โครงการวิจัยที่ 2

โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงพื้นเมือง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

(Local Mango product development at Wangthong, Phitsanulok)

ชื่อโครงการ : โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงพื้นเมือง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก
Local Mango product development at Wangthong, Phitsanulok

หัวหน้าโครงการวิจัย : รองศาสตราจารย์ ดร. ดาวัลย์ ฉิมภู่
มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000

บทคัดย่อ

243126

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นในเขตพื้นที่ อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ให้ได้มาตรฐาน มีคุณภาพ มีรสชาดดี สีสันสวยงาม สะอาดถูกสุขอนามัย และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคอย่างยั่งยืนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสม

การทดสอบทางประสาทสัมผัส คุณลักษณะด้านความหวาน รสชาด และความชอบโดยรวมพบว่าผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นที่เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค ต้องใช้มะม่วงเนื้อแข็ง 1 ส่วนและมะม่วงเนื้ออ่อน 2 ส่วน

เมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้วต้องมีความชื้นสุดท้ายก่อนเก็บไม่เกิน 9 % มีปริมาณกรดซิตริก ระหว่าง 3.5-4.0 mg/ml ค่า pH 3-4 ความหวานระหว่าง 15-17 %bric ถ้ามี pH สูงกว่านี้ผลิตภัณฑ์จะมีจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของส้มแผ่นพบว่ามีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตสูงถึง 68.17 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน(crude protein) 13.74 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 6.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหากปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์มากเกินไปจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของมะม่วงเปลี่ยนไป หรือที่เรียกว่า "ตกทราย" :ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ของผู้บริโภค

บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นคือ ให้คงความมาตรฐานได้ดีที่สุดคือ ถุงพลาสติกแบบพิเศษ(ชนิดซุ่น)(KOP) และพบว่าวัตถุดูดซับออกซิเจนช่วยยืดอายุและคงสภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ได้มากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ได้เติมวัตถุดูดซับออกซิเจน สำหรับกล่องบรรจุภัณฑ์ขนาด 500 กรัม ราคา 40 บาท เป็นที่ชื่นชอบและผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นในขนาดบรรจุและราคานี้มากที่สุด ซึ่งกล่องบรรจุภัณฑ์นี้นอกจากจะช่วยดึงดูดความสนใจของลูกค้าแล้ว ยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและลดการเสียหายของผลิตภัณฑ์ได้อีกทางหนึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นมีอายุวางจำหน่ายได้นานขึ้นด้วย

อุณหภูมิที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นคือ ที่อุณหภูมิ 25 $^{\circ}$C และ 30 $^{\circ}$C ส่วนที่อุณหภูมิ 35 $^{\circ}$C จะมีอายุการเก็บรักษาส้มลิ้มสั้นกว่าทั้งสองอุณหภูมิ อายุของการเก็บส้มลิ้มที่ระยะเวลา 60 วัน เป็นระยะเวลานานที่สุดที่ผู้บริโภคสามารถยอมรับได้ ดังนั้นส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน เก็บที่อุณหภูมิ 30 $^{\circ}$C เหมาะสมต่อการเก็บรักษาส้มแผ่นมากที่สุด

243126

ABSTRACT

The main purpose of this study was to develop a standard quality and well accepted of the mango-paste product in the area of Wangthong district, Phitsanulok, province by employing suitable procedures in science and technology for the productingion of mango-paste with steady quality, good taste, safety, and greater acceptance.

The production was developed in the aspects of raw materials, production sites,sanitary measures of the producers, and suitable recipes untill it meets the standard of commercial goods. The duration and the cost of production were also reduced. Besides, the congregation of the producers gave them an advantage in negotiating prices.

The physical and chemical characteristics of the mango-paste which meet the standard and are accepted by the consumers should have a final relative humidity of more than 8-9 % with the citric acid between 3.5-4.0 mg / ml. The quantity of the citric acid affects the sour taste of the mango-paste. The pH value should be between 3-4 since the pH value which is acidic can suppress the growth of some microbes. The nutritional content of the mango-paste includes up to 68.17% carbohydrate, 13.74 % protein, and 6.04 % fat, respectively.

Sweetness should be between 15-17° Brix because if there is too much sugar in the product, its texture will become what is called "[illegible]" or sandy, which is considered an unsatisfactory characteristic of the mango-paste.

The appropriate packaging for mango-paste preservation is the KOP pouch with an oxygen absorbent agent. It can be seen that the oxygen absorbent agent can extend the durability of the product in both KOP and PET pouches. The package of 500 g capacity at the price of 40 baht is satisfactory; most of the consumers agree to purchase it. Such a package can impress the consumers. Besides, it is one way to prolong preservation and reduce damage to the product so that it has a longer commercial shelf life.

Temperatures of 25°C and 30°C can prolong the duration of mango-paste preservation, whereas storage at 35°C shortens duration for preservation. The sixty-day interval for preservation is the longest duration that the consumers accept. Hence, the product in the KOP pouch with an oxygen absorbent agent, stored at 30°C, is the most appropriate for mango-paste preservation.

บทที่ 1

บทนำ

ส้มแผ่น (ชาวบ้านอาจเรียกว่าส้มลิ้มหรือมะม่วงกวน) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมะม่วงพื้นเมืองสุก ที่เกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่างรู้จักการทำมาช้านาน เริ่มต้นจากการที่มะม่วงพื้นเมืองซึ่งเป็นผลไม้ที่ให้ผลผลิตตามฤดูกาล มีผลผลิตออกพร้อมกันมากในช่วงฤดูร้อนและมีอายุการเก็บรักษาสั้น ทำให้บริโภคไม่ทัน ประกอบกับเป็นช่วงระยะเวลาที่ว่างเว้นจากการทำนา เกษตรกรจึงนำมะม่วงสุกชนิดใดก็ได้ที่มีในสวน มาแปรรูปเพื่อเก็บไว้รับประทานในครัวเรือนและนำไปถวายพระในเทศกาลทางศาสนาต่างๆ นับเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษในการเก็บถนอมอาหารที่ได้จากทรัพยากรในท้องถิ่น วิธีการแปรรูปส้มแผ่นของเกษตรกรคือการนำเนื้อมะม่วงสุกชนิดต่างๆมากวนจนแห้ง จากนั้นแผ่เป็นแผ่นบางๆ บนใบไม้ นำไปผึ่งแดดให้แห้ง ก็จะได้ส้มแผ่นที่หอมและหวานอมเปรี้ยวเหนียวนุ่ม สามารถเก็บไว้รับประทานได้นาน ต่อมามีการนำผลิตภัณฑ์นี้ออกขาย แต่คุณภาพที่ได้ยังไม่คงที่ ทั้งรสชาดและสี ส่วนใหญ่เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานานคุณภาพจะด้อยลง เช่น สีจะเปลี่ยนไป ความหอมและความเหนียวนุ่มจะหมดไปด้วย (ดาวัลย์ ฉิมภู่ และคณะ 2548)

มะม่วงที่ใช้ทำส้มแผ่นนั้นสามารถใช้ได้ทุกพันธุ์ ส้มแผ่นของจังหวัดนครสวรรค์ทำจากมะม่วงดาดจีนและมะม่วงดาลาปากกระบอก (ดาวัลย์ ฉิมภู่ และคณะ 2548) สินค้าที่เป็นของฝากจากเมืองสองแควคือส้มแผ่น ที่บ้านบางสะพาน อ.วังทอง จ.พิษณุโลก มะม่วงที่เกษตรกรชาวบางสะพานใช้ทำส้มแผ่น เป็นมะม่วงแก้วผสมกับมะม่วงพิมเสนอย่างละเท่าๆกันจึงจะได้ส้มแผ่นที่มีรสชาดดีเหนียวนุ่ม (น้ำเต้า เพ็งพึ่ง และคณะ 2540) นอกจากนี้การเลือกมะม่วงก็มีความสำคัญต้องเป็นมะม่วงที่สุกกำลังดี คือกำลังห่าม หากสุกเกินไปส้มแผ่นที่ได้จะมีรสหวานเกินไปและมีสีไม่สวย

อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เป็นเขตพื้นที่ที่คณะผู้วิจัยได้เลือกเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากการแปรรูปส้มแผ่นของในจังหวัดพิษณุโลกมากกว่า 95 % ดำเนินการที่นี่ ปัจจุบันเกษตรกรชาวอำเภอวังทอง (ส่วนใหญ่อยู่ในเขตบ้านบางสะพาน) ได้หันมาประกอบอาชีพการทำส้มแผ่นเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เริ่มจากจากการใช้มะม่วงพื้นเมืองในสวนในบ้านของตนเอง ขยายมาเป็นการนำมะม่วงจากตลาดไท(กรุงเทพมหานคร)ซึ่งถูกส่งมาจากทั่วประเทศและจากประเทศเพื่อนบ้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่มีมะม่วงสุกออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมากและมีราคาตกต่ำ มะม่วงที่มีตำหนิเป็นมะม่วงที่ราคาถูก และถูกคัดออกเนื่องจากรูปลักษณ์ภายนอกไม่สวยไม่คุ้มกับการขายในรูปมะม่วงสุก มะม่วงเหล่านี้ได้ถูกส่งออกจากตลาดไทโดยรถบรรทุกขนาดใหญ่มาที่ บ้านบางสะพาน อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลกเฉลี่ยปีละมากกว่า 40000-50000 ตัน ส้มแผ่นของกลุ่มเกษตรกร อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เป็นผลิตภัณฑ์เลื่องชื่อจากภูมิปัญญาพื้นบ้านของจังหวัดที่ทำรายได้ให้เกษตรกรและน่าจะ

ขยายตัวได้มากถ้าได้รับการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพให้เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ยั่งยืนให้แก่ชุมชน ปัญหาของกลุ่มเกษตรกรชาวพิษณุโลกคือ

1. คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐานอาทิ สี และรสชาดไม่คงที่
2. ไม่มีการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์
3. มีการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตสูง

วัตถุประสงค์

(1) วิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพส้มแผ่นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพดีและสม่ำเสมอ เพื่อเข้าสู่หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์

(2) ศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อการยืดอายุของผลิตภัณฑ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ในด้านการผลิต มีการฝึกอบรมให้กลุ่มเกษตรกรได้รู้จักการนำองค์ความรู้จากภูมิปัญญาพื้นบ้านที่มีอยู่แล้วผสมผสานกับองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากงานวิจัยนี้มาพัฒนาให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ได้มาตรฐานและถูกสุขลักษณะ และมีบรรจุภัณฑ์ที่เน้นความปลอดภัยต่อการบริโภค

(2) ในด้านลดต้นทุนการผลิต มีการสร้างเตาเศรษฐกิจพร้อมหม้อสะแตนเลตอย่างดีและโรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบให้กลุ่มสมาชิกที่ต้องการ

(3) ในด้านผู้นำ ฝึกอบรมให้กลุ่มเกษตรกรได้รู้จักการพัฒนากลุ่มหรือองค์กรในด้านผู้นำและด้านความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการกลุ่มอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

(4)ในด้านการตลาด จัดอบรมสัมมนากลุ่มเกษตรกรให้เห็นความสำคัญของภูมิปัญญาพื้นบ้านและพัฒนากลุ่มหรือองค์กรให้มีความรู้ความสามารถในการบริหารจัดการกลุ่มอย่างเป็นระบบ มีประสิทธิภาพรวมทั้งหาความเหมาะสมและความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนและรู้จักการศึกษาต้นทุน วิเคราะห์จุดคุ้มทุน และรายได้เปรียบเทียบของการผลิตแบบดั้งเดิมกับแบบใหม่

(5) ในด้านการพัฒนา มีการรณรงค์ให้สมาชิกได้ตระหนักถึงคุณค่าของภูมิปัญญาพื้นบ้านเห็นความสำคัญของกระบวนการผลิตและมีการพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ยั่งยืน

หน่วยงานที่นำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

(1) กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตและเกษตรกรผู้สนใจ

(2) นักวิจัยได้รับประสบการณ์และพัฒนาองค์ความรู้

(3) นิสิตได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาอุตสาหกรรมในครัวเรือน

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ถึงแม้ว่าเกษตรกรในเขตอำเภอวังทอง(ส่วนใหญ่อยู่ในเขตบ้านบางสะพาน) จังหวัดพิษณุโลกจะรู้จักการทำส้มแผ่นมาช้านาน แต่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังไม่คงที่ โดยเฉพาะในเรื่องของรสชาด สี ความหอม และความนุ่ม อีกทั้งรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ยังไม่เป็นที่ประทับใจผู้บริโภค รวมทั้งไม่มีการพัฒนารูปแบบการบรรจุภัณฑ์ นอกจากนี้มีการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตสูง และกระบวนการผลิตบางส่วนไม่ถูกสุขอนามัย โดยเฉพาะขั้นตอนตากเกษตรกรตากผลิตภัณฑ์ตามลานบ้านทำให้มีปัญหาด้านความสอาดและปัญหาเกี่ยวกับฝนในฤดูฝน(ดาวัลย์และคณะ 2548) งานวิจัยที่ทำมาในอดีตส่วนใหญ่เป็นการสำรวจชนิดและจำนวนมะม่วงที่มีในประเทศไทย (กรมวิชาการเกษตร 2541) (วัฒนา วิริวุฒิกร 2541) เทคนิคการขยายพันธุ์มะม่วง (มนู โป้สมบูรณ์ 2545)

งานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นให้มีคุณภาพคงที่สม่ำเสมอเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและอยู่ในหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืน โดยจะดำเนินการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี วิเคราะห์คุณภาพและมาตรฐานอื่นๆรวมทั้งพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้สามารถถนอมอาหารได้นาน มีความสวยงามได้มาตรฐานเข้าสู่อุตสาหกรรมในครัวเรือน เพื่อจะทำให้ผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกอย่างแท้จริง อันจะทำให้เกษตรกรผู้ผลิตมีรายได้เพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิต

รายละเอียดเกี่ยวกับมะม่วงพื้นเมือง

ลักษณะทั่วไปของมะม่วง มะม่วง (Mangifera indica Linn). ชื่อวงศ์ ANACARDIACEAE ชื่อสามัญ Mango Tree (กรมวิชาการเกษตร 2541) ชื่อท้องถิ่นทั่วไป เรียก มะม่วงบ้าน มะม่วงสวน กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี เรียก ขุ โคก จันทบุรี เรียก เจาะ ช้อก ช้อก นครราชสีมา เรียก โตร้ก มลายู-ภาคใต้ เรียก เปา ละว้า-เชียงใหม่ เรียก แป กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน เรียก สะเคาะ ส่าเคาะส่า เขมร เรียก สะวาย เงี้ยว-ภาคเหนือ เรียก หมักโม่ง จีน เรียก มั่งก้วย(วัฒนา วิริวุฒิกร 2541) “มะม่วงเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงประมาณ 10-30 เมตร ใบ ใบเดี่ยวสีเขียว ขอบใบเรียบ ฐานใบมน ปลายใบแหลม ดอก เป็นช่อ กลีบดอกมี 5 กลีบ เกสรสีแดงเรื่อๆ ดอกออกช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ช่วงฤดูร้อนจะติดผล ผล ยาวประมาณ 5-20 ซม. กว้าง 4-8 ซม. ลูกดิบสีเขียว เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือเหลืองส้ม มีเมล็ดภายใน 1 เมล็ดการปลูก มะม่วงควรปลูกในหน้าฝนเจริญเติบโตได้ดีในดินอุดมสมบูรณ์ปลูกกลางแจ้ง การขยายพันธุ์สามารถทำได้หลายวิธีเช่นการเพาะเมล็ด การตอน การ

ติดตา และการทาบกิ่ง แต่ที่นิยมทำกันในปัจจุบันคือการทาบกิ่ง เนื่องจากต้นที่ได้จากการทาบกิ่งจะตรงตามพันธุ์เดิมและยังมีรากแก้วที่แข็งแรงเช่นเดียวกับการปลูกด้วยเมล็ดแต่ออกผลได้เร็วกว่าการเพาะเมล็ด (พาวิน มะโนมัย จีรนันท์ เสนานาญ 2553)

พันธุ์มะม่วง ได้แบ่งประเภทของมะม่วงได้ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ 3 ข้อ คือ

1. มะม่วงสำหรับรับประทานผลดิบ เช่น พิมเสนมัน เขียวเสวย พิมเสน เป็นต้น

2. มะม่วงสำหรับรับประทานผลสุก เช่น อกร่อง น้ำดอกไม้ หนังกลางวัน ทองดำ เป็นต้น

3. มะม่วงที่ปลูกเพื่อการอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้

ตลาดมะม่วงที่สำคัญมีหลายแห่งเช่น ตลาดสี่มุมเมือง ตลาดไท ตลาดกลางมหานคร ตลาดสาธารณะเทศบาล 2

ปีที่ผ่านมา(2552)ประเทศไทยสามารถผลิตมะม่วงได้ 2,374,165 ตัน จากพื้นที่ประมาณ 1,906,960 ไร่ ประมาณ 90% ของผลผลิตทั้งหมดใช้เพื่อการบริโภคภายในประเทศ ส่วนที่เหลือจะเข้าสู่กระบวนการส่งออก ตลาดรองรับมะม่วง คือ ญี่ปุ่น มาเลเซีย เกาหลี สิงคโปร์ อินโดนีเซีย อังกฤษ เยอรมัน ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และเนเธอร์แลนด์(บทความเกษตร พืชผักผักสวนครัว ฐานข้อมูลพืชผัก 2553)

ความสำคัญของมะม่วงสำหรับการส่งออกนั้นจะต้องเป็นเรื่องของมะม่วงที่แปรรูปต่างๆ ไม่ว่าในรูปไส้มแผ่น มะม่วงดอง หรือน้ำมะม่วง เพราะการเก็บรักษาได้นานกว่า สำหรับมะม่วงสดๆ ไม่ว่าจะเป็นมะม่วงสุกหรือดิบนั้นจะเป็นไปในชั่วระยะเวลาหนึ่งในช่วงฤดูกาลสำหรับการส่งสู่ตลาด แต่มะม่วงธรรมดาที่สามารถนำมาแปรรูปได้นั้นจะมีความสำคัญไม่น้อยมะม่วงที่นำมาทำส้มแผ่น ที่นิยมใช้มะม่วงพันธุ์ธรรมดาจากที่เหลือจากรับประทานสุก เหลือจากการขายแล้วมาทำ

การทำส้มแผ่น (เทคโนโลยีชาวบ้าน 2545) ส่วนผสม เนื้อมะม่วงบดละเอียด1กิโลกรัม (เนื้อมะม่วงสุกพันธุ์อะไรก็ได้) น้ำตาลทราย 200 กรัมกรดมะนาว 1-1.5กรัม เกลือ 2 กรัม วิธีทำ 1.นำส่วนผสมทั้งหมดกวนด้วยไฟอ่อนๆจนเหนียวข้น 2.ละเลงเนื้อมะม่วงบนแผ่นพลาสติก (ทนความร้อน) ในตองหรือถาดที่สะอาด 3.อบในตู้อบลมร้อน 60-70 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง หรือใช้วิธีการแบบชาวบ้าน นำไปผึ่งแดดจนแห้ง 2-3 แดด ลอกแผ่นมะม่วงออกเก็บในภาชนะสะอาด ปิดฝาให้สนิท ส้มแผ่นที่จังหวัดนครสวรรค์(เกษตรวันนี้ 2540) ทำมาจาก มะม่วงตาลจีนและมะม่วงตาลปากกระบอกเป็นมะม่วงพันธุ์พื้นบ้านของจังหวัด

สินค้าที่เป็นของฝากจากเมืองพิษณุโลกคือส้มแผ่น ที่บ้านบางสะพาน อ.วังทอง จ.พิษณุโลก (เส้นทางท่องเที่ยวหากิน 2540) มะม่วงที่ใช้ทำส้มแผ่นนั้นสามารถใช้ได้ทุกพันธุ์ แต่ถ้าจะให้ได้ส้มแผ่นที่มีรสชาดดี ต้องเป็นมะม่วงแก้วและพิมเสน (น้ำเต้า เพ็งพึ่ง และคณะ 2540) มะม่วงที่เลือกมาใช้สำหรับทำส้มแผ่นนั้นจะต้องเป็นมะม่วงที่สุกกำลังดี คือกำลังห่าม หากสุกเกินไปส้มแผ่นที่ได้จะมีรสหวานเกินไปและยังให้สีสันที่ไม่สวย กรรมวิธีการผลิตส้มแผ่น คือ การปอกเปลือก ตัดแต่งและการแยก

เมล็ดหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เติมน้ำตาล ทิ้งไว้ครึ่งหรือหนึ่งชั่วโมงจากนั้นนำไปต้มและเพิ่มอุณหภูมิขึ้นช้าๆ พร้อมทั้งคนเป็นครั้งคราวสม่ำเสมอจนแยมเหนียวตามความต้องการ

หลักการผลิตวัตถุดิบเพื่อการแปรรูปลักษณะคุณภาพ(สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์ 2532) แบ่งได้ 3 กลุ่ม

1. คุณภาพที่สัมผัสได้ เช่น สี ลักษณะเนื้อ กลิ่นรส ตำหนิหรือความไม่สมบูรณ์ของวัตถุดิบ
2. คุณภาพที่ซ่อนเร้น เช่น คุณค่าทางอาหาร สารพิษที่อยู่ในวัตถุดิบ
3. คุณภาพเชิงปริมาณ เช่น ผลผลิตของพันธุ์ ผลผลิตสำเร็จรูป

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของวัตถุดิบ คือ พันธุ์ของไม้ผล การแก่และการสุก การปฏิบัติดูแลรักษาและสภาพแวดล้อม วิทยาการหลังเก็บเกี่ยวและการเก็บ การตากแห้งและการอบแห้ง ในระยะแรกใช้แสงอาทิตย์และกระแสลมเท่านั้น แต่ต่อมาได้มีการใช้เกลือ การรมควัน การใช้ซัลเฟอร์และวิธีปฏิบัติอื่นๆร่วมด้วย

การทำแห้ง (Drying or dehydration) จัดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปรรูปหรือใช้ในการถนอมอาหาร (วราวุฒิ ครูส่ง 2530)

วิธีการที่ใช้ในการทำแห้ง (Methods of Dehydration) (วราวุฒิ ครูส่ง 2530) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ อาหารที่ผ่านการทำแห้งโดยการตากแดด (Sun-dried-food) โดยที่ความชื้นในอาหารจะถูกดึงออกไปโดยอาหารการตากแดดเพียงอย่างเดียว

Dehydrate หรือ desiccated food เป็นอาหารที่ผ่านการทำให้แห้ง โดยอาศัยเครื่องมือในการให้ความร้อน ซึ่งทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการไหลของอากาศที่ใช้ด้วย

การตากแห้ง (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพรคง เจริญเกียรติ 2551) การตากแห้งนับเป็นวิธีการถนอมอาหารที่เก่าแก่ที่สุดวิธีหนึ่ง การตากแห้ง นอกจากจะช่วยป้องกันการเสื่อมคุณภาพแล้วยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการส่งและเก็บในคลังสินค้า เนื่องจากน้ำหนักลดน้อยลด

ผลไม้แห้ง (Dried fruits) จำนวนของจุลินทรีย์ที่พบในผลไม้สดมีตั้งแต่เล็กน้อยจนมากมายขึ้นกับกรรมวิธีที่ใช้ก่อนกระบวนการทำแห้ง จะพบในปริมาณตั้งแต่ 200-300 เซลล์ต่อกรัม จนถึง 1000 เซลล์ต่อกรัม ส่วนใหญ่พบผิวภายนอกของผลไม้ ได้แก่ สปอร์ของแบคทีเรียและเชื้อรา

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของจุลินทรีย์เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับ ผู้ประกอบการอาหารซึ่งได้แก่ อาหาร Aw อุณหภูมิ pH ของอาหาร ปริมาณออกซิเจนและสารยับยั้งการเจริญของ จุลิทรีย์

การทำแห้งแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงอัตราแห้งคงที่ (Constant - rate period dehydration) และอัตราลดลง (falling-rate period dehydration)

การอบแห้ง ใช้ความร้อนจากพลังงานไฟฟ้า ก๊าซ ไอน้ำ ส่วนการตากแห้ง ใช้ความร้อนจากแสงแดดการถนอมอาหารด้วยวิธีนี้เป็นการลดปริมารน้ำในอาหาร เพื่อให้เก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิปกติ

ข้อได้เปรียบที่สำคัญของการอบแห้งหรือตากแห้ง 1.น้ำหนักเบา 2.มีความกระชับ3.ความคงตัวที่สภาวะการเก็บ

ข้อเสียเปรียบของการอบแห้งหรือตากแห้ง 1. ความไวต่อความร้อน 2. เกิดการสูญเสียกลิ่นรสที่ระเหยได้และเกิดการฟอกสีของผลิตภัณฑ์ได้ 3. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง 4. เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ 5. เกิดการเสื่อมเสียอันเนื่องจากจุลินทรีย์ได้

ปัจจัยในการควบคุมการทำแห้ง (Factors in the control of drying) วราวุฒิ ครูส่ง (2530) ได้แบ่งปัจจัยในการควบคุมการทำแห้งจำนวน 6 ข้อไว้ดังนี้

1. พื้นที่ผิว (Surface area)

2. อุณหภูมิ (Temperature)

3. ความเร็วลม (Air velocity)

4. ความแห้งของอากาศ (Dryness of air)

5. ความดันบรรยากาศและสภาพสุญญากาศ (Atmospheric pressure and vacuum)

6. เวลาและอุณหภูมิ (Time and temperature)

จากการสำรวจ การใช้พลังงานเชิงความร้อนในอุตสาหกรรมอบแห้ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง 8 จังหวัด พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดปีละ 56 338811 GJ พลังงานที่ใช้จะอยู่ในรูปความร้อน ซึ่งเป็นต้นทุนของผลิตภัณฑ์อาหแห้ง 20-60 % (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ 2547) การนำตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ยังไม่สามารถใช้ในเชิงอุตสาหกรรมได้ เพราะตากผลิตภัณฑ์ได้ในปริมาณไม่มากนัก

