การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ

Carbonated Banana Drink Development

วนิดา โอศิริพันธุ์[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ โดยศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมในกล้วยหอมสุก เวลาที่เหมาะสมในการบ่มกล้วยหอมสุกกับเอนไซม์เซลลูเลสและเพคติเนส สูตรน้ำกล้วยหอมและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อัดในน้ำกล้วยหอมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด และศึกษาอายุการเก็บของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 12 สัปดาห์ จากการวิจัยนี้พบว่าการใช้ความร้อนโดยการนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือด นาน 14 นาที เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยหอมสุกเพื่อผลิตเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอม ระยะเวลาที่เหมาะสมในการบ่มด้วยเอนไซม์เซลลูเลสและเพคติเนสคือ 30 นาที คุณภาพทางเคมีของน้ำกล้วยหอมที่ได้มีองค์ประกอบดังนี้ ความชื้นร้อยละ 74 โปรตีนร้อยละ 0.57 ไขมันร้อยละ 0.01 เถ้าร้อยละ 3.29 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 22.33 พลังงานทั้งหมด 91.69 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม น้ำตาลกลูโคสร้อยละ 6.68 น้ำตาลซูโครสร้อยละ 8.67 น้ำตาลฟรุกโตสร้อยละ 6.34 ฟอสฟอรัส 18.93 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โพแทสเซียม 125.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โซเดียม 3.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดคือสูตรน้ำกล้วยหอมที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 12 องศาบริกซ์ และมีน้ำหนักก๊าซต่อปริมาณน้ำกล้วยหอม 8 กรัม ต่อ 750 มิลลิลิตร คุณค่าทางโภชนาการของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซต่อ 100 กรัม มีพลังงาน 50.09 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 0.31 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 12.19 กรัม น้ำตาล 11.72 กรัม โซเดียม 3.21 มิลลิกรัม ผลการศึกษาอายุการเก็บของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ ที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้น้อยกว่า 2 สัปดาห์ แต่สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์ โดยมีคุณสมบัติทางเคมีและทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 พ.ศ.2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะที่ปิดสนิท

คำสำคัญ : กล้วยหอม เครื่องดื่มน้ำกล้วยหอม การอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เอนไซม์ อายุการเก็บรักษา

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีอาหาร วิทยาลัยนวัตกรรมเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพ และอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต

ABSTRACT

The objective of this research was to develop carbonated banana drink. The suitable method for inhibiting browning reaction in banana, the suitable time of cellulase and pectinase enzyme incubation, the amount of sugar and carbon dioxide in the banana drink were studied. The suitably carbonated banana drink formula was determined by using the sensory evaluation. Its shelf life was investigated at a room temperature and compared to that at 4º C for 12 weeks. The data indicated that steaming of banana with boiling water for 14 minutes was the suitable method to inhibit banana browning before processing of banana drink. The suitable incubation time of banana pulp with cellulase and pectinase enzyme was 30 minutes. The chemical compositions of banana juice were moisture of 74%, protein of 0.57%, fat of 0.01%, ash of 3.29%, total carbohydrate of 22.33% and total energy of 91.69 Kcal/100 g. Sugar and mineral contents in the product composed of 6.69% glucose, 8.67% sucrose, 6.34% fructose, 18.93 mg/100 g phosphorus, 125.47 mg/100 g potassium and 3.71 mg/100 g sodium respectively. Analysis of the sensory data indicated that carbonated banana drink with total solid of 12º Brix and the ratio of gas: banana drink of 8 g : 750 ml. was the most acceptable formula. The amount of nutrients per 100 g of the product was calories of 50.09 Kcal protein of 0.31 g total carbohydrate of 12.19 g sugar of 11.72 g and potassium of 3.21 mg. The physical and microbiology quality of carbonated banana drink were analyzed during storage at 4º C and room temperature for 12 weeks. The analyzed quality parameters met the standard of the beverage according to Ministry of Health's Announcement vol. 356 (2013). It was found that shelf life of the product was not less than 12 weeks when keeping at 4º C but was less than two weeks when keeping at room temperature.

Keywords : banana, banana drink, carbonation, enzyme, shelf life

บทนำ

ปัจจุบันตลาดเครื่องดื่มให้พลังงานในประเทศไทยมีมูลค่าสูงถึง 2.4 หมื่นล้านบาท โดยแบ่งออกเป็นเครื่องดื่มชูกำลังร้อยละ 70 และร้อยละ 30 หรือประมาณ 0.8 หมื่นล้านบาทเป็นเครื่องดื่มเกลือแร่ ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาตลาดเครื่องดื่มให้พลังงานโดยรวมเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 3.8 ต่อปี และหากพิจารณาเป็นรายผลิตภัณฑ์พบว่าเครื่องดื่มเกลือแร่เติบโตสูงกว่า (สุนิษฐา, 2557) อาจเนื่องจากมีปัจจัยเสริมจากสภาพอากาศที่ร้อนจัดเพิ่มมากยิ่งขึ้นผู้ผลิตหลายรายได้มีการปรับเปลี่ยนภาพลักษณ์เครื่องดื่มที่เน้นรักษาสุขภาพ (functional drink) และมีความเป็นธรรมชาติ (natural) หลีกเลี่ยงการเติมสารเคมี และเพิ่มปริมาณสารอาหารเพื่อมุ่งเน้นการบำรุงรักษาเฉพาะด้านหรือกลุ่มผู้ดื่มมากยิ่งขึ้น

กล้วยหอมสุกมีคุณค่าทางโภชนาการสูงที่สำคัญคือมี โพแทสเซียม 385 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมกล้วยหอม (Aurore et al., 2009) สามารถช่วยป้องกันการเกิดตะคริวอันเนื่องจากสูญเสียเหงื่อจากการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ช่วยเพิ่มความสดชื่นมักจะเป็นเครื่องดื่มที่อัดก๊าซดังนั้นน้ำผลไม้อัดก๊าซจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ นอกจากนี้น้ำผลไม้อัดก๊าซยังสามารถผลิตได้ง่ายจากวัตถุดิบภายในประเทศที่หาง่ายและราคาถูก ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้มีการผลิตและบริโภคเพื่อทดแทนผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดก๊าซที่มีส่วนประกอบหลักเป็น

เพียงน้ำตาลและน้ำซึ่งได้รับความนิยมในปัจจุบัน (อมรรัตน์, 2545)

