว่างการเคี่ยวเพื่อผลิตน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต คือ จากแหล่งผลิต A,B,C,Dและ E พบว่า ค่าสี L* เข้าสู่ค่าสีด้านความสว่างเพิ่มขึ้น และค่าสี a* b* มีค่าเป็นบวกเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการเคี่ยวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของน้ำตาลสด โดยน้ำตาลสดมีการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ค่าสีด้านสว่าง และมีสีออกไปทางสีเหลืองปนแดงอ่อน นอกจากนี้เมื่อระยะเวลาในการเคี่ยวเพิ่มขึ้นยังมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืด(Viscosity analysis) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid)ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ส่วนผลการศึกษาค่าเนื้อสัมผัส (Texture analysis) จากแหล่งผลิต A,B,C,Dและ E มีค่าเท่ากับ 3.677 2.948 5.392 3.607 และ2.942 kgf ตามลำดับ และมีค่า pH อยู่ในช่วงกลางจนถึงด่างทั้ง 5 แหล่งผลิต

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาสามารถสรุปได้ว่า การตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ในวัตถุดิบที่ผลิตน้ำตาลปึกคือน้ำตาลสด พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มาก โดยแหล่ง

ผลิต A มีค่าเท่ากับ 3.26-4.6 log cfu/g แหล่งผลิต B มีค่าเท่ากับ 3.57-4.75 log cfu/g แหล่งผลิต C มีค่าเท่ากับ 3.37-4.92 log cfu/g แหล่งผลิต D มีค่าเท่ากับ 3.20-4.6 log cfu/g ส่วนแหล่งผลิต E มีค่าเท่ากับ 3.50-4.75 log cfu/g แต่พบว่าเมื่อนำน้ำตาลสดดังกล่าวมาเคี่ยวในระยะเวลาเพื่อผลิตน้ำตาลปึกนั้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าลดลง ส่วนปริมาณยีสต์และรา พบว่า วัตถุดิบที่ผลิตน้ำตาลปึกคือน้ำตาลสด แหล่งผลิต A มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 2.83-4.65 log cfu/g ส่วนแหล่งผลิต B มีค่าเท่ากับ 3.58-4.96 log cfu/g แหล่งผลิต C มีค่าเท่ากับ 2.72-4.63 log cfu/g แหล่งผลิต D มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 2.79-4.64 log cfu/g ส่วนแหล่งผลิต E มีค่าเท่ากับ 3.52-4.89 log cfu/g แต่เมื่อนำน้ำตาลสดดังกล่าวมาเคี่ยวในระยะเวลาเพื่อผลิตน้ำตาลปึกนั้น ทำให้มีปริมาณเชื้อราและยีสต์ลดลงทั้ง 5 แหล่งผลิต เช่นเดียวกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเช่นกัน นั้นแสดงให้เห็นว่าความร้อนและระยะเวลาในการเคี่ยวมีผลต่อการรอดชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์และเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราและยีสต์ด้วย และจากการตรวจหาปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* พบว่าน้ำตาลสดที่ใช้ในกระบวนการเคี่ยวจนเป็นน้ำตาลปึกจากทั้ง 5 แหล่งผลิต มีปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* ต่ำกว่า 10 cfu/g ส่วนปริมาณเชื้อ Coliform พบว่าในน้ำตาลสดจากทั้ง 5 แหล่งผลิต มีปริมาณเชื้อ Coliform มากกว่า 1100 MPN/ml แต่เมื่อเคี่ยวจนเป็นน้ำตาลปึกพบว่ามีปริมาณ Coliform น้อยกว่า 3 MPN/g

การทดสอบโดยระบบประสาทสัมผัส(sensory evaluation)

เกี่ยวกับรสชาดความอร่อยความหวาน ความแข็งความอ่อนสีในอุดมคติของผลิตภัณฑ์

โดยผู้ทดสอบประกอบด้วย

-กลุ่มเกษตรกรในเขต อำเภอ วัดโบสถ์ จังหวัด พิษณุโลก

-นักศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร

-ผู้ชอบบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากตาลทั่วไป

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส สามารถสรุปได้ว่าน้ำตาลปึกจากทั้ง 5แหล่งผลิต มีคุณลักษณะด้าน ความหวาน รสชาด และความชอบโดยรวม ของตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สีกับเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมได้ให้คะแนนทางประสาทสัมผัสของน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิตอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยจนถึงชอบปานกลาง

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลปึก รวมทั้งผลการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์และประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ ปริมาณไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และความชื้น พบว่าน้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต A มีค่าเท่ากับ 0.23 1.00 90.29 3.08 และ5.4 % ตามลำดับ น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต B มีค่าเท่ากับ 0.10 1.04 89.62 3.14 และ6.1% ตามลำดับ น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต C มีค่าเท่ากับ 0.18 1.09 89.82 3.11 และ 5.8 % ตามลำดับ น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต D มีค่าเท่ากับ 0.12 1.04 89.62 3.14 และ6.1% ตามลำดับ น้ำตาลปึกจากแหล่งผลิต E มีค่าเท่ากับ 0.18 1.09 89.82 3.11 และ5.8 % ตามลำดับ

ผลการประเมินอายุการเก็บรักษาของน้ำตาลปึก โดยศึกษาชนิดของวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ LDPE และ KOP รวมถึงศึกษาระยะเวลาในการเก็บต่อคุณภาพของน้ำตาลปึก 5 ช่วงระยะเวลา(0 15 30 45 และ60 วัน) ที่ระดับอุณหภูมิห้อง พบว่า สามารถเรียงลำดับความชอบของน้ำตาลปึกต่อบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ทั้ง 2 ชนิด(LDPE และKOP) น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จะได้รับความชอบมากที่สุด รองลงมาคือ น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และน้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ตามลำดับ ส่วนบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับความชอบน้อยที่สุด คือ น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน จึงเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกได้ดีที่สุดในระยะเวลาไม่เกิน 30 วัน

สำหรับระยะเวลาในการเก็บที่นานขึ้น จะมีผลโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก ทั้งทางด้านสี รสชาด และเนื้อสัมผัส ซึ่งคะแนนความชอบต่อน้ำตาลปึกทั้ง 5 แหล่งผลิต มีค่าเริ่มต้นอยู่ในเกณฑ์ความชอบมากที่สุด แต่เมื่อทำการเก็บน้ำตาลปึกเป็นระยะเวลา 30 วัน ที่ระดับอุณหภูมิห้อง พบว่าผู้บริโภคมีความรู้สึกชอบปานกลาง จนถึงชอบเล็กน้อย เมื่อระยะเวลา 45 วัน ผู้บริโภคมีความรู้สึกอยู่ในระดับที่ชอบเล็กน้อยจนถึงไม่ชอบปานกลาง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บ 60 วัน ผู้บริโภคจะไม่ให้การยอมรับต่อน้ำตาลปึกในที่สุด

-ผลการ พัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จ

1. ศึกษาถุงบรรจุภัณฑ์ โดยเน้นการถนอมอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา
   -การเลือกวัสดุสำหรับทำบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม โดยประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ โดยใช้แบบสอบถาม
   - การประเมินอายุการเก็บของบรรจุภัณฑ์ โดยศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์
   ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการวิเคราะห์ทั้งทางกายภาพทางเคมีและทางจุลชีววิทยา

2. ออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ให้สวยงาม เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

