การผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากน้ำมังคุด

Production of HealthProducts from Mangosteen Juice

ศุภมาศ กลิ่นขจร [1/] นารีรัตน์ สุนทรธรรม [1/] พัจนา สุภาสูรย์ [2/]
สุปรียา ศุขเกษม [1/] เสริมสุข สลักเพ็ชร์ [1/]
Supamas Klinkajorn [1/] Nareerat Soonthorntham [1/] Patchana Supasoon [2/]
Supreeya Sukhasem [1/] Surmsuk Salakpetch [1/]

ABSTRACT

This research was conducted to create the salubrious food and beverage from mangosteen juice and it wasperformed during 2008-2010 at Post Harvest Processing Research and Development Office.The research was found the appropriate extraction method for mangosteen juice. The extracted juice was white and had low viscosity which was the acceptable quality for foods and beverages. For food production, the formulation ofmangosteen salad dressing which received the highest overall acceptance contained 35% of mangosteen juice and 15% of vinegar (Acetic acid 5%). The study of oil separation showed that 0.5% of xanthan gum could prevent oil separation in mangosteen salad dressing longer than a month during storage at 4 ^{o}C. For the beverages, amount of sugar and citric acid were varied in mangosteen drink. The product contained 14.5% of sugar and 0.5% of citric acidreceived the highest overall acceptance.The mangosteen squash was prepared by adjusting total soluble solid content but the acceptable sugar:acid ratio was conserved. Mangosteen squash with 57.5 ^{o}Brixreceived the highest overall acceptance. In addition,nutritional fortification could be done by adding fiber from hoary basil seed in mangosteen drink and the soluble fiber of hoary basil seed was prepared into powder form. The mangosteen drink with 0.3% of fiber powder received the highest overall acceptance. For nutritional value of the products, consumption one hundred gram of each product would gain different total energy. Mangosteen salad dressing, mangosteen drink, mangosteen squash and mangosteen drink with fiber from hoary basil seed would gain 316, 91, 98.5 and 91 Kcal and the antioxidant activities were 349, 318, 312 and 321 μmol TE, respectively. One hundred gram of mangosteen salad dressing contained 1.42 mg of

[1/] กลุ่มวิจัยและพัฒนาแปรรูปผลิตผลเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

[1/] Crop Processing Research and Development Group, Postharvest and Processing Research and Development Office

[2/] กลุ่มพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพสินค้า สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

[2/] Quality Control System for Plant Products Group, Plant Standard and Certification Office

ferrous and 36 mg of calcium whilst the mangosteen drink with fiber from hoary basil seed contained high fiber and ferrous. It contained 0.18 g of fiber and 0.24 mg of ferrous. In this research, four products from mangosteen juice were developed and the mangosteen drink with fiber from hoary basil seed would be the most salutary product which could be applied as healthy diet for the patients who were sick from swallowing problem.

Key words: mangosteen juice, salad dressing, hoary basil seed, soluble fiber

บทคัดย่อ

การผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากน้ำมังคุด เป็นการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพจากน้ำมังคุด ทำการทดลองที่สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างปีพ.ศ.2551-2553 ผลของการทดลองครั้งนี้ได้วิธีการสกัดน้ำมังคุดที่มีคุณภาพดี สีขาวใส ความหนืดต่ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ต้องการของวัตถุดิบในการผลิตอาหารและเครื่องดื่มสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมังคุด และน้ำมังคุดพร้อมดื่ม จากการทดลองผลิตน้ำสลัดชนิดข้นโดยใช้น้ำมังคุดเป็นส่วนประกอบ พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำสลัดที่มีปริมาณน้ำมังคุด 35% และน้ำส้มสายชู (กรดอะซิติก 5%) 15.0% โดยน้ำหนัก เมื่อศึกษาการป้องกันการแยกชั้นระหว่างการเก็บรักษาพบว่าการใช้แซนแธนกัม 0.3% โดยน้ำหนัก ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 °C โดยไม่เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดพร้อมดื่ม ผลิตโดยนำน้ำมังคุดที่สกัดได้มาปรับปริมาณน้ำตาลและกรดซิตริกพบว่าสูตรที่ได้การยอมรับสูงสุดจากผู้บริโภคคือ น้ำมังคุดพร้อมดื่มที่มีปริมาณน้ำตาล 14.5% และกรดซิตริก 0.5% โดยน้ำหนัก ต่อมาได้พัฒนาการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้น (Squash) โดยนำน้ำมังคุดพร้อมดื่มที่ได้จากผลการทดลองข้างต้นมาปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้และคงอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลและกรดซิตริกไว้ พบว่าน้ำมังคุดเข้มข้นที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 57.5 °Brix ได้รับการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด จากนั้นทดลองผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลักเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับน้ำมังคุดพร้อมดื่ม โดยนำน้ำมังคุดพร้อมดื่มมาผสมกับผงใยอาหารจากเมล็ดแมงลักที่ได้เตรียมขึ้นเอง พบว่าน้ำมังคุดพร้อมดื่มที่ผสมใยอาหารผงจากแมงลัก 0.3% โดยน้ำหนัก จะได้การยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคสูงที่สุด สำหรับคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นพบว่าใน 100 กรัมของส่วนที่บริโภคได้ของน้ำสลัดมังคุด น้ำมังคุดพร้อมดื่ม น้ำมังคุดเข้มข้น และน้ำมังคุดพร้อมดื่มผสมใยอาหารจากแมงลัก จะได้รับพลังงาน 316, 91, 98.5 และ 91 กิโลแคลอรี และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเป็น 349, 318, 312 และ 321 μmol TEตามลำดับ ใน 100 กรัมของน้ำสลัดมังคุดจะมีเหล็ก 1.42 มิลลิกรัม และแคลเซียม 36 มิลลิกรัม ส่วนน้ำมังคุดพร้อมดื่มผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลักเป็นเครื่องดื่มที่มีใยอาหารและธาตุเหล็กสูง คือมีใยอาหาร 0.18 กรัม และเหล็ก 0.24 มิลลิกรัม ผลการทดลองครั้งนี้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากน้ำมังคุด 4 ชนิด และพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดพร้อม

ดื่มผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลักเป็นอาหารสุขภาพที่สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผู้บริโภคและยังสามารถพัฒนาเป็นอาหารสำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านภาวะการกลืนได้

