

รายงานสรุปผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนากระบวนการแปรรูปและการควบคุมคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์แยมลองกองน้ำตาลต่ำ

(Process development and quality control of Longkong
(*Lansium domesticum* Corr.) jam with low sugar content)

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัญชลี ศิริโชติ¹

ดร. วัชรีย์ สีสี่ขำนาญธุรกิจ²

¹ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

²สถานวิจัยเสริมผลิตภัณฑ์อาหารและอาหารเพื่อสุขภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
งบประมาณเงินรายได้ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาการเตรียมเนื้อลองกองทั้งการปรับสภาพกรดของเนื้อลองกองและการแยกเมล็ดจากเนื้อลองกองโดยผ่านตะแกรง (2) ศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวลองกองและการใช้เนื้อลองกองแช่แข็งต่อคุณภาพของแยมลองกองน้ำตาลต่ำ (3) ศึกษากระบวนการผลิตและการพัฒนาสูตรแยมลองกอง แยมลองกองผสมผลไม้ สูตรน้ำตาลต่ำและน้ำตาลปกติ (4) ประเมินการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์แยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลต่ำ (5) ศึกษาผลของระยะเวลาและสภาวะการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์แยมลองกอง (6) ประเมินคุณค่าทางโภชนาการและทดสอบความเป็นพิษของแยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลต่ำ (7) ประเมินต้นทุนการผลิตของแยมลองกอง แยมลองกองผสมผลไม้สูตรน้ำตาลต่ำและน้ำตาลปกติ

งานวิจัยนี้ใช้ลองกองที่มีอายุเก็บเกี่ยว 13-14 สัปดาห์หลังดอกบาน ซึ่งเป็นลองกองคุณภาพชั้น 2 และลองกองผลร่วง ผลลองกองถูกนำล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก แยกเอาส่วนเนื้อ เมื่อศึกษาการปรับสภาพกรดของเนื้อลองกองก่อนการแยกเมล็ด พบว่า การแช่เนื้อลองกองในสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 0.5% (w/w) นาน 1 ชั่วโมงเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการลดการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเนื่องจากกิจกรรมเอนไซม์ PPO โดยให้ค่าความสว่างของเนื้อลองกองเพิ่มขึ้น มีค่า ΔL^* เมื่อเทียบกับชุดควบคุม เท่ากับ 8.03 และมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลงจากชุดควบคุม 28.30% เนื้อลองกองที่ผ่านปรับสภาพในสารละลายกรดซิตริก นำศึกษาการแยกเมล็ดผ่านตะแกรงที่มีขนาดช่องตะแกรงแตกต่างกัน พบว่า ขนาดของช่องตะแกรงที่ใช้แยกเนื้อลองกองมีผลต่อค่าความหนืดปรากฏ (η) ของเนื้อลองกอง (เพียวเร่) โดยเนื้อลองกองที่แยกผ่านตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิดเล็กกว่าจะมีค่าความหนืดปรากฏต่ำกว่าเนื้อลองกองที่แยกผ่านตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิดใหญ่กว่า งานวิจัยนี้พบว่า วิธีการแยกเมล็ดและเนื้อลองกองผ่านตะแกรง 10 เมช (ขนาด \varnothing ช่องตะแกรง 2.0 มิลลิเมตร) เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ค่าความหนืดปรากฏเท่ากับ 0.041 ปาสคาล·วินาที (Pa·s) และค่าเปอร์เซ็นต์ผลได้ที่สูงที่สุด เท่ากับ 49.42%

การศึกษาผลฤดูกาลเก็บเกี่ยวลองกอง (นอกฤดูกาล: มกราคม – กุมภาพันธ์ และ ฤดูกาลปกติ: กรกฎาคม – สิงหาคม) และการใช้เนื้อลองกองแช่แข็ง (เนื้อลองกองนอกฤดูกาลแช่แข็ง 4 เดือน และ 1 ปี) ที่มีต่อคุณภาพของแยมลองกองน้ำตาลต่ำ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสที่พิจารณาในด้านลักษณะปรากฏ สี การปาดบนขนมปัง และคุณลักษณะโดยรวมของแยมลองกองน้ำตาลต่ำที่ผลิตจากเนื้อลองกองทั้ง 4 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นคุณลักษณะด้านรสหวานและรสเปรี้ยว โดยแยมลองกองน้ำตาลต่ำที่ผลิตจากเนื้อลองกองในฤดูกาลที่ไม่แช่แข็ง มีคะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุดเท่ากับ 7.30 ± 0.92 นอกจากนี้เนื้อลองกองทุกชุดการทดลอง มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.3×10^1 ถึง 4.0×10^2 โคโลนี/ก.ของเนื้อลองกอง และปริมาณยีสต์และรา < 25 โคโลนี/ก.ของเนื้อลองกอง งานวิจัยนี้จึงสนับสนุนว่าฤดูกาลเก็บเกี่ยวและการใช้เนื้อลองกองแช่แข็งเป็นเวลา 4 เดือน และ 1 ปี ไม่มีผลต่อคุณลักษณะคุณภาพของแยมลองกอง

