abst

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ กช
ผว 50

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว

ของ

นางสาวปราณี วิเศษ
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

การศึกษาคุณภาพของสับปะรดกระป๋อง ที่ผลิตในประเทศไทย

ผู้ร่วมดำเนินการ
นางสาวสุกัลยา พลเดช
นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 2
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เลขหมู่ วศ ก๙
อว 50
เลขทะเบียน 11589
วันที่ 16 / ธ.ค. / 56

ของ

นางสาวปราณี วิเศษ
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
วศ.

การศึกษาคุณภาพของสับปะรดกระป๋อง ที่ผลิตในประเทศไทย

ผู้ร่วมดำเนินการ
นางสาวสุกัลยา พลเดช
นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 2
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 2 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ทำการศึกษาคุณภาพของสับปะรดกระป๋องที่ผลิตในประเทศไทย โดยใช้วิธีทดสอบและเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง มอก.51-2530 จากตัวอย่างจำนวน 113 ตัวอย่าง แบ่งเป็น สับปะรดชนิดเต็มแว่น 51 ตัวอย่าง ชนิดชิ้นคละ 24 ตัวอย่าง ชนิดแว่นหัก 12 ตัวอย่าง ชนิดชิ้นใหญ่ 13 ตัวอย่าง ชนิดลิ่ม 14 ตัวอย่าง พบว่า สับปะรดชนิดเต็มแว่นมีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 4.4 ของตัวอย่างสับปะรดทั้งหมด โดยมีปริมาณแกนเกินเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 5 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดแว่นหัก มีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.8 ของตัวอย่างสับปะรดทั้งหมด โดยมีปริมาณแกนเกินร้อยละ 7 จำนวน 2 ตัวอย่าง และปริมาณดีบุกเกิน 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัมจำนวน 1 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดชิ้นคละ ชนิดลิ่ม และชนิดชิ้นใหญ่ มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกตัวอย่าง นอกจากนั้นจากการศึกษาทดลอง พบว่าปริมาณดีบุกมีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้น สุญญากาศเพิ่มขึ้น ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น คือปริมาณดีบุกต่ำสุด 11 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 21.1 องศาบริกซ์ สุญญากาศ 282 มิลลิเมตร.ปรอท ความเป็นกรด-ด่าง 3.80 แสดงว่าระดับความเข้มข้นของน้ำตาล สุญญากาศ และความเป็นกรด-ด่าง มีผลต่อปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋อง และส่งผลต่อคุณภาพของสับปะรดกระป๋องและอายุการเก็บของสับปะรดกระป๋องด้วย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	iii
สารบัญภาพ	iiii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ระยะเวลาดำเนินการ	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ	21
3.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลอง	21
3.2 เครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์	21
3.3 สารละลายและวิธีเตรียม	21
3.4 วิธีทดสอบ	22
บทที่ 4 ผลการศึกษาทดลอง	28
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการศึกษาทดลอง	29
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาทดลอง	30
กิตติกรรมประกาศ	31
เอกสารอ้างอิง	32

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ขนาดกระป๋องที่นิยมใช้กันทั่วไป 3

ตารางที่ 2 เกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 20

ตารางที่ 3 เกณฑ์ข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้ 26

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดเต็มแว่น 34

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นคละ 40

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดแว่นหัก 43

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นใหญ่ 45

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดลิ่ม 47

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนการผลิตสับปะรดกระป๋อง 14

รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดเต็มแว่น 50

รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดเต็มแว่น 50

รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดเต็มแว่น 51

รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นคละ 52

รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นคละ 52

รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นคละ 53

รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดแว่นหัก 54

รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดแว่นหัก 54

รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดแว่นหัก 54

รูปที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นใหญ่ 56

รูปที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นใหญ่ 56

รูปที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นใหญ่ 57

รูปที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดลิ่ม 58

รูปที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดลิ่ม 58

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดลิ่ม	59
รูปที่ 17 สับปะรดกระป๋องชนิดเต็มแว่น	61
รูปที่ 18 สับปะรดกระป๋องชนิดแว่นหัก	61
รูปที่ 19 สับปะรดกระป๋องชนิดลิ่ม	62
รูปที่ 20 สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นใหญ่	62
รูปที่ 21 สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นคละ	63

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

สับปะรดกระป๋องเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทยมาเป็นเวลานานมีมูลค่าส่งออก 8,364 ล้านบาท ในปี พ.ศ.2544 (สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม) ปัจจุบันประเทศผู้นำเข้าอาหารกระป๋องที่สำคัญของโลกมีมาตรการเข้มงวดด้านคุณภาพสินค้าอาหารมากขึ้น ผู้ผลิตสับปะรดกระป๋องจึงต้องเข้มงวดกับคุณภาพของวัตถุดิบส่วนผสม และกระป๋องที่นำมาบรรจุเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้สับปะรดกระป๋องที่ผลิตขึ้นมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานสากล และสับปะรดกระป๋องยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐานบังคับของประเทศไทยด้วย ปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งคือ การกัดกร่อนของกระป๋องโลหะทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักโดยเฉพาะการปนเปื้อนของดีบุกอันเนื่องมาจากกระป๋องที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุซึ่งทำมาจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกซึ่งนิยมใช้กับสับปะรดกระป๋อง เพราะมีผลต่อกลิ่นและรสชาติที่ดีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งหากมีปริมาณดีบุกที่ปนเปื้อนมากเกินกำหนดจะมีผลต่อร่างกายของผู้บริโภคได้ และมีแนวโน้มที่มาตรฐานจะกำหนดปริมาณดีบุกในปริมาณลดน้อยลงจากเดิมคือไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนั้นแล้วก็มีปัญหาคุณภาพทางกายภาพ เช่น ชนิดของสับปะรดกระป๋อง ปริมาณแกน ความสม่ำเสมอ ข้อบกพร่อง สิ่งแปลกปลอม ความเป็นกรด-ด่าง ระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อม น้ำหนักเนื้อ และปริมาตรบรรจุของสับปะรดกระป๋อง ที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้ผลิตและเกษตรกรสูญเสียรายได้ที่ควรจะได้รับเป็นจำนวนมากในแต่ละปี

กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 2 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของสับปะรดกระป๋องได้เล็งเห็นความสำคัญปัญหาของผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัฑ์อุตสาหกรรมโดยเฉพาะปริมาณดีบุกที่ปนเปื้อนมากเกินเกณฑ์กำหนดซึ่งส่งผลต่อผู้ประกอบการส่งออกสับปะรดกระป๋อง ซึ่งในขณะนี้มีปริมาณการส่งออกลดลง จึงได้ทำการการศึกษาคุณภาพของสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการพัฒนาสับปะรดกระป๋องแก่ภาคอุตสาหกรรมให้สับปะรดกระป๋องมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพของสับปะรดกระป๋องที่ผลิตในประเทศไทย

1.2.2 เพื่อศึกษาถึงปัจจัยพื้นฐานที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของปริมาณดีบุก ได้แก่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล (องศาบริกซ์) ความเป็นสุญญากาศ ความเป็นกรดด่าง(pH) เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และสนับสนุนการส่งออกของประเทศ

1.3 ระยะเวลาดำเนินการ

1 ปี 8 เดือน (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2543 - ตุลาคม พ.ศ.2544)

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1ได้ข้อมูลสับปะรดกระป๋องที่ผลิตในประเทศไทยที่มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1.4.2 ได้ข้อมูลพื้นฐานของปัจจัยที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องที่ผลิตในประเทศไทย

1.4.3 นำข้อมูลที่ได้เผยแพร่แก่ภาคเอกชน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง และผลิตภัณฑ์ผลไม้กระป๋องประเภทอื่นต่อไป

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์

2.1 ประวัติการผลิตอาหารกระป๋อง

การทำอาหารกระป๋อง(canning)เป็นวิธีถนอมอาหารแบบสเทอริไลซ์วิธีหนึ่งค้นพบโดย นิโครัส แอพเพิร์ต (Nicholus Appert) ชาวฝรั่งเศส ในปี พ.ศ. 2338 โดยได้บรรจุลงในขวดแก้วปากกว้างปิดฝาด้วยจุกไม้ก๊อกให้แน่น แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด แล้วทำให้เย็นหลายครั้งสลับกัน พบว่าสามารถเก็บรักษาอาหารไว้ได้เป็นเวลานานโดยไม่เสีย ต่อมาในปี พ.ศ.2353 ปีเตอร์ ดูแรนด์ (Peter Durand) ชาวอังกฤษ ได้ริเริ่มการใช้กระป๋องเหล็กฉาบดีบุกขึ้นเป็นครั้งแรก ทำให้มีการใช้กระป๋องโลหะนี้แทนขวดแก้วมากขึ้น เนื่องจากกระป๋องโลหะมีราคาถูกกว่าและไม่แตกง่ายเหมือนแก้ว ปัจจุบันนี้กระป๋องโลหะก็เป็นที่นิยมใช้กันมากมีขนาดและรูปร่างต่างๆ กัน โดยใช้สัญญลักษณ์ตัวเลข 3 หลัก ระบุขนาดกระป๋องคือ เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เช่น กระป๋องขนาด 307X409 จะหมายถึงกระป๋องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 7/16 นิ้ว และสูง 4 9/16 นิ้ว ขนาดของกระป๋องที่ใช้กันโดยทั่วไปดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดกระป๋องที่เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

ชื่อกระป๋อง	ขนาด	ความจุของน้ำที่ 20 องศาเซลเซียส
เบอร์ 1	200 X 400	10.94
เบอร์ 2	307 X 409	20.55
เบอร์ 2 1/2	401 X 411	29.79
เบอร์ 3	404 X 414	35.08
เบอร์ 10	603 X 700	109.43

2.2 *กรรมวิธีการผลิตผักและผลไม้กระป๋อง*

ผักและผลไม้เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่เน่าเสียได้ง่าย และมีผลผลิตตามฤดูกาลเพียงระยะเวลาสั้นประมาณ 1-2 เดือน การนำผักและผลไม้มาบรรจุกระป๋องหรือภาชนะปิดสนิท และผ่านกรรมวิธีการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน จะช่วยให้ผักและผลไม้กระป๋องมีอายุการเก็บยาวนานประมาณ 1-2 ปี เป็นวิธีที่เป็นที่นิยมใช้ในการแปรรูปผักและผลไม้ส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มอีกทั้งยังเป็นการช่วยเศรษฐกิจของประเทศให้ดียิ่งขึ้นด้วย

การแปรรูปผักและผลไม้กระป๋องและขวดแก้ว ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้คือ

2.2.1 คุณภาพวัตถุดิบและการรับวัตถุดิบ

2.2.2 การทำความสะอาด

2.2.3 การคัดเลือกและการคัดขนาด

2.2.4 การลวก

2.2.5 การปอกเปลือก การคว้านเมล็ด

2.2.6 การตัดแต่ง การหั่น การตัด

2.2.7 การแช่สารละลายเคมี

2.2.8 การเตรียมน้ำเชื่อมและน้ำเกลือ

2.2.9 การบรรจุ

2.2.10การไล่อากาศ

2.2.11การปิดฝา

2.2.12การล้างกระป๋อง

2.2.13การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

2.2.14การทำให้เย็น

2.2.15การเก็บรักษา

2.2.1 คุณภาพวัตถุดิบและการรับวัตถุดิบ

ผักผลไม้ที่นำมาบรรจุกระป๋อง หรือบรรจุขวด ต้องสดปราศจากการเน่าเสียใด ๆ ทั้งสิ้น มีความแก่อ่อนพอเหมาะ และมีลักษณะอื่นๆ ตรงตามที่ทางโรงงานต้องการเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี การที่จะให้คุณภาพดังกล่าว จำเป็นต้องมีการกำหนดคุณภาพของวัตถุดิบ ตั้งแต่กำหนดสายพันธุ์ ความแก่อ่อน ขนาด และรูปร่าง ทั้งนี้เนื่องจากผักผลไม้ ถึงแม้จะเป็นชนิดเดียวกัน แต่มีหลายสายพันธุ์ ซึ่งแต่ละสายพันธุ์จะมีความแตกต่างกันในด้านกลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อ สี ขนาดรูปร่าง และเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตที่ได้ ในด้านความแก่อ่อนก็เช่นเดียวกัน ความแก่อ่อนต่างกันจะมีผลต่อความหวาน ความเป็นกรด-ด่าง สี ปริมาณเสี้ยน และลักษณะเนื้ออาหาร สำหรับขนาดรูปร่าง จำเป็นต้องมีการกำหนดเพื่อให้มีขนาดเหมาะสมกับเครื่องจักร เป็นการลดปริมาณการสูญเสียให้น้อยลง และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพสม่ำเสมอได้มาตรฐานตามต้องการ ถึงแม้ว่าจะมีการกำหนดคุณภาพวัตถุดิบแล้วก็ตาม แต่เมื่อวัตถุดิบมาถึงโรงงาน จำเป็นต้องมีการตรวจคุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ด้วยการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบไปทำการตรวจสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าวัตถุดิบที่จะรับซื้อนั้นมีคุณภาพดีอยู่ในระดับที่ต้องการ

2.2.2 การทำความสะอาด

เป็นการชะล้างเอาสิ่งสกปรกต่าง ๆ อาทิเช่น ดิน กรวด ทราย เศษใบไม้ ที่ติดมาออกให้หมดและยังช่วยลดปริมาณของสารเคมีรวมทั้งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับวัตถุดิบให้น้อยลง การทำความสะอาด

มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะวัตถุดิบ วิธีการทำความสะอาด ผักผลไม้ ส่วนใหญ่จะใช้วิธีล้างด้วยน้ำ (wet cleaning) น้ำที่ใช้ล้างควรเป็นน้ำสะอาด และอาจมีการเติมคลอรีนผสมลงไปด้วยในปริมาณ 1-5 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 กิโลกรัม สำหรับผักผลไม้ที่มีการปนเปื้อนมาก วิธีการล้างอาจทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

2.2.2.1 การแช่ในถัง (soaking) เป็นวิธีล้างที่ทำได้ง่ายแต่มีประสิทธิภาพต่ำ นิยมใช้เป็นการล้างขั้นแรกของผักผลไม้ที่มีความสกปรกมาก เช่น มะเขือเทศ เสาวรส มันฝรั่ง เพราะการแช่น้ำช่วยทำให้ดินและสิ่งสกปรกที่ติดมาหลุดออกได้ง่าย น้ำที่ใช้ล้างในถังนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นน้ำที่มีความสะอาดมากนักอาจใช้น้ำที่ได้จากการล้างขั้นตอนสุดท้ายแต่ต้องเติมคลอรีนลงไปเพื่อลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ ผักผลไม้ที่ผ่านการล้างวิธีนี้จะถูกนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด และวิธีอื่นๆ ต่อไป

2.2.2.2 การล้างด้วยน้ำเคลื่อนไหว (agitated soaking tank) การล้างวิธีนี้จะคล้ายวิธีแรกและมีประสิทธิภาพดีกว่า เนื่องจากน้ำภายในถังมีการเคลื่อนไหว ทำให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ติดมาหลุดออกได้ง่ายขึ้น

2.2.2.3 การล้างด้วยน้ำพ่นฝอย (spray washing) เป็นวิธีการล้างที่ใช้กันแพร่หลาย และมีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยผักผลไม้ที่ผ่านการแช่น้ำมาก่อนแล้ว จะถูกนำมาล้างอีกครั้งโดยใช้น้ำพ่นฝอย ประสิทธิภาพของการล้างด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับแรงดันของน้ำที่ใช้ ปริมาณน้ำที่ใช้ อุณหภูมิของน้ำ ระยะห่างระหว่างหัวฉีดน้ำกับตัวผักผลไม้ ระยะเวลาที่ผักผลไม้สัมผัสกับน้ำพ่นฝอย การล้างด้วยน้ำปริมาณน้อยที่มีแรงดันสูงจะมีประสิทธิภาพมากกว่า การล้างด้วยน้ำปริมาณมากที่มีแรงดันต่ำ

2.2.3 **การคัดเลือกและการคัดขนาด**

ผักผลไม้ที่ผ่านการล้างจะถูกนำมาคัดเลือกเพื่อแยกเอาที่มีตำหนิต่าง ๆ และที่มีสี รูปร่างไม่ถูกต้องออก ในขั้นนี้ควรทำอย่างระมัดระวัง และต้องใช้จำนวนคนมาก เนื่องจากถ้ามีวัตถุดิบที่มีตำหนิ หรือสีไม่ถูกต้องปนผสมเข้าไปมาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำ ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การคัดขนาดผักและผลไม้เป็นขั้นตอนที่จำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้มีความสม่ำเสมอเหมาะกับการใช้งานของเครื่องจักร เป็นการลดเปอร์เซ็นการสูญเสียให้น้อยลง และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีขนาดสม่ำเสมอตรงตามชั้นคุณภาพ อีกทั้งยังช่วยให้การควบคุมกรรมวิธีการผลิตในด้านน้ำหนักบรรจุ เวลาที่ใช้ในการลวก เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการคัดขนาดอาจทำได้โดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ เช่น การคัดขนาดของผลสับปะรด มันฝรั่ง ฝรั่ง แอปเปิล สาลี่ หรืออาจใช้เส้นผ่านศูนย์กลางเป็นเกณฑ์ เช่น สตรอเบอรี พลัม ส้ม หรืออาจใช้ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นเกณฑ์ เช่น ข้าวโพดฝักอ่อน หน่อไม้ฝรั่ง หรืออาจใช้จำนวนผลต่อน้ำหนัก เช่น ลำไย ลิ้นจี่

2.2.4 **การลวก**

เป็นการนำผักผลไม้มาลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 82 – 100 องศาเซลเซียส หรือนึ่งในไอน้ำร้อนที่ความดันปกติ หรือที่ความดันต่ำ (น้อยกว่า 10 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว) ภายในระยะเวลาอันสั้น

2.2.4.1จุดประสงค์ของการลวกมีดังต่อไปนี้

(1) ต้องการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ที่เป็นตัวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านสี กลิ่น และรสชาติของผักผลไม้ในระหว่างกระบวนการแปรรูป หรือในระหว่างการเก็บรักษา

(2) ทำให้ผักผลไม้อ่อนนุ่ม ง่ายต่อการบรรจุ และทำให้ผักผลไม้มีปริมาตรลดลง จึงทำให้บรรจุได้ในปริมาตรที่เพิ่มขึ้น ทำให้ได้น้ำหนักเนื้ออาหารและน้ำหนักสุทธิตามต้องการ

(3) เป็นการขจัดสารที่ให้กลิ่นรส ที่ไม่ต้องการรวมทั้งยางและเมือกต่างๆ เช่น การลวกหน่อไม้เพื่อลดรสขม การลวกขนุนอ่อนที่กำจัดยางที่ติดมา