คำหลัก: น้ำมังคุด, น้ำสลัด, เมล็ดแมงลักใยอาหารละลายน้ำ

คำนำ

มังคุดเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่หลายชนิด นอกจากนี้สารกลุ่มแซนโธน (Xanthones) ในมังคุดมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาด้านการต้านการอักเสบ การต้านฮิสตามีนและเซโรโทนิน รวมทั้งฤทธิ์ในการต้านเซลล์มะเร็ง (สนั่น, 2547) แต่เนื้อมังคุดจะมีองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์หลายชนิดเช่น แป้ง น้ำตาล เฮมิเซลลูโลส สารประกอบเพคติน และกัมรวมกันในโครงสร้างของเนื้อเยื่อ ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะขัดขวางการสกัดน้ำผลไม้ (วิภาดาและปราณี, 2537) ทั้งนี้การสกัดน้ำผลไม้ทั่วๆไปจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การลดขนาดชิ้นผลไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวของผลไม้ และขั้นตอนการสกัดน้ำผลไม้โดยอาศัยแรงทางกลได้แก่การบีบหรือการคั้นซึ่งทำได้หลายวิธีเช่น การใช้ผ้าขาวบางห่อ แล้วใช้ไม้แบนกดทับไว้หรือใช้มือบีบ หรือใช้การกดบนตะแกรง แต่วิธีการดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับมังคุด อาจต้องนำหลายวิธีมาพัฒนาร่วมกัน นอกจากนี้ในเนื้อมังคุดยังมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ซึ่งจะทำให้น้ำมังคุดที่สกัดได้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล การศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมังคุดและยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ได้น้ำมังคุดที่มีคุณภาพเหมาะสำหรับนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพต่างๆ ต่อไป

ปัจจุบันผู้บริโภคเอาใจใส่ในสุขภาพมากขึ้นเนื่องจากโรคภัยหลายชนิดเกิดจากการบริโภคที่ไม่ถูกหลักโภชนาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภาวะโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดโรคต่างๆ ตามมา เช่น โรคหัวใจขาดเลือด โรคหลอดเลือดอุดตัน และโรคความดันโลหิตสูง แต่การควบคุมอาหารที่บริโภคให้มีปริมาณโคเลสเตอรอลน้อยลงสามารถป้องกันหรือลดปัจจัยเสี่ยงต่อโรคดังกล่าวได้ (สมใจและคณะ, 2529) นอกจากนี้การบริโภคอาหารที่อุดมไปด้วยใยอาหารซึ่งรวมไปถึงใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble fiber) ยังเป็นอีกหนึ่งวิธีในการป้องกันการดูดซึมไขมันเข้าสู่กระแสเลือด โดยใยอาหารนี้จะละลายน้ำและมีลักษณะเป็นเจลเกาะติดกับโมเลกุลของไขมันจากอาหารที่รับประทานเข้าไปช่วยป้องกันการดูดซึมไขมันเข้าสู่กระแสเลือด และใยอาหารชนิดนี้จะนำสารอาหารที่ติดอยู่ขับออกไปทางอุจจาระ จึงช่วยลดระดับไขมันและน้ำตาลในคนไข้ที่มีปัญหาได้ดี

ดังนั้นการนำผลิตผลทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ควรคำนึงถึงสุขภาพของผู้บริโภคเป็นหลัก เช่น การนำผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาเป็นส่วนผสมในการผลิต รวมทั้งการผลิตน้ำผลไม้ที่มีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการจะทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์เพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ผลมังคุด
2. เมล็ดแมงลัก
3. สารให้ความคงตัวได้แก่ เพคติน คาราจีแนน และแซนแธนกัม
4. น้ำมันพืช ไข่แดง แป้งข้าวโพด ผงมัสตาร์ด น้ำตาล เกลือ และพริกไทย
5. เครื่องผสมอาหารแบบตะกร้อไฟฟ้า (Moulinexรุ่น Optipro 600w)
6. เครื่องคั้นน้ำผลไม้แบบไฮโดรลิค (SAKAYA รุ่น Hydraulic Machine Turbo12)
7. Hand Refractometer (ATAGO รุ่น N-1E)
8. เครื่องวัดสี (Chroma meter, Minolta รุ่น CR 400)
9. เครื่องวัดความหนืด (Brookfield รุ่น DV-III +)
10. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Consort รุ่น C861)
11. เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aw) (Novasinaรุ่น TH 200)

วิธีการ

1. ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมังคุด

1.1 ศึกษาสภาวะในการยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล

ศึกษาการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสโดยการนึ่งเนื้อมังคุดด้วยไอน้ำเดือดเป็นเวลา 0, 5, 10, 15 และ 20 นาที คั้นน้ำมังคุดและวัดสีของน้ำมังคุดที่สกัดได้ในระบบ L, a และ b

1.2 ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมังคุด

ทดลองสกัดน้ำมังคุด 3 วิธีคือ การปั่นแยกเนื้อ การบดเนื้อมังคุดผ่านตะแกรงสเตนเลส และการบีบสกัดโดยเครื่องคั้นน้ำผลไม้แบบไฮโดรลิค ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและลักษณะปรากฏของน้ำมังคุดที่สกัดได้ด้วยสายตาและการทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำมังคุด

2.1 พัฒนาการผลิตน้ำสลัดมังคุด

2.1.1 ศึกษาและพัฒนาสูตรพื้นฐานของน้ำสลัดมังคุด

ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดมังคุดโดยดัดแปลงจากสูตรน้ำสลัดชนิดข้นที่พัฒนาโดยมะลิ (2534) ซึ่งไม่มีผลไม้เป็นส่วนประกอบ และได้ทดลองผสมน้ำมังคุด 25% โดยน้ำหนักในสูตร เพื่อเป็นสูตรพื้นฐานเริ่มต้นและพัฒนาต่อเป็นสูตรพื้นฐานสำหรับใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงรสชาติให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

2.1.2 ศึกษาปริมาณน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมในน้ำสลัดมังคุด

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แปรปริมาณน้ำส้มสายชู 3 ระดับคือ 13.50, 15.00 และ 16.50% โดยน้ำหนัก กำหนดให้ปริมาณน้ำตาลและเกลือเป็น 20.25% และ

1.25% โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่ได้รับการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคเบื้องต้น ตรวจวัดคุณภาพด้านเคมี กายภาพ และการยอมรับจากผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 15 คน โดยใช้การทดสอบประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

