PDF/07/2543 ผศ.ดร. อนุวัตร แจ้งชัด

รายงายวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาการแพร่ของสารกันเสียในกลูโคแมนแนนฟิล์ม

ผศ.ดร.อนุวัตร แจ้งชัด

ธันวาคม 2544

รายงายวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาการแพร่ของสารกันเสียในกลูโคแมนแนนฟิล์ม

ผศ.ดร.อนุวัตร แจ้งชัด

- 5 มิ.ย. 2
วันที่.....
00032
เลขทะเบียน.....
PDF
43
เลขเรียกหนังสือ.....
Ccc7

ธันวาคม 2544

โครงการกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ชั้น อาคาร เอส เอ็ม เอ็น ทาวเวอร์
เลขที่ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทร. 298-0455 โทรสาร 298-0476
Home page : http://www.trf.or.th
E-mail : trf-info@trf.or.th

ห้องสมุด

สัญญาเลขที่ PDF/07/2543

รายงายวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาการแพร่ของสารกันเสียในกลูโคแมนแนนฟิล์ม

ผศ.ดร.อนุวัตร แจ้งชัด ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : PDF-07-2543

ชื่อโครงการ : โครงการ การศึกษาการแพร่ของสารกันเสียในกลูโคแมนแนนฟิล์ม

Investigator : รศ.วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักวิจัย : ผศ.ดร.อนุวัตร แจ้งชัด

Email address : anuvat.j@ku.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 กค.42 – 30 มิย.43

วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยบางประการต่อการแพร่ของสารกันเสียในฟิล์มจากแป้งบุก และเพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากฟิล์มในอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate food) การทดลองเริ่มจากการขึ้นฟิล์มจากแป้งบุกที่สภาวะการขึ้นรูปต่างกัน ได้แก่ ความเข้มข้นของแป้งบุก ชนิดและความเข้มข้นของพลาสติไซเซอร์ แล้วทดสอบคุณสมบัติของฟิล์มทางด้านคุณสมบัติเชิงกล และคุณสมบัติการซึมผ่าน เลือกฟิล์มที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีที่สุดมาศึกษาเกี่ยวกับการแพร่ของสารกันเสียต่อโดยศึกษาความเข้มข้นของสารกันเสีย (กรดซอร์บิก) ในฟิล์ม ความหนาของแผ่นฟิล์มและสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ หลังจากนั้นนำฟิล์มที่มีสารกันเสียผสมอยู่ไปทดสอบการใช้งานในผลิตภัณฑ์ทุเรียนกวน จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของแป้งบุก พลาสติไซเซอร์ และระดับของพลาสติไซเซอร์มีผลต่อการต้านทานแรงดึง การยืดตัว ความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซออกซิเจน ($P\leq0.05$) แผ่นฟิล์มที่มีความเข้มข้นของแป้งบุกร้อยละ 1.0 โดยมวลต่อปริมาตร และกลีเซอรอลร้อยละ 30 (ของนน.แป้งบุก) เป็นแผ่นฟิล์มที่ถูกคัดเลือกมาศึกษาต่อ โดยฟิล์มดังกล่าวมีคุณสมบัติ คือ มีค่าการต้านทานแรงดึง 7.85 N/mm^2 การยืดตัวร้อยละ 79.67 ความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำ 15.50 $g.mm/m^2.day.kPa$ และความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน 11.40 $cm^3.\mu m/m^2.day.kPa$ เมื่อนำไปศึกษาเรื่องการแพร่ของกรดซอร์บิกออกจากฟิล์ม พบว่าความเข้มข้นของกรดซอร์บิกในฟิล์ม ($P\leq0.05$) ความหนาของแผ่นฟิล์มและสภาวะความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการแพร่ของกรดซอร์บิกออกจากฟิล์ม โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิกที่ต่ำที่สุดจากแผ่นฟิล์มที่ผสมกรดซอร์บิกร้อยละ 10 ของนน.แป้งบุก (ความหนา 0.04 mm) มีค่า $0.060*10^{-12}$ m^2/s และ $0.3133*10^{-12}$ m^2/s ที่สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 และ 100 ตามลำดับ เมื่อนำฟิล์มชนิดนี้ไปประยุกต์ใช้กับทุเรียนกวน พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนกวนที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ซึ่งนานกว่าการเก็บรักษาด้วยฟิล์มโพลีโพรพีลีนตามปกติ จากการทดสอบการยอมรับของฟิล์มกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายช่วงอายุ 15-35 ปี จำนวน 200 คน พบว่าผู้บริโภคเห็นด้วยกับการนำฟิล์มจากแป้งบุกที่ผสมสารกันเสียมาใช้ประโยชน์ในการยืดอายุการเก็บรักษาของทุเรียนกวน กล้วยกวน สับปะรดกวน และกะละแมร้อยละ 87.0 และผู้บริโภคยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ทุเรียนกวน กล้วยกวน สับปะรดกวน และกะละแมที่ห่อด้วยฟิล์มจากแป้งบุกที่ผสมสารกันเสียคิดเป็นร้อยละ 88.5

คำหลัก : กลูโคแมนแนน การแพร่ กรดซอร์บิก สารกันเสีย ทุเรียนกวน ฟิล์ม แป้งบุก

Abstract

Project Code : PDF-07-2543

Project Title : Study of Antimicrobial Diffusion in Glucomannan Film

Investigator : Vichai Haruthaitanasan, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University

Researcher: Anuvat Jangchud

Email address : Anuvat.j@ku.ac.th

Project Period : July 1, 2000 – June 30, 2001

The objectives of this study were to determine the effect of some factors on the glucomannan film's properties and to study the application of film incorporated with antimicrobial agent on durian paste. Films were cast at different conditions. Film's properties were then determined and selected for further study on antimicrobial diffusivity. The application of film was studied on durian paste to prolong shelflife by using film incorporated with sorbic acid. The study showed that konjac flour concentration, plasticizer type, and plasticizer concentration affected tensile strength, elongation, water vapor permeability and oxygen permeability of glucomannan film significantly ($P \leq 0.05$). Film prepared from 1% (w/v) konjac flour and 30% glycerol (w/weight of konjac flour) was selected to further study. Tensile strength, elongation, water vapor permeability and oxygen permeability of this film are 7.85 N/mm^2, 79.67%, 15.50 $g.mm/m^2.day.kPa$ and 11.40 $cm^3.\mu m/m^2.day.kPa$, respectively. The study of sorbic acid diffusivity showed that sorbic acid concentration, film thickness and relative humidity affected the sorbic acid diffusivity significantly ($P \leq 0.05$). The lowest sorbic acid diffusivity of film incorporated with 10% sorbic acid (w/weight of konjac flour) was 0.060×10^{-12} and 0.3133×10^{-12} m^2/s at 65 and 100 % of relative humidity, respectively. Film's application was studied on durian paste and result showed that shelflife of durian paste using glucomannan film incorporated with 10% sorbic acid (w/weight of konjac flour) and polypropylene was 10 weeks at the room temperature which was longer than that of durian paste using only polypropylene as packaging. Consumer test on using glucomannan film as wrapping package by sampling of 200 consumers between 16 to 35 years showed that 87.00% of consumer approved on its application for durian paste, banana paste, pineapple paste, and karamae (Thai dessert). 88.50% of consumer accepted durian paste, banana paste, pineapple paste, and karamae wrapped by glucomannan film incorporated with sorbic acid 10% (w/weight of konjac flour).

