

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลินจี่ 3 ประเภท คือ ผลิตภัณฑ์ลินจี่อบแห้งทั้งเปลือก เนื้อลินจี่อบแห้ง และเนื้อลินจี่ตีปนบรรจุกระป๋อง รวมทั้งได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษา เพื่อบ่งชี้อายุการเก็บรักษา โดยทำการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลินจี่อบแห้งทั้งเปลือกโดยวิธี ideal ratio profile พบว่าผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์ลินจี่อบแห้งทั้งเปลือกเป็นสีแดง มีกลิ่นลินจี่ และมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว การศึกษารูปแบบของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 3 รูปแบบ พบว่าการอบแห้งผลิตภัณฑ์ลินจี่ทั้งเปลือกอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 60, 70, 80, 70 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 6, 6, 15, 12 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ รวมเวลาที่ใช้ทั้งหมด 42 ชั่วโมง เป็นรูปแบบการอบแห้งที่เหมาะสม

ผลการศึกษาระยะความแก่-อ่อนของผลิตภัณฑ์ลินจี่ที่เหมาะสมในการอบแห้ง พบว่าผลิตภัณฑ์ลินจี่ที่แก่เต็มที (มีอายุการเก็บเกี่ยว 74 วันนับจากวันที่ผลมีขนาด  $0.29 \times 0.61$  เซนติเมตรและน้ำหนักผล 0.05 กรัม) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักผล ปริมาณเนื้อ ปริมาณแอนโทไซยานินในเปลือกมากกว่า และมีปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ลินจี่ที่ไม่แก่เต็มที (มีอายุการเก็บเกี่ยว 64 วันนับจากวันที่ผลมีขนาด  $0.29 \times 0.61$  เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.05 กรัม) ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการแช่ผลิตภัณฑ์ลินจี่สดในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เหมาะสม โดยใช้สารละลายกรด 3 ระดับ (0.5, 0.3 และ 0.1 นอร์มัล ) และระยะเวลาการแช่นาน 3 ระยะ (15, 20 และ 25 นาที) พบว่าสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล แช่นาน 15 นาที สามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลิตภัณฑ์ลินจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งได้ดีที่สุด และไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อลินจี่อบแห้ง เมื่อศึกษาระยะความแก่-อ่อนร่วมกับวิธีการรักษาสีแดงของเปลือกผลิตภัณฑ์ลินจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งพบว่า การแช่ผลิตภัณฑ์ลินจี่ที่แก่เต็มทีในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัลนาน 15 นาที สามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลิตภัณฑ์ลินจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งได้ดีที่สุด และผลิตภัณฑ์ลินจี่อบแห้งมีปริมาณกรดในเนื้อในรูปของกรดมาลิกน้อยกว่าการใช้ผลิตภัณฑ์ลินจี่ที่ไม่แก่เต็มที การแช่ผลิตภัณฑ์ลินจี่สดในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที แล้วนำ

ไปเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ ก่อนนำไปอบแห้ง มีผลทำให้ผลลึ้นจ้อบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดลดลง และผลการประเมินทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