การทำแห้งโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar energy) (วราวุฒิ ครูส่ง 2530) มีข้อจำกัดอยู่ที่สภาพอากาศ ถ้าจะทำให้การทำแห้งมีประสิทธิภาพต้องอยู่ในสภาพที่มีแดดจัดและบรรยากาศแห้ง โดยส่วนใหญ่แล้วนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ผลไม้และธัญพืช

การตากแห้งด้วยแสงแดดเป็นวิธีการถนอมอาหารเก่าแก่วิธีการหนึ่ง (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพรคง เจริญเกียรติ 2551) เป็นวิธีการถนอมอาหารที่มีต้นทุนต่ำใช้พลังงานน้อยและเป็นวิธีที่ใช้อยู่จนทุกวันนี้ เป็นกระบวนการผสมระหว่างการตากแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับการควบคุมอุณหภูมิและกำหนดควบคุมการไหลของกระแสลม ซึ่งการทำเช่นนี้จะเป็นการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์แล้วยังเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำแห้งอีกด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ 2543) แบ่งได้ดังนี้

1. ธรรมชาติของอาหาร

2. ขนาดและรูปร่าง

3. ตำแหน่งของอาหารในเตา

4. ปริมาณอาหารต่อถาด

5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน

6. อุณหภูมิของอากาศร้อน

7. ความเร็วของลมร้อน

กลไกการทำแห้งเมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านผิวหน้าอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวหน้าของอาหารและน้ำในอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่ (วิไล รังสาดทอง 2546) น้ำจะเคลื่อนที่ไปยังผิวหน้าด้วยกลไกดังต่อไปนี้

1. การเคลื่อนที่ของของเหลวด้วยแรงคาปิลลารี (Capillary Force)

2. การแพร่ของของเหลวผ่านเซลล์ (Diffusion)

3. การแพร่ของของเหลวซึ่งถูกดูดซับโดยผิวหน้าของของแข็งในอาหาร

จุดความชื้นวิกฤตของอาหารแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับปริมาณของอาหารในเครื่องทำแห้งและอัตราการทำให้แห้ง ลักษณะสำคัญของอากาศแห้งที่ใช้ในการทำแห้งในช่วงอัตราเร็วคงที่ ได้แก่ 1. ต้องมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งสูง 2. มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ 3. อากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง

ประโยชน์ของการทำแห้ง

1. ป้องกันการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมีและเอนไซม์

2. ทำให้มีใช้ในยามขาดแคลน นอกฤดูกาลหรือในแหล่งห่างไกล

3. เก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องใส่ตู้เย็นให้เปลืองค่าใช้จ่าย

4. ลดน้ำหนักอาหารให้สะดวกในการบรรจุ เก็บรักษาและขนส่ง

5. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ลูกเกด จากการทำองุ่นแห้ง

6. ให้ความสะดวกในการใช้ เช่น กาแฟผงสำเร็จรูป

Szulmayer (1971) ได้ให้นิยามว่าเป็นการผสมระว่างการตากแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับการควบคุมอุณหภูมิและกำหนดควบคุมการไหลของกระแสลม ซึ่งการทำเช่นนี้เป็นการปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มคุณภาพของกระบวนการตากแห้งด้วบพลังงานแสงอาทิตย์ และได้จำแนกตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 3 แบบ

1. ตู้อบแบบดูดกลืนโดยตรง (Direct absorption dryer)

2. ตู้อบแบบพาหรือแบบทางอ้อม (Convection or indirect dryer)

3. ตู้อบแบบผสม (Combination dryer)

การใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ในการทำอาหารแห้ง (Chakraborty 1976) การอบแห้งใช้เวลาครึ่งหนึ่งของการตากแห้งปกติ ผลิตภัณฑ์จะถูกสุขลักษณะ สด สีสวย ปราศจากการปนเปื้อนและกลิ่นเหม็น

การตากแห้งไม่ต้องใช้เครื่องมืออบแห้งใดๆ เป็นวิธีที่แพร่หลายที่สุดในการแปรรูปอาหารในโลกนี้ มีผลไม้หรือเมล็ดธัญพืชมากกว่า 250 ล้านตันต่อปี (วิไล รังสาดทอง 2546)

แบ่งเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้ดังต่อไปนี้

1. เครื่องอบแห้งโดยตรงแบบใช้การหมุนเวียนตามธรรมชาติเป็นการใช้เครื่องเก็บกับตู้อบแห้งร่วมกัน

2. เครื่องอบแห้งโดยตรงโดยใช้ เครื่องเก็บแยกต่างหาก

3. เครื่องอบแห้งโดยอ้อมแบบใช้การพาบังคับ โดยใช้เครื่องเก็บ และตู้อบแห้งแยกกัน

ข้อเสียที่สำคัญคือ ควบคุมสภาวะการอบแห้งยาก ให้อัตราการตากแห้งต่ำกว่าเครื่องอื่นๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพต่ำและมีความแตกต่างกันสูง นอกจากนั้นการตากแห้งยังขึ้นอยู่กับฤดูกาล ใช้เวลานานและใช้แรงงานสูงกว่าวิธีอื่นๆ

อุณหภูมิ ความชื้นบรรยากาศ และความเร็วลมในตู้อบแห้ง สภาวะภายนอกที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งอาหาร ประกอบด้วยปัจจัย อุณหภูมิ ความชื้นบรรยากาศและความเร็วลม นอกจากนี้อาจมีปัจจัยอื่นๆ เช่น การกวนการแบ่งขนาดของชิ้นอาหาร การสัมผัสระหว่างผิวหน้าที่ให้ความร้อนกับผิวหน้าของอาหาร ความแตกต่างของอุณหภูมิกระเปาะแห้งและเปียก

อุณหภูมิของอากาศที่วัดโดยกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ เรียกว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry bulb temperature) และถ้าเอาผ้าเปียกหุ้มกระเปาะเอาไว้ ความร้อนจะถูกกำจัดออกจากผ้าโดยการระเหยของน้ำและอุณหภูมิจะต่ำกว่ากระเปาะแห้ง เรียกว่า อุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb temperature) เราสามารถใช้ความแตกต่างระหว่าอุณหภูมิทั้งสองนี้ในการหาความชื้นสัมพัทธ์บนกราฟไซโครเมตริกซ์ได้

ผลกระทบต่ออาหาร

1. ลักษณะเนื้อสัมผัส เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพมาก โดยทั่วไปการทำแห้งอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิและอัตราการทำแห้งที่ต่ำกว่า

2. กลิ่นรส ความร้อนนอกจากทำให้น้ำระเหยแล้วยังให้สารหอมระเหยบางชนิดระเหยไป

3. สี การทำแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูงและเวลานาน ทำให้สีเกิดการเปลี่ยนแปลงมาก

4. คุณค่าทางโภชนาการ สารอาหารส่วนใหญ่ที่ละลายได้ในไขมัน เช่น วิตามิน A D E K ยังคงอยู่ในส่วนของอาหารแห้ง (วิไล 2546)

5. การเกิดเปลือกแข็ง

6. การเสียความสามารถในการคืนสภาพ

7. การหดตัว

ความสามารถในการย่อย (Digestibility) และค่าทางชีวภาพของโปรตีนในอาหารส่วนใหญ่จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากมาย

ปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญในอาหารหลายๆชนิด ความฉ่ำของน้ำในอาหารทำให้สินค้าอาหารบางอย่างน่ารับประทาน แต่ถ้าต้องการยืดอายุของอาหารจำต้องลดปริมาณน้ำเพื่อควบคุมปฏิกิริยาที่จะเกิดจากสารจุลินทรีย์ การลดปริมาณน้ำในอาหารของอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารอาจทำได้หลายวิธี ความชื้นที่น้อยเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารแตกหักง่าย และยังช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นอีกด้วย ความชื้นที่มากเกินไปให้ผลตรงข้ามคือ จะทำให้รสชาติและรูปลักษณะไม่น่ารับประทาน ในผลไม้แห้ง มีค่า Aw เท่ากับ 0.60-0.85

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารที่ถูกทำให้แห้ง วราวุฒิ ครูส่ง (2538) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารที่ถูกทำให้แห้งไว้ดังนี้

1. ปริมาณน้ำ เป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์
2. พีเอช (pH) จุลินทรีย์ที่มักจะพบในผลไม้แห้งจึงได้แก่ เชื้อยีสต์และเชื้อรา
3. การตอบสนองของเชื้อจุลินทรีย์ต่อความชื้นในระดับต่างๆและยังมีปัจจัยอื่นๆที่มีผลอาหารแห้ง เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

อาหารที่มีน้ำมากจะเสื่อมเสียได้เร็วโดยการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและเคมี น้ำในอาหารจะทำตัวเป็นตัวทำละลายองค์ประกอบต่างๆของอาหาร สถานะของน้ำและลักษณะการกระจายตัวของน้ำในอาหารเป็นสิ่งสำคัญ เพราะว่าถ้ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหรือการกระจายน้ำจะมีผลต่อคุณสมบัติหรือการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์

อาหารความชื้นปานกลาง ให้ความหมาย อาหารความชื้นปานกลาง คืออาหารที่สามารถบริโภคได้โดยไม่ต้องนำไปคืนตัวและมีความคงตัวโดยไม่ต้องนำไปเก็บในอุณหภูมิต่ำหรือนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ได้แก่ เจลลี่ ผลไม้แห้ง น้ำเชื่อมและแยม เป็นต้น โดยอาหารจะประกอบด้วยความชื้น 20-30 % โดยน้ำหนักและมีค่า aw 0.95-1.0 การเสื่อมเสียของอาหารความชื้นปานกลางของอาหารประเภทนี้ คือออกซิเดชั่นของไขมัน การเกิดสีน้ำตาลไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ การเจริญของเชื้อแบคทีเรีย เช่น *Staphylococcus aureus* การเจริญของเชื้อราและยีสต์

การเน่าเสียของอาหาร อาหารแต่ละอย่างเน่าเสียได้ช้าเร็วต่างกัน โดยแบ่งอาหารตามความยากง่ายของการเน่าเสียได้ 3 ประเภทดังนี้

1. อาหารประเภทเน่าเสียยาก คืออาหารที่มีความคงตัวดี มีปริมาณน้ำน้อยมาก เช่น ธัญชาติ ถั่ว
2. อาหารประเภทเน่าเสียเร็วปานกลาง คืออาหารที่มีปริมาณน้ำค่อนข้างมาก เช่น ผลไม้ที่แก่
3. อาหารประเภทเน่าเสียเร็ว คืออาหารมีปริมาณน้ำมาก เช่น นมสด เนื้อสัตว์และอาหารทะเล

การเน่าเสียของอาหารเกิดจากสาเหตุทางเคมี เอนไซม์ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพของอาหาร ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมและจุลินทรีย์ เป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียหรือเกิดโรคอาหารเป็นพิษระบาด

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดมาตรฐานให้มีเชื้อจุลินทรีย์ในผลไม้อบแห้ง ไว้ดังนี้ เชื้อราก้บยีสต์ ต้องปนเปื้อนได้ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และให้มีเชื้อจุลินทรีย์ทุกประเภทรวมกันปนเปื้อนได้ไม่เกิน 10000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ให้มีเชื้อ *E. coli* ได้ไม่เกิน 3 MPN ต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อ *Samonella* sp. ต้องตรวจไม่พบเลยในตัวอย่าง 25 กรัม *Staphylococcus aureus* ต้องไม่มีเลยในตัวอย่าง 0.1 กรัม และเชื้อ *Costridium perfingen* ต้องไม่มีเลยในตัวอย่าง 0.1 กรัม

จากการสำรวจจุลิทรีย์ในส้มแผ่น บรรจุถุงพลาสติกจากตลาดบางขุนศรีพบจุลินทรีย์ทั้งหมด 30 โคโลนีต่อกรัม และยีสต์รา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ส้มแผ่นบรรจุกล่องปิดสนิทพบจุลินทรีย์ทั้งหมด 325 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์รา 180 โคโลนีต่อกรัม แบคทีเรีย ชนิดที่เป็นพิษในอาหาร จะย่อยสลายสารอาหารและเพิ่มจำนวนไปเรื่อยๆ จนกระทั่งเพียงพอที่จะก่อโรคอาหารเป็นพิษหรือโรคระบบทาง เดินอาหาร แบคทีเรียที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ได้แก่ *Salmonella Streptococcus* และ *Psudomonas*

ยีสต์ เจริญได้ดีในอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลและเกลือมาก เช่น แยม ผักดอง และผลไม้แห้ง ชอบอาหารที่มีรสเปรี้ยวทนกรดได้ดี อาหารที่เกิดการเสื่อมเสียจากยีสต์มักมีกลิ่นหมัก มีเมือก และฝ้าเกิดขึ้นบริเวณผิวหน้า ยีสต์มีคุณสมบัติพิเศษคือ สามารถใช้เอนไซม์ย่อยกรดอินทรีย์ที่ใช้ในการถนอมอาหาร เช่น กรดซิตริค กรดจะมีความเข้มข้นลดลงทำให้อาหารนั้นมีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียได้

รา นอกจากเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผักผลไม้และอาหารแห้งเน่าเสีย มีสีและกลิ่นผิดปกติแล้ว ยังมีเชื้อราบางชนิดคือ Aspergrillus flavus จะสร้างสารอัลฟาทอกซินขึ้น ในถั่วลิสงหรือข้าวโพดที่มีความชื้นมากหรือมีรอยแตก ในอาหารที่มีความชื้นเล็กน้อยหรือในสภาพที่ค่อนข้างเป็นกรด เชื้อราก็สามารถเจริญและทำให้อาหารเน่าเสียได้

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2540) ให้เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารที่ไม่ใช่อาหารควบคุม มีรายละเอียดดังนี้

จุลินทรีย์รวม/กรัม	น้อยกว่า 1×10^{6} CFU/g
จำนวนเชื้อรา	น้อยกว่า 500 CFU/g
จำนวนเชื้อยีสต์	น้อยกว่า 1×10^{4} CFU/g
MPN Coli form /กรัม	น้อยกว่า 500 CFU/g
MPN *E.Coli* / กรัม	น้อยกว่า 3 CFU/g

S. aureus	น้อยกว่า 100	CFU/g
B.cereus	น้อยกว่า 100	CFU/g
Salmonella sp.	ไม่พบ	

ประเภทของบรรจุภัณฑ์ทั่วไป

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

1. **บรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Packaging)** เป็นบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ชั้นในสุด สัมผัสกับอาหารโดยตรง ตัวอย่างเช่น ซองบรรจุน้ำตาล

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

3. **บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามหรือตติยภูมิ (Tertiary Packaging)** เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่หลักในการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นสามนี้ จึงต้องคำนึงถึงความสามารถในการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง ส่วนข้อมูลรายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ขนส่งจะช่วยในการจัดส่งเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง(ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ 2551)

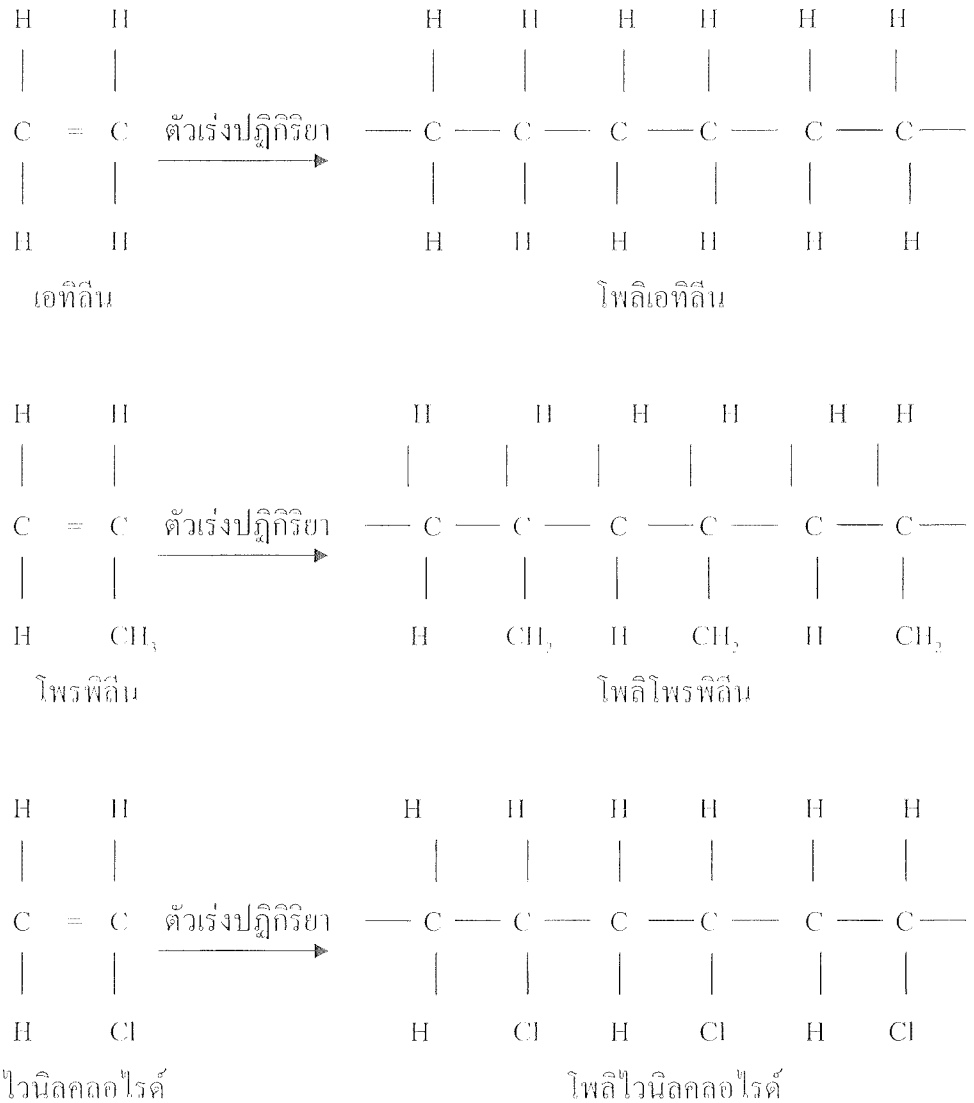
ชนิดภาชนะบรรจุอาหารแห้ง (กรมส่งเสริมการเกษตร 2547)

3.1. ถุงพลาสติก ถุงพลาสติกทำจากสารหลายชนิด เช่น โพลิเอทิลีน (polyethylene) หรือ โพลิโพรพิลีน (polypropylene) หรือทำมาจากการประกบพลาสติกต่างชนิดเข้าด้วยกัน หรือประกบกับวัสดุอื่น เช่น กระดาษ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม เป็นต้น เช่น ถุงใส่เครื่องดื่มผง หรือน้ำผลไม้ผง ก๋วยเตี๋ยวแห้ง มักโรนีแห้ง บางผลิตภัณฑ์อาจใช้การบรรจุระบบสูญญากาศด้วย เช่น กุ้งแห้ง ไส้กรอก กุนเชียง ฯลฯ

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 2530)

พลาสติกเป็นวัสดุในกลุ่มของโพลิเมอร์ (polymer) ที่มีส่วนประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์หนึ่งชนิดหรือมากกว่า และมีน้ำหนักโมเลกุลกุลสูง เมื่ออยู่ในสภาพเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจะมีสถานะเป็นของแข็ง แต่ในขณะที่ผลิตหรือขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์จะมีสถานะเป็นของเหลว โดยการหลอมเหลวพลาสติกนั้น

คำว่าพอลิเมอร์ มาจากรากศัพท์ภาษากรีก 2 คำ คือ poly (แปลว่า หลายๆ) และ mers (แปลว่า ส่วน) ดังนั้นพอลิเมอร์จึงหมายถึงวัสดุที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เกิดจากปฏิกิริยา พอลิเมอไรเซชั่นซึ่งเป็นการรวมหน่วยเล็กๆ ที่เรียกว่าโมโนเมอร์เข้าด้วยกัน โดยเชื่อมติดกันเป็นโซ่ยาว ปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้จำเป็นต้องอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยาด้วย เช่น โพลีเอทิลีน ได้มาจากการรวมตัวกันของเอทิลีน โพลีโพรพีลีน ได้มาจากการรวมตัวกันของโพรพิลีน และโพลีไวนิลคลอไรด์ ได้มาจากการรวมตัวของไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น (มยุรี ภาคลำเจียก 2533)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของพลาสติกชนิดต่างๆ

ชนิดของพลาสติก (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 2530)

พลาสติกอาจจำแนกทางการค้าได้ 3 ชนิด คือ

1. พลาสติกธรรมดาทั่วไป (commodity plastics) มีราคาไม่สูงนัก ขึ้นรูปง่าย มีคุณสมบัติทางกลและทางเคมีในระดับปานกลาง 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 ภู่วโรดม2538) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) เป็นพลาสติกที่อ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน และแข็งตัวเมื่อเย็นลง พลาสติกประเภทนี้สามารถนำมาหลอมและขึ้นรูปใหม่ได้ ตัวอย่างของพลาสติกประเภทนี้ได้แก่ 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 ภาคลำเจียก2533)

พลาสติกที่ใช้ในการหีบห่อส่วนใหญ่จะเป็นชนิดธรรมดาทั่วไป และอยู่ในประเภทเทอร์โมพลาสติก พลาสติกซึ่งมีการใช้กันมาก ได้แก่

โพลีเอทิลีน (polyethylene PE)

- ชนิดของความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene,LDPE)
- ชนิดของความหนาแน่นปานกลาง (medium density polyethylene,MDPE)
- ชนิดของความหนาแน่นสูง (high density polyethylene,HDPE)
- ชนิดของความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นตรง (liner low density polyethylene,LLDPE)

2. โพลิโพรพิลีน (polypropylene, PP)
3. โพลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride, PVC)
   - ชนิดไม่เติมสารพลาสติไซเซอร์ (unplasticize,r PVCU-PVC)
   - ชนิดเติมสารพลาสติไซเซอร์ (plasticizer, PVCP-PVC)
4. โพลิสไตรีน (polystyrenePS)
   - ชนิดใช้งานทั่วไป (general purpose polystyrene ,GPPS)
   - ชนิดทนการกระแทกได้สูง (high impact purpose polystyrene, HIPS)
5. โพลิเอไมด์ (polyamide PA)
6. โพลิไวนิลิดีนคลอไรด์ (polyvinylidene chloride PVDC)
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 พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าอาหารเช้าทุกแบบ รวมทั้งที่ผสมธัญพืชรวมและผลไม้อบแห้งรวมที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุ คือถุงพลาสติก KOP และถุงอลูมิเนียม ที่มีวัตถุดูดซับออกซิเจนอยู่ภายในตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 60 วัน ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการศึกษาการทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุถุงพลาสติก KOP และถุงอลูมิเนียมที่มีการใช้วัตถุดูดซับออกซิเจน สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดถึง 193 และ 266 ตามลำดับ

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

3.3. ขวดแก้ว เช่น ขวดใส่น้ำมะตูมผง ขิงผง เป็นต้น

3.4. กล่องกระดาษแข็ง ทำด้วยกระดาษแข็ง หรืออาจใช้กระดาษแข็งเคลือบไข หรือเคลือบด้วยแผ่นเปลว อลูมิเนียมก็ได้ เพื่อให้สามารถป้องกันความชื้นได้ดี เช่น กล่องใส่ลูกเกดแห้ง ภายในกล่องกระดาษอาจมีถุงพลาสติกบรรจุอาหารแห้งอีกชั้นหนึ่ง

คุณสมบัติของภาชนะที่บรรจุอาหารแห้ง (กรมส่งเสริมการเกษตร 2547)

- **ความสามารถป้องกันความชื้น** ภาชนะบรรจุที่ดีจะต้องสามารถป้องกันไอน้ำจากสภาวะอากาศรอบๆ ไม่ให้ผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุ เพราะจะทำให้อาหารชื้นเกาะกันเป็นก้อน ซึ่งจะทำให้เกิดรา และทำให้ปฏิกิริยาเคมีภายในอาหารเกิดเร็วขึ้น เช่น การเหม็นหืน การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เป็นต้น

- **ความสามารถป้องกันอากาศ** ภาชนะบรรจุที่ดีจะต้องสามารถป้องกันก๊าซออกซิเจน จากสภาวะอากาศรอบๆ ผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุ ภายในอาหารแห้งปฏิกิริยาเคมียังดำเนินไปช้าๆ ทำให้สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของอาหารเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น ถ้าในภาชนะบรรจุมีก๊าซออกซิเจนอยู่ปฏิกิริยาเคมีในอาหารแห้งจะเกิดได้เร็วขึ้นและอายุการเก็บรักษาของอาหารนั้นจะสั้นลง นอกจากนั้นอาหารบางชนิดมีส่วนประกอบของไขมันอยู่จะทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนเกิดการเหม็นหืนได้

- **ความทนทานต่อการกดหรือเสียดสี** ภาชนะบรรจุที่ดีจะต้องทนทานต่อการกดหรือเสียดสีได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากเนื้ออาหารแห้งมักแข็ง เปราะ แตกง่าย และมีส่วนแหลมคมสามารถทิ่มแทงภาชนะบรรจุได้

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

สาเหตุการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั่วไป (งามทิพย์ ภู่วโรดม 2538)

1. ปฏิกิริยาเคมี ที่สำคัญ เช่น ออกซิเดชัน ไฮโดรไลซิส เป็นต้น ปฏิกิริยาเหล่านี้มีก๊าซออกซิเจนและน้ำเป็นต้นเหตุสำคัญ ภาชนะจึงต้องป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจนและไอน้ำ นอกจากนี้ปฏิกิริยาบางประเภทถูกกระตุ้นหรือเร่งด้วยความร้อนหรือแสง ภาชนะบรรจุจึงต้องป้องกันการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายในกับภายนอกภาชนะและแสงได้ด้วย

2. ปฏิกิริยาทางชีวะหรือชีวเคมี เช่น การกระทำของจุลินทรีย์ แมลง สัตว์ต่างๆ หรือการกระทำของเอนไซม์ (Enzyme) ภาชนะบรรจุจึงต้องป้องกันการผ่านเข้าออกของสิ่งมีชีวิตดังกล่าว ส่วนการกระทำของเอนไซม์นั้น อาจยับยั้งโดยการควบคุมอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุจึงต้องสามารถสนองต่อการใช้ความร้อนหรือความเย็นได้ดี