(4) เป็นการไล่อากาศออกจากเซลล์ของเนื้อผักและผลไม้ ซึ่งเป็นการช่วยลดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับผักและผลไม้ อีกทั้งทำให้เนื้อผักและผลไม้มีลักษณะใส และมีสีสดขึ้นกว่าเดิม

(5) เป็นการทำความสะอาดผิวหน้าของผักและผลไม้อีกครั้ง ซึ่งเป็นการช่วยลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมาให้น้อยลง

2.2.4.2ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการลวก

(1) ขนาดของเนื้อ และปริมาณของผักและผลไม้ที่ต้องการลวกในแต่ละครั้ง ถ้ามีขนาดของผักและผลไม้ใหญ่ หรือปริมาณของผักและผลไม้ที่ต้องการลวกในแต่ละครั้งมาก ต้องใช้เวลาในการลวกนานกว่าความร้อนจะสามารถผ่านเข้าถึงจุดกึ่งกลางของชิ้นได้

(2) อุณหภูมิที่ใช้ในการลวก ถ้าอุณหภูมิยิ่งสูงมากเท่าใด เวลาที่ใช้ในการลวกย่อมน้อยลงเท่านั้น

(3) ตัวกลางที่ใช้ลวก ถ้าตัวกลางเป็นน้ำร้อนย่อมใช้เวลาที่ใช้ลวกน้อยกว่าตัวกลางเป็นไอน้ำร้อน เพราะความร้อนจากน้ำร้อนสามารถผ่านเข้าไปได้เร็วกว่าไอน้ำร้อน นอกจากนั้นยังได้มีการเติมสารเคมีลงไปในน้ำร้อนที่ใช้ลวกด้วย เช่น กรดซิตริก โซเดียมคาร์บอเนต เกลือแคลเซียม และเกลือฟอสเฟต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการลวกให้ดีขึ้น สำหรับกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องไม่มีขั้นตอนการลวก

2.2.5 การปอกเปลือกและการคว้านเมล็ด

ผลไม้แทบทุกชนิดจะมีเปลือกห่อหุ้ม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเอาเปลือกออกเสียก่อนถึงนำมาบรรจุกระป๋อง วิธีการปอกเปลือกมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน การเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับชนิดของผักและผลไม้นั้น วิธีการปอกเปลือกที่ดี จะต้องเป็นวิธีที่ทำได้อย่างรวดเร็วและสะดวก สามารถปอกเปลือกได้หมดและมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้อย เสียค่าใช้จ่ายต่ำ และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดี วิธีการปอกเปลือกที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมได้แก่

2.2.5.1 การปอกเปลือกด้วยเครื่องปอก (peelers) เป็นวิธีการปอกเปลือกด้วยเครื่องจักรที่มีการออกแบบเฉพาะสำหรับผักและผลไม้ชนิดนั้นๆแบ่งออกได้เป็น

(1) Mechanical Peelers เป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อใช้ในการปอกเปลือกผลไม้โดยเฉพาะ เช่น Ginaca Machine เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตัดหัวท้ายผลสับปะรด เอาเปลือกพร้อมตา และแกนกลางออก Apple Peeler and Corer เป็นเครื่องปอกเปลือกและเจาะแกนกลางของผลแอปเปิลออก

(2) Abrasive Peelers เป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อปอกเปลือกผักต่างๆ โดยเฉพาะผักที่มีเปลือกบาง เช่น มันฝรั่ง ขิง

2.2.5.2 การปอกเปลือกด้วยด่าง(lye peeling)เป็นการนำผักและผลไม้ที่ต้องการปอกเปลือกมาลวกในสารละลายด่างที่ร้อน เพื่อให้ด่างไปย่อยสลายสารพวกเพคตินที่เคลื่อนอยู่ระหว่างเซลล์ของเปลือก ทำให้เปลือกหลุดออกจากเนื้อโดยส่วนที่เป็นเนื้อผักและผลไม้จะไม่มีการสูญเสีย

2.2.5.3 การปอกเปลือกด้วยความร้อน (thermal peeling) เป็นการปอกเปลือกผักและผลไม้ด้วยความร้อนจากน้ำเดือด หรือจากไอน้ำร้อน หรือจากเปลวไฟ ทำให้เนื้อผักและผลไม้บริเวณใต้ผิวอ่อนตัวลง ทำให้ส่วนเปลือกแยกออกจากส่วนเนื้อ วิธีใช้ความร้อนจากน้ำเดือด หรือจากไอน้ำร้อน ใช้ได้ดีกับผักและผลไม้ที่ทีเปลือกบาง เช่น มะเขือเทศ มันฝรั่ง มะขามดิบ ส่วนวิธีใช้เปลวไฟใช้ได้ดีกับผักผลไม้ที่มีเปลือกหนา เช่น ฟักทอง พริกยักษ์

2.2.5.4 การปอกเปลือกด้วยมือ (hand peeling) เป็นวิธีการปอกเปลือกด้วยมีดธรรมดาหรือมีดสองคม ใช้ได้ดีกับผลไม้เมืองร้อน เช่นมะม่วง ลูกตาล ขนุน ทุเรียน มังคุด

2.2.6 การตัดแต่ง การหั่น และการตัด

เป็นการตัดแต่งเอาเศษเปลือก เศษตา และตำหนิต่างๆ ที่ติดมากับเนื้อผักและผลไม้ออกให้หมด อาจใช้มีดหรือปากคีมดึงออก จากนั้นนำมาตัดให้เป็นชิ้น หรือหั่นให้เป็นแว่นด้วยเครื่องตัด (slicer) แต่ต้องสามารถทำให้ขนาดของชิ้นไม่ใหญ่หรือหนาจนเกินไปและควรมีขนาดสม่ำเสมอเท่ากันหมด ซึ่งขนาดของชิ้นจะมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ

2.2.7 **การแช่สารละลายเคมี**

ผักและผลไม้ที่ผ่านการปอกเปลือก และตัดแต่งแล้ว ก่อนการบรรจุอาจนำมาแช่ สารละลายเคมี ซึ่งมีจุดประสงค์ดังต่อไปนี้

2.2.7.1 สารเพิ่มความกรอบ (firming agents) ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ แคลเซียมซิเตรท อะลูมิเนียมโปแทสเซียมซัลเฟต

2.2.7.2 สารเพิ่มความเป็นกรด มีจุดประสงค์เพื่อ

(1) ปรับสภาพและเพิ่มความเป็นกรดให้แก่เนื้อผักและผลไม้ อาจทำได้โดยแช่กรดก่อน หรือเติมกรดลงในกระป๋อง หรือทั้งสองวิธีร่วมกัน เพราะอาหารที่มี pH ต่ำกว่า 4.5 เชื้อคลอสตริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*)ที่เป็นอันตรายต่อคน และสปอร์ของมันทนต่อความร้อนได้สูงมาก แต่เชื้อนี้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ pH ต่ำกว่า 4.5 จึงสามารถฆ่าเชื้อได้ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส วิธีนี้จึงนิยมใช้มากในการทำผักและผลไม้กระป๋อง

(2) ใช้เป็นสารที่ป้องกันการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล ทำได้โดยนำผักและผลไม้ที่ปอกเปลือกออกแล้ว มาแช่ในสารละลายกรด หรืออาจเติมลงไปในน้ำที่ใช้ลวก

(3) เพื่อปรับปรุงรสชาติของผักและผลไม้ให้ดียิ่งขึ้น เช่น กรดซิตริก กรดแอสคอบิค และกรดแอซีติก

2.2.8 **การเตรียมน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ**

น้ำตาลที่ใช้ต้องเป็นน้ำตาลขาวบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 เพื่อให้สีของน้ำเชื่อมไม่เป็นสีน้ำตาล เกลือต้องเป็นเกลือทะเลป่นขาวบริสุทธิ์ร้อยละ 98 ขึ้นไป น้ำที่ใช้เตรียมต้องเป็นน้ำที่สะอาดผ่านการกรองมาอย่างดี ไม่มีตะกรันของโลหะต่างๆ ควรต้มน้ำให้เดือดก่อนเติมเกลือ หรือน้ำตาล หลังจากนั้นก็ต้มให้เดือดอีกครั้ง แล้วนำมากรองผ่านผ้ากรอง ตรวจสอบความหวานของน้ำเชื่อม หรือความเข้มข้นของน้ำเกลือด้วยเครื่องวัดดรรชนีหักเห(refractometer) หน่วยเป็นองศาบริกซ์สำหรับน้ำเชื่อม และหน่วยเป็นองศาเซลล์โลมิเตอร์สำหรับน้ำเกลือ หลังจากนั้นเติมสารเคมีที่ต้องการเติมลงไปโดยสารเคมีที่ต้องการเติมต้องนำมาละลายน้ำจำนวนเล็กน้อยก่อนและละลายทีละชนิด น้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือที่เตรียมเรียบร้อยแล้วจะถูกนำไปเก็บยังถังพักเพื่อรอการบรรจุ และมีข้อควรระวังไม่ควรต้มน้ำเชื่อมตลอดเวลา เพราะจะทำให้น้ำเชื่อมมีสีคล้ำ

2.2.8.1 การจำแนกความหวานของผลิตภัณฑ์ (cut out brix)โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ คือ

(1) หวานเข้มข้นมาก (extra heavy cut out brix) วัดได้ตั้งแต่ 22 องศาบริกซ์ ขึ้นไป แต่ต้องน้อยกว่า 35 องศาบริกซ์

(2) หวานเข้มข้น (heavy cut out brix) วัดได้ตั้งแต่ 18 องศาบริกซ์ ขึ้นไป แต่ต้องน้อยกว่า 22 องศาบริกซ์

(3) หวานน้อย (light cut out brix) วัดได้ตั้งแต่ 14 องศาบริกซ์ ขึ้นไป แต่ต้องน้อยกว่า 18 องศาบริกซ์

(4) หวานน้อยมาก (extra light cut out brix) วัดได้น้อยกว่า 14 องศาบริกซ์

2.2.8.2 วิธีการหาความหวานของผลิตภัณฑ์ ทำโดยนำอาหารทั้งเนื้อและของเหลว ทั้งหมดที่บรรจุอยู่ในภาชนะนั้น ไปปั่นด้วยเครื่องปั่น(blender) ด้วยความเร็วสูงเป็นเวลา 5- 10 นาที จนเป็นเนื้อเดียวกันดี นำมาวัดความหวานด้วยเครื่องวัดดรรชนีหักเห อ่านค่าเป็นองศาบริกซ์

2.2.9 การบรรจุ

กระป๋องที่จะนำมาบรรจุผักและผลไม้ ที่เตรียมไว้นั้นจะต้องผ่านการล้าง และพ่นด้วยไอน้ำร้อนและปล่อยให้สะเด็ดน้ำด้วยการคว่ำกระป๋องลง ในการบรรจุนั้นอาจจะบรรจุโดยใช้คนหรือเครื่องจักรก็ได้ แต่มีข้อควรระวังในการบรรจุดังต่อไปนี้

2.2.9.1 น้ำหนัก ต้องควบคุมน้ำหนักเนื้ออาหารและน้ำหนักของเหลว ที่บรรจุในแต่ละกระป๋องให้คงที่ไม่ให้มีน้ำหนักเนื้ออาหารมากเกินไป หรือน้อยเกินไป ถ้าเนื้ออาหารมากเกินไป โอกาสที่ความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาจไม่เพียงพอ เป็นผลทำให้อาหารเกิดการเสียได้ ถ้าเนื้ออาหารน้อยเกินไปก็จะทำให้มีคุณภาพได้ตามพระราชบัญญัติอาหาร

2.2.9.2 ช่องว่างเหนือระดับอาหารภายในกระป๋อง (headspace) ต้องควบคุมไม่ให้มีช่องว่างในกระป๋องมากเกินไป หรือน้อยเกินไป ถ้ามีช่องว่างในกระป๋องมากเกินไป มีผลทำให้น้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นั้นต่ำกว่ามาตรฐาน การไล่อากาศไม่สามารถไล่อากาศออกจากกระป๋องไปได้หมด ทำให้มีอากาศหลงเหลืออยู่อันเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพเร็ว เกิดการกัดกร่อนภายใน และมีอายุการเก็บสั้น ถ้ามีช่องว่างในกระป๋องน้อยเกิดไปจะมีผลทำให้ฝากระป๋องบวม อันเกิดการขยายตัวของอาหารขณะนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

2.2.9.3 ความเข้มข้นและความข้นหนืดของของเหลวที่เติม ต้องคงที่ในขบวนการผลิตแต่ละครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากของเหลวที่มีความเข้มข้นสูงหรือมีความข้นหนืดมากย่อมต้องการเวลาที่ใช้ในการนึ่งฆ่าเชื้อนานมากขึ้น

2.2.10 การไล่อากาศ

เป็นการนำเอากระป๋องที่บรรจุอาหารเรียบร้อยแล้ว มาทำการไล่อากาศที่แทรกอยู่ในเนื้ออาหารและภายในกระป๋องออก โดยมีวัตถุประสงค์คือ

2.2.10.1 เพื่อให้เกิดความเป็นสุญญากาศขึ้นภายในกระป๋อง

2.2.10.2 ช่วยลดการกัดกร่อนของกระป๋อง เนื่องจากในที่ไม่มีออกซิเจนปฏิกิริยาการกัดกร่อนจะเกิดได้ช้า

2.2.10.3 ช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร โดยเฉพาะในช่วงการฆ่าเชื้อถ้ามีออกซิเจนปนอยู่ด้วยในกระป๋องจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านสี กลิ่นรส รวมทั้งการทำลายของวิตามินได้มากขึ้น

ความเป็นสุญญากาศในกระป๋อง เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความแตกต่างระหว่างความดันภายนอกและภายกระป๋อง ซึ่งวัดค่าได้ด้วยเครื่องมือวัดสุญญากาศ (vacuum gauge) มีหน่วยเป็นนิ้วปรอท อาหาร โดยทั่วไปต้องการค่าความเป็นสุญญากาศราว 10-20 นิ้วปรอท ค่าความเป็นสุญญากาศที่ต้องการนั้นขึ้นอยู่กับความกัดกร่อนของอาหาร และความยากง่ายในการถูกออกซิเดชัน เช่น ผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง มีความสามารถในการกัดกร่อนสูง ย่อมต้องการค่าความเป็นสุญญากาศสูงกว่าผลไม้ที่มีความเป็นกรดต่ำ เพื่อให้อายุการเก็บของผลไม้กระป๋องนั้นยาวนานยิ่งขึ้น กระป๋องไม่บวมง่าย

2.2.11 การปิดฝา

อาหารกระป๋องที่ผ่านการไล่อากาศแล้ว จะถูกนำมาปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาแบบตะเข็บซ้อน (double seamer) ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูก ลูกกลิ้งตัวแรกจะม้วนขอบของฝาให้สอดเข้าไปที่ด้านในของขอบกระป๋องที่ถูกพับงอ ลูกกลิ้งตัวหลังจะทำการบีบรัดตะเข็บให้แนบสนิทกับตัวกระป๋อง โดยจะต้องปรับให้เปอร์เซ็นต์ส่วนที่เกยกัน (over lap) ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 45 ฝากระป๋องที่ใช้ปิดนั้นจะต้องปั๊มรหัสที่จะบอกให้ทราบถึงชนิดของอาหารบรรจุ วัน เดือน ปีที่ทำการผลิต และรุ่น หรือเวลาที่ผลิต เพื่อทำให้สามารถตรวจสอบได้ในภายหลังหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

2.2.12 การล้างกระป๋องหลังการบรรจุ

หลังการปิดฝากระป๋อง จะต้องล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อชำระสิ่งเปรอะเปื้อน เช่น น้ำเชื่อม หรือน้ำเกลือ หรือน้ำผลไม้ ที่หกล้นระหว่างการปิดฝากระป๋อง และถ้าใช้น้ำร้อนจะล้างออกได้โดยง่ายทั้งยังรักษาระดับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ด้วยสำหรับกระป๋องที่ฆ่าเชื้อในน้ำเดือด ถ้าไม่ล้างก่อนนำไปฆ่าเชื้อน้ำเดือดจะชะล้างสิ่งสกปรกที่ติดมา และสะสมอยู่ในน้ำนั้น เมื่อมีปริมาณเข้มข้นมากขึ้นก็ทำให้กระป๋องถูกกัดกร่อนได้ทำให้กระป๋องเกิดเป็นสนิมระหว่างการเก็บรักษา

2.3 **ประเภทของผักและผลไม้กระป๋อง**เนื่องจากผักและผลไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งในด้านรสชาติ กลิ่น ลักษณะเนื้อ องค์ประกอบทางเคมี สี ขนาดรูปร่าง เพื่อให้สะดวกในการแปรรูป จึงได้จัดแบ่งประเภทของผักและผลไม้กระป๋องออกตามความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ ได้เป็น 4 พวกคือ

2.3.1 ผักและผลไม้กระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ (low-acid) หมายถึง ผักและผลไม้กระป๋องที่มีความเป็นกรดด่าง (pH) มากกว่า 5.3 ขึ้นไป เช่น ข้าวโพดเม็ดกระป๋อง ซุปข้าวโพดกระป๋อง ถั่วลันเตากระป๋อง มันฝรั่งกระป๋อง ทุเรียนในน้ำกะทิกระป๋อง น้ำกะทิกระป๋อง

2.3.2 ผักและผลไม้กระป๋องที่มีความเป็นกรดปานกลาง (medium – acid) หมายถึง ผักและผลไม้กระป๋องที่มีความเป็นกรดด่าง (pH) ระหว่าง 4.5-5.3 เช่น หน่อไม้ฝรั่งกระป๋อง ข้าวโพดฝักอ่อนกระป๋อง เห็ดนางฟ้ากระป๋อง หน่อไม้ไผ่ตงกระป๋อง

2.3.3 ผักและผลไม้กระป๋องที่มีความเป็นกรดสูง (acid) หมายถึง ผักและผลไม้กระป๋องที่มีความเป็นกรดด่าง (pH) ระหว่าง 3.7-4.5 เช่น มะเขือเทศในน้ำมะเขือเทศกระป๋อง ถั่วงอกกระป๋อง สะเดากระป๋อง ขนุนอ่อนกระป๋อง ลำไยกระป๋อง เงาะยัดไส้สับปะรดกระป๋อง ลูกตาลกระป๋อง ฟรุตสลัดกระป๋อง มะม่วงกระป๋อง ลิ้นจี่กระป๋อง สับปะรดกระป๋อง ขนุนกระป๋อง ละมุดกระป๋อง

2.3.4 ผักและผลไม้กระป๋องที่มีความเป็นกรดสูงมาก (high-acid) หมายถึง ผักและผลไม้กระป๋องที่มีความเป็นกรดด่าง (pH) ต่ำกว่า 3.7 เช่น ลูกพลัมกระป๋อง สตรอเบอรี่กระป๋อง มังคุดกระป๋อง สาลี่กระป๋อง ลูกท้อกระป๋อง ผักกาดดองกระป๋อง

