

บทที่ 1

บทนำ

ที่มา แนวคิด และความสำคัญของโครงการ

น้ำตาลสดเป็นอาหารพื้นบ้านที่นิยมรับประทานทั่วไป ระหว่างการรองรับน้ำหวานจากต้นตาลเพื่อนำมาทำน้ำตาลสดพบปัญหาน้ำตาลเน่าเสียเร็ว จากการสอบถามชาวบ้านและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารเกี่ยวข้องกับการป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดพบว่ามีการใช้เปลือกต้นพะยอมหรือเคี่ยมซึ่งเปลือกลำต้นมีน้ำยาง โดยพะยอมนิยมใช้ในจังหวัดฉะเชิงเทราและจังหวัดใกล้เคียง ส่วนเคี่ยมนิยมใช้ในจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม นครปฐม ราชบุรี เพชรบุรี และภาคใต้ แต่พืชทั้ง 2 ชนิด เป็นไม้ยืนต้นเจริญเติบโตช้า ไม่มีในท้องถิ่น และเป็นพืชหวงห้ามทำให้มีการลักลอบตัดมาขาย นับวันจะหมดไปหากยังคงมีการกระทำเช่นนี้ต่อไป บางคนใช้สารกันบูดสังเคราะห์ ถ้ารับประทานน้ำตาลสดที่เจือปนสารนี้บ่อยๆ จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

จึงมีแนวคิดแก้ปัญหาการป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดโดยศึกษาหาพืชในท้องถิ่นที่เปลือกลำต้นมีน้ำยางเช่นเดียวกับพะยอมและเคี่ยม แต่หาง่าย เจริญเติบโตเร็ว และไม่เป็นพืชหวงห้ามจำนวน 11 ชนิด ได้แก่ ประดู่ นนทรี แคบ้าน ทองหลาง มะขาม กุญ สะเดา มะม่วง ขนุน สะแกนา และ สน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของเปลือกลำต้นพืชในท้องถิ่นที่เหมาะสมในการป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสด เปรียบเทียบกับพะยอมและเคี่ยม
2. เพื่อศึกษาระยะเวลาในการป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดของเปลือกลำต้นพืชในท้องถิ่น

สมมติฐานของการทดลอง

ชนิดและปริมาณของเปลือกลำต้นพืชมีผลต่อการเน่าเสียของน้ำตาลสดแตกต่างกัน

ตัวแปรในการทดลอง

ตัวแปรต้น	ชนิดและปริมาณของเปลือกลำต้นพืช
ตัวแปรตาม	การเน่าเสียของน้ำตาลสด (ค่าพีเอช และผลการวัดคุณภาพด้วยวิธี Methylene blue reduction test ; Atherton & Newlander , 1977)
ตัวแปรควบคุม	อายุและลักษณะของเปลือกลำต้นพืช วิธีการเก็บน้ำตาลสด ปริมาณน้ำตาลสด วิธีวัดค่าพีเอช วิธีวัดคุณภาพ การอบเปลือกลำต้นพืช ระยะเวลาการทดลอง อุปกรณ์ สภาวะแวดล้อม

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้วิธีการเก็บถนอมน้ำตาลสดโดยใช้พืชในท้องถิ่น
2. ช่วยลดการใช้สารกันบูดสังเคราะห์ในน้ำตาลสด
3. เป็นแนวทางในการลดการลักลอบตัดไม้ที่หวงห้าม คือ เคี่ยม และ พะยอม

บทที่ 2

เอกสารอ้างอิง

ผลผลิตอาหารภายหลังการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทำให้เสื่อมคุณภาพ มีสาเหตุสำคัญจากปัจจัยทางกายภาพ ปฏิกริยาเคมี และจุลชีพ โดยจุลชีพมีทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ซึ่งพบทั่วไปทั้งในดิน น้ำ อากาศ อาหาร เครื่องมือ ร่างกายและเสื้อผ้าของผู้ผลิตอาหาร เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสม คืออุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-เบส และอาหารของจุลินทรีย์เพียงพอ ทำให้จุลชีพเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนและทำให้อาหารเน่าเสียในที่สุด จุลชีพทั่วไปเจริญได้ดีในอาหารเกือบทุกประเภทสามารถย่อยสลายและทำให้เกิดความเสียหายกับอาหารชนิดต่าง ๆ แตกต่างกันไปตามชนิดของจุลชีพส่วนมากพบ *Streptococci spp.* และ *Micrococci spp.* (Atherton & Newlander, 1977) บางชนิดย่อยเฉพาะแป้ง น้ำตาล และเซลลูโลส บางชนิดย่อยไขมันทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน บางชนิดย่อยโปรตีนทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่าและแอมโมเนีย บางชนิดสร้างกรด ก๊าซ และสี ทำให้อาหารมีรสเปรี้ยวเนื่องจากกรดอินทรีย์ เกิดฟองของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สีเปลี่ยน และบางชนิดสร้างสารพิษทำให้อาหารเป็นพิษ จึงมีการใช้สารเคมี เรียกว่า “สารกันบูด” ได้แก่ โซเดียมเบนโซเอต (Sodium benzoate) กรดซอร์บิก (Sorbic acid) และเกลือโพรปิโอเนต (propionate) ป้องกันการเน่าเสียของอาหารที่เกิดจากจุลชีพ (อรพิน ชัยประสพ, 2542:7) กำหนดให้ใช้สารกันบูด 2 ชนิดแรกในน้ำตาลสดได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อน้ำตาลสด 1 กิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546)

การรับประทานอาหารที่เจือปนสารกันบูดมากเกินไปจะทำให้ท้องเสีย ถ้ารับประทานเป็นประจำจะทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถนำออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ ทำให้ตัวเขียว หายใจไม่ออก และเสียชีวิตได้โดยเฉพาะในเด็กเล็ก (นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์, 2539:47 และจักรพันธ์ ปัญจะสุวรรณ, 2542:25) การใช้สารธรรมชาติจากพืชในการป้องกันการเน่าเสียของอาหารจึงมีความสำคัญเนื่องจากเป็นสารที่มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารเคมี (Copping, 1966)

น้ำตาลสดเป็นอาหารพื้นบ้านอย่างหนึ่งนิยมรับประทานทั่วไป (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544:118-120) ได้จากต้นตาลโตนดหรือต้นตาล (*Borassus flabellifer L.*) เป็นน้ำตาลสดจากวงตาลหรือดอกตาล และได้จากต้นมะพร้าว (*Cocos nuxifera L.*) เป็นน้ำตาลสดจากจั่นมะพร้าว พืชทั้ง 2 ชนิดจัดเป็นพืชวงศ์หมาก (Arecaceae) น้ำตาลสดเน่าเสียเร็วมากในระหว่างรองรับน้ำหวานจากต้น พบว่าชาวบ้านป้องกันการเน่าเสียด้วยการใส่เปลือกลำต้นพะยอม (*Shorea roxburghii G. Don*) หรือเคี่ยม (*Cotylelobium lanceolatum Craib.*) ในกระบอกไม้ไผ่ที่เป็นภาชนะรองรับ (สำนวน ธรรมธร, 2546)