เครื่องดื่มน้ำกล้วยหอม โดยใช้กล้วยหอมสุกงอม นำมาสกัดน้ำกล้วยเพื่อผลิตเป็นเครื่องดื่ม ซึ่งมีอยู่ 2 แบบคือแบบขุ่นและแบบใส การผลิตน้ำกล้วยแบบขุ่น โดยใช้เนื้อกล้วยบด (puree) ที่แยกกากและเมล็ดออก เจือจางด้วยน้ำ ปรับแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำตาลและกรด แล้วจึงนำไปผ่านการโฮโมจิไนซ์ จากนั้นทำการพาสเจอร์ไรซ์และบรรจุลงในภาชนะ ส่วนการทำน้ำกล้วยชนิดใส โดยใช้กล้วยสุกบดให้ละเอียด และเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จากนั้นเติมเอนไซม์เพคติเนส บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แยกกากออกโดยการกรองด้วยฟิลเตอร์ น้ำกล้วยที่ได้นำมาปรับน้ำตาลและกรด พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที (Lee et al., 2006) บรรจุลงภาชนะขณะร้อน ปิดผนึก แล้วทำให้เย็น น้ำกล้วยที่ผ่านการทำให้ใสโดยใช้เอนไซม์สามารถทำให้เป็นน้ำผลไม้เข้มข้นได้ (Kotecha and Desal, 1995)

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวกับเอนไซม์เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเกิดการช้ำ ฉีกขาดเมื่อถูกกระแทก บด หั่น หรือสับ ทำให้เอนไซม์ สารที่ทำปฏิกิริยา (substrate) และออกซิเจนเข้ามาสัมผัสกัน สาร monophenol (ไม่มีสี) จะถูกออกซิไดซ์เป็นไดฟีนอล (diphenol) ซึ่งไม่มีสี และถูกออกซิไดซ์ต่อเป็น o-quinone (browning pigment) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดอะมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่และมีสีน้ำตาล เช่น เมลานิน (melanin) Enzymatic browning reaction มักพบเป็นปัญหาการเกิดสีน้ำตาลซึ่งไม่เป็นที่ต้องการในผัก ผลไม้ เช่น มันฝรั่ง กะท้อน กล้วย ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังการปอกเปลือก การลดขนาด การป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ สามารถใช้วิธีการต่างๆ ดังนี้คือ การทำให้เอนไซม์เสียสภาพ โดยการใช้ความร้อน การปรับให้เป็นกรด และการใช้ Chelating agent การใช้สารรีดิวซิงเอเจนต์ (reducing agent) เพื่อรีดิวซ์ o-quinone กลับเป็นสารประกอบฟีนอล ซึ่งไม่มีสี สารรีดิวซิงเอเจนต์ที่ใช้ได้แก่ สารซัลไฟต์ กรดอิริทอร์เบต เป็นต้น และการป้องกันไม่ให้สัมผัสกับออกซิเจน เช่น การจุ่มผักผลไม้ในน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ หรือใช้การบรรจุแบบสุญญากาศ (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.)

ปัจจุบันมีการนำเอนไซม์มาใช้ประโยชน์ในการแปรรูปน้ำผลไม้อย่างกว้างขวาง โดยมีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน เช่น การสกัดน้ำผลไม้เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำผลไม้ การทำให้น้ำผลไม้ใส การทำให้เนื้อผลไม้ยุ่ย (maceration) การทำให้เป็นของเหลว (liquefaction) การสกัดสี เป็นต้น (ปราณี, 2543; Faigh, 1995) กรณีที่ใช้เอนไซม์ในการผลิตน้ำผลไม้เพื่อทำให้น้ำผลไม้มีความหนืดลดลง มีความใสเพิ่มขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบหลักโดยทั่วไปของผลไม้คือสารประกอบเพคตินซึ่งถูกห่อหุ้มด้วยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส ผลไม้ในระยะที่ดิบและแข็ง เพคตินส่วนใหญ่จะไม่ละลายน้ำ ต่อมาเมื่อผลไม้สุกและมีลักษณะนิ่มเพคตินจะเปลี่ยนอยู่ในรูปที่ละลายออกมากับน้ำในบางส่วน ในระหว่างกระบวนการผลิตน้ำผลไม้นั้นเมื่อเนื้อเยื่อของผลไม้ถูกทำลาย สารประกอบเพคติน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสบางส่วนก็จะละลายน้ำออกมา บางส่วนก็ยังคงแขวนลอยอยู่ในน้ำผลไม้ทำให้น้ำผลไม้มีความหนืดและบางส่วนก็ยังคงอยู่ในผนังเซลพืช ซึ่งเพคติน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำผลไม้จะมีมากหรือน้อยย่อมมีผลต่อคุณภาพของน้ำผลไม้ทั้งสิ้น ดังนั้นมีความจำเป็นต้องกำจัดสารเหล่านี้ออกไปให้มากที่สุด กระบวนการผลิตน้ำผลไม้แบบใสต้องผ่านขั้นตอนที่สำคัญคือหลังจากคั้นน้ำผลไม้จะคั้นแยกตะกอนแขวนลอยของเพคตินและเซลลูโลสออกไป ถ้าเป็นตะกอนแข็งเรียกเซลหิน (stone cell) หรือเซลแขวนลอยของคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นได้ทั้งเพคติน เซลลูโลส ซึ่งอาจจะรวมกับโปรตีน ก็จะแยกออกได้ยากด้วยวิธีการกรองทั่วไป จึงต้องใช้เอนไซม์เพคติเนสในการย่อยสลายสายเพคตินให้เปิดออก เพื่อให้โมเลกุลโปรตีนในคอลลอยด์และเพคตินมารวมกันเกิดเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น จะได้มีโอกาสตกตะกอนได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลสใน กระบวนการผลิตน้ำผลไม้บางชนิดมีข้อจำกัด โดยเฉพาะผลไม้ที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบจะเกิดปฏิกิริยา gelatinization ขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้เกิดปัญหาในการ

กรองและทำให้น้ำผลไม้ขุ่น การใช้เอนไซม์อะมัยเลสเพื่อย่อยสลายแป้งจึงมีความสำคัญในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว (Baumann, 1980; Uhlig, 1998)

