



วิทยานิพนธ์

การพัฒนากระบวนการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมทอง
ที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก

PROCESS DEVELOPMENT OF SYRUP FROM EXPORT DISQUALIFIED
HOM THONG BANANA [*Musa acuminata* (AAA group) 'Gros Michel']

นางสุคันธรส ชาติกิตติสาร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๐



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก

Process Development of Syrup from Export Disqualified Hom Thong Banana

[*Musa acuminata* (AAA group) 'Gros Michel']

นามผู้วิจัย นางสาวศุภันทรธ ชาติกิตติสาร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์วิชัย หฤทัยธนาสันต์, M.Sc.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชุมปรีดา, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ธงชัย สุวรรณสิขินันท์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อากงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนากระบวนการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก

Process Development of Syrup from Export Disqualified Hom Thong Banana

[*Musa acuminata* (AAA group) ‘Gros Michel’]

โดย

นางสุกัญชรส ชาติกิตติสาร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2550

สุคันธรส ธาดากิตติสาร 2550: การพัฒนากระบวนการผลิตไชรปจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก ปรินญาปรัชญาคุณุภีบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์วิชัย หฤทัยธนาสันต์, M.Sc. 243 หน้า

เป้าหมายของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไชรปกล้วยหอมทองโดยการเพิ่มมูลค่ากล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นผู้บริโภคสนใจไชรปกล้วยหอม เมื่อสำรวจแหล่งผลิตกล้วยหอมทองเพื่อการส่งออกในประเทศญี่ปุ่นพบว่า กลุ่มเกษตรกรทำสวนทุ่งควัววัด จังหวัดชุมพร เป็นผู้ส่งออกในจำนวนสามกลุ่ม ซึ่งมีปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกเหลือมากที่สุด(17 ตันต่อเดือน) ในการวิจัยนี้ได้ใช้กล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกชนิดตดลูกซึ่งมีปริมาณมากที่สุด (ร้อยละ 63.3) จากปริมาณกล้วยที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกทั้งหมด เพื่อผลิตเป็นไชรป ผลการศึกษาระยะสูงของกล้วยหอมทองพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ สามารถใช้เป็นดัชนีชี้ระยะสุกควบคู่กับค่าดัชนีสีเปลือก โดยกล้วยสุกที่ระยะ 7 ให้ผลผลิตน้ำกล้วยและมีค่าความใสสูงเหมาะสมในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตไชรป การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในกล้วยโดยการนึ่งกล้วยทั้งเปลือกด้วยไอน้ำเดือด 16 นาที สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดสได้ น้ำกล้วยที่เตรียมไปหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยโดยใช้แผนการทดลองแบบ Central Composite Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย (ความเข้มข้นของเอนไซม์เพคตินเอสและเวลาในการย่อย) ปัจจัยละ 5 ระดับ จากการใช้เทคนิคพื้นผิวตอบสนองในการประมวลผลพบว่า ผลการสกัดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสภาวะเหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยใช้เอนไซม์เพคตินเอสความเข้มข้น ร้อยละ 0.15 เวลาในการย่อย 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ให้ผลผลิตน้ำกล้วยร้อยละ 62 ± 0.72 ความใส (ร้อยละการส่องผ่านที่ 670 นาโนเมตร) 97.8 ± 0.15 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 24 องศาบริกซ์ ทำการผลิตไชรปกล้วยหอมทองที่มีความหวาน 74 องศาบริกซ์โดยใช้เครื่องระเหยแห้งแบบสุญญากาศใช้เวลาในการระเหยน้ำ 35 นาทีค่อน้ำกล้วย100 มล.พบว่าไชรปกล้วยหอมทองมีสีเหลืองทองและใส มีความหนืด มีความเป็นกรดต่าง 5.0 มีองค์ประกอบโดยประมาณประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 1.98 ไขมันร้อยละ 0.68 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 71.6 เถ้าร้อยละ 3.56 พลังงาน 300 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม โดยต้องเก็บรักษาไชรปกล้วยหอมทองในขวดแก้วใสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคยอมรับไชรปกล้วยหอมทองร้อยละ 90 และตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 60

Sukuntaros Tadakittisarn 2007: Process Development of Syrup from Export Disqualified Hom Thong banana [*Musa acuminata* (AAA group) 'Gros Michel']. Doctor of Philosophy (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Associate Professor Vichai Haruthaithanasan, M.Sc. 243 pages.