พะยอมและเคี่ยมเป็นพืชจัดอยู่ในวงศ์ยาง - ตะเคียน (Dipterocarpaceae) เปลือกต้นพืชทั้ง 2 ชนิดมีน้ำยางประกอบด้วยสารแทนนินในปริมาณมาก (Shiva and Jantan, 1998:187 - 197) ตัวอย่างพืชชนิดอื่น ๆ ในวงศ์นี้ เช่น ยาง (*Dipterocarpus alatus*) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata Roxb.*) เต็ง (*Shorea obwsa Wall.*) รัง (*Shorea siamensis Miq.*) กระบาก (*Anisoptera costata Korth.*) เป็นต้น พืชวงศ์นี้ส่วนมากเป็นไม้ยืนต้น เจริญเติบโตช้า เปลือกลำต้นหนา และมีน้ำยาง (ณพพร ดำรงศิริ, 2542:540-544 และ ก่องกานดา ชยามฤต, 2541:118-120) ปัจจุบันเป็นไม้หวงห้าม แต่มีการลักลอบตัด ยังมีพืชวงศ์อื่น

ที่เปลือกมีน้ำยาง เช่น วงศ์สน (Pinaceae) เช่น กุน (Cassia fistula L.) นนทรี (Peltophorum pterocarpum DC.) มะขาม (Tamaridus indica L.) เป็นต้น เปลือกของกุนมีสารสำคัญหลายชนิด เช่น oxymethylanthraquinones, rhein glycoside, fistucacidin, leucopelargonidin trimer, tannins สารเหล่านี้มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา (ชัยโย ชัยชาวุทธิพิยุท และคณะ, 2523 : 66 – 67) วงศ์ประคู้ (Papilionaceae) เช่น ประคู้ (Pterocarpus macrocarpus Kurz) แคบ้าน (Sesbania javanica (L.) Poir.) ทองกลาง (Erythrina variegata L.) เป็นต้น วงศ์มะเดื่อ (Moraceae) เช่น มะเดื่อ (Ficus racemosa L.) ไทร (F. benjamina L.) มะหาด (Artocarpus lakoocha Roxb.) ขนุน (Artocarpus heterophyllus Lamk) เป็นต้น วงศ์เลี่ยน (Meliaceae) เลี่ยน (Melia azedarach L.) สะเดา (Azadirachta indica Juss.) มะฮอกกานี (Swietenia macrophylla King) เป็นต้น วงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) เช่น มะม่วง (Mangifera indica L.) มะปราง (Bouea macrophylla Griff.) มะยง (B. oppositifolis (Roxb.) Meisn.) เป็นต้น วงศ์สมอ (Combretaceae) สะแกนา (Combretum quadrangulare Kurz.) สมอไทย (Terminaila citrine L.) หูกวาง (T. catappa) เป็นต้น

น้ำยางในพืชมีรสฝาดของสารแทนนิน (tannin) ซึ่งมี 2 ชนิด คือ condensed tannin พบมากในเปลือกลำต้น ราก และแก่น และ hydrolysable tannin พบมากในเปลือกหุ้มเมล็ด แทนนินมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพบางชนิด (Felter & Lloyd, 2001) มีการใช้น้ำยางเคลือบเนื้อไม้เพื่อป้องกันเชื้อราและแมลง (อภิรักษ์ วัฒนันท์, 2528 : 28) ใช้สารสกัดจากเมล็ดหมากเขียวซึ่งมีรสฝาดป้องกันเชื้อราที่รากของต้นอ่อนพริกพันธุ์พื้นเมือง (วันวิภา อนิกร และคณะ, 2544) ใช้เปลือกลำต้นพืชที่มีน้ำยาง เช่น นนทรี เลี่ยน พะยอม สีเสียด (Acasia catechu Willd.) พุกฤษ์ (Albizia lebbeck L.) และสัตตบรรณ (Alstonia scholaris L.) เป็นยาสมุนไพรรักษาแผล รับประทานเพื่อขับเสมหะ แก้ท้องร่วง โรคบิด และขับลม (กรมป่าไม้, 2539 : 45-73) รวมทั้งใช้เปลือกผลมังคุดซึ่งมีรสฝาดในการรักษาแผลเน่าเปื่อยและบำรุงผิว

ดังนั้นสารบางชนิดในเปลือกลำต้นพืชที่มีน้ำยางมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพ ทำให้ขบวนการหมักที่เป็นสาเหตุของอาหารเน่าเสียถูกยับยั้ง ถ้าใส่น้ำตาลสดอาจจะช่วยป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดได้ระยะเวลาหนึ่ง เป็นแนวทางช่วยเก็บถนอมน้ำตาลสดด้วยวัสดุธรรมชาติ ช่วยลดอันตรายจากการบริโภคสารเคมีสังเคราะห์และลดการตัดไม้ทำลายป่า จึงนำพืชท้องถิ่นที่เปลือกลำต้นมีน้ำยางและหาง่าย จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ ประคู้ นนทรี แคบ้าน ทองกลาง มะขาม กุน สะเดา มะม่วง ขนุน สะแกนา และ สน ทดลองป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลจากต้นตาลโดนด ซึ่งทำกันมากในจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อทดแทนพะยอมและเลี่ยน โดยศึกษาชนิดและปริมาณเปลือกลำต้นพืชที่เหมาะสม

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. เปลือกลำต้นพืช จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ ประดู่ นนทรี แคบ้าน ทองหลาง มะขาม คูน สะเดา มะม่วง ขนุน สะแกนา และ สน ชนิดละ	1,000	กรัม
2. เปลือกลำต้นพะยอมและเคี่ยม	100	กรัม
3. น้ำตาลสด	1,500	มิลลิลิตร
4. น้ำกลั่น	2,000	มิลลิลิตร
5. มีด	1	ด้าม
6. เครื่องชั่งเซ็นโอแกรม	1	เครื่อง
7. เครื่องวัดพีเอชแบบพกพา	1	เครื่อง
8. hot plate	1	เครื่อง
9 โกร่งบด	1	ชุด
10. หลอดทดลองขนาดใหญ่	60	หลอด
11. บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร	5	อัน
12. กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร	1	อัน
13. หลอดฉีดยาพลาสติก ขนาด 1 มิลลิลิตร	2	อัน
14. หลอดหยด	2	อัน
15. แท่งแก้ว	6	อัน
16. จุกสำลี	60	อัน
17. เมธิลีนบลู (Methylene blue;Methylthionine chloride; $C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot 3H_2O$) ความเข้มข้น 0.1 %	50	มิลลิลิตร

วิธีการทดลอง

ดำเนินการที่กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนดัดดรุณี อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ระหว่างวันที่ 1 มีนาคม - 31 กรกฎาคม 2546 เก็บตัวอย่างน้ำตาลสดและเปลือกลำต้นพืช ในจังหวัดฉะเชิงเทราโดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาวิธีป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดด้วยเปลือกลำต้นพืชชนิดต่าง ๆ

การทดลองที่ 2 ศึกษาวิธีป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดด้วยเปลือกลำต้นพืชปริมาณต่าง ๆ

การทดลองที่ 3 ศึกษาระยะเวลาป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดหลังจากใช้เปลือกลำต้นพืช และปริมาณที่เหมาะสม

การทดลองที่ 1 ศึกษาวิธีป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดด้วยเปลือกลำต้นพืชชนิดต่าง ๆ

1. อบเปลือกลำต้นประคู้ นนทรี แคบ้าน ทองหลาง มะขาม ถุน สะเดา มะม่วง ขนุน สะแกนา สน พะยอม และเคี่ยม ในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นตัดเป็นชิ้น ๆ ชั่งน้ำหนักชนิดละ 1 กรัม
2. เตรียมน้ำตาลสดเก็บจากต้นใหม่ ๆ และไม่ได้ใช้เปลือกพืชหรือสารกันบูด ใส่หลอดทดลองหลอดละ 10 มิลลิลิตร จำนวน 56 หลอด วันค่าพีเอชและบันทึกผล
3. การทดลองแบ่งเป็น 14 วิธี ดังนี้