เนื่องด้วยผู้วิจัยมีเป้าหมายที่จะนำกล้วยหอมทองสุกที่ระดับ 7-8 (ผิวสีเหลืองและมีจุดสีน้ำตาล) ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ที่มาจากกล้วยหอมทองที่ไม่ผ่านมาตรฐานการส่งออกประเทศญี่ปุ่น จากกลุ่มเกษตรกร ผู้ผลิตกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก ต. วังใหม่ อ.เมืองชุมพร จ.ชุมพร มาพัฒนาเป็นน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซที่ผสมผสานระหว่างน้ำกล้วยหอมทองที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และให้พลังงานไปพร้อมกันด้วย (healthy energy drink) นำมาอัดก๊าซในปริมาณที่ทำให้มีรสชาติที่ช่วยบรรเทาอาการเหน็ดเหนื่อยและให้ความรู้สึกสดชื่นหลังการดื่ม โดยประสงค์ให้เป็นเครื่องดื่ม Green สำหรับผู้ที่รักการออกกำลังกายและเป็นทางเลือกใหม่ทดแทนน้ำอัดลม โดยมาจากการนำส่วนผสมจากธรรมชาติ ความหวานที่มาจากน้ำตาลในกล้วยหอมและเป็นเครื่องดื่มที่เป็นแหล่งของเกลือแร่โพแทสเซียม (good source of potassium) มาเป็นจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ที่สามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ โดยศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยหอมสุก ระยะเวลาในการบ่มเพื่อตกตะกอนโดยการใช้เอนไซม์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำกล้วยหอมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด และอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ

วิธีดำเนินการวิจัย

1.ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยหอมสุก

นำกล้วยหอมทองพันธุ์หอมทองกาบดำ พร้อมเปลือกที่มีความสุกระดับ 7 มีผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาลเล็กน้อย (สุกเต็มที่มีกลิ่นหอม) ถึงความสุกระดับ 8 มีผิวสีเหลืองและมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น (สุกมากเกินไปเนื้อเริ่มอ่อนตัวและมีกลิ่นแรง) (เบญจมาศ, 2545) จากกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก ต.วังใหม่ อ.เมืองชุมพร จ.ชุมพร มาทำการศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยหอมสุก โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ วิธีการในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล โดยแปรเป็น 3 วิธีคือ การใช้ความร้อนด้วยการนึ่งไอน้ำ การใช้สารเคมี (โซเดียมเมทาไบซัลไฟต์) และการใช้ความร้อนร่วมกับการใช้สารเคมี โดยมีกระบวนการศึกษาดังนี้

1.1 การใช้ความร้อน โดยนำกล้วยหอมสุกพร้อมเปลือกที่ทำความสะอาดแล้วไปนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็น เวลา 14 นาที โดยมีชุดควบคุมคือกล้วยหอมสุกที่ไม่ได้ผ่านการนึ่ง จากนั้นนำกล้วยหอมทั้ง 2 ไปปอกเปลือกแล้วนำเนื้อกล้วยหอมสุกปั่นให้ละเอียดเป็นเวลา 1 นาที นำเนื้อกล้วยหอมสุกที่ได้ 100 กรัม มาศึกษาคุณภาพของน้ำกล้วย ตามข้อ 1.4

1.2 การใช้สารเคมี โดยนำกล้วยหอมสุกพร้อมเปลือกที่ทำความสะอาดแล้ว มาปอกเปลือก นำเนื้อกล้วยหอมสุกปั่นให้ละเอียดเป็นเวลา 1 นาที นำเนื้อกล้วยหอมสุกที่ได้ 100 กรัม เติมโซเดียมเมทาไบซัลไฟต์ปริมาณร้อยละ 0.02 น้ำหนักต่อน้ำหนัก มาศึกษาคุณภาพของน้ำกล้วย ตามข้อ 1.4

1.3 การใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมี โดยการชั่งกล้วยหอมสุกที่เตรียมได้จากข้อ 1.1 จำนวน 100 กรัม จากนั้นเติมโซเดียมเมทาไบซัลไฟต์ปริมาณร้อยละ 0.02 น้ำหนักต่อน้ำหนัก มาศึกษาคุณภาพของน้ำกล้วย ตามข้อ 1.4

1.4 การศึกษาคุณภาพน้ำกล้วยหอมสุก โดยนำกล้วยหอมสุกที่ได้จากข้อ 1.1-1.3 มาเติมเอนไซม์เซลลูเลสและเอนไซม์เพคติเนส ร้อยละ 0.06 และ 0.05 ปริมาตรต่อน้ำหนัก ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที จากนั้นหยุดการทำงานของเอนไซม์โดยนำไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 10 นาที นำมาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 25 นาที แยกส่วนใสมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ความใส โดยการวัดค่าการส่องผ่านแสง(% T) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอม (% yield) ปริมาณของแข็งละลายน้ำที่สกัดได้ (%RSS)

2. ศึกษาระยะเวลาในการบ่มเพื่อตกตะกอนโดยการใช้เอนไซม์

นำกล้วยหอมที่ผ่านการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลจากข้อ 1.1 มาเติมเอนไซม์เซลลูเลส ปริมาณร้อยละ 0.06 และเอนไซม์เพคติเนส ปริมาณร้อยละ 0.05 (ปริมาตรต่อน้ำหนัก) บ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที หลังจากนั้น นำน้ำกล้วยที่ผ่านการบ่มตามเวลาที่กำหนด จากนั้นหยุดการทำงานของเอนไซม์โดยนำไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 10 นาทีแล้วมาทำการปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 25 นาที แยกส่วนใสมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ความใส โดยการวัดค่าการส่องผ่านแสง (% T) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอม (% yield) ปริมาณของแข็งละลายน้ำที่สกัดได้ (% RSS)

3. วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำกล้วยหอมที่สกัดได้ โดยนำน้ำกล้วยหอมที่สกัดจากได้ตามวิธีในข้อ 2

มาวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลฟรุตโทรส (fructose) น้ำตาลกลูโคส (glucose) และน้ำตาลซูโครส (sucrose) ด้วยวิธี HPLC (ELSD) วิเคราะห์เกลือแร่ ฟอสฟอรัส (phosphorus) โปแตสเซี่ยม (potassium) โซเดียม (sodium) ด้วยวิธี ICP ความชื้น ด้วยวิธี AOAC (2012) โปรตีน ด้วยวิธี Kjeldahl method ไขมัน ด้วยวิธี Extraction เถ้า ด้วยวิธี AOAC (2012) คาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธี AOAC (2005) และพลังงาน ด้วยวิธี AOAC (2005)

4. ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำกล้วยหอมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

กำหนดค่าองศาบริกซ์ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย ดังนี้ 12, 14, 16 และ18 โดยนำน้ำเปล่าผสมกับน้ำกล้วยที่ได้จากข้อ 2 คำนวณด้วยวิธีเพียร์สัน สแควร์ ทำการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (Lee et al., 2007) ทำให้เย็น เทใส่ขวดทำน้ำโซดา (soda siphon) อัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (soda charger) จำนวน 8 กรัมต่อปริมาตรน้ำกล้วยหอม 750 มิลลิลิตร จากนั้นบรรจุขวดพลาสติก (PET) ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ปิดฝาทันที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส สี กลิ่นรส (กลิ่นกล้วยหอมโดยธรรมชาติ) รสหวาน รสเปรี้ยว ความซ่า และความชอบรวม ตามวิธีในข้อ 7

5. ศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

นำน้ำกล้วยที่คัดเลือกได้จากข้อ 4 มาศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด โดยใช้อัตราส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำกล้วยหอม 3 ระดับคือ 4 กรัมต่อ 750 มิลลิลิตร, 8 กรัมต่อ 750 มิลลิลิตรและ 12 กรัมต่อ 750 มิลลิลิตร บรรจุในขวดพลาสติก (PET) ปริมาตร 250 มิลลิลิตรแล้วทำการปิดฝาเกลียวทันที จากนั้นนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน รสหวาน รสเปรี้ยว ความซ่า และความชอบรวม ตามวิธีข้อ 7

6. ศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ

นำน้ำกล้วยหอมจากข้อ 4 มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องโดยเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิในช่วงระหว่าง 24-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 14 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์ มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

7. การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมคือผู้ที่ขณะออกกำลังกายหรือผู้ที่ออกกำลังกายเสร็จบริเวณสนามกีฬาภายในมหาวิทยาลัยรังสิต จำนวน 60 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale โดยใช้แบบสอบถาม จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางสถิติแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD) โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และหาความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Dancan’s New Multiple Range Test (DNMRT)

8. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ โดยส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ที่ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของน้ำกล้วยหอมทองที่ได้จากการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

ปัจจัยศึกษา	ความใส (%T)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (^{0}Brix)	ปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอม (%Yield)	ปริมาณของแข็งละลายน้ำที่สกัดได้ (%RSS)	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	น้ำหนักส่วนใส (g)
ชุดควบคุม	20.60±0.77^{c}	26.50±0.66^{ns}	54.81±0.44^{a}	14.55±0.56^{a}	4.66±0.29^{ns}	160.44±0.44^{b}
ใช้ความร้อน	60.50±0.78^{b}	24.50±0.76^{ns}	46.66±0.70^{b}	11.51±0.72^{b}	4.71±0.28^{ns}	141.76±0.70^{c}
ใช้สารเคมี	17.50±0.73^{d}	25.55±0.65^{ns}	55.53±0.76^{a}	13.74±0.22^{ab}	4.65±0.14^{ns}	166.50±0.76^{a}
ใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมี	70.50±0.70^{a}	24.49±0.69^{ns}	46.54±0.75^{b}	11.55±0.80^{b}	4.88±0.01^{ns}	141.49±0.77^{c}

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาแยกตามปัจจัยที่ศึกษาพบว่าน้ำกล้วยหอมที่ได้จากชุดควบคุมมีค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดไม่แตกต่างจากน้ำกล้วยหอมที่ได้จากการใช้ความร้อน ใช้สารเคมี และใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมี โดยมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.66-4.88 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง 24.49-26.50 ^{o}Brix ความใสโดยการวัดค่าการส่องผ่านแสง(%T) ที่ความยาวคลื่น 660 (Lee et.al., 2006) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer มีค่า 20.60 ซึ่งจะมีค่าความใสที่น้อยกว่าน้ำกล้วยหอมที่ได้จากการใช้ความร้อน และการใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมี แต่ค่าความใสมากกว่าน้ำกล้วยหอมที่ใช้สารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงว่าความร้อนส่งผลต่อความใสของน้ำกล้วยหอมมากกว่าสารเคมี ปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอมที่ได้ 54.81 % ซึ่งไม่แตกต่างจากน้ำกล้วยที่ได้จากการใช้สารเคมี แต่มากกว่าน้ำกล้วยหอมที่ได้จากการใช้ความร้อนและการใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำกล้วยหอมที่ได้จากการใช้ความร้อน จะมีค่าความใส 60.50 ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมและการใช้สารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ค่าความใสน้อยกว่าน้ำกล้วยหอมที่ได้จากการใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอมที่ได้ 46.66 ไม่แตกต่างจากการใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมี แต่มีค่าน้อยกว่าชุดควบคุมและการใช้สารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

น้ำกล้วยหอมที่ได้จากการใช้สารเคมี มีค่าความใส 17.50 ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่นๆ ปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอมที่ได้ 55.53 ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม

น้ำกล้วยหอมที่ได้จากการใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมี มีค่าความใส 70.50 ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่นๆ แต่มีปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอมที่ได้ 46.54 ซึ่งไม่แตกต่างจากการใช้ความร้อน

ผู้วิจัยพิจารณาจากค่าความใสและปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอมที่ได้ พบว่าน้ำกล้วยหอมที่ได้จากการใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมีมีค่าความใสสูงสุด รองลงมาคือการใช้ความร้อน แต่ปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอมที่ได้การใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมี และการใช้ความร้อนไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกวิธีการที่เหมาะสมใน

การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยหอมสุก เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซขั้นต่อไปนั้นผู้วิจัยต้องการคงความเป็นธรรมชาติของเครื่องดื่มให้มากที่สุด โดยหลีกเลี่ยงการเติมสารเคมี ดังนั้นจึงเลือกการใช้ความร้อน ในการเตรียมน้ำกล้วยหอมทองสำหรับการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของน้ำกล้วยหอมที่ได้จากการศึกษาระยะเวลาในการบ่มเพื่อตกตะกอนโดยการใช้เอนไซม์

เวลาที่บ่ม (นาที)	ความใส %T	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (^{0}Brix)	ปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอม (%Yield)	ปริมาณของแข็งละลายน้ำที่สกัดได้ (%RSS)	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	น้ำหนักส่วนใส (g)
30	91.40±0.01^{d}	24.00±0.00^{ab}	54.73±0.72^{ns}	13.13±0.18^{b}	4.88±0.02^{ns}	54.72±0.74^{ns}
60	93.95±1.06^{cd}	23.80±0.28^{b}	56.68±0.00^{ns}	13.49±0.15^{b}	4.89±0.01^{ns}	56.68±0.00^{ns}
90	93.45±0.47^{bcd}	24.50±0.14^{a}	55.87±0.88^{ns}	13.69±0.13^{a}	4.88±0.03^{ns}	55.87±0.88^{ns}
120	95.34±0.48^{abc}	23.60±0.57^{b}	57.02±0.95^{ns}	13.45±0.09^{ab}	4.84±0.01^{ns}	57.02±0.95^{ns}
150	96.90±0.14^{ab}	24.20±0.28^{ab}	56.67±0.45^{ns}	13.71±0.18^{a}	4.82±0.00^{ns}	56.67±0.45^{ns}
180	97.40±0.57^{a}	24.50±0.00^{a}	55.98±0.81^{ns}	13.71±0.19^{a}	4.85±0.00^{ns}	55.98±0.81^{ns}