Keywords: Glucomannan, film, sorbic acid, diffusivity, durian paste, intermediate

คำนำ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟิล์มบริโภคได้จากแป้งบุกเป็นแนวทางในการลดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมโดยสามารถบริโภคและย่อยสลายทางชีวภาพ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์แป้งบุก องค์ประกอบส่วนใหญ่ที่พบในแป้งบุกคือ กลูโคแมนแนน (glucomannan) (Tye, 1991) ซึ่งสารกลูโคแมนแนนเป็นสารจำพวกโพลีแซคคาไรด์โมเลกุลใหญ่ (Utra-high molecular polysaccharide) ประกอบด้วยน้ำตาล 2 ชนิด คือ น้ำตาลดี-กลูโคส (D-glucose) และ น้ำตาลดี-แมนโนส (D-mannose) ประมาณ 1:1.6 และโมเลกุลในน้ำหนักมากกว่า 1,000,000 เมื่อนำมาผสมกับน้ำในเวลา 5-6 ชั่วโมง จะสามารถพองและขยายตัวได้ถึง 200 เท่าของปริมาตรเดิม โดยปกติสามารถละลายในน้ำได้แต่ถ้าอยู่ในสภาพด่างจะดกตะกอน (จรัล, 2537) แป้งบุกจะมีสมบัติหลาย ๆ ด้านด้วยกัน เช่น เป็นสารให้ความหนืดสามารถเกิดเจลได้ หรือใช้เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) หรือสารอิมัลชั่น (emulsion) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการเลือกใช้และลักษณะของผลิตภัณฑ์ สมบัติบางประการที่น่าสนใจ เช่น เป็นสารให้ความหนืดสามารถเกิดเจลได้ หรือใช้เป็นสารให้ความคงตัว (Stabilizer) หรือ สารอิมัลชัน (emulsion) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการเลือกใช้และลักษณะของผลิตภัณฑ์ แป้งบุกได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับแป้ง หรือใช้ร่วมกับกัมชนิดอื่นๆ และสารให้ความคงตัว (stabilizer) เพื่อเพิ่มความหนืดของผลิตภัณฑ์โดยไม่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่นรส แป้งบุกยังส่งผลให้ความหนืดของแป้งหรือไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ร่วมด้วยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก และรักษาค่าความหนืดของระบบให้คงที่ทั้งในกระบวนการให้ความร้อนและการทำให้เย็น เช่น การใช้แป้งบุกร่วมกับ modified waxy maize starch หรือใช้แป้งบุกร่วมกับแป้งข้าวโพด (corn starch) เป็นต้น (อดิศักดิ์, 2538) เมื่อสารละลายแป้งบุกเกิดการสูญเสียน้ำหรือนำไปทำแห้ง จะได้ฟิล์มที่มีลักษณะเหนียว (tough film) ซึ่งฟิล์มที่เกิดขึ้นนี้มีเสถียรภาพทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น หรือในระบบที่เป็นกรดและด่างได้ดี และฟิล์มจะมีความคงตัวสูงแม้จะนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลาหลายชั่วโมงก็ตาม ฟิล์มจากแป้งบุกจะมีลักษณะอ่อน (suppleness) และสามารถทำได้ทั้งฟิล์มในลักษณะโปร่งใส โปร่งแสง และทึบแสง การเพิ่มปริมาณของสาร humectant เช่น กลีเซอรีน มีผลทำให้ค่า film strength ลดลง แต่กลับมีผลทำให้ค่าลักษณะอ่อนของฟิล์มเพิ่มขึ้น การแพร่ผ่านของน้ำ (water permeability) ในฟิล์มชนิดนี้ขึ้นกับสารที่เติมลงไปว่าจะเป็นแบบ hydrophilic หรือ hydrophobic material โดยอัตราการแพร่ผ่านของน้ำในฟิล์มจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ hydrophilic substance เช่น กลีเซอรีน และจะมีอัตราการแพร่ผ่านของน้ำในฟิล์มจะลดลงเมื่อใช้ hydrophobic substance เช่น น้ำมันข้าวโพด (Tye, 1991)

ฟิล์มจากแป้งบุก (หรือเรียกว่า กลูโคแมนแนนฟิล์ม) สามารถประยุกต์ให้เป็น active packaging ทำหน้าที่เป็นตัวรักษาความเข้มข้นของสารกันเสียที่ผิวหน้าของอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food) โดยใช้คุณสมบัติการแพร่ของฟิล์มเป็นตัวควบคุมการแพร่ ทั่วไปแล้วในอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food) จะใช้สารกันเสียเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แต่ปัญหาที่พบคือความเข้มข้นของสารกันเสียที่ผิวหน้าจะลดลงอย่างรวดเร็วทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ ผลที่ตามมา คือ ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บที่สั้นแม้ว่าจะมีสารกันเสียแล้วก็ตามลงไป Jangchud (1997) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลและรายงานเกี่ยวกับ active

packaging ไว้ว่าการศึกษาเกี่ยวกับฟิล์มที่รับประทานได้และมีคุณสมบัติทางด้านป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ ฟิล์มดังกล่าวสามารถปรับปรุงเสถียรภาพของผิวหน้าอาหารต่อจุลินทรีย์ โดยฟิล์มที่รับประทานได้ (edible film) เหล่านั้นมีสารกันเสีย (antimicrobial)อยู่ภายในฟิล์ม เช่น กรดซอร์บิก หรือเกลือซอร์เบท (sorbic acid / sorbate salt) ซึ่งเป็นสารกันเสียซึ่งมักใช้ในการเก็บรักษาอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food) นอกจากนี้ Torres และคณะได้พัฒนารูปแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับอธิบายและทำนายการแพร่ของกรดซอร์บิก (sorbic acid) โดยที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวพัฒนาจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์คงที่ และรูปแบบทางคณิตศาสตร์นี้สามารถใช้ทำนายอัตราการแพร่ของกรดซอร์บิกได้

ในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติบางประการของฟิล์มจากแป้งบุก (กลูโคแมนแนนฟิล์ม), ศึกษาการแพร่ของสารกันเสียในฟิล์มจากแป้งบุก และทำการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความชื้นปานกลางโดยใช้ฟิล์มจากแป้งบุกเป็นภาชนะบรรจุเพื่อทดสอบดูประสิทธิภาพของฟิล์มในสภาวะจริง วัตถุประสงค์ของการทดลองคือ เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยบางประการต่อคุณสมบัติของฟิล์ม เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยบางประการต่อการแพร่ของสารกันเสียในฟิล์ม และเพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากฟิล์มจากแป้งบุกในอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate food)

วิธีการทดลอง

วัตถุดิบ และสารเคมี

แป้งบุก จากบริษัทสหชลผลพืช จำกัด (เดือนพฤษภาคม 2542) โดยที่ความหนืดของแป้งบุกเป็น 1,880 cp ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.00 โดยน้ำ กลีเซอรีน (glycerin) ซอร์บิทอล (sorbitol) โพลีเอทีลีนไกลคอล (polyethyleneglycol) คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส(carboxymethylcellulose) กรดซอร์บิก (sorbic acid) กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) เกรดที่ใช้ในอาหาร (food grade) จากบริษัท Merck ประเทศเยอรมัน

วิธีการ

1. ศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของแป้งบุก ชนิดและปริมาณของพลาสติไซเซอร์ต่อคุณสมบัติทางกลและคุณสมบัติการซึมผ่านของฟิล์มจากแป้งบุก

เตรียมฟิล์มกลูโคแมนแนนจากสารละลายที่เตรียมจากแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.5 หรือ 1.0 โดยมวลต่อปริมาตร ละลายโดยใช้น้ำกลั่น กวนด้วยแท่งแม่เหล็ก 1 ชั่วโมง กรองเอาส่วนละลายใส เติมพลาสติไซเซอร์ชนิดและความเข้มข้นที่ต้องการศึกษาและกวนต่อ 20 นาที จากนั้นนำสารละลายมา 250 มล.ขึ้นรูปบนถาดเมลามีนขนาด 10*15 นิ้ว นำไปให้ความร้อนในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยวางบนแท่นปรับระดับเพื่อควบคุมความหนาของฟิล์ม ประมาณ 22+2 ชั่วโมง ลอกแผ่นฟิล์มออกและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 27+2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65+2

อย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนที่จะนำมาทดสอบคุณสมบัติ การทดลองวางแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) และจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2*4*2 โดยปัจจัยที่ศึกษา คือ ความเข้มข้นของกลูโคแมนแนน (ร้อยละ 0.5 และ 1.0 โดยมวลต่อปริมาตร) ชนิดของพลาสติไซเซอร์ (กลีเซอรอล ซอร์บิทอล โพลีเอทีลีนไกลคอล และคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส) และระดับความเข้มข้นของ พลาสติไซเซอร์ (ร้อยละ 10 และ 30 ของน้ำหนักแป้งบุก) ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 16 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ฟิล์มที่ได้นำมาทดสอบคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คุณสมบัติทางกลของแผ่นฟิล์ม: ความหนาโดยใช้เครื่องวัดความหนา Testing Machine และ การต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัวโดยใช้เครื่อง Testometric Micro 350 ตามมาตรฐาน TAPPI T494 om-88 (TAPPI, 1988) การซึมผ่านของแผ่นฟิล์ม: การส่งผ่านไอน้ำของแผ่นฟิล์มตามมาตรฐาน ASTM E96-80 (ASTM,1980) การส่งผ่านก๊าซของแผ่นฟิล์มตามมาตรฐาน ASTM D3985-81 (ASTM, 1981)

2. ศึกษาอิทธิพลของของความเข้มข้นของกรดซอร์บิก ความหนาของแผ่นฟิล์ม และสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ต่อสัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิกออกจากฟิล์มจากแป้งบุก

คัดเลือกสิ่งทดลองที่มีคุณสมบัติทางกล คุณสมบัติการต้านทานการส่งผ่านไอน้ำและก๊าซที่ดีที่สุดจากการทดลองในข้อ 1 การเตรียมฟิล์มทำเหมือนที่กล่าวไว้ในข้อ 1 แต่ให้เติมโปแตสเซียมซอร์เบทลงไปหลังจากกวนสารละลายฟิล์มที่เติมพลาสติไซเซอร์ไป 20 นาทีแล้ว (โปแตสเซียมซอร์เบท 1.34 กรัม เทียบเท่ากับกรดซอร์บิก 1.00 กรัม) และทำการกวนด้วยแท่งแม่เหล็กต่อไปอีก 20 นาที การทดลองวางแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) และจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล 3*3 ปัจจัยที่ศึกษา คือ ระดับความเข้มข้นของกรดซอร์บิก 3 ระดับ คือ ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้งบุก ความหนา 3 ระดับ คือ 0.04 0.07 และ 0.10 มิลลิเมตร การเพิ่มความหนาทำได้โดยการเพิ่มปริมาตรของสารละลายฟิล์ม ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 9 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำฟิล์มที่ได้ไปทดสอบอัตราการแพร่ของวัตถุกันเสียตามวิธีดัดแปลงจาก Redl และคณะ (1996) ที่สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 65 และ 100 คัดเลือกสิ่งทดลองที่มีคุณสมบัติของการแพร่ของกรดซอร์บิกออกจากฟิล์มจากแป้งบุกน้อยที่สุด

3. ศึกษาการใช้ประโยชน์ฟิล์มจากแป้งบุกในอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food)

ใช้ทุเรียนกวนเป็นอาหารจำลองในการศึกษาเนื่องจากทุเรียนกวนมีค่า water activity (a_w) อยู่ในช่วงที่เป็นอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food) ตัวอย่างเตรียมโดยนำเนื้อทุเรียนบดพันธุ์หมอนทองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส มาทำให้ละลายแล้วนำไปกวนในกะทะเหล็กหล่อ เติมน้ำตาลทรายขาวร้อยละ 10 ของน้ำหนักเนื้อทุเรียนบด ใช้พายกวนตลอดเวลา เพื่อให้เนื้อทุเรียนกวนผสมเข้ากันดี ป้องกันทุเรียนกวนไหม้โดยใช้ไฟอ่อนๆ กวนจนทุเรียนมีลักษณะเหนียว ผิวเป็นมันไม่ติดกะทะและพาย มีสีเหลืองปนน้ำตาล นำทุเรียนกวนที่เย็น

แล้วมาปั้นเป็นแท่งกลมยาวประมาณ 20 เซนติเมตรเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร ทำการห่อด้วยฟิล์มที่สภาวะต่างๆด้วยเทคนิคปราศจากเชื้อ (Aseptic technic) ดังต่อไปนี้

