

วิธีการ

1. การสำรวจความต้องการและพฤติกรรมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไชรี่ปกล้วยหอมทอง

การสำรวจข้อมูลทั่วไป ทักษะคิด และความต้องการของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ไชรี่ปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง เช่น น้ำผึ้ง เมเปิ้ลไชรี่ป ทำการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม (รายละเอียดแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ก1) จากข้อมูลด้านการบริโภคน้ำผึ้งหรือไชรี่ปผลไม้พบว่ากลุ่มตัวอย่างเคยรับประทานคิดเป็นร้อยละ 84.4 และไม่เคยร้อยละ 15.6 (ชิดชัย, 2546) ดังนั้นสัดส่วนของประชากรที่คาดว่าเคยบริโภคผลิตภัณฑ์ไชรี่ปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง (p) เท่ากับ 0.84 นำมาคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่าง คือ ตัวแทนของประชากรที่ศึกษา ใช้จำนวนตัวอย่าง (Sample size) ทั้งหมด 206 ตัวอย่าง ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ (ศิริวรรณ และคณะ, 2541)

$$n = \frac{z^2 pq}{E^2}$$

โดย n = ขนาดของตัวอย่าง

p = ค่าประมาณความน่าจะเป็นของกลุ่มตัวอย่างที่เคยรับประทานน้ำผึ้งและ/หรือไชรี่ปผลไม้ (0.84)

$$q = 1 - p \text{ (0.16)}$$

E = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นร้อยละ 5 (0.05)

z = ค่ามาตรฐานของระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (1.96)

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad n &= \frac{(1.96)^2(0.84)(0.16)}{(0.05)^2} \\ &= 206.52 \text{ (ประมาณ 206 คน)} \end{aligned}$$

ดังนั้นในการสำรวจผู้บริโภคจะต้องมีขนาดกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 206 คนขึ้นไป ซึ่งในการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไชรี่ปกล้วยหอมทองครั้งนี้ได้ทำการสำรวจด้วยแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 250 ชุดโดยการนำข้อมูลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive analysis) ในรูปของความถี่ ร้อยละ และวิเคราะห์ค่าไคสแควร์

2. การสำรวจผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงโซรัปกล้วยหอมทองที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

2.1 แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ

สำรวจบนชั้นที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ในห้างสรรพสินค้าชั้นนำ ได้แก่ ท็อปส์ซูเปอร์มาเก็ต สาขาเซ็นทรัลลาดพร้าว ฟู้ดแลนด์ สาขารามอินทรา ห้างสรรพสินค้าดิเอ็มโพเรียม สุขุมวิท วิลล่า ซูเปอร์มาเก็ต สุขุมวิท และอิเซตัน เวสต์เทคเซ็นเตอร์ ในเดือนสิงหาคม 2546

2.2 แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

ค้นหาข้อมูลผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงโซรัปกล้วยหอมทองผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและเอกสารต่างๆ

3. การสำรวจและรวบรวมแหล่งปลูกกล้วยหอมทองและปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานเพื่อใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบ

3.1 รวบรวมแหล่งปลูกกล้วยหอมทองเพื่อการส่งออก

หาข้อมูลแหล่งผลิตและหน่วยงานที่ส่งออกกล้วยหอม

3.1.1 แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

ก. ตรวจสอบเอกสารจากหน่วยราชการต่างๆ ได้แก่ กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมส่งเสริมการเกษตร และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ข. เอกสารสิ่งพิมพ์ต่างๆ

3.1.2 แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ

แบบสอบถาม: ส่งแบบสอบถามไปยังที่ทำการกลุ่มเกษตรกรผู้ส่งออกและเกษตรกรอำเภอเพื่อกรอกข้อมูล (รายละเอียดแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ก2) จำนวน 5 ชุด

สัมภาษณ์: เดินทางไปที่ทำการกลุ่มเกษตรกรผู้ส่งออกโดยการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มและใช้แบบสอบถามเพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณการผลิตเพื่อการส่งออก ปริมาณกล้วยที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกรวมทั้งมูลค่าการส่งออก(แบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ก2)

3.2 คัดเลือกแหล่งผลิตวัตถุดิบ

ข้อมูลที่ได้จากข้อ 3.1 นำมาใช้พิจารณาคัดเลือกแหล่งปลูกกล้วยหอมทองเพื่อการส่งออกใช้เป็นแหล่งของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกสำหรับเป็นวัตถุดิบใช้ในการทดลองต่อไป

3.3 รวบรวมชนิดและปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก

โดยการรวบรวมข้อมูลของชนิดและปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกจากกลุ่มเกษตรกรที่คัดเลือกเป็นแหล่งของวัตถุดิบ เก็บข้อมูลเป็นเวลา 6 เดือน (พฤษภาคม-ตุลาคม 2546) เพื่อจำแนกชนิดและปริมาณกล้วยตกรวด เพื่อคัดเลือกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไซรป์โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาประกอบด้วยมีปริมาณกล้วยตกรวดมากไม่มีวิธีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและมีปัญหากล้วยตกรวดที่เหลือทิ้งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัด

4. ศึกษาคุณสมบัติและกำหนดมาตรฐานกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไซรป์กล้วยหอมทอง

4.1 การศึกษาคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการสุกเพื่อกำหนดปัจจัยที่ระบุระยะสุกตามดัชนีสีเปลือกของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานส่งออก

นำกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกมาคัดเลือกและบ่มให้สุกที่ระยะสุกตามดัชนีสีเปลือก 4-8 ตามมาตรฐานของ CRISO (1972) นำกล้วยสุกแต่ละระยะคัดเลือกโดยการสุ่มจำนวน 15 ผล แล้วนำมาวัดค่าปัจจัยคุณภาพได้แก่

ก. คุณภาพทางสรีรวิทยา

ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าสองตำแหน่ง วัดความยาวด้วยไม้บรรทัดและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลกล้วยด้วยเวอร์เนีย

ข. คุณภาพทางกายภาพ

วัดความแน่นเนื้อของกล้วย โดยใช้เครื่อง Fruit Hardness Tester (1 kg) รุ่น FHT - 1 โดยการวัดค่า elasticity ของเนื้อกล้วยด้วย Head sphere type เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร ความสูง 10 มิลลิเมตร (Cano *et al.*, 1990)

วัดค่าสีในระบบ CIE L^* a^* b^* ของเปลือกและเนื้อกล้วย โดยใช้เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ดัดแปลงจากวิธีของ Wainwright and Hughes (1989)

ค. คุณภาพทางเคมี

ปริมาณความชื้น (Electronic moisture analyzer (Boeco, SM001, Germany)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้โดยใช้ Hand refractometer (Cano *et al.*, 1990)

ค่าพีเอช โดยใช้เครื่อง pH meter ปริมาณกรด (Titratable acidity) (AOAC, 2000) ตามวิธีการวิเคราะห์ในภาคผนวก ข

ปริมาณน้ำตาลรวม โดยการสกัดตามวิธีของ Hodge and Hofreiter (1962) และ Zhu *et al.* (1992) และหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ตามวิธีของ Somogyi and Nelson (1944) วิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ข

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลโดยปฏิกิริยาการเกิดสีของ Folin-Ciocalteu (Singleton and Rossi, 1965) ตามวิธีการวิเคราะห์ ในภาคผนวก ข

4.2 การคัดเลือกระยะสุกของกล้วยหอมทองเพื่อใช้ผลิตไซรัปกล้วยหอม

โดยการนำกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่บ่มได้ระยะสุก 6 7 และ 8 มาเตรียมน้ำกล้วย (ตามวิธีของชิดชัยและคณะ, 2546) แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติดังนี้

$$\text{ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำกล้วยที่ได้} \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อกล้วยที่ใช้}}$$

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ตามวิธีของ Somogyi and Nelson (1994) เช่นเดียวกับข้อ 4.1

ค่าความใส (ร้อยละแสงส่องผ่านที่ 670 นาโนเมตร, T_{670}) (Youn *et al.* 2004)

ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Lowry (Lowry *et al.*, 1951) ตามวิธีการวิเคราะห์ในภาคผนวก ข

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล เช่นเดียวกับข้อ 4.1

ปริมาณโพลีแซคคาไรด์ โดยวิธีฟินอล-ซัลฟูริก (Dubios *et al.*, 1956)

ปริมาณเพคติน โดยปฏิกิริยาการเกิดสีของไฮดรอกซีไดฟีนิล (Kintner *et al.*, 1982)ตามวิธีการวิเคราะห์ในภาคผนวก ข

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของน้ำกล้วยทั้งสามระยะสุกที่ได้แล้วคัดเลือกระยะที่เหมาะสมใช้ในการผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง

4.3 กำหนดมาตรฐานวัตถุดิบ

จากผลการการศึกษาคุณสมบัติกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกในข้อ 4.1 และ 4.2 นำมาสรุปเพื่อกำหนดมาตรฐานวัตถุดิบในการผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง

5. ศึกษาขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตไซรัปกล้วยหอมทองจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกในระดับห้องปฏิบัติการ

5.1 การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์โดยใช้ความร้อน

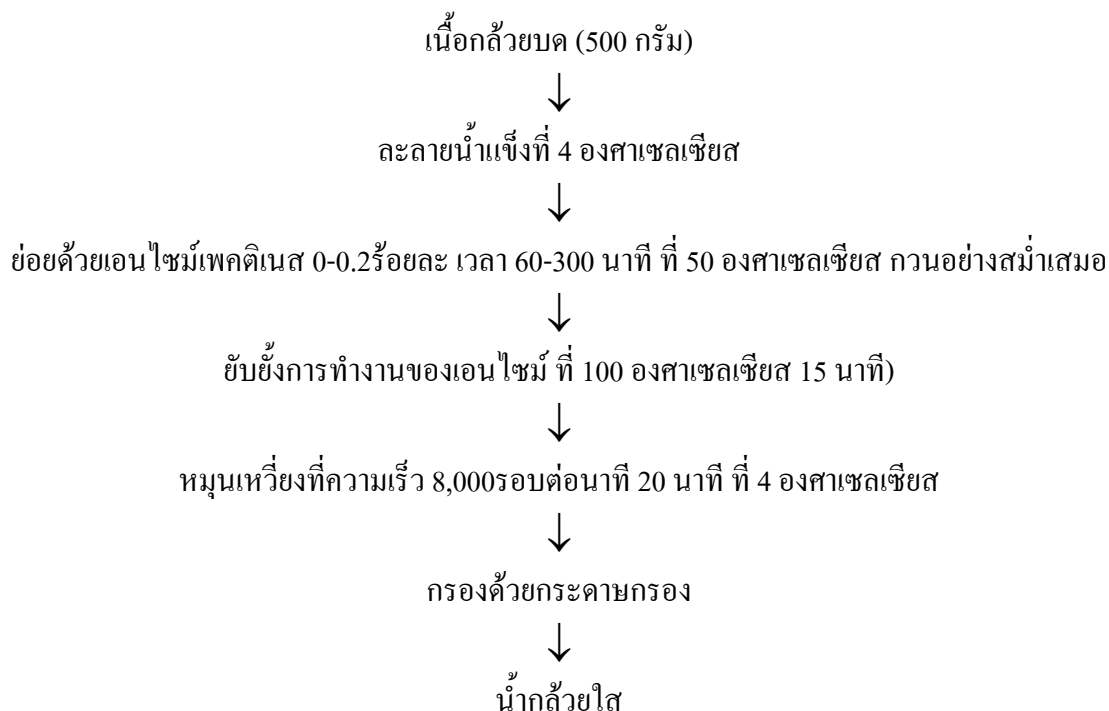
การหาตำแหน่งของผลกล้วยในการติดตามผลการนึ่งกล้วยด้วยไอน้ำเดือดเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ โดยนำกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกจำนวน 40 ผลมานึ่งด้วยไอน้ำเดือดที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสในถังถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 นิ้ว เสียบเทอร์โมคัปเปิล ตามความยาวของผลกล้วยให้ได้กึ่งกลางไว้ที่ 4 ตำแหน่งของผลกล้วยในกองต่างกันคือ ด้านบน กึ่งกลางกอง กลางกองด้านซ้าย และกลางกองด้านขวา ติดตามการเปลี่ยน

แปลงของอุณหภูมิภายในผลกล้วยที่ระยะเวลาต่างๆ 3, 6, 9, 12, 14, 15 และ 16 นาที โดยใช้เทอร์โมลอคเกอร์ วิเคราะห์ผลเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมใช้ในการติดตามการนิ่งด้วยไอน้ำเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลกล้วยที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช้าที่สุด

การหาระยะเวลาในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์โดยนำกล้วยที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกจำนวน 40 ผล มานึ่งด้วยไอน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในลังถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 36 นิ้ว ติดตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมลอคเกอร์เมื่อครบกำหนดความยาวของผลให้ได้กึ่งกลางผลไว้ที่ตำแหน่งที่หาได้และใช้เทอร์โมลอคเกอร์เมื่อครบกำหนดเวลาตามที่กำหนดไว้ นำกล้วยแต่ละเวลาแช่เย็นทันที จากนั้นจึงตัดเนื้อกล้วยตรงกึ่งกลางผลรวมกันจำนวน 25 กรัม สกัดและวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส เอนไซม์เปอร์ออกซิเดส และตรวจสอบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสโดยวิธี Rapid method (วิธีการแสดงในภาคผนวก ข) ในเนื้อกล้วยหนึ่งที่ได้ เพื่อหาระยะเวลาในการลวกกล้วยที่สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์

5.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยด้วยเอนไซม์เพคตินเอส

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยด้วยเอนไซม์เพคตินเอสจะต้องเตรียมเนื้อกล้วยบด เพื่อใช้ในการทดลองโดยการนำกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานในการส่งออกชนิดตัดลูกจำนวน 40 ผลต่อรอบการนิ่ง มานึ่งด้วยไอน้ำตามเวลาที่ได้ในข้อ 5.1.3 แล้วปอกเปลือก บด และบรรจุถุงเก็บแช่แข็ง (-20 องศาเซลเซียส) จนกว่าจะนำไปใช้ในการสกัดแยกน้ำกล้วยต่อไปเมื่อต้องการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยด้วยเอนไซม์เพคตินเอสนำกล้วยบดที่เตรียมไว้จำนวนหน่วยทดลองละ 500 กรัม ย่อยด้วยเอนไซม์เพคตินเอสเพื่อสกัดน้ำกล้วย โดยมีขั้นตอนแสดงในภาพที่ 5 ใช้แผนการทดลองแบบ Central Composite Design หรือ CCD (อนุวัตร, 2549 และ Hu, 1999) เพื่อหาจุดที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดน้ำกล้วย กำหนดระดับของแต่ละปัจจัย 5 ระดับ ที่ระดับแอลฟา ระดับต่ำ ระดับกลาง ระดับสูง และระดับบอกแอลฟา ซึ่งมีจำนวนสิ่งทดลองทั้งหมด 12 สิ่งทดลอง (ตารางที่ 5) และนำน้ำกล้วยหอมทองที่สกัดได้ทั้ง 12 สิ่งทดลอง มาตรวจวัดค่าคุณภาพดังนี้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนในการสกัดน้ำกล้วยด้วยเอนไซม์เพคตินเอส

ที่มา: ดัดแปลงจาก ชิดชัยและคณะ(2547)

ก. คุณภาพทางกายภาพ

ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ) ค่าความใส (T_{670}) ตามวิธีในข้อ 4.2

Browning index (A_{420}) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Johnson *et al.*, 1995)

ข. คุณภาพทางเคมี

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ Hand refractometer

Recovery of soluble solids, RSS โดยคำนวณจากสูตร (ดัดแปลงจาก Al-Hooti *et al.*, 2002)

$$RSS = \frac{\text{น้ำหนักน้ำกล้วยหอมที่สกัดได้} \times \text{ค่า TSS}}{\text{น้ำหนักเนื้อกล้วยดิบเริ่มต้น}}$$