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาในแต่ละระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม พบว่าทุกระยะเวลาที่ใช้บ่ม จะให้ปริมาณร้อยละน้ำกล้วยหอม น้ำหนักส่วนใส และค่า pH ที่ไม่แตกต่างกัน หากพิจารณาความใส พบว่าแนวโน้มความใสจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sandri et al.(2011) ที่พบว่าการเพิ่มเวลาในการบ่มจะช่วยปรับปรุงความใสของน้ำกล้วยหอม แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดไม่ได้แปรผันตามระยะเวลาในการบ่ม เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มมากขึ้นเป็น 180 นาที กับค่าความใส (%T) ที่เพิ่มขึ้นจาก 91.40% เป็น 97.40% นั้น ผู้วิจัยได้พิจารณาจากลักษณะปรากฏความใสเห็นว่าไม่มีความแตกต่าง จึงมีความคิดเห็นว่าควรจะเลือกระยะเวลาที่สั้นในการบ่มเพื่อประหยัดเวลา ลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการบ่มสำหรับเพื่อการขยายผลและการต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไป ดังนั้นในการสกัดน้ำกล้วยหอมเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยขั้นต่อไป จึงเลือกใช้ระยะเวลาในการบ่ม 30 นาที

ตารางที่ 3 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำกล้วยหอมที่สกัดได้

รายการ	ปริมาณ(ร้อยละ)
Moisture	74
Protein	0.57
Fat	0.01
Ash	3.29
Total Carbohydrate (by difference; include crude fiber)	22.33
Total Calories, Kcal	91.69
Calories, Kcal	0.09
Glucose	6.68
Sucrose	8.67
Fructose	6.34
Phosphorus , mg	18.93
Potassium , mg	125.47
Sodium , mg	3.71

จากตารางที่ 3 พบว่าน้ำกล้วยหอมที่สกัดได้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 74 โปรตีนร้อยละ 0.57 เถ้าร้อยละ 3.29 ไขมันร้อยละ 0.01 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 22.33 พลังงานทั้งหมด 91.69 กิโลแคลอรี่ ต่อ 100 มล. มีสัดส่วนของน้ำตาลกลูโครส ซูโครส ฟรุกโตส เป็น 6.68, 8.67, 6.34 ตามลำดับ มีปริมาณเกลือแร่ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม โซเดียม ในสัดส่วนดังนี้ 18.93, 125.47, 3.71 ตามลำดับ หากเปรียบเทียบกับสัดส่วนเกลือแร่ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม โซเดียม ที่อยู่ในเนื้อกล้วย คือ 22 , 385, 1 (Aurore et al.,2009) เมื่อพิจารณาชนิดของน้ำตาลในน้ำกล้วยหอม พบว่าน้ำตาลซูโครสมีสัดส่วนที่สูงกว่าน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์น้ำตาลในผลกล้วยที่มีปริมาณซูโครสในสัดส่วนที่สูงกว่าน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส โดยพบว่าปริมาณซูโครสร้อยละ 66 กลูโคสร้อยละ 22 ฟรุกโตสร้อยละ 14 (Fermandes et.al.,1979; Kotecha and Desal, 1995 ; Phabha and Bhagyalakshui, 1998) โดยในน้ำกล้วยหอมมีปริมาณเกลือแร่โปตัสเซียมสูงกว่าฟอสฟอรัสและโซเดียม

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดต่าง ๆกัน

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (^{0}Brix)	คะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	สี	กลิ่นรส	รสหวาน	รสเปรี้ยว	ความซ่า	ความชอบรวม
12	7.00±1.76 ^{ns}	6.13±2.04 ^{ns}	6.17±2.03 ^{ns}	5.63±2.15 ^{ns}	6.52±2.05 ^{ns}	6.65±1.53 ^{ns}
14	6.93±1.67 ^{ns}	6.45±2.01 ^{ns}	6.28±1.75 ^{ns}	5.77±1.88 ^{ns}	6.20±1.99 ^{ns}	6.70±1.62 ^{ns}
16	7.07±1.59 ^{ns}	6.62±1.70 ^{ns}	6.53±1.75 ^{ns}	5.95±1.92 ^{ns}	6.43±1.92 ^{ns}	6.73±1.53 ^{ns}
18	6.85±1.54 ^{ns}	6.48±1.66 ^{ns}	6.23±1.44 ^{ns}	6.12±1.77 ^{ns}	6.40±1.84 ^{ns}	6.72±1.42 ^{ns}

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 4 ผู้ทดสอบชิมจำนวน 60 คน เพศชายจำนวน 25 คนคิดเป็นร้อยละ 41.7 เพศหญิงจำนวน 35 คนคิดเป็นร้อยละ 58.3 โดยมีช่วงอายุต่ำกว่า 20 ปี จำนวน 23 คนคิดเป็นร้อยละ 38.4 อายุ 21-30 ปีจำนวน 24 คนคิดเป็นร้อยละ 40 อายุ 31-40 ปีจำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 5 อายุ 41-50 ปีจำนวน 5 คนคิดเป็นร้อยละ

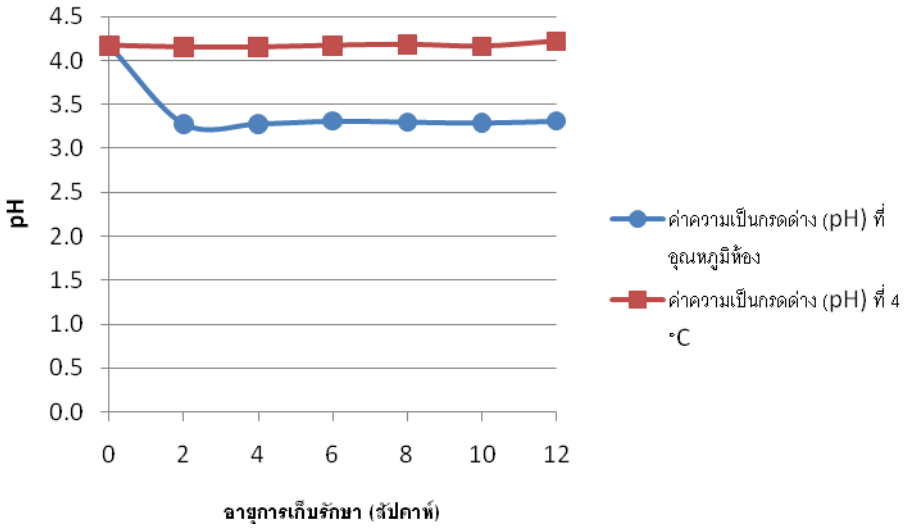
8.3 อายุ 51 ปีขึ้นไปจำนวน 5 คนคิดเป็นร้อยละ 8.3 ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส รสหวาน รสเปรี้ยว ความซ่า และความชอบรวม ไม่แตกต่างกันในทุกสูตรที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 12,14,16 และ 18 องศาบริกซ์ เนื่องด้วยผู้วิจัยต้องการให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมได้รับการต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ในอนาคต ดังนั้นเพื่อประหยัดต้นทุนของน้ำกล้วยหอมทอง และช่วยลดกลิ่นกล้วยหอมลงได้ด้วย ผู้วิจัยจึงได้เลือกสูตรที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดต่ำที่สุด คือ 12 องศาบริกซ์ สำหรับการศึกษาขั้นต่อไป