- วิธีที่ 1 น้ำตาลสด ไม่ใส่เปลือกลำต้นพืช
- วิธีที่ 2 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นประคู้
- วิธีที่ 3 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นนนทรี
- วิธีที่ 4 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นแคบ้าน
- วิธีที่ 5 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นทองหลาง
- วิธีที่ 6 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นมะขาม
- วิธีที่ 7 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นถุน
- วิธีที่ 8 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นสะเดา
- วิธีที่ 9 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นมะม่วง
- วิธีที่ 10 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นขนุน
- วิธีที่ 11 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นสะแกนา
- วิธีที่ 12 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นสน
- วิธีที่ 13 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นพะยอม
- วิธีที่ 14 น้ำตาลสด ใส่เปลือกลำต้นเคี่ยม

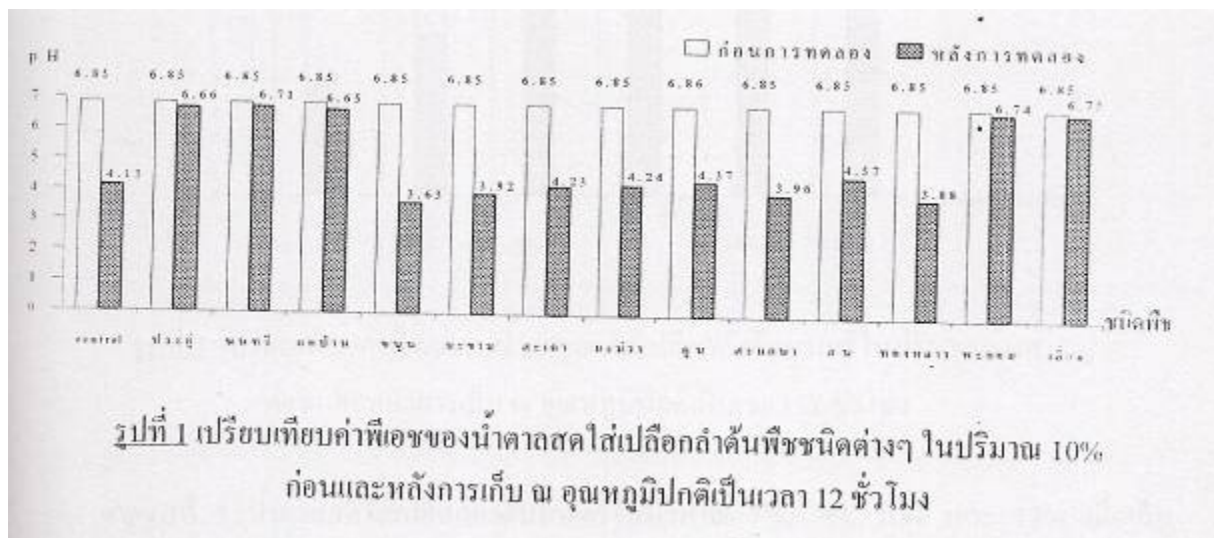
สุ่มเลือกวิธีทดลองจำนวน 4 ซ้ำ

4. อุดปากหลอดด้วยจุกสำลีทุกหลอด ตั้งทิ้งไว้ ณ อุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง
5. เทอน้ำตาลสดทั้งหมดใส่บีกเกอร์ ดูดเอาน้ำตาลสดปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง
6. วัดค่าพีเอช และ Methylene blue reduction test
7. บันทึกผล
8. วิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้
 - 8.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
 - 8.2 ค่าฐานนิยม (mode) ของระดับคุณภาพที่วัดด้วย Methylene blue reduction test

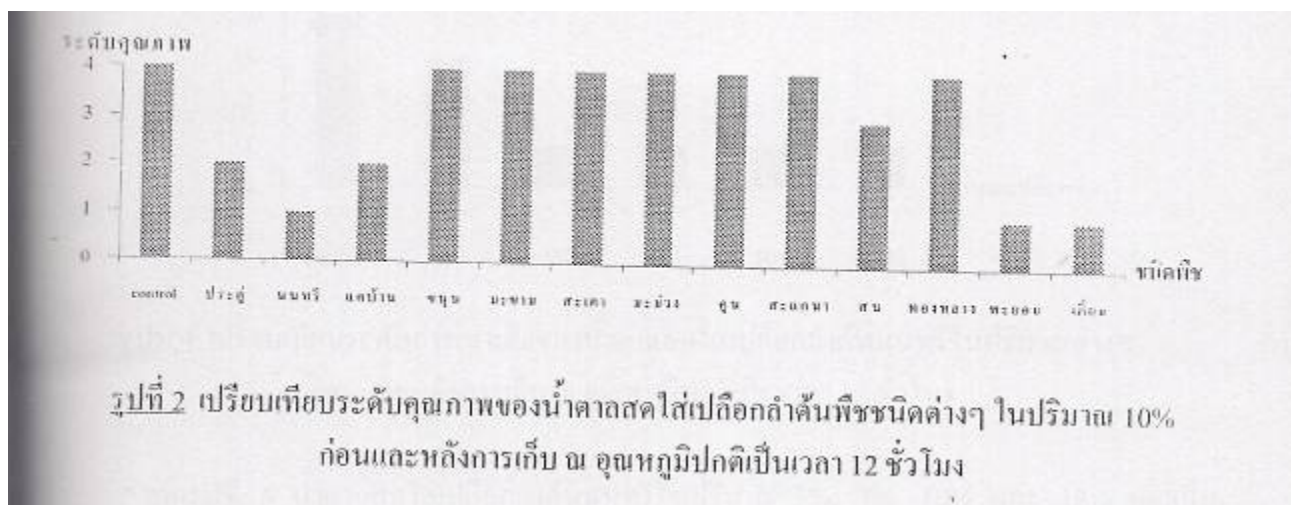
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาวิธีการป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดด้วยเปลือกลำต้นพืชชนิดต่างๆ



จากรูปที่ 1 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 10% เมื่อเก็บ ณ อุณหภูมิปกติครบ 12 ชั่วโมง มีค่าพีเอช ลดลงเฉลี่ยใกล้เคียงกับเคี่ยมและพะยอม รองลงมาคือ ประดู่และแครบ ส่วนน้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นพืชชนิดอื่นๆ มีค่าพีเอชลดลงเฉลี่ยมากกว่านนทรี เคี่ยมและพะยอม