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธีพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology, RSM) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูปเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ลำดับที่ 2 (Quadratic model) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แผนการทดลองแสดงค่าปัจจัยและระดับที่ใช้ในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก

สิ่งทดลอง	ค่ารหัสของปัจจัย		ค่าจริงของปัจจัย	
	เพคตินเอส (P)	เวลา (T)	เพคตินเอส (ร้อยละ v/w)	เวลา (นาที)
1	-1	-1	0.05	120
2	-1	+1	0.05	240
3	1	-1	0.15	120
4	1	+1	0.15	240
5	$-\alpha$	0	0.0	180
6	$+\alpha$	0	0.2	180
7	0	$-\alpha$	0.1	60
8	0	$+\alpha$	0.1	300
9	0	0	0.1	180
10	0	0	0.1	180
11	0	0	0.1	180
12	0	0	0.1	180

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2 + \epsilon$$

โดย Y คือ ตัวแปรตาม

x_1 คือ ปริมาณเอนไซม์เพคตินเอส

x_2 คือ เวลา

b_0 - b_{12} คือ ค่าสัมประสิทธิ์คงที่

เลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.7 และความเหมาะสมของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นน้อยกว่าร้อยละ 95 ($p \geq 0.05$) มาสร้างกราฟ Response surface และ contour plot เพื่อหาจุดที่เหมาะสม

การเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยจากผลของสภาวะที่เหมาะสมในข้อ 5.2.1 จะเลือกสภาวะที่เหมาะสมโดยมีข้อกำหนดคือให้ได้ปริมาณน้ำกล้วยมากที่สุด ใช้ปริมาณเอนไซม์เพคตินน้อยที่สุดโดยใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด โดยใช้เทคนิคการซ้อนภาพพื้นผิวตอบสนองหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเลือกสภาวะได้แล้วจึงทำการสกัดน้ำกล้วยหอมโดยใช้สภาวะที่เลือกนั้น แล้วเปรียบเทียบผลโดยการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำกล้วยหอม เช่นเดียวกับในข้อ 4.4 เปรียบเทียบผลและคัดเลือกจุดที่เหมาะสม

การทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สกัดน้ำกล้วยหอม ตามสภาวะที่คัดเลือกได้ในข้อ 5.2.2 แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติเช่นเดียวกับข้อ 5.2 นำค่าที่ได้จากการทดลอง และค่าทำนายจากการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติเพื่อทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองที่ได้

5.3 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำกล้วยหอมทอง

สกัดน้ำกล้วยหอมทองโดยใช้สภาวะที่ได้จากข้อ 5.1 แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของน้ำกล้วยหอมทองดังนี้

ก. คุณภาพทางกายภาพ

ค่าความใส (T_{670}) ตามวิธีในข้อ 4.2

ค่าสีในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ ด้วยเครื่องวัดสี (Tintometer)

Browning index (A_{420}) ตามวิธีในข้อ 5.2

ค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer) ที่ความเร็วรอบ 80 rpm อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

ข. คุณภาพทางเคมี

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอชด้วยเครื่อง pH meter ปริมาณกรด (Titratable acidity) ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ตามวิธีในข้อ 4.1)

ปริมาณโพลีแซคคาไรด์ ปริมาณเพคติน ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล (ตามวิธีในข้อ 4.2)

ปริมาณแป้ง (Carrin *et al.*, 2004) วิเคราะห์แสดงในภาคผนวก

ปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุคโตส ด้วยเครื่อง HPLC

5.4 การผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง

นำกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกมาสกัดน้ำกล้วยตามสภาวะที่เหมาะสมในข้อ 5.2.2 แล้วนำมาทำให้เข้มข้นขึ้นเป็นไซรัปกล้วยหอมทองด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบสูญญากาศ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยกำหนดให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับ 74 ± 1 องศาบริกซ์ บรรจุขวดขณะร้อน แล้วปิดผนึกทำให้เย็นทันทีในน้ำที่มีน้ำแข็ง จากนั้นจึงวิเคราะห์คุณสมบัติของไซรัปกล้วยหอมทองที่ได้

ก. คุณภาพทางกายภาพ

ความใส (T_{670}) ตามวิธีในข้อ 4.2

ค่าสีในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ ตามวิธีในข้อ 5.3

ค่า Browning index (A_{420}) ตามวิธีในข้อ 5.2

ค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer) ที่ความเร็วรอบ 200 rpm อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

ข. คุณสมบัติทางเคมี

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอช ปริมาณกรด (Titratable acidity) ปริมาณความชื้น (ตามวิธีในข้อ 4.1)

ปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณโพลีแซคคาไรด์ (ตามวิธีในข้อ 4.1)

ปริมาณเพคติน ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล (ตามวิธีในข้อ 4.2)

ปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุคโตส ด้วยเครื่อง HPLC ปริมาณแป้ง (ตามวิธีในข้อ 5.3)

ก. คุณภาพทางจุลินทรีย์

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (AOAC, 2000)

จำนวนยีสต์และรา (Yeast and mold) (AOAC, 2000)

ง. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอมทอง ดำเนินการทดสอบโดยนำตัวอย่างไอศกรีมกล้วยหอมทองมาทำการทดสอบที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ณ โรงอาหารกลาง 2 และ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร และบริษัทโซดัสอินเตอร์เนชันแนล ในเดือนธันวาคม 2549 ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 54 คน โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9-Point Hedonic Scale (ช่วงคะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุด - 9 คือ ชอบมากที่สุด) ดำเนินการทดสอบโดยการเสิร์ฟผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอมทองกับแพนเค้กและน้ำผึ้งกับแพนเค้กเสิร์ฟแบบสุ่มที่ละตัวอย่างพร้อมแบบสอบถาม เพื่อทำการประเมินความชอบในคุณลักษณะสี ความใส ความหนืดและทดสอบชิมเพื่อประเมินความชอบในคุณลักษณะด้านกลิ่นรสชาติ และความชอบคุณภาพโดยรวม รวมทั้งถามการยอมรับและการซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค แสดงแบบสอบถามในภาคผนวก ก 3 และนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ผลแบบนับความถี่ ร้อยละ และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ t-test

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive analysis) ให้คะแนนความเข้ม (Intensity) ในแต่ละคุณลักษณะ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Trained panels) ในผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด จำนวน 7 คน โดยนำเสนอตัวอย่างไอศกรีมกล้วยหอมทองเปรียบเทียบกับน้ำผึ้ง วิธีการนำเสนอผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง โดยให้ผู้ทดสอบอธิบายคุณสมบัติของตัวอย่างให้มากที่สุด ช่วงที่มองเห็นโดย

อธิบายคุณสมบัติโดยทั่วๆ ไปจะถูกเลือกอย่างน้อย 1 ใน 3 ของผู้ทดสอบ ในขณะที่คุณสมบัติที่เด่นชัดมีนัยสำคัญ คัดเลือกตัวอย่างอ้างอิง (แสดงในภาคผนวก ก 4) สำหรับการทำใบรายงานคะแนนคุณลักษณะ และความเข้มของผลิตภัณฑ์ สเกลที่ใช้สำหรับแต่ละคุณลักษณะเป็น line scale ความยาว 150 มิลลิเมตร

6. การขยายกำลังผลิตไชร็ปกล้วยหอมทอง

ทำการขยายกำลังการผลิตไชร็ปกล้วยหอมทอง โดยการเตรียมเนื้อกล้วยจากการนำผลกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกชนิดตักลูกที่ส่งมาจากชุมพร จำนวน 300 กิโลกรัม มาบ่มจนได้ระยะสุก 7 จากนั้นจึงปอกเปลือกและบดจะได้เนื้อกล้วยบดจำนวน 120 กิโลกรัม นำไปสกัดน้ำกล้วยด้วยเอนไซม์เพคตินเอส ตามสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ คือ ใช้เอนไซม์เพคตินเอส 0.15 ร้อยละ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ดังนั้นจะต้องใช้เอนไซม์ทั้งหมด 180 กรัม โดยขนาดกำลังการผลิต 12 กิโลกรัมเนื้อกล้วยต่อการอบการผลิต จะได้ น้ำกล้วยทั้งหมด 77 กิโลกรัม จากนั้นจึงนำไปทำให้เข้มข้นจะได้ไชร็ปกล้วยหอมทองจำนวน 24 กิโลกรัม วิเคราะห์คุณภาพของไชร็ปกล้วยหอมทองที่ผลิตได้

6.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ (เช่นเดียวกับข้อ 5.3 ก.)

6.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (เช่นเดียวกับข้อ 5.3 ข.)

6.3 วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (เช่นเดียวกับข้อ 5.3 ค.)

6.4 จำนวนต้นทุนการผลิต

คำนวณต้นทุนการผลิตไชร็ปกล้วยหอมทอง โดยคำนวณจากต้นทุนผันแปร คำนวณจากวัตถุดิบและวัสดุที่ต้องใช้ โดยคิดเวลาการทำงาน 300 วัน

7. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไชร็ปกล้วยหอม

ศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไชร็ปกล้วยหอมปริมาณ 100 กรัม ในขวดแก้วใสฝาเกลียว โดยเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน 4 สภาวะ คือ 25 35 45 และ 55 องศาเซลเซียสโดยการตรวจสอบคุณภาพ

เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 18x12 ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ตรวจสอบทุก 2 สัปดาห์ ที่ 45 องศาเซลเซียส ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์และที่ 55 องศาเซลเซียส ตรวจสอบทุก 2 วัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

7.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

นำตัวอย่างมาวัดค่าสีในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ โดยใช้เครื่อง Tintometer ยี่ห้อ Lovibond รุ่น PF x 195 สหราชอาณาจักร แหล่งกำเนิดแสง D_{65} โดยการวัดค่า L^* (ถ้า L^* ใช้กำหนดค่าความสว่างมีค่าระหว่าง 0-100 ถ้าค่า L^* มีค่าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุนั้นมีความสว่างมาก ถ้าค่า L^* มีค่าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุนั้นมีสีดำ) ค่า a^* ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว (ถ้าค่า a^* มีค่าเป็นบวก แสดงว่าวัตถุนั้นมีสีออกแดง ถ้าค่า a^* มีค่าเป็นลบ แสดงว่าวัตถุนั้นมีสีออกเขียว) ค่า b^* ใช้กำหนดสีเหลืองหรือน้ำเงิน (ถ้าค่า b^* มีค่าเป็นบวก แสดงว่าวัตถุนั้นมีสีออกเหลือง ถ้าค่า b^* มีค่าเป็นลบ แสดงว่าวัตถุนั้นมีสีออกน้ำเงิน) ค่า ΔE^* เป็นค่าความแตกต่างของสีตัวอย่างกับตัวอย่างมาตรฐาน หาได้จากค่าความแตกต่างระหว่างค่าความสว่าง ความเป็นสีแดง-เขียว และความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (MacDougall, 2002) ค่าความใสโดยการวัดค่าเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านที่ 670 นาโนเมตร (T_{670}) ใช้กำหนดค่าความสว่างในทำนองเดียวกับค่า L^* และค่าการดูดแสงที่ 420 นาโนเมตร (A_{420}) เป็นค่าที่ใช้วัดสีที่เกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Rai *et al.*, 2004 และ Youn *et al.*, 2004)

7.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ก. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบเฟอร์ฟูรอล

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบเฟอร์ฟูรอลในรูปของ 5-ไฮดรอกซีเฟอร์ฟูรอลของผลิตภัณฑ์ไซรัปที่เก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ โดยปฏิกิริยาการเกิดสี (Colorimetric reaction) ตามวิธีการของ Standefer and Eaton (1983) แสดงขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ในภาคผนวก ข

ข. การวัดค่าพีเอชและการตรวจสอบปริมาณกรด

นำผลิตภัณฑ์ไซรัปที่เก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ มาวัดค่าพีเอชด้วยเครื่อง pH meter และไตเตรดเพื่อหาปริมาณกรด ตามวิธีการของ AOAC (2000) วิธีการแสดงในภาคผนวก ข

7.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive analysis) โดยการให้คะแนนความเข้มในลักษณะผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย สี กลิ่นกล้วย กลิ่นรส กล้วย กลิ่นแปลกปลอม กลิ่นรสแปลกปลอม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Trained panels) ในผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด จำนวน 7 คน ทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลาต่างๆเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ถ้าตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้มีคุณสมบัติแตกต่างไปจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จึงถือว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างๆโดยให้ผู้บริโภคทดสอบและเลือกตัวอย่างที่ไม่ยอมรับในคุณลักษณะสีและกลิ่นแปลกปลอม แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก5 เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์หมดอายุตามการพิจารณาของผู้บริโภค จากนั้นจึงนำผลจากการประเมินทั้ง 2 วิธี มาใช้หาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไชรี่ป

7.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (AOAC, 2000)

จำนวนยีสต์และรา (Yeast and mold) (AOAC, 2000)

8. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ไชรี่ปกล้วยหอมทองโดยวิธี Home Use Test กับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่มีอายุระหว่าง 25-64 ปี มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,000 บาทขึ้นไปมีระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไป และเป็นผู้บริโภคน้ำผึ้ง จำนวน 50 คนโดยใช้แบบสอบถาม (แสดงในภาคผนวก ก5) และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยแบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างและส่วนที่สอง คือ ข้อมูลด้านความคิดเห็นและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ไชรี่ปกล้วยหอมทอง และวิเคราะห์ทางสถิติโดยนำข้อมูลการทดสอบ

ผลิตภัณฑ์การยอมรับ การรับซื้อและการตัดสินใจซื้อเข้ามาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาในรูปของค่าเฉลี่ยและร้อยละด้วยโปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป

9. การจัดทำแผนระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP Plan)

ร่างแผน HACCP สำหรับกระบวนการผลิตไส้กรอกกล้วยหอมทอง มีขั้นตอนการจัดทำเรียงตามลำดับคือ การอธิบายรายละเอียดผลิตภัณฑ์ รายละเอียดวัตถุดิบและส่วนผสม การจัดทำแผนภูมิขั้นตอนกระบวนการผลิต การวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นและวิเคราะห์หาจุดวิกฤตที่ต้องการควบคุมโดยวิธี CCP Decision Tree กำหนดค่าวิกฤตของแต่ละจุดวิกฤต วิธีการเฝ้าระวังและติดตามวิธีการแก้ไขกรณีที่ผลการเฝ้าระวังติดตามเกิดการเบี่ยงเบนออกจากจุดวิกฤตและกำหนดวิธีการทวนสอบ (สุวิมล, 2545; วราวุฒิ, 2547)

10. สถานที่ทำการวิจัย

10.1 หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีเอนไซม์และการจัดการของเสีย สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10.2 ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11. ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม 2546 สิ้นสุดเดือนเมษายน 2550 รวมระยะเวลา 42 เดือน

ผลและวิจารณ์

1. ผลการสำรวจผู้บริโภคและกำหนดกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย

1.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 250 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น ประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างเพศชายร้อยละ 28 เพศหญิงร้อยละ 72 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุ 21 - 30 ปี ร้อยละ 57.2 อายุ 31 - 40 ปี ร้อยละ 19.2 อายุ 41 - 50 ปี ร้อยละ 13.2 อายุ มากกว่า 51 ปีขึ้นไป ร้อยละ 6 และอายุน้อยกว่า 20 ปี ร้อยละ 4 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000-10,001 บาท ร้อยละ 40.4 และมากกว่า 20,001 บาทขึ้นไป ร้อยละ 30 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 55.6 ปริญญาโท ร้อยละ 26.4 และส่วนใหญ่รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ รองลงมาคือพนักงานบริษัทเอกชน และเป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 26.4 26 และ 24 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

1.2 พฤติกรรมในการบริโภคโซรียปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