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซที่มีปริมาณก๊าซต่อน้ำกล้วยหอมในสัดส่วนต่าง ๆ

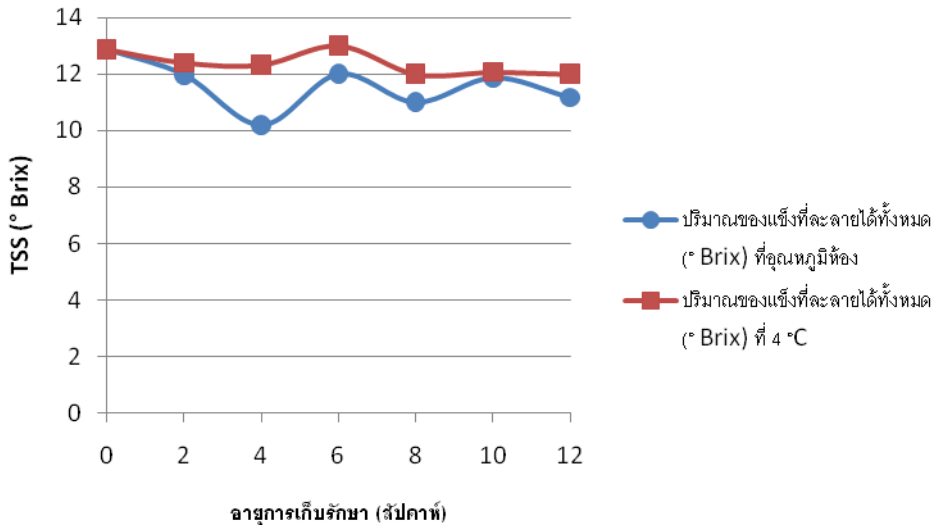
ปริมาณก๊าซต่อน้ำกล้วยหอม (กรัมต่อมิลลิลิตร)	คะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	รสหวาน	รสเปรี้ยว	ความซ่า	ความชอบรวม
4:750	5.53±1.86 ^{ns}	4.85±1.94 ^{ns}	5.30±1.88 ^{b}	5.45±1.92 ^{b}
8:750	5.62±2.01 ^{ns}	5.35±2.00 ^{ns}	6.13±2.05 ^{a}	6.10±1.80 ^{ab}
12:750	6.12±1.98 ^{ns}	5.55±1.80 ^{ns}	6.43±1.87 ^{a}	6.62±1.86 ^{a}

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

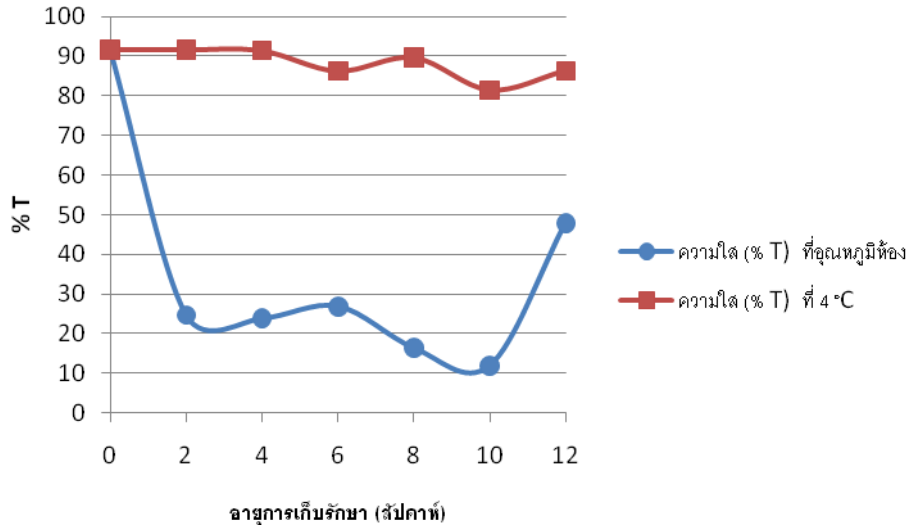
จากตารางที่ 5 ผู้ทดสอบชิมจำนวน 60 คน เพศชายจำนวน 38 คนคิดเป็นร้อยละ 63 เพศหญิงจำนวน 22 คนคิดเป็นร้อยละ 37 โดยมีช่วงอายุต่ำกว่า 20 ปี จำนวน 16 คนคิดเป็นร้อยละ 27 อายุ 21-30 ปีจำนวน 33 คนคิดเป็นร้อยละ 55 อายุ 31-40 ปีจำนวน 6 คนคิดเป็นร้อยละ 10 อายุ 41-50 ปีจำนวน 5 คนคิดเป็นร้อยละ 5 อายุ 51 ปีขึ้นไปจำนวน 2 คนคิดเป็นร้อยละ 3 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านรสหวาน และรสเปรี้ยว ไม่แตกต่างในทุกสูตรที่มีปริมาณก๊าซแตกต่างกัน ส่วนคะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความซ่าและความชอบรวมของสูตรที่ใช้ปริมาณก๊าซ 8:750 กับ 12:750 ไม่แตกต่าง แต่มีคะแนนสูงกว่าสูตรที่มีปริมาณก๊าซ 4:750 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อประหยัดต้นทุนค่าก๊าซของการผลิต ผู้วิจัยจึงเลือกสูตรน้ำกล้วยหอมทองอัดก๊าซที่มีปริมาณก๊าซ 8:750 เพื่อมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และศึกษาอายุการเก็บต่อไป