จากการใส่บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและมีกล่องบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามทำให้สามารถเพิ่มราคาจากเดิมราคาน้ำตาลปึกใส่ถุงพลาสติกขายกิโลกรัม(1000 กรัม)ละ 50 บาท ปัจจุบันใส่ถุงพลาสติกชนิดพิเศษ(บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม) บรรจุถุงละ 500 กรัมและมีกล่องบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม ขายราคา 45 บาทและที่น่าแปลกใจคือได้รับความนิยมมีผู้สั่งจองมากกว่าเดิมที่ใส่ถุงพลาสติกธรรมดาไม่มีกล่องบรรจุภัณฑ์ ทั้งนี้ผู้ซื้อได้ระบุว่าต้องการนำไปเป็นของฝาก

ขั้นตอนที่ 3 จัดตั้งกลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์จากตาล

ออกสำรวจและพบชุมชนโดยการสัมภาษณ์ การสังเกต จากคณะผู้วิจัย นิสิต และแกนนำชุมชนจัดประชุมกลุ่มย่อย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกัน และจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรที่แปรรูปผลิตภัณฑ์จากตาลและผู้สนใจ และกำหนดแนวทางที่เหมาะสมและยั่งยืนดังนี้

(1) อบรมสัมมนาให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของกระบวนการผลิตอย่างถูกสุขอนามัยและแนะนำเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้เตาเศรษฐกิจ เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง ทั้งนี้จากงานวิจัยของคณะผู้วิจัย(ดาวัลย์ ฉิมภู่และคณะ) พบว่า การสร้างเตาก่ออิฐ มีท่อและมีช่องใส่เชื้อเพลิงด้านหน้าและให้ขอบกระทะกับตัวเตาปิดมิดชิดไม่ให้ควันหรือ เปลวไฟออกนอกขอบกระทะช่องใส่เชื้อเพลิงแคบและมีห้องความร้อนกว้างเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของความร้อนและประหยัดเชื้อเพลิง มีท่อระบายควันทำให้ไม่มีควันมารบกวนขณะเคี่ยว จะได้น้ำตาลคุณภาพสูง มีสีเหลืองนวล หวาน หอม สะอาด ส่งผลให้ได้ผลิตภัณฑ์ราคาสูงขึ้น

(2) ได้ฝึกอบรมให้สมาชิกได้เข้าใจ การสร้างเครือข่ายการตลาดกับพ่อค้าหรือ กลุ่ม หรือองค์กรอื่น ภายนอกเพื่อให้กลุ่มสามารถจัดส่งสินค้าไปจำหน่ายยังเครือข่ายอื่นๆได้ช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านการตลาดและรู้จักการศึกษาต้นทุน-รายได้เปรียบเทียบของการผลิตแบบดั้งเดิมกับ แบบใหม่

(3). ได้จัดสัมมนาเพื่อให้ชุมชนมีความเข้าใจแนวทางที่เหมาะสมและยั่งยืนในการใช้ประโยชน์ จาก ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นอย่างคุ้มค่ารวมทั้งเกิดการหวงแหนต้องการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติท้องถิ่นส่วนนี้ไว้

สรุป งานวิจัยที่ได้ดำเนินการ

(1). พัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกดังนี้

1.1 ได้ควบคุมคุณภาพน้ำตาลสดก่อนนำมาเคี่ยว

1.2 ได้ควบคุมเวลาและระบบไฟในการเคี่ยว

1.3ได้ชักชวนและชี้แจงให้เกษตรกรต้องคำนึงถึงสุขอนามัยส่วนบุคคล

(2) ได้พัฒนาถุงบรรจุภัณฑ์ โดยเน้นการถนอมอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และจัดทำกล่องบรรจุภัณฑ์ ให้เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป ให้มีคุณภาพและมีมูลค่าสูงขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน เป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกได้ดีที่สุด (นานไม่เกิน 30 วันโดยคงคุณภาพน้ำตาลปึกทั้งทางด้านสี รสชาด และเนื้อสัมผัส)

(3) ได้อบรมสัมมนาให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของกระบวนการผลิตอย่างถูกสุขอนามัยและแนะนำเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้เตาเศรษฐกิจ เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง

(4) ได้ฝึกอบรมให้สมาชิกได้เข้าใจ การสร้างเครือข่ายการตลาดกับพ่อค้าหรือ กลุ่ม หรือองค์กรอื่น ภายนอกเพื่อให้กลุ่มสามารถจัดส่งสินค้าไปจำหน่ายยังเครือข่ายอื่นๆได้ช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านการตลาดและรู้จักการศึกษาต้นทุน-รายได้เปรียบเทียบของการผลิตแบบดั้งเดิมกับ แบบใหม่

(5) จัดตั้งศูนย์เรียนรู้การทำน้ำตาลปึก

ผลการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลโตนดเพื่อการอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ยั่งยืน

กิจกรรม	ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ	ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ
1. พัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึก	ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำ ต้องใช้อุณหภูมิ 100° C(ใช้เวลาต้มนาน 2 ชั่วโมง 25 นาทีต่อปริมาณน้ำตาลสด 20 ลิตร)	ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
2. พัฒนาถุงบรรจุภัณฑ์ โดยเน้นการถนอมอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา	ได้ถุงบรรจุภัณฑ์ ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ที่สามารถถนอมอาหารได้นาน 30 วันโดยคงคุณภาพน้ำตาลปึกทั้งทางด้านสี รสชาด และเนื้อสัมผัส	ถุงบรรจุภัณฑ์ ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
3. จัดทำกล่องบรรจุภัณฑ์ ให้เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปให้มีคุณภาพและมีมูลค่าสูงขึ้น	ได้กล่องบรรจุภัณฑ์ที่สามารถยืดอายุผลิตภัณฑ์ และสวยงาม สามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	กล่องบรรจุภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
4. ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้เตาเศรษฐกิจ เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน และลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง	ได้ความรู้เกี่ยวกับการลดการสูญเสียพลังงาน	ลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง
5. จัดตั้งศูนย์เรียนรู้การทำน้ำตาลปึก	ได้เรียนรู้การทำน้ำตาลปึก	มีศูนย์เรียนรู้การทำน้ำตาลปึก

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการทำตาลเป็นอาชีพที่เกษตรกรทำกันเองในครัวเรือนจากภูมิปัญญาพื้นบ้าน ต่อมามีการทำผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายโดยการรวมกลุ่มกันเอง ขั้นตอนการผลิต การแปรรูป จึงไม่เป็นไปตามหลักวิชาว่าด้วยเทคโนโลยีการผลิต แต่เมื่อเกษตรกรผู้ผลิตได้รับการอบรมก็เกิดความเข้าใจและมีความรู้ในเรื่องการผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายมากขึ้นก็สามารถปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนี้

1. เกิดความเข้าใจและมีความรู้ในเรื่องของสุขลักษณะที่ถูกต้องของการผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายมากขึ้นก็สามารถปรับปรุงแก้ไข

2. มีการศึกษาถึงผลของระดับอุณหภูมิต่ำ ต่ออายุการเก็บรักษาคุณภาพของน้ำตาลปึก เพื่อที่ จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น

3. ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำตาลปึกในบรรจุภัณฑ์แบบปิดผนึก มีการศึกษาถึงวิธีอื่นๆ ร่วมด้วย อาทิเช่น วิธีการปิดผนึกแบบสุญญากาศ (Vacuum seal) เพื่อลดปริมาณออกซิเจนลงแทนการใช้วัตถุดูดซับออกซิเจน