2.4 **การผลิตสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย**

สับปะรดมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า แอนานาส โคโมซัส แอล.เมอร์(*Ananas comosus L. Merr.*) สับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เป็นพืชไร่ที่ปลูกง่าย บำรุงรักษาง่าย ปลูกครั้งเดียวเก็บผลได้ 1 ½ ปี ถึง 5 ปี พันธุ์สับปะรด ที่ปลูกโดยทั่วไปในเมืองไทย มี 3 พันธุ์ คือ

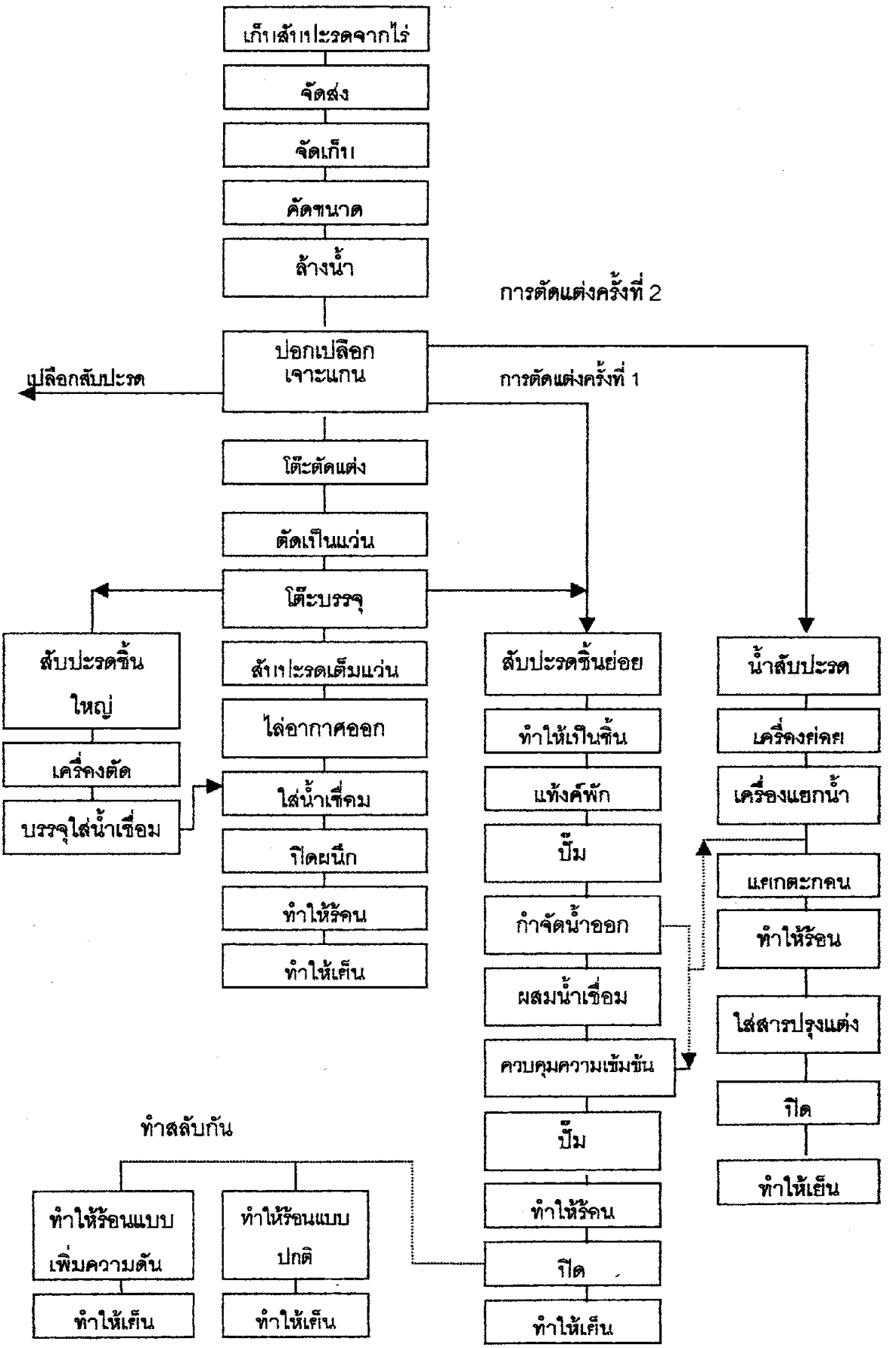
2.4.1 พันธุ์ปัตตาเวีย หรือ Smooth Cayenne หรือกัลกัตตา ซึ่งมีชื่อเรียกว่า สับปะรดศรีราชาบ้าง สับปะรดปราณบุรีบ้าง มีผลใหญ่มาก บางผลหนักถึง 7 กิโลกรัม แต่โดยเฉลี่ยหนักประมาณ 2.5 กิโลกรัม และเหมาะสำหรับทำเป็นสับปะรดกระป๋อง ก้านผลสั้น เปลือกสีเขียว เมื่อแก่จัดบางชนิดเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่บางชนิดเปลือกจะมีสีเขียวเข้ม ตาตื้น ไส้ใหญ่ เนื้อสีเหลืองละเอียด รสหวานฉ่ำ มีปลูกกันทั่วไป พันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่ปลูกเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง แหล่งที่ปลูกกันมากได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี และ ลำปาง

2.4.2 พันธุ์อินทรชิต หรืออินทรชิตแดง หรือเทพรส ซึ่งเป็นพันธุ์เก่าแก่และเป็นพันธุ์พื้นเมือง ของประเทศไทย ผลเล็กหนักประมาณ 1 กิโลกรัม ผิวเปลือกแดงคล้ำ เนื้อสีทองหรือเหลืองจัด รสหวานฉ่ำ ปลูกกระจัดกระจ่ายทั่วไปทั้งประเทศ รวมทั้งพันธุ์อื่นๆ คือ พันธุ์ภูเก็ต และ พันธุ์นางแล

2.4.3 พันธุ์ขาวหรือสิงคโปร์หรือควีน ผลเล็กหนักประมาณ ½ - 1 กิโลกรัม ก้านผลยาว ผิวเปลือกมีสีเหลืองอ่อน บางทีมีสีเขียวแซมเนื้อเป็นสีเหลือง รสหวานอมเปรี้ยว เนื้อกรอบ หยาบเสี้ยนมาก ตาเล็ก

สับปะรดกระป๋อง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสับปะรด สารที่ใช้บรรจุ อาจมีวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) และส่วนประกอบอื่น (ingredient) รวมบรรจุอยู่ในกระป๋อง และผ่านกรรมวิธีใช้ความร้อน เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมผลิตมากทั้งในและต่างประเทศ สับปะรดที่ใช้ควรจะแก่พอเหมาะเพื่อให้ได้กลิ่นและรสดี เมื่อได้สับปะรดมาจะมาเข้าเครื่องคัดขนาด ปอกเปลือกและเจาะแกน ในช่วงนี้สับปะรดจะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกกลวง จากนั้นตัดหัวท้ายและตัดแต่ง และเข้าเครื่องหั่นเป็นแว่นตามความหนาที่ได้กำหนดไว้ และบรรจุลงในกระป๋อง ส่วนเปลือกซึ่งมีเนื้อติดอยู่มากจะนำไปคว้านเอาเนื้อออกเพื่อใช้ทำน้ำสับปะรด สับปะรดที่บรรจุกระป๋องจะผ่านเข้าเครื่องสูบอากาศออกใช้สุญญากาศ 25 นิ้วปรอท เวลา 5- 10 นาที การสูบอากาศออกนอกจากจะลดแก๊สภายในเนื้อผลไม้ ยังทำให้สับปะรดมีความสม่ำเสมอและใส จากนั้นจึงเติมน้ำเชื่อมหรือน้ำสับปะรดผสมน้ำเชื่อม น้ำสับปะรดจะต้องทำให้ใสก่อนใช้ ขั้นตอนปิดฝาอาจใช้ระบบสุญญากาศ ภายในกระป๋องหลังปิดฝาประมาณ 15 นิ้วปรอทจึงนำไปสเทอริไลซ์และทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว หลังจากทำให้เย็นควรนำมาวางเรียงบนตะแกรงผึ่งให้แห้ง หรืออาจใช้พัดลมช่วยเป่าให้แห้งเร็วขึ้น การทำสับปะรดกระป๋องโดยทั่วไปผลิตตามขั้นตอนตามแผนผัง ดังแสดงตามรูปที่ 1

รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนการผลิตสับปะรดกระป๋อง



2.5 **การกัดกร่อนของกระป๋องบรรจุอาหาร**(corrosion of food can) (8)

2.5.1 **การกัดกร่อน** คือ การที่วัสดุต่าง ๆ ถูกทำลายโดยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้าเมื่อสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากวัสดุเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงเป็นสารใหม่ที่มีความเสถียรทางเทอร์โมไดนามิกส์มากขึ้น

2.5.2 **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกัดกร่อนของอาหารกระป๋อง**

2.5.2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับอาหาร อาหารที่มีสมบัติช่วยเอื้ออำนวยต่อการกัดกร่อนที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากส่วนประกอบของอาหารที่มีความซับซ้อนมาก และมีองค์ประกอบทางเคมี กายภาพของอาหารที่มีความแตกต่างกันหลายอย่าง เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สมบัติในการรักษาสภาพความจุของสารละลายบัฟเฟอร์ (buffer capacity) ชนิดรงควัตถุ และ ความข้นหนืด สิ่งเหล่านี้อาจเป็นตัวเร่งหรือตัวยับยั้งการกัดกร่อนได้

(1) สภาพกรด (acidity) และชนิดของกรด อาหารที่มีความเป็นกรดสูงจะมีอัตราเร็วการเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนสูง แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวก็มิได้เป็นสัดส่วนกันโดยตรง นอกจากนี้ชนิดของกรดยังมีผลต่อความแตกต่างในเรื่องของอัตราการกัดกร่อนชนิด กรดอินทรีย์ที่พบในอาหาร ได้แก่ กรด มาโลนิก (malonic) ซักซินิก(succinic) ซิตริก(citric) และ มาลิก(malic) เพราะความแตกต่างของสมบัติกรดอินทรีย์แต่ละชนิดจะมีผลต่ออัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน เนื่องจากกรดอินทรีย์เหล่านี้มีความสามารถที่แตกต่างกันในการรวมตัวกับโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ในอาหารโดยเฉพาะกับดีบุก ทำให้ความเข้มข้นของดีบุกไอออนอิสระในอาหารลดลงเป็นผลให้ค่าความต่างศักย์รีดักชันของดีบุกต่ำลง ดีบุกจึงเปลี่ยนรูปเป็นไอออนอิสระเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการกัดกร่อนเพิ่มขึ้น

(2) ความหนืดของผลิตภัณฑ์จะมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของไอออน ความหนืดของผลิตภัณฑ์ยิ่งน้อยการเคลื่อนที่ของไอออนจะเกิดได้เร็ว เป็นผลให้สารที่มีสมบัติในการกัดกร่อนสามารถเคลื่อนที่เข้ามาอยู่ใกล้กับกระป๋องได้มากขึ้น และยังสามารถกำจัดผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาการกัดกร่อนได้เร็ว หรือเมื่อความหนืดเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ไอออนต่าง ๆ เคลื่อนที่ได้ช้าลง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาการกัดกร่อนมีการสะสมตรงบริเวณที่มีการกัดกร่อนมากขึ้น และส่งผลให้ปฏิกิริยาการกัดกร่อนเกิดช้าสารที่มีสมบัติให้ความหนืดและสามารถลดอัตราการกัดกร่อน ได้แก่ เจลลาทิน เพกทิน น้ำเชื่อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

(3) รงควัตถุ (pigment) สีต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ที่สังเกตเห็นเกิดจากรงควัตถุ หรือสารให้สีต่างๆ ที่มีอยู่ภายในเซลล์ล์ รงควัตถุเหล่านี้เกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปตามองค์ประกอบของสารให้สีเหล่านี้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารแอนโธไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีอยู่ในผลไม้บางชนิดมีสมบัติเป็นตัวรับ อิเลคตรอน และมีผลต่อการเร่งการกัดกร่อนของกระป๋องเคลือบดีบุกให้เกิดได้เร็วขึ้น

(4) การปนเปื้อนของโลหะหนักบางชนิด เช่น ทองแดง และเหล็ก ซึ่งอาจปนเปื้อนมาจากแหล่งเพาะปลูก แหล่งน้ำ การใช้ปุ๋ย และธรรมชาติของผลิตผล นอกจากนี้ยังรวมถึงขั้นตอนในกระบวนการแปรรูป โดยโลหะดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการกัดกร่อนให้เกิดได้เร็วขึ้น

2.5.2.2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง

(1) แก๊สออกซิเจน สามารถเร่งปฏิกิริยาการกัดกร่อนดังนั้น ในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง ต้องมีกระบวนการไล่แก๊สออกซิเจน หรืออากาศออกจากอาหารก่อนทำการปิดผนึก เช่น การลวก การไล่อากาศก่อนปิดผนึก

(2) ความเป็นสุญญากาศ เนื่องจากความเป็นสุญญากาศมีความสัมพันธ์กับปริมาณแก๊สออกซิเจนในอาหารกระป๋อง ฉะนั้นจึงเป็นการยากที่จะแยกผลของแต่ละปัจจัยให้เด่นชัด ค่าความเป็นสุญญากาศขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการไล่อากาศ และรวมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ลักษณะชิ้นอาหาร ในการไล่อากาศร่วมกับการใช้อุณหภูมิปิดกระป๋องให้สูงขึ้นมีแนวโน้มที่จะกำจัดปริมาณแก๊สออกซิเจนออกได้มากขึ้น และขณะเดียวกันค่าสุญญากาศที่ได้ก็มีค่าสูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องมีอายุการเก็บนานขึ้น โดยปกติแล้วค่าสุญญากาศไม่ควรต่ำกว่า 5 นิ้วปรอท

(3) ช่องว่างบริเวณเหนืออาหารภายในกระป๋อง ค่าช่องว่างเหนืออาหารสูงจะแสดงแนวโน้มถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สออกซิเจน ซึ่งมีผลต่อการเร่งปฏิกิริยากัดกร่อนให้เกิดได้เร็วขึ้น ในทางปฏิบัติการใช้ช่องว่างบริเวณเหนืออาหารภายในกระป๋องเพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะใช้เป็นปัจจัยในการตัดสินอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ เพราะว่ายังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับช่องว่างบริเวณหรืออาหารภายในกระป๋อง เช่น ปริมาตรหรือน้ำหนักบรรจุค่าความเป็นสุญญากาศ และประสิทธิภาพในการไล่อากาศ

(4) กระบวนการแปรรูปและการทำให้เย็น (processing and cooling) ในการแปรรูปและการทำให้เย็น ที่มีผลต่อการกัดกร่อนของผักและผลไม้กระป๋องโดยในการทำให้เย็น ถ้าอุณหภูมิในอาหารกระป๋องยังคงสูงอยู่หลังจากผ่านการทำให้เย็นแล้ว จะมีผลต่อการกัดกร่อนเพิ่มมากขึ้น

2.5.2.3 คุณลักษณะของภาชนะบรรจุ

(1) องค์ประกอบแผ่นเหล็ก แผ่นเหล็กที่ใช้ทำแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกควรเป็นแผ่นเหล็กชนิดที่มีคาร์บอนต่ำ โดยมีธาตุต่างๆ เจือปนอยู่ในช่วงกว้าง ซึ่งได้มีการกำหนดปริมาณธาตุต่าง ๆ ที่ยอมให้เจือปนได้ในแผ่นเหล็กดำที่จะนำมาเคลือบดีบุกตามเณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก

(2) ความหนาดีบุกที่เคลือบ เมื่อความหนาชั้นดีบุกที่เคลือบเพิ่มขึ้นแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกจะมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ผิวแผ่นเหล็กจะถูกปกคลุมด้วยชั้นดีบุกได้ดีกว่า แต่ตามความต้านทานต่อการกัดกร่อน หรืออายุการเก็บที่เพิ่มมากขึ้นไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาของดีบุกที่เคลือบเสมอไป เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปร (variables) ต่างๆ ที่ไม่อาจควบคุมได้

(3) ความสม่ำเสมอของดีบุกที่แผ่นเหล็กเคลือบ จะมีส่วนที่ไม่ต่อเนื่องกัน เรียกว่ารูพรุน (pores) ส่วนทีไม่ต่อเนื่องกันอาจเกิดขึ้นทั้งในชั้นดีบุกและชั้นโลหะผสม รูพรุนเหล่านี้อาจมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าแต่มีผลต่อสมบัติแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก โดยอาจไปลดสมบัติความต้านทานการกัดกร่อนของชั้นดีบุกที่เคลือบ ความสม่ำเสมอของชั้นดีบุกที่เคลือบจะมีความสัมพันธ์กับความหนาของดีบุกโดยรูพรุนจะมีจำนวนมากขึ้นเมื่อความหนาของชั้นดีบุกลดลง

(4) การเคลือบแลกเกอร์ เมื่อเคลือบผิวแผ่นเหล็กแล้วจะแห้งโดยการระเหยของตัวทำละลาย แลกเกอร์ทำหน้าที่เคลือบผิวโละ เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะกับอาหาร ทำให้อัตราการกัดกร่อนลดลง เนื่องจากแลกเกอร์ไปขัดขวางการถ่ายเทอิเลคตรอนระหว่างโลหะกับอาหาร ดังนั้นถ้าจำนวนชั้นแลกเกอร์หรือความหนาของแลกเกอร์เพิ่มขึ้น อัตราการกัดกร่อนยิ่งลดลง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการกัดกร่อนของสับปะรดกระป๋องมี ดังนี้

Gowramma,R.V. และคณะ (1981) ประเทศอินเดียได้ศึกษาอัตราการกัดกร่อนของน้ำสับปะรดที่บรรจุในกระป๋องแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกพบว่ากระป๋องที่มีความหนาของดีบุกที่เคลือบ 22.4 กรัม/ตารางเมตร มีความเหมาะสมที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สับปะรด