1. ทุเรียนกวนที่ห่อด้วยพลาสติกโพลีโพรพีลีน (PP)
2. ทุเรียนกวนที่ห่อด้วยฟิล์มจากแป้งบุกและห่อด้วยพลาสติกโพลีโพรพีลีน (PP)
3. ทุเรียนกวนที่ห่อด้วยฟิล์มจากแป้งบุกที่ผสมโปแตสเซียมซอร์เบทที่คัดเลือกจากการทดลองที่ 2 และห่อด้วยพลาสติกโพลีโพรพีลีน (PP)
4. ทุเรียนกวนที่ผสมโปแตสเซียมซอร์เบทโดยให้ความเข้มข้นทั้งหมดของโปแตสเซียมซอร์เบทมีค่าเท่ากับความเข้มข้นทั้งหมดของโปแตสเซียมซอร์เบทของฟิล์มที่ใช้ห่อทุเรียนกวนในข้อ 2 และห่อด้วยพลาสติกโพลีโพรพีลีน (PP)

โดยรัดหัวและท้ายด้วยหนังยางรัด เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 และ 12 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างทั้ง 4 สิ่งทดลอง มาประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังต่อไปนี้

ประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์: ตรวจนับจำนวนเชื้อราโดยอาหารเลี้ยงเชื้อ MY30G ตามวิธีของบุรินทร์ (2534) ตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1995) ตรวจนับปริมาณเชื้อ S.*aureus* (AOAC, 1995)

ประเมินคุณภาพทางกายภาพ: วัดค่า water activity ด้วยเครื่อง Novasina วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Chromameter

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Quantiatative Descriptive Analysis (QDA) โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกผู้ทดสอบ คือ มีความสนใจมีเวลาว่างพอที่จะทำการฝึกฝน ตรงต่อเวลาและบริโภคทุเรียนกวน นำผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 10 คน มาทำการฝึกฝนด้วยวิธี QDA โดยใช้สเกลขนาดความยาว 15 เซนติเมตร ปัจจัยที่ทำการศึกษา ได้แก่ สี, กลิ่น และเนื้อสัมผัส

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อการใช้แผ่นฟิล์ม

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เมื่อใช้แผ่นฟิล์มที่ผสมสารกันเสียห่อผลิตภัณฑ์ทุเรียนกวน, กล้วยกวน, สับปะรดกวน และกะละแม กับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ซึ่งเป็นบุคคลที่มีอายุระหว่าง 16-35 ปี เนื่องจากว่าเป็นกลุ่มที่รับประทานผลิตภัณฑ์เหล่านี้มากกว่าผู้บริโภคกลุ่มอื่น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2532) จำนวน 200 คน โดยใช้แบบสอบถาม วิธี Central Location Test (CLT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. อิทธิพลของความเข้มข้นของแป้งบุก ชนิดและปริมาณของพลาสติไซเซอร์ต่อคุณสมบัติของฟิล์ม

1.1 อิทธิพลของความเข้มข้นของแป้งบุก ชนิดและปริมาณของพลาสติไซเซอร์ต่อคุณสมบัติเชิงกล

จากการศึกษาพบว่าปริมาณบุก, ชนิดและปริมาณของพลาสติไซเซอร์มีอิทธิพลต่อการต้านทานแรงดึงและค่าการยืดตัวอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสาม โดยในตารางที่ 1 แสดงถึงค่าการต้านทานแรงดึงของฟิล์มที่สภาวะต่าง ๆ เมื่อพิจารณาแยกตามชนิดของพลาสติไซเซอร์ พบว่า คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสให้ค่าการต้านทานแรงดึงมากที่สุด รองลงมาเป็นโพลีเอทีลีนไกลคอล ซอร์บิทอลและกลีเซอรีน ตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณของพลาสติไซเซอร์ในพลาสติไซเซอร์ทุกชนิดจะทำให้ค่าการต้านทานแรงดึงลดลง อาจเนื่องมาจากพลาสติไซเซอร์จะเข้าไปแทรกในโครงสร้างภายในของบุกจึงทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณพลาสติไซเซอร์ความแข็งแรงของฟิล์มจึงลดลง เมื่อความเข้มข้นของบุกสูงขึ้นจะให้ค่าการต้านทานแรงดึงมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการยึดของโมเลกุลแข็งแรงขึ้นจึงต้านทานต่อแรงดึงได้มากขึ้น

ค่าการยืดตัวของฟิล์มแยกตามชนิดของพลาสติไซเซอร์ที่ใช้ (ตารางที่ 2) พบว่าจะมีค่าตรงกันข้ามกับค่าการต้านทานแรงดึงโดยที่ฟิล์มที่ใช้กลีเซอรีนมีค่าการยืดตัวสูงสุดเมื่อเทียบกับฟิล์มที่ใช้พลาสติไซเซอร์ตัวอื่น ๆ และเมื่อเพิ่มปริมาณบุกและปริมาณพลาสติไซเซอร์พบว่าค่าการยืดตัวจะเพิ่มขึ้นในทุก ๆ พลาสติไซเซอร์ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ กมลทิพย์และอดิศักดิ์ (2543) ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกลีเซอรีนในฟิล์มจากแป้งบุก จะได้ฟิล์มที่มีค่าการต้านทานแรงดึงลดลงและค่าการยืดตัวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 การต้านทานแรงดึงขาด (N/mm^2) ของฟิล์มจากแป้งบุกที่มีความหนา 0.04 mm

ปริมาณบุก (%w/v)	กลีเซอรีน (ร้อยละของนน.บุก)		ซอร์บิทอล (ร้อยละของนน.บุก)		โพลีเอทีลีนไกลคอล (ร้อยละของนน.บุก)		คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (ร้อยละของนน.บุก)	
	10	30	10	30	10	30	10	30
0.5	6.45c	4.88d	11.30c	9.81d	14.72b	10.69d	19.26c	15.53d
1.0	9.91a	7.85b	14.03a	11.67b	15.21a	11.97c	26.91a	23.09b

[a-d] ตัวอักษรที่ต่างกันของแต่ละพลาสติไซเซอร์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่าการยืดตัว (%elongation) ของฟิล์มจากแป้งบุกที่ความหนา 0.04 mm

ปริมาณบุก (%w/v)	กลีเซอรีน (ร้อยละของนน.บุก)		ซอร์บิทอล (ร้อยละของนน.บุก)		โพลีเอทีลีนไกลคอล (ร้อยละของนน.บุก)		คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (ร้อยละของนน.บุก)	
	10	30	10	30	10	30	10	30
0.5	30.17d	48.17b	20.80d	41.50b	1.55d	5.67b	3.47d	4.80c
1.0	41.83c	79.67a	31.00c	51.91a	5.00c	10.91a	6.33b	8.47a