4. การใช้ผู้ทดสอบสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส ควรเป็นผู้ที่รู้จัก คุ้นเคย เคยใช้ หรือต้องใช้น้ำตาลปึกประกอบอาหารคาว-หวานเป็นประจำ จะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากกว่า เพราะนิสิตบางคนไม่รู้จักวัตถุดิบชนิดนี้มาก่อนไม่สามารถบอกได้ถึงข้อดีของน้ำตาลปึกสำหรับประกอบอาหาร ทั้งนี้เพราะครั้งแรกคณะผู้วิจัยใช้นิสิตบัณฑิตที่มีความรู้สูงเป็นผู้ทดสอบด้วยคาดหมายว่าน่าจะได้ข้อมูลที่ดีกว่าเพื่อขยายตลาดให้กว้างขวางยิ่งขึ้น แต่ปรากฏว่านิสิตไม่เคยทำอาหารที่ใช้น้ำตาลปึกทำให้ไม่สามารถแยกได้ว่าน้ำตาลปึกที่เหมาะสมสำหรับนำไปประกอบอาหารควรเป็นเช่นไร

ด้วยเหตุนี้ในการศึกษาวิจัยควรจะพิจารณาทั้งองค์ความรู้ ประสบการณ์ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเป็นประเด็นสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

กนก ติระวัฒน์. การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด **รายงานโครงการพัฒนาชุมชน**.สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2531

กรมวิทยาศาสตร์. "กรม" **ตาลโตนด**.ข่าวกรมวิทยาศาสตร์.12(42) : ตุลาคม 2506 หน้า 6

กรมวิทยาศาสตร์. "กรม" **อุปสรรคบางประการในการยอมรับการใช้สารเคมีในการใช้ไม้เคี่ยมหรือไม้พะยอมในการทำน้ำตาลมะพร้าว**.ข่าวกรมวิทยาศาสตร์.30(90) :2522 หน้า 9

กีร์ เทรบูลย์ ระบบการปรับปรุงที่ดินเพื่อการเกษตร และวิวัฒนาการในช่วงที่เพิ่งมาของสทิงพระ **โครงการวิจัยระบบการผลิตทางการเกษตร**.สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2526

งามทิพย์ ภู่วโรดม. **กาซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร.** ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2538

ชาคริต พืชพันธุ์ และ วีระศักดิ์ ยอดปรีดา. **การรักษาคุณภาพของน้ำตาลสดโดยการใช้สารเคมี** ปริญญานิพนธ์วท.ม.สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2526 หน้า 1-8

ปริญญา ขำสาธร "**Packaging of Coffee, Tea and Spices**" , Packaging Manual, P. 43-45 วารสารการบรรจุภัณฑ์ กรกฎาคม – กันยายน 2542

ปรัชญา วงศ์ธนบัตร. **การแปรรูปต่อคุณภาพของน้ำตาลกะทิ** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2543.

ประมาณ เทพสงเคราะห์ **การสร้างเตาเผาเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลโตนดในอำเภอสิงหนคร จังหวัด สงขลา** JRCTAF ISSN 0028-0011. Vol.29No.1 2540

ปราโมทย์ ธรรมรัตน์. **การศึกษายีสต์ในน้ำตาลสด น้ำตาลเมา และการคัดเลือกสายพันธ์ที่มีประสิทธิภาพสเพื่อการหมักแอลกอฮอล์.** วิทยานิพจน์ วท.ม.กรุงเทพ : มหาวิทยาลัย 2521

ปิฏฐะ บุนนาค. **ปาล์มน้ำตาล หรือน้ำตาลปาล์ม**. ปาล์ม.กรุงเทพ : แพร่วิทยา. 2511. หน้า 260-272

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. **บรรจุภัณฑ์อาหาร**. พิมพ์ครั้ง ที่ 1 ยี่เฮงการพิมพ์ หน้า 60-63 2551.

มยุรี ภาคลำเจียก **คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการบรรจุหีบห่อ** : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, กรุงเทพ2533

รัชนี ตัณฑะพานิชกุล. **เคมีอาหาร**. กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2537

รัชนีพร หงสยาภรณ์. **การพัฒนาองค์กรการเกษตรและวิสาหกิจชุมชน**.สำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลก 2544 น.41-44

วิญญู บุญยงค์. **คนปาดตาล.** ความหวานบนความสูง. พิมพ์ครั้งที่1 บริษัทต้นอ้อ จำกัด. กรุงเทพ 2535.

วิเชียร วรพุทธพร **ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าพื้นฐานสู่อาหารสำเร็จรูป.** ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2550

สัณหกุล มาลี และ พูนสุข อัตถะสัมสัมปุณณะ. **การศึกษาเรื่องการเก็บ รักษาน้ำ ตาล.** วารสาร สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 7(1) : 1-9. 2517.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. **"ตาลโตนด"**. กสิกร.73(5) : กันยายน-ตุลาคม 2543. หน้า 21-24

สุกัญญา จันทะชุม. **น้ำตาลโตนด.** สงขลา : ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2531

Ahmad M.A.R.Chaudhury and K.U.Ahmad. **"Studies on toddy yeasts"** Mycologia.n.p. 1954.

Anonymous.**Activated carbon**. (Internet).URL:http://www.activated carbon.org.com December 14th 2000.

Anonymous.**Maple syrup**.(Internet). URL.http://www.loveivaceres.com.December December 14th 2000.

A.O.A.C.**Official Method of Analysis**.WashingtonD.C.:Association of Official Analytica Chemical1990

Ayemor G.K.S and J.S.Matthews. **"The sap of the plam Elaeis guineesnis as raw Materials for alcoholic fermentation in Ghana"**Tropical Science.13(1): Januay-March 1971. p.71-83

Bellga B.P. **"Pasterization of palm sap(Neera)"** J.Agric.Food Chem.9(9):Januay 1961. p.149-151

Bergaret.B.P. **Observation on the fermentation of palm wine**.W.African J.biol.Chem.6(2):April 1962. p.20-25

BrowningK.C.and C.t.Symons. **"Coconut today in Ceylon"**J.Soc.Chem.lnd.35(4): August-September 1961. p.901-142

Calderon P.J.P Van Buren and W.b.Robinson. **"Factors influencing the formation at Precipitates and hazes by gelatin and condensed and hydrolysable Tannin"** J.Agric.Food Chem.16(16):January 1968. p.476-482

Faparusi S.I. **"Origin of initial microflora of palm wine from oil palm tree (Elaeis guineensis)"** J.Food Sci.36(3):July-Semtember 1973. p.559-565

Faparusi.S.I.and O.Bassir. **"Effect of extracts of the bark of Saccioglottis Gabonensis on the microflora of palm wine"**Appl. Microbial.14(9):March 1972. p.53-856

Kovoor A.**The Palm.Rome:**Food and agriculture Oraganism of the United Nation1983.

Macrae R.R.K.Robinson and M.J.Sadler **Encyclopedia of food science technology And nutrition. London**:Academic Press1993. p.441-45030.

Nathanael,W.R.N.**Toddy yields from palms in Celon**. Celon Cocon.Q.,1955 6(1/2):8-16.

Okafor,O.**Characterisation of palm wine yeast isolates for industrial utilisation**.African Journal of Biotechnology V.5(19),p 1725-1772.

Rosario P.L.G.M.Villavieja and E..S quigne. **"Tuba intake in Eastern Visayas Region"** Phillippines J.Nutrition.20(1):January-February 1967. p.180-192.

Tirawat K.S.ChanthachumS Jibunjerdkul and P.Pichitwarapanit. **"Stusy of the EffectOf Preservative on the quality of the Sugar Palm Sap"** A report on the Improvenent of the Palm Sap Processing in Sathing phra Area.n.p. 1986

Van Pee L. **"Palm wines"**Industries Alimentari.n.p.1971. p.90-92.