2.1.3 ศึกษาปริมาณน้ำมังคุดที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดมังคุด

วางแผนการทดลองแบบ CRD แปรปริมาณของน้ำมังคุดที่ใช้ในสูตรเป็น 30, 35 และ 40% โดยน้ำหนัก ปริมาณน้ำส้มสายชูที่ใช้เป็นผลจากการทดลองข้อ 2.1.2 ตรวจวัดคุณภาพด้านเคมี กายภาพ และการยอมรับจากผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 15 คน โดยใช้การทดสอบประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

2.1.4 ศึกษาชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัว (Stabilizer) ที่เหมาะสมในการป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันในผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

ทดลองใช้เพคตินชนิดกลุ่มเมทอกซิลต่ำ คาราจีแนน และแซนแธนกัมเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ที่ 0.5% โดยน้ำหนักและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 25°C ศึกษาการเปลี่ยนแปลงและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ จากนั้นคัดเลือกสารให้ความคงตัวที่ให้ลักษณะของเนื้อสัมผัสและการป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันที่ดีที่สุดมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD แปรปริมาณสารให้ความคงตัวที่ใช้เป็น 0.15, 0.30 และ 0.45% โดยน้ำหนัก ตรวจวัดคุณภาพด้านเคมี กายภาพ และการยอมรับจากผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 15 คน โดยใช้การทดสอบประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

2.1.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษา

ศึกษาคุณภาพด้านต่างๆ ของน้ำสลัดมังคุดได้แก่ ลักษณะปรากฏ คุณภาพทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ของน้ำสลัดมังคุดที่เก็บรักษาที่ 4°Cเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ตามมาตรฐานมอก. 1402-2540: มายองเนสและสลัดครีมเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

2.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากน้ำมังคุดต่างๆ

2.2.1 น้ำมังคุดพร้อมดื่ม

ศึกษาสูตรในการผลิตน้ำมังคุดพร้อมดื่มที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้น้ำมังคุดที่ผ่านการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส 50% โดยน้ำหนัก วางแผนการทดลองแบบ CRD แปรระดับของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลและกรดซิตริกเป็น 14.25:0.75%, 14.50:0.50% และ 14.75:0.25% โดยน้ำหนัก ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนา และวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพได้แก่ สีในระบบ L, a, b ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และความหนืด

2.2.2 น้ำมังคุดเข้มข้น (Squash)

ศึกษาสูตรในการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้น โดยใช้น้ำมังคุดที่ผ่านการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส วางแผนการทดลองแบบ CRD เติมน้ำตาลและกรดซิตริกในสูตรด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่ได้จากจากข้อ 2.2.1 โดยแปรปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่ 50, 52.5, 55 และ 57.5 °Brix

ทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสเชิงพรรณนากับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 15 คน วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพได้แก่ สีในระบบ L, a, b ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความหนืด และปริมาณน้ำอิสระ (Aw)

2.2.3 น้ำมังคุดผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลัก

ศึกษาสูตรการผลิตน้ำมังคุดผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลักที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เริ่มจากการเตรียมผงใยอาหารจากเมล็ดแมงลัก โดยนำเมล็ดแมงลักมาแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องประมาณ 24 ชั่วโมง นำเมล็ดแมงลักที่พองตัวเต็มที่มาปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าเพื่อแยกใยอาหารที่ละลายน้ำได้ออกมาจากส่วนของเมล็ด บีบแยกใยอาหารที่ละลายน้ำได้โดยใช้เครื่องคั้นน้ำผลไม้ระบบไฮโดรลิค จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 55°C นาน 15 ชั่วโมง แล้วบดให้เป็นผงด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า

ศึกษาปริมาณผงใยอาหารจากเมล็ดแมงลักที่เหมาะสม โดยใช้สูตรน้ำมังคุดพร้อมดื่มที่ได้จากข้อ2.2.1 มาแปรระดับของผงใยอาหาร วางแผนการทดลองแบบ CRD แปรระดับการเติมผงใยอาหารดังนี้ 0, 0.15, 0.30 และ 0.45% โดยน้ำหนัก ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนา วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพได้แก่ สีในระบบ L, a, b ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความหนืด และใยอาหาร

2.2.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากน้ำมังคุดต่างๆ

ทดลองเก็บรักษาน้ำมังคุดพร้อมดื่ม น้ำมังคุดเข้มข้น และน้ำมังคุดผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลักที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ศึกษาคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ คุณภาพทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาตามมาตรฐานมอก. 187-2519: น้ำผลไม้สควอช เพื่อประเมินหาอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์จากมังคุดทั้ง 4 ชนิดดังรายการต่อไปนี้ พลังงาน พลังงานจากไขมัน ไขมันทั้งหมด โซเดียม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ใยอาหาร น้ำตาล โปรตีน วิตามิน B1 วิตามิน B2 แคลเซียม เหล็ก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ระยะเวลาดำเนินการ: ตุลาคม 2550-กันยายน 2553

สถานที่ดำเนินการ: สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมังคุด

1.1 ศึกษาสภาวะในการยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล

มังคุดเป็นผลไม้ที่มีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสสูง เมื่อคั้นน้ำผลไม้และตั้งทิ้งไว้ น้ำผลไม้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสภายในเซลล์ของมังคุดมีโอกาสสัมผัสและเปลี่ยนสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารประกอบควิโนนซึ่งมีสีน้ำตาล วิธียับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์

ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารคือการใช้ความร้อน จากการศึกษาการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ชนิดนี้โดยการนึ่งเนื้อมังคุดด้วยไอน้ำเดือดที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า การนึ่งเนื้อมังคุดนาน 5 นาทีขึ้นไปจะช่วยลดการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของน้ำมังคุดได้โดยค่าความสว่างของสี(L)ที่วัดได้หลังจากนึ่งเนื้อมังคุดด้วยไอน้ำเดือด 0, 5, 10, 15 และ 20 นาที จะมีค่า 32.31, 36.90, 39.88, 40.53 และ 41.94 ตามลำดับ (Table 1) ทั้งนี้น้ำมังคุดที่ได้จากการนึ่งเนื้อมังคุดที่ 20 นาที จะมีค่าความสว่างของสีสูงที่สุด แต่จะมีรสฝาดขมที่เกิดจากการละลายของสารประกอบแทนนินในน้ำมังคุด ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสคือ การนึ่งเนื้อมังคุดด้วยไอน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาทีสามารถป้องกันไม่ให้น้ำมังคุดที่สกัดได้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและไม่ทำให้รสชาติเปลี่ยนแปลงไป