ชนิดแว่น น้ำสับปะรด แยมสับปะรด ผลิตภัณฑ์สับปะรดดังกล่าวผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกปริมาณดีบุกที่อนุญาตให้มีในผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องดังกล่าวประมาณ 100-250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการกัดกร่อนของน้ำสับปะรดที่บรรจุในกระป๋องเคลือบดีบุกโดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกัดกร่อน เช่น กรดอินทรีย์ กรดอะมิโน และปริมาณน้ำตาลในน้ำสับปะรด อัตราการกัดกร่อนคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักดีบุกที่หายไปในสภาวะที่จำลองขึ้น น้ำสับปะรดที่มีความเป็นกรด 0.8 เปอร์เซ็นต์ กรดซิตริก ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 13 องศาบริกซ์ น้ำตาลรีดิวซ์ 11เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่าง 3.8 กรดอินทรีย์ที่มีในน้ำสับปะรดได้แก่ กรดซิตริก และ กรดมาลิก ซึ่งปริมาณกรดซิตริกจะมากกว่ากรดมาลิก น้ำตาลที่พบได้แก่ น้ำตาลซูโครส กลูโครส และฟรุกโตส กรดอะมิโนได้แก่ ลิวซีน เมไทโอนีน ทรีโอนีน กลูตามิก แอสพาร์ติก อาร์จินีน ไลซีน ซีสทาอีน ลักษณะการเกิดอัตราการกัดกร่อนจากส่วนประกอบของสับปะรดยังไม่ทราบแน่ชัด (3)

Berkovic, K. และคณะ (1995) พบว่าขณะเก็บน้ำผลไม้กระป๋องปริมาณโลหะที่ออกมาปนเปื้อนนั้นเป็นสาเหตุทำให้น้ำผลไม้กระป๋องเสื่อมสภาพและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค การศึกษาการกัดกร่อนของกระป๋องแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกทำโดยศึกษาพฤติกรรมทางเคมีไฟฟ้าของดีบุก เหล็ก และอะลูมิเนียมในน้ำผลไม้ต่าง ๆ เช่น น้ำแอปเปิล น้ำมะนาว น้ำส้ม น้ำสับปะรด โดยเทคนิค ทางเคมีไฟฟ้า เพื่อหาปัจจัยของการกัดกร่อนและหาอัตราการกัดกร่อนโดยหาน้ำหนักที่หายไป พร้อมทั้งวิเคราะห์ปริมาณดีบุก เหล็ก และอะลูมิเนียม ในตัวอย่างน้ำผลไม้เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส หลังจากเก็บได้ 28 วัน โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์และวิเคราะห์ปริมาณโลหะดังกล่าวเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 12 และ 18 เดือน ตัวอย่างน้ำผลไม้มีความสามารถในการกัดกร่อนได้มากพอสมควร เมื่อมีโลหะดีบุก เหล็ก โดยอัตราการกัดกร่อนของเหล็กมากกว่าดีบุก น้ำมะนาวเป็นน้ำผลไม้ที่มีการกัดกร่อนสูง หลังจากเก็บได้ 12 และ 18 เดือน ภาชนะบรรจุไม่สามารถป้องกันการกัดกร่อนของน้ำผลไม้ได้เลย ความรุนแรงในการกัดกร่อนของน้ำผลไม้ต่าง ๆ ขึ้นกับส่วนประกอบของน้ำผลไม้และสภาวะการเก็บ (1)

Catala, R และคณะ (1972) ประเทศสเปน ทำการศึกษาทดลองโดยการเก็บผลิตภัณฑ์แอพริ คอท บรรจุในกระป๋องเคลือบดีบุกที่มีช่องว่างเหนืออาหารและสุญญากาศที่แตกต่างกัน แล้วเก็บตัวอย่างไว้เป็นเวลา 18 เดือน พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือน ปริมาณแก๊สออกซิเจนลดลง แต่มีปริมาณแก๊สไฮโดรเจนสูงขึ้น ส่วนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สไนโตรเจนคงที่ ตลอดระยะเวลาการเก็บและมีปริมาณดีบุกไม่สูงเกินเกณฑ์กำหนด มีปริมาณสูงสุดที่ 225 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่สภาวะช่องว่างเหนืออาหารเท่ากับ 14 มิลลิเมตร และสุญญากาศเท่ากับ 0 เซนติเมตร.ปรอท ปริมาณดีบุกต่ำสุด 91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม. ที่สภาวะช่องว่างเหนืออาหารมีค่า 7 มิลลิเมตร สุญญากาศ 30 เซนติเมตร.ปรอท แสดงว่า เมื่อช่องว่างเหนืออาหารมีค่าต่ำลง และมีค่าสุญญากาศเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณดีบุกลดลง (2)

พรรัตน์ สินชัยพาณิช พัชรี ปานกุล และปิยนุช วิเศษชาติ ทำการศึกษาทดลองโดยการเก็บผลิตภัณฑ์มะละกอกระป๋องเคลือบดีบุกและกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ โดยการวิเคราะห์หาปริมาณดีบุก ไลโคพีน กรดแอสคอบิก เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ปริมาณของโลหะดีบุกของมะละกอที่บรรจุในกระป๋องดีบุกมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์นานขึ้น แต่มะละกอที่บรรจุกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนปริมาณไลโคพีน กรดแอสคอบิก เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลง เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ทั้งในมะละกอกระป๋องเคลือบดีบุกและกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ ส่วนการประเมินผลทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับทางด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์มะละกอที่บรรจุกระป๋องเคลือบดีบุกและกระป๋องเคลือบแลกเกอร์อยู่ในช่วงคะแนนที่ผู้บริโภคให้การยอมรับลดลงเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น (8)

2.6 มาตรฐานสับปะรดกระป๋องของประเทศไทย

ในปัจจุบันสับปะรดกระป๋องที่ผลิตเพื่อการส่งออกและบริโภคภายในประเทศเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐานบังคับถูกกำหนดให้เป็นผลิตภัณฑ์ต้องขอรับการรับรองให้ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง มอก.51-2530 เกณฑ์กำหนดดังแสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง (มอก.51-2530)

ลำดับ	รายการ	เกณฑ์กำหนด				
		เต็มแว่น	ชิ้นคละ	แว่นหัก	ชิ้นใหญ่	ลิ่ม
1	ชนิด	← ตามวิธีทดสอบข้อ 3.4.1.4 →				
2	สี	← ต้องมีสีตามธรรมชาติของสับปะรด →				
3	กลิ่นรส	← ต้องมีกลิ่นรสตามธรรมชาติของสับปะรด →				
4	เนื้อสับปะรด	← เนื้อแน่น ไม่งอม แกร็น หรือฟ่าม →				
5	ปริมาณแกน(ร้อยละ)	← ไม่มากกว่า 7 →				
6	ความสม่ำเสมอ	ชิ้นใหญ่สุด / ชิ้นเล็กสุด ≤ 1.4	ไม่วิเคราะห์	ไม่วิเคราะห์	ชิ้นที่น้อยกว่า5 กรัม ไม่มากกว่าร้อยละ 15	ชิ้นที่น้อยกว่า3 ใน4เท่าของน้ำหนักเฉลี่ยกรัม ไม่มากกว่าร้อยละ 15
7	ข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้	← ตามตารางที่ 3 เกณฑ์ข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้ →				
8	ความเป็นกรดด่าง	← ไม่มากกว่า 4.5 →				
9	ระดับความเข้มข้นของสารที่ใช้บรรจุ(องศาบริกซ์)	ใสมาก มีค่าไม่น้อยกว่า 10 องศาบริกซ์	ใส มีค่าไม่น้อยกว่า 14 องศาบริกซ์	เข้มข้น มีค่าไม่น้อยกว่า 18 องศาบริกซ์	เข้มข้นมาก มีค่าไม่น้อยกว่า 22 องศาบริกซ์	
10	ปริมาตรบรรจุของสับปะรดกระป๋อง(ร้อยละ)	← ไม่น้อยกว่า 90 →				
11	น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดกระป๋อง(ร้อยละ)	← ไม่น้อยกว่า 58 →				
12	ปริมาณดีบุก(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	← ไม่มากกว่า 250 →				
13	การวิเคราะห์หาจุลินทรีย์	← ต้องไม่พบ →				

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน

3.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลอง

สับปะรดกระป๋องที่ผลิตในประเทศไทย ชนิดต่างๆจำนวน 113 ตัวอย่าง แบ่งเป็น ชนิดเต็มแว่น 51 ตัวอย่าง ชนิดชิ้นคละ 24 ตัวอย่าง ชนิดแว่นหัก 12 ตัวอย่าง ชนิดชิ้นใหญ่ 13 ตัวอย่าง ชนิดลิ่ม 14 ตัวอย่าง ซึ่งบรรจุในน้ำเชื่อมต่างๆ เช่น น้ำสับปะรด น้ำเชื่อมใส น้ำเชื่อมเข้มข้น

3.2 เครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น LP6200 S

3.2.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าชั่งได้ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler รุ่น AE240

3.2.3 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)ยี่ห้อ Orion รุ่น 420A

3.2.4 เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อPerkin Elmer รุ่น 5100

3.2.5 เครื่องวัดความข้นของน้ำตาล ยี่ห้อ Atago รุ่น PR-101

3.2.6 เครื่องวัดสุญญากาศ ยี่ห้อ Ashcroft รุ่น 9277-01

3.2.7 เครื่องเปิดกระป๋อง

3.2.8 เครื่องปั่น ยี่ห้อ National รุ่น MK-C300N

3.2.9 นาฬิกาจับเวลา

3.2.10 ตะแกรงร่อนขนาด 8 มิลลิเมตร

3.2.11 จานสีขาว ชามพลาสติกสีขาว ถาดพลาสติกสีขาว มีด

3.2.12 บีกเกอร์

3.2.13 ไม้บรรทัด ความละเอียด 0.1 มิลลิเมตร

3.2.14 แท่นความร้อน(hot plate)

3.2.15 กระดาษกรองวัตต์แมนเบอร์1

3.2.16 ขวดแก้วปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.2.17 กรวยแยก ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.2.18 ปิเปตปริมาตร ขนาด 5, 10 15 และ 20 มิลลิลิตร

3.3 สารละลายและวิธีเตรียม

3.3.1 สารละลายบัฟเฟอร์ pH4 และ pH7

3.3.2 กรดไนตริกเข้มข้นชั้นคุณภาพวิเคราะห์ ยี่ห้อ Merck Germany

3.3.3 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นชั้นคุณภาพวิเคราะห์ ยี่ห้อ Merck Germany

3.3.4 โพแทสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride, KCl) 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ละลายสารละลายโปแทสเซียมคลอไรด์ 1.91 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

3.3.5 สารละลายมาตรฐานดีบุก (Tin in 20% HCL) ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยี่ห้อ Perkin-Elmer

3.3.5.1 สารละลายมาตรฐานดีบุก 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ดูดสารละลายมาตรฐานดีบุก 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นบรรจุอยู่แล้ว ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3.3.5.2 สารละลายมาตรฐานดีบุก 0, 50,1 00, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม.

ดูดสารละลายมาตรฐานดีบุก 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม. จำนวน 0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มีกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และมีสารละลายโปแทสเซียมคลอไรด์ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3.4 วิธีทดสอบ

3.4.1 การทดสอบทางกายภาพ

3.4.1.1การวัดสุญญากาศ

ใช้เครื่องวัดสุญญากาศกดลงไปบริเวณด้านบนกระป๋อง

3.4.1.2 การวัดช่องว่างของเหนืออาหาร

ใช้ไม้บรรทัดวัดจากปากกระป๋องจนกระทั่งถึงน้ำเชื่อมที่บรรจุในกระป๋อง

3.4.1.3 การเตรียมตัวอย่าง

(1) เช็ดตัวอย่างด้วยผ้าที่สะอาด

(2) ชั่งน้ำหนักสับปะรดทั้งกระป๋อง

(3) เปิดกระป๋องด้วยเครื่องเปิดกระป๋อง

(4) นำจานและตะแกรงวางบนเครื่องชั่ง และปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0

(5) นำตะแกรงออกจากเครื่องชั่ง วางจานบนถ้วยพลาสติกให้ทำมุม 45 องศา

(6) เทตัวอย่างสับปะรดกระป๋องที่เปิดไว้ลงในตะแกรง แล้วใช้นาฬิกาจับเวลาเป็นเวลา 2 นาที

(7) ยกสับประรดที่อยู่ในตะแกรงวางบนจานที่อยู่บนเครื่องชั่งที่ปรับ 0 ไว้ จดน้ำหนักที่ได้ ซึ่งเป็นน้ำหนักเนื้อของตัวอย่าง

(8) เทสับปะรดที่ชั่งแล้ว ลงในถาดพลาสติกเพื่อวิเคราะห์รายการอื่นต่อไป

3.4.1.4 การวิเคราะห์ชนิดของสับปะรด

(1) **สับปะรดเต็มแว่นหรือวงแหวน** (slices or spiral slices or whole slice or rings) ได้แก่ สับปะรดที่ตัดจากสับปะรดทั้งผลตามแนวตั้งฉากกับแกนเป็นแว่นวงแหวน

(2) **สับปะรดแว่นหัก** (broken slices) ได้แก่ ชิ้นสับปะรดที่มีส่วนโค้ง โดยที่ขนาดและ/หรือรูปร่างอาจไม่สม่ำเสมอกันก็ได้

(3) **สับปะรดชิ้นใหญ่** (chunks) ได้แก่ ชิ้นสับปะรดสั้นหนา ที่ตัดจากสับปะรดแว่นหนาหรือสับปะรดทั้งผล หนาและกว้าง 12 มิลลิเมตรขึ้นไป และยาวไม่มากกว่า 38 มิลลิเมตร

(4) **สับปะรดลิ่ม** (tidbits) ได้แก่ ชิ้นสับปะรดที่ตัดจากสับปะรดแว่น รูปร่างคล้ายลิ่ม มีสัดส่วนสม่ำเสมอ หนาระหว่าง 8 ถึง 13 มิลลิเมตร

(5) **สับปะรดชิ้นคละ** (pieces) ได้แก่ สับปะรดที่มีชิ้นไม่สม่ำเสมอ ไม่จัดรวมอยู่ในชนิดใดชนิดหนึ่งข้างต้น และไม่รวมถึงสับปะรดชิ้นใหญ่หรือสับปะรดชิ้นเศษ

3.4.1.5 **สี**

สับปะรดกระป๋อง ต้องมีสีธรรมชาติของสับปะรดพันธุ์นั้นๆ หรือ ของส่วนประกอบที่ใช้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.4.1.6 **กลิ่นรส**

สับปะรดกระป๋อง ต้องมีกลิ่นและกลิ่นรส ตามธรรมชาติของสับปะรดกระป๋อง และส่วนประกอบที่ใช้การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.4.1.7 **เนื้อสับปะรด**

ต้องเป็นสับปะรดแก่ (mature) **เนื้อแน่น ไม่งอม แกร็น หรือฟาม แกนสับปะรดที่ติดอยู่กับเนื้อสับปะรดต้องไม่เกินร้อยละ 7 ของน้ำหนักเนื้อ ทำโดยตัดแกนเฉพาะส่วนที่เป็นเส้นใยแข็งออกรวมชั่งน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักเนื้อ**

3.4.1.8 **ความสม่ำเสมอของขนาดและรูปร่าง**

สับปะรดในภาชนะบรรจุเดียวกัน ต้องมีลักษณะของชิ้นอย่างเดียวกัน และมีความสม่ำเสมอของขนาดและรูปร่างดังนี้

(1) **สับปะรดแต็มแว่นหรือวงแหวน น้ำหนักของชิ้นที่ใหญ่ที่สุดต้องไม่เกิน1.4เท่าของน้ำหนักชิ้นที่เล็กที่สุด**

(2) **สับปะรดลิ่ม ชิ้นที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 3 ใน 4 เท่าของน้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดลิ่มเต็มชิ้นตามขนาดที่กำหนด ต้องมีน้ำหนักรวมกันไม่มากกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนักเนื้อสับปะรดทั้งกระป๋อง**

(3) **สับปะรดชิ้นใหญ่ ชิ้นที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 5 กรัม ต้องมีน้ำหนักรวมกันไม่มากกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนักเนื้อสับปะรดทั้งกระป๋อง**

3.4.1.9 ข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้ เกณฑ์กำหนดดังแสดงตารางที่ 3

สับปะรดกระป๋องอาจมีข้อบกพร่องต่อไปนี้ได้ แต่ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด

(1) ตำหนิ (blemish) ได้แก่ สี และเนื้อสับปะรดที่แตกต่างไปจากสีและเนื้อของสับปะรดที่ดี ตา(deep fruit eye) และเปลือกที่เหลือติดอยู่ จุดสีน้ำตาล รอยช้ำ และส่วนที่ผิดธรรมดาอื่นๆ

(2) ชิ้นหัก(broken) ได้แก่ สับปะรดที่หัก ซึ่งเมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกันแล้ว มีรูปร่างและขนาดเต็มชิ้น จำนวนหน่วยของชิ้นหักให้นับตามจำนวนหน่วยของขนาดเต็มชิ้น ข้อบกพร่องข้อนี้ให้พิจารณาเฉพาะแต่กรณีสับปะรดเต็มแว่นหรือวงแหวน

(3) ชิ้นที่ตัดแต่งเกิน (excessive trim) ได้แก่ ชิ้นสับปะรดที่ตัดแต่งมากเกินไปจนเสียรูปลักษณะจากที่ระบุไว้ หรือชิ้นที่มีการตัดแต่งเกินร้อยละ 5 ของน้ำหนักเฉลี่ยของชิ้นที่สมบูรณ์ในกระป๋องเดียวกัน สำหรับสับปะรดกระป๋องชนิดนั้นๆ

ข้อบกพร่องนี้ให้พิจารณาเฉพาะแต่ในกรณีสับปะรดทั้งผล สับปะรดเต็มแว่นหรือวงแหวน โดยใช้ตารางเกณฑ์ข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้

3.4.1.10 ความเป็นกรด-ด่าง

นำสับปะรดบางส่วนพร้อมน้ำใส่ลงไปปั่นในเครื่องปั่น แล้วเทสับปะรดที่ปั่นได้ใส่ในบีกเกอร์เพื่อนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องไม่เกิน 4.5

3.4.1.11 ระดับความเข้มข้น

นำสับปะรดที่ปั่นแล้ว มากรอง แล้วนำไปวัดค่าองศาบริกซ์ด้วยเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ (refractometer) ที่ 20 องศาเซลเซียส เพื่อวัดระดับความเข้มข้น (cut-out-strength) ในกรณีที่ใช้น้ำเชื่อมเป็นสารที่ใช้บรรจุ ระดับความเข้มข้นมี 4 ระดับดังต่อไปนี้

ใสมาก (extra –light) ไม่น้อยกว่า 10 องศาบริกซ์

ใส (light) ไม่น้อยกว่า 14 องศาบริกซ์

เข้มข้น (heavy) ไม่น้อยกว่า 18 องศาบริกซ์

เข้มข้นมาก (extra heavy) ไม่น้อยกว่า 22 องศาบริกซ์

3.4.1.12 ปริมาณ

(1) ความจุของกระป๋อง และปริมาตรบรรจุของสับปะรดกระป๋อง หาโดยวิธีชั่งน้ำหนัก

(2) น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่เติมลงไปแทนที่สับปะรดกระป๋องแล้วคำนวณกลับไปเป็นปริมาตร ปริมาตรบรรจุของสับปะรดกระป๋อง ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของความจุของกระป๋อง