Van Pee W.and J.G.Swings **"Chemical and microbiological studies on Congoless Palm wine(Elaeis guineensis)"** East Afr.Agr.Forest.n.p. 1971.p.11-314

Wakayama T. and C.Y.Lee. **"Factor influencing honey clarification of apple juice"** Food Chem.n.p.1987. p.11-116

Walawalker D.G. **"Sulphanilamide as a preservative for sweet juice from palm Trees"** Nature.n.p. 1950. p.165-370

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหารยี่ห้อ Instron รุ่น 4411

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดเครื่อง Instron และเครื่องคอมพิวเตอร์
2. เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์บู๊ตเสร็จแล้ว ให้เลือกระบบปฏิบัติการ Windows 3.11
3. เลือกไอคอน ที่ชื่อโปรแกรมเครื่อง Instron
4. ทำการตั้งค่าต่างๆ ที่ต้องการใช้งาน เช่น รูปแบบของการทดสอบ ค่าแรงที่ใช้ probe ที่ต้องการทดสอบให้เลือก Files ที่ Save ไว้ก่อนหน้านี้ จากนั้นคลิก OK
5. เลือกเมนู File ที่ Save ค่าที่ต้องไว้เป็นชื่อที่ต้องการทดสอบ แล้วคลิก OK
6. เลือกไอคอน
7. ตั้งค่าความเร็วในการทดสอบ (Crosshead Speed) แล้วเลือก OK
8. ที่ตัวเครื่อง Instron ให้ตั้งค่า Load เป็นศูนย์โดยกดปุ่ม BAL แล้ว Enter
9. เมื่อทำการ BALANCE เสร็จแล้ว (ค่า Load ให้เป็นศูนย์) ให้กดปุ่ม IEEE เพื่อทำการเชื่อมต่อกับระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
10. เริ่มทำการทดสอบโดยคลิกเมนู Start test เครื่องจะทำการทดสอบและคำนวณออกมาอัตโนมัติ เมื่อทำการทดสอบเสร็จ เครื่องจะบอกให้ remove หัว prob ให้เลือก OK แล้วนำ prob ไปล้างทำความสะอาดอย่าให้มีเศษตัวอย่างติด เพราะจะทำให้การทดลองคลาดเคลื่อนได้ และห้ามใช้แปรงในการทำความสะอาด prob ให้ใช้ฟองน้ำหรือกระดาษชุบน้ำหมาดๆ (กรณีที่ทำหลายๆซ้ำ)
11. เมื่อทดสอบเสร็จ ให้คลิกเมนู End Sample เลือก Continue หากต้องการ print ผลการทดลองให้คลิก OK เมื่อคำสั่งการพิมพ์ส่งไปยังเครื่องพิมพ์เสร็จ เครื่องจะถามว่า Do you want to test another sample? ถ้าต้องการเลือก OK แล้วทำตามขั้นตอนที่ 6-11 ถ้าไม่ต้องการ ให้เลือก cancle แล้วเลือก EXIT เพื่อออกจากโปรแกรมเครื่อง Instron

2. การวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสียี่ห้อ Hunter Lab รุ่น DP 9000

วิธีการวิเคราะห์

1. กดเปิดเครื่อง warm up เครื่องประมาณ 45 นาที
2. กดปุ่ม CAL เพื่อ Standardize เครื่องโดยวางแผ่นมาตรฐานสีดำ บนที่วางกด read key วางแผ่นสีขาวกด read key
3. จาก read mode กด setup key เพื่อเข้าสู่ setup mode
4. กดลูกศรไปทางซ้ายหรือขวาเพื่อเลือกตัวเลข 0-999
5. กดลูกศรลง เข้าสู่ mode name เพื่อตั้งชื่อ
6. กดลูกศรทางขวา เพื่อเลือกค่า L เป็นค่าแรกที่ต้องการทดสอบกด read key เพื่อ accept ค่า L
7. กดลูกศรลงไปยัง display mode เลือกปุ่ม difference
8. กดปุ่มลูกศรเพื่อเลือกค่าที่ต้องการ

   Read internal : Single

   Sample D : ON

   Average : A

   Color index : L * a * b

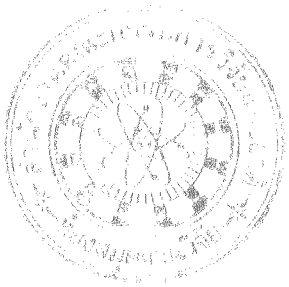
   Color difference scale : ↖ L * a * b

   Color difference index yl (D 1925)
9. กดลูกศรเลื่อนมายัง Standard mode กดลูกศรทางซ้ายหรือขวามือเพื่อเลือก physical
10. กดลูกศรเพื่อเลือก 1st target Value
11. ใส่ตัวอย่างมาตรฐาน (สีที่คล้ายกับตัวอย่างที่ต้องการ) บนที่วางกด ready key เพื่อวัดค่าสีของตัวอย่างมาตรฐาน
12. กดลูกศรเลื่อนลงมายัง first tolerance ↖* เลือกค่า tolerance : ↖ L* μ0.5

    ↖ b* μ0.5 ↖ a* μ0.5 ↖ yld μ0.5
13. กด set up key อีกครั้งเพื่อเข้าสู่ read mode ค่าstandard value จะแสดงผลที่หน้า จอ
14. นำตัวอย่าง Treatment ละ 30 กรัม ใส่ลงในกระบอกแก้วสำหรับใส่ตัวอย่างของเครื่องวางบนที่วางแล้วกด read key สามารถอ่านค่าสี ของตัวอย่างและสีมาตรฐานในค่า L*a * b ถ้าความแตกต่างน้อยกว่า 0.5 ค่า pass จะปรากฏขึ้นที่ difference ถ้าค่ามากกว่า 0.5 จะแสดงตัวอักษร fail

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี



1. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Protein) โดยวิธี kjeldahl Method

วิธีการวิเคราะห์

1. การชั่งเตรียมตัวอย่าง

1.1 ตัวอย่างต้องละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น โดยต้องระวังอย่าให้มีฟองอากาศ

- ของแห้งต้องบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 และเก็บในภาชนะบรรจุที่ป้องกันความชื้น

1.2 การชั่งเตรียมตัวอย่าง ชั่งตัวอย่างอาหารด้วยเครื่องชั่งละเอียดอ่านได้ 0.1 มก. (กรณีเป็นของเหลวใช้ปิเปตดูดให้ได้ตามปริมาตรที่กำหนดและนำไปชั่งน้ำหนัก

2. เติมสารเคมีสำหรับย่อย : boiling stone 2 ชิ้น (เฉพาะอาหารเหลวที่ปริมาณ > 10 มล.) Mixed catalyst 10 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 98 จำนวน 20 มล. ใส่ในหลอดสำหรับย่อยและทำ Blank (ไม่ต้องใสตัวอย่างอาหาร)
3. การย่อยตัวอย่างอาหาร : preheat เครื่องย่อยประมาณ 10 นาที (หมายเลข 10) และทำการย่อยจนได้สารละลายใส (ใช้เวลาประมาร 30-45 นาที ที่หมายเลข 10 หรือไม่เกิน 2 ชั่วโมง ที่หมายเลข 8)
4. การทำตัวอย่างให้เย็น : ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 20 นาที
5. การกลั่นตัวอย่างอาหาร : เติมน้ำกลั่น 50 มล. และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 32 จำนวน 70 มล. ใส่ในหลอดตัวอย่างที่ได้จากข้อ 4 และเตรียม Receiver โดย : เตรียมสารละลายกรดบอริคร้อยละ 2 จำนวน 60 มล. ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. และหยด mixed indicater 2 หยด จุ่มปลายท่อนำก๊าซแอมโมเนียใส่ในขวดรูปชมพู่โดยอยู่ในระดับต่ำกว่าสารละลายกรดบอริค ทำการกลั่น นานประมาณ 3-4 นาที ใช้น้ำกลั่นล้างท่อและปลายท่อนำก๊าซ
6. การไตเตรต : นำตัวอย่างในขวดรูปชมพู่ที่ได้จาก 5 มาไตเตรทด้วยสารละลายกรดซัลฟูริกมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง
7. การคำนวณ : $\%N = (V_1 - V_2) \times N \times 14.007 * 100/Eng$

$\%protein = \%N * F$

โดย V_1 = ปริมาณสารละลายกรดมาตรฐานที่ใช้ในการไตเตรตอาหารตัวอย่าง (มล.)