ด้านพฤติกรรมในการบริโภคโซรียปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยรับประทาน โดยคิดเป็นร้อยละ 84.4 ส่วนที่ไม่เคยรับประทานร้อยละ 15.6 (ตารางที่ 7) ส่วนผลิตภัณฑ์ในประเภทนี้ที่เคยรับประทานมากที่สุด ได้แก่ น้ำผึ้ง คิดเป็นร้อยละ 34.1 รองลงมาคือน้ำลูกพรุน สับปะรด เมเปิ้ลโซรียป สตรอเบอร์รี่โซรียป แอปเปิ้ลโซรียป มะม่วงและอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 16.3 13.1 12.4 9.1 8.7 4.4 และ 1.9 ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

N = 250	
ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
1. เพศ	
หญิง	72
ชาย	28
2. อายุ	
น้อยกว่า 20 ปี	4.0
21 - 30 ปี	57.2
31 - 40 ปี	19.2
41 - 50 ปี	13.2
50 ปีขึ้นไป	6.0
3. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	12.4
5,001 - 10,000 บาท	40.4
10,001 - 15,000 บาท	10.4
15,001 - 20,000 บาท	6.4
20,001 บาทขึ้นไป	30.0
4. การศึกษา	
ต่ำกว่าปริญญาตรี	11.6
ปริญญาตรี	55.6
ปริญญาโท	26.4
สูงกว่าปริญญาโท	6.4
5. อาชีพ	
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	26.4
พนักงานบริษัทเอกชน	26.0
นักเรียน/นักศึกษา	24.0
ลูกจ้าง	15.6
ธุรกิจส่วนตัว	4.4
แม่บ้าน	4.4

ตารางที่ 7 การรับประทานผลิตภัณฑ์ไขมันและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

N = 250

การรับประทานไขมันและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	ร้อยละ
เคย	84.4
ไม่เคย	15.6
ผลิตภัณฑ์ที่เคยรับประทาน	
น้ำมัน	34.1
น้ำถั่วพรุน	16.3
สับปะรด	13.1
เมเปิ้ลไขมัน	12.4
สตอเบอรี่ไขมัน	9.1
แอปเปิ้ลไขมัน	8.7
มะม่วง	4.4

ความถี่ในการรับประทานไขมันและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง(ตารางที่ 8) พบว่าส่วนใหญ่จะรับประทานนานๆครั้งและเป็นครั้งคราว คิดเป็นร้อยละ 55.6 และ 33.2 ตาม ลำดับ

ตารางที่ 8 ความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์ไขมันหรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

ความถี่ในการบริโภคต่อเดือน	ร้อยละ
นานๆ ครั้ง	55.6
เป็นครั้งคราว	33.2
ประจำ	6.4
ไม่แน่นอน	4.8

หมายเหตุ N = ผู้ที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ไขมันหรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงจากตารางที่ 7

เหตุผลในการรับประทานไขมันและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงของกลุ่มตัวอย่าง คือรสชาติดี/อร่อยคิดเป็นร้อยละ 54.5 รองลงมาคือ คุณค่าทางโภชนาการ ร้อยละ 21.1 และความสะดวกในการรับประทาน ร้อยละ 17.9 ส่วนเหตุผลอื่นๆเช่น รับประทานในโรงแรมที่พักและมีผู้อื่นซื้อให้ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 เหตุผลในการรับประทานไขมันและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

เหตุผลในการรับประทาน ^{1/}	ร้อยละ
รสชาติดี/อร่อย	54.5
คุณค่าทางโภชนาการ	21.1
สะดวก	17.9
ในโรงแรมที่พัก	4.0
มีผู้อื่นซื้อให้	2.5

หมายเหตุ ^{1/}ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ, N= ผู้ที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ไขมันหรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงจากตารางที่ 7

รูปแบบในการรับประทานไขมันและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงส่วนใหญ่จะรับประทานกับแพนเค้ก รองลงมาคือรับประทานกับวaffles และไอศกรีม คิดเป็นร้อยละ 23.2 21.6 และ 11.6 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ชนิดผลิตภัณฑ์ที่ใช้รับประทานร่วมกับไขมันและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

N = 211

ชนิดผลิตภัณฑ์ที่ใช้รับประทาน ^{1/}	ร้อยละ
แพนเค้ก	23.2
วaffles	21.6
ไอศกรีม	11.6
น้ำชา	8.5
คอร์นเฟล็ก	6.3
ขนมปัง	5.7
น้ำมะนาว	3.7
ขนมปังกรอบ	2.5
น้ำเปล่า	2.0

หมายเหตุ ^{1/}ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ, N= ผู้ที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ไขมันหรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงจากตารางที่ 7

สถานที่ในการรับประทานไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงโดยการให้กลุ่มตัวอย่างเรียงลำดับ 3 อันดับ แสดงข้อมูลในตารางที่ 11 และแสดงวิธีการคำนวณหาความถี่ในการบริโภคในภาคผนวก ก. ผลการสำรวจพบว่า กลุ่มตัวอย่างรับประทานไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่บ้านมากที่สุด รองลงมาคือที่ร้านอาหารและโรงแรมตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการทดสอบผู้บริโภคจะใช้วิธีการทดสอบที่บ้าน

ตารางที่ 11 ความถี่ของสถานที่ในการรับประทานไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

สถานที่	จำนวนผู้บริโภคที่ระดับต่างๆ*			คะแนนเฉลี่ย**	ความถี่ในการบริโภค
	1	2	3		
ที่บ้าน	34	42	102	2.38	บ่อยมาก
ร้านอาหาร	28	58	69	2.26	นานๆครั้ง
โรงแรม	38	42	25	1.88	นานๆครั้ง
ที่ทำงาน	25	36	10	1.79	นานๆครั้ง
ไม่แน่นอน	4	2	3	1.89	นานๆครั้ง
บ้านเพื่อน	3	3	3	2.0	นานๆครั้ง
เกษตรแฟร์	2	2	1	1.80	นานๆครั้ง

หมายเหตุ * ระดับความถี่ของสถานที่ในการรับประทานไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงได้แก่

1 หมายถึงรับประทานน้อยมาก 2 หมายถึงนานๆครั้ง และ 3 หมายถึงบ่อยมาก

** คะแนนเฉลี่ย = $\frac{\sum(\text{จำนวนผู้บริโภคที่ระดับความถี่ต่างๆ} \times \text{คะแนนความถี่})}{\text{จำนวนผู้ทดสอบ}}$

จำนวนผู้ทดสอบ

*** ช่วงคะแนน 1.00 – 1.67 หมายถึง มีความถี่ในการบริโภคน้อยมาก, 1.68 – 2.35

หมายถึง มีความถี่ในการบริโภคนานๆครั้ง และ 2.36 – 3.00 หมายถึง มีความถี่ในการบริโภคบ่อยมาก

1.3 ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อผลิตภัณฑ์ไชรปกล้วยหอม

ความสนใจในผลิตภัณฑ์ไชรปผลไม้ไทยชนิดต่างๆ โดยการให้กลุ่มตัวอย่างเรียงลำดับ 3 อันดับ ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 12 โดยแสดงวิธีการคำนวณหาระดับความสนใจในภาคผนวก ก. ผลการสำรวจพบว่า เมื่อรวมผลคะแนนทั้งหมดจะได้ลำดับของชนิดผลิตภัณฑ์ไชรปผลไม้ไทยซึ่งกลุ่มตัวอย่างสนใจมากที่สุด คือไชรปกล้วยหอม รองลงมาคือไชรปสับปะรดและไชรปลำไยตามลำดับ

ตารางที่ 12 ผลิตภัณฑ์ไชรปผลไม้ไทยที่กลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจ

N= 250

ชนิดผลไม้	จำนวนผู้บริโภครายละระดับต่างๆ*			คะแนนเฉลี่ย**	ระดับความสนใจ
	1	2	3		
กล้วยหอม	25	52	88	2.38	สนใจมาก
สับปะรด	41	63	62	2.13	สนใจปานกลาง
ลำไย	50	42	46	1.97	สนใจปานกลาง
มะม่วง	56	48	39	1.88	สนใจปานกลาง
ทุเรียน	9	9	6	1.88	สนใจปานกลาง
ลิ้นจี่	9	2	5	1.75	สนใจปานกลาง

หมายเหตุ * ระดับความถี่ของสถานที่ในการรับประทานไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงได้แก่

1 หมายถึงสนใจน้อยมาก 2 หมายถึงสนใจปานกลางและ 3 หมายถึงสนใจมาก

** คะแนนเฉลี่ย = $\frac{\sum (\text{จำนวนผู้ทดสอบที่ระดับความถี่ต่างๆ} \times \text{คะแนนความถี่})}{\text{จำนวนผู้ทดสอบ}}$

*** ช่วงคะแนน 1.00 – 1.67 หมายถึง สนใจน้อยมาก, 1.68 – 2.35 หมายถึง สนใจปานกลางและ 2.36 – 3.00 หมายถึง สนใจมาก

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในการนำผลิตภัณฑ์ไชรปไปใช้รับประทานแทนแยม ร้อยละ 26.8 รองลงมาคือใช้รับประทานกับไอศกรีม และใช้แทนน้ำผึ้งโดย คิดเป็นร้อยละ 25.0 และ 24.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 วิธีการรับประทานผลิตภัณฑ์ไชร็ป

N = 250	
วิธีการรับประทาน ^{1/}	ร้อยละ
รับประทานแทนแยม	26.8
รับประทานกับไอศกรีม	25.0
รับประทานแทนน้ำผึ้ง	24.5
ผสมน้ำดื่มเป็นน้ำผลไม้	21.9
ผสมชาหรือกาแฟ	1.8

หมายเหตุ ^{1/}ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

ด้านความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไชร็ปกล้วยหอม นั้น พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสนใจรับประทานไชร็ปกล้วยหอมร้อยละ 67.2 และตอบว่าไม่แน่ใจร้อยละ 30.4 (ตารางที่ 14) โดยเหตุผลที่สนใจรับประทานนั้นกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ น่าลอง ร้อยละ 44 รองลงมาคือเพราะเป็นผลิตภัณฑ์จากผลไม้ไทยร้อยละ 27.2 โดยเห็นว่าเป็นเพราะรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการร้อยละ 12.8 เท่ากัน ส่วนความคิดเห็นว่าไม่แน่ใจในการนำไชร็ปกล้วยหอมไปรับประทาน เนื่องจากไม่แน่ใจในรสชาติ ราคา และไม่แน่ใจว่าเป็นผลิตภัณฑ์จากผลไม้ไทย (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 14 ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างด้านความสนใจรับประทานไชร็ปกล้วยหอม

N=250	
ความสนใจในไชร็ปกล้วยหอม	ร้อยละ
สนใจรับประทาน	67.2
ไม่แน่ใจ	30.4
ไม่สนใจรับประทาน	2.4

ตารางที่ 15 เหตุผลของกลุ่มตัวอย่างที่สนใจรับประทานไชรปกล้วยหอม

N=250

เหตุผลที่รับประทานไชรปกล้วยหอม ^{1/}	ร้อยละ
ผลิตภัณฑ์ใหม่น่าลอง	44.0
ผลิตภัณฑ์จากผลไม้ไทย	27.2
รสชาติ	12.8
คุณค่าทางโภชนาการ	12.8
ชอบรสหวาน	3.2

หมายเหตุ ^{1/} ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

1.4 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมในการบริโภคไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ รายได้ การศึกษา และอาชีพกับพฤติกรรมในการบริโภคไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง โดยการทดสอบค่าไคสแควร์ ถ้าค่าระดับนัยสำคัญ น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปัจจัยส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคในรายการนั้น แต่ถ้าค่าระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.05 แสดงว่าปัจจัยส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคในรายการนั้น

ก. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการเคยรับประทานไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง การเคยรับประทานไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงมีความสัมพันธ์กับปัจจัยส่วนบุคคลด้านการศึกษา ส่วนเพศ อายุ รายได้ และอาชีพไม่มีความสัมพันธ์สัมพันธ์ (ตารางที่ 16) โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาสูงกว่าปริญญาโทมีสัดส่วนของผู้ที่เคยรับประทานไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงมากที่สุดคือร้อยละ 100 ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาระดับปริญญาโทและต่ำกว่าปริญญาตรีมีสัดส่วนของผู้ที่เคยรับประทานมากกว่าร้อยละ 92 โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรีจะมีสัดส่วนของผู้ที่เคยรับประทานน้อยกว่าคือร้อยละ 77

ข. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความถี่ในการการบริโภคไชรปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงจากการทดสอบค่าไคสแควร์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความถี่ในการการ

ตารางที่ 16 การทดสอบไคสแควร์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการเคยรับประทานโซรัปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

ปัจจัยส่วนบุคคล	การรับประทาน (ร้อยละ)		χ^2	p-value
	เคย	ไม่เคย		
1.เพศ			1.430	0.232
ชาย	88.0	20.0		
หญิง	86.1	13.9		
2.อายุ			3.419	0.636
น้อยกว่า 20 ปี	100	0		
21 - 30 ปี	83.9	16.1		
31 - 40 ปี	79.2	20.8		
41 - 50 ปี	87.9	12.1		
มากกว่า 50 ปี	86.7	13.3		
3.รายได้เฉลี่ยต่อเดือน			5.509	0.357
น้อยกว่า 5,000 บาท	75.0	25.0		
5,001 - 10,000 บาท	88.1	11.9		
10,001 - 15,000 บาท	92.5	7.5		
15,001 - 20,000 บาท	100	0		
20,001 บาทขึ้นไป	94.6	5.4		
4.การศึกษา			13.286	0.004*
ต่ำกว่าปริญญาตรี	92.6	7.4		
ปริญญาตรี	77.0	23.0		
ปริญญาโท	92.4	7.6		
สูงกว่าปริญญาโท	100	0		
5.อาชีพ			6.313	0.277
นักเรียน/นักศึกษา	81.7	18.3		
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	90.9	9.1		
พนักงานบริษัทเอกชน	78.5	21.5		
ธุรกิจส่วนตัว	100	0		
แม่บ้าน	81.8	18.2		
ลูกจ้าง	82.9	17.1		

หมายเหตุ * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

บริโภคไร่และ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลด้านรายได้ การศึกษาและอาชีพ มีความสัมพันธ์กับความถี่ในการบริโภคไร่และ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง (ตารางที่17) โดยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 10,001-15,000 บาท และ 15,001-20,000 บาท มีสัดส่วนของความถี่ในการบริโภคเป็นครั้งคราวร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาทและมากกว่า 20,001 บาทขึ้นไป มีความถี่ในการบริโภคเป็นครั้งคราวน้อยกว่าร้อยละ 40

ส่วนปัจจัยส่วนบุคคลด้านการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษาในระดับปริญญาโทและสูงกว่ามีสัดส่วนของความถี่ในการบริโภคเป็นครั้งคราวร้อยละ 82 และ 68.8 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษาในระดับปริญญาตรีและต่ำกว่ามีความถี่ในการบริโภคเป็นครั้งคราวน้อยกว่าร้อยละ 40 โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาสูงขึ้นความถี่ในการบริโภคสูงขึ้น

ปัจจัยส่วนบุคคลด้านอาชีพ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นแม่บ้านและทำธุรกิจส่วนตัวมีความถี่ในการบริโภคเป็นครั้งคราวร้อยละ 67 และ 54 ตามลำดับซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่รับราชการ/รัฐวิสาหกิจและพนักงานบริษัทเอกชนที่มีความถี่ในการบริโภคเป็นครั้งคราวน้อยกว่าร้อยละ 40 โดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน/นักศึกษามีความถี่ในการบริโภคเป็นครั้งคราวน้อยที่สุด โดยปัจจัยส่วนบุคคลด้าน เพศ และอายุ ไม่มีความสัมพันธ์กับความถี่ในการบริโภค

ค. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการเลือกรับประทานไร่ปลั้วหอมจากการทดสอบค่าไคสแควร์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความสนใจเลือกรับประทานไร่ปลั้วหอม มีความสัมพันธ์สัมพันธ์กับปัจจัยส่วนบุคคลด้านอายุ ส่วนเพศ รายได้ การศึกษาและอาชีพไม่มีความสัมพันธ์สัมพันธ์กับความสนใจในการเลือกรับประทาน (ตารางที่18) โดยพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากกว่า 50 ปี และกลุ่มที่มีอายุระหว่าง 21 - 30 ปีส่วนใหญ่จะเลือกรับประทานมากกว่าร้อยละ 70 ซึ่งมีความสนใจรับประทานสูงกว่าช่วงอายุอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่เลือกรับประทานร้อยละ 60