(1.1) การหาความจุของกระป๋อง เติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงระดับต่ำกว่าขอบบนสุดของตะเข็บ 4.8 มิลลิเมตร

(1.2) การหาปริมาตรบรรจุของสับปะรดกระป๋อง ให้เติมน้ำกลั่นลงไป จนถึงระดับเดียวกับที่เคยบรรจุสับปะรดกระป๋องอยู่ก่อน

3.4.1.13 คำนวณ

(1) ความสม่ำเสมอ

(1.1) สับปะรดชนิดเต็มแว่น วงแหวน = $\frac{\text{น้ำหนักของชิ้นที่ใหญ่ที่สุด}}{\text{น้ำหนักของชิ้นที่เล็กที่สุด}}$

(1.2) สับปะรดลิ่มเป็นร้อยละ = $\frac{\text{ผลรวมของชิ้นที่มีน้ำหนักน้อยกว่า3 ใน 4เท่าของน้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดลิ่มเต็มชิ้น} \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อ}}$

(1.3) สับปะรดชิ้นใหญ่เป็นร้อยละ = $\frac{\text{ผลรวมของชิ้นที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 5 กรัม} \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อ}}$

(2) แกนสับปะรดเป็นร้อยละ= $\frac{\text{น้ำหนักแกน} \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อ}}$

(3) ข้อบกพร่อง ได้แก่ ตำหนิ ชิ้นหัก และชิ้นที่ตัดแต่งเกิน

ข้อบกพร่องเป็นร้อยละ = $\frac{\text{จำนวนชิ้นที่มีข้อบกพร่อง} \times 100}{\text{จำนวนชิ้นทั้งหมด}}$

(4) ปริมาตรบรรจุของสับปะรดเป็นร้อยละ = $\frac{\text{น้ำหนักของน้ำกลั่นที่เคยบรรจุสับปะรดกระป๋องอยู่ก่อน} \times 100}{\text{น้ำหนักของน้ำกลั่นเมื่อเติมลงไปจนถึงระดับต่ำกว่าขอบบนสุดของตะเข็บ 4.8 มิลลิเมตร}}$

(5) น้ำหนักเนื้อร้อยละของความบรรจุของกระป๋อง = $\frac{\text{น้ำหนักเนื้อ} \times 100}{\text{น้ำหนักของน้ำกลั่นเมื่อเติมลงไปจนถึงระดับต่ำกว่าขอบบนสุดของตะเข็บ 4.8 มิลลิเมตร}}$

ตารางที่ 3 เกณฑ์ข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้

ลำดับที่	ชนิด	ข้อบกพร่อง	
		ชิ้นที่ตัดแต่งเกิน	ตำหนิหรือชิ้นหัก
1	สับปะรดเต็มแว่นหรือวงแหวน	(1) 1 ชิ้นต่อกระป๋องที่มีสับปะรด 10 ชิ้น หรือน้อยกว่า (2) 2 ชิ้นต่อกระป๋องที่มีสับปะรดเกิน 10 ชิ้น แต่ไม่เกิน 27 ชิ้น (3) ร้อยละ 7.5 ของจำนวนชิ้นในกรณีที่มีสับปะรดเกิน 27 ชิ้น ต่อกระป๋อง	(ก) 1 ชิ้นต่อกระป๋องที่มีสับปะรดเกิน 5 ชิ้น (ข) 2 ชิ้นต่อกระป๋องที่มีสับปะรดเกิน 10 ชิ้น แต่ไม่เกิน 10 ชิ้น (ค) 4 ชิ้นต่อกระป๋องที่มีสับปะรดเกิน 10 ชิ้น แต่ไม่เกิน 32 ชิ้น (ง) ร้อยละ 12.5 ของจำนวนชิ้น ในกรณีที่มีสับปะรดเกิน 32 ชิ้นต่อกระป๋อง
2	สับปะรดแว่นหัก สับปะรดลิ่ม สับปะรดชิ้นใหญ่ สับปะรดชิ้นคละ	ไม่ต้องพิจารณา	ร้อยละ 12.5ของจำนวนชิ้นในแต่ละกระป๋อง

3.4.2 การหาปริมาณดีบุก

3.4.2.1การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ตัวอย่างสับปะรดกระป๋องบดให้ละเอียดทั้งกระป๋อง ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดแล้ว 5-10 กรัม (W) ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้น 30 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนแท่นความร้อนที่อุณหภูมิต่ำๆ เพื่อทำการย่อยสลายตัวอย่างจนสารละลายเหลือประมาณ 3-6 มิลลิลิตร ยกลงจากเตาเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตรทันที จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิต่ำๆบนแท่นความร้อนต่อประมาณ 15 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิจนสารละลายตัวอย่างเดือดและเหลือประมาณ 10-15 มิลลิลิตร ยกลงจากแท่นความร้อนเติมน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แกว่งให้ผสมกัน ถ่ายสารละลายตัวอย่างใส่ใน ขวดแก้วปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร ล้างภาชนะที่ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร รวมลงใน ขวดแก้วปริมาตร ใบเดิม และ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน เติมสารละลาย KCl 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น (V) กรองสารละลายตัวอย่างผ่านกระดาษกรองวัตต์แมนเบอร์1 เก็บสารละลายตัวอย่างในขวดพลาสติก Nalgene

3.4.2.2 การอ่านปริมาณดีบุก ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

(1) ปรับเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ตามคู่มือการใช้เครื่อง

(1.1) ตรวจสอบ sensitivity ของเครื่องมือก่อนเริ่มวัดตัวอย่าง โดยนำสารละลายมาตรฐานดีบุกความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เข้าวัดค่าแอบซอร์แบนซ์ จากนั้นปรับเครื่องมือให้สามารถทำอ่านค่าแอบซอร์แบนซ์ ได้

(1.2) เตรียมกราฟมาตรฐานโดยให้เครื่องอ่านค่าแอบซอร์แบนซ์ ของสารละลายมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานดีบุก และค่าแอบซอร์แบนซ์ ที่วัดได้อ่านปริมาณดีบุกในสารละลายตัวอย่างเทียบกราฟมาตรฐาน (X)

3.4.2.3 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณดีบุก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)} = \frac{X \bullet V}{W}$$

X = ปริมาณของดีบุกที่อ่านได้จากเครื่อง(มิลลิกรัม/ลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่เตรียม (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 จากการศึกษาคุณภาพของตัวอย่างสับปะรดกระป๋องที่ผลิตในประเทศไทย โดยแบ่งเป็นสับปะรดชนิดเต็มแว่น สับปะรดชนิดชิ้นคละ สับปะรดชนิดแว่นหัก สับปะรดชนิดชิ้นใหญ่ สับปะรดชนิดลิ่ม จากการศึกษาทางกายภาพ ทางด้านเคมี และทางด้านจุลินทรีย์ โดยใช้วิธีและเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง มอก.51-2530 ของตัวอย่างสับปะรดกระป๋องทั้งหมด 113 ตัวอย่าง แบ่งเป็นสับปะรดชนิดเต็มแว่น 51 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดชิ้นคละ 24 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดแว่นหัก 12 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดชิ้นใหญ่ 13 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดลิ่ม 13 ตัวอย่าง โดยมีผลการศึกษาทดลองดังต่อไปนี้

4.1.1 ทางด้านกายภาพ พบว่าสับปะรดกระป๋องเต็มแว่น มีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ตัวอย่าง โดยมีปริมาณแกนเกินเกณฑ์กำหนดจำนวน 5 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดแว่นหัก มีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 2 ตัวอย่าง โดยมีปริมาณแกนเกินเกณฑ์กำหนดจำนวน 2 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดชิ้นคละ ชนิดลิ่มและชนิดชิ้นใหญ่ มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกตัวอย่าง ผลการทดสอบ ผนวก 1 ตารางที่ 4-8

4.1.2 ทางด้านเคมี พบว่าสับปะรดชนิดแว่นหักมีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 1 ตัวอย่าง โดยมีปริมาณดีบุกเกินเกณฑ์กำหนดจำนวน 1 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดเต็มแว่น สับปะรดชนิดชิ้นคละ ชนิดลิ่มและชนิดชิ้นใหญ่ มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกตัวอย่าง ผลการทดสอบ ผนวก 1 ตารางที่ 4-8

4.1.3 ทางด้านจุลินทรีย์(ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากนายเกรียงไกร นาคะเกศ กลุ่มงานจุลชีววิทยา) พบว่าสับปะรดกระป๋องทุกตัวอย่างมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.2 จากการศึกษาปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องได้แก่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล สุญญากาศ ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยมีผลการศึกษาทดลองดังต่อไปนี้

4.2.1 ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล พบว่าปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลสูงจะมีปริมาณดีบุกน้อยกว่าสับปะรดกระป๋องที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำกว่า ดูกราฟที่ 2, 5, 8, 11 และ 14 ในภาคผนวก 2

4.2.1 สุญญากาศ พบว่า ปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องที่มีสุญญากาศมากจะมีปริมาณดีบุกน้อยกว่า สับปะรดกระป๋องที่มีสุญญากาศต่ำกว่า ดูกราฟที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 ในภาคผนวก 2

4.2.3 ความเป็นกรด-ด่าง พบว่าปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องที่มีความเป็นกรด-ด่างต่ำจะมีปริมาณดีบุกมากกว่าสับปะรดกระป๋องที่มีความเป็นกรด-ด่างสูง ดูกราฟที่ 4, 7, 10, 13 และ 16 ในภาคผนวก 2

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 จากผลการศึกษาคุณภาพของตัวอย่างสับปะรดกระป๋องที่ผลิตในประเทศไทย พบว่าสับปะรดกระป๋องที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องในรายการดังต่อไปนี้

5.1.1 ปริมาณแกนเกินเกินร้อยละ 7 จำนวน 5 ตัวอย่าง อาจเนื่องมาจากในขั้นตอนการเลือกวัตถุดิบได้นำเอาวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพ สับปะรดที่มีความแก่มากเกินไป ทำให้มีปริมาณแกนมาก หรือสับปะรดที่มีขนาดไม่เหมาะสมกับเครื่องจักร ดังนั้นก่อนที่จะนำวัตถุดิบมาทำการผลิตควรจะมีการตรวจสอบคุณภาพก่อนโดยการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบไปทำการตรวจสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าวัตถุดิบมีคุณภาพดีอยู่ในระดับที่ต้องการ

5.1.2 ปริมาณดีบุกเกิน 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จำนวน 1 ตัวอย่าง อาจเนื่องมาจากในขั้นตอนการเลือกวัตถุดิบได้นำเอาวัตถุดิบที่มีด่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ ขั้นตอนการไล่อากาศไม่สามารถไล่อากาศออกได้หมดทำให้เกิดการกัดกร่อนภายในกระป๋อง

5.2 จากผลการศึกษาถึงปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋อง ได้ผลดังต่อไปนี้

5.2.1 ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล พบว่าปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลสูงจะมีปริมาณดีบุกน้อยกว่า สับปะรดกระป๋องที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำกว่า อาจเนื่องจากเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำตาลน้อยลงจะทำให้การเคลื่อนที่ของไอออนเกิดได้เร็วขึ้นเกิดการกัดกร่อนได้ดีทำให้มีปริมาณดีบุกมากกว่าสับปะรดกระป๋องที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลมากกว่า โดยมีปริมาณดีบุกต่ำสุด ที่ 11 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 21.1 องศาบริกซ์

5.2.2 สุญญากาศ พบว่าปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องมีปริมาณลดลงเมื่อสุญญากาศเพิ่มขึ้นอาจเนื่องจากในสภาวะที่มีค่าสุญญากาศสูงจะมีปริมาณแก๊สออกซิเจนในสับปะรดกระป๋องน้อยทำให้แก๊สออกซิเจนเกิดปฏิกิริยากับดีบุกที่เคลือบได้น้อยส่งผลให้มีปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องน้อยด้วย โดยมีปริมาณดีบุกต่ำสุด ที่ 11 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่สุญญากาศ 282 มิลลิเมตร.ปรอท

5.2.3 ความเป็นกรด-ด่าง พบว่าปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องมีปริมาณลดลงเมื่อความเป็นกรด-ด่างมากขึ้นอาจเนื่องจากในสภาวะที่มีสภาพกรดสูงจะเกิดการกัดกร่อนได้สูงทำให้มีปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องมากกว่าสภาวะที่มีสภาพกรดต่ำ โดยมีปริมาณดีบุกต่ำสุด ที่ 11 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่มีความเป็นกรด-ด่าง 3.80

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง

6.1 จากการศึกษาทดลองคุณภาพสับปะรดกระป๋องที่ผลิตในประเทศไทย จากตัวอย่างจำนวน 113 ตัวอย่าง แบ่งเป็น สับปะรดชนิดเต็มแว่น 51 ตัวอย่าง ชนิดชิ้นคละ 24 ตัวอย่าง ชนิดแว่นหัก 12 ตัวอย่าง ชนิดชิ้นใหญ่ 13 ตัวอย่าง ชนิดลิ่ม 14 ตัวอย่าง พบว่า สับปะรดชนิดเต็มแว่นมีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 4.4 ของตัวอย่างสับปะรดทั้งหมด โดยมีปริมาณแกนเกินเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 5 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดแว่นหัก มีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.8 ของตัวอย่างสับปะรดทั้งหมด โดยมีปริมาณแกนเกินร้อยละ 7 จำนวน 2 ตัวอย่าง และปริมาณดีบุกเกิน 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัมจำนวน 1 ตัวอย่าง สับปะรดชนิดชิ้นคละ ชนิดลิ่ม และชนิดชิ้นใหญ่ มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกตัวอย่าง

6.2 จากการศึกษาถึงปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องกระป๋อง พบว่าปริมาณดีบุกมีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้น สุญญากาศเพิ่มขึ้น ความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มขึ้น คือปริมาณดีบุกต่ำสุด 11 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 21.1 องศาบริกซ์ สุญญากาศ 282 มิลลิเมตร.ปรอท ความเป็นกรด-ด่าง 3.80 แสดงว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล สุญญากาศ และความเป็นกรด-ด่าง มีผลต่อปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋อง และส่งผลต่อคุณภาพของสับปะรดกระป๋องและอายุการเก็บของสับปะรดกระป๋องด้วย และเป็นข้อมูลแก่ภาคอุตสาหกรรมที่จะนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพสับปะรดกระป๋องและผลิตภัณฑ์ผลไม้กระป๋องอื่นๆต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำผลงานฉบับนี้ขอขอบพระคุณ นางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกอง กองวิทยาศาสตร์-ชีวภาพ นางสุมาลี ทั่งพิทยกุล หัวหน้ากลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 2 นางสาวอารี ชูวิสิฐกุล หัวหน้ากลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1 นายเกรียงไกร นาคะเกศ กลุ่มงานจุลชีววิทยา ที่ช่วยกรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขผลงานฉบับนี้ จนกระทั่งผลงานฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

บรรณานุกรม

1. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. บรรพต หงษ์ทอง นทีทิพย์ กระสิณ **การผลิตและการค้าผลไม้กระป๋อง** 2517 หน้า 21-23
2. คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 2539 หน้า116-117
3. รัตนา อัตตปัญโญ **เทคโนโลยีการแปรรูปผัก – ผลไม้บรรจุกระป๋องและบรรจุขวดแก้วเพื่อการส่งออก เรื่องหลักการผลิตผักผลไม้บรรจุกระป๋องและขวดแก้ว** กองส่งเสริมเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม 2537
4. **พรรัตน์ สินชัยพานิช** , การกัดกร่อนของกระป๋องบรรจุอาหาร , 2541.**อาหาร**.ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 .หน้า 168 173-176 190-191
5. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง. **มอก.51-2530.** หน้า 1-16
6. Bercovic,K.;Pavic,M.;Cikovic,N.;Gacic,M. Corrosion of iron,tin and aluminium in fruit juices. **Acta Alimentaria** , Zagreb Croatia.1995 ,vol 24(1) p31-38.
7. Catala, R.; Duran, L.; Primo, E. (1971) **ประเทศสเปน** Revista de Agroquimica y Tecnolozia de Alimentos 1(4)581-593 (1971) Spain.
8. Gowramma,R.V.;Mahadeviah,M.;Eipeson,W.E.;Sastry,L.V.L.;Patwardhan,M.V. Corrosion of tinplate with pineapple juice. **Journal of Food Science and Technology , India** ., 1981. vol 18(4) p.159.
9. Lopez A. Ph.D. 11st ed. **A Complete Course in Canning and Related Processes. Processing Procedures for Canned Food Products.** The Canning Trade ,Baltimore , Maryland , USA., 1987 , p191-192.