[a-d]ตัวอักษรที่ต่างกันของแต่ละพลาสติไซเซอร์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1.2 อิทธิพลของปัจจัยบางประการต่อคุณสมบัติการซึมผ่าน

จากการศึกษาพบว่าปริมาณบุก, ชนิดและปริมาณของพลาสติไซเซอร์มีอิทธิพลต่อความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสาม โดยตารางที่ 3 แสดงถึงความสามารถในการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มที่สภาวะต่างๆ เมื่อพิจารณาแยกตามชนิดของพลาสติไซเซอร์ พบว่า แผ่นฟิล์มที่ผสมคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสทำให้มีความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำมากที่สุด รองลงมา คือ ซอร์บิทอล กลีเซอรีน และโพลีเอทีลีนไกลคอลตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณพลาสติไซเซอร์ในพลาสติไซเซอร์ทุกชนิดค่าความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำจะสูงขึ้น และเมื่อความเข้มข้นบุกเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 4 แสดงถึงความสามารถในการซึมผ่านของออกซิเจนของฟิล์มที่สภาวะต่าง ๆ เมื่อพิจารณาเป็นกลุ่มตามชนิดของพลาสติไซเซอร์ พบว่าที่ปริมาณบุก 0.5 % กลีเซอรีนทำให้แผ่นฟิล์มมีความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนมากที่สุด (41.85 $cm^3.\mu m /m^2.day.KPa$) รองลงมา คือ ซอร์บิทอล โพลีเอทีลีนไกลคอลและ คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส ซึ่งทั้งแผ่นฟิล์มที่ผสมด้วยซอร์บิทอล โพลีเอทีลีนไกลคอลหรือ คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส จะมีค่าการซึมผ่านของออกซิเจนอยู่ระหว่าง 4.39 - 12.83 $cm^3.\mu m/m^2.day.KPa$ แต่เมื่อใช้แป้งบุก 1.0 % พบว่ามีความแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างฟิล์มที่ใช้พลาสติไซเซอร์ต่างกันโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 2.83 – 11.85 $cm^3\mu m/m^2day.KPa$

เมื่อเพิ่มปริมาณพลาสติไซเซอร์ค่าความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนก็จะสูงขึ้น การเพิ่มปริมาณพลาสติไซเซอร์แล้วส่งผลให้แผ่นฟิล์มจากแป้งบุกมีค่าความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนเพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจากการที่โมเลกุลของพลาสติไซเซอร์เข้าไปแทรกอยู่ตามโครงสร้างตาข่ายของสายกลูโคแมนแนนของแป้งบุก จึงทำให้เกิดช่องว่างมากขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนเพิ่มขึ้น (Gontard และคณะ, 1992)

ตารางที่ 3 ค่าความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor permeability: g.mm/m^2.day.K,Pa) ของฟิล์มจากแป้งบุกที่ความหนา 0.04 mm

ปริมาณบุก (%w/v)	กลีเซอรีน (ร้อยละของนน.บุก)		ซอร์บิทอล (ร้อยละของนน.บุก)		โพลีเอทีลีนไกลคอล (ร้อยละของนน.บุก)		คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (ร้อยละของนน.บุก)	
	10	30	10	30	10	30	10	30
0.5	1.23d	1.45b	1.48d	1.60c	1.18d	1.32b	5.71a	6.18a
1.0	1.37c	1.55a	1.77b	1.83a	1.24c	1.50a	6.56a	7.43ab

[a-d]ตัวอักษรที่ต่างกันของแต่ละพลาสติไซเซอร์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 ค่าความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (oxygen permeability : cm^3. µm/ m^2.day.KPa) ของฟิล์มจากแป้งบุกที่มีความหนา 0.04 mm.

ปริมาณบุก (%w/v)	กลีเซอรีน (ร้อยละของนน.บุก)		ซอร์บิทอล (ร้อยละของนน.บุก)		โพลีเอทีลีนไกลคอล (ร้อยละของนน.บุก)		คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (ร้อยละของนน.บุก)	
	10	30	10	30	10	30	10	30
0.5	17.83b	41.85a	7.39c	12.83a	4.39c	7.05a	5.00a	11.55b
1.0	2.85d	11.40c	5.25d	11.85b	4.09d	6.30b	3.85c	6.20d

[a-d]ตัวอักษรที่ต่างกันของแต่ละพลาสติไซเซอร์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของฟิล์มที่เตรียมจากแป้งบุก1.0% (w/v) และกลีเซอรีน 30% (w/w ของน้ำหนักบุก) กับฟิล์มสังเคราะห์พอลีเอธิลีน (LDPE) พบว่าฟิล์มจากแป้งบุกมีค่าต้านทานแรงดึงขาดใกล้เคียงกัน มีค่าการยืดตัวน้อยกว่าประมาณ 7 เท่า มีค่าการซึมผ่านของไอน้ำมากกว่า 20 เท่า แต่มีค่าการซึมผ่านออกซิเจนน้อยกว่าประมาณ 160 เท่า

2. อิทธิพลของความเข้มข้นของกรดซอร์บิก ความหนาของแผ่นฟิล์ม และสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ต่อสัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิกออกจากฟิล์มจากแป้งบุก

จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของกรดซอร์บิก ความหนาของแผ่นฟิล์ม และสภาวะความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่อการแพร่ของกรดซอร์บิกออกจากฟิล์มจากแป้งบุก อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งแสดงโดยค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ (Diffusion coefficient, D_f) และพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสาม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงถึงการสัมประสิทธิ์การแพร่ของวัตถุกันเสียออกจากฟิล์มจากแป้งบุก เมื่อพิจารณาแยกตามสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ พบว่าที่สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 จะให้ค่าการแพร่ช้ากว่าที่สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เนื่องจากที่สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 มีสภาพการอิ่มตัวของไอน้ำมากกว่าทำให้การเคลื่อนที่ของโมเลกุลเร็วกว่า โดยทั้ง 2 กลุ่มให้ผล

ทำนองเดียวกัน คือ ที่ความหนาเท่ากัน การแพร่จะเร็วขึ้นเมื่อความเข้มข้นของกรดซอร์บิกมากขึ้น อาจเนื่องมาจากปริมาณของกรดซอร์บิกทั้งหมดในฟิล์มมากกว่าทำให้มีการแพร่ออกมาได้มากกว่า และที่ความเข้มข้นของกรดซอร์บิกเดียวกันจะทำให้การแพร่เร็วขึ้นเมื่อเพิ่มความหนาทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมื่อเพิ่มความหนาทำให้พื้นที่ผิวที่สัมผัสกับน้ำมากขึ้นซึ่งน้ำจะเป็นตัวพาสารกันเสียออกมา ด้วยเหตุนี้จึงพบว่า ปัจจัยที่ให้การแพร่ช้าที่สุดทั้ง 2 สภาวะ คือ กรดซอร์บิกเข้มข้นร้อยละ 10 ของนน.แป้งบุก ความหนาของแผ่นฟิล์ม 0.04 มม.