การเก็บรักษาผลลึ้นจ้อบแห้งทั้งเปลือก 4 วิธี คือ การเก็บรักษาในถุง HDPE, ถุง OPP, ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน พบว่าระหว่างการเก็บรักษาเปลือกผลลึ้นจ้อบแห้งมีสีแดงลดลง มีความชื้นและค่า  $a_w$  เพิ่มขึ้น การเก็บรักษาผลลึ้นจ้อบแห้งในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผลลึ้นจ้อบแห้ง ชะลอการเพิ่มขึ้นของความชื้นและค่า  $a_w$  ได้ดีที่สุด และมีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 10.95 เดือน ส่วนผลลึ้นจ้อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP, ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง HDPE มีอายุการเก็บรักษา 9.68, 9.31 และ 7.22 เดือน ตามลำดับ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อลึ้นจ้แช่อบแห้ง เริ่มจากการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อลึ้นจ้แช่อบแห้ง โดยวิธี ideal ratio profile พบว่าผู้บริโภคต้องการเนื้อลึ้นจ้แช่อบแห้งที่มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นลึ้นจ้ชัดเจน รสหวานอมเปรี้ยว เนื้อสัมผัสไม่นิ่มและไม่เหนียว ผลการพัฒนาสูตรส่วนผสมของน้ำเชื่อมและวิธีการแช่ที่เหมาะสม พบว่าวิธีการแช่ที่เหมาะสม คือ การแช่แบบช้า ใช้เวลานาน 5 วัน โดยเริ่มจากความเข้มข้นของน้ำเชื่อม 35 องศาบริกซ์ เพิ่มความเข้มข้นให้มากขึ้นทุกๆ วันเป็น 40, 45, 45 องศาบริกซ์ตามลำดับ และแช่ไว้ในน้ำเชื่อม 45 องศาบริกซ์เป็นเวลา 2 วัน สูตรส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ผู้ทดสอบชิมให้ความพอใจ คือแช่อบในน้ำเชื่อมที่มีความหวาน 45 องศาบริกซ์ มีกรดซิตริก 0.7% โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.2% และแคลเซียมคลอไรด์ 0.7% ผสมอยู่

ผลการศึกษาวิธีการทำออสโมติกดีไฮเดรชันเนื้อลึ้นจ้ พบว่าการแช่เนื้อลึ้นจ้ในสารละลายซูโครส 70% ที่มีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.4% อัตราส่วนเนื้อลึ้นจ้ : สารละลาย 1:1.5 ระยะเวลาแช่ 3-4 ชั่วโมง เป็นวิธีที่เหมาะสมกว่าการใช้สารละลายซูโครส 70% ผสมกลีเซอรอล 15% และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.4%

ผลการศึกษากรรมวิธีการอบแห้ง 2 วิธี พบว่าวิธีการอบแห้งเนื้อลึ้นจ้แช่อบที่เหมาะสม คือ การอบแห้งอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 70, 65 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 2, 6 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ รวมเวลาอบแห้งทั้งหมด 14 ชั่วโมง เนื้อลึ้นจ้แช่อบแห้งที่ได้มีความชื้น 23.12% มีค่า  $a_w$  0.482 ค่าสี L 43.56 ค่าสี  $a^*$  2.56 และค่าสี  $b^*$  12.89 และเนื้อลึ้นจ้อบแห้งที่ผ่านออสโมติกดีไฮเดรชันมีความชื้น 31.33% มีค่า  $a_w$  0.421 ค่าสี L 48.10 ค่าสี  $a^*$  3.10 และค่าสี  $b^*$  15.65

ผลการศึกษาสภาวะการเก็บรักษาเนื้อลึ้นจ้แช่อบแห้งและเนื้อลึ้นจ้อบแห้งที่ผ่านการออสโมติกดีไฮเดรชัน ทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่าสภาวะการเก็บรักษา

ที่ดีที่สุด คือการเก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียม โดยมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 12 เดือน และ 8 เดือน ตามลำดับ

การศึกษาผลิตภัณฑ์เนื้อลีนจีตีป่นบรรจุกระป๋อง เริ่มจากการสอบถามความต้องการของผู้ประกอบการแปรรูปผลไม้จำนวน 20 แห่ง ที่มีต่อขนาดของชั้นเนื้อลีนจีตีป่น พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่ต้องการชั้นเนื้อลีนจีตีป่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.7 มิลลิเมตร การผลิตให้ได้ขนาดชั้นดังกล่าว ต้องใช้ความเร็วในการตีป่นที่ระดับ liquify นาน 5 วินาที และปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสม โดยไม่ทำให้เนื้อลีนจีเกิดสีชมพู ควรเติมกรดซิตริกให้ได้พีเอชสุดท้ายไม่ต่ำกว่า 3.95