3. ความเสียหายทางกายภาพ เช่น การแตกหัก บุบ เปียกน้ำ เป็นต้น ภาชนะบรรจุต้องสามารถป้องกันผลิตภัณฑ์จากแรงกระทำภายนอก ที่พบมากและเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียหายของผลิตภัณฑ์ เช่น การตก การกระแทก การสั่นสะเทือน เป็นต้น ภาชนะบรรจุต้องสามารถดูดซับแรงกระทำเหล่านี้ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารที่ถูกทำให้แห้ง

วรวุฒิ ครูส่ง (2538) ได้ทำการแบ่งไว้เป็น 3 ปัจจัยดังนี้

1.ปริมาณน้ำ หรือปริมาณความชื้นในอาหารเป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามอาหารที่ทำให้แห้งส่วนใหญ่จะยังมีปริมาณน้ำมากกว่าอาหารแห้งชนิดอื่นๆได้โดยไม่เกิดการเสื่อมเสียอันเนื่องจากจุลินทรีย์ ทั้งนี้เป็นเพราะในผลไม้มีส่วนประกอบประ เภทคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำตาลในปริมาณสูง ซึ่งน้ำตาลดังกล่าวจะดึงหรือยึดเอาน้ำที่มีอยู่ในผลไม้ไปจนทำให้เกิดสภาพที่มีความดันออสโมติกสูง ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณน้ำอิสระหลงเหลืออยู่ในปริมาณต่ำซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์นั่นเอง

2. พีเอช (pH) ในกรณีของผลไม้และผักพบว่า พีเอชที่พบในผลไม้อยู่ในช่วงความเป็นกรดมากกว่าที่พบในผัก ดังนั้น จุลินทรีย์ที่มักจะพบในผลไม้แห้ง จึงได้แก่ เชื้อยีสต์และเชื้อรา

3.การตอบสนองของเชื้อจุลินทรีย์ต่อความชื้นในระดับต่างๆ ความชื้นที่เพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ต่างๆทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา มีความจำเพาะต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ดังนั้นจุลินทรีย์เหล่านั้น จึงมีการตอบสนองที่แตกต่างกันในอาหารแห้งที่มีความชื้นแตกต่างกัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจและตรวจสอบคุณภาพของส้มแผ่น บางสะพาน ใน อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เนื่องจากการแปรรูปส้มแผ่นของจังหวัดพิษณุโลกมากกว่า 95 % ดำเนินการที่ในเขตบ้านบางสะพานอำเภอวังทอง จากผู้ผลิตทั้งหมด 33 ราย (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 แสดงรายชื่อผู้ผลิตส้มแผ่นของบ้านบางสะพาน

รายชื่อ	ที่อยู่
1. นางหลิน โพธิ์หอม	369 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
2. นางพรศรี พรหมมา	364 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
3. นางน้ำเต้า พึ่งเพ็ง	243/2 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
4. นางสุพรรณ เกตุทอง	88 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
5. นางปิ่นทอง องค์ประเทศ	376 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
6. นางสมาภร เสนาธรรม	90/1 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
7. นางสมศรี ชัยพันธุ์	411 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
8. นางสมัย ต่ายชาวนา	52/2 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
9. นางปราณี มีศีล	155/3 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
10.นางบังเอิญ ทับเชียงทอง	352 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
11.นายสมชายจันทร์ บุญนาค	96/1 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
12.นางวิเชียร บัวคำ	90/1 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
13.นางประเสริฐ บัวคำ	211 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
14.นางนิภา คงชาวนา	354 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
15.นางอำพร อยู่คง	84 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
16.นางบังอร ขวัญอ่อน	89/2 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
17.นางนันทวัน ศรีป่าหมาก	89/3 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
18.นางภัทรา แก่นมณี	89 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รายชื่อ	ที่อยู่
19.นางวันเพ็ญ โพธิ์ทอง	110 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
20.นางบุญชู พรมสวรรค์	89/1 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
21.นางน้ำอ้อย บัวคำ	650 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
22.นางหน่อย ทับเชียงทอง	364/1 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
23.นางยี คงสัมมา	77 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
24.นางมาลี พุฒซ้อน	112 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
25.นางบัวขาว ทองสุก	90 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
26.นางต๋อย ศรีม่วง	73/1 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
27.นางสมนึก ครุธดิลกานันท์	44/2 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
28.นางอำพร คงชาวนา	354 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
29.นางศีล ทับเชียงทอง	88/2 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
30.นางคราม ทับเชียงทอง	87 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
31.นางแป้งหอม กลิ่นประทุม	360 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
32.นางเฉลียง วัดประตูมอญ	351 ม. 4 ต.วังทอง อ. วังทอง จ.พิษณุโลก
33.นางสาวนีย์ สังข์งาม	361/7 ม. 9 ต. บึงพระ อ. เมือง จ.พิษณุโลก

อุปกรณ์และสารเคมี

1.วัสดุอุปกรณ์

1.1 เครื่องชั่งชนิดจาน

1.2 ปิเปตปลอดเชื้อ (Pipette)

1.3 เครื่องตีผสมอาหาร (Stomacher)

1.4 ถุงพลาสติกปลอดเชื้อ

1.5 ตู้บ่มเชื้อ

1.6 หลอดแก้วขนาด 13 X 100 และ 16 X 150 mm.

1.7 จานเพาะเชื้อ (Petri disc)

1.8 ปากคีบ (Forceps)

1.9 บีกเกอร์ (Beaker)

1.10 กล้องจุลทรรศน์

1.18 เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะ(เปียก –แห้ง)

1.19 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

1.20 เครื่องวัดค่าสี (Hunter Lab)

1.21 ไม้บรรทัด

1.22 เครื่องวัดความหวาน (HandRefractometer)

1.23 ไฟแช็ค

1.24 แท่งแก้วคนสาร

1.25 กรวยกรอง (Funnel)

1.26 ถุงเก็บตัวอย่าง (Stomacher bag)

1.27 กล่องโฟมเก็บตัวอย่าง

1.11 หลอดดักแก๊ส (Durham's tube)
1.12 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
1.13 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
1.14 เครื่องนับจุลินทรีย์
1.15 เครื่อง Auto clave
1.16 Thermometer
1.17 เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร (Instron)
1.28 นาฬิกาจับเวลา
1.29 ถุงมือ
1.30 น้ำแข็ง
1.31 สำลีพันไม้
1.32 ตู้เย็นอุณหภูมิต่ำ (4-6 °C)
1.33 แท่งแก้ว

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1 Luaryl Sulphate Tryptose broth(LSTB)
2.2 Brilliant Green Agar(BGA)
2.3 Selenite- cystine broth
2.4 Tetrathionate broth
2.5 Lactose broth
2.6 PCA
2.7 Brilliant Sulphate agar(BSA)
2.8 Baird -Parker Agar
2.9 Rose Bengal Agar(Martin's Medium

3. สารเคมี

3.1 สารละลายไอโอดีน
3.2 Peptone Water 0.1%
3.3 แอลกอฮอล์ 70% 90%

วิธีการดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 การรวบรวมปัญหาของการผลิตส้มแผ่นและศึกษาสูตรการผลิตส้มแผ่นบ้านบางสะพานโดยการสัมภาษณ์ จดบันทึก บันทึกภาพและ แบบสอบถามกลุ่มผู้ผลิตส้มแผ่นแบบดั้งเดิมและทำการเก็บตัวอย่าง หมู่บ้านบางสะพาน หมู่ที่ 4 อ.วังทอง จ.พิษณุโลก โดยการสำรวจคุณภาพปริมาณวัตถุดิบและกระบวนการผลิต ดังนี้

- พันธุ์มะม่วง
- น้ำหนักมะม่วงวัตถุดิบ /Lot
- ตรวจวิธีการทำความสะอาดมะม่วง
- สำรวจแหล่งน้ำที่ใช้และบริเวณการผลิต
- การแต่งกายและวิธีปฏิบัติงานของเกษตรกรระหว่างการผลิต
- ระยะเวลาการปอกเปลือกมะม่วง
- น้ำหนักเนื้อ เปลือกและเมล็ดมะม่วง
- บันทึกอุปกรณ์และภาชนะในการผลิต

- ส่วนประกอบและปริมาณของวัตถุดิบ
- ระยะเวลาการปั่นมะม่วง
- ระยะเวลาการกวนมะม่วง
- เชื้อเพลิง เตาและหม้อสำหรับกวน
- การขึ้นรูปส้มแผ่น
- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตากและบริเวณตากส้มแผ่น
- ระยะเวลาการตาก
- สูตรการทำส้มแผ่น

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์คุณภาพของส้มแผ่น

เก็บตัวอย่างของมะม่วงระหว่างกระบวนการผลิตจำนวน 5 ตัวอย่างๆ ละ 500 กรัมเพื่อนำมาวัดคุณภาพ ด้านเคมี กายภาพและจุลชีววิทยา ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 (มะม่วงสุกพันธุ์พิมเสนมันและพันธุ์แก้วสับละเอียด)

ตัวอย่างที่ 2 (มะม่วงกวนแล้ว)

ตัวอย่างที่ 3 (ส้มแผ่นตากวันที่ 1)

ตัวอย่างที่ 4 (ส้มแผ่นตากวันที่ 2)

ตัวอย่างที่ 5 (ส้มแผ่นตากวันที่ 3)

2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.1 .1 วัดความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัด pH แบบอัตโนมัติ

2.2 .2 วัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ ยี่ห้อ SATOROUS รุ่น MA 40

2.3 .3 วัดความหวานด้วยเครื่องมือ Hand refract meter

2.4.4 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลReducing sugar ด้วยวิธี copper reduction (A.O.A.C. 1990)

2.5 .5 การไทเทรตหาความเป็นกรดโดยแสดงในรูปกรดซิตริค

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

2.2.1 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตัวอย่างด้วยไม้บรรทัด

2.2.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งชนิดจาน

2.2.3 วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Hunter Lab รุ่น DP 9000

2.2.4 วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหารยี่ห้อ Instron รุ่น 4411

2.2.5 วัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะเปียก กระเปาะแห้ง

2.2.6 วัดความชื้นสัมพัทธ์ ด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะเปียก กระเปาะแห้ง

1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

1.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ด้วยวิธี Total plate counts ในอาหาร PCA

1.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อราและยีสต์ทั้งหมด ในอาหาร Rose Bengal Agar

1.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณ *Coli form* และ *Escherichia coli* ด้วยเทคนิค MPN

1.3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณ *Staphylococcus aureus* ในอาหาร Baird Parker Agar

1.3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณ *Salmonella sp.* ด้วยวิธี Enrichment and Pre-enrichment

1. 4 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ (Proximate analysis)

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

1.4.2 การหาปริมาณโปรตีนและไขมัน (A.O.A.C1990)

1.4.3 การหาปริมาณของ Ash (A.O.A.C1990)

1.4.4 การหาปริมาณน้ำ (Gravimetric method)

ตอนที่ 3

3.1 ศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ และตัวดูดซับออกซิเจน ที่มีผลต่ออายุการเก็บส้มแผ่นที่อุณอุณหภูมิต่างๆ

ชนิดของถุงพลาสติกที่นำมาทดลองมีดังนี้

1 ถุงพลาสติกชนิดธรรมดา (LDPE)

2. เป็นถุงพลาสติกแบบพิเศษ(ชนิดขุ่น) (KOP)

3. เป็นถุงพลาสติกแบบพิเศษ(ชนิดขุ่น) (KOP)ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

4 เป็นถุงพลาสติกแบบพิเศษ(ชนิดใส)(PET)

5 เป็นถุงพลาสติกแบบพิเศษ(ชนิดใส)(PET)ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

โดยนำแต่ละ Treatment เก็บไว้ที่อุณหภูมิที่ 25 °C 30 °C และ 35 °C และทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และทดสอบทางประสาทสัมผัสในวันที่ 0 15 30 60 90 และ 120 วัน ดังนี้

3.1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

(1)สี (Color analysis)

นำตัวอย่าง 50 กรัม ใส่ในภาชนะของเครื่อง Hunter Lab และทำการวัดค่าสีเป็น L*a*b* ทำการตรวจสอบสี ด้วยเครื่อง Hunter Lab รุ่น DP 9000

(2) ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analysis)

นำชิ้นตัวอย่างน้ำหนักประมาณ 30 กรัม ขนาดกว้างประมาณ 4 เซนติเมตร และหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ ด้วยใบมีดแบบปากตัดเพื่อหาค่าความแข็งของตัวอย่าง ทำการวัดโดยใช้เครื่อง Instron Texture analyser รุ่น 4411

(3)ความชื้น

นำตัวอย่างน้ำหนัก ประมาณ 1 กรัมทำการวัด ด้วยเครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ ยี่ห้อ SATOROUS รุ่น MA 40

3.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา

(1) ตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

1. ชั่งตัวอย่างส้มแผ่นถุงละ 25 กรัมลงในถุงพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อถุงละ 1 ตัวอย่างจนครบ 15 ตัวอย่าง

2. เทสารละลายเปปโตนลงในตัวอย่างถุงละ 225 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปตีป่นเป็นเวลา2 นาที ด้วยเครื่อง stomacher จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-1}

3. ใช้ปิเปตปลอดเชื้อถ่ายตัวอย่างจากถุงที่มีการตีป่น ปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในหลอดที่บรรจุเปปโตนปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นผสม ได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-2}

4. เตรียมตัวอย่างความเจือจาง 10^{-3} จากตัวอย่างความเจือจาง 10^{-2} โดยวิธีเดียวกันกับในข้อ 3 โดยใช้ปิเปตอันใหม่

5. ทำ pour plate technique โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรดูดตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจางสูงสุดใส่ลงในจานเพาะเชื้อ 2 จานๆละ 1 มิลลิลิตร จากนั้นเปลี่ยนปิเปตแล้วดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่ำกว่าอีก 2 ระดับความเจือจางตามลำดับ

- จากนั้นเทอาหารวุ้น PCA อุณหภูมิ 44-46 C ลงในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อจานละ 12-15 มิลลิลิตร หมุนจานเพาะเชื้อไปมา (ซ้าย-ขวา) เท่าๆกัน 2-3 รอบ รอให้วุ้นแข็งตัวประมาณ 15 นาที นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 32 $^{\circ}$C โดยการกลับจานเพาะเชื้อนาน 24-48 ชั่วโมง ครบเวลานับจำนวนจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อโดยเลือกนับเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 25-250 โคโลนีต่อจานเพาะเชื้อ โดยใช้เครื่องนับโคโลนี ตามกฎการตรวจนับจุ

ลินทรีย์ จากนั้นคำนวณจุลินทรีย์ต่อตัวอย่างอาหารหนึ่งกรัม รายงานผลเป็นค่า cfu (Colony formina Unit)/g

(2) การวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อราและยีสต์ทั้งหมด

1. เทอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ Rose bengal หลอมเหลวที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง ทั้ง 15 จานๆละประมาณ 15 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 1 คืน

2. นำตัวอย่างที่เจือจางจาก ข้อ 3.2.1 ดูดตัวอย่างตัวอย่างละ 0.1 มิลลิลิตร ทำการ spead plate ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Rose Bengal

3. บ่มจานเพาะเชื้อทั้งหมดในตู้บ่ม อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน

4. ครบเวลานับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ รายงานผลเป็นจำนวน Log cfu/g

(3) การวิเคราะห์หาปริมาณ *Staphylococcus aureus.*

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 ลงในถุงพลาสติก stomacher ที่ฆ่าเชื้อแล้ว

2. เติม 0.1%peptone diluent 225 ml จากนั้นตีป่นด้วย stomacher นาน 60 วินาที

3. เจือจางอาหารจาก 10^{-1} ถึง10^{-4} โดยถ่ายสารละลายอาหาร 10 ml ใส่ใน peptone diluent จำนวน 90 ml

4. ระดับความเจือจาง 10^{-1} ให้ปิเปตตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจางนี้ปริมาตร 0.30.3และ 0.4 ml. ใส่ในจานเพาะเชื้อ 3 จาน บนอาหาร Baird Parker Agar

5. เขี่ยตัวอย่างอาหารบน Baird Parker Agar ด้วย hockey stick

6. รอให้ผิวหน้าอาหารแห้ง(อย่างน้อย10นาที)จากนั้นบ่มเชื้อ โดยกลับจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ครบเวลาตรวจนับ *s.aureus*

7. เช่นเดียวกับข้างบนแต่เปลี่ยนอาหารเป็น *Staph* 110 และ Mannitol salt (Phenol Red) Agar ครบเวลาตรวจนับจำนวนโคโลนีของ *s.aureus* (สำหรับ Baird Parker Agar ให้เลือกนับจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี 20-200โคโลนี จาก plate ที่มี Typical colony ของ *S.aureus* และ Typical colony ของ *S.aureus* จะกลม เรียบ นูน เปียกชื้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 เซนติเมตร สีดำคล้ายสีเครื่องบิน jet ขอบโคโลนีมักมีสีสว่างสดใส ล้อมรอบด้วยบริเวณทึบแสงของการตกตะกอนและมีบริเวณใสล้อมรอบโคโลนี โคโลนีคล้ายเนย และเมื่อใช้ needle แตะโคโลนีจะมีลักษณะเป็นเมือกเหนียว)

8. ตรวจวิเคราะห์ Coliform bacteria ด้วยอาหาร VRB agar (Violet Red Bile Agar)

(4) การวิเคราะห์หาปริมาณ *Salmonella sp.*

1. Precenrichment step

ทำในอาหาร Lactose broth หรือ Universal Enrichment broth (Difco's) ใช้ตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในอาหาร Precenrichment 255 ml. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 c นาน 24

ชั่วโมงครบเวลาดูดตัวอย่างจากอาหาร Precenrichment 0.1 ml. ใส่ลงใน enrichment medion 10 ml. จากนั้นบ่มเชื้อ (37°C 24 ชั่วโมง)

2. แตะเชื้อจาก ขั้นตอน Precenrichment ลงบนอาหาร BSA และ BGA จากนั้นบ่มเชื้อ (37 °C 48 ชั่วโมง) ครบเวลาตรวจนับโคโลนี

การปลูกเชื้อบริสุทธิ์ของ *Salmonella sp* .ลงบนอาหาร TSIUrea agarและ LIA slant บ่มเชื้อไว้ทั้งจานเพาะเชื้อและในหลอดทดสอบที่ 37 °C เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง

*โดยทำการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาตั้งแต่วันที่ 0 30 60 90 และ 120 วัน

3.2 การศึกษาระยะเวลาในการเก็บที่มีผลต่อคุณภาพของบรรจุภัณฑ์

3.2.1 การศึกษาระยะเวลาในการเก็บที่มีผลต่อคุณภาพของถุงบรรจุภัณฑ์

หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ LDPE (control)

หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET

หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP

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 การศึกษาการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของส้มแผ่น

ทำการตรวจสอบเช่นเดียวกับในตอนที่ 2 ข้อ 2.4

3.3 การศึกษาการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของส้มแผ่น

นำส้มแผ่นมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี ความหวาน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธีการให้คะแนนแบบ 9 – Point hedonic scale มีเกณฑ์การให้คะแนนตามความชอบของผู้ทดสอบชิมโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

9 ชอบมากที่สุด	4 ไม่ชอบเล็กน้อย
8 ชอบมาก	3 ไม่ชอบปานกลาง
7 ชอบปานกลาง	2 ไม่ชอบมาก

6 ชอบเล็กน้อย 1 ไม่ชอบมากที่สุด

5 เฉย ๆ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package For The Social Science (SPSS) และทดสอบความแตกต่างโดยใช้ Duncan's Multiple Range Tests (DMRT) ($P<0.05$) โดยทำการตรวจสอบในวันที่ 0 15 30 60 90 และ 120 วันใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน ทำการทดสอบในช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-14.00น.

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การรวบรวมปัญหาของการผลิตส้มแผ่นและศึกษาสูตรการผลิตส้มแผ่นบ้านบางสะพาน

จากการรวบรวมข้อมูลและปัญหาเบื้องต้นพบของผู้ผลิตส้มแผ่นบ้านบางสะพาน ปัญหาที่พบจะมีความคล้ายคลึงกันและกระบวนการผลิตก็จะทำตามความเคยชินของแต่ละรายทำให้ผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นที่ได้มีรสชาติและคุณภาพแตกต่างกันออกไป เพราะผู้ผลิตยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสุขลักษณะที่ถูกต้องของผู้ผลิตสินค้าเพื่อจำหน่าย ดังนั้นจึงได้มีการรวบรวมปัญหาและเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหา โดยเข้าไปสัมภาษณ์ สอบถามและสังเกตุจากสถานประกอบการของผู้ผลิตแต่ละราย (ตารางที่ 2.1) เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางในการผลิตส้มแผ่นให้ได้มาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจะมีผลต่อราคาและปริมาณจำหน่ายของส้มแผ่นโดยตรง

ตารางที่ 4.1 ผลการสำรวจและเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตส้มแผ่น

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
วัตุถดิบ(มะม่วง) - มะม่วงสุกทุกพันธุ์ - ไม่มีอัตราส่วนที่แน่นอนของมะม่วงกวน - ใช้มะม่วงสุกงอมใกล้เน่าเสีย	- แนะนำให้ใช้มะม่วงพันธุ์พิมเสนและแก้ว ซึ่งได้จากสูตรการผลิตส้มแผ่นที่เหมาะสม - คัดมะม่วงที่กำลังสุกแบบห่ามๆ ที่มีสีเหลืองปนเขียว - ให้ใช้มะม่วงตามอัตราส่วนของสูตรที่กำหนดไว้
วิธีการทำความสะอาดะม่วง - ไม่ล้างมะม่วงก่อนปอกเปลือก - ใช้มือเปล่าปอกมะม่วง - แต่งกายไม่ถูกสุขลักษณะ - ภาชนะที่ใส่มะม่วงปอกแล้วไม่สะอาด - ล้างมะม่วงที่ปอกแล้วเพียงครั้งเดียว	- อธิบายให้ผู้ผลิตเข้าใจถึงการผลิตที่ถูกสุขลักษณะ - แนะนำให้ล้างมะม่วงทั้งก่อนและหลังปอกด้วยน้ำประปา - แนะนำให้สวมถุงมือและผ้ากันเปื้อนและหมวกคุมผมขณะปอกมะม่วง - เปลี่ยนภาชนะที่ใส่มะม่วงจากตะกร้าพลาสติกเป็นถังหรือลาละมังพลาสติกและให้ทำความสะอาดทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จแล้ว - ล้างมะม่วงที่ปอกแล้วด้วยน้ำประปาอย่างน้อย 2 ครั้ง-

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

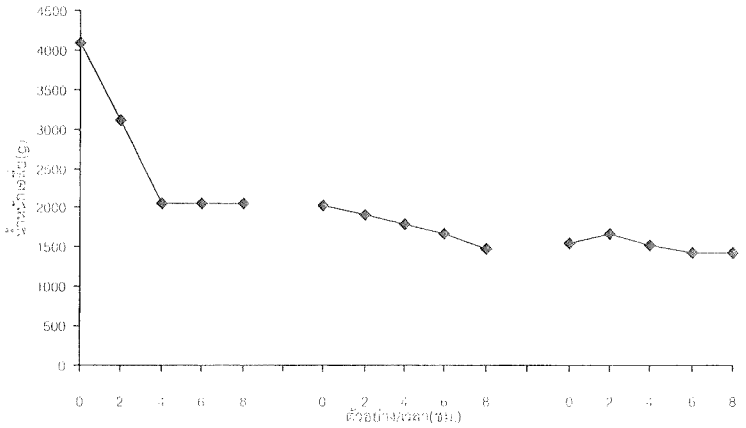
ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
สำรวจแหล่งน้ำที่ใช้และบริเวณการผลิต - ใช้น้ำคลองหรือในสระน้ำล้างมะม่วง - ใช้น้ำประปาในหมู่บ้านในการกวนมะม่วง - บริเวณผลิตจะอยู่ใต้ถุนบ้าน และมีสัตว์เลี้ยงเดินเผ่นพ่านและมีแมลงรบกวนขณะปฏิบัติงาน	- อธิบายถึงความสำคัญของการใช้น้ำสะอาดและแนะนำให้ผู้ผลิตเปลี่ยนมาใช้น้ำประปาในขั้นตอนการล้างและทำความสะอาดมะม่วงและอุปกรณ์ และใช้น้ำดื่มในการกวนมะม่วง - ให้แยกโรงเรือนผลิตออกจากบริเวณที่อยู่อาศัย และห้ามให้สัตว์เลี้ยงเข้ามาขณะปฏิบัติงานและให้รักษาความสะอาดของโรงเรือนเพราะมะม่วงสุกมักมีแมลงวันและผึ้งเข้ามารบกวน
ระยะเวลาปอกและสับมะม่วง - เวลาที่ใช้ไม่แน่นอน ระหว่างปอกมะม่วงผู้ผลิตไปทำงานอย่างอื่นด้วยทำให้สีผิวมะม่วงที่ปอกทิ้งไว้ดำคล้ำ - ไม่รักษาความสะอาดขณะทำงาน	- อธิบายให้ทราบถึงผลของสีที่คล้ำของมะม่วงจะมีผลต่อสีของส้มแผ่นและให้ทำงานให้เสร็จในคราวเดียว - แต่งกายให้มิดชิดและถูกสุขลักษณะ
อุปกรณ์และภาชนะในการผลิต - ไม่ล้างภาชนะที่นำมาใส่มะม่วงที่สับแล้ว - ใช้กาละมังอะลูมิเนียมทำเป็นหม้อกวน - เตาไฟไม่สามารถควบคุมทิศทางและความแรงของเปลวไฟได้ทำให้มีผลต่อสีของมะม่วงกวนและระยะเวลาการกวน - ตักมะม่วงที่กวนเสร็จแล้วออกจากหม้อกวนโดยตรงทำให้บางครั้งเกิดอันตรายจากการถูกไฟลวกกับผู้ผลิต	- ให้ทำความสะอาดภาชะก่อนนำมาใช้ทุกครั้ง - แนะนำให้ใช้หม้อสะแตนเลสแทนเพราะให้ความร้อนได้สม่ำเสมอและไม่มีอันตรายจากสารปรอท - ทำเตาเศรษฐกิจที่สามารถควบคุมทิศทางของเปลวไฟและความแรงของไฟ - ต่อก๊อกจากหม้อกวนเพื่อความสะดวกในการถ่ายเทมะม่วงหลังกวนและไม่เป็นอันตรายต่อผู้ผลิต
ระยะเวลาการปั่นและกวนมะม่วง - ไม่แน่นอนในแต่ละครั้งทำให้มะม่วงละเอียดไม่เท่ากัน - ไม่กำหนดเวลาในการกวนทำให้สีของมะม่วงไม่สม่ำเสมอ	- เวลาที่ใช้ปั่นมะม่วงไม่ควรเกิน 10 นาที - ใช้เวลากวนมะม่วง 60 นาที โดยควบคุมความร้อนของไฟไม่ให้เกิน1 ร้อยองศาเซลเซียสเพราะจะมีผลต่อสีของส้มแผ่น