V_{2} ปริมารสารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไตเตรต blank (มล.)

N = Normality of acid E = จำนวนตัวอย่าง (กรัม) F = conversion factor

2. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต : ปริมาณน้ำตาล (Reducing sugar)

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง
   ชั่งตัวอย่างมาจำนวนหนึ่งเติมน้ำพอประมาณ เติม Caezl I &II อย่างละ 5 มล. เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรครบ 100 มล. โดยน้ำกลั่นใน Volumetric flask ทิ้งไว้สักครู่ กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บตัวอย่างหลังการกรองไว้วิเคราะห์ในขั้นต่อไป
2. นำสารละลายตัวอย่างใส่ในบิวเรตปลายงอขนาด 50 มล. โดยไล่อากาศในส่วนปลายงอออกให้หมด
3. ปิเปต Fehling I & II มาอย่างละ 5 มล. (หรืออย่างละ 12.5 มล.) ผสมกันใน flask ขนาด 250 มล. เติม glass bead 2-3 เม็ด ต้มให้เดือดบนตะเกียงบุนเซน ไตเตทกับสารละลายตัวอย่างจนสีน้ำเงินเริ่มจางลง หยด methylene blue 1 หยดไตเตรทต่อจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป เกลือตะกอนสีส้มแดง (แดงอิฐ) จดปริมาตรตัวอย่างที่ใช้
4. ทำการหาปริมาตรที่แน่นอนของสารละลายตัวอย่าง โดยเริ่มทำซ้ำในข้อ 2-4 อีก 2-3 ครั้งและนำมาหาค่าเฉลี่ย ในขั้นตอนการไตเตรทให้เติมสารละลายตัวอย่างลงใน Fehling I & II ก่อนตั้งบนตะเกียงบุนเซน ให้ปริมาตรที่เติมน้อยกว่าปริมาตรที่ไตเตรทครั้งแรก 1-2 มล. ปล่อยให้สารละลายเดือดนาน 2 นาทีก่อน แล้วหยด methylene blue 1 หยด ไตเตรทต่อจนกระทั่งถึงจุดยุติ ควรไตเตรทให้เสร็จภายใน 3 นาที ตั้งแต่เริ่มเดือด
5. นำปริมาตรมาคำนวณหาปริมาร Reducing sugar จากตาราง Invert sugar ที่ใช้ Feling solution 10 หรือ 25 มล. และเทียบกลับเป็น %reducing sugar ในตัวอย่าง

<u>หมายเหตุ</u> ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรทแต่ละครั้งควรอยู่ในช่วง 15-50 มล. กว่าเดิมแต่ในกรณีที่ปริมาตรตัวอย่างไม่อยู่ในช่วงนี้ ให้ปฏิบัติดังนี้

1. ถ้าปริมาตรสารละลายที่ใช้น้อยกว่า 15 มล.ให้เตรียมสารละลายตัวอย่างใหม่โดยการทำ dilution สารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นให้เจือจาง
2. ถ้าปริมาตรสารละลายที่ใช้มากกว่า 50 มล.ให้เตรียมสารละลายตัวอย่างใหม่โดยชั่งตัวอย่างให้มีปริมาณมากกว่าเดิม

3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Fat) โดยวิธี Soxtec System Method

อุปกรณ์ของ Soxtec System ประกอบด้วย

1. เครื่องย่อยตัวอย่าง : Soxtec System HT 1047 Hydrolyzing Unit TecatorSweden ; or equivalent
2. เครื่องสกัดไขมัน Soxtec System HT 1043 Extraction Unit TecatorSweden ; or equivalent
3. เครื่องทำความร้อน : Soxtec System HT 1046 Service Unit TecatorSweden ; or equivalent ในการใช้งานตั้งแต่อุณหภูมิที่ 110°C และต่อเข้ากับเครื่องสกัดไขมัน
4. เครื่องทำน้ำเย็นแบบหมุนเวียน ในการใช้งานตั้งอุณหภูมิที่ 10 °C และต่อเข้ากับเครื่องย่อยตัวอย่างและสกัดไขมัน

วิธีการวิเคราะห์

1. <u>การสกัดเบื้องต้น (Pre-extraction)</u> ตัวอย่างที่มีไขมันเกินร้อยละ 1 ควรทำการสกัดเบื้องต้นก่อนย่อยตัวอย่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยและการสกัดไขมัน

1.1 อบถ้วยสกัดที่มีลูกแก้ว 2-3 เม็ดในตู้อบลมร้อนที่ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นและชั่งน้ำหนัก (W_1)

1.2 ชั่งตัวอย่าง 1-2 กรัม ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ห่อด้วยกกระดาษกรอง (Whatman No.1) แล้วใส่ลงใน glass thimble (หรือใส่ใน thimble ในกรณีที่ไม่ได้ย่อยตัวอย่างด้วยกรดก่อน

1.3 นำ glass thimble ไปติดตั้งในเครื่องสกัดไขมัน Extraction Unit

1.4 เติม Petroleum ether 50 มิลลิลิตร ลงในถ้วยสกัดที่อบไว้แล้ว

1.5 สกัดไขมันที่ตำแหน่งเป็นเวลา 10 นาที

1.6 ระเหย Petroleum ether

1.7 อบถ้วยสกัดที่ 100 °C จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 1.5-2 ซ.ม.) ทิ้งให้เย็นใน desiccators และชั่งน้ำหนัก (W_2)

1.8 นำตัวอย่างใส่ในหลอดตัวอย่างเพื่อทำการย่อยกรดต่อไป

2. <u>การย่อยตัวอย่าง</u>

2.1 ชั่งตัวอย่าง 1-2 กรัม ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (W) หรือนำตัวอย่างที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ใส่ในหลอดย่อยตัวอย่างขนาด 250 มิลลิลิตร

2.2 เติมสารช่วยกรอง (Celite) ประมาณ 3-5 กรัม และเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริค 4 N จำนวน 100 มิลลิลิตร

2.3 ติดตั้งหลอดย่อยตัวอย่างในเครื่องย่อยตัวอย่าง (Hydrolyzing Unit)

2.4 เปิด heater ของเครื่องย่อย ย่อยตัวอย่างประมาณ 45 นาที (เวลาในการย่อยขึ้นกับชนิดของตัวอย่าง)

2.5 ทิ้งให้สารละลายตัวอย่างเย็นลงแล้วเติมน้ำเย็น 100 ml เพื่อให้ไขมันแยกชั้นออกมา

2.6 กรองสารละลายตัวอย่างผ่าน glass thimble ซึ่งมี Celite 1-2 กรัม

2.7 ล้างหลอดย่อยด้วยน้ำอุ่นจนกระทั่งหลอดสะอาดไม่มีคราบติดอยู่

2.8 เช็ดหลอดย่อยด้วยสำลีชุบ acetone อีกครั้ง ใส่สำลีลงบนตัวอย่างใน glass thimble

2.9 อบตัวอย่างใน glass thimble ในตู้อบลมร้อนที่ 70-100 °C (ไม่ควรเกิน 100 °C) ค้างคืน แล้วทิ้งให้เย็น เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการสกัดต่อไป