ตารางที่ 5 สัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิกออกจากฟิล์มจากแป้งบุก (10^{-12} เมตร^2/ วินาที)

ความหนา(mm.)	ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ65			ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ100		
	ความเข้มข้นของกรดซอร์บิก (ร้อยละของนน.แป้งบุก)			ความเข้มข้นของกรดซอร์บิก (ร้อยละของนน.แป้งบุก)		
	10	15	20	10	15	20
0.04	0.061^{i}	0.107^{h}	0.117^{g}	0.3133^{i}	0.3266^{h}	0.423^{g}
0.07	0.192^{f}	0.246^{e}	0.313^{d}	1.096^{f}	1.2600^{e}	1.300^{d}
0.10	0.417^{c}	0.867^{b}	0.935^{a}	1.310^{c}	1.7360^{b}	2.090^{a}

$^{a-i}$ตัวอักษรที่ต่างกันของแต่ละสภาวะความชื้นสัมพัทธ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 แสดงถึงการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิก (D_f) ในฟิล์มจากแป้งบุกกับฟิล์มชนิดอื่นๆ พบว่าในสภาวะที่ใกล้เคียงกัน a_w อยู่ระหว่าง 0.65-0.80 สัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิก (D_f) ในฟิล์มจากแป้งบุกจะแพร่ช้ากว่าฟิล์มโพลีแซคคาไรด์ (Chitosan, Hydroxy propylmethylcellulose) ประมาณ 140 เท่า ที่สภาวะ a_w 1.00 การแพร่ของกรดซอร์บิก (D_f) ออกจากฟิล์มจากแป้งบุกจะแพร่ช้ากว่าฟิล์ม Peanut protein ประมาณ 30 เท่า, ฟิล์ม Gluten ประมาณ 24 เท่า และฟิล์ม Chitosan ประมาณ 200 เท่า แต่การแพร่ของกรดซอร์บิก (D_f) ออกจากฟิล์มจากแป้งบุกเร็วกว่าฟิล์ม Beeswax ประมาณ 1,300 เท่า

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิก (D_f) ออกจากฟิล์มจากแป้งบุก และฟิล์มชนิด อื่นๆ

ฟิล์ม	การแพร่ * 10^{-12} (เมตร^2/วินาที)	ความหนา *10^{-4} (เมตร)	สภาวะทดสอบ a_w	อุณหภูมิ(^{o}c)
Glucomannan film with Konjac1.0%w/v and glycerine	0.061	0.4	0.65	27
Glucomannan film with Konjac1.0%w/v and glycerine	0.313	0.4	1.0	27
Peanut protein film[1]	8.18-12.60	1.587-1.692	1.0	20
Gluten[2]	7.50	1.04	1.0	20
Beewax[2]	0.00024	1.99	1.0	20
Methylcellulose-palmitic acid[3]	2.0	0.55-0.66	0.8	-
Chitosan[4]	8.5-8.88	0.23-0.24	0.77	24
Chitosan[4]	61.8-63.7	0.24-0.26	1.0	24
Hydroxylpropyl methylcellulose[4]	8.1-8.5	0.95-1.20	0.77	24

ที่มา: [1]Jangchud (1997), [2]Redl และคณะ (1996), [3]Rico-Pena และ Torre (1991)
[4]Vojdani และ Torres (1989)

ตารางที่ 7 แสดงถึงการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิก (D_f) ออกจากฟิล์มและสัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิก (D_f) ในอาหารต่างๆ พบว่าการแพร่ของกรดซอร์บิกออกจากฟิล์มจากแป้งบุกจะช้ากว่าการแพร่ของกรดซอร์บิกในอาหารประมาณ 10^2 เท่า ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้รักษาความเข้มข้นของสารกันเสียที่ผิวหน้าของอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food)ได้ เนื่องจากทั่วไปแล้วในอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food) จะใช้สารกันเสียเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แต่ปัญหาที่พบคือความเข้มข้นของสารกันเสียที่ผิวหน้าจะลดลงอย่างรวดเร็วทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ ผลที่ตามมา คือ ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บที่สั้นแม้ว่าจะมีสารกันเสียแล้วก็ตาม ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว อาจใช้ฟิล์มจากแป้งบุกที่มีกรดซอร์บิกผสมอยู่เพื่อช่วยชะลอการแพร่ของสารกันเสียเนื่องจากการแพร่ของสารกันเสียในฟิล์มจะช้ากว่าในอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิก (D_f) ในฟิล์มจากแป้งบุกกับสัมประสิทธิ์การแพร่ของกรดซอร์บิก (D_f) ในอาหารต่างๆ

ฟิล์มและอาหาร	การแพร่	สภาวะ	
	(เมตร^2/วินาที)	a_w	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
Glucomannan film with Konjac1.0%w/v and glycerine	$0.060*10^{-12}$	0.65	25
Glucomannan film with Konjac1.0%w/v and glycerine	$0.3133*10^{-12}$	1.00	25
Cheese analog[1]	$1.0*10^{-10}$	0.88	35
Agar[2]	$1.63*10^{-10}$	0.88	25
Agar[2]	$8.42*10^{-10}$-$9.35*10^{-10}$	1.00	25

ที่มา : [1]Torres และ คณะ (1985), [2]Giannakopoulos และ Guilbert (1986)

3. การศึกษาการใช้ประโยชน์ฟิล์มจากแป้งบุกในอาหารที่มีความชื้นปานกลาง, IMF (intermediate moisture food)

ใช้ทุเรียนกวนเป็นตัวอย่างในการเก็บรักษาโดยใช้ฟิล์มจากแป้งบุกที่สภาวะต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 8 เพื่อช่วยยืดอายุอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 8 ทุเรียนกวนที่เก็บด้วยภาชนะบรรจุต่างๆ กัน ณ อุณหภูมิห้อง

สิ่งทดลอง	ภาชนะบรรจุ
1	ทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยฟิล์ม โพลีโพรพีลีน ณ อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30+2 องศาเซลเซียส)
2	ทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยฟิล์มจากแป้งบุกและ โพลีโพรพีลีน ณ อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30+2 องศาเซลเซียส)
3	ทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยฟิล์มจากแป้งบุกที่ผสมโปแตสเซียมซอร์เบท (คิดเป็นความเข้มข้นของกรดซอร์บิกร้อยละ10 ของน้ำหนักแป้งบุก) และโพลีโพรพีลีน ณ อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30+2 องศาเซลเซียส)
4	ทุเรียนกวนผสมโปแตสเซียมซอร์เบท (คิดเป็นความเข้มข้นของกรดซอร์บิกร้อยละ 375 ppm. ของน้ำหนักทุเรียนกวน) เก็บรักษาด้วยฟิล์มโพลีโพรพีลีน ณ อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30+2 องศาเซลเซียส)