จากข้อมูลที่ได้นำมาจัดทำข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ไร่ปลั้วหอมทอง คือ ผลิตภัณฑ์ที่นำกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าเป็นไร่ปลั้วหอมทองที่มีรสชาติดีและมีคุณค่าทางโภชนาการ สามารถรับประทานแทนแฮมหรือน้ำผึ้ง

ตารางที่ 17 การทดสอบไคสแควร์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความถี่ในการบริโภคไซรัปและ/หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความถี่ในการบริโภค (ร้อยละ)			χ^2	p-value
	ประจำ	ครั้งคราว	นานๆครั้ง		
1.เพศ				0.44	0.802
ชาย	3.7	35.2	61.1		
หญิง	2.6	33.8	63.6		
2.อายุ				17.375	0.066
น้อยกว่า 20 ปี	0	20.0	80.0		
21 - 30 ปี	3.5	28.9	67.6		
31 - 40 ปี	0	47.4	52.6		
41 - 50 ปี	0	34.5	65.5		
มากกว่า 50 ปี	15.4	53.8	30.8		
3.รายได้				26.736	0.003*
น้อยกว่า 5,000 บาท	0	32.0	68.0		
5,001 - 10,000 บาท	5.1	18.0	76.9		
10,001 - 15,000 บาท	0	58.3	41.7		
15,001 - 20,000 บาท	12.5	62.5	25.0		
20,001 บาทขึ้นไป	0	38.1	61.9		
4.การศึกษา				20.201	0.003*
ต่ำกว่าปริญญาตรี	8.0	36.0	54.0		
ปริญญาตรี	3.9	37.9	58.2		
ปริญญาโท	0	82.0	18.0		
สูงกว่าปริญญาโท	0	68.8	31.2		
5.อาชีพ				30.955	0.001*
นักเรียน/นักศึกษา	0	16.3	83.7		
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	10.0	35.0	55.0		
พนักงานบริษัทเอกชน	0	32.7	67.3		
ธุรกิจส่วนตัว	0	54.5	45.5		
แม่บ้าน	0	66.7	33.3		
ลูกจ้าง	0	48.1	51.9		

หมายเหตุ * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 18 การทดสอบไคสแควร์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับสนใจรับประทานไข้รปกล้วยหอม

ปัจจัยส่วนบุคคล	รับประทาน (ร้อยละ)		χ^2	p-value
	สนใจ	ไม่สนใจ		
1.เพศ			3.174	0.205
ชาย	63.8	36.2		
หญิง	68.9	31.1		
2.อายุ			253.269	0.000**
น้อยกว่า 20 ปี	60.0	40.0		
21 - 30 ปี	71.3	28.7		
31 - 40 ปี	60.4	39.6		
41 - 50 ปี	60.6	39.4		
มากกว่า 50 ปี	73.3	26.7		
3.รายได้เฉลี่ยต่อเดือน			6.580	0.764
น้อยกว่า 5,000 บาท	67.7	32.3		
5,001 - 10,000 บาท	63.4	36.6		
10,001 - 15,000 บาท	69.2	30.8		
15,001 - 20,000 บาท	87.5	12.5		
20,001 บาทขึ้นไป	66.7	33.3		
4.การศึกษา			2.219	0.907
ต่ำกว่าปริญญาตรี	59.3	40.7		
ปริญญาตรี	69.8	30.2		
ปริญญาโท	66.7	33.3		
สูงกว่าปริญญาโท	68.8	31.2		
5.อาชีพ			14.436	0.154
นักเรียน/นักศึกษา	70.0	30.063.6		
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	63.6	36.4		
พนักงานบริษัทเอกชน	67.7	33.3		
ธุรกิจส่วนตัว	100	0		
แม่บ้าน	90.9	9.1		
ถูกจ้าง	54.3	45.7		

หมายเหตุ ** หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

2. ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงไซรัปกล้วยหอมทองที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ก. ผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดภายในประเทศ

ในการสำรวจที่ขึ้นวางสินค้าจำหน่ายผลิตภัณฑ์ของห้างสรรพสินค้าชั้นนำในระหว่างเดือนสิงหาคม 2546 พบชนิดของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับไซรัปกล้วยหอมทองที่มีจำหน่ายในท้องตลาดภายในประเทศ โดยแบ่งได้เป็นกลุ่ม ดังนี้

น้ำผึ้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของน้ำตาลหลายชนิดส่วนใหญ่เป็นฟรุคโตสและกลูโคสเฉลี่ยร้อยละ 32.8 และ 32.3 ตามลำดับ (Belitz และ Grosch, 1999) มีทั้งที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศและผลิตภัณฑ์นำเข้าจึงทำให้ราคาแตกต่างกัน โดยได้สรุปตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าต่างๆแสดงในตารางที่ 19 น้ำผึ้งที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ ได้แก่ น้ำผึ้งจิตรลดา ผลิตโดยสหกรณ์ผู้เลี้ยงผึ้งภาคเหนือ บรรจุและจัดจำหน่ายโดยโครงการส่วนพระองค์จิตรลดา น้ำผึ้งตราคอกคำ บริษัท คอกคำผลิตภัณฑ์อาหารจำกัด น้ำผึ้งลำไย ตราแอมโบรเซีย บริษัท ฟาร์มผึ้งสายัณห์ จำกัด และ น้ำผึ้งจากบริษัทต่างๆ ได้แก่ เฮลท์ดีเมท เอราวัน และเวชพงษ์ มีราคาเฉลี่ยต่อ 100 กรัม ประมาณ 28.6 บาท ผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งนำเข้าจากประเทศต่างๆ ได้แก่ ยี่ห้อ Squezy ฝรั่งเศส ยี่ห้อ Yellow box และ Alowly, ออสเตรเลีย ยี่ห้อ Imker-Honig และ Langnese, เยอรมัน และ ยี่ห้อ Fragata จากประเทศสเปน มีราคาโดยเฉลี่ยต่อ 100 กรัม ประมาณ 51.8 บาท จะเห็นได้ว่ามีราคาสูงกว่าน้ำผึ้งที่ผลิตขึ้นภายในประเทศเกือบสองเท่า

เมเปิ้ลไซรัปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำเลี้ยง (sap) จากต้นเมเปิ้ล (maple tree) ได้น้ำตาลเมเปิ้ล (maple sugar) นำมาทำให้เข้มข้นขึ้นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเมเปิ้ลไซรัปเป็นน้ำตาลซูโครส (ร้อยละ 88-99 ของปริมาณของแข็งทั้งหมด) กลิ่นรสและสีของเมเปิ้ลไซรัปจะมีคุณลักษณะเฉพาะ หลังจากการทำให้เข้มข้น กลิ่น (aroma) ของเมเปิ้ลเป็นคุณสมบัติที่สำคัญแสดงคุณภาพของเมเปิ้ลไซรัปประกอบด้วย Vanilline Syringic aldehyde Dihydroconiferyl alcohol Vanilloyl methyl ketone และ Furfural (Belitz และ Grosch, 1999) ผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายมีทั้งชนิดที่นำเข้า ได้แก่ ยี่ห้อ Mrs. Butter Worth's และ Log Cabin เป็นยี่ห้อที่นิยมใช้บริโภค มีปริมาณเมเปิ้ลไซรัปร้อยละ 2 นอกจากนั้นยังมียี่ห้อ Cottles Steeves และ Spring Tree โดยราคาจะขึ้นกับปริมาณน้ำตาลเมเปิ้ลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยต่อ 100 กรัม ประมาณ 52.3 บาท สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย

ตารางที่ 19 ชนิดของผลิตภัณฑ์น้ำผึ้ง สํารวจในห้างสรรพสินค้าต่างๆ (สิงหาคม 2546)

ยี่ห้อ	บริษัท /ประเทศ	ขนาด (กรัม)	ราคา (บาท)
จิตรลดา ^{1/2/3/4/}	สหกรณ์ผู้เลี้ยงผึ้งภาคเหนือ /ไทย	130	60
คอยคำ ^{1/2/3/4/}	บ. คอยคำผลิตภัณฑ์อาหารจำกัด /ไทย	700	200
แอมโบรเซีย ^{1/}	บ.ฟาร์มผึ้งสายพันธ์ จำกัด /ไทย	500	130
เฮลท์ดีเมท ^{1/2/3/4/}	บ. สามพรานฟู้ดส์จำกัด /ไทย	250	96
เฮอร์วีน ^{1/2/3/4/}	บ.เฮอร์วีนฟู้ดส์จำกัด /ไทย	450	120
เวซพงษ์ ^{1/2/3/4/}	บ. เวซพงษ์ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด /ไทย	450	106
Sqeezy ^{4/}	Famille Michud / ฝรั่งเศส	500	263
		250	143
Yellow box honey ^{1/}	บ. Beechworth Honey Pty. Ltd./ ออสเตรเลีย	400	245
Alowly (อลาวลี) ^{1/2/3/4/}	บ. ยูโนเดท แครี่ฟู้ดส์ จำกัด/ ออสเตรเลีย	500	155
Imker-Honig ^{1/}	Fursten-Reform / เยอรมัน	500	339
Langnese ^{4/}	Langnese Honig / เยอรมัน	250	143
Fragata ^{1/}	Angel Camacho / สเปน	500	249

หมายเหตุ ^{1/} ท็อป ชุปเปอร์มาร์เก็ต สาขาเซ็นทรัลลาดพร้าว ^{2/}ดิเอ็มโพเรียม ^{3/}ฟู้ดแลนด์ สาขารามอินทรา ^{4/}วิลลาชุปเปอร์มาร์เก็ต ^{5/}อิเซตัน เวอร์ลเทรดเซ็นเตอร์

อิมพีเรียล เป็นน้ำเชื่อมกลั่นเมเปิ้ลแต่งสีและกลิ่นสังเคราะห์ ราคาโดยเฉลี่ยต่อ 100 กรัมประมาณ 8.8 บาท ดังตารางที่ 20

ไซรัปชนิดอื่นๆเช่นไซรัปสตอเบอรี่ ยี่ห้อ Hershey's Smucker, สหรัฐอเมริกา และ The Berry Farm, ออสเตรเลีย ประกอบด้วย น้ำสตอเบอรี่ ในน้ำตาล ชนิดต่างๆ เช่น ไซรัปข้าวโพด ฟรุคโตส ไซรัปจากข้าวโพด (high fructose corn syrup) ฟรุคโตส และเด็คซ์โตส ไซรัปบลูเบอรี่ป่า (Wild blueberry syrup) และไซรัปข้าวโพด (Corn Syrup) ทั้งชนิดสีอ่อน (Hign Corn Syrup) และสีเข้ม (Dark Corn Syrup) ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 20 ชนิดของผลิตภัณฑ์เมเปิ้ลไซรัป จำหน่ายในห้างสรรพสินค้าต่างๆ (สิงหาคม 2546)

ยี่ห้อ	บริษัท / ประเทศ	องค์ประกอบ (ร้อยละ)	ขนาด	ราคา (บาท)
Imperial ^{1/2/3/4/5/}	บ. ยูไนเตทแคเรีย จำกัด /ไทย	น้ำตาล (41.5)	280 กรัม	14
		กลูโคส (30.4)	360 กรัม	44
		เจือสี	700 กรัม	65
Log Cabin ^{1/2/3/4/5/}	บ. Aurora Foods Inc. / สหรัฐอเมริกา	น้ำตาลทราย (50)	354 มล.	177
		น้ำตาลข้าวโพด (10)	709 มล.	293
		น้ำเชื่อมข้าวโพด (2)		
Mrs. Butterworth's Syrup ^{3/4/}	บ. 1994 Vendenberg Foods Inc. /สหรัฐอเมริกา	น้ำตาลทราย (50)	355 กรัม	152.25
		High fructose corn		
		syrup (10)		
Cottees ^{4/}	บ. Cadbury Schweppes Pty. Ltd. / ออสเตรเลีย	น้ำตาล (96) น้ำ (2.18)	500 กรัม	114
		เกลือ (0.5) แต่งกลิ่นเจือ		
		สี ใช้วัตถุกันเสีย		
Steeves ^{4/}	สหรัฐอเมริกา	pure maple syrup	500 กรัม	295
		Invert sugar		
		Natural maple flavor		
Spring Tree ^{4/}	บ. Spring Tree Corperation / แคนาดา	pure maple syrup	250 กรัม	245

หมายเหตุ ^{1/} ท็อปซูปเปอร์มาร์เก็ต สาขาเซ็นทรัลลาดพร้าว ^{2/}ดิเอ็มโพเรียม ^{3/}ฟู๊ดแลนด์ สาขารามอินทรา ^{4/}วิลลาซูเปอร์มาร์เก็ต ^{5/}อิเซตัน เวิร์ลเทรดเซ็นเตอร์

ตารางที่ 21 ชนิดของผลิตภัณฑ์ไซรัปผลไม้ สํารวจในห้างสรรพสินค้าต่างๆ (สิงหาคม 2546)

ยี่ห้อ	บริษัท /ประเทศ	องค์ประกอบ (ร้อยละ)	ขนาด	ราคา (บาท)
Strawberry Syrup				
- Hershey's ^{1/2/3/4/5/}	สหรัฐอเมริกา	น้ำตาล (54) น้ำเชื่อมข้าวโพด (20) น้ำสตรอเบอร์รี่ 5.67	623 กรัม	148
- Smucker ^{4/}	J.M. Smucker / สหรัฐอเมริกา	น้ำเชื่อมข้าวโพด (56.28) น้ำสตรอเบอร์รี่ (10) ฟรุคโตส (1.64)	567 กรัม	180
- Cottees ^{4/}	Cadbury Schweppes Pty. Ltd. / ออสเตรเลีย	น้ำตาล (30) น้ำสตรอเบอร์รี่ (15) กรดมาลิก (3)	585 กรัม	98
- The Berry Farm	ออสเตรเลีย	น้ำตาล (40) น้ำสตรอเบอร์รี่ (60)	250 มล.	399
Wild blueberry syrup	แคนาดา	-	100 มล.	180
Corn Syrup				
-Light Corn Syrup ^{4/}	Uniliver Best Foods /สหรัฐอเมริกา	Light corns syrup (24) Fructose corn syrup (5) Vanila (12) Salt (1)	470 มล.	295
-Dark Corn Syrup ^{4/}	Uniliver Best Foods /สหรัฐอเมริกา	Light corns syrup (24) Fructose corn syrup (5) Salt (1)	470 มล.	295

หมายเหตุ ^{1/}ท๊อปซูปเปอร์มาร์เก็ต สาขาเซ็นทรัลลาดพร้าว ^{2/}ดิเอ็มโพเรียม ^{3/}ฟู๊ดแลนด์ สาขารามอินทรา ^{4/}วิลลาซูปเปอร์มาร์เก็ต ^{5/}อิเซตัน เวิร์ลเทรดเซ็นเตอร์

ข. ผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดภายในต่างประเทศโดยการคั่นผ่านอินเทอร์เน็ต

ส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นชนิดต่างๆ ที่มีจำหน่ายในต่างประเทศ โดยการคั่นผ่านอินเทอร์เน็ต ตารางที่ 22 ได้แก่ น้ำแอปเปิ้ลเข้มข้นชนิดใส (clear apple juice concentration) จากบริษัท Washington Frontier Juice (ประเทศสหรัฐอเมริกา) (Washington Frontier Juice, 2001)