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

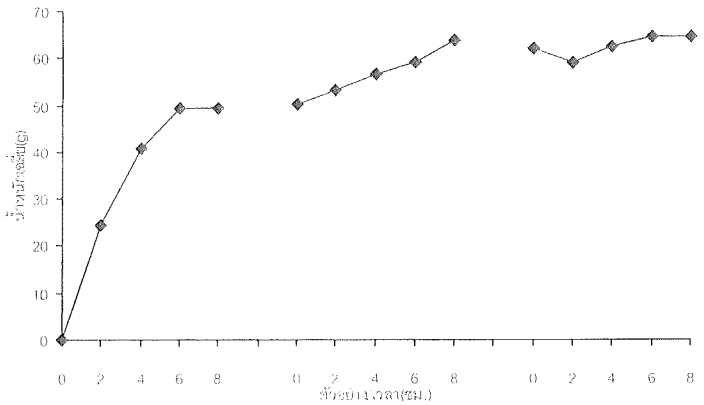
ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
การขึ้นรูปส้มแผ่น วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตากและบริเวณตากส้มแผ่น - ตากมะม่วงกวนโดยไล้ให้เป็นแผ่นโดยไม่ใช้พิมพ์ทำให้ส้มแผ่นที่ได้มีรูปร่างและขนาดไม่เท่ากันยากต่อการบรรจุและดูไม่สวยงาม - แผงตากทำด้วยไม้ไผ่และไม่มีวัสดุมารองรับ ทำให้ส้มแผ่นไม่สะอาด - ลานตากมีการยกพื้นรองรับแผงตากสูงจากพื้นดินเพียง 30 เซนติเมตร ซึ่งทำให้มะม่วงที่ตากไว้ได้รับฝุ่นละออง และการรบกวนจากสัตว์เลี้ยง	-ใช้พิมพ์ที่มีขนาดและรูปร่างแน่นอนในการตากมะม่วง ซึ่งจะทำให้แห้งพร้อมกัน สามารถเก็บส้มแผ่นจากแผงตากได้พร้อมกันง่ายต่อการบรรจุ - รองแผงตากด้วยพลาสติก และทาน้ำมันมะพร้าวเล็กน้อยก่อนทำการตากมะม่วง และทำความสะอาดเมื่อใช้เสร็จแล้วทุกครั้ง - ยกพื้นรองแผงตากให้สูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร เพื่อป้องกันสัตว์เลี้ยงและฝุ่นละอองรบกวน - สร้างโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นต้นแบบ เพราะสามารถรักษาความสะอาดของส้มแผ่นได้และช่วยลดระยะเวลาในการตาก
ระยะเวลาการตาก - ไม่แน่นอนเพราะขนาดของส้มแผ่นที่ไม่เท่ากันทำให้แห้งไม่พร้อมกันและเก็บส้มแผ่นที่ตากไว้โดยวัดจากความรู้สึกของผู้ผลิต	- เมื่อมีการขึ้นรูปส้มแผ่นที่เท่ากันทำให้สามารถเก็บส้มแผ่นในการผลิตแต่ละครั้งได้พร้อมกัน - ใช้การวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์สุดท้ายในผลิตภัณฑ์ทำให้ ส้มแผ่นมีคุณภาพสม่ำเสมอ
สูตรการทำส้มแผ่น - ผู้ผลิตแต่ละรายจะมีสูตรของแต่ละรายแตกต่างกันออกไปทำให้รสชาดของส้มแผ่นแตกต่างกัน	- ศึกษาและวิเคราะห์สูตรส้มแผ่นที่เหมาะสมโดยการให้ผู้ผลิตแต่ละรายผลิตตามสูตรของตนเองแต่นำมาแลกเปลี่ยนกันชิมและให้คะแนนส้มแผ่นที่ชอบมากที่สุดโดยได้สูตรที่เหมาะสมคือ มะม่วง* 85 ก.ก. น้ำตาล 25 ก.ก. เกลือ 0.5 ก.ก. น้ำสะอาด 3 ลิตร *มะม่วงเนื้อแข็ง(แก้ว) 1 ส่วน มะม่วงเนื้ออ่อน(พิมเสน) 2 ส่วน

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์คุณภาพของส้มแผ่น

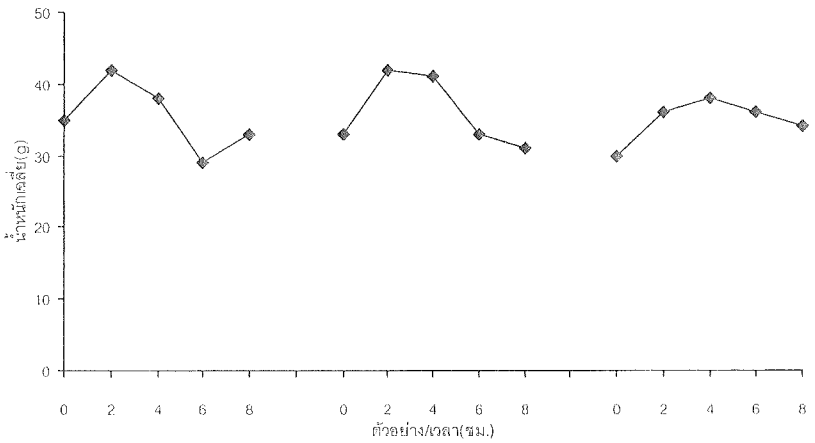
ผลการสำรวจกระบวนการผลิตส้มแผ่นจากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักของแผงตาก 4 แผง (มีมะม่วงแผงละ 84 แผ่น) มีน้ำหนักเฉลี่ยรวมทั้งหมด 4100 กรัม ทำการตากบนลานตากเป็นเวลา 3 วัน น้ำหนักที่เหลือในวันที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยทั้งหมด 2066.66 กรัม วันที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ยทั้งหมด 1483.33 กรัม วันที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ยทั้งหมด 1433.33 กรัม แสดงให้เห็นอัตราการแห้งของส้มแผ่นซึ่งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรสำคัญที่ช่วยทำให้อัตราการทำแห้งลดลง



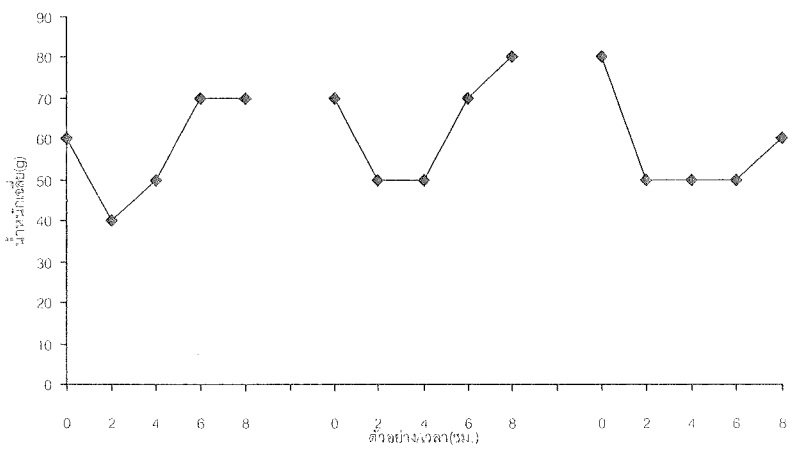
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงอัตราการแห้งเฉลี่ยบนแผงตากในการตาก 3 วัน ของส้มแผ่น



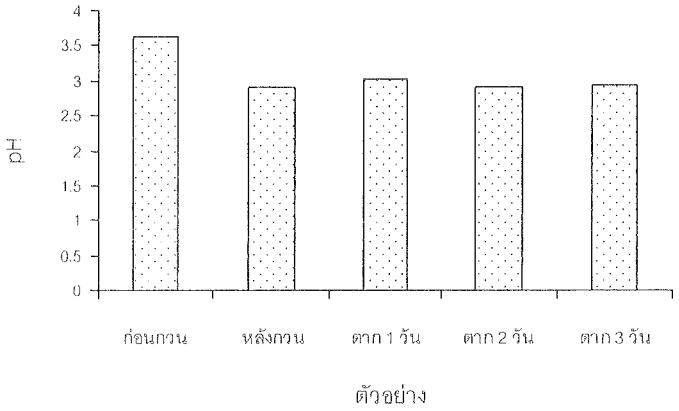
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงน้ำหนักสะสมเฉลี่ยที่หายไปบนแผงตากในการตาก 3 วันของส้มแผ่น



ภาพที่ 4.3 อุณหภูมิบนแผงตากในการตาก 3 วัน ของส้มแผ่น

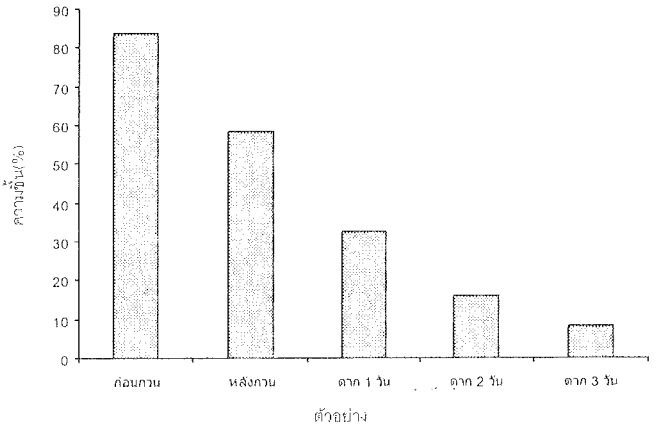


ภาพที่ 4.4 แสดงความชื้นสัมพัทธ์บนแผงตากในการตาก 3 วัน ของส้มแผ่น



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่า pH ของมะม่วงขั้นตอนต่างๆของส้มแผ่น

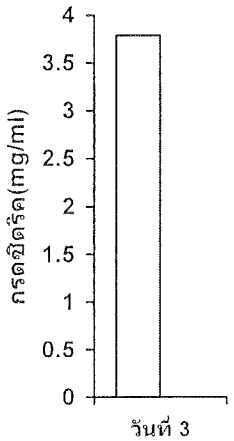
มะม่วงก่อนกวนมีค่า pH 3.63 มะม่วงหลังกวนมีค่า pH 2.92 มะม่วงตากวันที่ 1 มีค่า pH 3.02 มะม่วงตากวันที่ 2 มีค่า pH 2.90 มะม่วงตากวันที่ 3 มีค่า pH 2.93 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นมีค่า pH ที่เป็นกรด ซึ่งจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้และเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงความชื้นของมะม่วงขั้นตอนต่างๆ ของส้มแผ่น

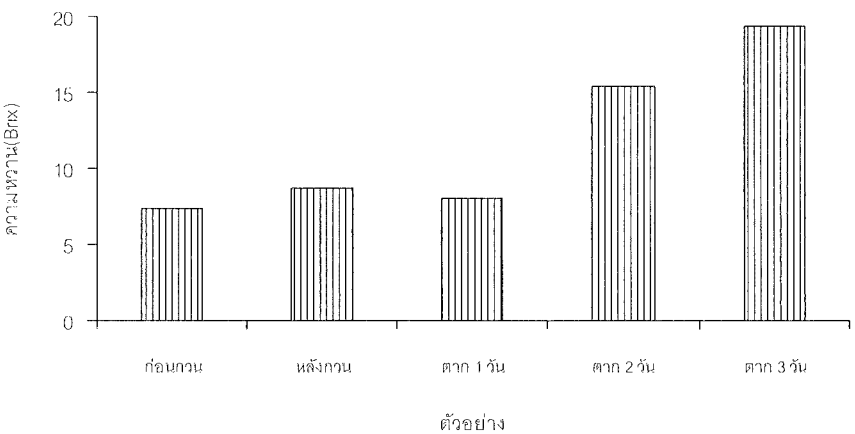
ความชื้นในอาหารเป็นตัวชี้วัดถึงปริมาณของน้ำในอาหารยิ่งน้ำในอาหารมีน้ำปริมาณมากก็จะทำให้อาหารเน่าเสียเร็วขึ้น ซึ่งการเน่าเสียของอาหารเกิดจากสาเหตุทางเคมี เอ็นไซม์จะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของอาหารภายใต้สภาวะที่เหมาะสมและจุลินทรีย์เป็นสาเหตุสำคัญ

ที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพและเกิดโรคอาหารเป็นพิษน้ำในอาหารจะทำตัวเป็นตัวทำละลายองค์ประกอบต่างๆ ของอาหาร สถานะของน้ำและลักษณะการกระจายตัวของน้ำในอาหารเป็นสิ่งสำคัญเพราะว่าถ้ามีการเปลี่ยน แปลงปริมาณน้ำหรือกระจายน้ำจะมีผลต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ความชื้นของส้มแผ่นจะมีปริมาณเริ่ม ต้นจากก่อนกวนคือ 83.90 %และจะลดลงในระหว่างกระบวนการจนเหลือ 8.37 % ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย



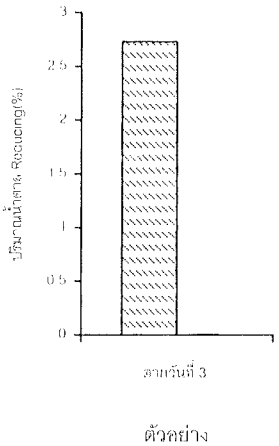
ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงปริมาณกรดซิตริคของมะม่วงตาก 3 วันของส้มแผ่น

ปริมาณกรดซิตริคในผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นมีปริมาณสูงทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวแต่เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ผลิตนั้นเป็นมะม่วงพันธุ์พิมเสนและแก้ว ซึ่งมะม่วงพันธุ์พิมเสนนั้นเป็นมะม่วงห่ามแต่มะม่วงแก้วนั้นเป็นมะม่วงสุกงอมและอัตราส่วนของปริมาณมะม่วงที่นำมาผลิตมะม่วงพิมเสนต่อมะม่วงแก้ว คือ 1:1 การเติมน้ำตาลทรายระหว่างการกวนที่ไม่มากนักจึงทำให้ส้มแผ่นมีรสชาติเปรี้ยวมากกว่ารสหวาน ส้มแผ่นตากวันที่ 3 มีปริมาณ 3.79 mg/ml



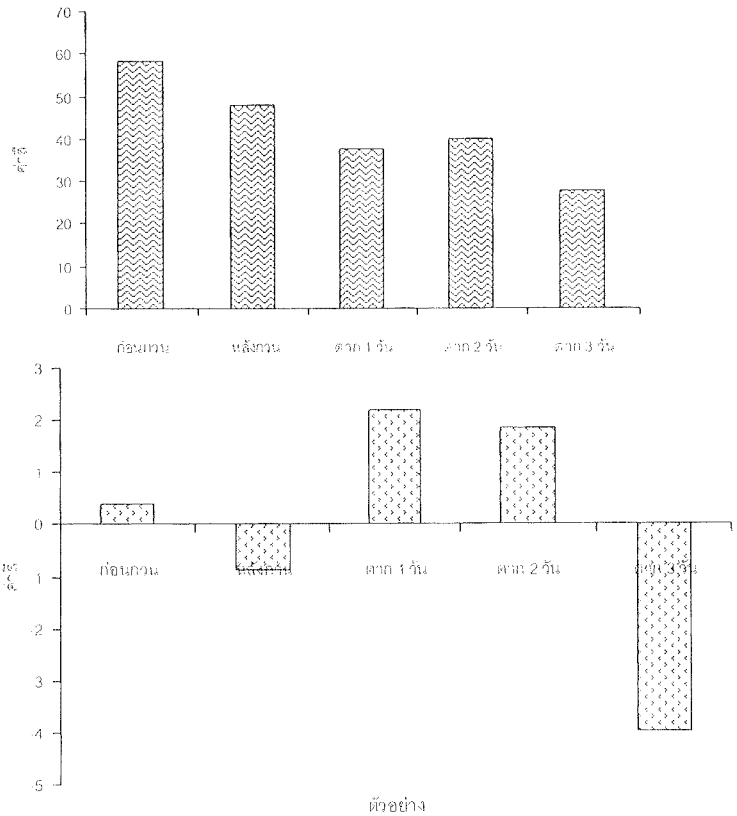
ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงค่าความหวานของมะม่วงขั้นตอนต่างๆ ของส้มแผ่น

ในกระบวนการผลิตส้มแผ่น มะม่วงที่ใช้เป็นวัตถุดิบเป็นมะม่วงที่มีเกรดต่ำคือเป็นพันธ์มะม่วงที่มีรสชาติเปรี้ยว ในการที่จะให้ความหวานของผลิตภัณฑ์ผสมน้ำตาลทรายเข้าไปซึ่งในขั้นตอนการการกวนน้ำตาลจะละลายและผสมกับเนื้อมะม่วงได้ดี โดยการเพิ่มความร้อนในการกวนและประสิทธิภาพของหม้อกวนที่ดีจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้น้ำตาลและเนื้อมะม่วงเข้ากันได้ดียิ่งขึ้น น้ำในอาหารจะระเหยออกไปในขั้นตอนการกวนและตากส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลในอาหารมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้น ความหวานของผลิต ภัณฑ์เป็นตัวบ่งชี้ถึงรสชาติกล่าวคือถ้าปริมาณน้ำตาลในอาหารสูงก็จะทำให้มีรสหวานมากขึ้น ในกระบวนการทำส้มแผ่นถ้าหากปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์มากเกินไปจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของมะม่วงเปลี่ยน ไป หรือที่เรียกว่า “ตกทราย” มะม่วงที่นำมาผลิตมีความหวานอยู่ที่ 7.33 °Brix มะม่วงหลังกวนมีความหวาน 8.66 °Brix มะม่วงตาก 1 วันมีความหวาน 8.00°Brixมะม่วงตาก 2 วันมีความหวาน 15.33 °Brix มะม่วงตาก 3 วันมีความหวาน 19.33 °Brix



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงปริมาณน้ำตาล Reducing ของมะม่วงตาก 3 วันของส้มแผ่น

น้ำตาลที่พบในส้มแผ่นโดยทั่วไปมีหลายชนิด เช่น น้ำตาลจำพวกโมโนแซคคาไรด์ (น้ำตาลอะราบิโนส กลูโคส ฟรุคโตส แมนโนส และกาแลคโตส) การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในอาหารนั้นสามารถนำหลักการของ Cppper reduction โดย Lane and Eynon ซึ่งใช้สมบัติเฉพาะของน้ำตาลในการรีดิวซ์ไอออนของโลหะบางตัว เช่น ทองแดง หรือ เงินในสารละลายที่เป็นด่าง ส้มแผ่นตากวันที่ 3 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เอยู่ในช่วง 2.63 - 2.81 mg/ml



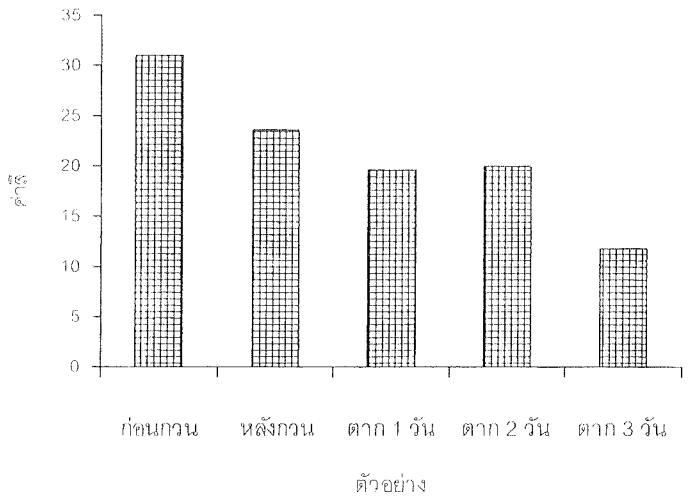
ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงค่าสี (L) ของมะม่วงขั้นตอนต่างๆของส้มแผ่น

การวัดค่าสีในระบบ CIE ค่า L ที่แสดงออกมาเป็นค่าที่แสดงถึง ความสว่างของสี (Lightness) ยิ่งค่า L สูงความสว่างของสีก็จะเพิ่มขึ้น การทำแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะผิวหน้าของอาหาร การสะท้อนแสงและสี การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของคาโรทีนอยด์และคลอโรฟิลด์เกิดจากความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างการทำแห้ง โดยทั่วไปการทำแห้งที่เวลานานกว่าและอุณหภูมิสูงกว่าทำให้สีเกิดสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษา อัตราการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นในระหว่างการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับค่า วอร์เตอร์แอคทิวิตี้(a_w)ของอาหารและอุณหภูมิในการเก็บรักษา อัตราการเกิดสีน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิการทำแห้งที่สูงเมื่อความชื้นของผลิตภัณฑ์สูงกว่า 4-

5% และอุณหภูมิการเก็บรักษาเกิน 38 °C ค่าสี L ของส้มแผ่นจะมีค่าลดลงเริ่มตั้งแต่ มะม่วงก่อนกวน 58.40 จนถึงมะม่วงตากวันที่ 3 คือ 27.58 กล่าวคือผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นมีสีคล้ำมากขึ้น

ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงค่าสี (a) ของมะม่วงขั้นตอนต่างๆของส้มแผ่น

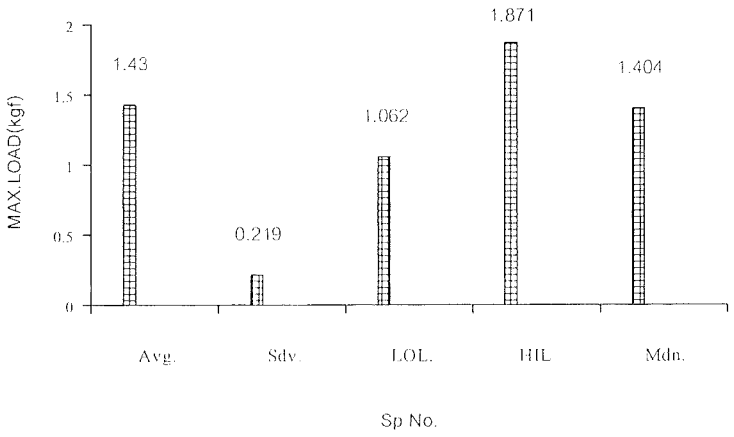
การวัดค่าสี a ในระบบ CIE ค่า a เป็นบวกหมายถึงผลิตภัณฑ์จะมีสีแดง ค่า a เป็นลบ หมายถึงผลิตภัณฑ์จะมีสีเขียว ผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นตาก 3 วัน มีค่า a เท่ากับ -3.96 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเขียวอ่อน



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงค่าสี (b) ของมะม่วงขั้นตอนต่างๆ ของส้มแผ่น

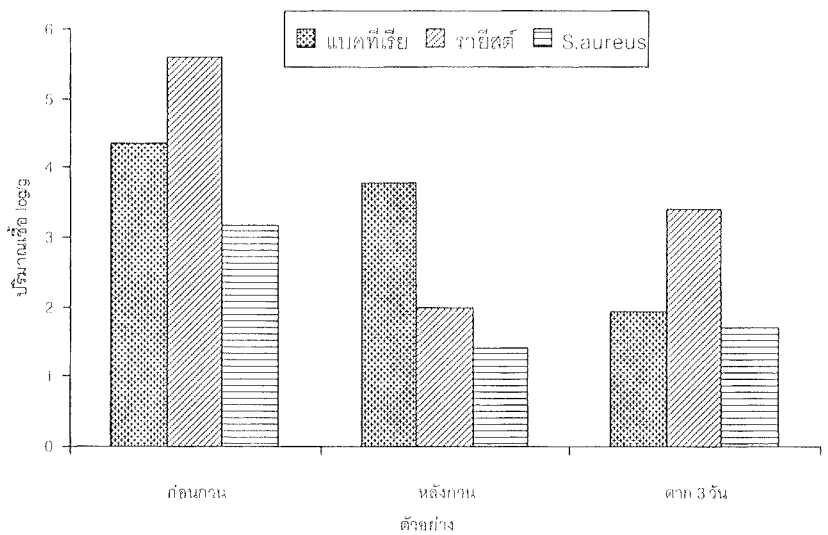
การวัดค่าสี bในระบบ CIE ค่า bเป็นบวกหมายถึงผลิตภัณฑ์จะมีสีเหลือง ค่า b เป็นลบ หมายถึงผลิตภัณฑ์จะมีสีน้ำเงิน ผลิตภัณฑ์มะม่วงก่อนกวนมีค่า b เท่ากับ 31 มะม่วงหลังกวนมีค่า b เท่ากับ 23.70 มะม่วงตาก 1 วัน มีค่า b เท่ากับ 19.62 มะม่วงตาก 2 วัน มีค่า b เท่ากับ 19.99 มะม่วงตาก 3 วัน มีค่า b เท่ากับ 11.86 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่า b ลดลง

ผลิตภัณฑ์ส้นแผ่นตากวันที่ 3 มีค่า L a b เท่ากับ 27.58 -3.96 11.86 ตามลำดับ แสดงผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองปนเขียวอ่อน