ทุเรียนกวนในสิ่งทดลองที่ 3 และที่ 4 จะมีความเข้มข้นรวมของกรดซอร์บิก (ในรูปของโปแตสเซียมซอร์เบท โดยโปแตสเซียมซอร์เบท 1.34 กรัม เทียบเท่ากับกรดซอร์บิก 1.00 กรัม) ต่อทุเรียนกวน 100 กรัม เท่ากัน ซึ่งจะเตรียมได้โดยทำการศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาสภาวะและปริมาณที่เติม พบว่าความเข้มข้นรวมของกรดซอร์บิกต่อฟิล์ม 1 แผ่น (สิ่งทดลองที่ 3) คือ 250 มิลลิกรัม คำนวณจากน้ำหนักแป้งบุกที่ใช้เตรียมฟิล์ม (ขนาด 25*38 ตร.ซม.) จากสารละลายฟิล์มปริมาตร 250 ลบ.ซม ซึ่งมีความเข้มข้นของแป้งบุกร้อยละ 1.00 โดยมวลต่อปริมาตร.(แป้งบุก 2.5 กรัม) และความเข้มข้นของกรดซอร์บิกร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งบุก (กรดซอร์บิก 250 มิลลิกรัม) ฟิล์ม 1 แผ่นสามารถห่อทุเรียนกวนได้ 667 กรัม ส่วนความเข้มข้นรวมของกรดซอร์บิกในสิ่งทดลองที่ 4 คือ 375 ppm. คำนวณจากความเข้มข้นของกรดซอร์บิกในสิ่งทดลองที่ 3 นั่นคือ ทุเรียนกวน 667 กรัม จะใช้กรดซอร์บิก 250 มิลลิกรัม (ปริมาณผลผลิตของทุเรียนกวนคิดเป็นร้อยละ 50 ของเนื้อทุเรียนสด)

3.1 คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการศึกษาพบว่า การเก็บรักษาทุเรียนกวนในภาชนะบรรจุที่ต่างๆ กันจะมีผลต่ออายุการเก็บรักษาทุเรียนกวนโดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อรา และปริมาณ S.*aureus* ของทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยภาชนะบรรจุที่ต่างๆ กัน ณ อุณหภูมิห้อง แสดงดังตารางที่ 9 ในการตัดสินว่าสิ่งทดลองใดหมดอายุแล้วให้ใช้จำนวนเชื้อราไม่เกิน $1*10^2$ โคโลนีต่อกรัม (มอก.919) เป็นมาตรฐาน พบว่าทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยฟิล์มโพลีโพรพีลีน เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ จะมีปริมาณเชื้อรา $3.98*10^2$ โคโลนีต่อกรัม ซึ่งสูงกว่าข้อกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม ทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยฟิล์มจากแป้งบุกและโพลีโพรพีลีนและทุเรียนกวนผสมโปแตสเซียมซอร์เบทเก็บรักษาด้วยฟิล์มจากแป้งบุกและโพลีโพรพีลีน เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ จะมีปริมาณรา $2.94*10^2$ โคโลนีต่อกรัม และ $4.68*10^2$ โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าข้อหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม ทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยฟิล์มจากแป้งบุกที่ผสมโปแตสเซียมซอร์เบทและโพลีโพรพีลีน พบว่าเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณเชื้อรา ไม่เกินกว่าข้อกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม และไม่พบเชื้อ S.*aureus*

เมื่อเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของทุเรียนกวนที่เก็บรักษาในลักษณะต่างๆ โดยปลอดภัยต่อผู้บริโภค พบว่าทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยฟิล์มโพลีโพรพีลีนที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุดเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยฟิล์มจากแป้งบุกและโพลีโพรพีลีนและทุเรียนกวนผสมโปแตสเซียมซอร์เบทเก็บรักษาด้วยฟิล์มจากแป้งบุกและโพลีโพรรีนที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยการเสื่อมเสียของทุเรียนกวนมาจากเชื้อรา ทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยฟิล์มจากแป้งบุกที่ผสมโปแตสเซียมซอร์เบทและโพลีโพรพีลีนที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษามากที่สุดเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ตารางที่ 9 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของทุเรียนกวนที่เก็บรักษาด้วยลักษณะต่างๆกัน ณ อุณหภูมิห้อง (โคโลนีต่อกรัม)

เชื้อจุลินทรีย์	สัปดาห์	สิ่งทดลอง			
		1	2	3	4
เชื้อรา	0	<25	<25	<25	<25
	1	<25	<25	<25	<25
	2	<25	<25	<25	<25
	3	<25	<25	<25	<25
	4	<25	<25	<25	<25
	5	$3.98*10^2$	<25	<25	<25
	6	NA	<25	<25	<25
	7	NA	$2.94*10^2$	<25	$4.68*10^2$
	8	NA	NA	<25	NA
	9	NA	NA	<25	NA
	10	NA	NA	<25	NA
	11	NA	NA	<25	NA
	12	NA	NA	<25	NA
จุลินทรีย์ทั้งหมด	0	$7.94*10^2$	$7.94*10^2$	$7.94*10^2$	$7.94*10^2$
	1	$7.58*10^2$	$5.62*10^2$	$7.94*10^2$	$7.24*10^2$
	2	$6.91*10^2$	$6.02*10^2$	$6.02*10^2$	$6.16*10^2$
	3	$4.36*10^2$	$6.30*10^2$	$7.94*10^2$	$6.16*10^2$
	4	$3.98*10^2$	$3.98*10^2$	$6.02*10^2$	$6.16*10^2$
	5	$3.80*10^2$	$3.98*10^2$	$7.94*10^2$	$3.98*10^2$
	6	NA	$3.34*10^2$	$6.02*10^2$	$4.67*10^2$
	7	NA	$3.63*10^2$	$6.02*10^2$	NA
	8	NA	NA	$3.98*10^2$	NA
	9	NA	NA	$5.01*10^2$	NA
	10	NA	NA	$5.24*10^2$	NA
	11	NA	NA	$3.98*10^2$	NA
	12	NA	NA	$3.98*10^2$	NA

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เชื้อจุลินทรีย์	สัปดาห์	สิ่งทดลอง			
		1	2	3	4
S.aureus	0	ND	ND	ND	ND
	1	ND	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND	ND
	3	ND	ND	ND	ND
	4	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND
	6	NA	ND	ND	ND
	7	NA	ND	ND	NA
	8	NA	NA	ND	NA
	9	NA	NA	ND	NA
	10	NA	NA	ND	NA
	11	NA	NA	ND	NA
	12	NA	NA	ND	NA