การศึกษา incubation test พบว่าเนื้อลีนจีชั้นแตกและเนื้อลีนจีตีป่นบรรจุกระป๋องใช้เวลาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 18 นาที เท่ากัน สำหรับกระป๋องขนาด 300 x 407 และใช้เวลาฆ่าเชือนาน 28 และ 30 นาที สำหรับกระป๋องขนาด 603 x 700 ตามลำดับ การแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ลีนจีทั้ง 2 ชนิด พบว่าเส้นกราฟเป็นแบบ simple heating ที่มีลักษณะการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบ convection สำหรับตำแหน่งร้อนช้าที่สุดของกระป๋องขนาด 300 x 407 และกระป๋องขนาด 603 x 700 เท่ากับ 3.5 และ 6.5 เซนติเมตร จากขอบล่างของกระป๋อง ตามลำดับ ค่า sterilization value ( $F^{8.9}_{100}$ ) ของเนื้อลีนจีชั้นแตกและเนื้อลีนจีตีป่น บรรจุกระป๋องขนาด 300 x 407 เท่ากับ 3.61 และ 3.24 นาที และบรรจุกระป๋องขนาด 603 x 700 เท่ากับ 3.40 และ 3.22 นาที ตามลำดับ

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อลีนจีทั้ง 2 ชนิด พบว่าสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส แต่การยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ลดลง ภายหลังจากเก็บรักษาไว้นาน 8 เดือน ผลการคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้อโดยวิธี Ball formula เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของการฆ่าเชื้อเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส เนื้อลีนจีชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด 300 x 407 และ 603 x 700 ซึ่งมีน้ำหนักเนื้อบรรจุเท่ากับ 300 และ 2,700 กรัม ใช้ระยะเวลาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 18.79 และ 22.70 นาที สำหรับเนื้อลีนจีตีป่นซึ่งมีน้ำหนักสุทธิเท่ากับ 420 และ 3,000 กรัม ใช้ระยะเวลาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 15.56 และ 19.76 นาที ตามลำดับ

## Abstract

TE134361

A development study of three types litchi products :- dried whole litchi fruit, dried flesh litchi , canned litchi puree and their shelf life was studied.

The requirement from consumers for the quality of a dried whole litchi fruit was first studied using an ideal ratio profile. It was showed that a red peel colour, a strong litchi odour, and a combination taste of sweet and sour were the preference characteristics. Three drying time and temperature combination for pilot plant scale were compared. It was found that a whole litchi fruit could be dried continuously at temperatures 60, 70, 80, 70, and 60 degree C for 6, 6, 15, 12, and 3 hours, respectively for a total drying periods of 42 hours was recommended.

In studying the maturity of litchi fruit for drying, it was found that a fully ripe stage (74 days after a fruit size of 0.29 X 0.61 cm and a weight of 0.05 g) had more fruit weight, flesh weight and anthocyanin content in the peel fruit and total acidity in the flesh less than the partially ripe stage (64 days after a fruit size of 0.29 X 0.61 cm and a weight of 0.05 g). In studying a concentration of HCl solution and a dipping time, 3 levels of HCl concentration (0.5, 0.3 and 0.1 N) and 3 periods of dipping time (15, 20 and 25 minutes) were compared. It was found that the litchi fruit dipped in 0.5 N HCl solution for 15 minutes before drying could improve the red peel colour. This treatment also had no effect on the quality of the dried litchi fruit. Studying the maturity of litchi fruit with a combination of acid treatments was used to maintain the red peel colour after drying. The results showed that a mature fruit dipped in 0.5 N HCl solution for 15 minutes could maintain the red peel colour of its dried fruit and the dried litchi fruit had a lower acidity as malic acid than a dried litchi fruit from the partially ripe stage. Storage of the acid treated fruit at 4 degree C for 1 week could further reduce the total acidity in the dried litchi fruit and the quality of the fruit was accepted by taste panels.