ทั้งนี้อุณหภูมิและเวลาในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสจะขึ้นอยู่กับปริมาณเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในผลไม้ และปริมาณของสารประกอบฟีนอลที่เป็นสารตั้งต้นในการเกิดสีน้ำตาล รวมทั้งค่าความเป็นกรดด่างของผลไม้แต่ละชนิด Tengu*et al.* (1986)ได้ศึกษาการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่สกัดได้จากผลมะเฟืองพบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์จะสั้นลง โดยครึ่งชีวิตของการสูญเสียสภาพของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่สกัดได้จากมะเฟืองที่อุณหภูมิ 70 และ 75 ˚C จะเป็น 4.6 และ 3.1 นาทีตามลำดับ

Table 1. Color scores of mangosteen juice in L, a and b system after blanching to inhibit the activity of Polyphenoloxidase for 0, 5, 10, 15 and 20 minutes

Blanching time (Minute)	Color scores		
	Lightness score (L)	Green-Red score (a)	Blue-Yellow score (b)
0	32.31a	6.18c	6.65b
5	36.90b	5.93b	6.88b
10	39.88c	6.07bc	6.50b
15	40.53d	3.33a	6.36b
20	41.94e	3.30a	5.26a

Means within the same column followed by different letter are significantly different ($P<0.05$)

1.2 ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมังคุด

การสกัดน้ำมังคุดโดยการใช้วิธีเชิงกลทั่วไปทำได้ยาก เนื่องจากในเนื้อมังคุดจะมีองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์เช่น แป้ง น้ำตาล เฮมิเซลลูโลส สารประกอบเพคติน และกัมรวมกันในโครงสร้างของเนื้อเยื่อ ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะขัดขวางการสกัดน้ำผลไม้ (วิภาดาและปราณี, 2537) จากการศึกษาการสกัดโดยใช้วิธีต่างๆพบว่า

<u>การปั่นแยกเนื้อ</u> น้ำมังคุดที่ได้จะมีลักษณะข้นและข้นหนืด เมื่อนำน้ำมังคุดที่ได้ไปผ่านความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อที่ 85 °C นาน 5นาที จะเกิดรสฝาดขึ้น โดยวิธีนี้จะสามารถสกัดน้ำมังคุดได้ประมาณ 55% จากเนื้อมังคุดที่ใช้

<u>การบดเนื้อผ่านตะแกรงสเตนเลส</u> น้ำมังคุดที่ได้จะมีลักษณะข้นและข้นหนืด แต่ไม่เกิดรสฝาด เมื่อนำน้ำมังคุดที่ได้ไปผ่านความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อที่ 85 °Cนาน 5 นาที โดยวิธีนี้จะสามารถสกัดน้ำมังคุดได้ประมาณ 50% จากเนื้อมังคุดที่ใช้

<u>การบีบสกัดโดยเครื่องไฮโดรลิคเพรส</u> น้ำมังคุดที่สกัดได้จะมีคุณภาพดี สีขาวใส และไม่เกิดรสฝาดเมื่อนำน้ำมังคุดที่ได้ไปผ่านความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อที่ 85 °C นาน 5 นาที โดยวิธีนี้จะสามารถสกัดน้ำมังคุดได้ประมาณ 65% จากเนื้อมังคุดที่ใช้

ดังนั้นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดน้ำมังคุดคือ การนึ่งเนื้อมังคุดด้วยไอน้ำเดือด 15 นาทีเพื่อยับยั้งการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งเป็นผลจากปฏิกริยาของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส จากนั้นนำไปสกัดน้ำมังคุดด้วยเครื่องไฮโดรลิคเพรส น้ำมังคุดที่สกัดได้จะมีปริมาณกรดในรูปซิตริกโมโนไฮเดรต 0.5% โดยน้ำหนัก และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 15.2 °Brix

2. ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์จากมังคุด

2.1 พัฒนาการผลิตน้ำสลัดมังคุด

2.1.1 ศึกษาและพัฒนาสูตรพื้นฐานของน้ำสลัดมังคุด

จากการทดลองพบว่า การฆ่าเชื้อน้ำสลัดที่ 85 °C นาน 2 นาที น้ำสลัดที่ผลิตได้จะมีลักษณะใส มีความหนืดต่ำ การปรับปรุงความหนืดของน้ำสลัดทำได้โดยการเติมแป้งข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ 2.0% โดยน้ำหนัก จะทำให้น้ำสลัดมีลักษณะข้นหนืดน่ารับประทานมากขึ้นทั้งนี้แป้งข้าวโพดมีอะมิโลสสูง จึงมีความสามารถในการเกิดเจลได้ดี และนิยมใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดสูงเนื่องจากมีอัตราการสลายตัวของสายคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่าแป้งที่ผลิตจากหัวและราก รวมทั้งจากเมล็ดธัญญพืชชนิดต่างๆ (Pomeranz, 1985)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาล 20.25% และเกลือ 1.25% โดยน้ำหนัก แต่ผลความชอบในด้านรสเปรี้ยวของผู้บริโภคแต่ละคนมีความแตกต่างกันมาก รวมทั้งผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการให้เพิ่มกลิ่นและรสของผลไม้ในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาปริมาณน้ำส้มสายชู (กรดอะซีติค 5%) และปริมาณของผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม ทั้งนี้ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสามารถคำนวณสูตรพื้นฐานของน้ำสลัดมังคุดได้ดังนี้ น้ำมัน 35%, น้ำมังคุด 25%, ไข่แดง 7%, น้ำตาล 20.25%, น้ำส้มสายชู 13.5-16%, แป้งข้าวโพด 2.0%, มัสตาร์ดผง 0.25%, เกลือ 1.25% และพริกไทย 0.25% โดยน้ำหนัก

2.1.2 ศึกษาปริมาณน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมในน้ำสลัดมังคุด

จากการทดลองผลิตน้ำสลัดมังคุดสูตรต่างๆ โดยการแปรปริมาณน้ำส้มสายชูที่ใช้ พบว่าปริมาณน้ำส้มสายชูที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความสว่าง (L) ของน้ำสลัดเพิ่มขึ้น โดยน้ำสลัดมังคุดที่ผลิตได้จะมีค่า L ระหว่าง 52.73-56.09 (Table 2)