การศึกษากระบวนการผลิตและการพัฒนาสูตรแยมลองกองผสมผลไม้ สูตรน้ำตาลต่ำ และ น้ำตาลปกติ พบว่า แยมลองกองน้ำตาลต่ำและน้ำตาลปกติที่ผสมน้ำเสาวรส และมะนาว เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค จึงคัดเลือกผลไม้ดังกล่าวมาปรับสัดส่วนโดยใช้โปรแกรม Mixture design สรุปได้ว่า (1) แยมลองกองน้ำตาลต่ำ ประกอบด้วยส่วนผสมดังนี้ น้ำและเนื้อลองกอง 58.00% น้ำตาลซูโครส 13.00% น้ำเชื่อมฟรักโทส 12.00% น้ำเชื่อมมอลทิทอล 16.00% เพคตินชนิดเมทอกซิลต่ำ (low methoxylated pectin; LM pectin) 0.70% กรดซิตริก 0.50% และแคลเซียมซิเตรท 3.00% ของ 0.70% LM Pectin (2) แยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลต่ำ ประกอบด้วยส่วนผสมดังนี้ น้ำและเนื้อลองกอง 39.00% น้ำเสาวรส 11.00% น้ำมะนาว 8.00% น้ำตาลซูโครส 13.00% น้ำเชื่อมฟรักโทส 12.00% น้ำเชื่อมมอลทิทอล 16.00% LM Pectin 0.70% และแคลเซียมซิเตรท 3.00% ของ 0.70% LM Pectin (3) แยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลปกติ ประกอบด้วยส่วนผสมดังนี้ น้ำและเนื้อลองกอง 31.00% น้ำเสาวรส 11.00% น้ำมะนาว 8.00% น้ำตาลซูโครส 35.00% น้ำเชื่อมฟรักโทส 14.00% และเพคตินชนิดเมทอกซิลสูง (high methoxylated pectin; HM pectin) 1.30% ขั้นตอนการผลิตประกอบด้วยการให้ความร้อนแก่ส่วนผสมที่เป็นของเหลวดังกล่าวจนเดือด ไม่น้อยกว่า 3 นาที จึงเติมน้ำตาลซูโครส (2 ใน 3 ส่วน) ตามด้วยเติมเพคตินที่ผสมกับน้ำตาลซูโครส (1 ใน 3 ส่วน) ควบคุมอุณหภูมิของส่วนผสมไม่ต่ำกว่า 91 องศาเซลเซียส กวนส่วนผสมตลอดเวลาจนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของแยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลต่ำ และแยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลปกติ เท่ากับ 54 และ 67 เปอร์เซ็นต์บริกส์ ตามลำดับ จึงบรรจุขณะร้อนลงในขวดแก้วฝาเกลียวลิ้นคปริมาตรสุทธิ 130 กรัม ปิดฝาสนิทแล้วคว่ำขวดทันทีนาน 3 นาที จึงวางให้เย็นที่อุณหภูมิบรรยากาศปกติ

การประเมินการยอมรับแยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลต่ำ โดยผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 200 คน แบ่งเป็น เพศหญิง 72.00% เพศชาย 28.00% พบว่า ผู้บริโภค 96.50% ไม่เคยรับประทานแยมลองกองมาก่อน และ 50.00% ของผู้บริโภคสนใจซื้อผลิตภัณฑ์แยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลต่ำ หากผลิตภัณฑ์นี้มีวางจำหน่ายในท้องตลาด จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของแยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลต่ำ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยด้านคุณลักษณะโดยรวมเท่ากับ 7.34 ± 1.13 (ระดับชอบปานกลาง)