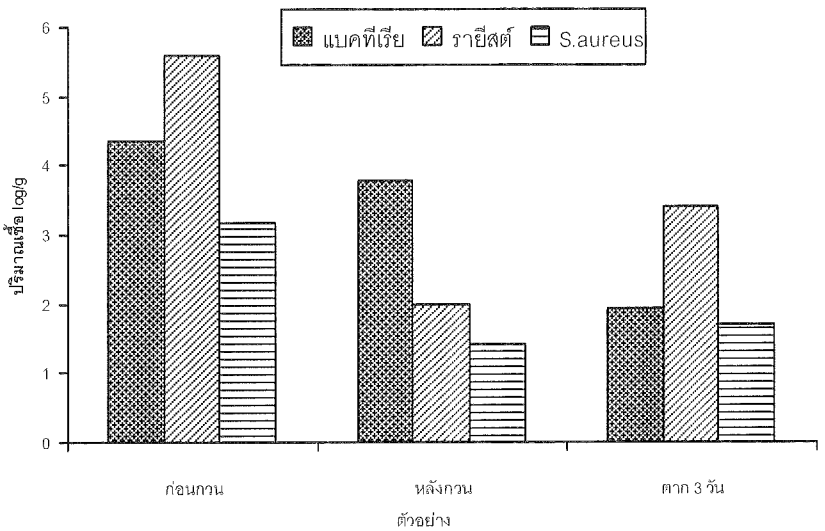


ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัส (MAX.LOAD) ของมะม่วงตาก 3 วันของส้มแผ่น

การเปลี่ยนปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารในการทำแห้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพ การตกผลึกเซลลูโลส การเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการทำแห้งส่วนต่างๆ ของอาหารทำให้เกิดความเครียดภายใน ปัจจัยเหล่านี้จะอัดและเปลี่ยนรูปร่างเซลล์ที่ค่อนข้างแข็งแรงไปเป็นอาหารที่มีลักษณะเหี่ยวย่น อาหารจะดูดความชื้นอีกครั้งในระหว่างการดูดคืนน้ำอย่างช้าๆ แต่จะไม่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่นเหมือนวัตถุเดิม อุณหภูมิและอัตราการทำแห้งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารมาก โดยทั่วไปการทำแห้งอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิและอัตราการทำแห้งคงที่ต่ำ การระเหยของน้ำทำให้ตัวละลายที่มีผิวอาหารมีความเข้มข้นมากขึ้น อุณหภูมิที่สูงของอากาศโดยเฉพาะมะม่วง เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพที่ซับซ้อนที่ผิวหน้าอาหารและทำให้ผิวแข็งหรือที่เรียกว่าการเกิดผิวแห้งแข็ง (case hardening) ส้มแผ่นตากวันที่ 3 มีค่า Max.LOAD(kgf) ดังนี้ Avg. เท่ากับ 1.43 Sdv. เท่ากับ 0.219 LoL. เท่ากับ 1.062 HIL เท่ากับ 1.871 Mdn. เท่ากับ 1.404



การเปลี่ยนปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารในการทำแห้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพ การตกผลึกเซลลูโลส การเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการทำแห้งส่วนต่างๆ ของอาหารทำให้เกิดความเครียดภายใน ปัจจัยเหล่านี้จะอัดและเปลี่ยนรูปร่างเซลล์ที่ค่อนข้างแข็งแรงไปเป็นอาหารที่มีลักษณะเหี่ยวย่น อาหารจะดูดความชื้นอีกครั้งในระหว่างการดูดคืนน้ำอย่างช้าๆ แต่จะไม่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่นเหมือนวัตถุเดิม อุณหภูมิและอัตราการทำแห้งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารมาก โดยทั่วไปการทำแห้งอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิและอัตราการทำแห้งคงที่ต่ำ การระเหยของน้ำทำให้ตัวละลายที่มีผิวอาหารมีความเข้มข้นมากขึ้น อุณหภูมิที่สูงของอากาศโดยเฉพาะมะม่วง เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพที่ซับซ้อนที่ผิวหน้าอาหารและทำให้ผิวแข็งหรือที่เรียกว่าการเกิดผิวแห้งแข็ง (case hardening) ส้มแผ่นตากวันที่ 3 มีค่า Max.LOAD(kgf) ดังนี้ Avg. เท่ากับ 1.43 Sdv. เท่ากับ 0.219 LoL. เท่ากับ 1.062 HIL เท่ากับ 1.871 Mdn. เท่ากับ 1.404



ภาพที่ 4.14 คุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของมะม่วงตาก 3 วันของส้มแผ่น

มะม่วงที่ใช้ทำวัตถุดิบอาจมีจุลินทรีย์ที่ติดมาตามผิวของมะม่วงและจุลินทรีย์ที่ก่อเกิดการเสื่อมเสียซึ่งเจริญอยู่บริเวณที่มีการเน่าของมะม่วง และอาจมีการเจริญต่อไปในช่วงระหว่างกระบวนการผลิตและยังอาจมีการปนเปื้อนเพิ่มเติมจากเครื่องมือการผลิตมะม่วงที่ไม่สะอาดและพนักงานที่ชุดปฏิบัติงานและบริเวณการผลิตที่ใช้บริเวณใต้ถุนบ้านเป็นแหล่งผลิต วัตถุดิบสัมผัสกับพื้นดิน สภาพแวดล้อมส่วนใหญ่มีโอกาสเกื้อหนุนให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ การล้างมะม่วงด้วยน้ำบาดาลอาจเพิ่มโอกาสของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ลงไปในมะม่วงให้มากยิ่งขึ้นการปอกเนื้อมะม่วงออกช่วยลดเชื้อจุลินทรีย์ลงได้ส่วนการนำมะม่วงมาหั่นเป็นชิ้นอาจจะมีการเพิ่มจำนวน

จุลินทรีย์เพราะมีดไม่ค่อยสะอาดในระหว่างการกวน สามารถลดจำนวนของจุลินทรีย์ลงได้ ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์

มะม่วงตากวันที่ 3 มีปริมาณเชื้อแบคทีเรีย เท่ากับ $8.7x10^{1}$ cfu/g ราและยีสต์เท่ากับ $2.5 x10^{3}$ cfu/g *S.aureus* เท่ากับ $5.0 x10^{1}$ cfu/g *E.coli* <3 MPN/g[b] และไม่พบเชื้อ *Salmonella sp.* ที่ 25 กรัม ซึ่งปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *E.coli* และ *Salmonella sp* มีปริมาณไม่เกินมาตรฐานที่ มอก.กำหนดไว้ คือ แบคทีเรียไม่เกิน $1.0x10^{4}$ cfu/g *E.coli* ไม่เกิน 3 MPN/g[b] และ *Salmonella sp.* ไม่พบที่ 25 กรัม แต่เชื้อราและยีสต์ เกินตามมาตรฐานที่กำหนดไว้คือ $2.5x10^{3}$ cfu/g

จะเห็นได้ว่ามะม่วงก่อนหลังกวนจะมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าหลังกวนเนื่องจากมะม่วงได้ผ่านการกวนที่อุณหภูมิสูง จึงสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและวัตถุดูดซับออกซิเจนต่อการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสของส้มแผ่น

1. คุณสมบัติทางกายภาพ

การวิเคราะห์ค่าสี (Color analysis)

ภาพที่ 4.15 ผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ (KOP(ข4)(ข5) PET(ข2)(ข3) และ LDPE (ข1)) ภายหลังเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นระยะเวลา 15 วัน

จากการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น ที่เก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ (KOP PET และ LDPE) ภายหลังเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C 30 °C 35 °C เป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่า

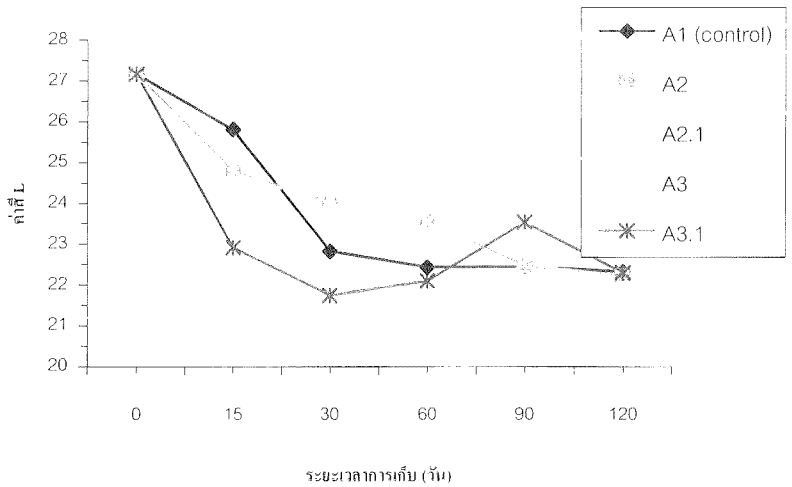
ส้มแผ่น ที่อุณหภูมิ 25 °C ในผลิตภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (Color value) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ ส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ LDPE (Control) ตามลำดับ โดยตัวควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยมีค่าลดต่ำลง นั้นหมายถึงส้มแผ่นมีสีออกไปทางคล้ำ มีสีเข้ม เมื่อระยะเวลาในการเก็บมากขึ้น เนื่องจากตัวบรรจุภัณฑ์ LDPE (Control) ที่ไม่ได้มาตรฐาน มีประสิทธิภาพน้อยเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP PET แบบควบคุมไม่มีตัววัตถุดูดซับออกซิเจน ซึ่งเป็นตัวช่วยลดปริมาณความชื้น จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสีได้ง่ายกว่า

ค่าสีแบ่งได้เป็น

ค่า L คือ ค่าความสว่าง (มีค่า 0 – 100) การแปลผล ยิ่งใกล้ 100 ยิ่งสว่างมาก

ค่า a คือ เขียว/แดง การแปลผล ค่าลบ เขียว ค่าบวก แดง

ค่า b คือ น้ำเงิน/เหลือง การแปลผล ค่าลบ น้ำเงิน ค่าบวก เหลือง



ภาพที่4.16การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 °C

***หมายเหตุ

A1 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ LDPE (control)

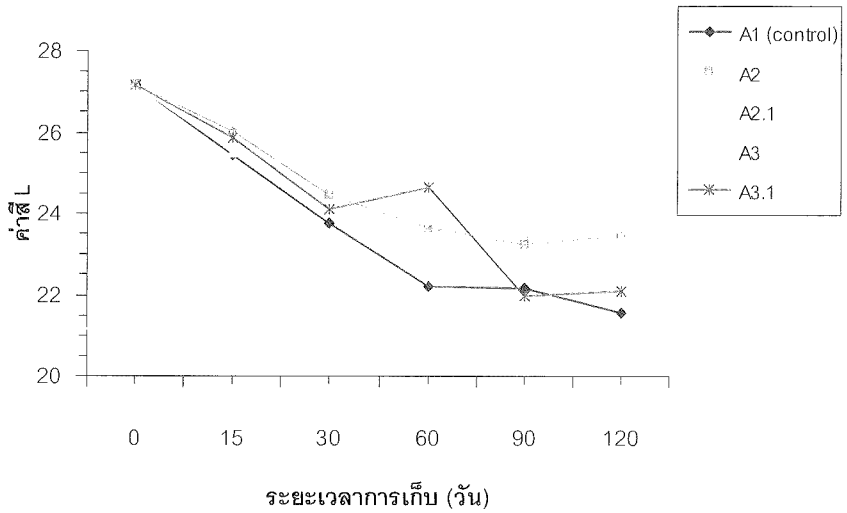
A2 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออดซิเจน

A2.1 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET

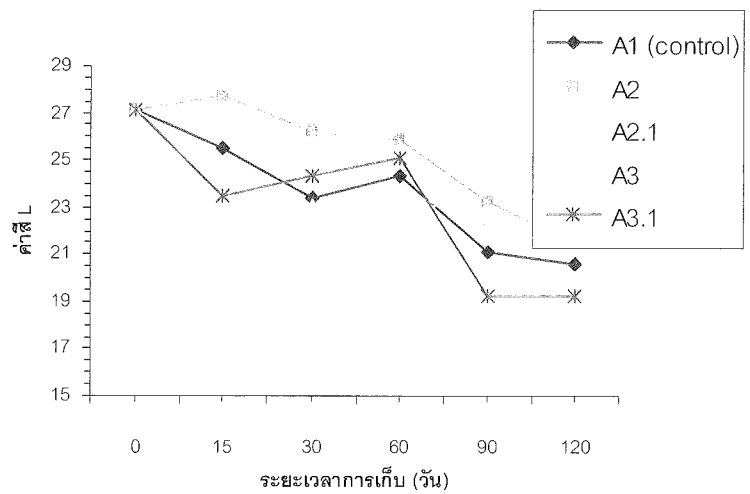
A3 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออดซิเจน

A3.1 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP

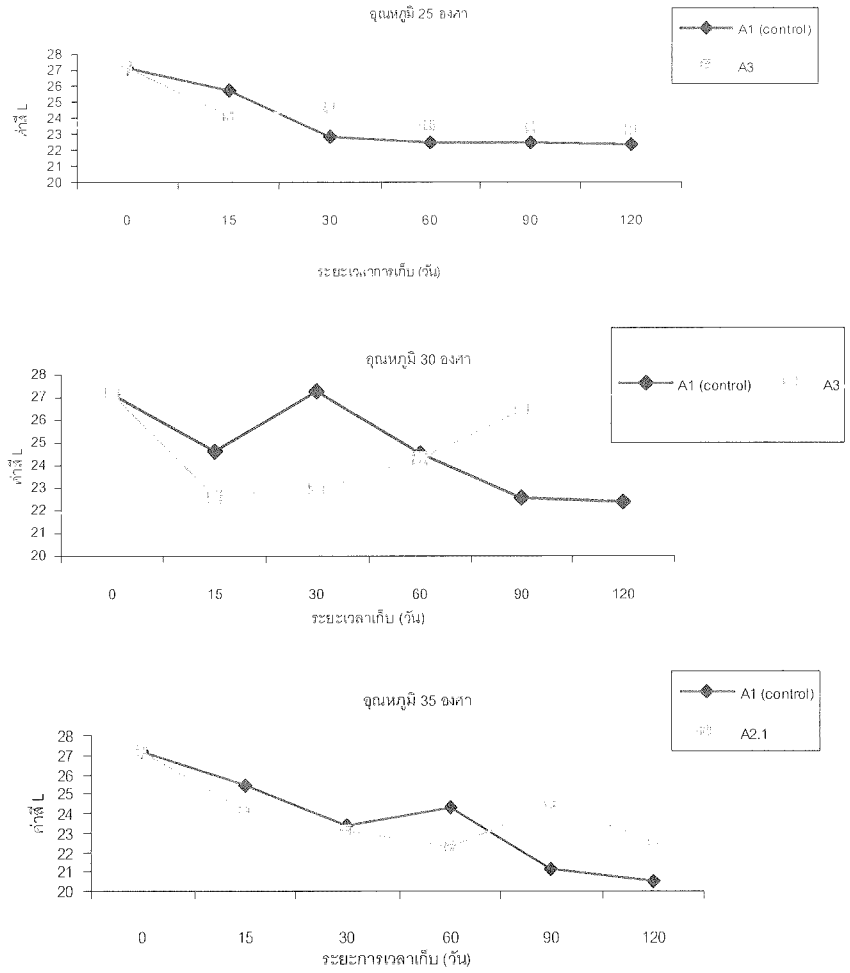
(ใช้สัญลักษณ์นี้ตั้งแต่ภาพที่ 2.17 – ภาพที่ 2.41)



ภาพที่4.17 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C



ภาพที่4.18 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 35 °C

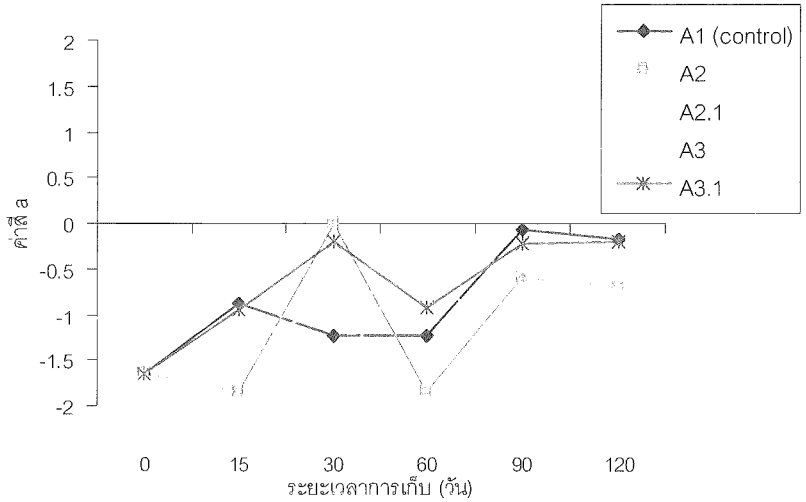


ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของส้มแผ่นเปรียบเทียบระหว่างชุด control และ

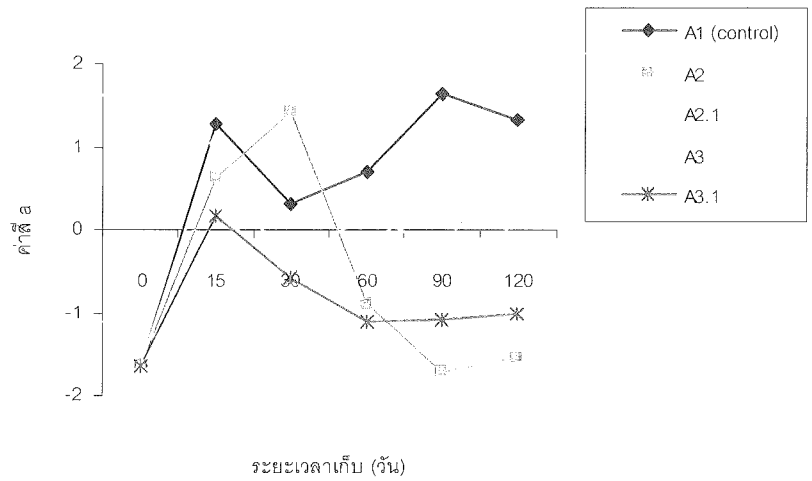
treatment ที่ดีที่สุด ภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสีในตัวอย่างส้มแผ่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C 30 °C 35 °C เป็นระยะเวลา 120 วัน ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ พบว่า ค่าสี L มีค่าลดต่ำลง เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น นั้นหมายถึงค่าความสว่างลดลง หรือมีสีคล้ำมากขึ้น สามารถเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ A1 > A2 > A3.1 > A2.1 > A3 (ภาพที่ 2.17-2.19)

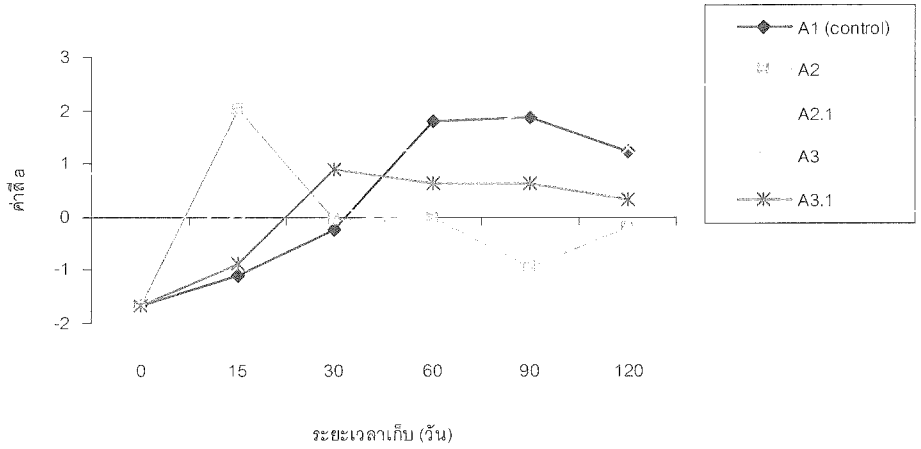
พบว่า ส้มแผ่นในผลิตภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (Color valaue) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ ส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ LDPE (Control) ตามลำดับ



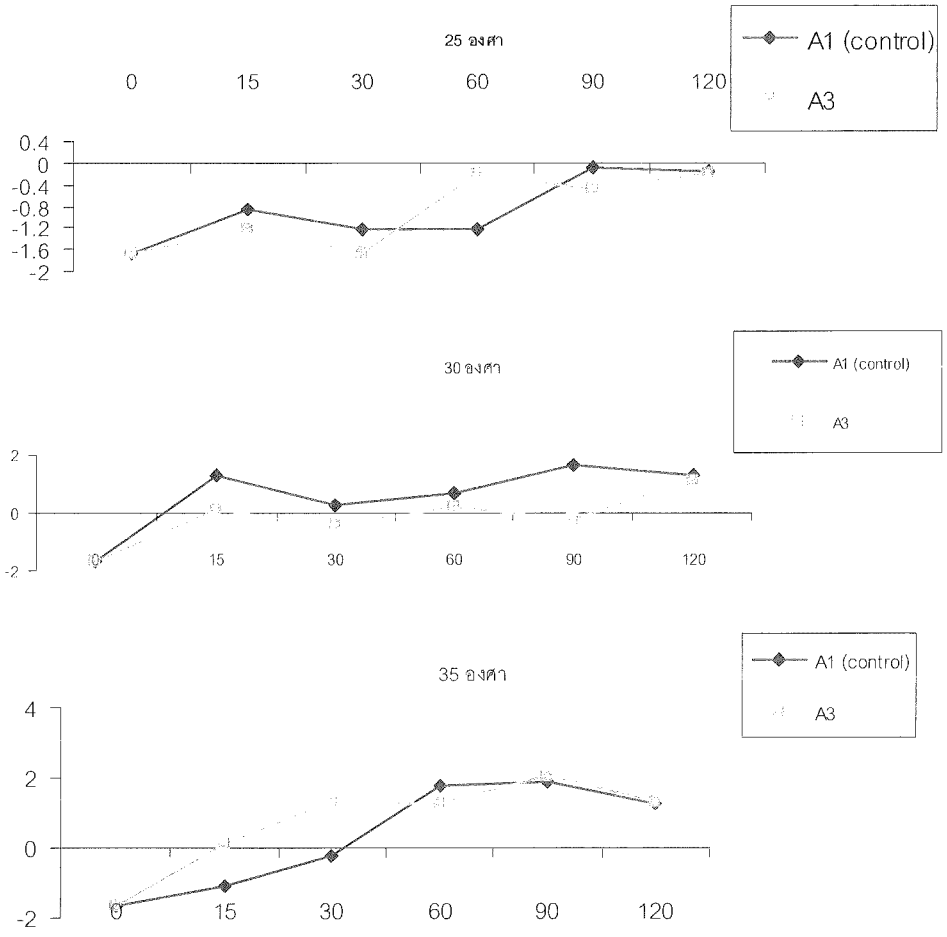
ภาพที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 °C



ภาพที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C



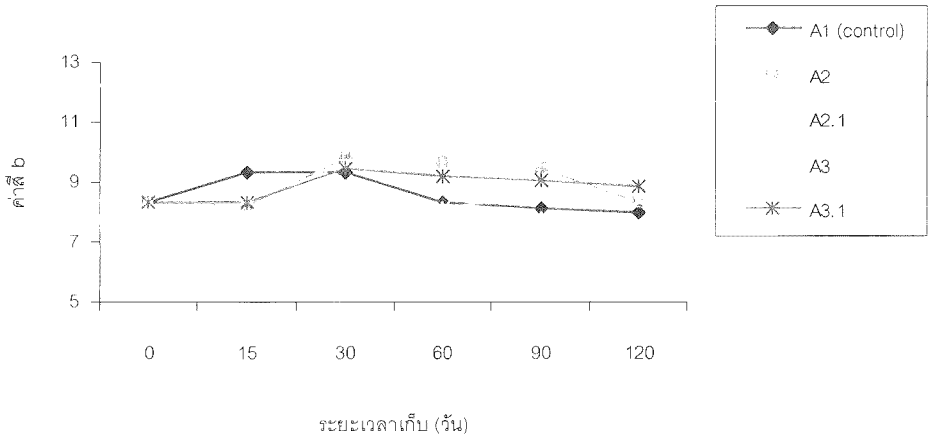
ภาพที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 35 °C



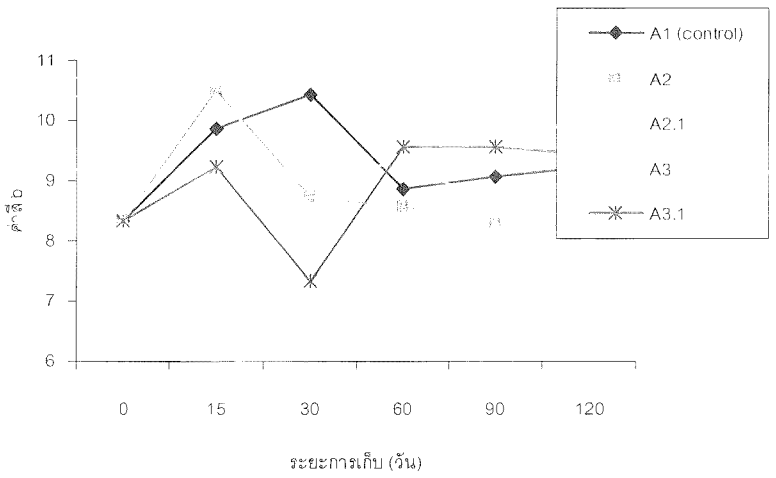
ภาพที่ 4.23 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของส้มแผ่น เปรียบเทียบระหว่างชุด control และ treatment ที่ดีที่สุด ภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ

การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ในตัวอย่างส้มแผ่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C 30 °C 35 °C เป็นระยะเวลา 120 วัน ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ พบว่า ค่าสี a มีค่าไม่คงที่ แต่เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มมากขึ้น ค่า a มีค่าลดลง และมีค่าเข้าใกล้ 0 หรือ ติดลบ แสดงว่าส้มแผ่น มีค่าสีออกเขียวคล้ำเป็นส่วนใหญ่มากกว่าสีแดง สามารถเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ A2.1 > A2 > A3.1 > A3 > A1 (ภาพที่ 2.21-2.23)