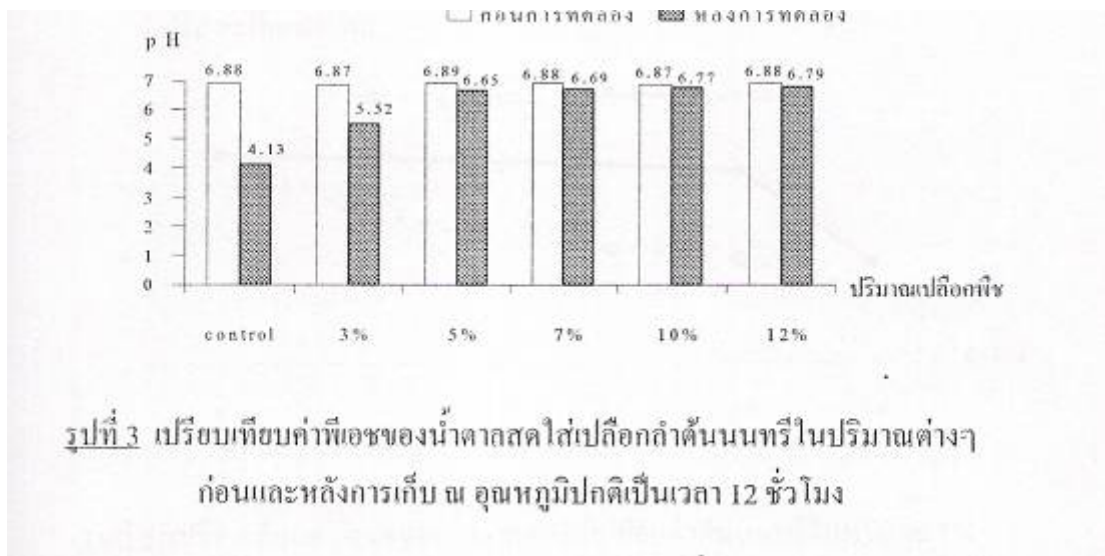


จากรูปที่ 2 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 10% เมื่อเก็บ ณ อุณหภูมิปกติครบ 12 ชั่วโมง มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับ 1 (ดีมาก) เท่ากับเคี่ยมและพะยอม รองลงมาคือ ประดู่และแครบ มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับ 2 (ดี) ส่วนน้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นพืชชนิดอื่นๆ มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4 (ไม่ดี)

สรุปผลการทดลองที่ 1

เปลือกลำต้นนนทรีป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดได้ใกล้เคียงกับพะยอม

ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาวิธีป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดด้วยเปลือกลำต้นพืชในปริมาณต่างๆ



รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่าพีเอชของน้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณต่างๆ ก่อนและหลังการเก็บ ณ อุณหภูมิปกติเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

จากรูปที่ 3 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 5 % , 7 % , 10 % และ 12 % เมื่อเก็บ ณ อุณหภูมิปกติครบ 12 ชั่วโมง มีค่าพีเอชลดลงเฉลี่ยน้อยกว่าน้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีใน ปริมาณ 1 % และ 3 % และไม่ได้



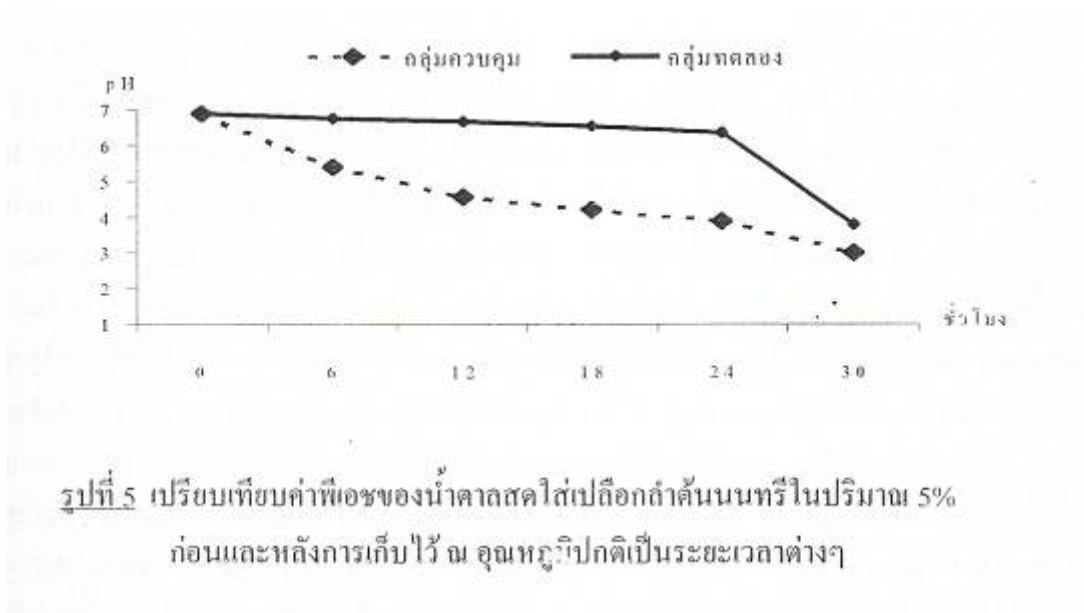
รูปที่ 4 เปรียบเทียบระดับการเน่าเสียของน้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณต่างๆ ก่อนและหลังการเก็บ ณ อุณหภูมิปกติเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

จากรูปที่ 4 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 5 % , 7 % , 10 % และ 12 % เมื่อเก็บ ณ อุณหภูมิปกติครบ 12 ชั่วโมง มีคุณภาพดีกว่าน้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 1 % และ 3 % และไม่ได้

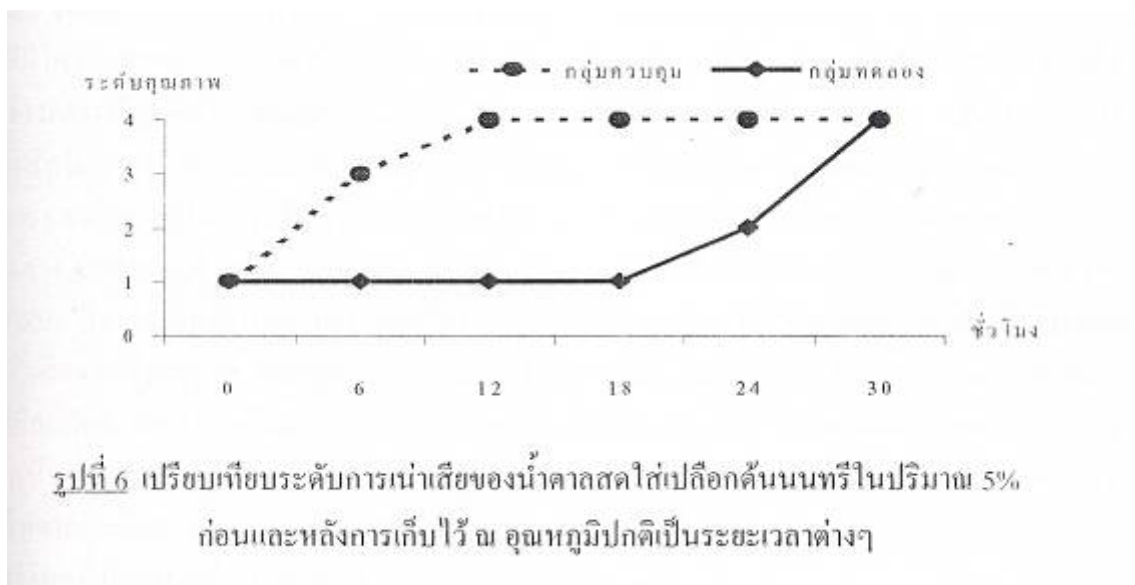
สรุปผลการทดลองที่ 2

น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 5 % ซึ่งเป็นปริมาณน้อยที่สุดสามารถป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดได้ภายใน 12 ชั่วโมง

ผลการทดลองที่ 3 ศึกษาระยะเวลาป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดด้วยเปลือกลำต้นพืชและปริมาณที่เหมาะสม



จากรูปที่ 5 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 5 % มีค่าพีเอชลดลงในอัตราที่ช้าและน้อยกว่าที่ไม่ใส่ภายใน 24 ชั่วโมง



จากรูปที่ 6 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 5 % มีคุณภาพดีกว่าน้ำตาลสดที่ไม่ใส่ภายใน 24 ชั่วโมง

สรุปผลการทดลองที่ 3

น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 5 % ป้องกันการเน่าเสียได้ภายใน 24 ชั่วโมง

บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดด้วยพืชในท้องถิ่นที่เปลือกลำต้นมีน้ำยางจำนวน 11 ชนิด ได้แก่ ประดู่ นนทรี แคนบ้าน ทองหลวง มะขาม กุน สะเดา มะม่วง ขนุน สะแกนา และ สน พบว่าเปลือกลำต้น นนทรีป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดได้ใกล้เคียงกับเปลือกลำต้นพะยอมและเคี่ยมหลังการเก็บ ณ อุณหภูมิปกติเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง น้ำตาลสดที่ใส่เปลือกลำต้นนนทรีมีค่าพีเอชลดลงเฉลี่ย 0.14 ± 0.01 พะยอมลดลงเฉลี่ย 0.11 ± 0.01 และเคี่ยมลดลงเฉลี่ย 0.12 ± 0.01 คุณภาพจากการวัดด้วยวิธี Methylene blue reduction test น้ำตาลสดที่ใส่เปลือกลำต้นนนทรี พะยอม และเคี่ยมมีคุณภาพอยู่ในระดับ 1 (ดีมาก) รองลงมาคือ ประดู่ และแคนบ้านมีคุณภาพอยู่ในระดับ 2 (ดี) น้ำตาลสดประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 12.3 – 17.4 % (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2536 : 162) หลังจากเก็บ ณ อุณหภูมิปกติเป็นระยะเวลาหนึ่งมีค่าพีเอชลดลงแสดงว่ามีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเนื่องจากแบคทีเรียเปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดอินทรีย์พวกกรดแลกติก (Lactic acid) และกรดแอซิติก (acetic acid) ทำให้มีสภาพเป็นกรดเพิ่มขึ้น (อรพิน ชัยประสพ, 2542 : 1-6) ถ้าความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้นแสดงว่าคุณภาพของน้ำตาลสดลดลงเพราะปริมาณน้ำตาลลดลง รสเปรี้ยว มีฟองก๊าซ และกลิ่นไม่พึงประสงค์ เปลือกลำต้นนนทรีป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดได้ดีน่าจะเนื่องมาจากมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นแทนนิน 11 – 21 % (พีรศักดิ์ สุนทรโรสถ และคณะ, บรรณาธิการ, 2544 : 128) มีรายงานว่าแทนนินมีฤทธิ์กำจัดแบคทีเรียและเชื้อรา (Swain, 1979:657) และทำให้โปรตีนตกตะกอน (รัชนิ ตันชะพานิชกุล, 2542 : 162,351) แบคทีเรียทั่วไปมีโครงสร้างของแคปซูล ผนังเซลล์ โพรโตพลาสซึม และส่วนอื่น ๆ ประกอบด้วยโปรตีน รวมทั้งระหว่างการเจริญเติบโตของแบคทีเรียมีการสังเคราะห์โปรตีน (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 : 33 – 62) แบคทีเรียไม่สามารถแบ่งเซลล์หรือถูกยับยั้งการเจริญเติบโต น้ำตาลไม่ถูกย่อยสลายเป็นกรดอินทรีย์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้น้ำตาลสดไม่เน่าเสีย ส่วนน้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นพืชอีก 8 ชนิด คือ ทองหลวง มะขาม กุน สะเดา มะม่วง ขนุน สะแกนา และสน มีค่าพีเอชลดลงเฉลี่ยมากกว่านนทรี คือ 2.28 ± 0.01 ถึง 3.22 ± 0.01 และคุณภาพอยู่ในระดับ 4 (ไม่ดี) แสดงว่าชนิดของเปลือกลำต้นพืชที่มีผลต่อการเน่าเสียของน้ำตาลสด โดยเปลือกลำต้นนนทรีสามารถป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดได้เช่นเดียวกับเปลือกต้นพะยอมและเคี่ยม เปลือกลำต้นนนทรีเป็นพืชสมุนไพรใช้รับประทานเพื่อขับเสมหะ ขับลม ขับโลหิต แก้ท้องเสีย และโรคบิด (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546 ; คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539 : 33 และสารานุกรมไม้ประดับในเมืองไทย เล่ม 3, 2525 : 463) จึงปลอดภัยในการบริโภค น้ำตาลสดที่ใส่เปลือกลำต้นนนทรีป้องกันการเน่าเสีย

จากผลการทดลองป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดด้วยเปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณต่าง ๆ พบว่าน้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 5 – 12 % เกิดการเน่าเสียน้อยภายใน 12 ชั่วโมง คือ ค่าพีเอชลดลงเฉลี่ย 0.11 ± 0.02 ถึง 0.23 ± 0.01 ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณของพะยอมหรือเคี่ยมที่ชาวบ้านใช้คือ 4 – 8 % แสดงว่าปริมาณของเปลือกลำต้นพืชมีผลต่อการเน่าเสียของน้ำตาลสด

จากผลการทดลองป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดด้วยเปลือกต้นนนทรีในปริมาณ 5 % ซึ่งเป็นปริมาณน้อยที่สุดที่สามารถป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสด พบว่าน้ำตาลสดเกิดการเน่าเสียน้อยภายใน 24 ชั่วโมง และเน่าเสียมากหลัง 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นระยะเวลาป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดที่เพียงพอในการนำไปใช้เนื่องจากการรองรับน้ำตาลสดจากต้นใช้เวลา 18-24 ชั่วโมงต่อครั้ง

สรุปผลการทดลอง

ชนิดและปริมาณของเปลือกลำต้นของพืช มีผลต่อการเน่าเสียของน้ำตาลสดแตกต่างกัน โดยเปลือกลำต้นนนทรีสามารถป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดได้เช่นเดียวกับเปลือกลำต้นพะยอมและเคี่ยม

ข้อเสนอแนะ

1. ต้องใช้เปลือกลำต้นพืชที่แก่ และแห้ง
2. ทดลองใช้เปลือกลำต้นพืชป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลสดจากต้นมะพร้าว
3. แยกชนิดและนับจำนวนแบคทีเรียในน้ำตาลสดที่ป้องกันการเน่าเสียด้วยเปลือกลำต้นพืชชนิดต่างๆ
4. ศึกษาวิธีสกัดสารแทนนินและเก็บไว้ในลักษณะผลึก

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ . 2535. หนังสือเรียนวิชาชีพวิทยา 441 . พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมป่าไม้ . 2539. โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเนื่องในวโรกาสทรงครองราชย์
ปีที่ 50 . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กองกานดา ชยามฤต . 2541. คู่มือจำแนกพรรณไม้ หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล , 2539. สยามไภษัชพถุช : ภูมิปัญญาของชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 2 .
กรุงเทพมหานคร : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- จักรพันธ์ ปัญจะสุวรรณ . 2542. พืชกินอาหาร . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ชัยโย ชัยชาญพิทยุทธ และคณะ . 2542. สมุนไพร. คณะเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ณพพร ดำรงศิริ . 2542. พฤกษอนุกรมวิธาน . พิมพ์ครั้งที่ 5 . สาขาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์ . 2536. พืชหลักปักชำได้ . กรุงเทพมหานคร : ปิรามิดการพิมพ์.
- นวลจิตต์ เชาวศิริตัญญ์ . 2539. สารพิษในอาหาร . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2546. “นนทรี” . <http://www.ku.ac.th/aboutku/thai/nontri.htm>(retriebed on 27/08/2003).
- บัญญัติ สุขศรีงาม . 2534. จุลชีววิทยาทั่วไป . พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- พีรศักดิ์ สุนทโรสถ และคณะ, บรรณาธิการ . 2544. ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 3 :
พืชที่ให้สีข้อมและแทนนิน . สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- รัชณี ตันตะพานิชกุล . 2542. เคมีอาหาร . พิมพ์ครั้งที่ 7 . ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
วันวิภา อนิกร , สิทธิศักดิ์ ฉันทสิมา และวัชรพล คำของเมือง . 2544. “ผลของสารสกัดจากพืชวงศ์หมาก
(Arecaecae) ที่มีต่อเมล็ดพริกพันธุ์พื้นเมือง” . โครงการงานวิทยาศาสตร์รางวัลชมเชยระดับประเทศ
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประเภทชีวภาพโรงเรียนมัธยมสิริวัณวรี ๓ ฉะเชิงเทรา งานประชุม
วิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วทท.) ครั้งที่ 27 ปี 2544 ณ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สถาบันวิจัยศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2544. เทคโนโลยีสำหรับชนบท เล่มที่ 4:
การเก็บรักษาน้ำตาลมะพร้าว. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สุรวิวัฒน์.
- สารานุกรมไม้ประดับในประเทศไทย เล่ม 3 , 2525.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. “มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ทะเบียนเลขที่ 38/2546
น้ำตาลสด” . http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/teps38_46.pdf (retrieved on 09/09/2003).