การศึกษาผลของระยะเวลาและสภาวะการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์แยมลองกอง แยมลองกองน้ำตาลต่ำ แยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลต่ำ และแยมลองกองผสมผลไม้ น้ำตาลปกติ ที่บรรจุในขวดแก้วฝาเกลียวลิ้นค มีน้ำหนักสุทธิ 130 ก. เก็บรักษาภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ (TLD 36W/54-765 Cool daylight) และในที่มืดไม่มีแสงสว่าง ที่อุณหภูมิบรรยากาศปกติ (ความชื้นสัมพัทธ์ 28.21 ± 1.37) นาน 0 1 2 3 4 5 และ 6 เดือน พบว่า ระยะเวลาเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมลองกองทุกชุดการทดลอง เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติเนื้อสัมผัสของแยม พบว่า ผลิตภัณฑ์แยมลองกองมีค่าความแข็ง และความเหนียวลดลง ในระหว่างเก็บรักษา ในขณะที่คุณลักษณะสีที่พิจารณาในเรื่อง ความสว่าง (L^*) มีค่าลดลง ($p < 0.05$) แต่มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าแยมมีสีคล้ำขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แยมที่เริ่มต้นเก็บรักษา

และเมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางเคมีของแยม พบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และ ค่า a_w มีแนวโน้มลดลง ($p < 0.05$) และมีค่า pH เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ส่วนค่าดัชนีการสีน้ำตาล และปริมาณ HMF มีค่าเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ตลอดการเก็บรักษา แสดงให้เห็นถึงการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในระหว่าง 6 เดือนของการเก็บรักษา เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบ พบว่า ปริมาณน้ำตาลฟรักโทส และกลูโคส มีค่าเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ในขณะที่น้ำตาลซูโครสมีค่าลดลง ($p < 0.05$) นอกจากนี้สภาวะการเก็บรักษาในที่มืดและไม่มีแสงสว่างมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมลองกอง โดยผลิตภัณฑ์แยมลองกองที่เก็บในที่มืดมีแสงสว่างจะมีค่า L^* ต่ำกว่า ($p < 0.05$) ค่า a^* สูงกว่า ($p < 0.05$) แยมที่เก็บในที่ไม่มีแสงสว่าง และยังพบว่า ผลิตภัณฑ์แยมลองกองที่เก็บในที่มืดมีแสงสว่างจะมีค่า a_w ต่ำกว่า ($p < 0.05$) แยมลองกองที่เก็บในที่ไม่มีแสงสว่าง ผลิตภัณฑ์แยมลองกองที่เก็บในที่มืดมีแสงสว่างมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลและปริมาณ HMF สูงกว่า ($p < 0.05$) ผลิตภัณฑ์แยมลองกองที่เก็บในที่ไม่มีแสงสว่าง งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์แยมลองกองที่เก็บภายใต้สภาวะมืดมีแสงสว่างมีแนวโน้มการเกิดสีน้ำตาลที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์แยมลองกองชนิดเดียวกันที่เก็บในที่ไม่มีแสงสว่าง งานวิจัยนี้จึงแนะนำว่าผลิตภัณฑ์แยมลองกองน้ำตาลต่ำ ควรหลีกเลี่ยงการกระทบต่อแสงสว่างโดยตรง

จากการประเมินการทดสอบผู้บริโภค เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยใช้แบบทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน พิจารณาจากคุณลักษณะโดยรวม กำหนดเกณฑ์ผลการประเมินระดับคะแนน 5 (ไม่สามารถระบุได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) เป็นเกณฑ์กำหนดการประเมินที่ไม่ยอมรับของผู้บริโภค พบว่า แยมลองกองน้ำตาลต่ำสามารถเก็บรักษาในที่มืดและไม่มีแสงสว่างได้นานอย่างน้อย 6 เดือน โดยมีคะแนนเฉลี่ยในคุณลักษณะโดยรวม เท่ากับ 6.83 ± 1.12 และ 6.70 ± 1.15 ตามลำดับ ในขณะที่แยมลองกองผสมผลไม้น้ำตาลต่ำสามารถเก็บรักษาในที่มืดและไม่มีแสงสว่างได้นาน 5 เดือน คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะโดยรวมมีค่าเท่ากับ 6.73 ± 0.69 และ 7.07 ± 0.74 ตามลำดับ แยมลองกองผสมผลไม้น้ำตาลปกติสามารถเก็บรักษาในที่มืดและไม่มีแสงสว่างได้นาน 6 และ 5 เดือน ตามลำดับ โดยคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะโดยรวมมีค่าเท่ากับ 6.77 ± 1.04 และ 6.30 ± 1.21 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์แยมลองกองทุกชุดการทดลองที่เก็บรักษานาน 6 เดือน มีคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นไปตามเกณฑ์ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด (มอก. 263-2521) ที่กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10×10^4 โคโลนี/ก. ปริมาณยีสต์และรา ไม่เกิน 100 โคโลนี/ก.