นอกจากนี้ปริมาณน้ำส้มสายชูที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ pH และความหนืดของน้ำสลัดลดลง โดยน้ำสลัดจะมีค่าความหนืดเป็น 313.64, 290.94 และ 231.80 cPs เมื่อแปรปริมาณน้ำส้มสายชูในสูตรเป็น 13.5, 15.0 และ 16.5% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

Table 2. Color scores, pH and viscosity of mangosteen salad dressings which added vinegar as 13.5, 15.0and 16.5%(w/w)

Vinegar (%w/w)	Color scores			pH	Viscosity (cPs)
	Lightness score (L)	Green-Red score (a)	Blue-Yellow score (b)		
13.5	52.94a	-0.45a	13.97b	3.40c	313.64c
15.0	52.73a	-0.60a	12.94a	3.35b	290.94b
16.5	56.09b	-0.66a	12.35a	3.32a	231.80a

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05)

จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้บริโภค พบว่าน้ำสลัดมังคุดที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดคือ น้ำสลัดมังคุดที่มีปริมาณน้ำส้มสายชู 15.0% โดยรสเปรี้ยวที่ผู้บริโภครู้สึกต่อผลิตภัณฑ์นั้นไม่แตกต่างจากความชอบในอุดมคติที่คำนวนได้ ดังนั้นจึงเลือกสูตรน้ำสลัดมังคุดที่มีน้ำส้มสายชู 15% โดยน้ำหนักเป็นส่วนประกอบสำหรับการศึกษาปริมาณน้ำมังคุดที่เหมาะสมที่จะทำให้น้ำสลัดมังคุดมีรสชาติดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

2.1.3 ศึกษาปริมาณน้ำมังคุดที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดมังคุด

จากการผลิตน้ำสลัดมังคุดโดยแปรปริมาณน้ำมังคุดที่ใช้พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำมังคุดในผลิตภัณฑ์เป็น 30, 35 และ 40% โดยน้ำหนัก จะทำให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเป็น 3.45, 3.35 และ 3.35 ตามลำดับ แต่ไม่ส่งผลต่อสี และความหนืดของผลิตภัณฑ์ โดยน้ำสลัดมังคุดที่ผลิตได้จะมีความหนืดอยู่ระหว่าง 237.97-253.84cPS (Table3)

Table 3. Color scores, pH and Viscosity of mangosteen salad dressings which added mangosteen juice as 30, 35, 40% (w/w)

Mangosteen juice (%w/w)	Color scores			pH	viscosity (cPs)
	Lightness score (L)	Green-Red score (a)	Blue-Yellow score (b)		
30	53.54a	-0.55a	12.97a	3.45b	253.84a
35	52.83a	-0.65a	12.78a	3.35a	246.47a
40	52.09a	-0.60a	12.93a	3.35a	237.92a

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05)

เมื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า ปริมาณน้ำมังคุดที่ใช้เป็นส่วนประกอบจะส่งผลต่อ กลิ่น และรสชาติ ของน้ำสลัดมังคุดที่ผลิตได้ เมื่อน้ำมังคุดเพิ่มขึ้นจะทำให้น้ำสลัดมีกลิ่นมังคุดเพิ่มขึ้น แต่ในด้านการยอมรับโดยรวมน้ำสลัดที่มีปริมาณน้ำมังคุด35% โดยน้ำหนัก จะได้การยอมรับโดยรวมสูงที่สุดทั้งในด้านกลิ่น รสชาติ และลักษณะปรากฏ

2.1.4 ศึกษาชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัว (Stabilizer)ที่เหมาะสมในการป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันในผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

จากการผลิตน้ำสลัดมังคุดพบว่า เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 72-96 ชั่วโมง จะเกิดการแยกชั้นของน้ำมันที่ใช้เป็นส่วนประกอบ โดยการแยกชั้นเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกันได้แก่

- ความไม่เสถียรของอิมัลชันเนื่องจากสภาวะความเป็นกรด ทั้งนี้เลซิตินซึ่งเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ในไข่แดงและเป็นฟอสโฟไลปิดซึ่งเป็นสารประกอบที่มีขั้วสามารถจับกับน้ำได้ดี (Surh*et al.*, 2008) แต่เมื่อได้รับความร้อน หรือเมื่อ pH ต่ำกว่า 6-7เลซิตินจะสูญเสียความสามารถในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่เสถียร(Catharina and Donald, 1992)
- สภาวะการเก็บรักษาและการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งไม่เหมาะสมได้แก่ อุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงเกินไป หรือมีการสั่นสะเทือนระหว่างการขนส่งจะทำให้หยดน้ำมันขนาดเล็กรวมตัวกันได้ง่ายและเกิดการแยกชั้นของสลัดครีมขึ้น (Grey, 1972)
- การปิดฝาภาชนะบรรจุไม่สนิททำให้น้ำระเหยออกไปมาก ส่งผลให้ความเข้มข้นของน้ำมันที่เป็นส่วนประกอบของอิมัลชั่นเพิ่มขึ้นจนเกิดการแยกชั้น

การป้องกันการแยกชั้นของอิมัลชันที่นิยมในอุตสาหกรรมอาหารคือ การใช้สารให้ความคงตัวที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สามารถป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันได้ จากการศึกษาการป้องกันการแยกชั้นของน้ำสลัดมังคุดโดยใช้เพคตินชนิดที่มีกลุ่มเมทอกซิลต่ำ (Low Methoxyl Pectin, LMP) คาราจีแนน และแซนแธนกัม ที่ปริมาณ 0.5% โดยน้ำหนัก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 4 ˚C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้LMP และ คาราจีแนนจะมีเนื้อหยาบ และมีเม็ดเจลเล็กๆ แทรกในเนื้อของผลิตภัณฑ์ และเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 25 ˚C นาน 72 ชั่วโมง จะเกิดการแยกชั้นของน้ำมันบนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ส่วนการเก็บรักษาที่ 4 ˚C จะเกิดการแยกตัวของน้ำที่ใช้เป็นองค์ประกอบอยู่บนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แซนแธนกัมเป็นสารให้ความคงตัวจะมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน ไม่พบการแยกชั้นของน้ำและน้ำมันเมื่อเก็บรักษาที่ 25 และ 4 ˚C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง (Table4) ดังนั้น แซนแธนกัมจึงเป็นสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในน้ำสลัดมังคุด