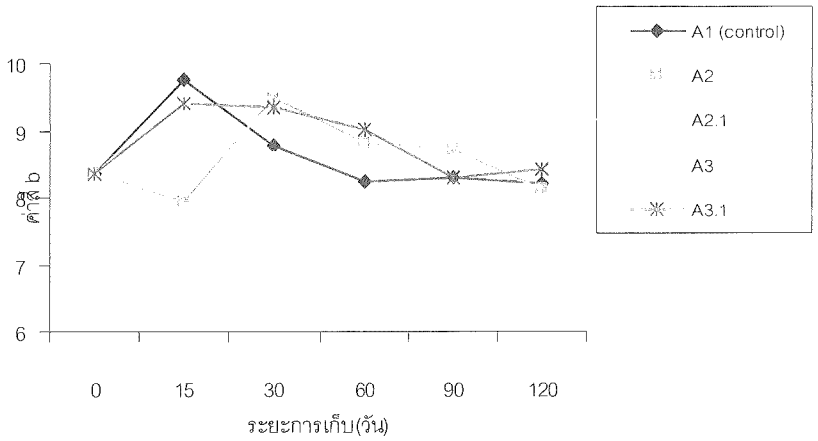
พบว่าส้มแผ่นในผลิตภัณฑ์ LDPE (Control) มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (Color valaue) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนตามลำดับ



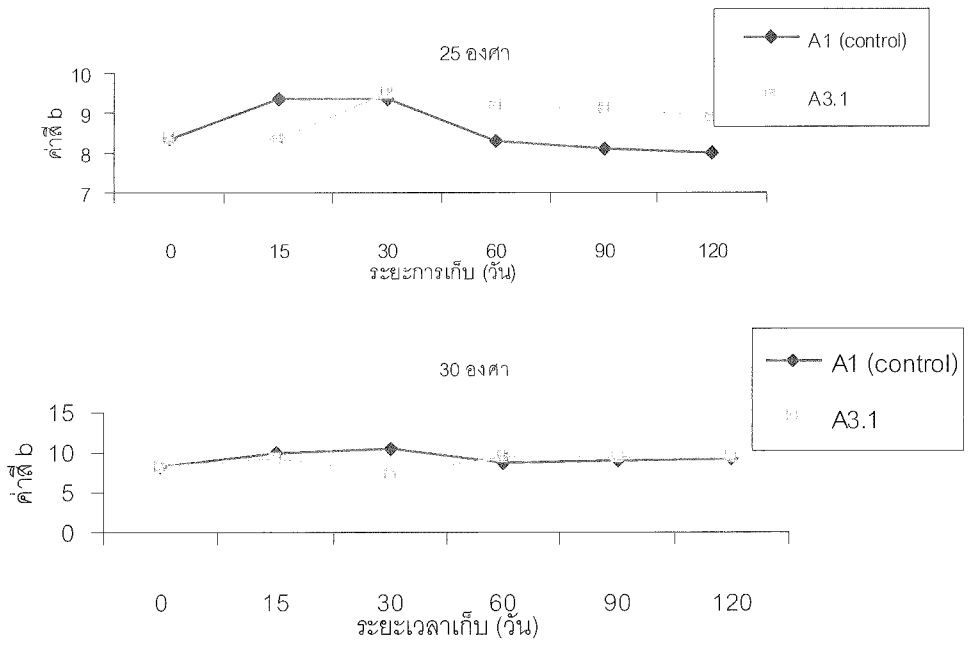
ภาพที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 °C

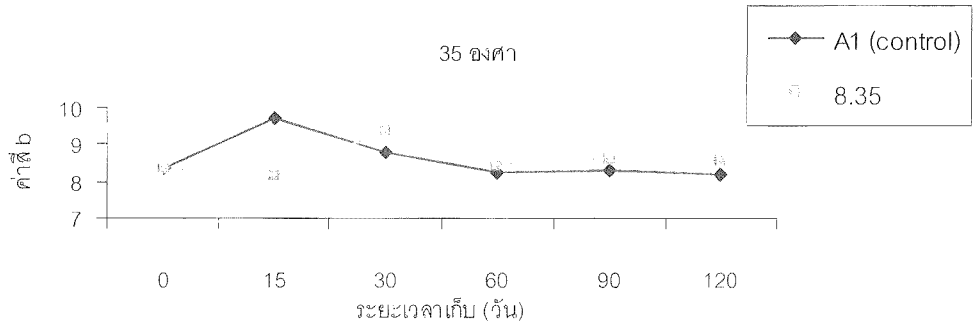


ภาพที่ 4.25 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30°C



ภาพที่ 4.26 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 35 °C





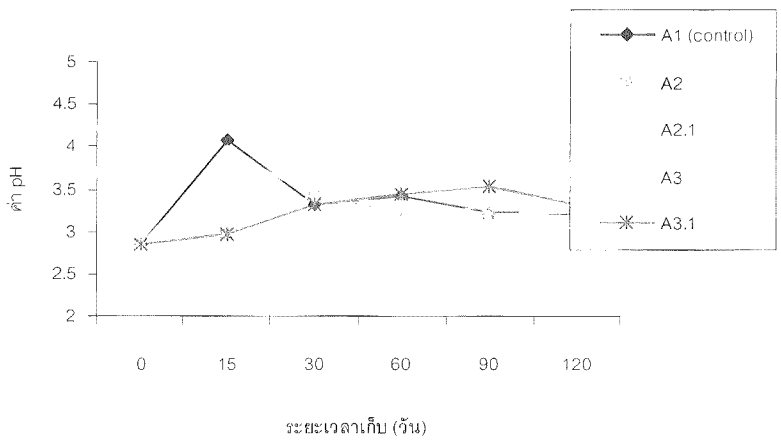
ภาพที่ 4.27 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของส้มแผ่นเปรียบเทียบระหว่างชุด control และ

treatment ที่ดีที่สุด ภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ

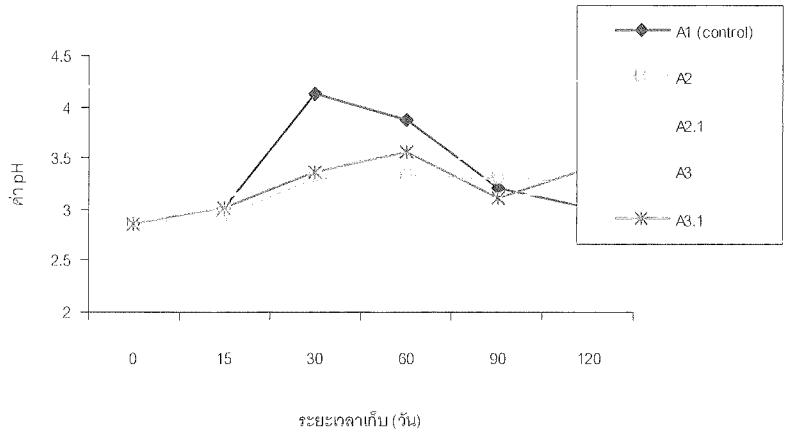
การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ในตัวอย่างส้มแผ่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C 30 °C 35 °C เป็นระยะเวลา 120 วัน ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ พบว่า ค่าสี b มีค่าลดลง แสดงว่าส้มแผ่น มีค่าสีคล้ำ เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มมากขึ้น สามารถเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ที่อุณหภูมิ 25 °C A3.1 > A3 > A2 > A1 > A2.1 ที่อุณหภูมิ 30 °C A3.1 > A1 > A3 > A2 > A2.1 ที่อุณหภูมิ 35 °C A3 > A3.1 > A1 > A2 > A2.1 (ภาพที่ 2.25-2.27)

พบว่า ส้มแผ่น ในผลิตภัณฑ์ KOP มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (Color valaue) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน LDPE (Control) PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ตามลำดับ

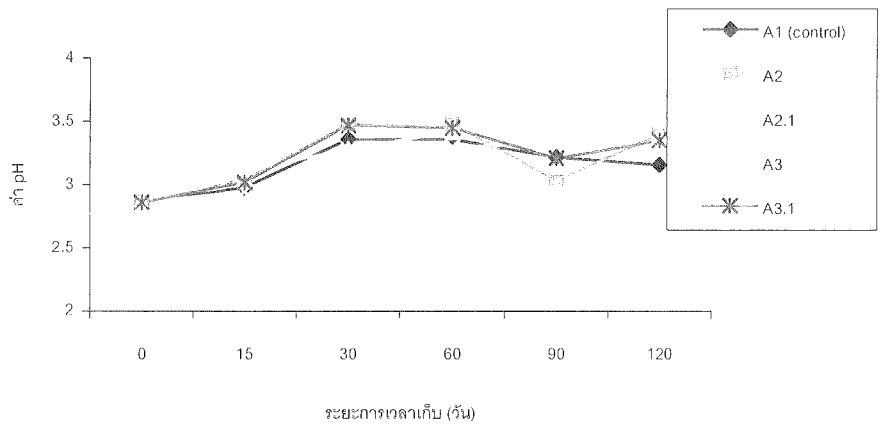
1.2 ค่า pH



ภาพที่ 4.28 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 °C



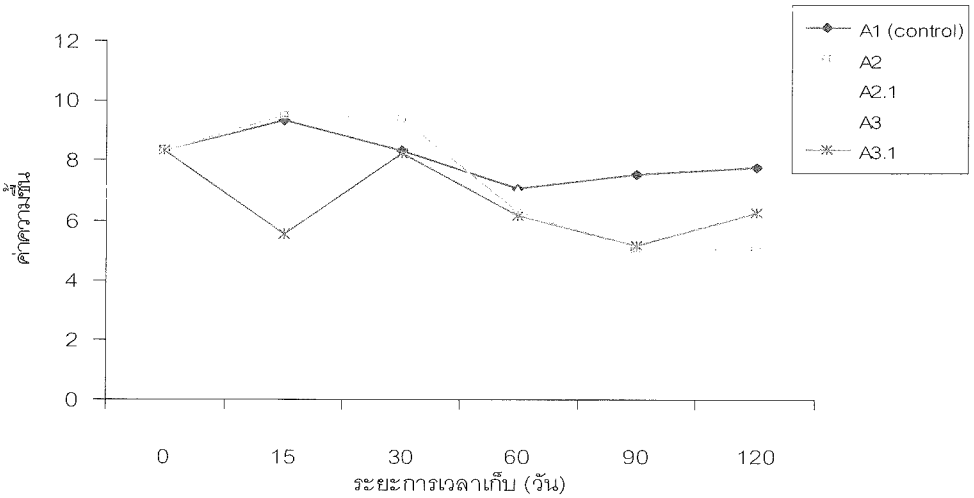
ภาพที่ 4.29 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C



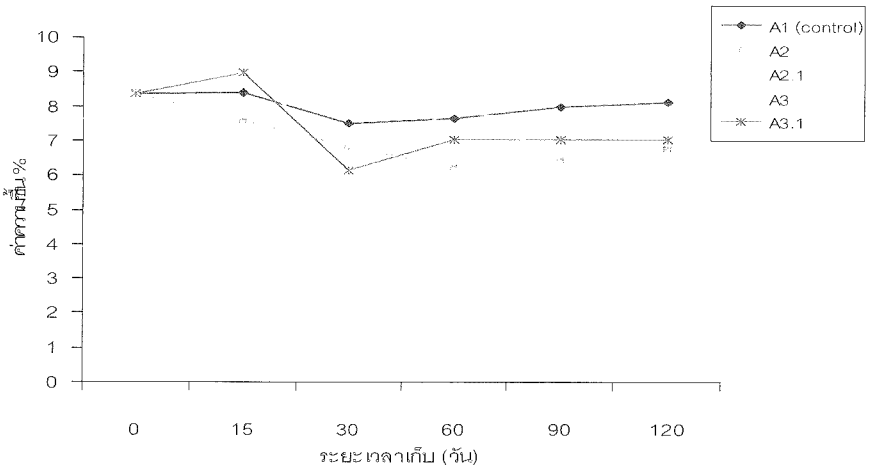
ภาพที่ 4.30การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของส้มแผ่นภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ อุณหภูมิ35 °C

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในตัวอย่างส้มแผ่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C 30 °C 35 °C เป็นระยะเวลา 120 วัน ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ พบว่า ไม่มีค่าความเปลี่ยนแปลง ของค่า pH มากนัก เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มมากขึ้น มีค่า pH อยู่ในช่วง 2.86- 4.13 (ภาพที่ 2.29-2.31)

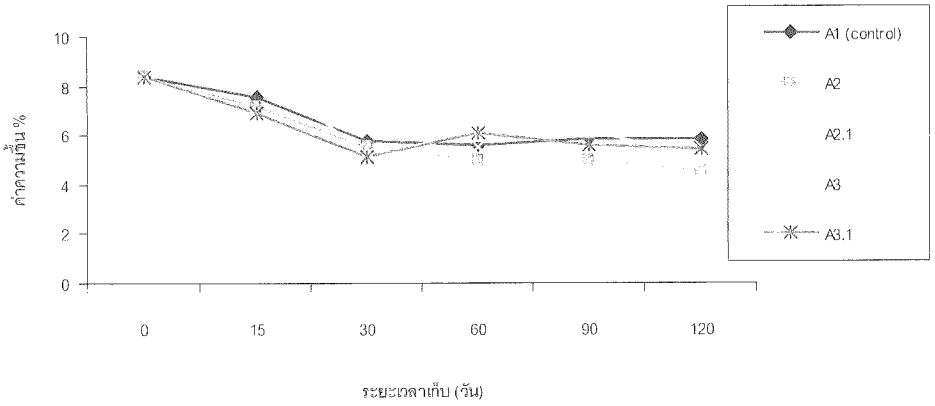
1.3 ค่าความชื้น



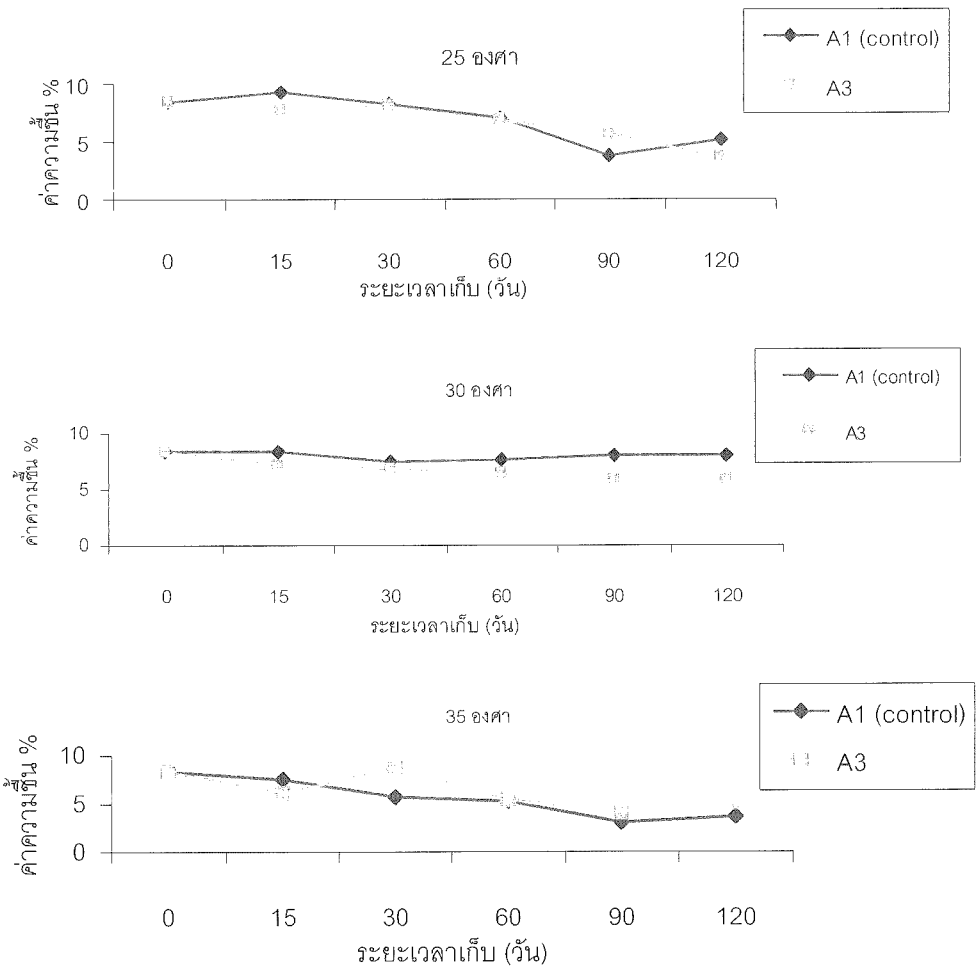
ภาพที่ 4.31 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ อุณหภูมิ 25 °C



ภาพที่ 4.32 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ อุณหภูมิ 30 °C



ภาพที่ 4.33 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ อุณหภูมิ 35 °C



ภาพที่ 4.34 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า %ความชื้นของส้มแผ่นเปรียบเทียบระหว่างชุด control และ treatment ที่ดีที่สุด ภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ

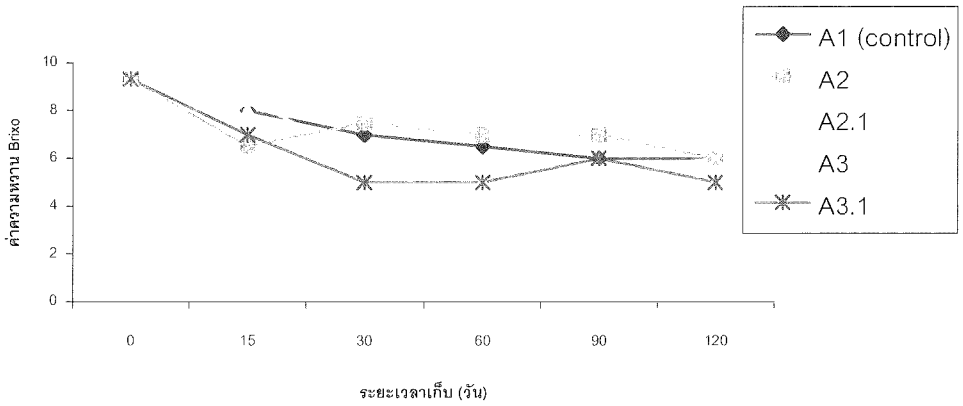
จากการศึกษาเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น ในตัวอย่างส้มแผ่น เก็บไว้ เป็นระยะเวลา 120 วัน ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ พบว่า ที่อุณหภูมิ 25 °C มีค่า % ความชื้นลดลง สามารถเรียงลำดับค่า % ความชื้นจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ A3.1 > A2 > A1 > A3 > A2.1

ที่อุณหภูมิ 30 °C มีค่า % ความชื้นลดลงเช่นกัน สามารถเรียงลำดับค่า % ความชื้นจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ A3.1> A1 > A2.1 > A2 > A3

ที่อุณหภูมิ 35 °C มีค่า % ความชื้นลดลงเช่นกัน สามารถเรียงลำดับค่า % ความชื้นจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ A1 > A3.1 > A2.1 > A2 > A3

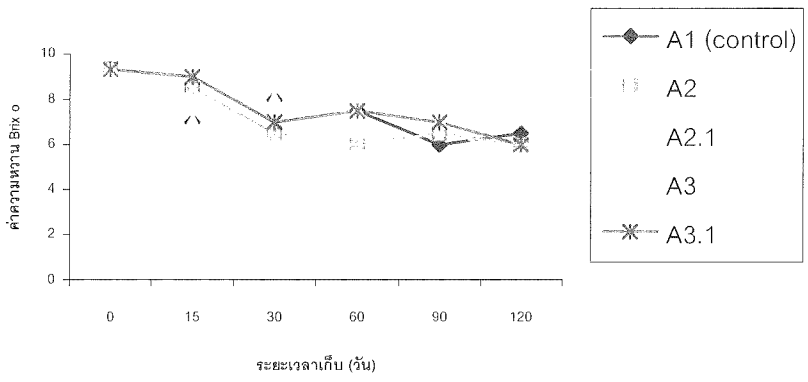
พบว่า ส้มแผ่น ในผลิตภัณฑ์ LDPE (Control) มีการเปลี่ยนแปลงค่า % ความชื้น มากที่สุดเมื่อเทียบกับ ส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนPET PETใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP ตามลำดับ

1.4 ค่าความหวาน



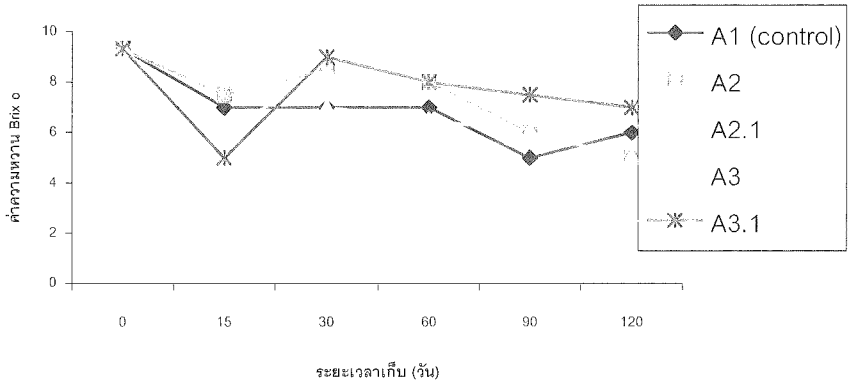
ภาพที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงค่าความหวาน Brix° ของส้มแผ่นมหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่

อุณหภูมิ 25 °C



ภาพที่ 4.36 การเปลี่ยนแปลงค่าความหวาน Brix° ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่

อุณหภูมิ 30 °C



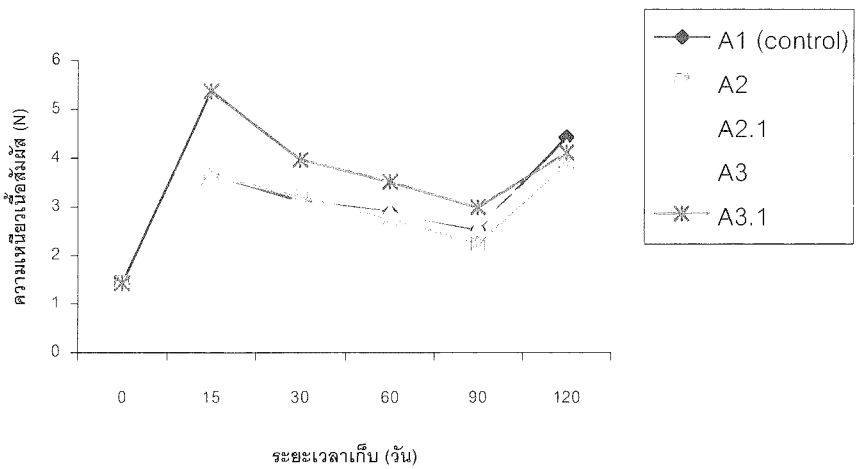
ภาพที่ 4.37 การเปลี่ยนแปลงค่าความหวาน Brix° ของส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 35 °C

จากการศึกษาเปลี่ยนแปลงค่าความหวาน Brix° ในตัวอย่างส้มแผ่น ที่เก็บไว้ เป็นระยะเวลา 120 วัน ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ พบว่า ที่อุณหภูมิ 25 °C มีค่า ความหวาน Brix° ลดลง สามารถเรียงลำดับค่าความหวาน Brix° จากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ A2 > A2.1 > A1 > A3 > A3.1

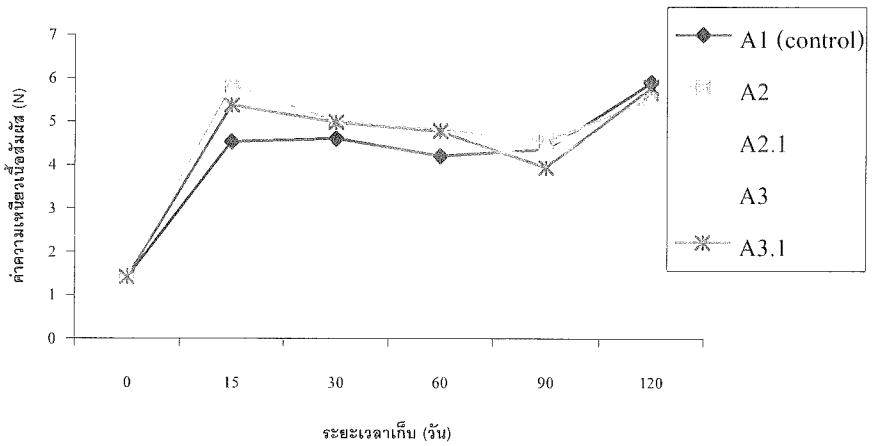
ที่อุณหภูมิ 30 °C มีค่า ความหวาน Brix° ลดลงเช่นกัน สามารถเรียงลำดับค่าความหวาน Brix° จากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ A3 > A1 > A2 > A3.1 > A2.1

ที่อุณหภูมิ 35 °C มีค่า ความหวาน Brix° ลดลงเช่นกัน สามารถเรียงลำดับค่าความหวาน Brix° จากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ A3.1 > A3 > A1> A2 > A2.1

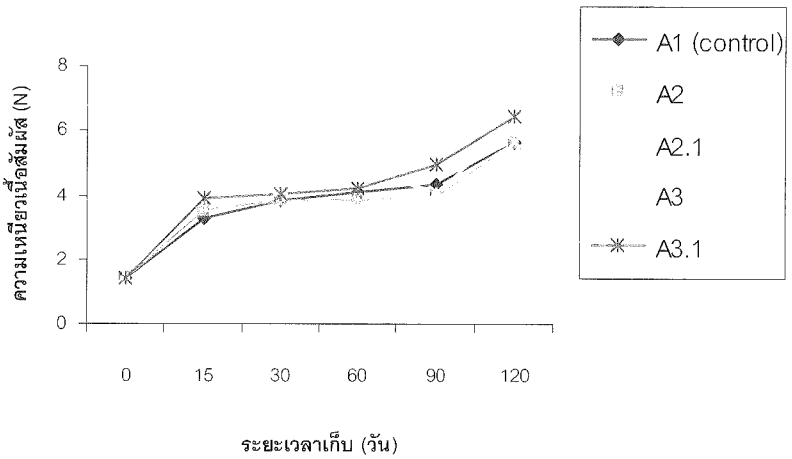
1.5 ลักษณะเนื้อสัมผัส



ภาพที่ 4.38 การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัส ส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 °C



ภาพที่ 4.39 การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัส ส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C



ภาพที่ 4.40 การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัสส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 35 °C