3.การสกัดไขมัน (Extraction)

1.1 ติดตั้ง glass thimble ซึ่งมีตัวอย่างที่อบแห้งจากขั้นตอนที่ 2 ใส่ในเครื่องสกัดไขมัน (Extraction Unit)

1.2 เติม petroleum eher 50 มิลลิลิตร ลงในถ้วยสกัดที่มีลูกแก้ว 2-3 เม็ด ซึ่งอบชั่งน้ำหนักไว้แล้ว (W_1)

1.3 สกัดไขมันที่ตำแหน่ง boiling เป็นเวลา 20 นาที และที่ตำแหน่ง rinsing เป็นเวลา 40 นาที (เวลาในการสกัดขึ้นกับชนิดของตัวอย่าง)

1.4 ระเหย เติม petroleum eher อบถ้วยสกัดที่ 100 °C จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 1.5-2 ช.ม.) ทิ้งให้เย็นใน desiccator และชั่งน้ำหนัก (W_2)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{W2-W1 \times 100}{W}$$

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash)

วิธีการวิเคราะห์

1. เผา porcelain dish (เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ความสูง 3.5 เซนติเมตร) ใน muffle furnace 550 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
2. ทิ้งให้ porcelain dish เย็นใน desiccators และชั่งน้ำหนักทันทีที่เย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง (W_1)
3. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันประมาณ 2-5 กรัม ใส่ใน porcelain dish (W_2)
4. กรณีตัวอย่างเป็นของเหลวนำตัวอย่างไประเหยบนอ่างน้ำร้อน (ในกรณีเป็นตัวอย่างแห้งทำให้ตัวอย่างเปียกก่อนนำไประเหยโดยค่อยๆฉีดน้ำกลั่นลงบนตัวอย่างและใช้แท่งแก้ว

คนให้ตัวอย่างกระจายสม่ำเสมอทั่วภาชนะ) จากนั้นเผาตัวอย่างบน hot plate ในตู้ดูดควัน (fume hood) โดยค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิจนกระทั่งตัวอย่างเป็นเถ้าดำ หรือหมดควันขาว

5. นำ porcelain dish เข้า muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 °C จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือเทา (Complete ignition) หรือกระทั่งจนน้ำหนักคงที่ (โดยปกติจะใช้เวลา $\geq$ 3 ชั่วโมง)
6. ถ้าหลังเผาตัวอย่างใน muffle furnace แล้วถ้ายังมีก้อนสีดำปนอยู่ แสดงว่ายังมีส่วนของคาร์บอนหรือสารอินทรีย์เหลืออยู่ ให้ฉีดน้ำกลั่นลงไปทำให้เถ้าเปียก แล้วใช้แท่งแก้วบดให้เถ้ากระจายสม่ำเสมอไม่จับเป็นก้อน จากนั้นระเหยแห้งบน water bath ก่อนนำไปเผาต่อใน muffle furnace
7. ทิ้งตัวอย่างให้เย็นใน desiccators และชั่งน้ำหนักทันทีที่เย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง (W_3)

การคำนวณ เถ้า %

$$= \frac{\text{น้ำหนักเถ้า} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

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

5. การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (Fiber)

วิธีการวิเคราะห์

1. บันทึกลักษณะตัวอย่างอาหาร
2. เตรียมตัวอย่างอาหาร
3. การสกัดไขมันออกจากตัวอย่าง
4. นำตัวอย่างอาหารที่มีไขมันไปต้มในสารละลายกรดกำมะถันเข้มข้น 0.1275 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร นาน 30 นาที เพื่อสลายคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน เขย่าขวดตลอดเวลา
5. กรองสารละลายผ่านเครื่องกรองแบบบุชเนอร์ ล้างกากด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้ง จนกระทั่งไม่มีกรดเหลืออยู่ในกาก
6. เทกากกลับไปในฟลาสต์ใบเดิม ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.13 นอร์มัล จำนวน 200 มิลลิลิตร ล้างกากออกจากกระดาษกรอง นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 30 นาที
7. กรองสารละลายอีกครั้ง แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนจนแน่ใจว่าไม่มีด่างเหลืออยู่
8. เทกากกลับลงไปในฟลาสต์ใบเดิม ล้างกากด้วยสารละลายกรดเกลือเข้มข้นร้อยละ 1 แล้วตามด้วยน้ำร้อนอีกจนแน่ใจว่าไม่มีกรดเหลืออยู่

9. ล้างกากด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ 2 ครั้ง และไดเอธิลอีเทอร์อีก 3 ครั้ง นำกากที่เหลือทั้งหมดใส่ลงบนกระดาษกรองชนิดปราศจากเถ้า หรือถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ผ่านการกรองและทราบน้ำหนักที่แน่นอน ล้างส่วนที่ติดกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนเล็กน้อย
10. นำไประเหยให้แห้งบนหม้อต้มน้ำแบบปรับอุณหภูมิได้แล้วอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักของกากแห้งที่เหลือ
11. นำกากไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว ปล่อยทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักเถ้าที่ได้
12. คำนวณหาปริมาณเส้นใยในตัวอาหาร

ปริมาณเส้นใยในตัวอาหาร = น้ำหนักแห้งของกาก - น้ำหนักเถ้า

6. การวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

วิธีการวิเคราะห์

1. ใช้น้ำคั้นส้มลิ้ม 2 มิลลิลิตร ผสมกับ Phenolphthalein 1-2 หยด
2. ทำการไทเทรตน้ำคั้นส้มลิ้มด้วย NaOH 0.1 M จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนๆ ประมาณ 15 วินาที บันทึกปริมาณ NaOH ที่ใช้ไป แล้วนำไปแทนค่าในสูตร

คำนวณจากสูตร $\dfrac{\text{N base x ml x meq .Wt ของกรดซิตริก x 100}}{\text{ml ของน้ำคั้นที่ใช้}}$

โดย Nbase = Normality ของสารละลายมาตรฐาน คือ 0.1 ที่ได้จากการคำนวณ

ml base = จำนวน ml ของ NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

meq.Wt ของกรดซิตริค = 0.06404

ml ของน้ำคั้นที่ใช้ = 2 ml

การเตรียม NaOH

ชั่งสาร 4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เก็บในขวดใส่ตู้เย็น

การเตรียม Phenolphthalein

ชั่งสาร 1 กรัม ละลายใน ethanol ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดใส่ตู้เย็น

7. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture) โดยใช้เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ

วิธีการวิเคราะห์

1. ทำการเปิดเครื่องวัดความชื้น และนำถาดฟลอยใส่ลงไปบนเครื่องแล้วทำการเซ็ทเครื่องวัดความชื้นให้อยู่ที่ 0.000 g

2. ใส่ตัวอย่างลงไปประมาณ 2 g แล้วเกลี่ยตัวอย่างที่จะวัดให้ทั่วถาด
3. บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนหลังจากปิดฝาเครื่องลง
4. รอเวลาให้เครื่องวัดความชื้นส่งเสียงบอก แสดงว่าวัดความชื้นเรียบร้อยแล้ว
5. จดบันทึกปริมาณความชื้นร้อยละโดยน้ำหนัก