การที่แซนแธนกัมเป็นสารให้ความคงตัวแก่ผลิตภัณฑ์ได้ดีเนื่องจากความสามารถในละลายได้ทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน ซึ่งสารละลายที่ได้จะมีความหนืดสูงและทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ รวมทั้งมีความคงตัวต่อความร้อนและ ความเป็นกรด-ด่างสูง นอกจากนี้ความหนืดของสารละลายแซนแธนกัมจะคงที่ แม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 0-100 ˚C หรือความเป็นกรด-ด่างจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 1-13 สารละลายแซนแธนกัมยังมีคุณสมบัติเป็นซูโดพลาสติก(Pseudoplastic)ซึ่งมีความสำคัญต่อกลิ่นลักษณะปรากฏและความรู้สึก เมื่ออาหารอยู่ในปาก (Mouth feel) (ดุษฎีและน้องนุช, 2554)

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแซนแทนกัมเพื่อป้องกันการแยกชั้นของน้ำสลัดมังคุดพบว่า ปริมาณแซนแธนกัมที่เพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 0.15, 0.30 และ 0.45% โดยน้ำหนัก ทำให้ความหนืดของน้ำสลัดมังคุดที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นด้วย โดยค่าความหนืดของน้ำสลัดที่ตรวจวัดได้เป็น 312.33, 474.67, 1,083 และ 2,006 cPs ตามลำดับ แต่ปริมาณของแซนแธนกัมที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของน้ำสลัดที่ผลิตได้ น้ำสลัดมังคุดที่มีแซนแธนกัม 0.30% โดยน้ำหนักจะได้รับการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคสูงที่สุด

Table 4. Characteristic of gelation, texture and appearance of mangosteen salad dressings which Low Methoxyl Pectin (LMP), Carrageenan (CRG) and Xanthan gum were used as stabilizer at 0.5% (w/w)

Stabilizer	Texture	Appearance at 25°C	Appearance at 4°C
LMP	Viscous/Grainy	oil separation	liquid syneresis
CRG	Viscous/Grainy	oil separation	liquid syneresis
XTG	Viscous/Smooth	homogeneous mixture	homogeneous mixture

2.1.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษา

จากการศึกษาคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมังคุดที่เก็บรักษาที่ 4 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย แต่ในน้ำสลัดผลไม้ที่ไม่ได้มีการเติมแซนแธนกัมเมื่อเก็บรักษาที่ 4 °C เป็นเวลา 2 สัปดาห์จะเกิดการแยกชั้นของน้ำมันอยู่บนผิวหน้าของน้ำสลัดทำให้ดูไม่น่ารับประทาน แต่ปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยเช่นกัน ดังนั้นอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมังคุดคือ 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 °C

2.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากน้ำมังคุดต่างๆ

2.2.1 น้ำมังคุดพร้อมดื่ม

จากการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมังคุดพร้อมดื่มพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมังคุดที่มีปริมาณกรดซิตริก 0.25, 0.5 และ 0.75% โดยน้ำหนัก มีค่า 2.92, 3.04 และ 3.19 ตามลำดับ ค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 12.40-13.26 cPsโดยปริมาณกรดในเครื่องดื่มจะส่งผลโดยตรงต่อความสว่างของสีที่วัดได้ (L) เมื่อปริมาณกรดสูงขึ้นเครื่องดื่มน้ำมังคุดจะมีสีที่สว่างมากขึ้นแต่ไม่ส่งผลต่อค่าสีทั้งสีเขียว-แดง (a) และ สีน้ำเงิน-เหลือง (b) (Table 5)

เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนาในด้านรสชาติ กลิ่นของมังคุด และสีของเครื่องดื่มพบว่า น้ำมังคุดที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดจากผู้บริโภคคือ น้ำมังคุดที่มีการแปรระดับน้ำตาลต่อกรดซิตริกที่ 14.50:0.50% โดยน้ำหนัก

Table 5. Color scores, pH and viscosity of mangosteen juices which sugar and acid were varied into three ratios

Sugar:Acid Ratio (%w/w)	Color scores			pH	Vicosity (cPs)
	Lightness score (L)	Green-Red score (a)	Blue-Yellow score (b)		
14.25:0.75	21.93a	2.95a	-2.44a	2.92a	12.40a
14.50:0.50	22.33ab	3.04a	-2.45a	3.04b	13.18a
14.75:0.25	22.97b	3.03a	-2.40a	3.19c	13.26a

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05)

2.2.2 น้ำมังคุดเข้มข้น (Squash)

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมังคุดเข้มข้นทั้ง 4 สูตรพบว่า น้ำมังคุดเข้มข้นทั้ง 4 สูตร มีความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 2.38-2.41 โดยเมื่อความเข้มข้นของน้ำมังคุดเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อความความหนืดของผลิตภัณฑ์ โดยความหนืดของน้ำมังคุดเข้มข้น 50, 52.5, 55 และ 57.5 ^{o}Brix เป็น 199.26, 200.12, 231.26 และ 254.18 cPsตามลำดับ และมีปริมาณน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 0.85-0.88 (Table6)

จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทโดยใช้แบบทดสอบเชิงพรรณนากับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 15 คนในด้านรสชาติ กลิ่นของมังคุด และสีของเครื่องดื่มหลังจากเจือจางด้วยน้ำ 2 เท่าก่อนบริโภคของน้ำมังคุดเข้มข้นทั้ง 4 สูตรพบว่า น้ำมังคุดสูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดทั้งในด้านรสชาติ กลิ่นของมังคุด และสีของเครื่องดื่มคือน้ำมังคุดเข้มข้นที่ 57.5 ^{o}Brix ประกอบด้วยน้ำมังคุด 50% น้ำตาลทราย 48.33% และ กรดซิตริก 1.67% โดยน้ำหนัก

Table 6. Color scores, pH, water activity (Aw) and viscosity of mangosteen squashes which Total Soluble Solid were varied as 50.0, 52.5, 55.0 and 57.5 ^{o}Brix

Total soluble solid (^{o}Brix)	Color scores			pH	Water activity (Aw)	Vicosity (cPs)
	Lightness score (L)	Green-Red score (a)	Blue-Yellow score (b)			
50.0	24.14a	1.97a	0.01a	2.40a	0.85a	199.26a
52.5	23.75a	2.03a	-0.30b	2.41a	0.88b	200.12a
55.0	24.96b	1.82a	-0.33b	2.40a	0.88b	231.26b
57.5	24.42ab	1.97a	-0.26b	2.38a	0.88b	254.18c

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05).