Aim of this study was to develop value added syrup from export disqualified banana. From the preliminary study, consumers were very interested in banana syrup. Thungkawat Gardening Group in Chomporn province was one of the three banana packing station that export to Japan. This group had highest amount of disqualified banana (17 tones per month). In this study, cut fruits were used for developing banana syrup because, they were the majority (63.3%) of the disqualified one. Result of banana ripening determination indicated that total soluble solid could be used in parallel with the peel color index to evaluate the stage of ripen. The ripen banana at stage 7 was used as raw material for syrup production which gave high yield and clear juice. The enzymatic browning activity of polyphenol oxidase was inhibited by blanching the whole unpeeled fruit for 16 minutes for further study. Central Composite Design with 2 factors (concentrations of pectinase enzyme and digestion times) of extraction using 5 levels each was employed to determine optimum condition in extraction of banana juice. Result of response surface methodology indicated highly significant on the extraction, and the optimal condition was 0.15% of pectinase enzyme and incubated for 2 hours at 50^o C which yielded banana juice $62 \pm 0.72\%$ with clarity (%T₆₇₀) 97.8 ± 0.15 and 24^o Brix. Then banana juice was concentrated to 74^o Brix by using the rotary vacuum evaporator 35 min for 100 ml juice. Banana syrup had amber color, clear, viscous and it pH was 5.0. Chemical composition of banana syrup consisted of protein 1.985%, fat 0.68%, carbohydrate 71.6%, ash 3.56% and energy 300 kcal/100g. The banana syrup packed in clear glass jar was recommended to keep at 4^o C. The banana syrup was most accepted by 90% of consumers and 60% of them intended to purchase.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนและช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษารองศาสตราจารย์วิชัย หุทธิชนาสันต์และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมรองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และรองศาสตราจารย์ธงชัย สุวรรณสิขณ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆตลอดระยะเวลาของการทำงานวิจัย รวมทั้งการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาณุวัฒน์ สรรพกิจ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้คำแนะนำ รวมทั้งแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น กราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านรวมทั้งเจ้าหน้าที่ในภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ขอขอบพระคุณอาจารย์ อิศรา เหมกรณ์และเจ้าหน้าที่ของกลุ่มเกษตรทำสวนทุ่งควัคที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ส่งวัตถุดิบให้ตลอดระยะเวลาของการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณสถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย เครื่องมืออุปกรณ์ ขอขอบคุณ นักวิจัย เจ้าหน้าที่หน่วยแปง หน่วยข้าว หน่วยเทคโนโลยีชีวภาพและทุกหน่วยงานในสถาบันผลิตผลเกษตรฯ ที่ให้ความช่วยเหลืออนุเคราะห์เครื่องมืออุปกรณ์ รวมทั้งเป็นกำลังใจให้งานสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยเอนไซม์ฯ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนการทำงานสำเร็จลุล่วงไปในแต่ละขั้นตอน ขอขอบคุณ ดร.พิลาณี ไวณอมสัจย์ ที่สนับสนุนการทำงานให้ช่วยเหลือตรวจแก้ไขโดยเฉพาะภาษาอังกฤษ ขอขอบคุณน้องโบว์ ยุก ปุเป่ จิ เน แป๊ะ แหม่ม สาว เชน กุ้ง นู นิ เจ้ย ปุย พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ และอีกมากมายหลายคนที่ไม่สามารถเขียนได้หมด ณ ที่นี้ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างสม่ำเสมอ