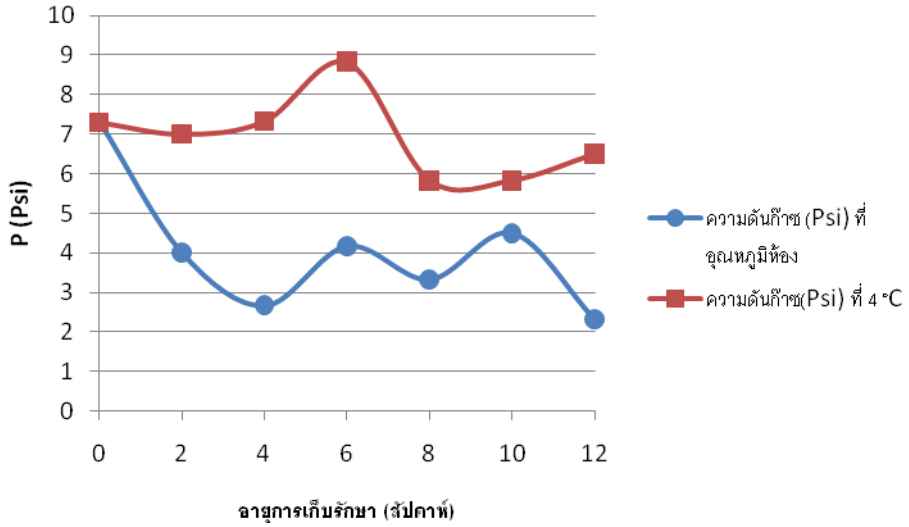
รูปที่ 1 ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซบรรจุในภาชนะปิดสนิท ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4 °C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ



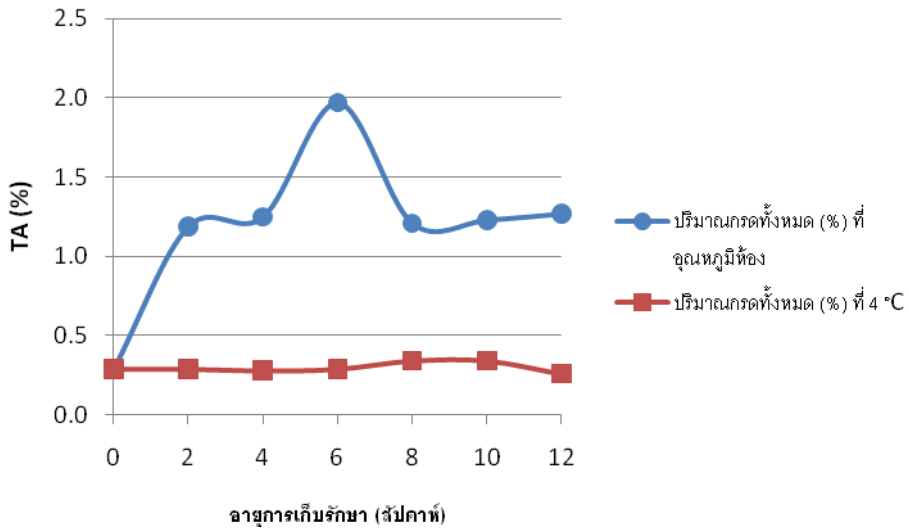
รูปที่ 2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซบรรจุในภาชนะปิดสนิทที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4 °C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ



รูปที่ 3 ความใสของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซบรรจุในภาชนะปิดสนิท ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4 °C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ



รูปที่ 4 ความดันก๊าซของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซบรรจุในภาชนะปิดสนิท ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4 °C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ



รูปที่ 5 ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซบรรจุในภาชนะปิดสนิท ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4 °C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ

จากรูปที่ 1-5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ บรรจุในขวดพลาสติกปิดสนิท โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 12 สัปดาห์ พบว่าน้ำกล้วยหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในสัปดาห์ที่ 2 ค่าความเป็นกรดด่างจะลดลง เหลือ pH 3.28 เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 0 มีค่า pH 4.17 แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 2-12 แนวโน้มค่าความเป็นกรดด่างจะค่อนข้างคงที่ อยู่ในช่วงค่า pH 3.28-3.21 ซึ่งสอดคล้องกับค่าร้อยละปริมาณกรดทั้งหมด กล่าวคือในสัปดาห์ที่ 2 ร้อยละปริมาณกรดทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเป็น 1.19 จากสัปดาห์ที่ 0 ที่มีร้อยละประมาณกรดทั้งหมด 0.29 ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าเกิดจากจุลินทรีย์ที่สร้างกรดอาจปนเปื้อนในน้ำกล้วยหอมโดยมากับวัตถุดิบหรือกระบวนการผลิต ดังนั้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ และเปลี่ยนน้ำตาลในน้ำกล้วยเป็นกรดอินทรีย์ ภายใต้สภาวะที่มีก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ที่ช่วยส่งเสริมการสร้างกรดอีกด้วย เมื่อพิจารณาความใสของน้ำกล้วยหอมพบว่าในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาความใสจะลดลงอย่างมากคือมีค่า %T เพียง 24.67 เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 0 ที่มีค่า %T 91.67 หลังจากนั้นแนวโน้มความใสจะเริ่มคงที่ ซึ่งน่าจะเกิดจากผลของจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในผลิตภัณฑ์ สำหรับความดันก๊าซพบว่าในสัปดาห์ที่ 2-12 ความดันก๊าซจะลดลงมาที่ระดับ 2.3-4.5 Psi เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 0 ความดันก๊าซมีค่า 7.3 Psi ส่วนน้ำกล้วยหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลานาน 12 สัปดาห์ พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0-12 แนวโน้มค่าความเป็นกรดด่างค่อนข้างคงที่ โดยมีช่วงค่า pH 4.15-4.22 ซึ่งสอดคล้องกับค่าร้อยละปริมาณกรดทั้งหมด ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.26-0.34 เมื่อพิจารณาความใสของน้ำกล้วยหอมในสัปดาห์ที่ 0-12 พบว่าแนวโน้มความใสค่อนข้างคงที่ มีค่า %T อยู่ระหว่าง 91.67- 81.37 สำหรับความดันก๊าซพบว่าในสัปดาห์ที่ 0-6 ความดันก๊าซค่อนข้างคงที่อยู่ในระดับ 7.0-8.3 Psi เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 8 ค่าความดันก๊าซจะลดลงเล็กน้อย อยู่ที่ระดับ 5.83-6.5

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำกล้วยหอม บรรจุในภาชนะปิดสนิท ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 สัปดาห์