The shelf life of dried litchi fruit (150 fruits) packed individual in a sealed packaging of HDPE, OPP, OPP with a silica gel sachet and OPP with a combination of silica gel sachet and an oxygen scavengers sachet store at room temperature were studied. The maximum shelf life of the fruit were 7.22, 9.31, 9.68, and 10.95 months, respectively. The best quality of the dried litchi fruit was obtained when the dried fruit was packed in OPP with a combination of a silica gel sachet and an oxygen scavengers sachet. This storage condition could delay the fading of the red peel colour and the increasing of moisture content and  $a_w$ .

Studying for a consumer requirement of the quality of dried flesh litchi using an ideal ratio profile showed that a yellow colour, a strong litchi odour, a combination of sweet and sour tastes, and a good texture were the preference characteristics. The development of syrup formulations and candying methods was done. It was found that a slow method of candying by dipping fruit in a mixture of sugar solution containing citric acid 0.7%, sodium metabisulphite 0.2% and calcium chloride 0.7%, started from 35<sup>o</sup> brix, then increased every day to 40, 45, 45<sup>o</sup> brix, and it was further stored in 45<sup>o</sup> brix solution for two days. This method had the best preference.

A suitable condition for osmotic dehydration of flesh litchi fruit was studied. It was found that dipping the fruit for 3-4 hours in a 70% sucrose solution with 0.4% sodium metabisulphite and a fruit solution ratio of 1:1.5 provided better quality products than a 70% sucrose solution with 15% glycerol and 0.4% sodium metabisulphite.

The drying patterns of flesh litchi fruit were studied. It was found that drying continuously at temperature of 75, 65 and 60 degree C for 2, 6 and 6 hours, respectively was recommended. The candied flesh litchi had moisture content 23.12%,  $a_w$  0.482, colour L,  $a^*$ ,  $b^*$  values of 43.56, 2.56 and 12.89, respectively. The osmotic dehydration of the dried flesh litchi had moisture content 31.33%,  $a_w$  0.421, colour L,  $a^*$ ,  $b^*$  values of 43.10, 3.10 and 15.65, respectively.

The best storage condition for both dried litchi products was in an aluminium foil (AL/LDPE) package. The shelf life of the products at 8 degree C and at 25-30 degree C were 12 and 8 months, respectively.

In studying a canned litchi puree, preference for particle sizes of litchi puree from 20 fruit factories were surveyed. It was found that particle sizes larger than 4.7 mm were required.

To get this particle size, blending the puree at liquify speed for 5 seconds was recommended. To prevent pink discolouration, the products were adjusted by adding citric acid solution to final pH not lower than 3.95.

Studying of the incubation test, it was found that the process times for both broken and puree products were similar for 18 minutes at 100 degree C for 300 X 407 cans and the process time for 603 X 700 cans were 28 and 30 minutes, respectively. The heat penetration of both canned litchi products were a simple heating curve-type convection. The cold point of 300 X 407 and 603 X 700 cans were 3.5 cm and 6.5 cm from the bottom of the can, respectively. The sterilization value ( $F_{100}^{8.9^{\circ}}$ ) of broken and puree products for 300 X 407 cans were 3.61 and 3.24 minutes, respectively and for 603 X 700 cans were 3.40 and 3.22 minutes, respectively.

The results from the shelf life study showed that both products could be stored for more than 12 months at 25-30 degree C, but from the consumer acceptability for colour, it was recommended a storage time of 8 months only. The recommendation process times from the Ball formula method with an initial temperature of 80 degree C for broken litchi in 300 X 407 and 603 X 700 cans with drained weight of 300 and 2,700 g at 100 degree C were 18.79 and 22.70 minutes, respectively and for litchi puree with net weight 420 and 3,000 g at 100 degree C were 15.56 and 19.76 minutes, respectively.