ภาคผนวก 1

ตาราง

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดเต็มแว่น

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	UD.646	UE.75	UE.495	UF.636	UF.735	UF.814	UF.944	UG.18	UJ.649
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	8.0	7.2	8.5	9.3	67	93	6.8	6.3	7.7
สุญญากาศ (มม.)	281	215	131	220	114	202	272	245	247
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	361	372	362	1838	392	531	375	392	366
ความสม่ำเสมอ	1.1	1.1	1.1	14	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1
ตำหนิ(ชิ้น)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	2.49	ไม่พบ	1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	18.9	11.9	0.5	2.56	2.7	9.2	6.5	4.0	3.8
ความข้น (องศาบริกซ์)	14.9	17.4	16	19.3	21.2	16.5	18.8	19.4	18.2
ความเป็นกรด-ด่าง	3.95	4.27	3.64	3.98	3.78	3.79	4.01	3.96	3.82
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	80	75	76	298	82	112	75	76	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	562	639	636	2998	575	802	572	571	563
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	581	550	654	3075	584	832	581	578	573
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	96.8	98.2	97.2	97.5	98.4	96.3	98.5	98.9	97.5
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	62.2	57.2	55.3	59.9	67.0	63.8	64.6	67.8	95.4
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	24.5	44.0	98.9	24.5	36.5	65.4	16.0	24.0	45.0

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดเต็มแว่น

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	UM.51	UO.45	UO.74	UP.84	UQ.568	UQ.629	UR.163	UR.164	UR.165
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำสับปะรด	น้ำสับปะรด
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	6.6	5.7	9.7	8.6	7.0	10.1	10.5	10.0	8.5
สุญญากาศ (มม.)	141	170	199	186	165	245	225	207	210
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	400	396	364	383	387	361	370	371	379
ความสม่ำเสมอ	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
ตำหนิ(ชิ้น)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	1	ไม่พบ	ไม่พบ
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	8.4	7.0	4.5	3.9	5.1	3.7	3.4	1.7	3.9
ความข้น (องศาบริกซ์)	14.5	15.8	14.1	17.3	18.2	15.1	18.0	13.7	13.0
ความเป็นกรด-ด่าง	3.63	4.06	3.58	3.68	3.67	3.7	3.96	3.68	3.81
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	75	75	78	75	74	75	74	74	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	569	570	555	565	565	544	539	552	553
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	578	575	581	579	578	571	571	578	574
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	98.5	94.0	95.5	97.6	97.7	95.2	94.3	95.4	96.4
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	69.2	68.8	92.7	66.2	66.9	63.3	64.7	64.2	66.1
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	136.6	30.3	67.8	56.7	64.7	74.4	55.1	71.6	80.1

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดเต็มแว่น

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	UR.167	UR.169	UR.170	UR.171	UR.688	UR.691	UU.100	UZ.176	VB.615
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำเชื่อมใส	น้ำสับปะรด	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำสับปะรด
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	9.8	13.8	92	9.0	10.2	9.3	8.3	7.8	6.8
สุญญากาศ (มม.)	142	210	153	137	269	160	275	351	51
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	380	356	365	365	356	386	345	354	370
ความสม่ำเสมอ	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
ตำหนิ(ชิ้น)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.5	1	ไม่พบ	ไม่พบ
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	3.3	0.9	1.5	2.8	1.0	7.4	2.7	3.6	1.6
ความข้น (องศาบริกซ์)	18.9	19.1	4.2	15.2	19.1	15.5	19.3	18.9	13.6
ความเป็นกรด-ด่าง	3.82	3.69	3.76	3.87	3.69	3.74	4.01	3.76	3.71
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	74	79	74	75	79	74	75	77	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	554	530	555	555	548	551	556	564	564
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	581	579	580	577	575	576	575	580	579
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	95.5	91.7	95.6	96.2	95.3	95.6	96.8	97.6	97.4
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	65.4	61.5	62.8	63.3	62.0	67.0	60.1	60.0	64.0
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	81.2	72.0	120.0	81.4	58.9	99.5	52.7	56.8	48.3

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดเต็มแว่น

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	VB.617	VB.619	VC.251	VC.564	VC.929	VG.137	VI.317	VI.325	VI.699
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำสับปะรด	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำสับปะรด	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	9.0	6.0	8.7	8.2	7.7	7.0	11.0	8.3	11.7
สุญญากาศ (มม.)	125	79	203	7.5	296	222	235	153	159
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	365	361	422	362	359	381	371	347	356
ความสม่ำเสมอ	1.1	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1
ตำหนิ(ชิ้น)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.3	0.7	0.7	1
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	0.6	0.9	2.4	0	0.2	2.2	2.8	2.8	3.8
ความข้น (องศาบริกซ์)	13.7	14.6	19.9	22.1	16.9	18.6	16.6	13.4	16.1
ความเป็นกรด-ด่าง	3.72	3.80	3.89	3.91	3.85	4.02	3.59	3.91	3.78
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	76	75	74	74	74	75	74	73	74
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	557	574	564	562	566	560	548	557	542
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	581	583	585	580	581	572	579	578	579
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	95.7	98.5	96.5	96.8	97.5	97.9	94.7	96.4	93.7
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	62.5	61.9	72.2	62.4	61.9	66.6	64.1	60.0	61.5
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	49.2	42.8	31.0	130.6	36.6	29.2	87.4	75.4	125.7

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดเต็มแว่น

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	VH.510	VJ.796	VK.573	VL.814	VQ.883	VT.202
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	7.4	8.7	11.5	5.0	8.5	7.2
สุญญากาศ (มม.)	167	205	305	184	292	140
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	372	349	351	406	361	372
ความสม่ำเสมอ	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3
ตำหนิ(ชิ้น)	0.5	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	2.6	4.4	0.8	3.7	5.1	6.0
ความข้น (องศาบริกซ์)	16.7	15.9	21.0	20.3	20.6	16.9
ความเป็นกรด-ด่าง	3.58	3.38	3.78	3.70	3.90	3.88
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	75	75	79	74	75	7.5
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	566	555	542	577	563	565
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	581	577	578	578	582	578
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	97.5	96.3	93.8	99.8	96.7	97.7
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	64.1	60.6	60.7	70.3	62.0	64.3
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	31.9	104.8	80.8	151.8	49.6	39.1

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นคละ

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	UD.160	UD.647	UE.77	UF.637	UG.19	UI.970	UM.53	UO.46	UQ.630
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	6.4	8.3	7.0	8.8	7.6	6.2	8.9	6.7	8.4
สุญญากาศ (มม.)	235	419	421	106	339	349	436	275	214
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	359	349	326	1952	400	389	379	364	339
จำนวนชิ้น	173	165	159	972	158	184	185	156	109
ตำหนิ(ร้อยละ)	0.8	0.9	1.7	0.3	ไม่พบ	1	1.1	1	1.5
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	2.0	3.9	2.5	3.0	3.8	3.8	1.3	13.4	2.9
ความข้น (องศาบริกซ์)	15.6	15.2	15.9	19.0	14.6	17.7	14.4	17.6	15.5
ความเป็นกรด-ด่าง	3.89	3.96	3.88	3.90	3.86	370	3.92	4.34	3.71
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	76	80	75	296	76	75	7.5	75	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	567	564	638	3005	562	572	555	561	560
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	585	581	652	3072	575	578	576	571	580
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	97.0	96.9	97.9	97.8	97.8	99.1	96.3	98.1	96.4
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	61.4	60.0	50.1	62.9	69.6	67.3	65.8	64.0	58.4
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	54.0	26.7	40.5	19.5	20.0	-	115.5	25.3	64.3

ตารางที่ 5 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นคละ

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	UR.168	UR.692	UU.103	UZ.179	UY.977	VC.253	VC.413	VC.591	VC.563
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	11.2	7.8	7.2	9.1	8.1	7.2	9.1	7.2	8.1
สุญญากาศ (มม.)	169	460	161	406	288	307	385	186	323
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	358	360	334	387	371	371	348	356	373
จำนวนชิ้น	183	175	174	202	176	110	142	176	160
ตำหนิ(ร้อยละ)	1.5	1.7	0.9	1.7	0.7	ไม่พบ	1.4	1.6	0.4
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	2.0	3.7	3.9	3.5	3.2	4.9	2.3	2.9	5.8
ความข้น (องศาบริกซ์)	15.2	16.2	14.4	16.6	17.6	16.9	18.6	16.3	14.2
ความเป็นกรด-ด่าง	3.71	3.77	4.39	3.88	3.78	3.80	3.94	3.79	4.00
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	75	74	74	77	7.5	74	74	74	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	548	558	562	556	563	571	556	568	562
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	579	574	575	578	580	584	581	580	580
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	94.8	97.3	97.8	96.2	97.0	97.7	95.7	97.8	96.3
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	61.9	62.8	58.1	97.0	64.0	63.4	60.0	61.3	64.3
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	130.8	80.1	18.0	32.4	82.2	24.0	40.5	73.1	46.9

ตารางที่ 5 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นคละ

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	VE.974	VF.18	VG.139	VL.816	VO.642	VT.204
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	5.8	9.4	5.6	8.4	10.0	7.8
สุญญากาศ (มม.)	97.5	508	275	289	392	250
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	346	350	371	382	1901	381
จำนวนชิ้น	168	169	154	132	1033	140
ตำหนิ(ร้อยละ)	7.3	3.0	0.2	1.7	10.0	1.9
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	0.1	3.0	3.4	3.4	4.5	3.1
ความข้น (องศาบริกซ์)	18.2	17.7	18.5	18.0	17.5	16.9
ความเป็นกรด-ด่าง	3.81	3.89	3.90	3.74	3.72	3.90
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	75	74	75	74	295	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	576	552	569	558	2961	560
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	580	581	572	578	3057	577
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	99.3	95.1	99.3	96.7	96.8	97.1
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	59.7	60.3	64.9	66.2	62.2	66.0
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	29.7	38.4	25.6	166.4	71.1	32.6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดแว่นหัก

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	UD.161	UE.76	UJ.971	UM.52	UN.581	UY.311	UY.978	VT.203	VW.218
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	6.8	8.2	6.8	9.0	6.7	6.0	10.2	7.7	8.6
สุญญากาศ (มม.)	282	209	214	250	205	220	182	237	230
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	368	379	363	368	391	380	366	372	313
จำนวนชิ้น	24	16	2.1	21	27	31	26	26	43
ตำหนิ(ร้อยละ)	1	ไม่พบ	1	4.9	8.2	6.7	5.8	2.4	5.9
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	4.4	1.7	4.6	3.5	0	7.0	1.7	4.0	7.8
ความข้น (องศาบริกซ์)	21.1	16.5	16.2	15.5	16.2	17.9	17.6	17.2	16.5
ความเป็นกรด-ด่าง	3.80	3.78	3.89	3.32	3.68	3.71	3.69	3.93	3.90
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	76	75	74	76	76	71	75	75	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	571	633	570	552	601	572	551	561	553
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	588	653	579	573	643	578	579	577	576
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	97.2	97.0	98.4	96.0	98.4	98.9	95.1	97.2	96.5
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	62.6	58.0	62.8	64.1	59.4	65.8	63.2	64.5	54.3
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	11.0	45.5	45.5	170.3	51.6	27.2	82.8	29.5	30.9

ตารางที่ 6 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดแว่นหัก

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	VL.815	VG.142	VG.40
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	7.8	6.0	7.0
สุญญากาศ (มม.)	110	271	251
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	354	361	355
จำนวนชิ้น	22	5.6	25
ตำหนิ(ร้อยละ)	5.9	0	2.8
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	8.5	0.2	0.2
ความข้น (องศาบริกซ์)	14.0	20.3	20.3
ความเป็นกรด-ด่าง	3.10	3.97	3.97
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	74	75	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	561	566	568
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	578	572	579
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	97.1	98.0	98.0
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	62.4	61.2	61.2
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	321.2	26.5	26.5

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นใหญ่

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	UD.122	UD.125	UF.945	UF.947	UR.162	US.334	UR.689	UU.102	UZ.177
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำสับปะรด	น้ำสับปะรด	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำสับปะรด	น้ำเชื่อมใส	น้ำสับปะรด	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	10.2	8.8	6.9	6.7	11.0	92	9.3	9.5	8.0
สุญญากาศ (มม.)	130	125	492	378	198	387	229	415	315
น้ำหนักเนื้ออาหาร (กรัม)	360	365	338	347	380	339	354	358	369
จำนวนชิ้น	44	50	45	45	55	42	45	45	43
ความสม่ำเสมอ	0.5	1.4	0	0.9	1.1	0.7	1.1	0	0
ตำหนิ(ร้อยละ)	ไม่พบ	1	4.1	10.4	4.6	1.9	1.5	3.7	3.1
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	0	2.0	4.6	5.4	1.3	5.3	0.6	1.9	3.0
ความข้น (องศาบริกซ์)	11.2	12.5	20.5	18.7	15.2	15.1	13.3	16.2	16.3
ความเป็นกรด-ด่าง	3.76	3.83	4.15	3.90	3.81	3.89	3.83	4.02	3.85
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	80	76	75	75	74	74	79	74	77
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	550	551	569	571	545	558	551	552	553
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	578	573	579	580	579	583	575	577	578
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	95.1	96.2	98.3	98.6	94.2	95.8	95.8	95.6	95.6
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	61.8	63.7	58.4	59.8	65.7	58.2	61.6	62.0	61.5
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	150.4	124.6	25.0	44.2	112.1	40.0	85.3	30.3	54.3

ตารางที่ 7 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นใหญ่

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	VI.755	VG.140	VC.590	VB.618
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำสับปะรด	น้ำเชื่อมใส	น้ำสับปะรด	น้ำสับปะรด
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	10.3	5.9	8.3	7.2
สุญญากาศ (มม.)	165	480	295	225
น้ำหนักเนื้ออาหาร (กรัม)	378	344	351	352
จำนวนชิ้น	52	35	35	42
ความสม่ำเสมอ	0.4	0.2	4.7	0
ตำหนิ(ร้อยละ)	1.9	1.5	2.9	0
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	3.1	2.9	2.3	1.5
ความข้น (องศาบริกซ์)	13.4	20.1	14.9	13.0
ความเป็นกรด-ด่าง	3.81	4.13	3.89	3.82
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	75	75	74	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	546	567	559	565
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	577	573	582	579
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	94.6	99.1	96.0	97.5
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	65.5	60.0	60.3	60.8
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	118.2	25.8	51.3	75.4

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดลิ่ม

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	UD.477	UF.946	UJ.969	UJ.650	UN.579	UP.85	US.335	UR.690	UU.101
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำสับปะรด	น้ำเชื่อมเข้มข้น	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำสับปะรด	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	12.8	6.3	6.4	7.4	5.2	7.6	9.8	8.7	8.7
สุญญากาศ (มม.)	60	237	322	434	117	170	340	169	402
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	352	339	375	367	404	356	342	375	338
จำนวนชิ้น	176	149	181	166	26	157	154	203	82
ความสม่ำเสมอ	3	0.8	0	0.3	1.4	0.6	0.9	2.2	0.4
ตำหนิ(ร้อยละ)	8.1	4.2	1	ไม่พบ	14.7	1.3	0.7	0.5	0.8
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	6.2	2.1	4.8	3.7	1.5	6.0	4.7	0.6	3.2
ความข้น (องศาบริกซ์)	11.9	19.0	17.5	17.6	14.7	15.3	15.1	14.2	14.9
ความเป็นกรด-ด่าง	3.01	4.30	3.85	3.90	3.74	3.36	3.84	3.54	4.34
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	75	76	75	74	75	74	74	79	75
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	537	571	570	563	651	560	555	553	553
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	578	577	577	576	565	579	582	575	576
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	92.9	98.9	98.7	97.8	99.4	96.7	95.3	96.2	95.9
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	61.1	58.7	65.0	63.8	61.7	61.5	58.7	65.1	58.6
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	125.9	14.0	-	28.0	-	67.6	42.0	64.8	24.7

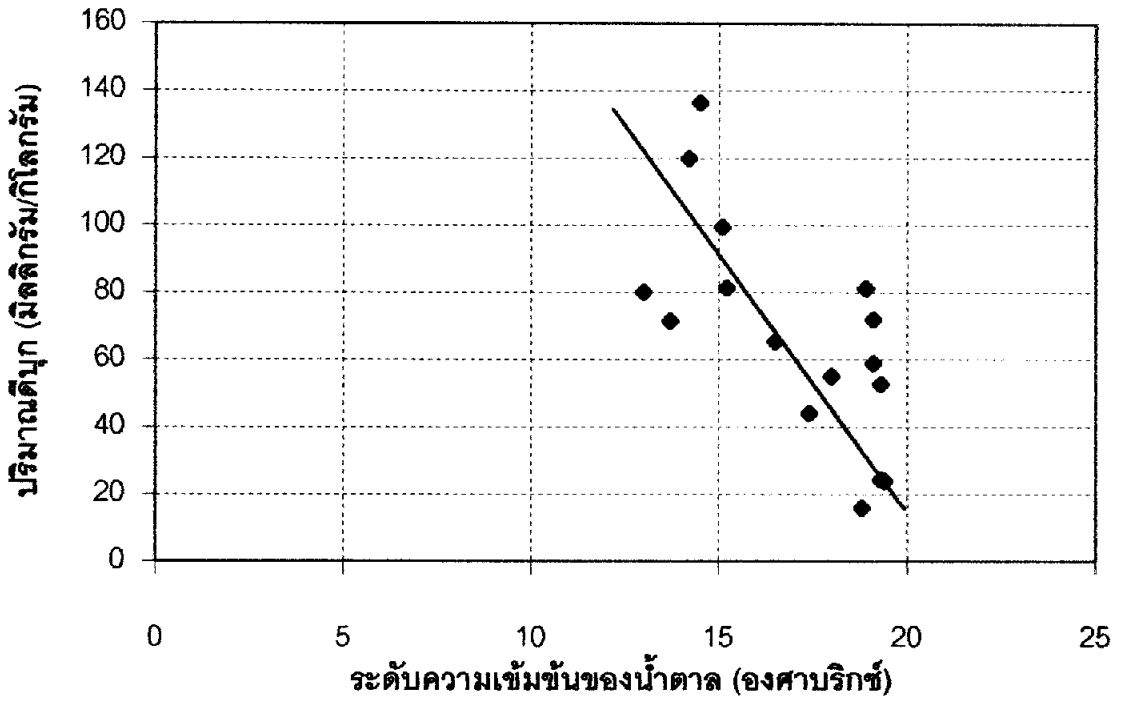
ตารางที่ 8 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สับปะรดกระป๋องชนิดลิ่ม

หมายเลขปฏิบัติการ / รายการ	UZ.178	VC.252	VG.138	VQ.882
สารที่ใช้บรรจุ	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส	น้ำเชื่อมใส
ช่องว่างเหนืออาหาร (มม.)	9.2	8.5	5.6	9.4
สุญญากาศ (มม.)	348	354	380	148
น้ำหนักเนื้ออาหาร(กรัม)	348	373	365	359
จำนวนชิ้น	169	113	148	137
ความสม่ำเสมอ	0.9	0.8	0.5	4.5
ตำหนิ(ร้อยละ)	1.0	0.3	0.8	1.0
สิ่งแปลกปลอม	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
แกน(ร้อยละ)	4.0	3.0	2.8	1.7
ความข้น (องศาบริกซ์)	17.7	17.6	18.8	16.3
ความเป็นกรด-ด่าง	3.83	3.74	3.93	3.34
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	77	74	75	74
ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	554	565	567	557
ปริมาตรบรรจุ (กรัม)	577	582	572	581
ปริมาตรสุทธิ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	96.1	97.0	99.2	95.8
น้ำหนักเนื้อ/ปริมาตรบรรจุ (ร้อยละ)	60.4	64.1	63.8	61.8
ปริมาณดีบุก (มก./กก.)	45.2	33.8	26.7	69.5