2.2.3 น้ำมังคุดผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลัก

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมังคุดผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลักทั้ง 4 สูตรที่มีการแปรปริมาณของผงใยอาหารจากเมล็ดแมงลักตั้งแต่ 0, 0.15, 0.30 และ 0.45% โดยน้ำหนัก พบว่า จะทำให้ความหนืดของเครื่องดื่มเป็น 22.90, 28.74, 66.06 และ 143.24 cPs และมีปริมาณใยอาหารในเครื่องดื่มเพิ่มขึ้นเป็น 0.06, 0.17, 0.18 และ 0.22% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 2.95-3.00 (Table7) สารละลายผงใยอาหารจากเมล็ดแมงลักมีลักษณะการไหลแบบนิวโตเนียนที่ระดับความเข้มข้นต่ำและจะเปลี่ยนรูปแบบการไหลเป็นแบบซูโดพลาสติกที่ความเข้มข้นสูงเกินกว่า 0.50% โดยน้ำหนัก นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล และ pH จะไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด แต่ค่าความหนืดของสารละลายใยอาหารจากแมงลักจะลดลงเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ อัตราการเฉือนและความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (ศศิธรและปราณี, 2545) จากคุณสมบัติดังกล่าวของใยอาหารจากเมล็ดแมงลักจึงมีผู้ทดลองนำใยอาหารจากเมล็ดแมงลักมาใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ต่างๆเช่น ในไอศกรีมกล้วยหอม และบะหมี่สุกแห้ง

จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบเชิงพรรณนากับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 15 คน ในด้านรสชาติ กลิ่นของมังคุด สี และความหนืดของเครื่องดื่ม พบว่าน้ำมังคุดที่ผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลักที่ 0.30% โดยน้ำหนัก จะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด

Table 7. Color scores, pH, viscosity and fiber of mangosteen juices which contained 0, 0.15, 0.30 and 0.45 %(w/w) of fiber powder from hoary basil seed

Fiber powder %(w/w)	Color scores			pH	Vicosity (cPs)	Fiber (%w/w)
	Lightness score (L)	Green-Red score (a)	Blue-Yellow score (b)			
0	23.78a	2.51c	-3.21a	2.95a	22.90a	0.06
0.15	25.46a	2.25a	-2.86b	2.97b	28.74b	0.17
0.30	25.48a	2.22a	-3.02ab	3.00c	66.06c	0.18
0.45	25.56a	2.35b	-3.09a	3.00c	143.24d	0.22

Means within the same column followed by different letter are significantly different ($P<0.05$)

2.2.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากน้ำมังคุดต่างๆ

จากการศึกษาคุณภาพด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดพร้อมดื่ม น้ำมังคุดเข้มข้น และน้ำมังคุดผสมใยอาหารจากแมงลัก ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดสามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย (มอก. 187-2519: น้ำผลไม้สควอช) แต่เมื่อเก็บรักษานานกว่า 2 สัปดาห์ จะพบการแยกชั้นของอนุภาคผลไม้และของเหลว รวมทั้งน้ำผลไม้มีสีคล้ำขึ้นแต่ไม่มีอันตรายต่อการบริโภค ดังนั้นอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดทั้ง 3 ชนิด คือ 2 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 °C

3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ต่างๆจากน้ำมังคุด พบว่า การบริโภคน้ำสลัดมังคุด น้ำมังคุดพร้อมดื่ม น้ำมังคุดเข้มข้น (Squash) และน้ำมังคุดผสมใยอาหารจากแมงลัก 100 กรัม จะได้รับพลังงาน 316, 91, 295 และ 91 กิโลแคลอรี ตามลำดับ (Table8) แต่เมื่อคำนวณพลังงานที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยบริโภค น้ำสลัดมังคุด 1 หน่วยบริโภคหรือ 30 กรัม จะได้รับพลังงานเพียง 94.8 กิโลแคลอรี ในขณะที่ในการบริโภคน้ำมังคุดชนิดต่างๆ 1 หน่วยบริโภคหรือ 200 กรัม จะได้รับพลังงาน 182-197 กิโลแคลอรี โดย 1 หน่วยของการบริโภคน้ำมังคุดเข้มข้นประกอบด้วยน้ำมังคุดเข้มข้น 66.67 กรัม และน้ำ 133.33 กรัม

น้ำสลัดมังคุดเป็นน้ำสลัดที่มีธาตุเหล็กและแคลเซียมสูง โดยใน 100 กรัมจะมีเหล็ก 1.42 มิลลิกรัม และแคลเซียม 36 มิลลิกรัม ส่วนน้ำมังคุดผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลักเป็นเครื่องดื่มที่มีใยอาหารและธาตุเหล็กสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำมังคุดสูตรอื่นๆ โดยใน 100 กรัม จะมีใยอาหาร 0.18 กรัม และ ธาตุเหล็ก 0.24 มิลลิกรัม สำหรับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระพบว่า ใน 100 กรัมของน้ำสลัดมังคุด น้ำมังคุดพร้อมดื่ม น้ำมังคุดเข้มข้น และน้ำมังคุดผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลักจะมีค่าเป็น 349, 318, 312 และ 321 μmol TEตามลำดับ (Table8)

Table 8. Nutritional value of four developed products

Nutrition Fact* (100 g of product)	Unit	Mangosteen salad dressing	Mangosteen drink	Mangosteen squash	Mangosteen drink with fiber
Total Energy	Kcal	316.0	91.0	295.0	91.0
Energy from fat	Kcal	151.0	0.9	0.9	0.9
Total fat	gram	16.8	0.1	0.2	0.1
Protein	gram	1.3	1.1	0.5	1.0
Carbohydrate	gram	39.9	21.5	72.9	21.5
Fiber	gram	1.1	0.06	0.08	0.18
Sugar	gram	25.6	21.5	72.9	21.5
Sodium	milligram	503.0	2.0	2.0	2.0
VitaminB1	milligram	0.02	0.02	0.02	0.03
VitaminB2	milligram	0.02	0.01	-	0.01
Calcium	milligram	36.0	6.0	5.0	6.0
Ferrous	milligram	1.42	0.17	0.18	0.24
Antioxidant activity	μmol TE*	349.0	318.0	312.0	321.0