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	Coliform (MPN/ml)	*E.coli* (cfu/ml)	Yeast and old (cfu/ml)	*Salmonella* spp. (cfu/ml)	*Staphylococcus aureus* (cfu/ml)
0	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	9	ไม่พบ	ไม่พบ
2	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	240	ไม่พบ	ไม่พบ
4	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	900	ไม่พบ	ไม่พบ
6	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	850	ไม่พบ	ไม่พบ
8	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	710	ไม่พบ	ไม่พบ
10	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	400	ไม่พบ	ไม่พบ
12	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	400	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ บรรจุในขวดพลาสติกปิดสนิท โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0-12 ไม่พบเชื้อก่อโรคทั้งสามชนิดคือ *E.coli, Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* เป็นเพราะผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดด่างที่ต่ำมาก (pH 3.28-3.31) ส่งผลให้เชื้อก่อโรคทั้งสามชนิดดังกล่าวไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (สุมณฑา, 2545) และผลการตรวจ Coliform (MPN/ml) น้อยกว่า 0.3 ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท แต่ผลการตรวจเชื้อยีสต์และราตั้งแต่ในสัปดาห์ที่ 2-12 มีปริมาณมากกว่า 100 cfu/ml. ซึ่งมีปริมาณมากกว่าเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท นั่นแสดงว่าหากเมื่อพิจารณาจากผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาพบว่าน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บน้อยกว่า 2 สัปดาห์

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำกล้วยหอม บรรจุในภาชนะปิดสนิท ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	Coliform (MPN/ml)	*E.coli* (cfu/ml)	Yeast and mold (cfu/ml)	*Salmonella* spp. (cfu/ml)	*Staphylococcus aureus* (cfu/ml)
0	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	9	ไม่พบ	ไม่พบ
2	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	10	ไม่พบ	ไม่พบ
4	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	50	ไม่พบ	ไม่พบ
6	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	21	ไม่พบ	ไม่พบ
8	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	50	ไม่พบ	ไม่พบ
10	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	40	ไม่พบ	ไม่พบ
12	น้อยกว่า 0.3	ไม่พบ	50	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซ บรรจุในขวดพลาสติกปิดสนิท โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0-12 ไม่พบเชื้อก่อโรคทั้งสามชนิดคือ *E.coli, Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* เนื่องด้วยค่าความเป็นกรดด่าง ไม่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อก่อโรค (สุมณฑา. 2545) ผลการตรวจ Coliform (MPN/ml) น้อยกว่า 0.3 และปริมาณเชื้อยีสต์และรามีค่าน้อยกว่า 100 cfu/ml. ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท นั่นแสดงว่าหากเมื่อพิจารณาจากผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา พบว่าน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บมากกว่า 12 สัปดาห์

สรุปและวิจารณ์ผล

ในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซเพื่อหลีกเลี่ยงการเติมสารเคมี ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยหอมสุก คือการใช้ความร้อน โดยการนึ่งกล้วยที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 14 นาที ระยะเวลาในการบ่มเอนไซม์ที่ 30 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสม น้ำกล้วยหอมที่สกัดได้มีคุณภาพทางเคมี ดังนี้ ความชื้นร้อยละ 74 โปรตีนร้อยละ 0.57 ไขมันร้อยละ 0.01 เถ้าร้อยละ 3.29 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 22.33 พลังงานทั้งหมด 91.69 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม น้ำตาลกลูโคสร้อยละ 6.68 น้ำตาลซูโครสร้อยละ 8.67 น้ำตาลฟรุกโตสร้อยละ 6.34 ฟอสฟอรัส 18.93 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โพแทสเซียม 125.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โซเดียม 3.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำกล้วยหอมที่ 12 ^{0}Brix และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำกล้วยหอม 8 กรัมต่อ 750 มิลลิลิตรผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คุณค่าทางโภชนาการของน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซต่อ 100 กรัม มีพลังงาน 50.09 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 0.31 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 12.19 กรัม น้ำตาล 11.72 กรัม โซเดียม 3.21 มิลลิกรัม เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา พบว่าน้ำกล้วยหอมอัดก๊าซที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บน้อยกว่า 2 สัปดาห์ แต่น้ำกล้วยหอมอัดก๊าซที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บมากกว่า 12 สัปดาห์ โดยที่ไม่พบเชื้อก่อโรคทั้งสามชนิดคือ *E.coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ผลการตรวจ Coliform (MPN/ml) น้อยกว่า 0.3 และปริมาณเชื้อยีสต์และรา มีค่าน้อยกว่า 100 cfu/ml. ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ได้สนับสนุนเงินวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2545. กล้วย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2543. เอนไซม์ทางอาหาร. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพฯ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และ นิธิยา รัตนาปนนท์. ม.ป.ป. Enzymatic browning reaction/ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์.[ออนไลน์].2558. แหล่งที่มา : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0745/browning-reaction [10 กรกฎาคม 2558].

สุนิษฐา เศรษฐีธร. 2557. ตลาดเครื่องดื่มให้พลังงานในประเทศไทย.รายงานตลาดอาหารในประเทศไทย.ศูนย์อัจฉริยะเพื่อ อุตสาหกรรมอาหาร สถาบันอาหาร.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อมรรัตน์ มุขประเสริฐ. 2545. น้ำผลไม้ผสมอัดก๊าซ. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 หน้า 50-56.

Aurore,G., Parfait B. and Fahrasmane L., 2009. Banana,raw materials for making processed food products. Trends in Food Science and Technology 20: 78-91.

Baumann.J.W., 1980. Application of enzymes in fruit juice technology. pp.129-147. In G.G. Birch., N. Blakebrough and K.J. Parker, eds. Enzyme and Food Processing. Application science Publishers, London.

Fermandes.K.M., Decarvalho V.D. and Cal-Vidal J. 1979. Physical changes during ripening of silver banana. Journal of Food Science and Technology 44: 1254-1255.

Faigh.J.G., 1995. Enzyme formulations for optimizing juice yields. Food Technol.49 (9): 79-83.

Kotech. P.M. and Desal B.B. 1995. Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage and Processing. Marcel Dekker, Inc.,New York.

Lee. W.C., Yosof S., Hamid N.S.A. and Baharin B.S. 2006. Optimizing conditions for enzymatic clearification of banana juice using response surface methodology (RSM). Journal of food Engineering 73 : 55-63.

Lee. W.C., Yosof S, Hamid N.S.A. and Baharin B.S. 2006. Optimizing conditions for hot water extraction of banana juice using response surface methodology (RSM). Journal of Food Engineering 75 : 473-479.

Sandri.I.G., Fontana R.C., Barfknecht D.M. and Silveira M.M. 2011. Clarification of fruit juices by fungal pectinases. Journal of Food Science and Technology 44: 2217-2222.

Uhlig. H., 1998. Industrial Enzymes and Their Applications. A Wiley-Interscience Publication, New York.