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่และทุกคนในครอบครัวที่ให้ความรัก โอกาส เวลาและกำลังใจตลอดเวลาโดยเฉพาะ คุณอนุสรณ์ ธาดากิตติสาร ที่เป็นผู้สนับสนุนในทุกๆเรื่อง ท้ายที่สุดผลที่ดีจากงานวิจัยนี้ขอมอบให้กับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครู อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ส่วนข้อผิดพลาดทั้งหมดข้าพเจ้าน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

สุกัณธรส ธาดากิตติสาร

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	38
อุปกรณ์	38
วิธีการ	41
ผลและวิจารณ์ผล	56
สรุปและข้อเสนอแนะ	173
สรุป	173
ข้อเสนอแนะ	177
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	178
ภาคผนวก	202
ภาคผนวก ก	202
ภาคผนวก ข	216
ภาคผนวก ค	234
ภาคผนวก ง	236
ภาคผนวก จ	239

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ประเทศ ผู้ผลิต ผู้ส่งออกและนำเข้ากล้วยเรียงลำดับในปี 2005	5
2	องค์ประกอบทางเคมีของกล้วยหอมต่อน้ำหนักสดผลสุก 100 กรัม	8
3	วิตามินที่พบในผลกล้วยหอมทอง (กรอสมิเชล) ที่สุก	8
4	คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยโดยทั่วไป (ปริมาณต่อ 100 กรัม)	11
5	แผนการทดลองแสดงค่าปัจจัยและระดับที่ใช้ในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก	48
6	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง	57
7	การรับประทานผลิตภัณฑ์ไซรัปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	58
8	ความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์ไซรัปหรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	58
9	เหตุผลในการรับประทานไซรัปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	59
10	ชนิดผลิตภัณฑ์ที่ใช้การรับประทานร่วมกับไซรัปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	59
11	สถานที่ในการรับประทานไซรัปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	60
12	ผลิตภัณฑ์ไซรัปผลไม้ไทยที่กลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจ	61
13	วิธีการรับประทานไซรัปและราคาผลิตภัณฑ์ไซรัป	62
14	ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างด้านความสนใจรับประทานไซรัปกล้วยหอม	62
15	เหตุผลของกลุ่มตัวอย่างที่สนใจรับประทานไซรัปกล้วยหอม	63
16	การทดสอบไคสแควร์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการเคยรับประทานไซรัปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	64
17	การทดสอบไคสแควร์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความถี่ในการบริโภคไซรัปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	66
18	การทดสอบไคสแควร์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับสนใจรับประทานไซรัปกล้วยหอม	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	ชนิดของผลิตภัณฑ์น้ำผึ้ง	69
20	ชนิดของผลิตภัณฑ์เมเปิ้ลไซรัป	70
21	ชนิดของผลิตภัณฑ์ไซรัปผลไม้	71
22	ชนิดของผลิตภัณฑ์ไซรัปผลไม้ที่มีจำหน่ายในต่างประเทศโดยการค้นผ่านอินเทอร์เน็ต	73
23	พื้นที่ผลิตปริมาณการส่งออกและราคากล้วยหอมทองส่งออกรวมทั้งกล้วยที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกของกลุ่มเกษตรกรผู้ส่งออก	75
24	ผลการคัดเลือกและจำแนกชนิดกล้วยหอมทองเพื่อการส่งออกในช่วงเวลา 6 เดือนตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม จนถึงเดือนตุลาคม 2546	78
25	คุณสมบัติทางเคมีของกล้วยหอมทองที่ระยะสุกต่างๆตามดัชนีสีเปลือก	79
26	ค่าสีเปลือกและเนื้อของกล้วยหอมทองที่ระยะสุกต่างๆตามดัชนีสีเปลือก	82
27	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ปริมาณน้ำตาล ค่าสี ที่ ระยะสุกต่างๆตามดัชนีสีเปลือก	83
28	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพของกล้วยระหว่างชุดตัวอย่าง	83
29	คุณสมบัติของน้ำกล้วยหอมทองที่ระยะสุกที่ 6 ถึง 8	86
30	คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและค่าสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่ส่งมาในเดือนกุมภาพันธ์และมิถุนายน 2547	88
31	คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่ส่งมาในเดือนกุมภาพันธ์และมิถุนายน 2547	88
32	คุณสมบัติมาตรฐานของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ในการผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