สารให้ความหวานจากน้ำผลไม้เข้มข้น (concentrated fruit juice new sweetener) ไชริป์จากพีช สับปะรดและแพร์ (Fruit Sweet) ไชริป์จากพีช สับปะรดและแพร์ (Pear Sweet) ไชริป์จากองุ่น (Grape Sweet) องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลฟรุกโตส จากบริษัท Wax Orchards ประเทศแคนาดา (Wax Orchards, 2002) น้ำสับปะรดเข้มข้นแช่แข็ง (frozen pineapple juice concentrate) จากบริษัท Fruitex S. de R. L. (ประเทศสเปน) (Fruitex, 2002) ไชริป์ผลไม้ (fruit syrup) ไชริป์แอปเปิ้ล ไชริป์แอปเปิ้ลผสมน้ำผึ้ง ไชริป์แบร์รี่ ไชริป์แครนเบอร์รี่ ไชริป์ราสพ์เบอร์รี่ ไชริป์เบอร์รี่ ไชริป์สตอเบอร์รี่และไชริป์ราสพ์เบอร์รี่จากบริษัท True Food Market (สหรัฐอเมริกา) (True Food, 2002) ไชริป์แบร์รี่ ไชริป์ราสพ์เบอร์รี่ ไชริป์บลูเบอร์รี่และ เมเปิ้ลไชริป์ จากบริษัท Blackberry Patch, LLC (สหรัฐอเมริกา) (Blackberry Patch, 2007) ไชริป์ผลไม้ร้อยเปอร์เซ็นต์กลิ่นรสต่างๆ ได้แก่ Grenadine แบล็คเคอร์แรน (Blackcurrent) ส้ม เลมอน เบอร์รี่รวม (Mix berries) จากบริษัท Teisseire (ประเทศฝรั่งเศส) (Teisseire, 2002)

ตารางที่ 22 ชนิดของผลิตภัณฑ์ไซรัปผลไม้ที่มีจำหน่ายในต่างประเทศโดยการค้นผ่านอินเทอร์เน็ต
ในเดือนกันยายน 2546

ยี่ห้อ	บริษัท / ประเทศ
น้ำแอปเปิ้ลเข้มข้นชนิดใส	บ. Washigton Frontier Juice /สหรัฐอเมริกา
ไซรัปผลไม้; แอปเปิ้ล แอปเปิ้ลผสมน้ำผึ้ง แบร์รี่เบอร์รี่ แครนเบอร์รี่ ราสพ์เบอร์รี่	บ. True Food Market / สหรัฐอเมริกา
สตอเบอร์รี่ เบอร์รี่ป่าและราซาว	
ไซรัปผลไม้; แบร์รี่เบอร์รี่ ราสพ์เบอร์รี่	บ. Blackberry Patch, LLC
บลูเบอร์รี่และเมเปิ้ลไซรัป	/สหรัฐอเมริกา
สารให้ความหวานจากน้ำผลไม้เข้มข้น; ไซรัปพีช สับปะรด และแพร์ (Fruit Sweet) ไซรัปพีช (Pear Sweet) ไซรัปองุ่น (Grape Sweet)	บ. Wax Orchards /แคนาดา
น้ำสับปะรดเข้มข้นแช่แข็ง	บ. Fruitex S. de R. L. /ฮอนดูรัส
ไซรัปผลไม้; Grenadine แบร์รี่เคอร์แรน สัม เลมอนและเบอร์รี่รวม (Mix berries)	บ. Teisseire /ฝรั่งเศส

สำหรับผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงไซรัปกล้วยหอมทองที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนั้นผลจากการสำรวจพบที่มีความหลากหลายของน้ำผึ้งชนิดต่างๆ ส่วนผลิตภัณฑ์อื่นๆส่วนใหญ่จะพบเฉพาะในซูเปอร์มาร์เก็ตขนาดใหญ่ ได้แก่ เมเปิ้ลไซรัป สตอเบอร์รี่ไซรัป บลูเบอร์รี่ไซรัปและไซรัปข้าวโพด โดยเฉพาะในซูเปอร์มาร์เก็ตที่มีลูกค้าชาวต่างประเทศ เช่น ฟู๊ดแลนด์ และวิลล่าซูเปอร์มาร์เก็ต แสดงว่าผลิตภัณฑ์ในลักษณะนี้ยังไม่เป็นที่นิยมในผู้บริโภคคนไทย ตรงข้ามกับต่างประเทศผลการสำรวจผลิตภัณฑ์ผ่านทางเว็บไซต์จะพบผลิตภัณฑ์หลากหลายมากกว่าเช่น ไซรัปผลไม้ชนิดต่างๆ สารให้ความหวานจากผลไม้ น้ำผลไม้เข้มข้นชนิดใสที่ผลิตจากผลไม้ได้แก่ แอปเปิ้ล พีช แพร์ บลูเบอร์รี่ แบลคเบอร์รี่ เป็นต้น ผลการค้นคว้าและสำรวจข้อมูลผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงไซรัปกล้วยหอมทอง นอกจากจะได้อรรถาธิบายผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ แล้วยังได้ข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานวิจัยได้ ซึ่งการนำผลไม้มาแปรรูป

เป็นผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ในรูปแบบต่าง ๆ นั้น นอกจากจะช่วยนำผลผลิตทางการเกษตรมาเพิ่มมูลค่าแล้วยังเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูป และประโยชน์อีกส่วนหนึ่งคือ ผู้บริโภคจะได้รับประทานสิ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งจากข้อมูลข้างต้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผลไม้ไทย ประกอบด้วย

ก. ชนิดของผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ผลิตจากผลไม้หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง ได้แก่ น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผลไม้เข้มข้นชนิดใส สารให้ความหวาน ไซรัปผลไม้ชนิดต่างๆ เครื่องดื่มดัดแปลงจากน้ำผลไม้ ได้แก่ เนคตาร์ สควอช คอร์เดียล ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการนำผลไม้ไทยที่มีหลากหลายมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆ

ข. ชนิดของผลไม้ผลผลิตทางการเกษตรชนิดอื่นๆที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ ได้แก่ ผลไม้ที่มีปริมาณการผลิตสูงในแต่ละประเทศ ส่วนใหญ่เป็นการแปรรูปเพื่อใช้ออกฤดูแล้งหรือนำผลไม้ที่ไม่ได้คุณภาพการส่งออกมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อเพิ่มความหลากหลายในสินค้า หาหนทางในการใช้ผลผลิตทางการเกษตรชนิดอื่นๆ นอกเหนือจากผลไม้ที่มีการผลิตสูง และยังไม่ได้นำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในลักษณะดังกล่าว เช่น ราข้าว น้ำอ้อย เป็นต้น

ค. การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์โดยหาแนวทางในการนำผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นที่พัฒนาได้มาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์ธัญพืช ที่ใช้เป็นอาหารเช้า (Breakfast Cereals) อุตสาหกรรมยา ขนมหวานชนิดต่างๆและเครื่องดื่ม เป็นต้น

3. ผลสำรวจและรวบรวมแหล่งผลิตกล้วยหอมและปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานเพื่อใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบ

3.1 ผลการรวบรวมแหล่งปลูกกล้วยหอมทองเพื่อการส่งออก

ผลการสำรวจและรวบรวมแหล่งผลิตกล้วยหอมทองเพื่อส่งออกประเทศญี่ปุ่น พบว่ามี 3 แหล่งปลูกได้แก่ สหกรณ์การเกษตรบ้านลาด ตำบลบ้านลาด อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี สหกรณ์การเกษตรท่ายาง อำเภوتاยาง จังหวัดเพชรบุรี และกลุ่มเกษตรกรกรทำสวนทุ่งควาวัด ตำบลทุ่งควาวัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร ดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 พื้นที่ผลิตปริมาณการส่งออกและราคากล้วยหอมทองส่งออกรวมทั้งกล้วยที่ไม่ได้
มาตรฐานการส่งออกของกลุ่มเกษตรกรผู้ส่งออก

ข้อมูล	บ้าน ลาด	ท่า ยาง	ทุ่งคา วัด
พื้นที่ปลูก (ไร่)	400	2,000	1,825
ปริมาณกล้วยส่งออก (ตัน/เดือน)	32-	28-	87
ปริมาณตกละ (ตัน/เดือน)	40	32	22
ราคากล้วยส่งออก (บาท/กก.)	4-8	7-8	18
ราคากล้วยตกละ (บาท/กก.)	13	13	0.75-
	2-4	4	2

หมายเหตุ สัมภาษณ์ ปี 2546

พื้นที่ผลิตปริมาณกล้วยหอมทองส่งออกและปริมาณกล้วยที่ไม่ได้มาตรฐานจากสาม
แหล่งปลูก (ตารางที่ 23) จะเห็นได้ว่าราคากล้วยหอมทองส่งออกมีราคาสูง (13-18 บาท) เมื่อเทียบกับ
ราคากล้วยตกละ (0.75 - 4 บาท) บางที่อาจต้องทิ้งเป็นของเสียต้องมีค่าใช้จ่ายในการกำจัด
ดังนั้นการนำกล้วยตกละส่วนนี้มาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าจะช่วยให้อาชีพเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

3.2 ผลการคัดเลือกแหล่งวัตถุดิบ

เมื่อพิจารณาข้อมูลจากแหล่งผลิตกล้วยหอมทองแล้วสามารถหาข้อสรุปในการ
คัดเลือกกลุ่มเกษตรกรทำสวนทุ่งควัววัด ตำบลทุ่งควัววัด อำเภอละมั่ง จังหวัดชุมพรเป็นแหล่งวัตถุดิบ
ได้เนื่องจากกลุ่มเกษตรกรทำสวนทุ่งควัววัด มีปริมาณกล้วยตกละมากที่สุด (22 ตันต่อเดือน) มี
ระยะทางห่างจากกรุงเทพฯมากที่สุดคือ 550 กิโลเมตรเปรียบเทียบกับสหกรณ์การเกษตรท่ายางและ
สหกรณ์การเกษตรบ้านลาดมีระยะทางห่างจากกรุงเทพฯ 140 และ 130 กิโลเมตร ตามลำดับ ทำให้
กลุ่มเกษตรกรทั้งสองแห่งไม่มีปัญหาเรื่องกล้วยตกละเหลือทิ้งเนื่องจากมีพ่อค้ามารับซื้อ
นอกจากนั้น กลุ่มเกษตรกรทำสวนทุ่งควัววัด มีโครงการที่จะหาแนวทางในการแปรรูป ซึ่งการที่กลุ่ม
เกษตรกรทำสวนทุ่งควัววัดมีระยะทางไกลจากกรุงเทพฯ มากที่สุด ทำให้มีกล้วยตกละที่ไม่สามารถ
จำหน่ายได้ในราคาที่เหมาะสมและขาดทุนในที่สุด โดยเฉพาะเมื่อต้องการเพิ่มปริมาณการส่งออกก็

ยังเพิ่มปัญหาปริมาณ ของกล้วยตากเกรดที่มีเหลือมากขึ้น ดังนั้นด้วยเหตุผลข้างต้นจึงเลือกใช้กล้วยหอมทองที่ไม่ ได้มาตรฐานการส่งออกจากกลุ่มเกษตรกรทำสวนทุ่งควัววัดเป็นวัตถุดิบในการผลิต ไซรป์สำหรับการศึกษาในครั้งนี้

3.3 ผลการศึกษาชนิดและปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานส่งออก

ผลการศึกษาเพื่อคัดเลือกและจำแนกชนิดปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกโดยกลุ่มเกษตรกรทำสวนทุ่งควัววัด (ภาพที่ 6) โดยได้เก็บข้อมูลในช่วงเวลา 6 เดือนตั้งแต่ เดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม 2546 (ตารางที่ 24) สามารถแยกกล้วยหอมทองที่ไม่ได้ มาตรฐานการส่งออกได้เป็น 7 ประเภท ประกอบด้วยกล้วยตัดลูก กล้วยขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน กล้วยชำ กล้วยมีตำหนิ กล้วยที่แก่เกิน กล้วยที่อ่อนเกินและกล้วยที่ถูกแมลงทำลาย จะเห็นได้ว่าจาก ปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานทั้งหมด 106,539 ต้นในเวลา 6 เดือน กล้วยตัดลูกมีปริมาณ มากที่สุดมากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานทั้งหมด คือ 67.57 ต้นหรือ คิดเป็น 135 ต้นต่อปี ซึ่งมีปริมาณมากพอที่จะนำมาใช้แปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าในเชิงพาณิชย์ ประกอบ กับกล้วยตัดลูกเป็นกล้วยที่ขายไม่ได้ราคาเนื่องจากอยู่ในรูปผลเดี่ยวเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยตาก เกรดกลุ่มอื่นได้แก่ กล้วยขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน กล้วยที่แก่เกินและกล้วยที่อ่อนเกินที่ยังอยู่ในรูป หวีจึงสามารถขายปลีกได้ ถ้าไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์หรือมีผู้มารับซื้อไปเป็นอาหารสัตว์ก็จะถูกทิ้ง เช่นเดียวกับ กล้วยชำ กล้วยมีตำหนิและกล้วยที่ถูกแมลงทำลายซึ่งไม่สามารถนำมาใช้แปรรูปเพราะ จะทำให้การจัดการในกระบวนการผลิตยุ่งยาก ดังนั้นจึงเลือกกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานชนิด ตัดลูกเป็นวัตถุดิบในการศึกษาครั้งนี้



(ก)

(ข)



(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)



(ช)



ภาพที่ 6 การจำแนกชนิดกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกเป็น 7 ประเภท ประกอบด้วย
 ก) กล้วยตัดลูก ข) กล้วยขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน ค) กล้วยซ้ำ ง) กล้วยมีตำหนิ จ) กล้วยที่
 แก่เกินไป ฉ) กล้วยที่อ่อนเกินไปและ ช) กล้วยที่ถูกแมลงทำลาย

ตารางที่ 24 ผลการคัดเลือกและจำแนกชนิดและปริมาณกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานส่งออกในช่วงเวลา 6 เดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 2546

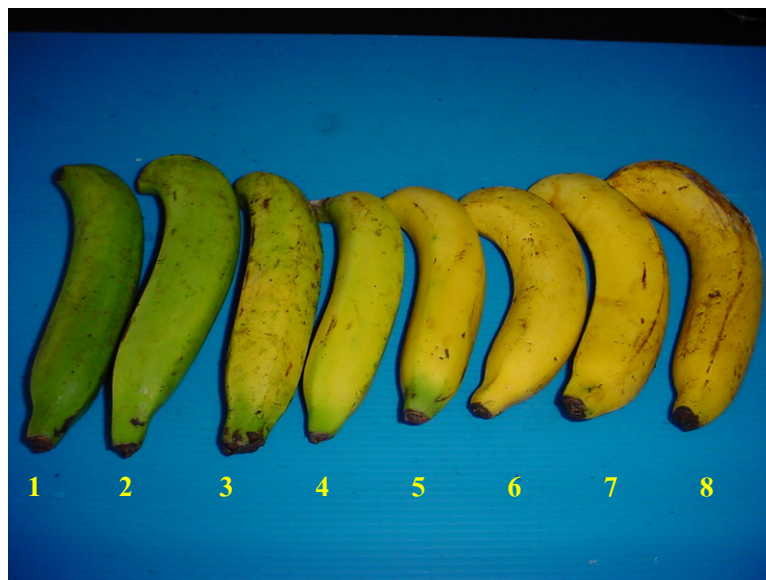
เดือน	ชนิดและปริมาณของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานส่งออก(ตัน)							รวมตกเกรด (ตัน)
	ตัดลูก	ผลเล็ก	ชำ	ผลลาย	แก่เกิน	อ่อน	เป็นโรค	
พ.ค.	5.95	2.135	0.43	0.524	0.537	0.233	0.002	9.81
มิ.ย.	11.76	4.411	0.966	0.912	0.364	1.113	0.009	19.53
ก.ค.	13.27	2.822	1.496	1.298	0.164	0.503	0.014	19.567
ส.ค.	10.806	1.976	1.94	1.15	0.561	0.309	1.913	18.655
ก.ย.	12.05	2.209	1.516	1.023	0.884	0.266	0.252	18.2
ต.ค.	13.74	2.513	0.943	1.05	1.86	0.5	0.17	20.776
รวม	67.57	16.066	7.291	5.96	4.37	2.924	2.36	106,539

4. ผลคัดเลือกศึกษาคุณสมบัติและกำหนดมาตรฐานกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของกล้วยหอมทองที่ระยะสุกต่างๆ