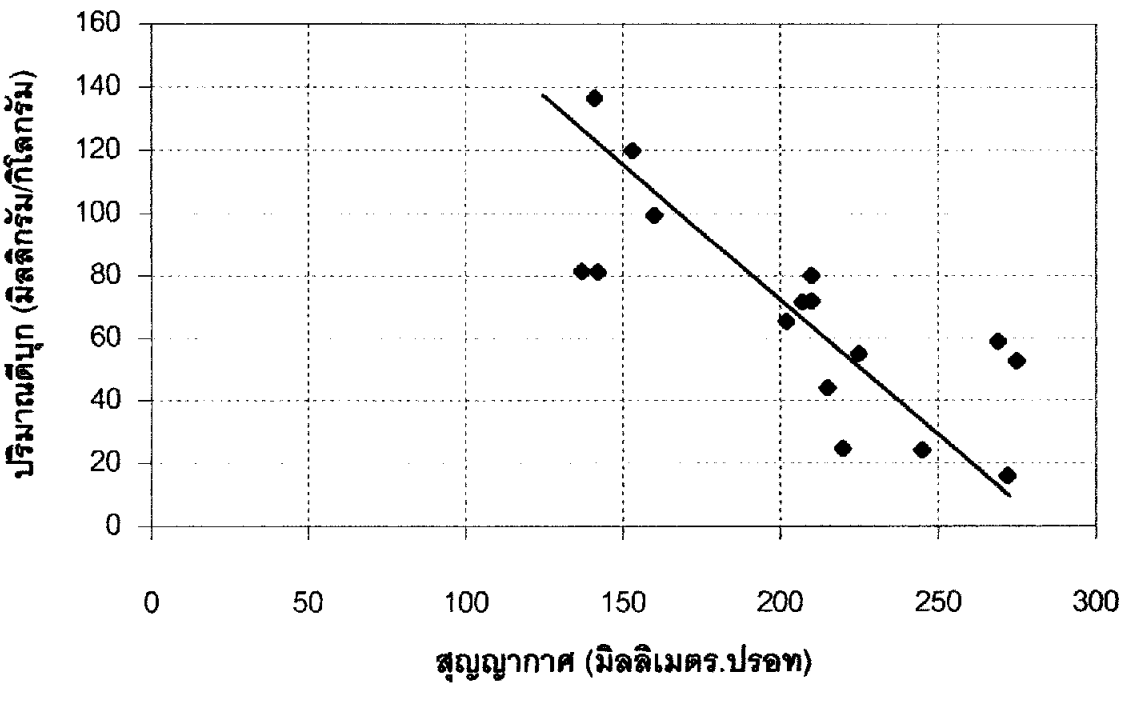
ภาคผนวก 2

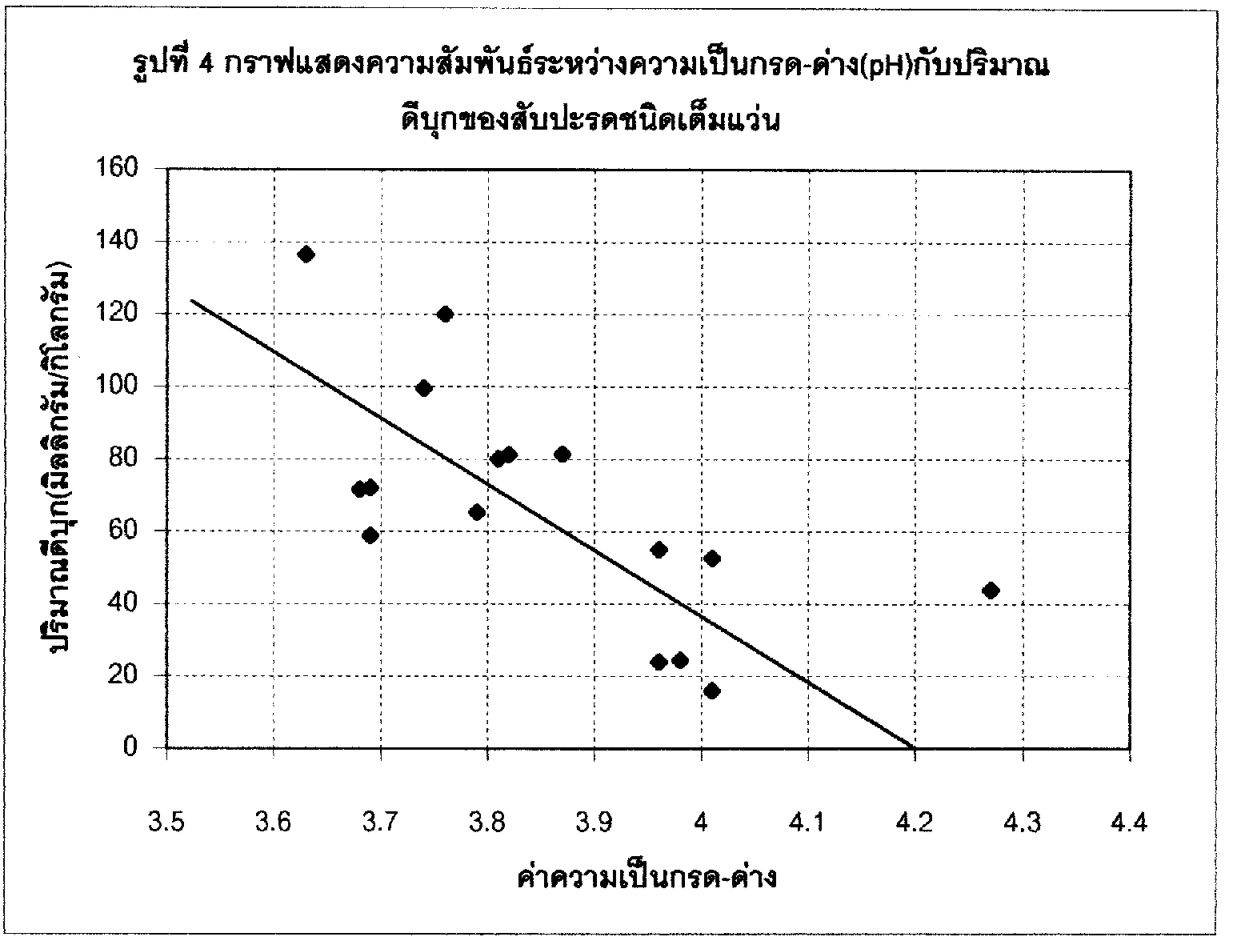
รูปภาพ

รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดเต็มแว่น

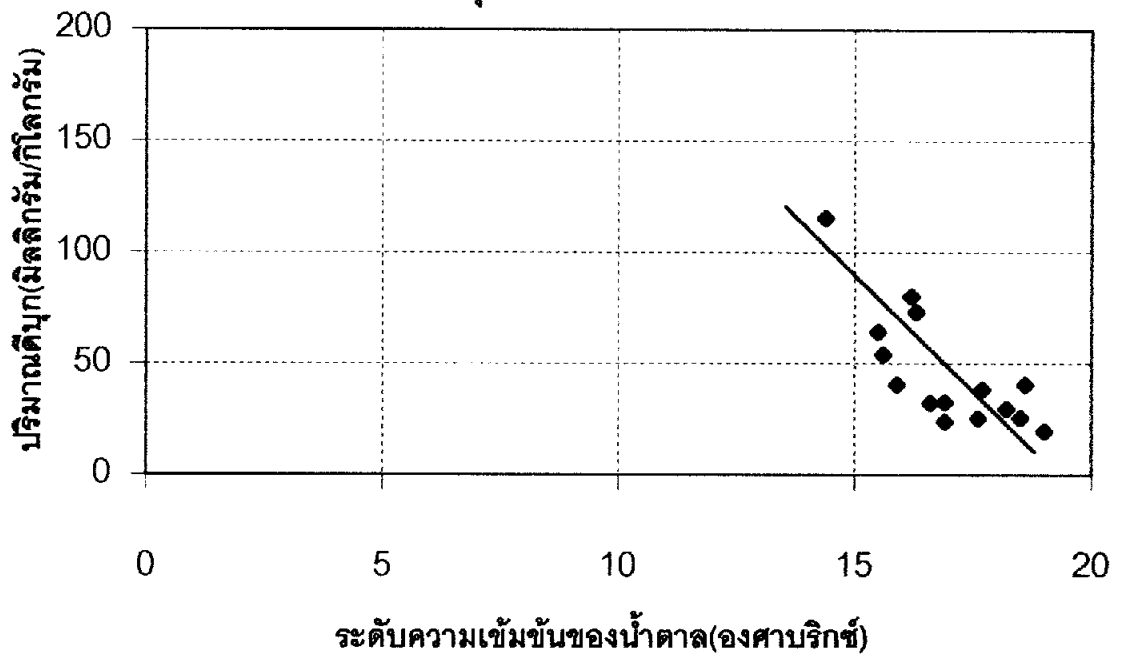


รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดเต็มแว่น

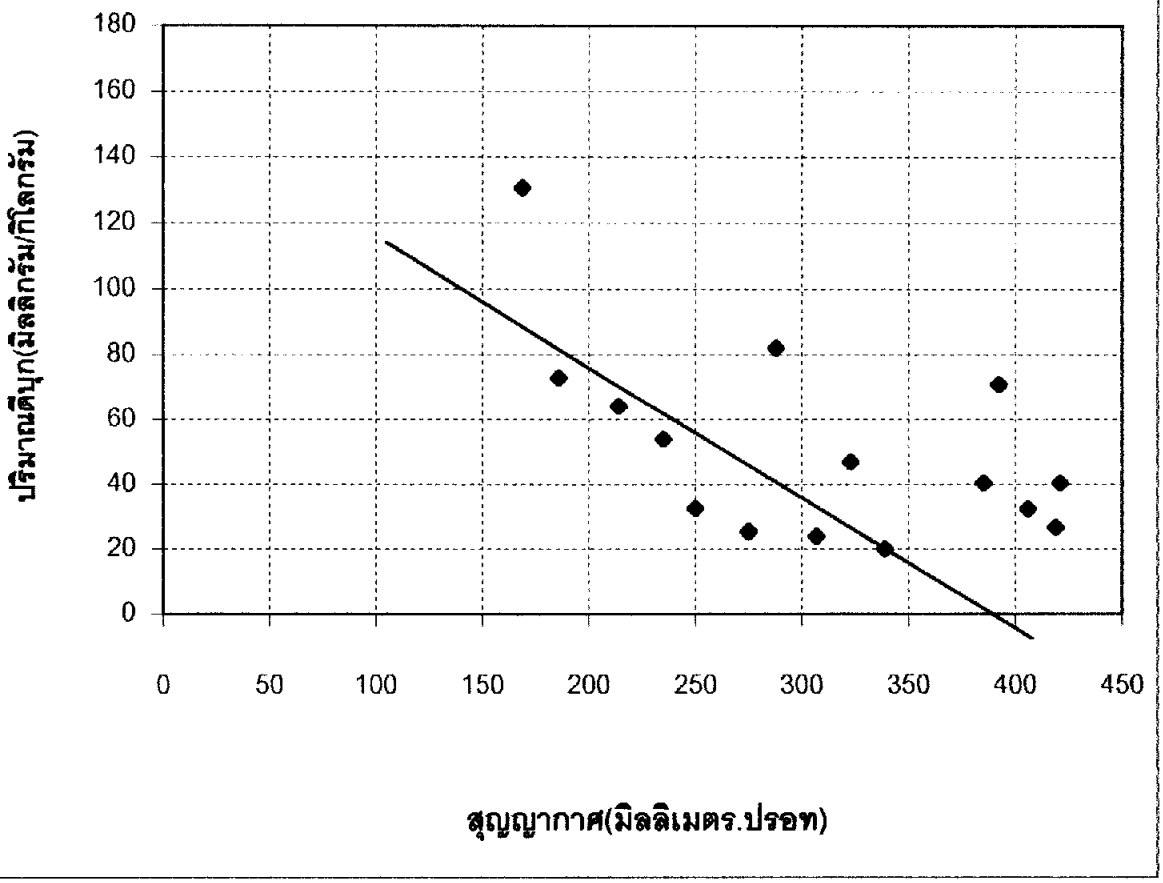


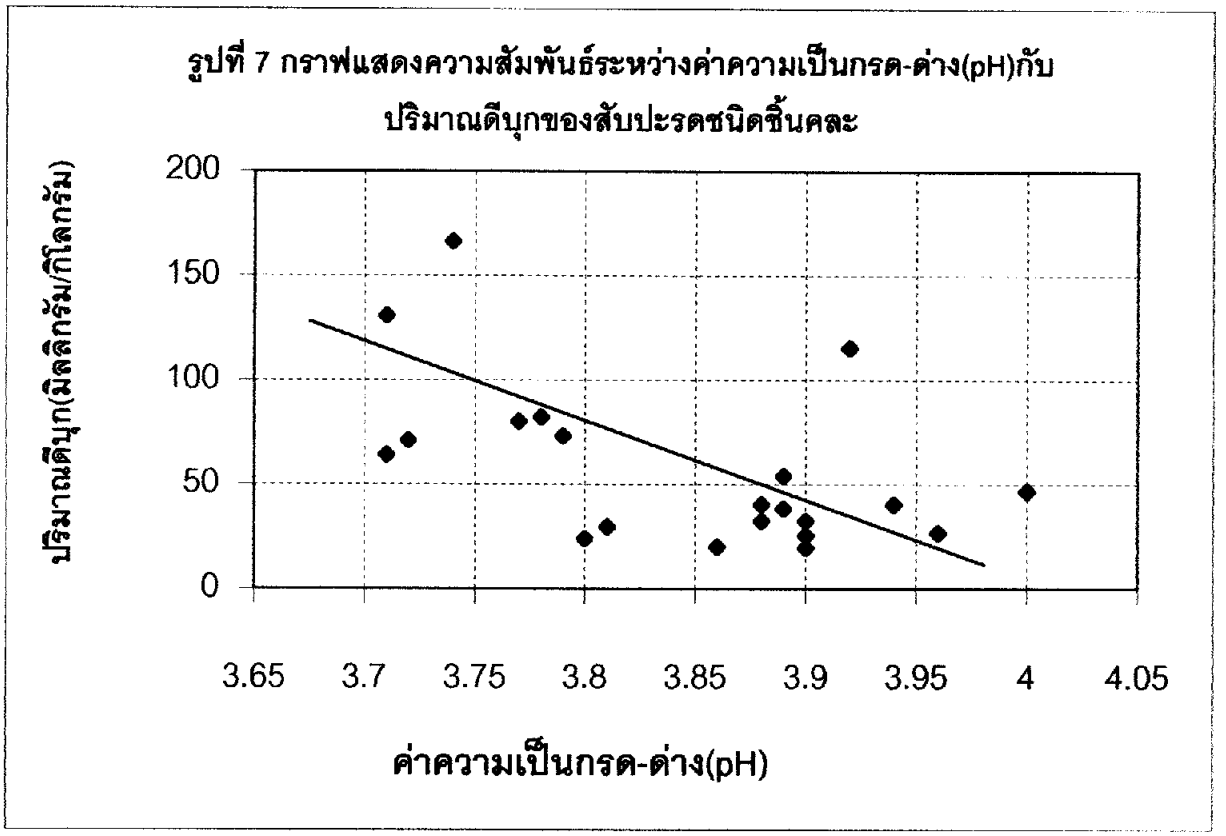

รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่าง(pH)กับปริมาณ
ดีบุกของสับปะรดชนิดเต็มแว่น
ปริมาณดีบุก(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
3.5
3.6
3.7
3.8
3.9
4
4.1
4.2
4.3
4.4
ค่าความเป็นกรด-ด่าง

รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นคละ

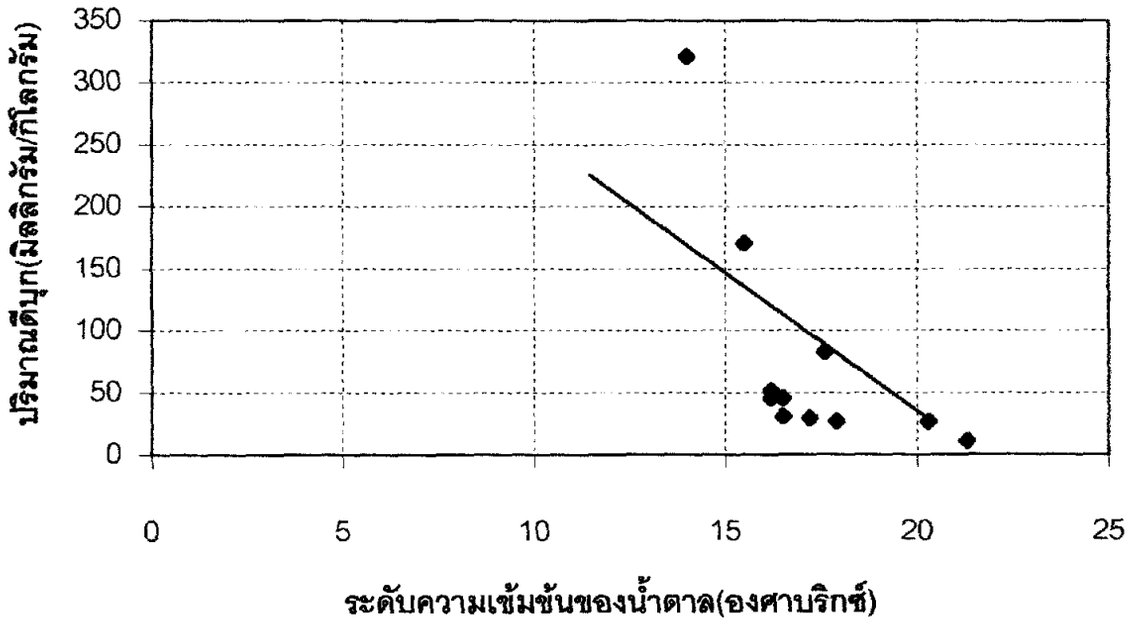


รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นคละ

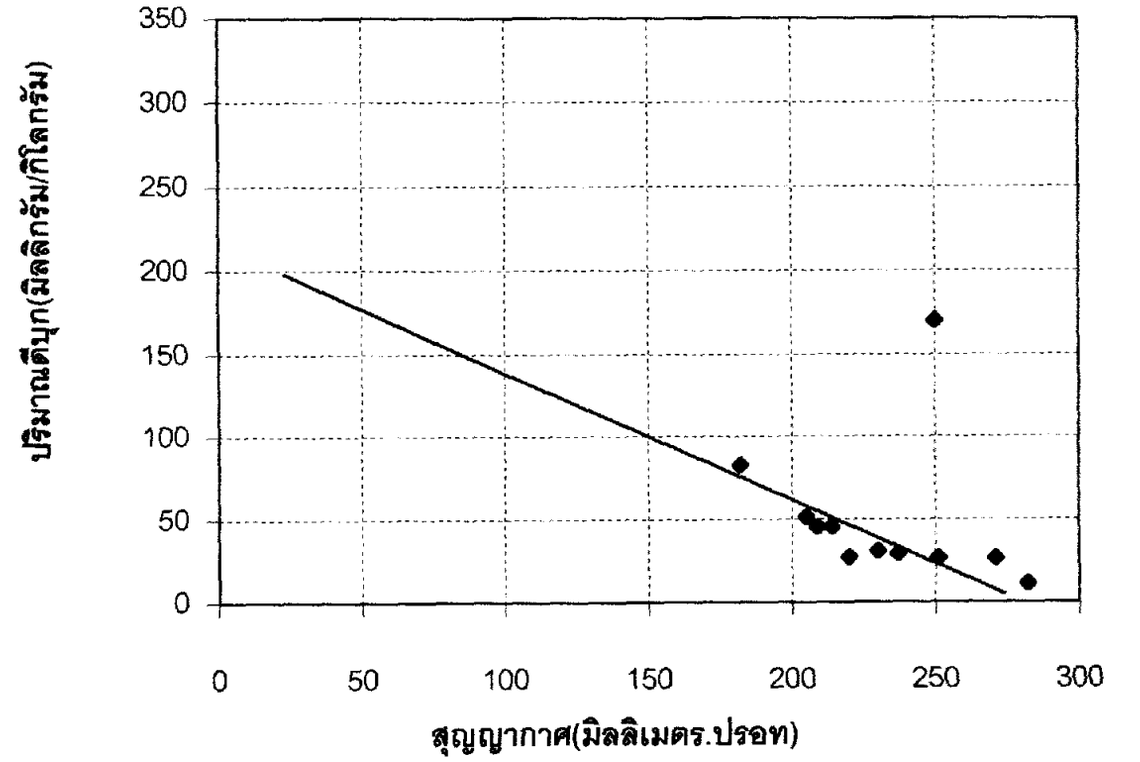



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)กับ
ปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นคละ
ปริมาณดีบุก(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
200
150
100
50
0
3.65
3.7
3.75
3.8
3.85
3.9
3.95
4
4.05
ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)