แยมลองกองผสมผลไม้น้ำตาลต่ำ จำนวน 100 ก. ให้พลังงาน 194.00 กิโลแคลอรี มีปริมาณความชื้น 51.20 ก. โปรตีน 0.70 ก. ไขมัน 0.40 ก. คาร์โบไฮเดรต (รวมใยอาหาร) 47.70 ก. โดยมีปริมาณใยอาหาร 1.00 ก. น้ำตาล 32.50 ก. โซเดียม 10.00 มก. วิตามินเอ จากเบต้า-แคโรทีน 13.00 ไมโครกรัม วิตามินบี 1 ปริมาณ 0.02 มก. วิตามินบี 2 ปริมาณ 0.02 มก. แคลเซียม 11.00 มก. และเหล็ก 0.20 มก.

ข้อมูลโภชนาของแยมลองกองผสมเสาวรสและมะนาวน้ำตาลต่ำ ในหนึ่งหน่วยบริโภค 1 ซ่อนโต๊ะ (18 ก.) มีพลังงานทั้งหมด 35 กิโลแคลอรี ในขณะที่ผลิตภัณฑ์แยมน้ำตาลปกติทางการค้าในหนึ่ง

หน่วยบริโภค (18 ก.) มีพลังงานทั้งหมด 46 กิโลแคลอรี อ้างอิงตามรายละเอียดระบุในฉลากโภชนาทาง การค้า ดังนั้นผลิตภัณฑ์แยมลองกองผสมเสาวรสและมะนาวน้ำตาลต่ำจากงานวิจัยนี้ จึงให้ส่วนลด พลังงานจากการบริโภค ผลิตภัณฑ์แยมจำนวน 18 ก. ที่เท่ากันเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แยมน้ำตาล ปกติทางการค้า โดยสามารถลดปริมาณพลังงานที่ได้เท่ากับ 11 กิโลแคลอรี

การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันทางปากของแยมลองกองผสมผลไม้น้ำตาลต่ำที่ ทดสอบโดยใช้หนูขาวพันธุ์ Wistar ทั้งเพศเมียและเพศผู้ พบว่ามีค่าความเป็นพิษเฉียบพลันโดยการกิน (Oral LD₅₀) ในหนูขาวพันธุ์ Wistar ทั้งสองเพศ ที่มากกว่า 2,000 มก./กก. น้ำหนักตัว

แยมลองกองน้ำตาลต่ำ แยมลองกองผสมผลไม้น้ำตาลต่ำ และแยมลองกองผสมผลไม้น้ำตาลปกติ บรรจุขวดแก้วฝาเกลียวลึอก น้ำหนักสุทธิ 130 ก. ประเมินต้นทุนการผลิต เท่ากับ 24.04, 21.78 และ 20.41 บาท/ขวด ตามลำดับ

คำสำคัญ : ลองกอง (*Lansium domesticum* Corr.) แยมลองกอง แยมลองกองน้ำตาลต่ำ

แยมลองกองผสมผลไม้น้ำตาลต่ำ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การเก็บรักษา

Abstract

This research aimed (1) to study the preparation of longkong pulp by both pulp acid modification and seed screen-separating method; (2) to study the effects of the fruit harvesting season and the use of frozen pureé on qualities of the low sugar longkong jam; (3) to study the production and formulation of both low sugar and traditional longkong and mixed fruits longkong jams; (4) to evaluate the consumer acceptance for the low sugar mixed fruits longkong jam; (5) to study the effects of storage time and storage condition on the quality changes of longkong jams; (6) to determine both the nutrition fact and the acute oral toxicity of low sugar mixed fruits longkong jams; (7) to estimate the production cost of both low sugar and traditional mixed fruits longkong jams.