ภาคผนวก ค
การตรวจวิเคราะห์จุลชีวิทยา

การตรวจวิเคราะห์ *coliform bacteria* และ *Escherichia coil*

1. การวิเคราะห์ *coliform bacteria* และ *Eschcrichia coil* ด้วยเทคนิค MPN

1.1 เติมน้ำตัวอย่าง 10 mL / หลอดอาหาร LSTB ชุดแรก (3 หลอด) จากนั้นเติมน้ำตัวอย่าง 1 mL / หลอดของอาหาร LSTB ชุดที่สอง (3 หลอด) และ 0.1 mL / หลอดของอาหาร LSTB ชุดที่สาม (3 หลอด) ตามลำดับ (การปฏิบัติในขั้นนี้อาจใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชุดละ 5 หลอด จำนวน 3 ชุด รวมเป็น 15 หลอด และปฏิบัติการด้วยเทคนิคทำนองเดียวกันหรืออาจใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมอื่นๆ เช่น MUG broth แทน LSTB ได้)

1.2 นำหลอดอาหาร LSTB ในข้อ 1 บ่มที่อุณหภูมิ 32 °C นาน 25 ชั่วโมง ครบเวลา ตรวจสอบการเกิดแก๊ส ถ้าเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 32 °C เป็น 44.5 – 45.5 °C (เฉลี่ย 45 °C) ค่าที่ได้จะเป็น MPN ของ fecal *coliform* หรือ *E.coli* การวิเคราะห์อาจดำเนินต่อไปถึงขั้น confirmed test และ Completed test

1.3 จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก (เกิดแก๊ส) นำค่าที่นับได้ไปวิเคราะห์จำนวน MPN ของ *coliform* กรณีเชื้อของตัวอย่างอาหารหรือน้ำดื่มจำเป็นต้องคูณ dulution factor กับตัวเลข MPN ที่ได้ในตารางจึงจะเป็นจำนวนที่แท้จริงของค่า MPN กรณีที่น้ำหรือตัวอย่างอาหารมีจุลินทรีย์มากหรือตัวอย่างอาหารเป็นของแข็งจำเป็นต้องเจือจางตัวอย่างก่อน

2. การตรวจนับจำนวน *coliform* จากน้ำหรืออาหารด้วยเทคนิค pour plate ในอาหาร Violet red bile agar (VRB) ดำเนินการดังนี้

2.1 เตรียมตัวอย่างอาหารหรือน้ำ 3 ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

2.2 ใส่ตัวอย่างที่เจือจางแล้วบนจานเพาะเชื้อๆละ 1 mL

2.3 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ VRB agar อุณหภูมิ 42 – 45 °C ด้วยเทคนิค pour plate รอให้ VRB แข็งตัว

2.4 เทอาหาร VRB ทับผิวหน้า (overlay) อาหารในข้อ 2.3

2.5 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 32 °C นาน 24 ชั่วโมงโดยกลับจานเพาะเชื้อ

2.6 ครบเวลาตรวจนับเฉพาะโคโลนีที่มีสีม่วง – ค่อนข้างแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร และโคโลนีดังกล่าวมีแนวสีแดงล้อมรอบ (แนวตกตะกอนของน้ำดี bile) รายงานผลจำนวน *coliform*/g หรือ mL ของอาหารหรือน้ำ

2.7 จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเชื้อแตะโคโลนีใต้วุ้นของ *coliform* ดังกล่าวมา 1 โคโลนี cross streak ลงบนอาหาร Sorbitol Mack on key บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 24 ชั่วโมง

2.8 ครบเวลาตรวจสอบโคโลนีของเชื้อ

2.9 การวิเคราะห์ผล ถ้าพบโคโลนีมีสีชมพูซีด (pale pink) แสดงว่าเชื้อดังกล่าวเป็น pathogenic *E.coli* ถ้าโคโลนีมีสีแดงสด (เข้ม) แสดงว่าเป็น non - pathogenic *E.coli* เป็น + ถ้าพบ เป็น pathogenic *E.coli* รายงานพร้อมบรรยายลักษณะโคโลนีที่ตรวจพบ รายงานผลเป็น – ถ้าพบ non - pathogenic *E.coli* พร้อมทั้งบรรยายลักษณะโคโลนีของเชื้อ

การตรวจวิเคราะห์ *Salmonella spp.*

วันที่ 1

1. Precenrichment step

Precenrichment ควรทำในอาหาร Lactose broth หรือ Universal Enrichment broth (Difco's) ใช้ตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในอาหาร Precenrichment 255 mL บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 °C นาน 24 ชั่วโมง ครบเวลาดูตัวอย่างจากอาหาร Precenrichment 0.1 ml ใส่ลงในenrichment medium 10 ml จากนั้นบ่มเชื้อตามขั้นตอนที่อธิบายไว้ใน step enrichment (37 °C นาน 24 ชั่วโมง)

2. Enricement step

2.1 ใส่ตัวอย่าง 25 กรัม ลงในอาหาร Tetrathionate broth 200 มิลลิลิตร

2.2 เติมสารละลายไอโอดีน 4.4 มิลลิลิตรลงใน Tetrathionate broth ผสมตัวอย่างให้เข้ากัน

2.3 ใส่ตัวอย่างอาหารอีก 25 กรัม ลงในอาหาร Selenite – cystine broth 200 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่ม Selenite – cystine broth ที่ 37 °C นาน 24 ชั่วโมงและบ่ม Tetrathionate broth ที่ 42 °C (อุณหภูมิยิ่งให้ผลการคัดเลือกและการตรวจพบได้ดียิ่งขึ้น)

2.4 ขีดเชื้อบริสุทธิ์ของเชื้อ *Salmonella* บนอาหาร BSA และ BGA (เพื่อนำไว้ใช้เป็นเชื้อบริสุทธิ์เปรียบเทียบ

การปลูกเชื้อบริสุทธิ์ของ *Salmonella* ลงบนอาหาร TSI Urea agar และ LIA slant บ่มเชื้อไว้ทั้งจานเพาะเชื้อและในหลอดทดสอบที่ 37 °C เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง

วันที่ 2

1. แตะเชื้อจากอาหาร Tetrathionate broth จากนั้นขีดลงบนอาหาร BSA และ BGA ตามลำดับ ทำซ้ำทำนองเดียวกันในกรณีของ Selenite – cystine broth

2. บ่มจานเพาะเชื้อที่ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

วันที่ 3

1. อ่านผลของปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดจากเชื้อบริสุทธิ์ บันทึกผลเพื่อใช้อ้างอิงต่อไป เก็บหลอด TSI ไว้เพื่อการทดสอบต่อไป
2. เลือกโคโลนีต้องสงสัย (3 โคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแต่ละ plate) จาก BSA และ BGA จากนั้นปลูกเชื้อลงบนอาหาร TSI LIA และ Urea agar slants บ่มเชื้อที่37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
3. การทดสอบน้ำเหลืองวิทยา (Serology) (ใช้เชื้อบริสุทธิ์ทดสอบในหัวข้อนี้)
   3.1 เติมน้ำเกลือ 0.85% จำนวน 0.5 มิลลิลิตร บน TSI slants
   3.2 ใช้ลูปค่อยๆเกลี่ยเชื้อในน้ำเกลือ
   3.3 ใช้ดินสอเขียนแก้วทำวง 2 วงบน Slide เชื้อที่แขวนลอยในน้ำเกลือลงในวงกลมที่หนึ่งเพื่อใช้เป็น Control
   3.4 เติม 1 หยด ของ Salmonella polyvalent O antiserum และ 1 หยดของเชื้อที่แขวนลอยในน้ำเกลือลงบนวงกลมทั้งสอง
   3.5 ผสมให้เข้ากัน ผล Agglutination ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในแต่ละวงแสดงว่าคือเชื้อ *Samonella*

การตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus.*

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 หรือ 50 กรัม ลงในถุงพลาสติก stomacher ที่ฆ่าเชื้อแล้ว
2. เติม 0.1% peptone diluent 225 ml หรือ 450 ml จากนั้นตีป่นด้วย stomacher นาน 60 วินาที
3. เจือจางอาหารจาก 10^{-1} ถึง 10^{-4} โดยถ่ายสารละลายอาหาร 10 ml ใส่ใน peptone diluent จำนวน 90 ml
4. ใช้ตัวอย่าง 0.1 ml จากระดับความเจือจาง 10^{-2} ถึง 10^{-4} ที่มีอาหาร Baird parker Agar ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ความเจือจาง 10^{-1} ให้ปิเปตตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจางนี้ปริมาตร 0.30.3 และ 0.4 ml ใส่ในจานเพาะเชื้อ 3 จาน บนอาหาร Baird parker Agar
5. เกลี่ยตัวอย่างอาหารบน Baird parker Agar ด้วย hockey stick
6. รอให้ผิวหน้าอาหารแห้ง (อย่างน้อย 10 นาที) จากนั้นบ่มเชื้อโดยกลับจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ครบเวลาตรวจนับจำนวน *S.aureus*
7. ทำเช่นเดียวกันกับข้างบนแต่เปลี่ยนอาหารจาก Baird parker Agar เป็น Staph 110 และ Mannitol Salt (Phenol Red) Agar ครบเวลานับจำนวน *S.aureus*
8. ทำ Stabdard plate count 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} (ในจานเพาะเชื้อ) บนอาหาร TSA หรือ APC
9. ตรวจวิเคราะห์ *Coliform bacteria* ด้วยอาหาร VRB agar (Violet Red Bile Agar)

การตรวจวิเคราะห์จำนวน total viable plate count

1. ชั่งตัวอย่างอาหารแข็ง 25 กรัม ด้วยเทคนิคไร้เชื้อใส่ลงใน stomacher bag จากนั้นเท pepton water จำนวน 225 มิลลิลิตร ลงในถุง นำเข้าเครื่อง stomacher bag จากนั้นตีป่นอาหารให้ละเอียดด้วยความเร็วปานกลาง นาน 1-2 นาที ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร จะได้ความเจือจาง 1/10 หรือ 10^{-1}

   กรณีอาหารเหลวปิเปตตัวอย่าง จำนวน 10 ml บรรจุลงในขวด pepton water ปริมาตร 90 ml เขย่าแรงๆ 25 ครั้ง จะได้ความเจือจาง 1/10 หรือ 10^{-1}

2. เจือจางตัวอย่างอาหารตามลำดับ เปลี่ยนปิเปตทุกระดับความเจือจางโดยดำเนินการดังนี้

   อาหารแข็ง : กรณีกล้วยตากเจือจางให้ถึงระดับ 10^{-3}

   กรณีไส้กรอก เนื้อ หมูยอ เจือจางถึงระดับ 10^{-4}

   อาหารเหลว : กรณีนมพาสเจอร์ไรส์ เจือจางถึง 10^{-2}

3. เลือกระดับความเจือจาง 3 ระดับสุดท้าย มาใช้ในการวิเคราะห์จำนวน total viable plate count

4. การตรวจวิเคราะห์จำนวน total viable plate count ดำเนินการดังนี้

4.1 pour plate technique มีขั้นตอนดังนี้

(1) ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจางสูงสุดใส่ลงในจานเพาะเชื้อ 2 จานๆละ 1 มิลลิลิตร จากนั้นเปลี่ยนปิเปตแล้วดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่ำกว่าอีก 2 ระดับความเจือจางตามลำดับ (เปลี่ยนปิเปตทุกระดับความเจือจาง)

(2) จากนั้นเทอาหารวุ้น PCA อุณหภูมิ 44-46 °C ลงในจานเพาะเชื้อปราศจากเชื้อจานละ 12-15 ml หมุนจานเพาะเชื้อไป-มา (ซ้าย-ขวา) เท่าๆ กัน 2-3 รอบ รอให้วุ้นแข็งตัวประมาณ 15 นาที นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 32 °C โดยการกลับจานเพาะเชื้อนาน 24-48 ชั่วโมง ครบเวลานำจำนวนจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อโดยเลือกนับเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 25-250 โคโลนี ต่อจานเพาะเชื้อโดยใช้เครื่องนับโคโลนี ตามกฎการตรวจนับ จากนั้นคำนวณจุลินทรีย์ต่อตัวอย่างอาหารหนึ่งกรัม รายงานผลเป็นค่า cfu/g หรือ mL หรือ Log CFU/gm หรือ mC

4.2 Spread plate technique จากความเจือจาง 3 ระดับ ตัวอย่างเช่น เทคนิค pour plate ใช้ระดับความเจือจาง 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} กรณีของ Spread plate จะเลือกความเจือจาง 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} เป็นต้น ปิเปตตัวอย่าง แต่ละระดับความเจือจางจำนวน 0.1 ml ใส่จานเพาะเชื้อที่เทอาหาร SPC ไว้ล่วงหน้าแล้ว (เปลี่ยนปิเปตไปทุกระดับความเจือจาง) จากนั้นใช้ Hockey stick ที่ไร้เชื้อเกลี่ยตัวอย่างอาหารให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหาร ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้งประมาณ 20-30 นาที นำจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 32 °C นาน 24-48 ชั่วโมง โดยกลับจานเพาะเชื้อ ครบเวลาตรวจนับจำนวนโคโลนี รายงานผลและคำนวณจำนวนเป็นค่า CFU/gm หรือ mL

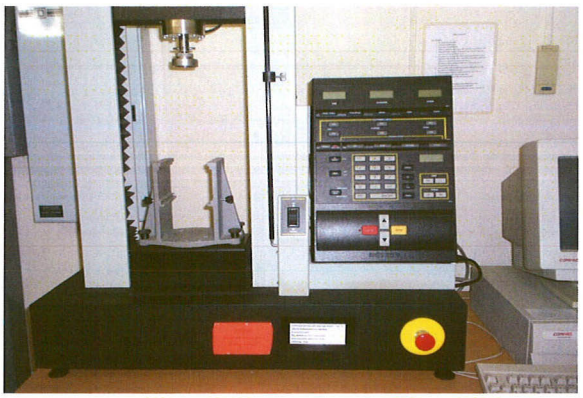
การตรวจวิเคราะห์เชื้อราและยีสต์

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัมลงใน stomacher bag จากนั้นเท pepton water จำนวน 225 มิลลิลิตร ลงในถุง แล้วตีป่นด้วย Stomacher นาน 60 วินาที เพื่อให้ได้ระดับความเจือจาง 10^{-1}
2. เจือจางตัวอย่างตามลำดับจนถึง 10^{-3}
3. ทำเทคนิค Pour plate ด้วยอาหาร SPC ที่เติม TTC (เติม TTC 1 มิลลิลิตรลงใน SPC 100 มิลลิลิตร ก่อนเทอาหา SPC ลงในจานเพาะเชื้อ) จากนั้นทำเทคนิค Spread plate บนอาหาร PDA และ Rose Bengal Agar
4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 32 °C นาน 48 ชั่วโมง สำหรับอาหาร SPC ส่วนอาหาร PDA และ Rose Bengal Agar บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 °C นาน 3-5 วัน
5. ครบเวลานับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ รายงานผลเป็น Log cfu/g
6. เลือกโคโลนีเชื้อราและยีสต์ อย่างละ 1 โคโลนี จากอาหาร PDA หรือ Rose Bengal Agar
7. เลือกโคโลนีรา และทำ point inoculation ลงบนอาหาร PDA บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ25 °Cนาน 3-5 วัน
8. เลือกโคโลนียีสต์ จากนั้นทำ Cross streak ลงบนอาหาร PDA บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 °C นาน 3-5 วัน

ภาคผนวก ง

เครื่องวัดค่าสี

เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ



เครื่องวัดเนื้อสัมผัส