33	ปริมาณเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดส และเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของกล้วยหอมทองหลังการลวกด้วยไอน้ำเดือดที่ระยะเวลาต่างๆ	91
34	ผลผลิตน้ำกล้วย ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำที่สกัดได้ ค่าความใสและค่าสีในการหาสภาวะที่เหมาะสมใน การสกัดน้ำกล้วย โดยการแปรผันปริมาณเอนไซม์เพคตินเอส และระยะเวลาในการย่อย	94
35	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการหาสภาวะที่เหมาะสม ทดลองแบบ	95
36	ผลการทดลองเพื่อคัดเลือกจุดที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยหอม จากบริเวณที่ซ้อนทับกันโดยแปรผันปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสร้อยละ 0.-0.17 และระยะเวลา 100-120 นาที	103
37	คุณภาพของน้ำกล้วยหอมทองที่ผลิตได้จากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก	105
38	คุณภาพของไซรัปกล้วยหอมที่ผลิตได้จากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก	107
39	คะแนนความเข้มข้นเฉลี่ยของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไซรัปกล้วยหอมและน้ำผึ้ง	110
40	การทดสอบการยอมรับของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไซรัปกล้วยหอมทอง	111
41	เหตุผลที่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ไซรัปกล้วยหอมทอง	112
42	ผลผลิตและการสูญเสียในกระบวนการพัฒนาไซรัปกล้วยหอมทอง	114
43	คุณภาพทางกายภาพของไซรัป	117
44	คุณภาพทางเคมีของไซรัป	119
45	คุณภาพทางชนิดและปริมาณกรดอะมิโน	121
46	ชนิดและปริมาณวิตามินและแร่ธาตุ	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
47	จลนศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความใส (T_{670}) ค่าความสว่าง (L^*) ปริมาณ HMF และ ปริมาณกรดในไช้รปกล้วยหอมทอง	138
48	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของไช้รปกล้วยหอมที่เก็บในอุณหภูมิ 25 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส	142
49	ค่าปัจจัยคุณภาพของตัวอย่างไช้รปที่เก็บรักษาไว้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	143
50	ผลการทดสอบผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์หลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ	143
51	อายุการเก็บรักษาไช้รปกล้วยหอมทองจากปริมาณ HMF ที่เพิ่มขึ้นและทดสอบผู้บริโภค	146
52	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ไช้รปกล้วยหอมทองด้วยวิธี Home Use Test	148
53	ชนิดผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคไช้รปประทานกับไช้รปกล้วยหอมทอง	149
54	ความรู้สึที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์ไช้รปกล้วยหอมทอง	150
55	ข้อเสนอแนะของผู้บริโภคเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์ไช้รปกล้วยหอมทอง	151
56	ความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไช้รปกล้วยหอม	152
57	ความเหมาะสมของภาชนะบรรจุและการรับผลิตภัณฑ์เพิ่ม	153
58	ความเห็นของผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ไช้รปกล้วยหอม	154
59	รายละเอียดของผลิตภัณฑ์	156
60	รายละเอียดขั้นตอนการผลิต	159
61	การวิเคราะห์อันตรายและกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม	162
62	แผนปฏิบัติงาน	170
63	แผนการทวนสอบ	172

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ค 1	ปริมาณวัตถุดิบและผลผลิตในกระบวนการผลิตไชร์ปกล้วยหอมทอง	235
ค 2	ต้นทุนผันแปรของการผลิตไชร์ปกล้วยหอมทอง	235
ง 1	คะแนนความเข้มเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไชร์ปกล้วยหอมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ถึง 8 สัปดาห์	237
ง 2	คะแนนความเข้มเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไชร์ปกล้วยหอมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ถึง 8 สัปดาห์	237
ง 3	คะแนนความเข้มเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไชร์ปกล้วยหอมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ถึง 6 สัปดาห์	238
ง 4	คะแนนความเข้มเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไชร์ปกล้วยหอมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ถึง 2 สัปดาห์	238