- ตำนาน ธรรมธร. 2546. สนทนาวิธีการเก็บน้ำตาลสด วันที่ 10 มิถุนายน 2546.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2533. คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์.
- อรอุมา สรวารี . 2542 . สารเคลือบผิว (สี วาร์นิช และแล็กเกอร์). ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภัย วัฒนรัตน์. 2528. “การรักษาเนื้อไม้” . เอกสารประกอบการสอนภาควิชาวนผลิตภัณฑ์
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรพิน ชัยประสพ. 2542. การถนอมอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- Atherton, H.V. and Newlander, J.A. 1977. “Chemistry and testing of dairy products” . 4th ed. AVI.
Westport. <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairy/>(retrieved on 13/06/2003).
- Copping. L.G. 1996. Crop protection agents from nature : Nature products and analogues.
The Royal Society of Chemistry Cambridge, U.K.
- Felter, H.W. and Lloyd, J.U. 2001 “Areca-Betel nut” . <http://clinical.caregroup.org/>(retrieved on 8/06/2001).
- Shiva, M.P. and Jantan, I. 1998 . “Non-Tinber Forest Products from Dipterocarps” . In Appanah, S.
and Turnbull, J.M. (eds.) , A Review of Dipterocarps : Taxonomy, Ecology and silviculture.
Centre for International Forestry Research (CIFOR), Bogor,
- Swain, T. 1979 . “Tannins and lignins” . In Herbivores, their interaction with secondary plant metabolism.
Edited by Rosenthal, G.A. & Janzen, D.H. , p.657. New York : Academic Press.

ตารางที่ 1 ค่าพีเอชและระดับคุณภาพของน้ำตาลที่ใส่เปลือกลำต้นพืชชนิดต่าง ๆ ในปริมาณ 5 % หลังการเก็บ
ณ อุณหภูมิปกติเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

วิธี	ค่าพีเอช			ระดับคุณภาพ ที่วัดด้วยวิธี Methylene blue reduction test
	ก่อน ($\bar{X} \pm SD$)	หลัง ($\bar{X} \pm SD$)	ลดลง ($\bar{X} \pm SD$)	
1 น้ำตาลสดไม่ได้เปลือกลำต้นพืช(control)	6.85±0.01	4.13±0.01	2.72±0.01	4
2 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นประดู่	6.85±0.01	6.66±0.01	0.19±0.01	2
3 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นนนทรี	6.85±0.01	6.71±0.01	0.14±0.01	1
4 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นแคบ้าน	6.85±0.01	6.65±0.01	0.20±0.01	2
5 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นทองหลาง	6.85±0.01	3.63±0.01	3.22±0.01	4
6 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นมะขาม	6.85±0.01	3.92±0.03	2.93±0.02	4
7 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นกุน	6.85±0.01	4.23±0.02	2.62±0.02	4
8 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นสะเดา	6.85±0.01	4.24±0.03	2.61±0.02	4
9 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นมะม่วง	6.85±0.01	4.37±0.03	2.49±0.01	4
10 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นขนุน	6.85±0.01	3.96±0.02	2.89±0.02	4
11 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นสะแกนา	6.85±0.01	4.57±0.01	2.28±0.01	3
12 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นสน	6.85±0.01	3.88±0.03	2.97±0.02	4
13 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นพะยอม	6.85±0.01	6.47±0.01	0.11±0.01	1
14 น้ำตาลสด + เปลือกลำต้นเคี่ยม	6.85±0.01	6.73±0.01	0.12±0.01	1

ตารางที่ 2 ค่าพีเอชและระดับคุณภาพของน้ำตาลสดที่ใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณต่าง ๆ หลังการเก็บ ณ
อุณหภูมิปกติเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

วิธี	ค่าพีเอช			ระดับคุณภาพ ที่วัดด้วยวิธี Methylene blue reduction test
	ก่อน ($\bar{X} \pm SD$)	หลัง ($\bar{X} \pm SD$)	ลดลง ($\bar{X} \pm SD$)	
1 น้ำตาลสดไม่ได้เปลือกต้นนนทรี(control)	6.85±0.01	4.13±0.01	2.57±0.01	4
2 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีปริมาณ 3 %	6.85±0.01	5.52±0.01	1.36±0.01	3
3 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีปริมาณ 5 %	6.85±0.01	6.65±0.02	0.23±0.02	1
4 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีปริมาณ 7 %	6.85±0.01	6.69±0.01	0.19±0.01	1
5 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีปริมาณ 10 %	6.85±0.01	6.77±0.03	0.11±0.02	1
6 น้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีปริมาณ 12 %	6.85±0.01	6.79±0.01	0.09±0.01	1

ตารางที่ 3 ค่าพีเอชและระดับคุณภาพของน้ำตาลสดใส่เปลือกลำต้นนนทรีในปริมาณ 5 % หลังการเก็บ ณ อุณหภูมิปกติเป็นเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาเก็บ	ค่าพีเอช		ระดับคุณภาพ ที่วัดด้วยวิธี Methylene blue reduction test	
	ไม้ใส่ เปลือกลำต้นนนทรี	ใส่	ไม้ใส่ เปลือกลำต้นนนทรี	ใส่ เปลือกลำต้นนนทรี
0 ชั่วโมง	6.85±0.01	6.85±0.01	1	1
6 ชั่วโมง	5.33±0.01	6.73±0.01	3	1
12 ชั่วโมง	4.52±0.01	6.62±0.01	4	1
18 ชั่วโมง	4.17±0.01	6.49±0.03	4	1
24 ชั่วโมง	3.83±0.02	6.33±0.02	4	2
30 ชั่วโมง	2.98±0.02	3.76±0.03	4	4

Methylene blue reduction test

หลักการ

ขณะที่จุลชีพกำลังเจริญเติบโตในอาหารต้องใช้ออกซิเจนในขบวนการเมตาโบลิซึมเพื่อสร้างพลังงานและสารใหม่เป็นสาเหตุ ทำให้ปริมาณของออกซิเจนในอาหารลดลง Methylene blue reduction test สามารถบอกว่ามีสาร reducing เกิดขึ้นหรือไม่ซึ่งบ่งชี้กิจกรรมของจุลชีพได้ ถ้าสีจางมากก็แสดงว่ามีกิจกรรมของจุลชีพมาก อาหารที่มีคุณภาพมากที่สุดต้องมีจุลชีพในปริมาณน้อยที่สุด (Atherton & Newlander, 1977) วิธีนี้นิยมใช้ตรวจคุณภาพน้ำนม (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533 และกระทรวงศึกษาธิการ, 2535: 149 - 151) ได้ประยุกต์ใช้วัดคุณภาพของน้ำตาลสดในการทดลองครั้งนี้