This research, longkong fruits harvested at 13-14 weeks after blooming, subsequently selected only quality grading class II, and the fruits after abscission (under quality grading class II) were both used for the experiment. The fruits were washed, peeled and separated the pulp. From the acid pulp modification before separating the seed, it was found that soaking the pulp with 0.5% (w/w) citric acid solution for 1 hour was an appropriate condition for the reduction of the enzymatic browning reaction occurring as a result from the PPO activity and the increase in the lightness values. As compared to the control, the treated pulp had the ΔL^* value of 8.03 and the PPO activity of 28.30%. The pulp, after modification with the citric acid solution, was used for various seed screen separating technique studies. It showed that the mesh screen using for pulp and seed separating influenced on the apparent viscosity (η) of longkong pureé. The smaller mesh screen provided the lowering in apparent viscosity of pureé as compared to that of the observed pureé from the larger one. This research found that the seed and pulp separating technique by using 10 mesh (2.0 mm aperture in a diameter mesh screen) was the proper procedure with regard to the observed apparent viscosity of 0.041 Pa.s and the obtained maximum percentage of 49.42% yield.

The study the effects of the harvesting seasons (the external period: January to February; and the normal harvesting period: July to August) and the use of frozen longkong pureé (4 months and a year frozen storage of the externally periodical harvesting pureé) on qualities of low sugar longkong jams showed that the observed average sensory liking scores from the appearance, color, bread spreadability and the overall acceptance attributes of low sugar longkong jams, were not significantly different

except the sweet and sour taste characteristics. The low sugar longkong jam produced from the normally periodical harvesting unfrozen pureé had the observed average greatest score of 7.30 ± 0.92 . In addition, all experimental used pureé had the total microbial counts in the range of 3.3×10 to 4.0×10^2 colonies/g of pureé and the yeast and mold count less than 25 colonies/g of pureé. This research supported that the harvesting seasons and the use of 4 months and a year frozen storage longkong pureé did not influence on quality characteristics of longkong jams.

According to the study of low sugar and traditional mixed fruits longkong jam production and formulation, it was found that both low sugar and traditional mixed passion fruit, lime and longkong jams were acceptable selected by the panelists. As a result, those fruit juices were used for further recipe adjustment by using the mixture design programme. It was concluded that (1) the ingredients for a low sugar longkong jam consisted of 58% longkong pureé, 13.00% sucrose, 12.00% fructose syrup, 16.00% maltitol syrup, 0.70% LM pectin and 3.00% calcium citrate (based on 0.70% LM pectin); (2) the ingredients for a low sugar mixed fruits longkong jam consisted of 39% longkong pureé, 11.00% passion fruit juice, 8.00% lime juice, 13.00% sucrose, 12.00% fructose syrup, 16.00% maltitol syrup, 0.70% LM pectin and 3.00% calcium citrate (based on 0.70% LM pectin); (3) a traditional mixed fruits longkong jam comprised of 31.00% longkong pureé, 11.00% passion fruit juice, 8.00% lime juice, 35.00% sucrose, 14.00% fructose syrup, and 1.30% (high methoxylated pectin, HM pectin). The jam making procedure was as following steps: heating to boil the whole mixed liquid ingredients for at least 3 minutes, adding the two – third portion of sucrose, subsequently putting the less, the one-third portion of sucrose into the mixture under the controlled temperature of not lower than 91°C , heating and agitating the mixture at all times until the total soluble solids of the mixture reached at 54 and 67 percent brix for the low sugar and traditional mixed fruits longkong jams, respectively, then hot filling into the lug cap glass bottles with a net content of 130 g each, tightly capping and immediately turning the bottle upside down for 3 minutes before placing them for cooling down at the ambient temperature.

The perceived evaluation from the consumer test, based on using the total of 200 panels, dividing into 72.00% female and 28.00% male, showed that the panels of 96.50% had never consumed the longkong jam before, and also 50.00% of the panels were interested to buy the low sugar longkong jam product whenever this kind of

product would be able to put it on a shelf. In addition, the observed average evaluated sensory score for the overall acceptance attribute of the low sugar mixed fruits longkong jam was 7.34 ± 1.13 (moderately liking).