จากการศึกษาเปลี่ยนแปลงของลักษณะเนื้อสัมผัส ในตัวอย่างส้มแผ่น ที่เก็บไว้ เป็นระยะเวลา 120 วัน ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ พบว่า ที่อุณหภูมิ 25 °C มีค่าเหนียวของเนื้อสัมผัส เพิ่มมากขึ้น สามารถเรียงลำดับค่าเหนียวของเนื้อสัมผัสจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ A1 > A3.1 > A2 > A2.1 > A3

ที่อุณหภูมิ 30 °C มีค่าเหนียวของเนื้อสัมผัส ลดต่ำลงในช่วง 15-90 วันและในวันที่ 120 มีค่าเหนียวของเนื้อสัมผัส เพิ่มมากขึ้น สามารถเรียงลำดับค่าเหนียวของเนื้อสัมผัส จากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ A1 > A3.1 > A2 > A2.1 > A3

ที่อุณหภูมิ 35 °C มีค่าเหนียวของเนื้อสัมผัส เพิ่มมากขึ้น สามารถเรียงลำดับค่าเหนียวของเนื้อสัมผัส จากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ A3.1 > A2.1 > A2 > A1 > A3 พบว่า ส้มแผ่น ในผลิตภัณฑ์ LDPE (Control) มีการเปลี่ยนแปลงค่าเหนียวของเนื้อสัมผัส มากที่สุดที่อุณหภูมิ 25 °C 30 °C เมื่อเทียบกับ ส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP PETใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน PET ตามลำดับ

2. ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

2.1 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C 30 °C 35 °C ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 120 วัน ในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) PET PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณเริ่มต้นเท่ากับ 0.96 (log cfu/ml) (ตารางที่2.2) วันที่ 30 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเท่ากับ3.8 1.9 0.9 1.8 2.0 2.2 1.9 1.5 1.6 2.2 1.0 5.1 3.4 2.4 1.9 (log cfu/ml) ตามลำดับ (ตารางที่ 2.3)วันที่ 60 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ1.8 1.5 2.4 3.6 1.4 1.9 1.9 3.8 2.8 1.8 2.9 4.0 2.5 2.3 1.8 (log cfu/ml) ตามลำดับ (ตารางที่ 2.4) วันที่ 90 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1.8 1.7 1.7 1. 1.3 1.5 1.5 1.9 1.2 1.2 0 1.7 0 0 1.2 (log cfu/ml) ตามลำดับ (ตารางที่ 2.5) วันที่ 120 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 1.8 1.5 1.9 1.9 1.3 1.8 1.6 2.0 1.6 1.6 1.0 2.0 1.7 1.2 1.8 (log cfu/ml) ตามลำดับ

ปริมาณเชื้อรา และยีสต์ มีปริมาณเริ่มต้น เท่ากับ 2.301 (log cfu/ml) (ตารางที่2.2) วันที่ 30 ปริมาณเชื้อ เท่ากับ 2.3 2.0 2.2 2.3 2.2 1.7 2.9 1.7 2.5 1.7 1.7 0 1.7 0 3.2 (log cfu/ml) ตามลำดับ (ตารางที่ 2.3) วันที่ 60 ปริมาณเชื้อ เท่ากับ 2.7 2.4 1.7 3.5 3.3 1.7 2.5 2.2 2.5 2.2 2.3 2.0 0 2.0 0 2.7 2.0 (log cfu/ml) ตามลำดับ (ตารางที่2.4) วันที่ 90 ปริมาณเชื้อรา และยีสต์ เท่ากับ 0 0 2.0 0 0 0 1.7 2.4 0 0 1.7 0 2.2 0 0 (ตารางที่ 2.5) วันที่ 120 ปริมาณเชื้อรา และยีสต์ เท่ากับ 0 0 2.0 2.0 2.0 0 2.2 2.4 0 2.0 0 2.2 2.2 0 2.0 (log cfu/ml) ตามลำดับ (ตารางที่ 2.6)

ปริมาณเชื้อ *E. Coli* ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงเวลาของการตรวจ คือมีปริมาณเท่ากับ < 3 log cfu/ml (ตารางที่2.2-2.6) และปริมาณเชื้อ *S.aureus* ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทุกช่วงเวลาของการตรวจเช่นกัน มีค่าเท่ากันคือ < 10 (log cfu/ml) (ตารางที่ 2.2-2.6)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ เป็นเวลา 0 วัน

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log cfu/ml)			
	TPC	Y&M	*E. Coli*	*S. aureus*
ก1	0.9	2.3	< 3	<10

หมายเหตุ ก1 คือตัวอย่างส้มแผ่นที่เก็บเป็นเวลา 0 วัน

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิด

ต่างๆเป็นเวลา 30 วัน

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log cfu/ml)			
	TPC	Y&M	*E. Coli*	*S. aureus*
ค1	3.8	2.3	< 3	<10
ค2	1.9	2.0	< 3	<10
ค3	0.9	2.2	< 3	<10
ค4	1.8	2.3	< 3	<10
ค5	2.0	2.2	< 3	<10
ค6	2.1	1.7	< 3	<10
ค7	1.9	2.9	< 3	<10
ค8	1.5	1.7	< 3	<10
ค9	1.7	2.4	< 3	<10
ค10	2.2	1.7	< 3	<10
ค11	1.0	1.7	< 3	<10
ค12	3.1	0	< 3	<10
ค13	3.4	1.7	< 3	<10
ค14	2.4	0	< 3	<10
ค15	1.9	3.1	< 3	<10

หมายเหตุ (ค1ค2ค3ค4ค5 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C ค6ค7ค8ค9ค10 อุณหภูมิ 30 °C และ ค11ค12 ค13ค14ค15 อุณหภูมิ 35 °C ตามลำดับ)

ค1ค6ค11 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ LDPE (control)

ค2ค7ค12 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

ค3ค8ค13 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET

ค4ค9ค14 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

ค5ค10ค15 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น ภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ เป็นเวลา 60 วัน

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log cfu/ml)			
	TPC	Y&M	*E. Coli*	*S. aureus*
ง1	1.8	2.7	< 3	<10
ง2	1.5	2.3	< 3	<10
ง3	2.4	1.6	< 3	<10
ง4	3.7	3.4	< 3	<10
ง5	1.4	3.3	< 3	<10
ง6	1.9	1.6	< 3	<10
ง7	1.9	2.5	< 3	<10
ง8	3.8	2.2	< 3	<10
ง9	2.8	2.5	< 3	<10
ง10	1.8	2.2	< 3	<10
ง11	2.9	2.3	< 3	<10
ง12	2.0	2.0	< 3	<10
ง13	2.5	2.0	< 3	<10
ง14	2.2	2.7	< 3	<10
ง15	1.8	2.0	< 3	<10

หมายเหตุ (ง1ง2ง3ง4ง5 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C ง6ง7ง8ง9ง10 อุณหภูมิ 30 °C และ ง11ง12ง13 ง14ง15 อุณหภูมิ 35 °C ตามลำดับ)

ง1ง6ง11	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ LDPE (control)
ง2ง7ง12	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน
ง3ง8ง13	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET
ง4ง9ง14	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน
ง5ง10ง15	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ เป็นเวลา 90 วัน

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log cfu/ml)			
	TPC	Y&M	*E. Coli*	*S. aureus*
จ1	1.8	0	< 3	<10
จ2	1.7	0	< 3	<10
จ3	1.6	2.0	< 3	<10
จ4	1.7	0	< 3	<10
จ5	1.3	0	< 3	<10
จ6	1.5	0	< 3	<10
จ7	1.4	1.7	< 3	<10
จ8	1.9	2.4	< 3	<10
จ9	1.2	0	< 3	<10
จ10	1.2	0	< 3	<10
จ11	0	1.7	< 3	<10
จ12	1.6	0	< 3	<10
จ13	0	2.2	< 3	<10
จ14	0	0	< 3	<10
จ15	1.2	0	< 3	<10

หมายเหตุ (จ1จ2จ3จ4จ5 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C จ6จ7จ8จ9จ10 อุณหภูมิ 30 °C และ จ11จ12จ13 จ14จ15 อุณหภูมิ 35 °C ตามลำดับ)

จ1จ6จ11 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ LDPE (control)

จ2จ7จ12 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

จ3จ8จ13 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET

จ4จ9จ14 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน

จ5จ10จ15 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นภายหลังการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ เป็นเวลา 120 วัน

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log cfu/ml)			
	TPC	Y&M	*E. Coli*	*S. aureus*
ฉ1	1.8	0	< 3	<10
ฉ2	1.5	0	< 3	<10
ฉ3	1.9	2.0	< 3	<10
ฉ4	1.9	2.0	< 3	<10
ฉ5	1.3	2.0	< 3	<10
ฉ6	1.9	0	< 3	<10
ฉ7	1.6	2.2	< 3	<10
ฉ8	2.0	2.4	< 3	<10
ฉ9	1.7	0	< 3	<10
ฉ10	1.7	2.0	< 3	<10
ฉ11	1.0	0	< 3	<10
ฉ12	2.0	2.2	< 3	<10
ฉ13	1.7	2.2	< 3	<10
ฉ14	1.2	0	< 3	<10
ฉ15	1.8	2.0	< 3	<10

หมายเหตุ (ฉ1ฉ2ฉ3ฉ4ฉ5 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C ฉ6ฉ7ฉ8ฉ9ฉ10 อุณหภูมิ 30 °C และ ฉ11ฉ12 ฉ 13ฉ14ฉ15 อุณหภูมิ 35 °C ตามลำดับ)

ฉ1ฉ6ฉ11	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ LDPE (control)
ฉ2ฉ7ฉ12	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน
ฉ3ฉ8ฉ13	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET
ฉ4ฉ9ฉ14	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน
ฉ5ฉ10ฉ15	หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP

3. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของส้มแผ่น

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ (Proximate analysis)ในตัวอย่างส้มแผ่น

การวิเคราะห์	ส้มแผ่น
%คาร์โบไฮเดรต	68.17
%โปรตีน	13.74
% ความชื้น	8.37
% ไขมัน	6.04
% เยื่อใย	2.00
% เถ้า	1.68

4. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสส้มแผ่น

ผลการศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของส้มแผ่น ทำการทดสอบด้าน สี ความหวาน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนแบบ 9 – Point hedonic scale โดยทำการตรวจสอบในวันที่ 0 15 30 60 90 และ 120 วันใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน เป็นชาย 5 คน หญิง 25 คน ทำการทดสอบในช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-14.00น.

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package For The Social Science (SPSS) และทดสอบความแตกต่างโดยใช้ Duncan's Multiple Range Tests (DMRT)

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตัวอย่าง ที่ระยะเวลา 0 วัน

คุณสมบัติ	คะแนนการทดสอบ 9-point hedonic scale (30 °C)				
	A1 (Control)	A2	A2.1	A3	A3.1
สี	7.74 ns	7.74 ns	7.74 ns	7.74 ns	7.74 ns
ความหวาน	7.60 ns	7.60 ns	7.60 ns	7.60 ns	7.60 ns
รสชาติ	7.67 ns	7.67 ns	7.67 ns	7.67 ns	7.67 ns
เนื้อสัมผัส	7.41 ns	7.41 ns	7.41 ns	7.41 ns	7.41 ns
การยอมรับรวม	7.43 ns	7.43 ns	7.43 ns	7.43 ns	7.43 ns

*** ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

A1 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ LDPE (control)

A2 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET ใส่วัตถุดูดซับออดซิเจน

A2.1 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ PET

A3 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP ใส่วัตถุดูดซับออดซิเจน

A3.1 หมายถึงส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ KOP

จากตารางที่ 2.8 พบว่าผู้ทดสอบทั้งหมดมีค่าความชอบของ ค่าสี ความหวาน รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ในวันที่ 0 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตัวอย่างส้มแผ่น ที่ระยะเวลา 15 วัน

คุณสมบัติ	คะแนนการทดสอบ 9-point hedonic scale (30 °C)				
	A1 Control	A2	A2.1	A3	A3.1
สี	6.83 a	7.50 b	7.36 b	7.60 b	7.36 b
ความหวาน	6.96 a	7.43 b	7.40 b	7.30 b	7.40 b
รสชาติ	7.06 a	7.23 ab	7.16 ab	6.83 b	7.16 ab
เนื้อสัมผัส	6.56 a	7.16 b	7.06 b	6.96 b	7.03 b
การยอมรับรวม	6.83 a	7.43 b	7.36 b	7.33 b	7.30 b

*** ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

จากตารางที่ 2.9 พบว่าคุณลักษณะด้านสี และ ความหวาน เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ ชอบเล็กน้อย ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด PET PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP และ KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ ชอบปานกลาง บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) มีค่าต่ำที่สุดอาจเนื่องมาจากการไม่มีวัตถุดูดซับออกซิเจน และส้มแผ่นนั้นอยู่ในบรรจุภัณฑ์คุณภาพที่ไม่ดี

คุณลักษณะด้านรสชาติ เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ ชอบปานกลาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ที่มีความชอบอยู่ที่ ระดับความชอบ ชอบเล็กน้อย แต่ส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด PET PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตัวอย่างส้มแผ่น ที่ระยะเวลา 30 วัน

คุณสมบัติ	คะแนนการทดสอบ 9-point hedonic scale (30 °C)				
	A1 (Control)	A2	A2.1	A3	A3.1
สี	6.56[a]	7.23[b]	6.70[a]	7.30[b]	6.83[a]
ความหวาน	6.53[a]	7.23[c]	6.83[b]	7.30[c]	7.33[c]
รสชาติ	6.46[a]	6.96[c]	6.76[bc]	6.83[c]	6.53[ab]
เนื้อสัมผัส	6.16[a]	6.83[bc]	6.56[b]	6.96[c]	6.53[bc]
การยอมรับรวม	6.46[a]	7.23[b]	6.73[a]	7.33[b]	6.73[a]

*** ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

จากตารางที่ 2.10 คุณลักษณะด้านสี การยอมรับรวม เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) PET และ KOP มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ ชอบเล็กน้อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนที่มีความชอบอยู่ที่ ระดับความชอบ ชอบปานกลาง

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน และ PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจนที่มีความชอบอยู่ที่ ระดับความชอบ ชอบปานกลาง

คุณลักษณะด้าน ความหวาน เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 30 วันพบว่าส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP มีเกณฑ์ความชอบสูงที่สุดอยู่ที่ ชอบปานกลาง รองลงมาคือส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน PET และ LDPE (control)ตามลำดับ

คุณลักษณะด้านรสชาติ เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 30 วันพบว่าส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน มีเกณฑ์ความชอบสูงที่สุดอยู่ที่ ชอบปานกลาง รองลงมาคือส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน PET KOP และ LDPE (control)ตามลำดับ

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 30 วันพบว่าส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน มีเกณฑ์ความชอบสูงที่สุดอยู่ที่ ชอบปานกลาง รองลงมาคือส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP PET และ LDPE (control) อยู่ในระดับความชอบ ชอบเล็กน้อย ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตัวอย่างส้มแผ่นที่ระยะเวลา 60 วัน

คุณสมบัติ	คะแนนการทดสอบ 9-point hedonic scale (30 °C)				
	A1 (Control)	A2	A2.1	A3	A3.1
สี	4.53[a]	6.53[c]	5.83[b]	6.56[c]	5.86[b]
ความหวาน	5.76[ns]	5.83[ns]	5.80[ns]	5.83[ns]	5.83[ns]
รสชาด	5.76[ns]	5.83[ns]	5.76[ns]	5.83[ns]	5.80[ns]
เนื้อสัมผัส	4.06[a]	6.00[c]	5.33[b]	6.06[c]	6.03[c]
การยอมรับรวม	5.00[a]	6.00[c]	5.83[b]	6.10[c]	6.03[bc]

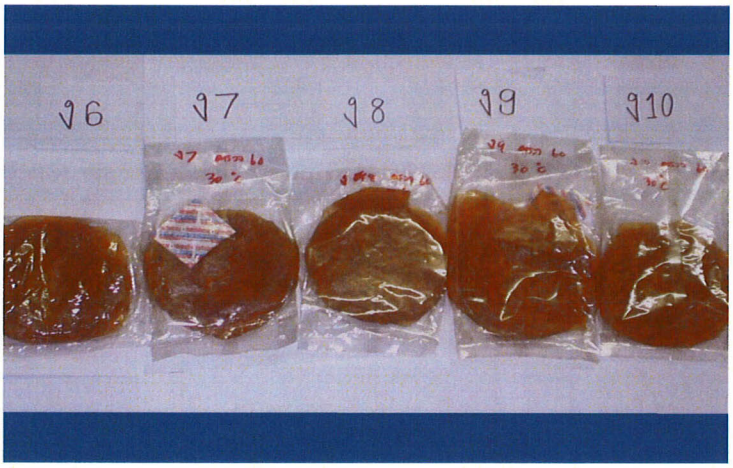
*** ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

จากตารางที่ 4.11 คุณลักษณะด้านความหวาน รสชาติ เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าไม่มี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ความชอบอยู่ที่ ระดับความชอบผู้บริโภครู้สึกเฉยๆ

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส และ การยอมรับรวม เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE (control) มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ ไม่ชอบเล็กน้อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด PET ที่มีเกณฑ์ความชอบอยู่ที่ รู้สึกเฉยๆและผลิตภัณฑ์ชนิด

KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน KOP PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ที่มีความชอบอยู่ที่ ระดับความชอบ ชอบเล็กน้อย ตามลำดับ

ภาพที่ 4.41 ส้มแผ่นที่ระยะเวลา 60 วัน อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.42 ส้มแผ่นที่ระยะเวลา 60 วัน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 4.43 ส้มแผ่นที่ระยะเวลา 60 วัน อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

5. การศึกษารูปแบบและขนาดกล่องบรรจุภัณฑ์และราคาจำหน่ายที่เหมาะสมของส้มแผ่น

กล่องบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามนอกจากจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคแล้วยังช่วยป้องกันการเสียหายของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ด้านในแล้วยังสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้อีกทางหนึ่งเช่นกัน และราคาจำหน่ายส้มแผ่นเป็นอีกเงื่อนไขหนึ่งที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ดังนั้นจึงได้มีการศึกษารูปแบบของกล่องบรรจุภัณฑ์ และราคาจำหน่ายที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคส้มแผ่นโดยใช้วิธีการให้คะแนนในแบบสอบถามของ ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน เป็นชาย 25 คน และหญิง 25 คนดังภาพที่ 4.44 ซึ่งขนาดบรรจุและราคาที่เหมาะสมของส้มแผ่นจากผู้ทดสอบคือ บรรจุ 500 กรัม ราคา 40 บาท ดังภาพที่ 4.45

ภาพที่ 4.44 รูปแบบของกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์ ส้มแผ่น แบบต่างๆ

ภาพที่ 4.45 กล่องบรรจุส้มแผ่นที่เหมาะสมและได้รับความชื่นชอบจากผู้บริโภคมากที่สุด

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น

ขั้นตอนที่2 การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น

โดยศึกษากรรมวิธีการแปรรูปจากภูมิปัญญาพื้นบ้าน และ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกำหนดรูปแบบ ความเหมาะสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ดังนี้

(1) การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะม่วงพื้นเมือง (quantitative analysis) ระหว่างกระบวนการผลิตแบบเดิมที่เกษตรกรทำอยู่

(2) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ(proximate analysis) โดยวิธี AOAC

(3) การทดสอบโดยระบบประสาทสัมผัส(sensory evaluation)

(4) ตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์แปรรูป โดยวิธีมาตรฐาน

(5) กำหนดรูปแบบ ความเหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น

ขั้นตอนที่ 3 จัดตั้งกลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น

สรุปการทำแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น

ปัญหาและแนวทางการแก้ไขมาตรฐาน คุณภาพวัตถุดิบและกระบวนการผลิตของเกษตรกร

-ปัญหาของเกษตรกร ออกสำรวจและพบชุมชนโดยการสัมภาษณ์ การสังเกต จากคณะผู้วิจัย นิสิต และแกนนำชุมชนจัดประชุมกลุ่มย่อย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกันพบปัญหาดังนี้

1. เกษตรกรผู้ผลิตขาดความเข้าใจในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ มีมาตรฐานและถูกสุขลักษณะ ส่วนใหญ่ทำใต้ถุนบ้าน เป็นการทำในระบบเปิดทำให้มีฝุ่นละออง มีแมลงวัน แมลงหวี่ มีการนำสัตว์เลี้ยงเช่นสุนัข แมว เข้ามาในบริเวณ ภาชนะที่ใส่ยังไม่ได้มาตรฐาน (เป็นกะละมังพลาสติก ไม่มีฝาปิด) มะม่วงไม่ได้คัด บางลูกมีเชื้อรา ไม่มีการเลือกชนิดของมะม่วง ความสุกของมะม่วงไม่สม่ำเสมอที่ตากเป็นที่โล่งกลางแดด(อาศัยแดด)
2. น้ำที่ใช้กวนมะม่วงยังไม่ได้มาตรฐานน้ำดื่ม เกษตกรใช้น้ำในแม่น้ำ-ลำคลอง
3 คุณภาพผลิตภัณฑ์(สีของส้มแผ่นที่ทำในแต่ละครั้งไม่สม่ำเสมอ)
4. ไม่ทีการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์
5 ไม่มีชุดแปรรูปอาหารที่เหมาะสม ถูกสุขอนามัย
6 ขาดการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้ผลิตส้มแผ่นเพื่ออำนาจ การต่อรอง

แนวทางการปรับปรุงมาตรฐาน คุณภาพวัตถุดิบและกระบวนการผลิต

แนวทางการปรับปรุงมาตรฐาน คุณภาพวัตถุดิบและกระบวนการผลิต

การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น โดยศึกษากรรมวิธีการทำส้มแผ่นจากภูมิปัญญาพื้นบ้านและ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกำหนดรูปแบบความเหมาะสมในการทำดังนี้

(1) การพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบและกระบวนการผลิต

1 จัดระบบใต้ถุนบ้านให้เป็นระบบ สะอาด โล่ง กำจัดแมลงวัน และไม่ให้สัตว์เลี้ยง (เช่นสุนัข แมว) เข้ามาบริเวณที่ทำการผลิต

2. คัดเลือกชนิดของมะม่วง ชั่งน้ำหนักมะม่วง และคัดทิ้ง มะม่วงที่มีเชื้อรา

3. คัดเลือกคุณภาพ มะม่วงโดยหาความเหมาะสมจากความสุกของมะม่วงควรใช้มะม่วงสุกขนาดไหนเพื่อจะทำให้ได้สีของส้มแผ่นสวย และหอม หวานพอดี

(2) การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์(quantitative analysis)

1 การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ เวลาในการเคี่ยวและความแรงของไฟต้องสม่ำเสมอ

-หา%ความหวานของมะม่วง (% Brix) โดยใช้เครื่อง Hand-refractometer

-การวิเคราะห์สีของมะม่วง (Hanter Lab associates)

-วิเคราะห์ความหนืดของมะม่วงระหว่างทำด้วยเครื่อง Brook- field analysis

-ดูความแข็งความอ่อนของมะม่วงแผ่นสวย เครื่องวัดความนุ่มแข็งของผลไม้

-ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิระหว่างการทำและเวลาที่เหมาะสมในการเคี่ยวมะม่วง

-น้ำที่ใช้กวนส้มแผ่นต้องสะอาดได้มาตรฐานน้ำดื่ม

2. ชี้แจงให้ เกษตรกรคำนึงถึงสุขอนามัยส่วนบุคคล เช่นการล้างมือทำความสะอาด

3. ได้ดำเนินการขอชุดแปรรูปอาหารที่ถูกสุขอนามัยจากกรมอนามัยเขต 6 ได้รับการสนับสนุนในโครงการที่ 2 จำนวน 60 ชุด

(3) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ(proximate analysis)

โดยวิธี AOAC ประกอบด้วย

-การหาปริมาณของคาร์โบไฮเดรต -การหาปริมาณโปรตีนและไขมัน

-การหาปริมาณของ ash -การหาปริมาณของ น้ำ

(4) การทดสอบโดยระบบประสาทสัมผัส(sensory evaluation)

- โดยใช้ 9-Hedonic scale ประเมินการยอมรับของผู้บริโภค ในแง่ความแข็งความอ่อนสีในอุดมคติของผลิตภัณฑ์ รสชาดและความอร่อยความหวาม ประเมินความชอบโดยใช้ SPSS program เพื่อวิเคราะห์ ANOVA $P < 0.05$

โดยผู้ทดสอบประกอบด้วย

-กลุ่มเกษตรกรในเขต อำเภอ วังทอง จังหวัด พิษณุโลกนักศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร และผู้ชอบบริโภคส้มแผ่นทั่วไป

(5) ตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์โดยวิธีมาตรฐาน

(6) การพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์และประเมินอายุการ เก็บรักษาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะม่วงสุก

การวิเคราะห์ปัญหา จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าเกษตรกรขาดความรู้ความสามารถในการบริหารจัดการกลุ่ม การหาตลาด และบรรจุภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จ โดยเน้นความสวยงามและเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ดังนี้

-รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์

-การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมดำเนินการ 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกถุงพลาสติกสำหรับทำบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม การประเมินอายุการเก็บของบรรจุภัณฑ์ โดยศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือดังนี้

ทางกายภาพ	-ดูสีด้วยเครื่อง Hunter Lab Colorimeter
	-ดูความแข็ง-ความอ่อนของมะม่วงแดดเดียวด้วยเครื่อง Texture analysis
ทางเคมี	-วิเคราะห์ความชื้น หาค่า AW และวัด pH
ทางจุลชีววิทยา	-วิเคราะห์ total viable plate count ด้วย อาหาร standard plate count
	-วิเคราะห์ราและยีสต์ ด้วยอาหาร Martin's Medium

2. การออกแบบกล่องสำหรับทำบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม และใช้แทนตัวอย่างในการจำหน่าย

ขั้นตอนที่2 การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น

รายละเอียดผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นเพื่อการอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ยั่งยืน

ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นพบว่าคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของส้มแผ่นที่ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คือ จะต้องมีความชื้นสัมพัทธ์สุดท้ายก่อนเก็บไม่เกิน 8-9 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดซิตริคอยู่ระหว่าง ปริมาณ 3..5-4.0 mg/ml ซึ่งปริมาณกรดซิตริคนี้จะมีผลต่อความเปรี้ยวของส้มแผ่น ค่าพีเอชควรอยู่ระหว่าง 3-4 เพราะค่าพีเอชในช่วงนี้สามารถช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิดได้ และให้มีความหวานอยู่ระหว่าง 15-17 องศาบริกซ์ เพราะหากปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์มากเกินไปจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของมะม่วงเปลี่ยนไป หรือที่เรียกว่า "ตกทราย" :ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ของผู้บริโภค