วิธีการ

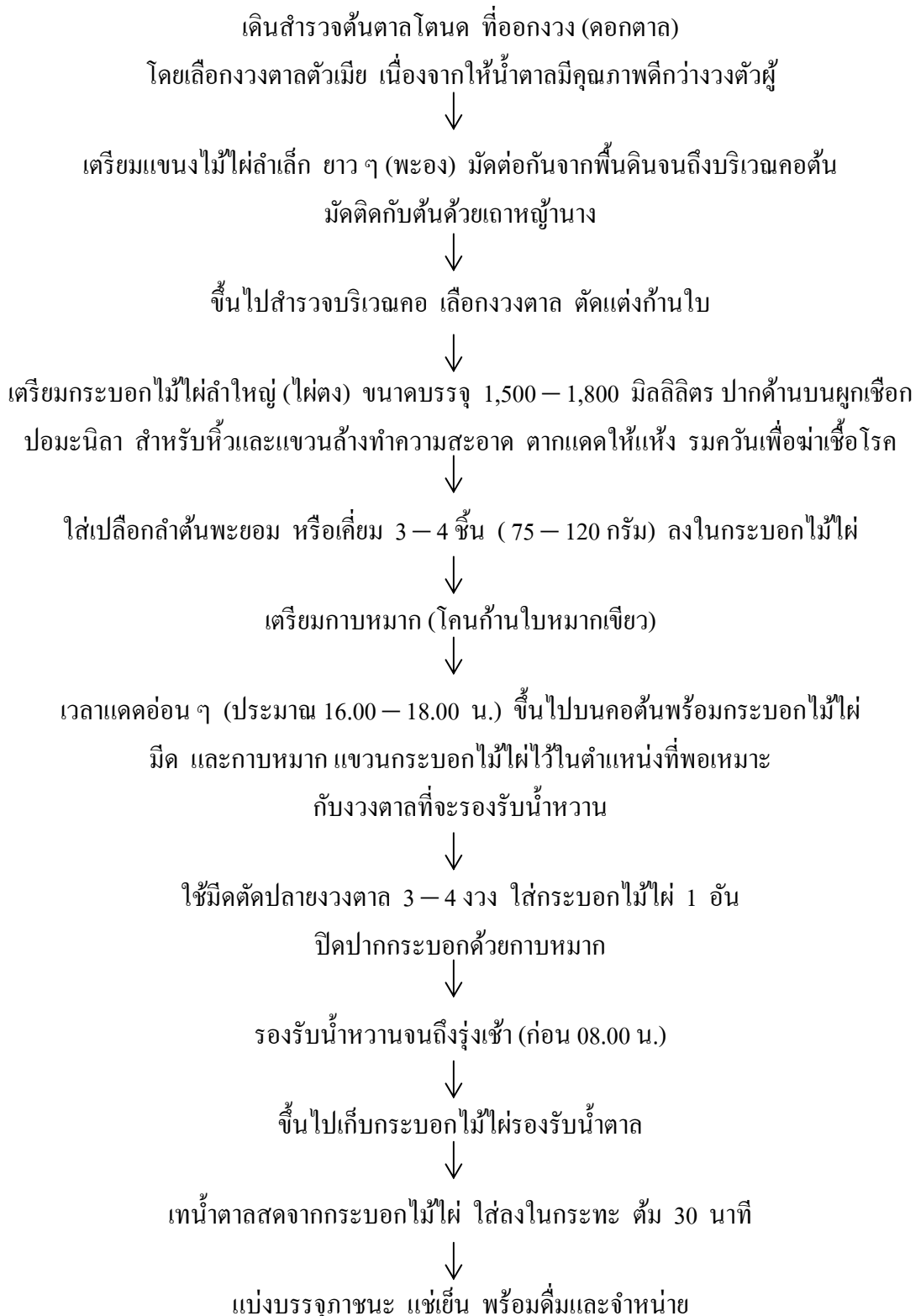
1. นำเชื้อเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ใส่เมธิลีนบลู ความเข้มข้น 0.1 % ลงในหลอด 0.5 มิลลิลิตร จำนวน 8 หลอด
3. ใส่น้ำตาลสดที่ผ่านการต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที ลงในหลอดทดลองขนาด 20 มิลลิลิตร หลอดละ 5 มิลลิลิตร จำนวน 4 หลอด อุดด้วยจุกสำลี
4. ใส่น้ำตาลสดที่ต้องการวัดคุณภาพลงในหลอดทดลอง ขนาด 20 มิลลิลิตร หลอดละ 5 มิลลิลิตร อุดด้วยจุกสำลี
5. นำหลอดทั้งหมดไปอุ่นในบีกเกอร์ที่มีน้ำร้อนประมาณ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เพื่อกระตุ้นในแบคทีเรียทำงาน
6. เมื่อน้ำร้อนมีอุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เอียงหลอดไปมา 2-3 ครั้ง
7. เริ่มบันทึกเวลา และสังเกตสีทุก ๆ 2 ชั่วโมง จนครบ 8 ชั่วโมง

การอ่านผล

สังเกตสีจางของเมธิลีนบลู (1/4 หรือ 25 % ขึ้นไป) ภายในระยะเวลาต่าง ๆ ดังนี้

ระยะเวลาที่เมธิลีนบลูมีสีจางลง	ระดับ	คุณภาพ
ไม่เปลี่ยนสีภายใน 8 ชั่วโมง	1	ดีมาก
เปลี่ยนสีใน 6 ชั่วโมง ถึง น้อยกว่า 8 ชั่วโมง	2	ดี
เปลี่ยนสีใน 2 ชั่วโมง ถึง น้อยกว่า 6 ชั่วโมง	3	พอใช้
เปลี่ยนสีน้อยกว่า 2 ชั่วโมง	4	ไม่ดี

การเก็บน้ำตาดจากต้นตาลโตนด



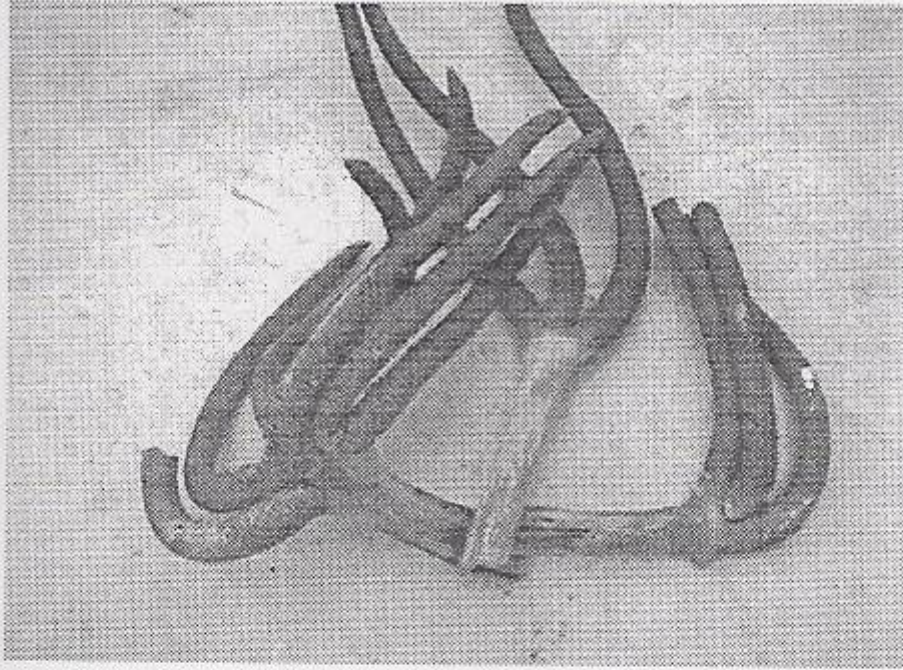
หมายเหตุ รวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ทำน้ำตาลสดในจังหวัดฉะเชิงเทรา
 ระหว่างวันที่ 9 – 15 มิถุนายน พ.ศ. 2546