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระยะการสุกของกล้วยหอมที่แสดงไว้ 7 ระยะตามมาตรฐาน CSIRO	14
2	การเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ในการเติมหมู่ไฮดรอกซิลของสารโมโนฟีนอลได้ไคฟีนอลและแยกไฮโดรเจนจากไคฟีนอลได้เป็นสารควิโนน	20
3	แผนภาพการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด	22
4	ขั้นตอนการผลิตไซรัปจากกล้วย	31
5	ขั้นตอนในการสกัดน้ำกล้วยด้วยเอนไซม์เพคตินเอส	46
6	การจำแนกชนิดกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกเป็น 7 ประเภท ประกอบด้วย ก) กล้วยตัดลูก ข) กล้วยขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน ค) กล้วยชำ ง) กล้วยมีตำหนิ จ) กล้วยที่แก่เกิน ฉ) กล้วยที่อ่อนเกินและ ช) กล้วยที่ถูกแมลงทำลาย	77
7	ระยะสุกของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่แบ่งเป็น 8 ระยะ ตามมาตรฐานของ CSIRO (1972)	79
8	ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในผลกล้วยเมื่อนึ่งกล้วยหอมทองด้วยไอน้ำเดือดที่ระยะเวลา 3, 6, 9, 12, 14, 15 และ 16 นาที และวัดอุณหภูมิในผลกล้วยที่ 4 ตำแหน่ง คือ (●) กลางกองด้านขวา (■) กลางกองด้านซ้าย (★) ด้านบน และ (✱) กึ่งกลางกอง	90
9	ความเข้มของสีน้ำตาลแดงที่เกิดจากการตรวจสอบปริมาณเอนไซม์ POD โดยวิธี Rapid Method ของกล้วยหอมทองหลังการนึ่งด้วยไอน้ำเดือดที่เวลา 0 หรือ ตัวอย่างควบคุม, 3, 6, 9, 12, 14, 15, และ 16 นาทีเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	92
10	สีของเนื้อกล้วยหอมทองที่นำมานึ่งด้วยไอน้ำเดือดที่เวลา 6 9 12 14 และ 15 นาที แล้วนำมาบดและแช่แข็ง (-20 องศาเซลเซียส)	93
11	กราฟพื้นผิวตอบสนองของ (ก) ผลผลิตน้ำกล้วยหอม (ข) Recovery soluble solid (ค) ความใส (T_{670}) และ (ง) ค่าbrowning index (A_{420}) ที่ได้จากการแปรผันปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสและระยะเวลา	99

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	กราฟพื้นผิวสองมิติของ (ก) ผลผลิตน้ำกล้วยหอม (ข) Recovery soluble solid จากการแปรผันปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสและระยะเวลา	100
13	กราฟ พื้นผิวสองมิติของ(ก) ค่าความใส (T_{670}) (ข) browning index (A_{420}) ที่ได้จาก การแปรผันปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสและระยะเวลา	101
14	กราฟพื้นผิวสองมิติของปริมาณน้ำกล้วยหอมและ Recovery soluble solid เมื่อนำ มาซ้อนทับกันบริเวณพื้นที่สีชมพูคือสถานะที่เหมาะสมแสดงตำแหน่งที่คัดเลือก 6 จุดที่แปรผันปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสร้อยละ 0.1-0.17 และเวลา 100-120 นาที	102
15	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ (ก) น้ำกล้วยหอมทอง (ข) ไชร์ปกล้วยหอมทอง (ข) ที่ เตรียมได้ในระดับห้องปฏิบัติการ	104
16	กราฟใยแมงมุมแสดงคุณลักษณะของไชร์ปกล้วยหอมทองเปรียบเทียบกับน้ำผึ้งที่ ได้จากการประเมินคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา	109
17	ขั้นตอนการผลิตไชร์ปกล้วยหอมทองจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการ ส่งออก ในระดับขยายผลใช้ผลกล้วยสด 250 กิโลกรัม	113
18	ผลิตภัณฑ์ไชร์ปกล้วยหอมทองหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (ก) 25 องศาเซลเซียส (ข) 35 องศาเซลเซียส ตรวจสอบทุก 2 สัปดาห์ (ค) 45 องศาเซลเซียสทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ และ (ง) 55 องศาเซลเซียส ทุก 2 วัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์	125
19	ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาไชร์ปกล้วยหอมทองที่อุณหภูมิ -20 25 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส ต่อการเปลี่ยนแปลง (ก) ค่าแสงส่องผ่านที่ 670 นาโนเมตร (T_{670}) ค่าสีน้ำตาล (A_{420}) (ข) ค่า L^* และ (ค) ค่า a^*	126
20	ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงไชร์ปกล้วยหอมทองที่ อุณหภูมิ -20 25 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส (ก) ค่าสีในระบบ CIE b^* (ข) ค่าความ แตกต่างของสี ΔE^* และ (ค) ค่าสีน้ำตาล (A_{420}) ของไชร์ปกล้วยหอมทอง	127