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการรวมทั้งผลการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์และประเมินอายุการเก็บรักษา

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของส้มแผ่นโดยวิธี AOAC

พบว่ามีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตสูงถึง 68.17 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 13.74 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 6.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์และประเมินอายุการเก็บรักษา

อุณหภูมิที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นคือ ที่อุณหภูมิ 25 °C และ 30 °C แต่อุณหภูมิ 25 °C จำเป็นต้องอยู่ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศทำให้ยุ่งยากในการเก็บรักษาและจะมีผลต่อสีของส้มแผ่น ดังนั้นที่อุณหภูมิ 30 °C จึงเหมาะสมต่อการเก็บรักษาส้มแผ่นมากที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 35 °C จะมีอายุการเก็บรักษาส้มแผ่นสั้นกว่าทั้งสองอุณหภูมิ

อายุของการเก็บส้มแผ่นที่ระยะเวลา 60 วัน เป็นระยะเวลานานที่สุดที่ผู้บริโภคสามารถยอมรับได้ ดังนั้นส้มแผ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน เก็บที่อุณหภูมิ 30 °C เหมาะสมต่อการเก็บรักษาส้มแผ่นมากที่สุด

บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาส้มแผ่น คือ บรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน รองลงมาคือ บรรจุภัณฑ์ชนิด PET ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน ส่วนบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ไม่เหมาะสำหรับนำมาบรรจุส้มแผ่นเพื่อจำหน่าย และจะเห็นได้ว่าวัตถุดูดซับออกซิเจนช่วยยืดอายุและคงสภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP และ PET ได้มากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ได้เติมวัตถุดูดซับออกซิเจน

กล่องบรรจุภัณฑ์ขนาด 500 กรัม ราคา 40 บาท เป็นที่ชื่นชอบและผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นในขนาดบรรจุและราคานี้มากที่สุด ซึ่งกล่องบรรจุภัณฑ์นี้นอกจากจะช่วยดึงดูดความสนใจของลูกค้าแล้ว ยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและลดการเสียหายของผลิตภัณฑ์ได้อีกทางหนึ่งทำให้น้ำตาลปึกมีอายุวางจำหน่ายได้นานขึ้นด้วย

การจัดสัมมนาเพื่อให้ความรู้เกษตรกรเกี่ยวกับการใช้เตาเศรษฐกิจ เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง

รูปแบบที่คณะผู้วิจัยได้เสนอคือ

(1) รวมกลุ่มเกษตรกรที่มีอาชีพทำส้มแผ่นและผู้สนใจ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหาแนวทางที่เหมาะสม

(1) จัดอบรมสัมมนาให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของกระบวนการผลิตอย่างถูกสุขอนามัย โดยเฉพาะการตากส้มแผ่นและ แนะนำเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้เตาเศรษฐกิจเพื่อลดการสูญเสียพลังงานลดค่าใช้จ่ายใน การจัดหาเชื้อเพลิง

1. การสร้างเตาก่ออิฐมีหม้อสะแตนเลสเป็นภาชนะบรรจุมะม่วงที่ใช้ในการกวน มีท่อและมีช่องใส่เชื้อเพลิงด้านหน้า ช่องใส่เชื้อเพลิงแคบและมีห้องความร้อนกว้างเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของความร้อนและประหยัดเชื้อเพลิง มีท่อระบายควันทำให้ไม่มีควันมารบกวนขณะเคี่ยว จะได้มะม่วงกวนคุณภาพสูง มีสีเหลืองนวล หวาน หอม ส่งผลให้ได้ผลิตภัณฑ์ราคาสูงขึ้น

2. การสร้างโรงเรือนแสงอาทิตย์สำหรับตากส้มแผ่นแทนการตากแบบดั้งเดิมที่เกษตรกรใช้ตากคือการตากบริเวณบ้านมีปัญหาทั้งด้านความสะอาดและฝน การตากภายในโรงเรือนแสงอาทิตย์

จะทำให้ได้พลังงานสะอาดและช่วยร่นระยะเวลาในการตากโดยใช้เวลาเหลือเพียง 1 ใน 3 ทำให้คุณภาพมะม่วงดีขึ้น

สรุป งานวิจัยที่ได้ดำเนินการ

(1). พัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นดังนี้

1.1 ได้การพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบและกระบวนการผลิต

1.2 ได้ควบคุมเวลาและระบบไฟในการเคี่ยว

1.3 ได้ชักชวนและชี้แจงให้เกษตรกรต้องคำนึงถึงสุขอนามัยส่วนบุคคล

(2) ได้พัฒนาถุงบรรจุภัณฑ์ โดยเน้นการถนอมอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และจัดทำกล่องบรรจุภัณฑ์ ให้เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป ให้มีคุณภาพและมีมูลค่าสูงขึ้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด KOP ใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน เป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นได้ดีที่สุด (นาน 30 วันโดยคงคุณภาพส้มแผ่นทั้งทางด้านสี รสชาด และเนื้อสัมผัส)

(3)ได้อบรมสัมมนาให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของกระบวนการผลิตอย่างถูกสุขอนามัยและแนะนำเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้เตาเศรษฐกิจเพื่อลดการสูญเสียพลังงานลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง

(4) ได้ฝึกอบรมให้สมาชิกได้เข้าใจ การสร้างเครือข่ายการตลาดกับพ่อค้าหรือ กลุ่ม หรือองค์กรอื่น ภายนอกเพื่อให้กลุ่มสามารถจัดส่งสินค้าไปจำหน่ายยังเครือข่ายอื่นๆได้ช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านการตลาดและรู้จักการศึกษาต้นทุน-รายได้เปรียบเทียบของการผลิตแบบดั้งเดิมกับ แบบใหม่

(5) จัดตั้งศูนย์เรียนรู้การทำส้มแผ่น

ผลการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะม่วงพื้นเมืองเพื่อการอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ยั่งยืน

กิจกรรม	ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ	ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ
1. พัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส้มแผ่น	ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์แปรรูปให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนใช้อุณหภูมิ 100° C ใช้เวลาอบนาน 1 ชั่วโมง	ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
2. พัฒนาถุงพลาสติกสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์โดยเน้นการถนอมอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา	ได้ถุงบรรจุภัณฑ์ ที่สามารถถนอมอาหารได้นาน 30 วันโดยคงคุณภาพส้มแผ่นทั้งทางด้านสี รสชาด และเนื้อสัมผัส	ถุงบรรจุภัณฑ์ ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
3. จัดทำกล่องบรรจุภัณฑ์ ให้เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป ให้มีคุณภาพและมีมูลค่าสูงขึ้น	ได้กล่องบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามสามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	กล่องบรรจุภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
4. ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้เตาเศรษฐกิจ เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน และลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง	ได้ความรู้เกี่ยวกับการลดการสูญเสียพลังงาน	ลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง
5. จัดตั้งศูนย์เรียนรู้การทำส้มแผ่น	ได้เรียนรู้การทำส้มแผ่น	มีศูนย์เรียนรู้การทำส้มแผ่น

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากผลิตภัณฑ์ส้มแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกษตรกรทำกันเองจากภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษในการเก็บถนอมอาหารจากทรัพยากรท้องถิ่น ต่อมามีการทำผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายโดยการรวมกลุ่มกันเองทำให้ขั้นตอนการผลิต การแปรรูป ไม่เป็นไปตามหลักวิชาว่าด้วยเทคโนโลยีการผลิต แต่เมื่อเกษตรกรผู้ผลิตเกิดความเข้าใจและมีความรู้ในเรื่องของสุขลักษณะที่ถูกต้องของการผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายมากขึ้นก็สามารถปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานชุมชนที่กำหนดไว้

2. เกษตรกร ควรจะมีการหาตลาดที่มีกำลังซื้อสูงขึ้น เช่น วางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า ตลาดหรือร้านค้าของโครงการในพระราชดำริ ซึ่งจะทำให้จำหน่ายได้ราคาดีขึ้นกว่าเดิม

3. เกษตรกรควรจะดำเนินการขอการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคซึ่งจะทำให้สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้นทำให้เกษตรกรมีรายได้และอาชีพที่มั่นคง

4. เกษตรกรอาจมีการแปรรูปส้มแผ่นที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น มะม่วงหยีสามรสหรือมะม่วงคลุกบ๊วยเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและทางเลือกให้กับผู้ผลิตอีกทางหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2541. **ทางเลือกการผลิตการเกษตรภาคเหนือตอนล่าง** .สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . หน้า 109-110

กรมวิชาการเกษตร. 2546 . **พื้นที่เพาะปลูก แหล่งผลิตผลไม้ ผัก ไม้ดอก ไม้ประดับชนิดที่มีจำหน่ายต่างประเทศมาก.** กรมส่งเสริมพืชพันธุ์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 65 น.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. **หลักการบรรจุ.** ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 169 น.

จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ. 2543 **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. โรงพิมพ์เก็กซ์แอนด์พับลิเคชั่น. 70-324 น.

จิราภรณ์ สอดจิตร์. 2545. **การแปรรูปทางอุตสาหกรรมเกษตร 1**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 154-206 น.

ดาวัลย์ ฉิมภู่ และคณะ.2547. **การพัฒนาผลิตภุณฑ์พื้นบ้านเพื่อการอุตสาหกรรม**

ดาวัลย์ ฉิมภู่ และคณะ. **การพัฒนาโรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์ในการทำส้มแผ่น.** 2548

ดาวัลย์ ฉิมภู่ และคณะ. **การพัฒนาและผลิตเตาเศรษฐกิจเพื่อลดการสูญเสียพลังงาน.** 2548

นิรนาม . 2540 . **เกษตรวันนี้** 9(108) . 42-46 น.

นิรนาม . 2540 . **เกษตรวันนี้** 17(73) . 30-33 น.

นิรนาม . 2540 **เส้นทางทำมาหากิน** (23) . 77-79 น.

น้ำเต้า และคณะ **เส้นทางทำมาหากิน** 2540

บุญส่ง แสงอ่อน. **ปฏิบัติการจุลชีววิทยา เอกสารประกอบการเรียน รายวิชา จุลชีววิทยาผลิตภัณฑ์เกษตร**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.75 น.

บุษกร อุตรภิชาติ2545**จุลชีววิทยาทางอาหาร**ภาควิชาชีววิทยา.คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิน.

ปราณี บุตรน้ำเพ็ชร์.2545. **เทคโนโลยีชาวบ้าน** 14(286) . 64-70 น.

ปุ่นและสมพร คงเจริญเกียรติ . 2551 . **บรรจุภัณฑ์อาหาร** . บริษัทโรงพิมพ์หยี่เฮง จำกัด . พิมพ์ครั้งที่ 1 . 12-13 น.

พันธ์ณรงค์ จันทร์แสงสีและคณะ . 2542. **เอกสารประกอบการเรียนปฏิบัติการ รายวิชา เคมีผลิตภัณฑ์เกษตร**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร . 45 น.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ . 2547 . **เครื่องอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์** . 1-7 น.

มยุรี กลิ่นฉาย. 2545 .**เทคโนโลยีชาวบ้าน** 14(286) . 64-70 น.

มยุรี ภาคลำเจียก **คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการบรรจุหีบห่อ** : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. กรุงเทพ2533

มณีรัตน์ เข็มขาว. 2547. **การผลิตมะม่วงชิ้นในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋องจากมะม่วงน้ำดอกไม้.** 33-42 น.

ประมาณ เทพสงเคราะห์ 2540. **การสร้างเตาเผาเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลโตนด ในอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา** JRCTAF ISSN 0028-0011 Vol29No.1

พาวิน มะโนมัย จีรนันท์ เสนานาญ 2553 **เทคนิคการขยายพันธุ์พืช** สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วราวุฒิ ครูส่ง. 2530.**จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร.**สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.117-129 น.

วัฒนา วิริวุฒิกร. 2541. **อาหาร** 3(28). 220-223 น.

วัฒนาพงษ์ รักษ์วิเชียรและคณะ . 2535 **ข้อมูลการใช้พลังงานเชิงความร้อนในอุตสาหกรรมอบแห้งในเขตภาคเหนือตอนล่าง** . รายงานการวิจัย. 28-42

วัฒนาพงษ์ รักษ์วิเชียรและคณะ.2531-2534 **การพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดอุตสาหกรรม.**ภาควิชาฟิสิกข์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.319 น.

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

วิไล รังสาดทอง . 2546. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร** . ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. พิมพ์ครั้งที่ 3 . 51-298 น.

วิสิฐ จะวะสิต . 2537. **อุตสาหกรรมเกษตร** 5(1) . หจก.พันนี พับลิชชิ่ง . 25-30 น.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2530. **จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 117-129 น.

มนู โป้สมบูรณ์ . 2545. **เทคนิคการขยายพันธุ์มะม่วง** 14(286) . 55-64 น.

สุวรรณา จินากลึง. 2545 . **เทคโนโลยีชาวบ้าน** 14(286) . 64-70 น.

สุมาลี เหลืองสกุล.2541 **จุลชีววิทยาอาหาร**พิมพ์ครั้งที่ 4ชัยเจริญ กทม.10110.

สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์ **เตาเศรษฐกิจขนาดใหญ่** ส่งเสริมการเกษตร Vol 1. 28-31 2518.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์ . 2532 . **แก่นเกษตร** 17(5) . โรงพิมพ์ออฟเซ็ทขอนแก่น . 307-312 น.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2529. **การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหาร.** คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี.พิมพ์ครั้งที่ 3. 217 น.

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 2530 **รายงานสัมมนาเรื่อง การบรรจุหีบห่อด้วยฟิล์มพลาสติก** วันที่ 16 – 17 กันยายน 2530 หน้า 5–24 197-211. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.

Bakker M. 1986 **The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology** p.308-315 320-325 329-335 . John Wiley & Sons Inc. : New York.

Bruins P.F. 1974 **Packaging with plastics** p.1-24 125-135 137-139. Gorden and Breach Science Publisher Inc.

B.T.T (THAILAND) **OXYGEN ABSORBER** p.7-8. International Trade centre. Undated **Export Packaging Note No . 16**Technical notes on the use of plastic films in packaging.

UNCTAD/GATTGeneva.

D.Arthey and P.R.Ashurst .1998. **FRUIT PROCESSING**. 190-191

Land D.B. 1973. **Effects of heat processing**. Food Technol. 27: 16-18

Mahadeviah M. R.V. Gowramma W.E. Eipeson A.M. Nanjundaswamy and L V.L Sastry. 1975. **Studies on the internal corrosion of tinplate with mango**. Indian Food packer 29(1): 5-12

Nanjundaswamy A.M. S. Saroja and S. Ranganna. 1973. **Determination of Thermal process for canned mango products**. Indian Food Packer 27(6): 5-13

Norman N.Potter Joseph H.Hotchkiss. 1998. **Food Science**. 200-208

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 ใส่ลงในกระบอกแก้วสำหรับใส่ตัวอย่างของเครื่องวาง บนที่วางแล้วกด 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

การชั่งเตรียมตัวอย่าง

1.1 การเตรียมตัวอย่างต้องละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น โดยต้องระวังอย่าให้มีฟองอากาศ

- ของแห้งต้องบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 และเก็บในภาชนะบรรจุที่ป้องกันความชื้น
- เนียร์ เขย่าไล่ก๊าซที่อุณหภูมิห้องและอาจกรองถ้าจำเป็น
- นม เทให้เข้ากันไปมาอย่างช้าๆ หรือคนค่อยๆเพื่อป้องกันการเกิดฟอง
- อาหารสด บดด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูงและบดซ้ำจนเป็นเนื้อเดียวกัน หากยังไม่วิเคราะห์ให้เก็บที่ 0-10 °C เมื่อนำมาวิเคราะห์ต้องรอให้ตัวอย่างนิ่มก่อน
- ไขมัน ต้องอุ่นให้เป็นของเหลวก่อน ถ้าขุ่นให้กรองขณะร้อนและเก็บกันแสงเพื่อป้องกันการหืน
- เนยและมาร์การีน ละลายในขวดฝาเกลียวที่อุณหภูมิน้ำ 35 °C ค่อยๆเขย่าไปมาให้ผสมกันทั่วถึง
- ชอคโกแลต แช่เย็นจนแข็งแล้วบดหรือละลายในขวดฝาเกลียวที่อุณหภูมิน้ำ 50 °C คนเบาๆให้เข้ากัน
- ขนมปัง ตัดหรือป่นเป็นแผ่นบางๆ วางไว้บนกระดาษแผ่นเรียบ ผึ่งลมที่ 35-40 °C จนขนมปังแห้งกรอบนำไปบด

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 ต้มให้เดือดบนตะแกียงบุนเซน ไตเตทกับสารละลายตัวอย่างจนสี

น้ำเงินเริ่มจางลง 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

หมายเหตุ 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. การสกัดเบื้องต้น (Pre-extraction) 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.<u>การสกัดไขมัน (Extraction)</u>

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 cher อบด้วยสกัดที่ 100 °C จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 1.5-2 ช.ม.) ทิ้งให้เย็นใน desiccator และชั่งน้ำหนัก (W_2)

การคำนวณ

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

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 (ในกรณีเป็นตัวอย่างแห้งทำให้ตัวอย่างเปียกก่อนนำไประเหยโดยค่อยๆฉีดน้ำกลั่นลงบนตัวอย่างและใช้แท่งแก้วคนให้ตัวอย่างกระจายสม่ำเสมอทั่วภาชนะ) 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

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

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

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

คำนวณจากสูตร $\frac{\text{N base x ml x meq .Wt ของกรดซิตริค x 100}}{\text{ml ของน้ำคั้นที่ใช้}}$

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 *Escherichia 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 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °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 หมูบด เจือจางถึงระดับ 10^{-4}

   อาหารเหลว : กรณีนมพาสเจอร์ไรส์ เจือจางถึง 10^{-2}

3. เลือกระดับความเจือจาง 3 ระดับสุดท้าย มาใช้ในการวิเคราะห์จำนวน total viable plate count

4. การตรวจวิคราะห์จำนวน total viable plate count ดำเนินการดังนี้

4.1 pour plate technique มีขั้นตอนดังนี้

(1) ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจางสูงสุดใส่ลงในจานเพาะ เชื้อ 2 จานๆละ 1 มิลลิลิตร จากนั้นเปลี่ยนปิเปตแล้วดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่ำกว่าอีก 2 ระดับความเจือจางตามลำดับ (เปลี่ยนปิเปตทุกระดับความเจือจาง)

(2) จากนั้นเทอาหารวุ้น PCA อุณหภูมิ 44-46 °C ลงในจานเพาะเชื้อปราศจากเชื้อจานละ 12-15 ml หมุนจานเพาะเชื้อไป-มา (ซ้าย-ขวา) เท่าๆกัน 2-3 รอบ รอให้วุ้นแข็งตัวประมาณ 15 นาที นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 32 °C โดยการกลับจานเพาะเชื้อนาน 24-48 ชั่วโมง ครบเวลานับจำนวนจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อโดยเลือกนับเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 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

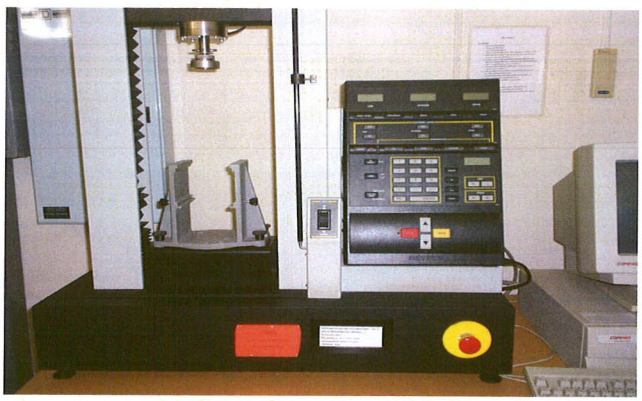
การตรวจวิเคราะห์เชื้อราและยีสต์

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. เลือกโคโลนีเชื้อรา และทำ point inoculation ลงบนอาหาร PDA บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ25 °Cนาน 3-5 วัน
8. เลือกโคโลนีเชื้อยีสต์ จากนั้นทำ Cross streak ลงบนอาหาร PDA บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 °C นาน 3-5 วัน

ภาคผนวก ง

เครื่องวัดค่าสี

เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ



เครื่องวัดเนื้อสัมผัส

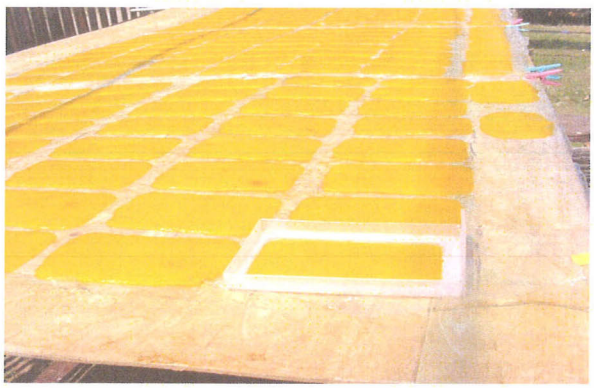
เครื่องปั่นเนื้อมะม่วง

เตากวนมะม่วงแบบเก่า

เตาเศรษฐกิจ

มะม่วงที่กวนแล้ว

การตากมะม่วงแบบดั้งเดิม



การตากมะม่วงแบบใหม่

โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

ภาคผนวก จ
สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ และวิธีการเตรียม

สูตรอาหารเหล่านี้ผสมน้ำกลั่น 1 ลิตร นึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 $^{\circ}$ C เป็นเวลา 15 นาที ยกเว้นอาหารบางสูตรจะระบุไว้อาหารทุกชนิดเมื่อเตรียมเสร็จแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาใช้ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์

1. Nutrient medium

Peptone	5.0	กรัม
Beef extract	3.0	กรัม
pH	7.0	

เมื่อจะเตรียม nutrient agar (NA) เติมวุ้น 15 กรัม ลงในอาหาร nutrient medium

2. MRS agar

Peptone	10.0	กรัม
Meat extract	10.0	กรัม
Yeast extract	5.0	กรัม
Glucose	20.0	กรัม
Tween 80	1.0	กรัม
Dipotassium hydrogen phosphate	1.0	กรัม
Sodium acetate	5.0	กรัม
Triammonium citrate	0.05	กรัม
Manganese sulfatehydrate	0.05	กรัม
Agar	15.0	กรัม

วิธีการเตรียม

ละลายส่วนผสมด้วยน้ำกลั่น ต้มจนวุ้นละลาย ปรับ pH เป็น 6.2 ปรับปริมาตรเป็น 6.0 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (ศิริโฉม ทุ่งเกล้า 2543.151-152)

3. Peptone water (0.1 %)

Peptone	1.0	กรัม
น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

วิธีการเตรียม

ละลาย peptone ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ปรับ pH เป็น 7.1 นึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave ที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

4. Plate count agar (PCA)

Tryptone	5.0	กรัม
Yest extract	2.5	กรัม
D-glucose	1.0	กรัม
Agar	15	กรัม

วิธีการเตรียม

ละลายส่วนผสมด้วยน้ำกลั่น ต้มจนวุ้นละลาย ปรับ pH เป็น 7.0 ปรับปริมาตรเป็น 1.0 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

5. Rose-bengol agar

Peptone	10.0	กรัม
Dextrose	5.0	กรัม
KH2PO4	0.5	กรัม
Rose-bengol	0.13	กรัม
Agar	15.0	กรัม

วิธีการเตรียม

ก่อนการนึ่งฆ่าเชื้อ นำส่วนผสมทั้งหมดมาละลายเข้าด้วยกันและนึ่งฆ่าเชื้อโดยความร้อน121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีด้วยความดัน 15 ปอนด์ ทิ้งไว้ให้เย็นอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ก่อน จึงเติม 1% streptomycin 0.03 ml/100ml

6. Laurly sulfate tryptose (LST)

Trytose	20.0	กรัม
Lactose	5.0	กรัม
Sodium lauryl sulfate	0.1	กรัม
Di-potassium hydrogen phosphate	2.75	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีการเตรียม

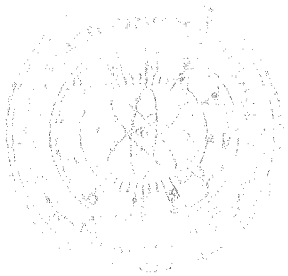
ก่อนการนึ่งฆ่าเชื้อ นำส่วนผสมทั้งหมดมาละลายเข้าด้วยกันและนึ่งฆ่าเชื้อโดยความร้อน121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีด้วยความดัน 15 ปอนด์

7. **Brilliant green lactose bileciote**

Peptone	10.0	กรัม
Lactose	10.0	กรัม
Oxgall	20.0	กรัม
Brilliant green	0.0133	กรัม
น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

วิธีการเตรียม

ก่อนการนึ่งฆ่าเชื้อ นำส่วนผสมทั้งหมดมาละลายเข้าด้วยกันบรรจุหลอดก้าซอาหารในลักษณะคว่ำ และนึ่งฆ่าเชื้อโดยความร้อน121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีด้วยความดัน 15 ปอนด์ หลังการนึ่งฆ่าเชื้ออาหารควรมีค่า pH ประมาณ 7



ภาคผนวก ฉ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของส้มแผ่น

คำชี้แจง

1. ผลิตภัณฑ์ที่ท่านจะได้ชิมวันนี้ คือ ส้มแผ่นให้ชิมจากซ้ายไปขวา ตามลำดับจนครบ ระหว่างชิมให้บ้วนปากด้วยน้ำ ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ (ถูก) ตามช่องที่ได้กำหนดไว้ให้ตรงกับความรู้สึกท่านมากที่สุด ดังนี้

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

คุณลักษณะของส้มแผ่น	ระดับความชอบ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
รหัส (code) ผลิตภัณฑ์									
สี									
ความหวาน									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
การยอมรับรวม									

ข้อเสนอแนะ