รูปที่ 7 ต้นตาลที่ใช้ทำน้ำตาลสดที่ปากน้ำ อ่างทองบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา



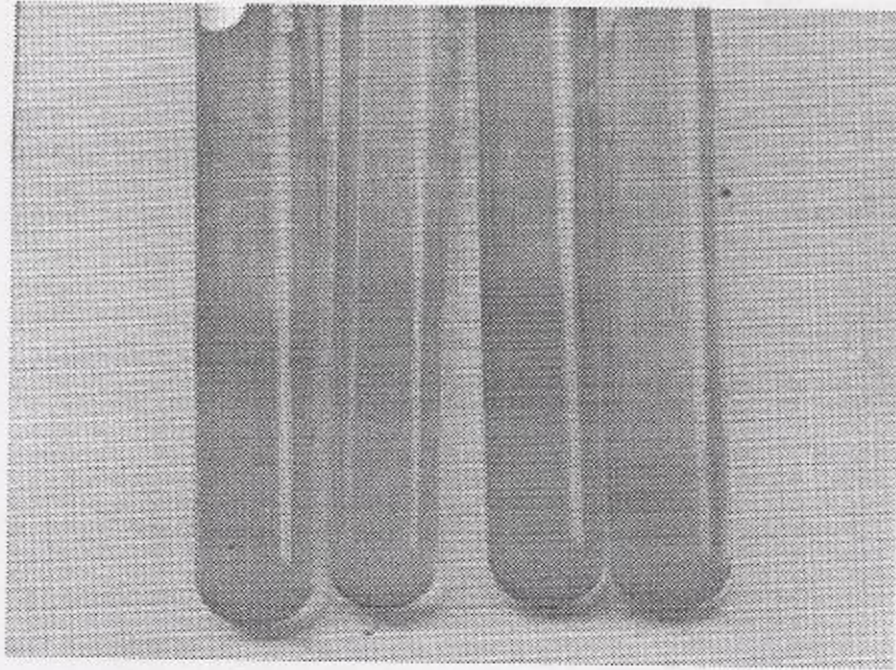
รูปที่ 8 การเก็บน้ำตาลสด



รูปที่ 9 ลักษณะของงวงศาล (ดอกศาล) ที่ปล่อยน้ำศาลออกมา



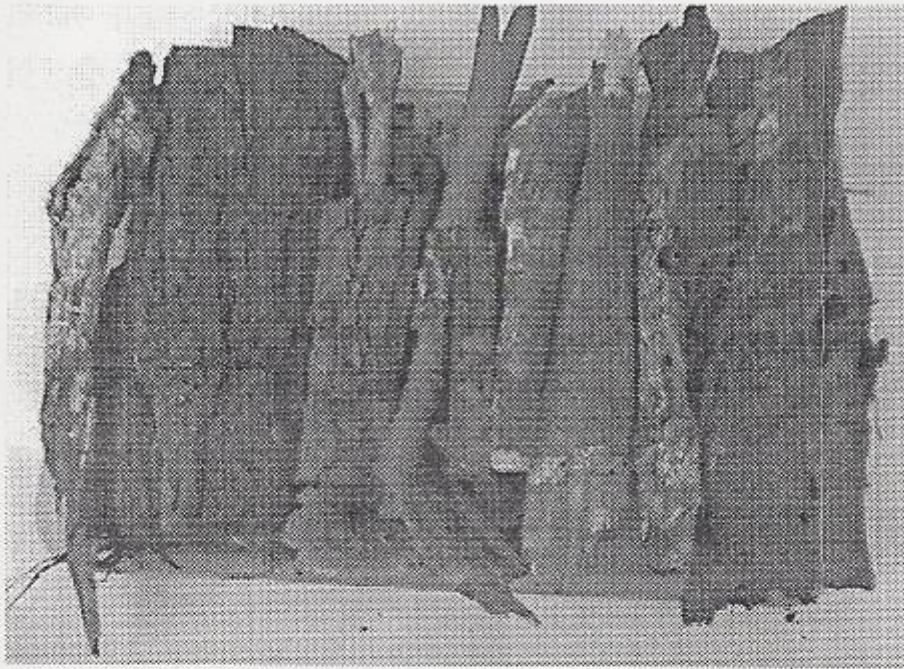
รูปที่ 10 กระบอกไม้ไผ่ที่ใช้รองรับน้ำหวานจากต้นศาล



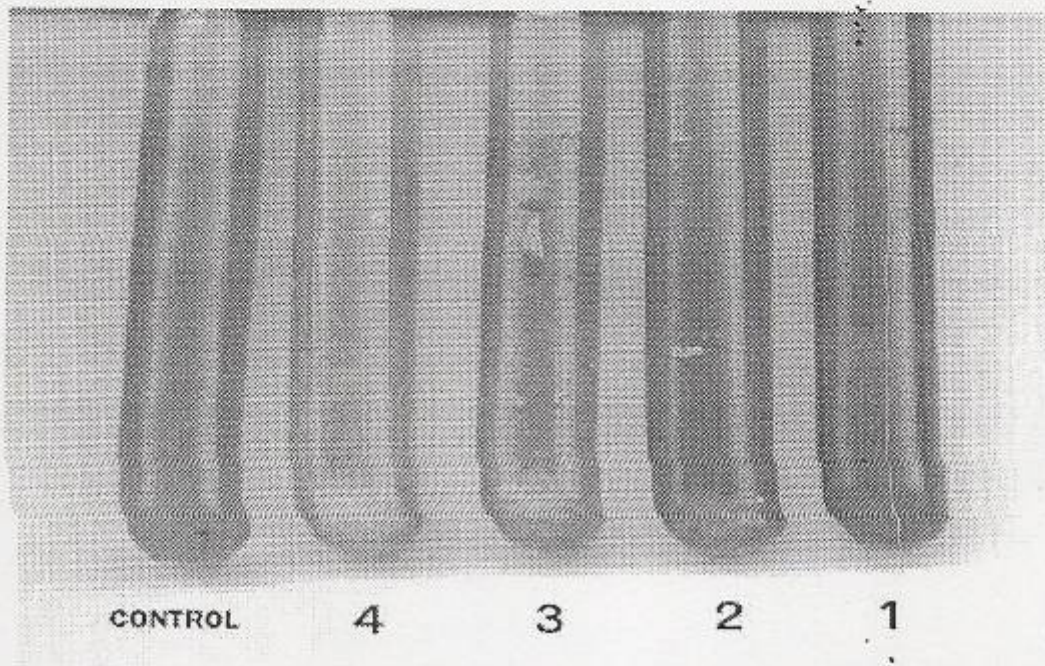
รูปที่ 11 ลักษณะของน้ำคาลสด



รูปที่ 12 พะยอม (ซ้าย) เต็ม (ขวาบน) และนนทรี (ขวาล่าง)



รูปที่ 13 เปลือกลำต้นพืชชนิดต่างๆ ที่นำมาทดลอง



รูปที่ 14 การวัดคุณภาพของน้ำตาลสดด้วยวิธี Methylene blue reduction test