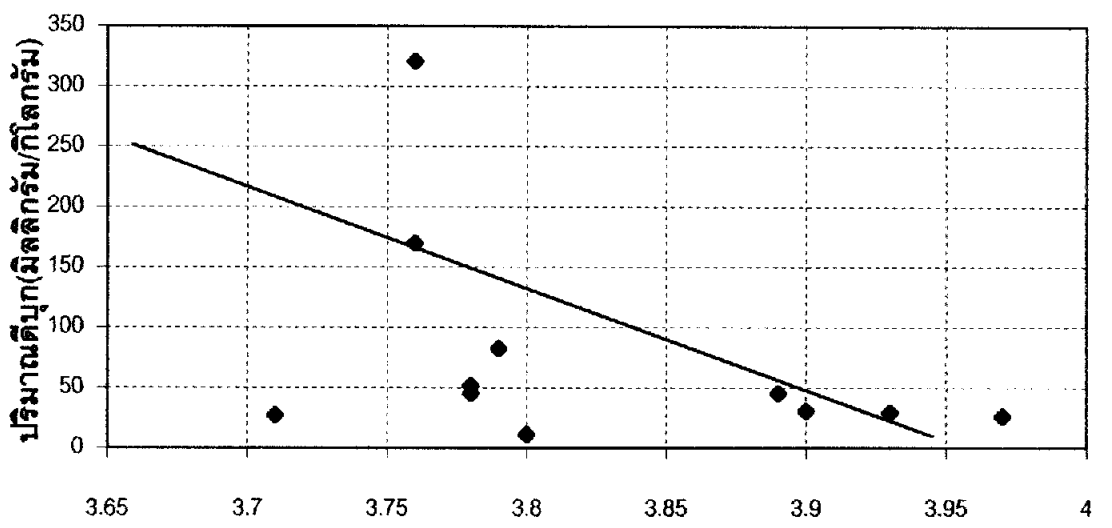
รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดแว่นหัก



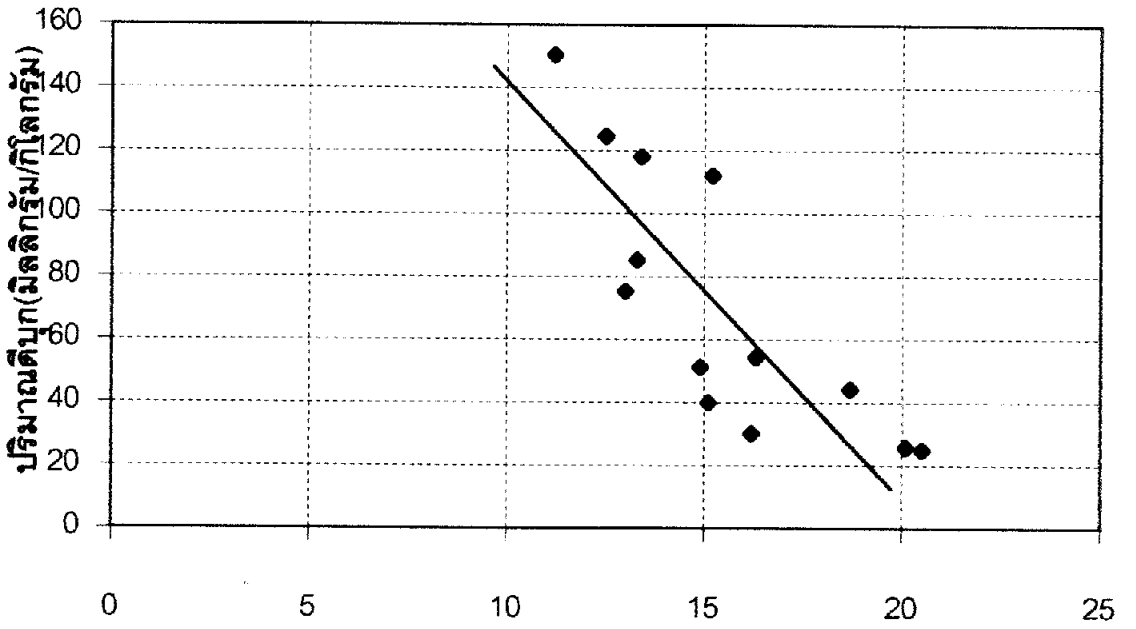
รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดแว่นหัก



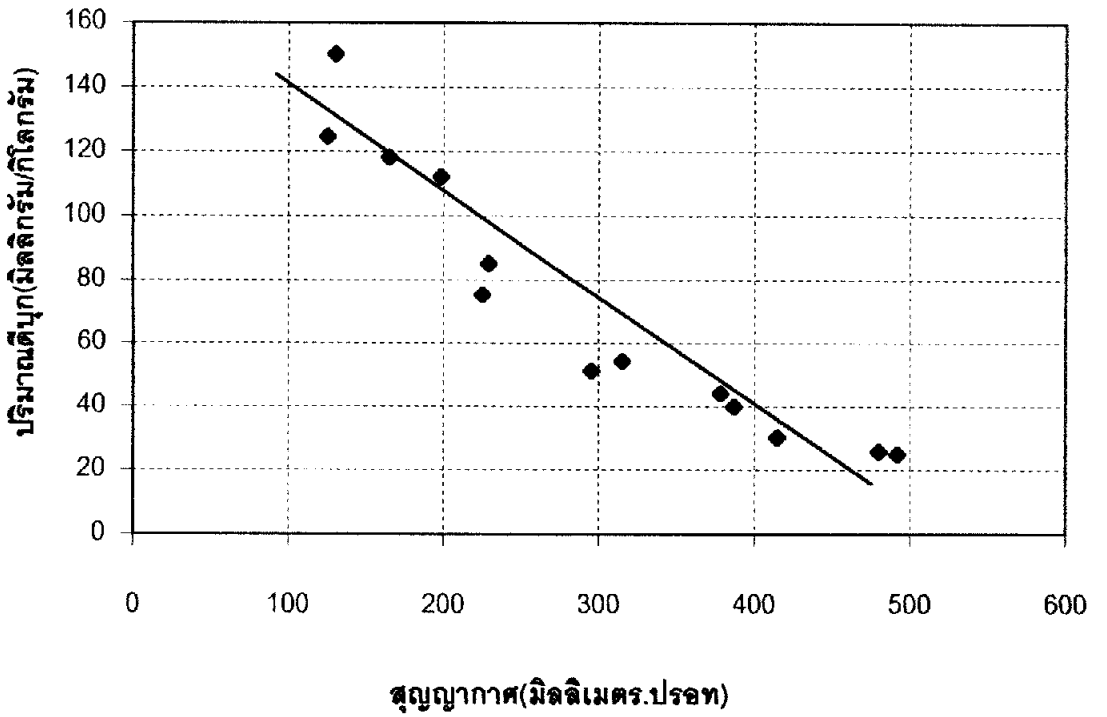
รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่าง(pH)กับ
ปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดแว่นหัก



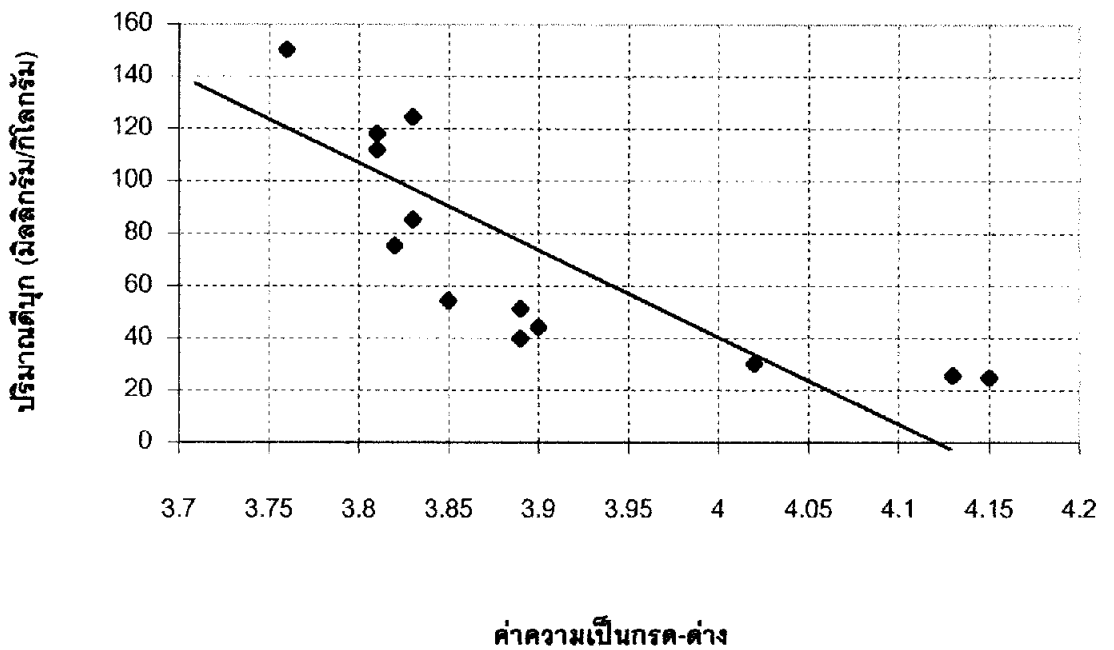
รูปที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชิ้นใหญ่



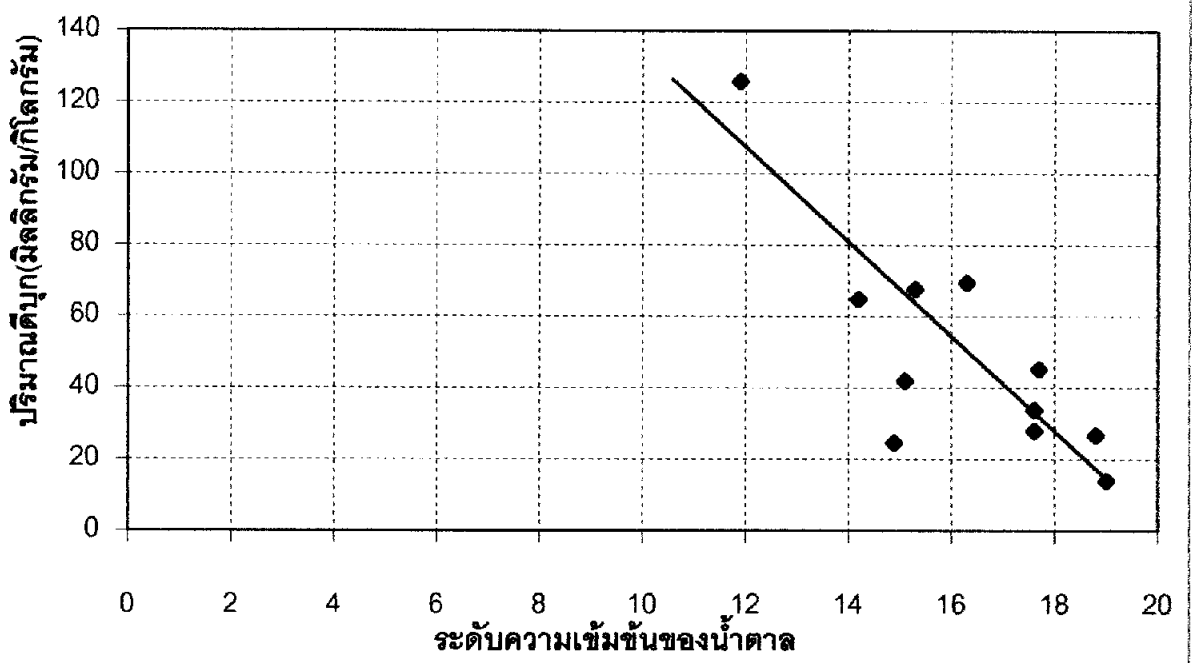
รูปที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นใหญ่



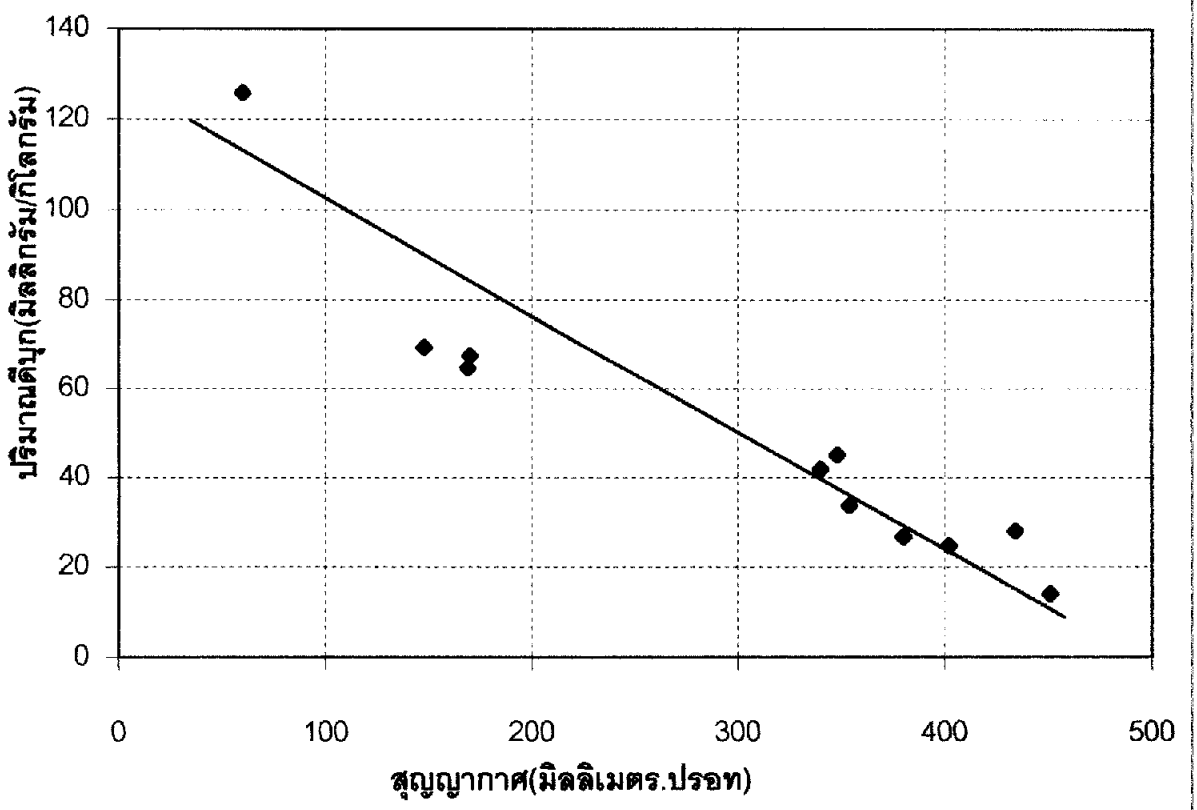
รูปที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่าง(pH) กับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดชิ้นใหญ่



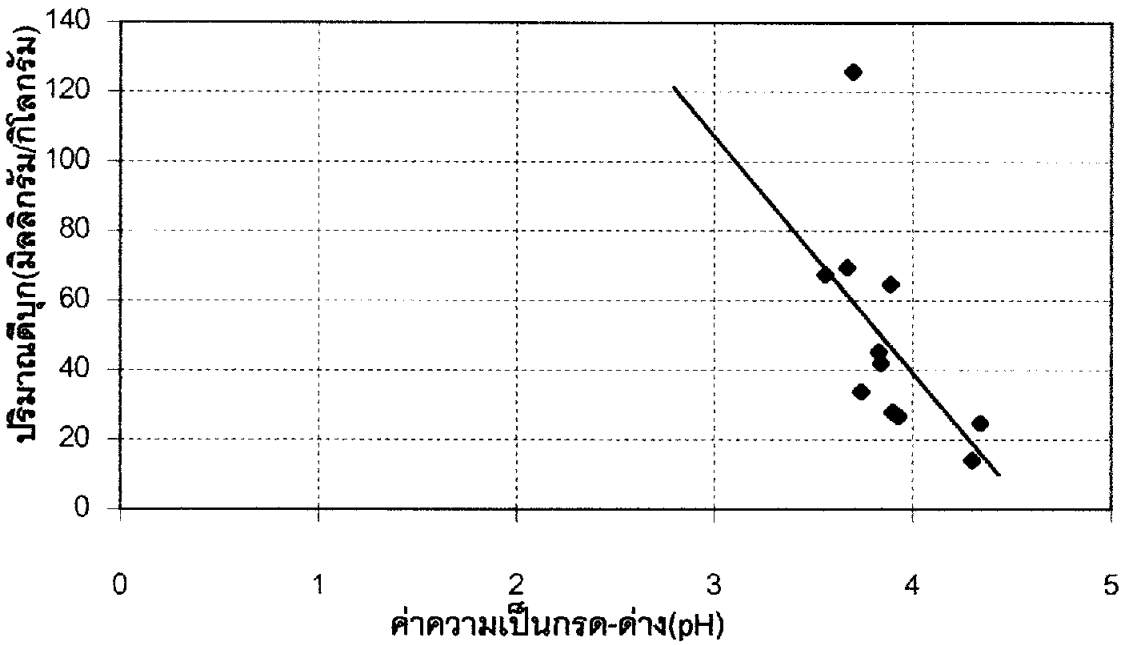
รูปที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดลิ่ม



รูปที่ 15กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสุญญากาศกับปริมาณดีบุกของสับปะรดชนิดลิ่ม



รูปที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)กับปริมาณดีบุกของสับปะรดสิ่ม



ภาคผนวก 3

รูปภาพของสับปะรดกระป๋อง

รูปที่ 17 สับปะรดกระป๋องชนิดเต็มแว่น

รูปที่ 18 สับปะรดกระป๋องชนิดแว่นหัก

รูปที่ 19 สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นลิ่ม

รูปที่ 20 สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นใหญ่

รูปที่ 21 สับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นคละ