The study the effects of storage time and storage condition on the quality changes of 130 g net content for each lug cup glass bottle of jam products, including the traditional and low sugar longkong jams, the traditional and low sugar mixed fruits longkong jams, stored at the ambient temperature ($RH28.21 \pm 1.37$) under the fluorescent light (TLD 36 W/54-765 Cool daylight) and the absence of light for 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 months. It was indicated that the storage time influenced on the quality changes of the whole experiment of longkong jams with regard to their textural properties. The longkong jams had the textural hardness and stickiness decreasing in the values throughout the whole storage period. While, the color attribute with the lightness L^* value consideration, exhibited significant ($p < 0.05$) decrease, but the redness a^* values trended to significantly ($p < 0.05$) increase. It implied that the darker color was conceived in jam products as compared to the initial storage products. With regard to the jam chemical properties, the total titratable acidity and a_w values trended to significantly ($p < 0.05$) reduce. The pH values significantly ($p < 0.05$) increased. Furthermore, the values of both browning indices and HMF contents showed the significant ($p < 0.05$) increase throughout the whole storage period. This indicated that the browning reaction in jam products occurred during 6 months storage.

The sugar content analyses including fructose and glucose contents exhibited significantly ($p < 0.05$) increasing in the values, whereas the sucrose contents showed significantly ($p < 0.05$) decreasing. Moreover, the storage condition under the fluorescent light and the absence of light, influenced on the qualities of longkong jams. Under the light, longkong jams had significantly ($p < 0.05$) lowering L^* values and significantly ($p < 0.05$) elevating a^* values as compared to those of the others. Also under the light, storage jams provided the less ($p < 0.05$) in a_w values than those of the others. The jams storage under the light had their both browning index values and HMF contents significantly ($p < 0.05$) greater than those of jams storage under the absence of light.

This research implied that the low sugar longkong jam products stored under the fluorescent light tentatively occurred browning in color greater than those of products storage in the absence of light. This research suggests that the low sugar mixed fruits longkong jams should be avoided a direct exposure to the light.

The observed evaluation from the consumer test, based on the sensory liking 9 point hedonic scale with the consideration on the overall acceptance attribute by using the hedonic scale at 5.0 (neither like nor dislike) score represented as the observed unacceptable quality, it was found that low sugar longkong jams could store under the light and the absence of light for at least 6 months with the observed average evaluated scores of 6.83 ± 1.12 and 6.70 ± 1.15 , respectively. The low sugar mixed fruits longkong jams could store under the light and the absence of light for at least 5 months, with the observed sensory evaluated scores for the overall acceptance attribute of 6.73 ± 0.69 and 7.07 ± 0.74 , respectively.

The traditional longkong jams could store under the fluorescent light and the absence of light for at least 6 and 5 months, respectively. Also, the observed sensory evaluated scores from the overall acceptance attribute were 6.77 ± 1.04 and 6.30 ± 1.21 , respectively. All longkong jam treatments at the end of 6 months storage had the microbial quality as the Institute of the Industrial Product Standard for jam, jelly and marmalade industrial products concerns (TISI 263-2551). The total viable microbial counts were not greater than 10×10^4 colonies/g. Also, the yeast and mold counts were not greater than 100 colonies/g.

The low sugar mixed fruits longkong jam, based on 100.00 g, provided the energy of 194.00 kcal, and consisted of 52.20% moisture content, 0.70g protein, 0.40g ash, 47.70g carbohydrate (concluded dietary fiber): 1.00g dietary fiber, 32.50g sucrose; 10mg sodium, 13.00 μ g vitamin A from β -carotene, 0.02mg vitamin B₁, 0.02mg vitamin B₂, 11.00mg calcium and 0.20mg iron.

According to the nutrition fact of the low sugar mixed fruits (passion fruit and lime) longkong jams, one table spoon (18 g) servings will provide the total energy about 35 kilocalories. While the commercially traditional jam products, by the same amount of one table spoon serving (18 g), will provide the total energy about 46 kilocalories as shown in their nutrition facts of each one. Therefore, the low sugar mixed fruits (passion fruit and lime) longkong jams from this research, will provide 11 kilocalories less in the total energy gaining from consuming 18 g of jam product as compared to the commercially traditional jams.

The acute oral toxicity testing for the low sugar mixed fruits longkong jams using the white Wistar rats both female and male, was found the Oral LD₅₀ over than 2,000 mg/kg of body weight.

The low sugar longkong, low sugar mixed fruits longkong and traditional mixed fruits longkong jams packed in the lug cap glass bottles with 130g net content were estimated the production cost of 24.04, 21.78 and 20.41 baht, respectively. These products will be possibly transferrable for further commercial production.

Keywords: Longkong(*Lansium domesticum* Corr.), Longkong jam, Low sugar longkong jam, Low sugar mixed fruits longkong jam, Product development, Storage.