ระยะการสุกของกล้วยหอมทองแบ่งเป็น 8 ระยะตามมาตรฐาน CSIRO(1972) ซึ่งพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก แสดงในภาพที่ 7 เมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยทางเคมีและค่าสีกับระยะสุกตามดัชนีสีเปลือก (ระยะ4-8) ของกล้วยตากเกรดแสดงผลในตารางที่ 25 จะเห็นได้ว่าค่าปัจจัยที่มีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะสุกที่เพิ่มขึ้นได้แก่ พีเอช ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำตาลดิวิซ์ และสัดส่วนของเนื้อต่อเปลือก โดยปริมาณกรดจะแปรผกผันกับระยะสุก มีรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

ความชื้นของเนื้อกล้วยจะมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ จากระยะที่ 4 ถึง 7 (ร้อยละ 68.18, 68.32, 69.48 และ 70.06 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Palmer (1971) พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของความชื้นในเนื้อกล้วยจากร้อยละ 69 เป็น 74 ในระหว่างการสุก และ Tover *et al.* (2000) ความชื้นในเนื้อกล้วยที่ระยะ 3, 5 และ 7 จะมีการเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 75.5, 76.5 และ 77 ตามลำดับ



ภาพที่ 7 ระยะสุกของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่แบ่งเป็น 8 ระยะ ตามมาตรฐานของ CSIRO (1972)

ตารางที่ 25 คุณภาพของกล้วยหอมทองที่ระยะสุกต่างๆตามดัชนีสีเปลือก

ระยะ สุก	ความชื้น (ร้อยละ)	ฟิเอย	ปริมาณกรด (ร้อยละ)	TSS* (องศาบริกซ์)	น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	อัตราส่วน เนื้อ/เปลือก
4	68.18±2.19 a	4.76±0.18 a	1.12±0.173 c	19.61±3.14 a	3.70±1.30 a	1.72±0.21 a
5	68.32±1.86 a	4.72±0.12 a	1.15±0.11 c	19.28±1.21 a	4.56±0.76 b	1.90±0.16 a
6	69.48±2.77 a	5.0±0.32 b	0.979±1.18 b	24.26±0.19 b	7.73±1.50 c	2.01±0.23 a
7	70.06±1.98 a	4.99±0.30 b	0.956±0.92 ab	25.04±1.10 c	8.86±1.20 d	2.39±0.02 b
8	68.81±1.88 a	5.11±0.43 b	0.88±1.47 a	26.41±0.71 d	8.64±1.26 d	2.78±0.41 c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (± SD) ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัย

($p \leq 0.05$) *TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid)

ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจาก ความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างเปลือกกับเนื้อ มีการเคลื่อนที่ของน้ำจากเปลือกไปที่เนื้อกล้วย นอกจากนั้น Palmer (1971) ยังได้เสนอว่าความชื้นที่สูง

ขึ้นนี้เกิดจากการย่อยสลายของคาร์โบไฮเดรตได้เป็นน้ำตาลโดยกระบวนการหายใจ ซึ่งจะได้น้ำเป็นผลผลิตออกมาด้วย

ปริมาณกรดจะมีค่าลดลงจากระยะ 5 ถึงระยะ 8 คือร้อยละ 1.15, 0.979, 0.956 และ 0.88 ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าพีเอชที่เพิ่มขึ้น 4.72, 5.0, 4.99 และ 5.11 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Tover *et al.* (2000) ที่รายงานว่าปริมาณกรดที่ระยะสุก 3, 5 และ 7 จะมีค่า 0.43, 0.29 และ 0.23 ตามลำดับ และค่าพีเอชที่เพิ่มขึ้นก็มีความสัมพันธ์กันคือ 4.3, 4.7 และ 4.9 ตามลำดับ โดย Kahl (1974) ได้อธิบายสาเหตุการลดลงของปริมาณกรดว่าในวัฏจักรกรดซิตริกจะให้กรดอะมิโนหลายชนิดในมันฝรั่งที่ผ่านเป็นขึ้นบ้าง โดยกรดอะมิโนเหล่านั้นจะถูกเนื้อเยื่อนำไปสังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์เพื่อนำไปทดแทนการสูญเสียที่เกิดจากการทำให้เกิดบาดแผลจากการตัดเป็นขึ้น ซึ่งสามารถนำมาอธิบายการลดลงของปริมาณกรดในกระบวนการสุกได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ในทำนองเดียวกันกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ สอดคล้องกับรายงานของ Tover *et al.* (2000) ที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มจากระยะ 3, 5 และ 7 (17, 21 และ 21.1 องศาบริกซ์ ตามลำดับ) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ เกิดจากการสลายตัวของแป้งที่จะลดลงจากร้อยละ 20-25 เหลือร้อยละ 1-2 ในกล้วยที่สุกเต็มที่ ทำให้เกิดการสะสมของน้ำตาลเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1-2 เป็นร้อยละ 20-25 (Israeli and Lahar, 1989)

สัดส่วนของเนื้อต่อเปลือกจะเห็นว่ามีค่าสูงขึ้น จากระยะ 4 ถึง 8 (1.12, 1.9, 2.0, 2.39 และ 2.78 ตามลำดับ) สอดคล้องกับรายงานของ Forster *et al.* (2002) พบว่า สัดส่วนของเนื้อต่อเปลือกเพิ่มขึ้นจาก 1:1 เป็น 1:4 แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และความบริบูรณ์ (maturity) ของกล้วยที่เก็บเกี่ยว ซึ่งการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของเนื้อต่อเปลือกนั้น เกิดจากการสูญเสียน้ำของเปลือกสู่บรรยากาศและการเคลื่อนที่ของน้ำจากเปลือกไปยังเนื้อร่วมกับแรงดันออสโมติกที่เพิ่มขึ้นในเนื้อกล้วยที่เกิดจากการย่อยสลายของแป้งเป็นน้ำตาล

ค่า L^* หรือค่าความสว่าง (lightness factor) ของเปลือกกล้วยที่ระยะสุก 4 และ 5 เพิ่มขึ้นจาก 65 เป็น 67 แล้วลดลงที่ระยะ 6 ถึง 8 (66.19, 64.36 และ 58.13 ตามลำดับ) (ตารางที่ 26) ซึ่งสอดคล้องกับ Tover *et al.* (2000) ที่วัดค่า Luminosity ที่มีค่าสูงขึ้นในช่วงแรก 3 (57) ถึงระยะ 5

(62.5) จากนั้นจะลดลงที่ระยะ 7 (46) และสอดคล้องกับ Ward and Nussinovitch (1996) ที่พบว่าค่า L^* จะเพิ่มขึ้นจากระยะ 1 ถึงระยะ 6 (56, 58.4, 62.3, 64.1, 65.3 และ 65.9) แล้วค่อยๆ ลดลงที่ระยะ 7

ถึง 8 (62.5 และ 67.4 ตามลำดับ) เนื่องจากเปลือกกล้วยมีสีเข้ม (เขียว) แล้วเปลี่ยนเป็นสีอ่อนลง (เหลือง) ทำให้มีความสว่างเพิ่มขึ้นแต่เมื่อกล้วยสุกมากขึ้น ค่า L^* จะลดลงซึ่งเกิดจากสารรงควัตถุสีเข้มในเปลือกที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น จากการศึกษาของ Palmer (1971) คาดว่าน่าจะมีสาเหตุมาจาก เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่สกัดได้ ซึ่งเอนไซม์นี้สำคัญในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลสาเหตุจาก เอนไซม์ ในขณะที่เดียวกับที่ Griffiths (1953) ตรวจสอบพบ dopamine ซึ่งเป็นสับสเตรทสำคัญของ เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ทั้งในส่วนเปลือกและเนื้อกล้วย โดยการเปลี่ยนแปลงค่า Luminosity จะสัมพันธ์กับปริมาณจุดสีน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นบนเปลือกกล้วยที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนที่ระยะ 7

สำหรับค่า a^* (ค่าสีแดง) ที่มีค่าเพิ่มขึ้นจากระยะ 4 ถึง 8 (3.79, 6.58, 8.22, 9.31 และ 9.49 ตามลำดับ) โดยมีแนวโน้มในทำนองเดียวกันกับ Ward and Nussinovitch (1996) ที่พบว่าค่า a^* จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากระยะ 1 ถึง 8 (-13.5, -10.7, -6.5, -1.9, 1.2, 0.8, 1.2 และ 2.9 ตามลำดับ) แสดงว่าการเพิ่มค่าสีแดงเกิดจากการจางหายไปของสีเขียว โดย Seymour *et al.* (1987) และ Medicott *et al.* (1992) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกกล้วยนั้นเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้ปรากฏสีของแคโรทีนอยด์ ที่ตรวจพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการสุก

ส่วนค่า b^* (ค่าสีเหลือง) ที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกระยะ 4 ถึง 6 (40.04, 40.87 และ 40.90) และลดลงที่ระยะ 7 และ 8 (38.78 และ 32.88) เนื่องจากช่วงแรกที่คลอโรฟิลล์สลายตัวค่าสีเหลืองจึงเพิ่มขึ้นจนอิ่มตัวจากรายงานของ Seymour *et al.* (1987) และ Medicott *et al.* (1992) พบว่าแคโรทีนอยด์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการสุก สอดคล้องกับ Ward and Nussinovitch (1996) ที่ระยะ 4 และ 5 มีค่าเพิ่มขึ้น 37.5 และ 40.8 ตามลำดับ เมื่อสุกเพิ่มขึ้นที่ระยะสุก 6 ถึง 8 ค่าจะลดลง (38.2, 34.8 และ 32.9 ตามลำดับ) เนื่องจากความอิ่มตัวของสีเหลืองและเมื่อถึงระยะ 7 และ 8 จะปรากฏมีจุดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทำให้ค่า b^* ลดลง ซึ่งในทำนองเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่า L^*

ตารางที่ 26 ค่าสีของเปลือกและเนื้อของกล้วยหอมทองที่ระยะสุกตามดัชนีสีเปลือก

ระยะ สุก	สีเปลือก			สีเนื้อ		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
4	65.01±1.72 bc	3.788±2.34 a	40.04±1.67 b	80.32±3.08 a	3.341±1.02 a	30.13±4.17 a
5	67.22±2.16 c	6.579±1.36 b	40.87±2.24 b	79.74±3.80 a	2.872±0.96 a	30.95±3.38 ab
6	66.19±2.91 bc	8.218±1.32 c	40.90±2.57 b	79.18±4.62 a	3.076±0.73 a	30.04±1.53 a
7	64.36±1.70 b	9.305±0.59 cd	38.78±4.09 b	80.15±4.15 a	2.781±0.75 a	30.55±2.96 ab
8	58.13±3.49 a	9.488±1.05 d	32.88±3.66 a	68.81±1.87b	3.112±1.87 a	34.13±6.65 b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (± SD) ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.2 การกำหนดปัจจัยที่ระยะสุกตามดัชนีสีเปลือกของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐาน ส่งออก

ผลการพิจารณาเพื่อหาปัจจัยในการระบุระยะสุกของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐาน การส่งออก จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของของค่าปัจจัยที่ระยะสุกต่างๆพบว่า ค่าที่มีความแตกต่างระหว่างระยะสุกได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ และค่า a^* ของสีเปลือก โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะมีความแตกต่างระหว่างระยะ 5, 6, 7 และ 8 ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ จะมีความแตกต่างระหว่างระยะ 4, 5, 6 และ 7 และค่า a^* ของสีเปลือก จะมีความแตกต่างระหว่างระยะ 4, 5, 6 และ 8 (ตารางที่ 27 และ 28)

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่างค่าปัจจัยต่างๆ กับดัชนีสีเปลือกที่ใช้กำหนดระยะสุกของกล้วยสุรูปในตารางที่ 24 จะเห็นได้ว่าค่าที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) กับค่าดัชนีสีเปลือกในทุกชุดตัวอย่างของค่าปัจจัยที่ระยะสุกต่างๆ คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ และค่า a^* สีของเปลือกกับระยะสุกตามดัชนีสีเปลือก มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) เป็นดัชนีที่ใช้ระบุระยะสุกได้ดีสอดคล้องกับรายงาน ของ Lii *et al.* (1982) ที่สรุปว่าปริมาณน้ำตาลจะสูงขึ้นตามระยะสุกที่เพิ่มขึ้นและจากตารางที่ 25 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่พบความแตกต่างระหว่างชุดของตัวอย่าง แต่ค่า a^* สีของเปลือกจะต่างกันในตัวอย่างทีส่งมาต่างเวลาซึ่งอาจมีผลต่อสภาวะใน

ตารางที่ 27 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาล ค่าสี ที่ระยะสุกต่างๆตามดัชนีสีเปลือก

	ชุดตัวอย่าง	ของแข็งที่ละลายน้ำได้	น้ำตาลรีดิวซ์	a* สีเปลือก
ระยะสุก	1	0.71**	0.89**	0.86**
	2	0.82**	0.89**	0.89**
	3	0.95**	0.94**	0.82**
	4	0.84**	0.89**	0.86**
ของแข็งที่ละลายน้ำได้	1		0.78**	0.47 ^{ns}
	2		0.91**	0.68**
	3		0.94**	0.87**
	4		0.92**	0.94**
น้ำตาลรีดิวซ์	1			0.71**
	2			0.75**
	3			0.75**
	4			0.86**

หมายเหตุ ** ที่ระดับนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพของกล้วยระหว่างชุดตัวอย่าง

ชุด	ความชื้น (%)	pH	กรด	TSS (°บริกซ์)	น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	เนื้อต่อเปลือก	สีเปลือก		
							L*	a*	b*
1	70.06b	7.3a	7.3b	22.0a	6.47ab	2.02a	66.3b	8.43b	40.29b
2	69.92b	7.3a	7.3b	23.1a	5.88a	2.25a	66.0b	8.36b	40.18b
3	68.86b	5.1b	5.5a	23.4a	6.75ab	2.09a	61.3a	6.72a	36.70a
4	67.03a	5.2b	5.3a	23.1a	7.44b	2.27a	63.1a	6.39a	37.12a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±SD (n = 40) ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) TSS= ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

การขนส่งได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นที่มีผลต่อการสุกของกล้วยที่แตกต่างกัน (เบญจมาศ, 2544 และ Marin *et al.*, 1996)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และน้ำตาลรีดิวซ์จึงเป็นค่าปัจจัยที่เหมาะสมในการใช้เป็นดัชนีบ่งบอกระยะสุกควบคู่กับการใช้ค่าดัชนีสีเปลือก ประกอบกับวิธีการหาค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็นวิธีการที่สะดวกและรวดเร็ว ใช้เวลาเพียงไม่กี่นาทีเทียบกับการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ต้องเสียเวลาในการสกัดและทำปฏิกิริยาเกือบ 1 วัน แม้ว่าวิธีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เป็นวิธีการที่มีความไวและแม่นยำสูง อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ที่ได้พบว่า ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) ทุกชุดของตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ในระหว่างการสุกปริมาณน้ำตาลจะเป็นปัจจัยที่สามารถระบุระยะสุกได้ดีเนื่องจากในกระบวนการสุกปริมาณแป้งจะลดลงโดยจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล (Lii *et al.*, 1982 และ Boudhrioua *et al.*, 2002)