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
21 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไซรัปกล้วยหอมทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลา 2 ถึง 8 สัปดาห์	130
22 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไฮดรอกซีเฟอร์เมธิวฟูรอลในไซรัปกล้วยหอมทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลา 2 ถึง 8 สัปดาห์	131
23 ปฏิกริยาอันดับศูนย์ของการลดลงของคุณภาพเชิงแสง ของไซรัปกล้วยหอมทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส	132
24 ปฏิกริยาอันดับศูนย์ของการเพิ่มปริมาณไฮดรอกซีเฟอร์เมธิวฟูรอล และกรดของไซรัปกล้วยหอมทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส	133
25 Arrhenius plot ของค่าคุณภาพเชิงแสงของไซรัปกล้วยหอมทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส (ก) ค่าความใส (T_{670}) (ข) ค่าความสว่าง (L^*)	135
26 Arrhenius plot ของค่าคุณภาพเชิงแสงของไซรัปกล้วยหอมทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส (ก) ปริมาณ ไฮดรอกซีเฟอร์เมธิวฟูรอล (HMF) และ (ข) ค่าความเป็นกรด (Acidity)	136
27 กราฟไยแมงมุมของคะแนนความเข้มเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบเชิงพรรณนาของไซรัปกล้วยหอมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ถึง 10 สัปดาห์	140
28 กราฟไยแมงมุมของคะแนนความเข้มเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบเชิงพรรณนาของไซรัปกล้วยหอมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ถึง 6 สัปดาห์และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ถึง 14 วัน	141
29 ตัวอย่างไซรัปที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (1) 5 วัน (2) 2 (3) 6 และ (4) 10 สัปดาห์มีลักษณะปรากฏที่แตกต่างกันเพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	143
30 ผลิตภัณฑ์ไซรัปกล้วยหอมทองในบรรจุภัณฑ์สำหรับการทดสอบผู้บริโภค	153
31 แผนภูมิกระบวนการผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง	158
32 แผนภูมิกระบวนการผลิตไซรัปกล้วยหอมทองที่กำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม	168

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ข 1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคสโดยวิธีของ Somogyi and Nelson	218
ข 2 กราฟสารละลายกรดแทนนิกมาตรฐานโดยใช้สารละลาย Folin-cioculteu	219
ข 3 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดกาแลคตโรนิกโดยใช้ m-hydroxydiphenyl	221
ข 4 กราฟมาตรฐานของสารละลายแป้ง โดยวิธีไอโอไดน์	223
ข 5 กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคสโดยวิธีฟีนอล-ซัลฟูริก	225
ข 6 กราฟมาตรฐานของสารละลายโปรตีน BSA โดยวิธีลาวรี	226
ข 7 กราฟมาตรฐานของสารละลาย HMF โดยกรดโซโอบาบีทริก	227
ข 8 เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)	228
ข 9 ตัวอย่างโครมาโตแกรมของน้ำตาลชนิดต่างๆในไซรัปกล้วยหอมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC	230