NA หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์มีมากเกินระดับมาตรฐาน
ND หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อในตัวอย่าง 0.1 กรัม

การลดลงเล็กน้อยของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด อาจเนื่องมาจากสภาพการห่อทุเรียนกวนโดยให้มีอากาศเหลืออยู่น้อยที่สุด เป็นการปรับสภาพบรรยากาศให้มีปริมาณออกซิเจนลดลง ทำให้แบคทีเรีย strict aerobe ถูกยับยั้งการเจริญ และแบคทีเรียส่วนใหญ่สามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีค่า a_w สูง (0.997-0.980) ถ้าหากค่า a_w ของอาหารต่ำกว่า 0.95 จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิดได้ ในการทดลองนี้ค่า a_w ของทุเรียนกวนประมาณ 0.787-0.795 ห่อทุเรียนกวนโดยให้ฟิล์มแนบติดกับผิวหน้าทุเรียนกวนเป็นการปรับสภาพบรรยากาศให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำลง

3.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาพบว่า เมื่อนำทุเรียนกวนที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุต่างๆ ที่อุณหภูมิห้องมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าคุณภาพด้านกลิ่น ความนุ่ม รสชาติ และความเหนียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น และไม่พบกลิ่นผิดปกติใดๆ แต่คุณภาพทางด้านสีของทุเรียนกวนจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาลเข้มมากขึ้น เมื่อเก็บรักษานานขึ้นดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของทุเรียนกวนที่เก็บด้วยภาชนะบรรจุต่างๆกัน ณ อุณหภูมิห้อง (วิธี QDAโดยใช้สเกลขนาดความยาว 15 เซนติเมตร)

คุณภาพทาง ประสาทสัมผัส	สัปดาห์	สิ่งทดลอง			
		1	2	3	4
สี	0	6.17+0.54^{a}	6.14+0.17^{b}	6.15+0.21^{c}	6.09+0.12^{d}
	1	6.22+0.54^{a}	6.17+0.17^{b}	6.17+0.21^{c}	6.30+0.26^{cd}
	2	6.25+0.29^{a}	6.23+0.21^{b}	6.09+0.18^{c}	6.56+0.17^{c}
	3	6.53+0.47^{a}	6.18+0.29^{b}	6.19+0.18^{c}	6.41+0.26^{bc}
	4	6.55+0.40^{a}	5.75+1.32^{b}	6.20+0.19^{c}	8.16+0.20^{a}
	5	*	6.22+0.18^{b}	6.36+0.25^{c}	7.81+0.40^{b}
	6	NA	7.35+0.35^{a}	7.19+0.18^{b}	*
	7	NA	*	7.41+0.38^{b}	NA
	8	NA	NA	7.26+0.30^{b}	NA
	9	NA	NA	7.61+0.40^{b}	NA
	10	NA	NA	8.15+0.40^{a}	NA
	11	NA	NA	8.05+0.11^{a}	NA
ความนุ่ม	0	4.05+0.11^{a}	4.09+0.19^{a}	4.18+0.25^{a}	4.15+0.28^{a}
	1	3.93+0.17^{a}	4.60+0.26^{a}	4.50+0.29^{a}	4.22+0.29^{a}
	2	4.13+0.17^{a}	4.17+0.24^{a}	4.47+0.32^{a}	4.20+0.29^{a}
	3	4.03+0.10^{a}	4.28+0.26^{a}	4.59+0.32^{a}	4.74+0.31^{a}
	4	4.07+0.10^{a}	4.48+0.27^{a}	4.58+0.36^{a}	4.35+0.31^{a}
	5	*	4.39+0.24^{a}	4.53+0.29^{a}	4.48+0.28^{a}
	6	NA	NA	4.58+0.36^{a}	NA
	7	NA	NA	4.58+0.36^{a}	NA
	8	NA	NA	4.60+0.41^{a}	NA
	9	NA	NA	4.58+0.36^{a}	NA
	10	NA	NA	4.92+0.22^{a}	NA
	11	NA	NA	4.40+0.40^{a}	NA

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สัปดาห์	สิ่งทดลอง			
		1	2	3	4
กลิ่นทุเรียน	0	7.14+0.15[a]	7.26+0.09[a]	7.36+0.20[a]	7.38+0.19[a]
	1	7.39+0.22[a]	7.39+0.12[a]	7.46+0.27[a]	7.45+0.21[a]
	2	7.36+0.11[a]	7.38+0.21[a]	7.37+0.24[a]	7.42+0.25[a]
	3	7.70+0.20[a]	7.33+0.17[a]	7.27+0.20[a]	7.48+0.08[a]
	4	7.52+0.15[a]	7.52+0.15[a]	7.65+0.28[a]	7.61+0.14[a]
	5	*	7.30+0.13[a]	7.42+0.22[a]	7.35+0.33[a]
	6	NA	7.38+0.11[a]	7.75+0.23[a]	7.27+0.29[a]
	7	NA	*	7.46+0.36[a]	*
	8	NA	NA	7.68+0.36[a]	NA
	9	NA	NA	7.44+0.28[a]	NA
	10	NA	NA	7.42+0.29[a]	NA
	11	NA	NA	7.35+0.14[a]	NA
กลิ่นรสทุเรียน	0	6.32+0.33[a]	6.41+0.23[a]	6.46+0.28[b]	4.40+0.32[a]
	1	6.59+0.17[a]	6.48+0.25[a]	6.50+0.31[b]	4.36+0.27[a]
	2	6.54+0.22[a]	6.55+0.14[a]	6.39+0.26[b]	4.44+0.34[a]
	3	6.55+0.24[a]	6.39+0.20[a]	6.55+0.29[b]	4.51+0.39[a]
	4	6.70+0.30[a]	6.49+0.25[a]	7.07+0.14[a]	4.41+0.27[a]
	5	*	6.54+0.24[a]	6.59+0.24[b]	4.48+0.25[a]
	6	NA	6.50+0.27[a]	6.82+0.26[b]	4.53+0.28[a]
	7	NA	*	6.57+0.14[b]	*
	8	NA	NA	7.03+0.41[a]	NA
	9	NA	NA	6.74+0.26[b]	NA
	10	NA	NA	6.56+0.27[b]	NA
	11	NA	NA	6.64+0.35[b]	NA

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ชั้น 14 อาคาร เอส เอ็ม ทาวเวอร์
เลขที่ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทร. 298-0455 โทรสาร 298-0476
Home page : http://www.trf.or.th
E-mail : trf-info@trf.or.th

ห้องสมุด