สำหรับค่า a^* ของสีเปลือกเป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้ระบุระยะสุกได้ดีสอดคล้องกับผลการทดลองของ Mendoza and Aguilera (2004) พบว่าค่า a^* ของสีเปลือกเหมาะสำหรับการกำหนดระยะสุกของกล้วย โดยแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) ระหว่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พีเอช และ ระยะสุกต่างๆตามดัชนีสีเปลือกเช่นเดียวกับ Ward และ Nussinovitch (1996) ที่สรุปว่า ค่า a^* จะแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเนื่องจากการใช้สายตาในการระบุระยะสุกตามดัชนีสีเปลือกจะเกิดความผิดพลาดได้สูง อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ได้แสดงให้เห็นว่าค่า a^* ของสีเปลือกมีความสหสัมพันธ์กับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ ทุกชุดการทดลองแต่การวัดค่าสี a^* ต้องใช้เครื่องมือ (Spectrophotometer) ที่มีราคาแพงและมีเทคนิคค่อนข้างซับซ้อน ประกอบกับงานวิจัยนี้จะเป็นการนำกล้วยมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (SMS) ซึ่งวิธีการที่ใช้ควรจะเป็นวิธีที่ง่ายสะดวกรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องใช้ต้นทุนต่ำ การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ จึงน่าจะเป็นวิธีที่ถูกพิจารณาใช้ระบุระยะสุกของกล้วยควบคู่กับการใช้สายตากำหนดระยะสุกของกล้วยมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Marin *et al.* (1996) ที่รายงานว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เหมาะสมใช้เป็นค่าปัจจัยที่ใช้ในทางการค้าทั้งในแปลงปลูกและการบ่มกล้วย ดังนั้นการตรวจสอบระยะสุกของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกในการทดลองในขั้นตอนต่อไปจะใช้วิธีการวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ควบคู่กับการใช้ค่าดัชนีสีเปลือกโดยใช้สายตา

4.3 การคัดเลือกระยะสุกของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกในการผลิตไซรัป

การผลิตไซรัปด้วยการนำกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกเป็นวัตถุดิบ จำเป็นต้องกำหนดระยะสุกของกล้วยที่จะนำมาผลิตให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามต้องการ โดยจะศึกษาปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปริมาณผลผลิต (yield) สี ความใส สารโพลีเมอร์ เช่น โปรตีน เพคติน โพลีแซคคาไรด์ และโพลีฟีนอล โดยปัจจัยต่างๆเหล่านี้ใช้ในการตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำผลไม้หลายชนิด เช่น กล้วย (Lee *et al.*, 2005) แอปเปิ้ล (Lukanin *et al.*, 2003) เชอร์รี่ (Mayer *et al.*, 2001) โดยจะนำกล้วยสุกที่ระยะ 6 7 และ 8 (CSIRO, 1972) ซึ่งแต่ละระยะสุกจะมีองค์ประกอบทางเคมีของน้ำกล้วยที่นำมาผลิตเป็นไซรัปแตกต่างกัน (Lii *et al.*, 1982) วัตถุประสงค์นี้จึงต้องการนำกล้วยที่ระยะสุกต่าง ๆ มาสกัดน้ำกล้วยหอมผลิตเป็นไซรัปและศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี แล้วจึงคัดเลือกระยะสุกที่เหมาะสมของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไซรัปต่อไป

ผลจากการนำกล้วยระยะสุก 6 7 และ 8 มาสกัดน้ำกล้วยและวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำกล้วยหอมทองในตารางที่ 29 จะเห็นว่า ค่าผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะ 6 มีผลผลิตต่ำสุด แต่ระยะ 7 และ 8 ไม่มีความแตกต่างเมื่อพิจารณาความใสของน้ำกล้วยพบว่า กล้วยที่ระยะสุก 6 จะให้น้ำกล้วยที่มีความใส น้อยกว่าระยะ 7 และ 8 โดยพิจารณาจาก ความใส (T_{670}) มีค่าต่ำกว่าน้ำกล้วยที่ระยะ 8 และระยะ 7 ตามลำดับโดยมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และจากค่าความขุ่น (Turbidity) ของน้ำกล้วยที่ระยะสุก 6 จะมีความขุ่นสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกล้วยที่ระยะ 7 และ 8 โดยค่าสี (A_{420}) ของระยะ 6 จะมีค่าสูงกว่าระยะ 7 และ 8 อย่างไม่มีนัยสำคัญ การที่น้ำกล้วยระยะ 6 มีความใส น้อยกว่าระยะ 7 และ 8 นั้นอาจมีสาเหตุมาจากสารโพลีเมอร์ที่ทำให้เกิดความขุ่นในน้ำผลไม้ โดยเมื่อดูผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 25 จะเห็นได้ว่าน้ำกล้วยจากระยะ 6 จะมีปริมาณโพลีแซคคาไรด์และโปรตีน สูงกว่าระยะ 7 และ 8 เนื่องจากกล้วยที่ระยะเริ่มสุก (ระยะ 6) มีปริมาณโพลีแซคคาไรด์ 9.10 ± 0.026 กรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าเมื่อระยะสุกเพิ่มขึ้นที่ระยะ 7 และ 8 จะมีปริมาณ 6.43 ± 0.012 และ 6.23 ± 0.003 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Lee *et al.* (1982) รายงานไว้ว่า ปริมาณแป้งในกล้วยจะลดลงเมื่อระยะสุกเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 68 ที่ระยะสุกที่ 0 เหลือเพียงร้อยละ 2.6 ที่ระยะสุก 8 ส่วน Prabha *et al.* (1998) ได้รายงานไว้ว่า

ตารางที่ 29 คุณสมบัติของน้ำกล้วยจากกล้วยหอมทองที่ระยะสุกที่ 6 ถึง 8

คุณสมบัติ	ระยะสุกของกล้วย*		
	6	7	8
Browning index (A_{420}) ^{ns}	0.09 ± 0.02	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01
ความใส (T_{670}) ^{ns}	97.64 ± 1.22	99.42 ± 0.57	99.36 ± 0.15
ค่าความขุ่น (NTU)	14.15 ± 5.26 a	3.75 ± 0.11 b	3.5 ± 0.42 b
ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ^{ns}	23.33 ± 0.11	23.80 ± 0.28	23.50 ± 0.42
ผลผลิต (ร้อยละ)	54.71 ± 1.69 b	61.22 ± 0.48 a	62.70 ± 0.78 a
น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัมต่อลิตร) ^{ns}	63.33 ± 0.11	71.28 ± 0.58	71.02 ± 0.32
โพลีแซคคาไรด์ (กรัมต่อลิตร)	9.10 ± 0.026 a	6.43 ± 0.012 b	6.23 ± 0.003 b
โปรตีน (กรัมต่อลิตร) ^{ns}	0.236 ± 0.013	0.219 ± 0.046	0.155 ± 0.009
เพคติน (กรัมต่อลิตร) ^{ns}	3.82 ± 0.06	4.2 ± 0.34	3.74 ± 0.54
โพลีฟีนอล (กรัมต่อลิตร) ^{ns}	0.810 ± 0.014	0.845 ± 0.014	0.928 ± 0.004

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SD (N = 3), ^{ns} = nonsignificant, NTU = nephelometric turbidity units, ตัวอักษรที่แตกต่างในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$), *ระยะสุกของกล้วย 6=เปลือกมีสีเหลือง 7=เปลือกสีเหลืองมีจุดสีน้ำตาลเล็กน้อย 8=เปลือกสีเหลืองมีจุดสีน้ำตาลมาก

เมื่อกล้วยสุกจะมีการย่อยสลายโพลีแซคคาไรด์ ได้แก่ แป้งจะลดลงไปประมาณร้อยละ 18 เฮมิเซลลูโลส ลดลงจากร้อยละ 2.4 เหลือ 0.9 และเพคตินลดลงจากร้อยละ 1.1 เหลือ 0.8 Kojima *et al.* (1994) รายงานว่าเมื่อกล้วยเริ่มสุกประมาณแป้งจะค่อยๆลดลงจนเกือบไม่เหลือโดยปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นในทางกลับกันส่วนเพคตินจะค่อยๆลดลงต่ำสุดในช่วงแรกของการสุกและคงที่ ในทำนองเดียวกับแป้งโดยกระบวนการเปลี่ยนแปลง เพคติน เฮมิเซลลูโลส โพลีแซคคาไรด์และแป้งทำให้ปริมาณลดลงเมื่อกล้วยจึงอ่อนตัวลง (Kojima, 1996) ดังจะเห็นในตารางที่ 29 ปริมาณเพคตินไม่แตกต่างกันที่ระยะสุกต่างๆ เมื่อพิจารณาจากปริมาณผลผลิตและค่าความใสของน้ำกล้วยจะเห็นว่ากล้วยที่ระยะสุก 7 และ 8 เหมาะสมที่นำมาผลิตไซรัป อย่างไรก็ตามกล้วยที่ระยะ 8 เป็นกล้วยที่

สูงเกินไป ซึ่งจะมีโอกาสช้าและเน่าได้ง่ายที่ทำให้ต้องทิ้ง (Viquez *et al.*, 1981) ดังนั้นเพื่อให้สะดวกในการจัดการจึงเลือกใช้กล้วยสุกที่ระยะ 7 เป็นวัตถุดิบในการผลิตไซร้ต่อไป

4.5 การกำหนดคุณสมบัติของวัตถุดิบ

การกำหนดคุณสมบัติของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไซร้เมื่อเลือกกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกชนิดตัดลูกที่ระยะสุก 7 เป็นวัตถุดิบในการผลิตไซร้ จึงได้นำมาศึกษาคุณสมบัติโดยนำตัวอย่างกล้วยที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่ส่งมาในเดือนกุมภาพันธ์และมิถุนายน 2547 ได้ผลของคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและทางเคมีแสดงในตารางที่ 30 และ 31 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ผลผลิตกล้วยที่เก็บเกี่ยวในเดือนมิถุนายนจะมีขนาดโดยเฉลี่ยใหญ่กว่า ผลผลิตในกุมภาพันธ์ น้ำหนัก (90.86 - 142.32 และ 73.93 - 120.61 กรัมตามลำดับ) ความยาว (15.45 - 22.91 และ 11.5 - 17.1 เซนติเมตรตามลำดับ) และเส้นผ่านศูนย์กลาง (2.79 - 3.44 และ 2.61 - 3.34 เซนติเมตร ตามลำดับ) อาจมีสาเหตุมาจากในเดือนมิถุนายนมีปริมาณน้ำฝนมากกว่ามีอุณหภูมิสูงกว่า จึงอาจมีอัตราการหายใจสูงดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนแปลงของการเจริญทางด้านสรีรวิทยาได้มากกว่า (Marin *et al.* 1996) ทำให้มีความชื้นของเนื้อกล้วยสูงกว่า (ร้อยละ 68.38 - 71.92 และ 68.17 - 70.57 ตามลำดับ) ซึ่งมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าต่ำกว่า (24.18 - 26.24 และ 25.32 - 27.97 องศาบริกซ์ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามด้วยขนาดที่ใหญ่กว่าทำให้น้ำตาลรีดิซ สูงกว่า (ร้อยละ 69.9 - 95.1 และ 54.5 - 73.7 ตามลำดับ) และสอดคล้องเมื่อพิจารณาจากค่าสีเปลือก L^* ที่กล้วยที่เก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายนมีค่าความสว่างมากกว่าในกุมภาพันธ์ (62.66 - 66.06 และ 59.69 - 65.75 ตาม ลำดับ) เซลล์ผิวอาจขยายตัวมากกว่า แต่เมื่อพิจารณาจากค่าสีเปลือก a^* และ b^* กล้วยที่เก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายนมีค่าความเข้มของสีแดงและเหลืองน้อยกว่าในกุมภาพันธ์ (8.72 - 9.9 และ 9.38 - 12.28 กับ 34.69 - 42.87 และ 34.46 - 40.47 ตามลำดับ) เนื่องจากในเดือนกุมภาพันธ์อยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าและความเข้มแสงสูงกว่าจึงมีปริมาณรงควัตถุมากกว่า

ตารางที่ 30 คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและค่าสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่ส่งมาในเดือนกุมภาพันธ์และมิถุนายน 2547

คุณสมบัติ	เดือน	
	กุมภาพันธ์	มิถุนายน
น้ำหนัก (กรัม)	73.93 - 120.61	90.86 - 142.32
ความยาว (เซนติเมตร)	11.5 - 17.1	15.45 - 22.91
เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	2.61 - 3.34	2.79 - 3.44
ค่าสีเปลือก L*	59.69 - 65.75	62.66 - 66.06
a*	9.38 - 12.28	8.72 - 9.9
b*	34.46 - 40.47	34.69 - 42.87

ตารางที่ 31 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่ส่งมาในเดือนกุมภาพันธ์และมิถุนายน 2547

คุณสมบัติ	เดือน	
	กุมภาพันธ์	มิถุนายน
พีเอช	4.67 - 4.92	4.68 - 5.22
ความชื้น (ร้อยละ)	68.17 - 70.57	68.38 - 71.92
น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	54.5 - 73.7	69.9 - 95.1
โพลีฟีนอล (ร้อยละ)	1.14 - 1.54	1.85 - 2.71
ของแข็งที่ละลายน้ำได้(องศาบริกซ์)	25.32 - 27.97	24.18 - 26.24

จากผลข้างต้นจึงได้สรุปคุณสมบัติมาตรฐานของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง (ตารางที่ 32) เป็นกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก ชนิดตัดลูก จากกลุ่มเกษตรกรทำสวนทุ่งควาวัด ตำบลทุ่งควาวัด อำเภอลำทะเมน จังหวัดชุมพร มีน้ำหนักมากกว่า 74 - 142 กรัม ความยาวมากกว่า 11.5 - 23 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2.6 - 3.4 เซนติเมตร โดยจะต้องไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ไม่มีแผล ไม่เป็นโรค ไม่สุกก่อนการบ่ม เมื่อคัดเลือกแล้วจากนั้นจึงนำมาบ่มให้สุกระยะ 7 (เปลือกมีสีเหลืองและ

จุดสีน้ำตาลเล็กน้อย) มีค่าสีเปลือก (CIE L* a* b*) ค่าความสว่าง ค่าสีแดงและสีเหลืองเท่ากับ 60-66, 8.7-12.3 และ 34.5- 43 ตามลำดับ มีพีเอชระหว่าง 4.7 – 5.7 และ ความชื้นร้อยละ 68 - 72

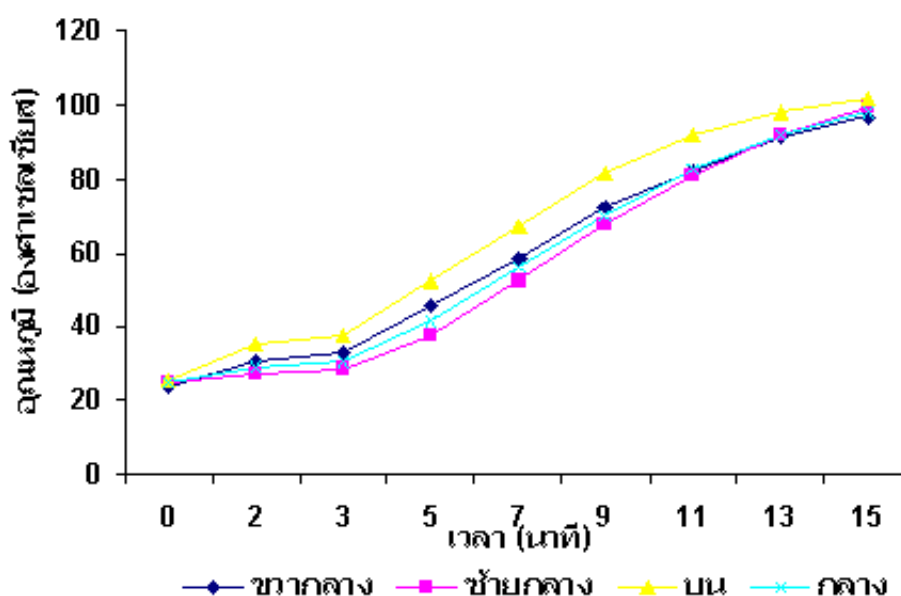
ตารางที่ 32 คุณสมบัติมาตรฐานของกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไซร้กล้วยหอมทอง

คุณสมบัติ	รายละเอียด
แหล่งผลิต	กลุ่มเกษตรกรทำสวนทุ่งควาวัด ตำบลทุ่งควาวัด อำเภอละแม จังหวัด ชุมพร
ชนิดกล้วย	กล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก [<i>Musa acuminata</i> AAA group ‘Gros Michel’] ชนิดตัดลูก
การคัดเลือก	ไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์, ไม่มีแผล,ไม่เป็นโรค ไม่สุกก่อนการบ่ม
ระยะสุก	ระยะ 7 (เปลือกมีสีเหลืองและจุดสีน้ำตาลเล็กน้อย)
ลักษณะทางสรีรวิทยา	น้ำหนัก > 74 –142 กรัม ความยาว > 11.5 – 23 ซม เส้นผ่านศูนย์กลาง >2.6 – 34 ซม
สีเปลือก (L* a* b*)	60-66, 8.7-12.3, 34.5- 43
พีเอช	4.7 – 5.7
ความชื้น (ร้อยละ)	68 - 72
ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	> 23
น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	> 54.5

5. ผลการศึกษาขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตไช้ร้ปล้้วยหอมทองจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกในระดับห้องปฏิบัติการ

5.1 ผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์โดยใช้ความร้อน

การหาตำแหน่งของผลกล้วยในการนึ่งกล้วยด้วยไอน้ำเดือดเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในผลกล้วยที่ระยะเวลาต่างๆ 3, 6, 9, 12, 14, 15 และ 16 นาที เมื่อนึ่งกล้วยหอมทอง 40 ผลด้วยไอน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และวัดอุณหภูมิในผลกล้วยที่ 4 ตำแหน่งคือ ด้านบน กึ่งกลางกอง กลางกองด้านซ้าย และกลางกองด้านขวา แสดงผลในภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่ากล้วยที่ตำแหน่งกึ่งกลางกอง กลางกองด้านซ้ายและกลางกองด้านขวามีการเพิ่มของอุณหภูมิช้ากว่าด้านบนกอง ดังนั้นตำแหน่งที่เหมาะสมใช้ในการติดตามอุณหภูมิในการนึ่งด้วยไอน้ำเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลกล้วยคือที่กึ่งกลางกองกล้วยเพื่อให้แน่ใจว่ากล้วยทั้งหมดที่นึ่งมีอุณหภูมิสูงถึงระดับที่ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ได้



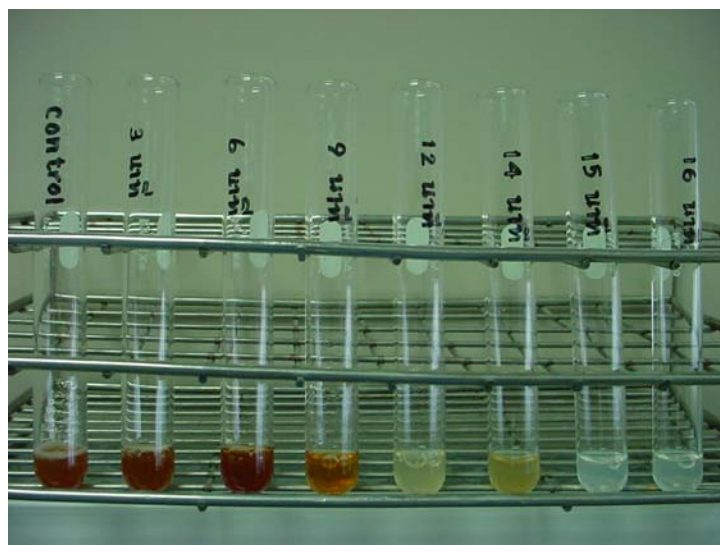
ภาพที่ 8 ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในผลกล้วยเมื่อนึ่งกล้วยหอมทองด้วยไอน้ำเดือด ที่ระยะเวลา 3, 6, 9, 12, 14, 15 และ 16 นาที และวัดอุณหภูมิในผลกล้วยที่ 4 ตำแหน่ง คือ (◆)กลางกองด้านขวา(■)กลางกองด้านซ้าย(▲)ด้านบนและ(✱)กึ่งกลางกอง

ผลการหาระยะเวลาในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์จากการลวกกล้วยหอมทองด้วยไอน้ำเดือดและติดตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิลเทียบตามความยาวของผลให้ได้ถึงกลางผลไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลางกองกล้วยที่ระยะเวลาต่างๆ 3, 6, 9, 12, 14, 15 และ 16 นาที แล้วตรวจสอบปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO และ POD และ Rapid method แสดงผลในตารางที่ 33 จะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาของ PPO และ POD จะค่อยๆลดปริมาณลงตามลำดับเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยปฏิกิริยา PPO เริ่มต้นก่อนนิ่งเท่ากับ 28.65 ± 0.95 หน่วย เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นปฏิกิริยาของ PPO จะค่อยๆลดลงตามลำดับจนเหลือน้อยกว่าร้อยละ 1 ที่เวลา 12 นาที (87 องศาเซลเซียส) อัตราการลดลงของปฏิกิริยา POD เป็นไปในทำนองเดียวกับ PPO โดยเมื่อเริ่มต้นก่อนนิ่งมีปฏิกิริยา POD 24.1 ± 4.03 หน่วย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะลดลงเหลือน้อยกว่าร้อยละ 1 ที่เวลา 12 นาที เช่นกัน และที่เวลา 16 นาที จะตรวจไม่พบปฏิกิริยา POD สำหรับการตรวจสอบ POD โดยวิธี Rapid method (ภาพที่ 9) จะเห็นได้ว่า สีที่เกิดจากปฏิกิริยาของ POD จะจางลงตามลำดับจนถึงเวลา 15 นาทีที่ตรวจไม่พบสีของปฏิกิริยา ดังนั้นระยะเวลาในการนึ่งกล้วยหอมทองด้วยไอน้ำเดือดที่สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้คือเวลา 15 นาทีขึ้นไป

ตารางที่ 33 ปริมาณเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส(PPO) และเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส(POD) ของกล้วยหอมทองหลังการนึ่งด้วยไอน้ำเดือดที่ระยะเวลาต่างๆ

เวลา(นาที)	อุณหภูมิในผลกล้วย (องศาเซลเซียส)	ปริมาณ PPO (หน่วย)	PPO ที่เหลือ (ร้อยละ)	ปริมาณ POD (หน่วย)	POD ที่เหลือ (ร้อยละ)
0	30	28.65 ± 0.95 a	100	24.10 ± 4.03 a	100
3	36.8 ± 9.68	20.28 ± 9.65 b	70.79	16.46 ± 1.99 b	68.3
6	50.4 ± 7.5	15.36 ± 2.65 c	53.61	5.310 ± 1.77 c	22.3
9	70.4 ± 4.92	4.52 ± 1.84 d	15.78	0.279 ± 0.04 d	1.16
12	87.2 ± 2.23	0.101 ± 0.012 d	0.35	0.050 ± 0.019 d	0.21
14	95.0 ± 2.53	0.089 ± 0.006 d	0.31	0.032 ± 0.004 d	0.13
15	98.2 ± 1.17	0.083 ± 0.005 d	0.29	0.023 ± 0.016 d	0.10
16	98.8 ± 1.47	0.082 ± 0.002 d	0.029	0.001 ± 0.001 d	0

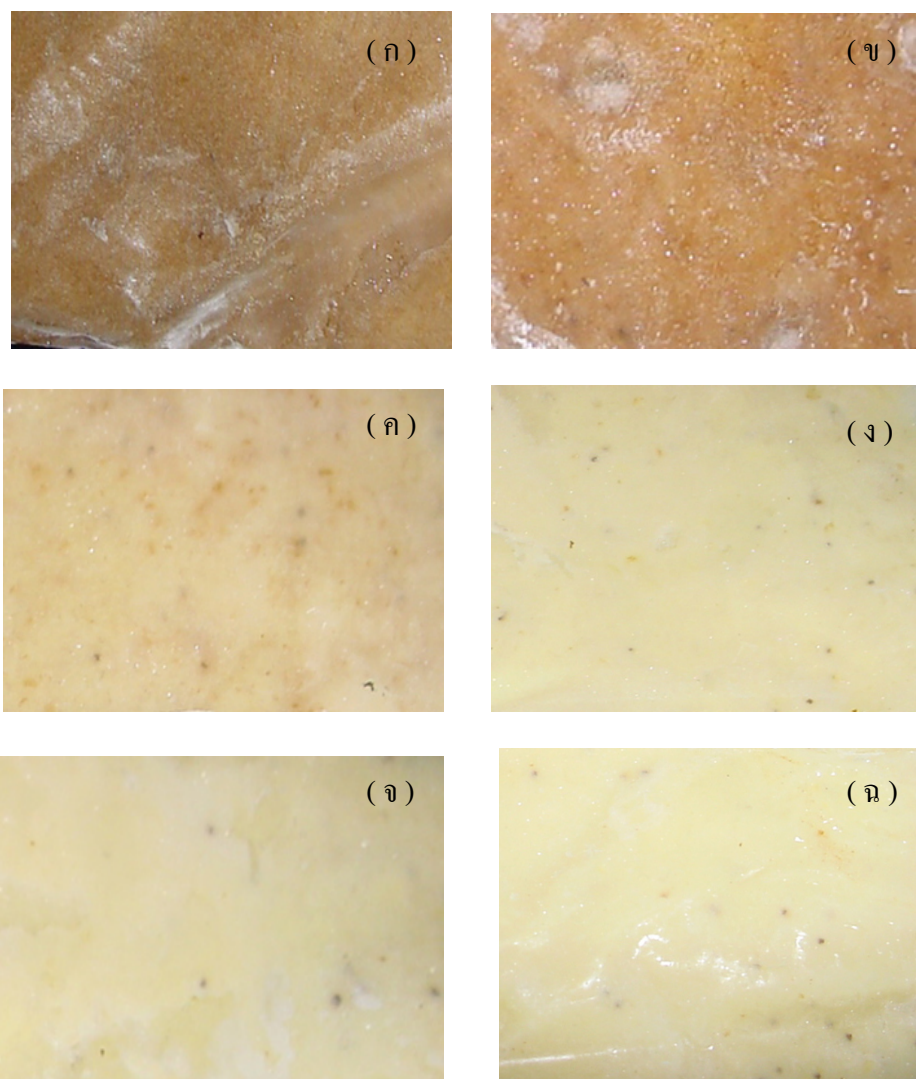
หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SD (N = 2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 9 ความเข้มของสีน้ำตาลแดงที่เกิดจากการตรวจสอบปริมาณเอนไซม์ POD โดยวิธี Rapid Method ของกล้วยหอมทองหลังการนึ่งด้วยไอน้ำเดือดที่เวลา 0 หรือ ตัวอย่างควบคุม, 3, 6, 9, 12, 14, 15, และ 16 นาทีเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

จากผลการตรวจสอบผลการนึ่งที่เวลา 9 นาทีจะไม่พบความแตกต่างของปฏิกิริยาเอนไซม์ ทั้ง PPO และ POD ก็ตาม (ตารางที่ 30) แต่เมื่อนำกล้วยที่นึ่งแล้วที่เวลาต่างๆ ไปบดแล้วเก็บแช่แข็ง (-20 องศาเซลเซียส) จะพบว่า กล้วยที่ลวกโดยใช้เวลาน้อยกว่า 15 นาที จะเป็นสีน้ำตาล ดังภาพที่ 10 โดยกล้วยที่ใช้เวลาลวก 14 นาทีบางครั้งจะมีสีน้ำตาลเล็กน้อยสังเกตได้ไม่ชัดเจนแต่เมื่อตั้งทิ้งไว้หรือเมื่อนำไปบดจะเห็นสีน้ำตาลชัดเจนขึ้น เนื่องจากการเกิดสีน้ำตาลเป็นปฏิกิริยาที่หากเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยสามารถสร้างสารตั้งต้นที่รวมกันเกิดสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นได้ (Fenemma, 1996) ดังนั้น หากนำผลของการทดสอบเอนไซม์ POD โดยวิธี Rapid Method มาตรวจสอบผลการลวกก็จะมั่นใจได้ว่าไม่มีเอนคิวิตีของเอนไซม์เหลืออยู่อีก ซึ่งพบว่าที่เวลา 15 นาทีไม่เกิดการเปลี่ยนสีเนื่องจากเอนไซม์ ดังนั้นวิธี Rapid Method จึงน่าจะนำมาใช้ในการตรวจสอบผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ที่สะดวกและรวดเร็ว

ผลที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองของพัชรินทร์ (2541) ที่ใช้ความร้อนลวกกล้วยทั้งผลพร้อมเปลือกด้วยไอน้ำเดือด เป็นเวลา 14 นาที ซึ่งทำให้อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางผลเท่ากับ 90 องศาเซลเซียส โดยใช้กล้วยจำนวน 4 ผลเท่านั้น ซึ่งต่างจากการทดลองนี้ที่ใช้กล้วยจำนวน 40 ผล



ภาพที่ 10 สีของเนื้อมากกล้วยหอมทองที่นึ่งด้วยไอน้ำเดือดที่เวลา (ก)6 (ข) 9 (ค) 12 (ง)14 (จ)15 และ (ฉ) 16 นาที แล้วนำมาบดและแช่แข็ง (-20 องศาเซลเซียส)

ประกอบกับกล้วยตัวอย่างที่ใช้เป็นกล้วยที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกที่ไม่มีความสม่ำเสมอทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี จึงจำเป็นต้องให้เกิดความมั่นใจว่ากล้วยทั้งหมดถูกยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ ดังนั้นจึงใช้เวลานานกว่าและอุณหภูมิที่กึ่งกลางผลเฉลี่ยสูงกว่าจะเห็นได้จาก อรุณีและปราณี (2536) จะใช้เวลาในการลวกกล้วย ด้วยไอน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส เพียง 5 นาที ส่วนมณฑาทิพย์ และคณะ (2538) และ Sim *et al.* (1994) จะใช้วิธีการลวกเนื้อมากกล้วยบดด้วยไอน้ำเดือด จนมีอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส โดย Koffi *et al.* (1991) ใช้เวลา 11 นาที ส่วน Jaleel *et al.* (1979) จะลวกเนื้อมากกล้วยบดที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส

5.2 ผลการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยด้วยเอนไซม์เพคตินเอส

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก ด้วยเอนไซม์เพคตินเอส ใช้แผนการทดลองแบบ Central composite design (CCD) โดยแปรผันปริมาณเอนไซม์เพคตินเอส (ร้อยละ 0-0.2 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก) และระยะเวลาในการย่อย (60-300 นาที) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 31 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้เอนไซม์ (สิ่งทดลองที่ 6) จะช่วยในการสกัดได้ดีขึ้นโดยทุกค่าปัจจัยมีค่าสูงขึ้นเปรียบเทียบกับเมื่อไม่ได้ใช้เอนไซม์ (สิ่งทดลองที่ 5) ยกเว้นค่าสี (A_{420}) ที่มีค่าต่ำกว่าซึ่งเป็นผลจากความขุ่นของน้ำกล้วยที่ได้

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์สมการถดถอย เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม คือ ปริมาณน้ำกล้วย (ร้อยละ) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A_{420}) กับตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสและระยะเวลาในการย่อย โดยใช้สมการอันดับสอง (second-order polynomial) เลือกแบบจำลองที่มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 0.75 (Hu, 1999) ได้สมการดังแสดงในตารางที่ 32 จะเห็นว่าปริมาณน้ำกล้วย ค่าRSS ค่าความใส browning index (A_{420}) มีความสัมพันธ์กับปริมาณเอนไซม์เพคตินเอส และระยะเวลาในการย่อย มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 0.907, 0.924, 0.804 และ 0.793 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า มีค่ามากกว่า 0.75 เพื่อพิจารณาระดับนัยสำคัญของแบบจำลอง (Model significant) พบว่าแบบจำลองมีระดับความเชื่อมั่น 95 ($p \leq 0.05$) และเมื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Lack of fit significant) พบว่า RSS มีความเหมาะสม ($p \geq 0.05$) สามารถใช้เป็นตัวแทนของชุดข้อมูลได้ผลของปริมาณเอนไซม์ และระยะเวลาที่มีต่อค่าปัจจัยคุณภาพของน้ำกล้วยที่ได้จากการสกัดด้วยเอนไซม์ที่ระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อเทียบกับน้ำกล้วยที่ไม่ได้ถูกย่อยด้วยเอนไซม์แสดงในตารางที่ 34 จะเห็นได้ชัดเจนว่า น้ำกล้วยที่ได้จากการใช้เอนไซม์มีคุณภาพดีขึ้นซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้