TE* = Trolox Equivalent

สรุปผลการทดลอง

1. วิธีการที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมังคุด คือนึ่งเนื้อมังคุดด้วยไอน้ำเดือดนาน 15 นาที เพื่อยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่จะทำให้น้ำมังคุดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จากนั้นสกัดน้ำมังคุดด้วยวิธีการใช้เครื่องคั้นระบบไฮโดรลิค น้ำมังคุดที่คั้นได้จะมีสีขาวใส ความหนืดต่ำ และไม่เกิดรสขมเมื่อนำไปผ่านการให้ความร้อนในกระบวนการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรซ์ที่ 85 °C นาน 5 นาที

2. ในการทดลองนี้ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากน้ำมังคุด 4 ชนิดคือ น้ำสลัดจากมังคุด น้ำมังคุดพร้อมดื่ม น้ำมังคุดเข้มข้น (Squash) และน้ำมังคุดพร้อมดื่มผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลัก

3. วิธีการผลิตผงใยอาหารจากแมงลัก เริ่มจากการนำเมล็ดแมงลักแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องนานประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดแมงลักที่พองตัวเต็มที่มาปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าเพื่อแยกใยอาหารที่ละลายน้ำได้ออกจากเมล็ด บีบแยกใยอาหารที่ละลายน้ำได้โดยใช้เครื่องไฮโดรลิคเพรส จากนั้นนำใยอาหารที่แยกได้ไปอบที่อุณหภูมิ 55 °C นาน 15 ชั่วโมง แล้วบดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าเพื่อทำให้เป็นผง ซึ่งผงใยอาหารที่ได้สามารถใช้ในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับอาหารและเครื่องดื่มอื่นๆ รวมทั้งยังสามารถใช้เป็นสารปรับความหนืดให้กับอาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ ให้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการกลืน

การนำไปใช้ประโยชน์

1. สามารถนำสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ได้จากการทดลองนี้ไปเผยแพร่และพัฒนากระบวนการผลิตให้กับกลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนเพื่อให้เกิดการผลิตในเชิงพาณิชย์โดยอาจประยุกต์ใช้ผลไม้ในท้องถิ่นที่มีราคาถูกและมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับมังคุดได้

2. สามารถนำสูตรผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในอาหารสำหรับการบำบัดโรคในกลุ่มผู้ป่วยต่างๆ โดยพัฒนาเป็นอาหารที่มีฤทธิ์เป็นยาเพื่อใช้เป็นทางเลือกของการโภชนบำบัดให้เหมาะสมกับกลุ่มอาการของผู้ป่วยนั้นๆ โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มชนิดของผักและผลไม้เพื่อให้ได้สารพฤกษเคมีต่างๆ ตามต้องการและยังสามารถพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการกลืน

<u>หมายเหตุ</u> ได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำมังคุดให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกมังคุดทั้งในภาคตะวันออกและภาคใต้เช่น

- การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมังคุด ณ สมาคมชาวสวน จังหวัดระยอง
- โครงการส่งเสริมอาชีพด้านการเกษตรในจังหวัดชายแดนภาคใต้หลักสูตร “ทำอย่างไรให้ผลไม้มีคุณภาพและเพิ่มมูลค่า”ณ อำเภอมะนัง และอำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล และ อำเภอจะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย จ.สงขลา
- โครงการส่งเสริมอาชีพด้านการเกษตรในจังหวัดชายแดนภาคใต้หลักสูตร “เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์แปรรูปลองกองและมังคุด” ณ อำเภอมะนัง และอำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล และ อำเภอจะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย จ.สงขลา เป็นต้น

สูตรและต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์จากมังคุด

<u>น้ำสลัดมังคุด</u>ประกอบด้วย

น้ำมังคุด	355	กรัม
น้ำมันพืช	174.5	กรัม
น้ำส้มสายชู	150	กรัม
น้ำตาลทราย	202.5	กรัม
น้ำ	7.5	กรัม
ไข่แดง	70	กรัม
เกลือ	12.5	กรัม
แป้งข้าวโพด	20	กรัม
ผงมัสตาร์ด	2.5	กรัม
พริกไทย	2.5	กรัม
แซนแธนกัม	3	กรัม

สูตรนี้สามารถผลิตน้ำสลัดได้ 1 กิโลกรัม โดยมีต้นทุนการผลิต 111.42 บาท/น้ำสลัด 1 กิโลกรัม

<u>น้ำมังคุดพร้อมดื่ม</u>ประกอบด้วย

น้ำมังคุด	1,000	กรัม
น้ำตาลทราย	160	กรัม
กรดซิตริก	2.5	กรัม
น้ำ	837.5	กรัม

สูตรนี้สามารถบรรจุขวดขนาด 125 มิลลิลิตร ได้ 16 ขวด ต้นทุนการผลิตเป็น 15.86 บาท/ขวด

<u>น้ำมังคุดเข้มข้น</u>(Squash)ประกอบด้วย

น้ำมังคุด	1,000	กรัม
น้ำตาลทราย	966.6	กรัม
กรดซิตริก	33.4	กรัม

สูตรนี้สามารถบรรจุขวดขนาด 750 มิลลิลิตร ได้ 3 ขวด ต้นทุนการผลิตเป็น 87.50 บาท/ขวด

<u>น้ำมังคุดผสมใยอาหารจากเมล็ดแมงลัก</u>ประกอบด้วย

น้ำมังคุด	1,000	กรัม
น้ำ	831.5	กรัม
น้ำตาลทราย	160	กรัม
กรดซิตริก	2.5	กรัม
ผงใยอาหารจากเมล็ดแมงลัก	6	กรัม

สูตรนี้สามารถบรรจุขวดขนาด 125 มิลลิลิตร ได้ 16 ขวด ต้นทุนการผลิตเป็น 16 บาท/ขวด

เอกสารอ้างอิง

ดุษฎี อุตภาพและน้องนุช เจริญกูล. 2554. สมบัติทางเคมีของคาร์โบไฮเดรท-ไฮโดรคอลลอยด์และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม. Carbohydrate Technology.สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมีคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีกรุงเทพ.

มะลิ เนติประมุข. 2534. การพัฒนาน้ำสลัดครีมพลังงานต่ำ.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 135หน้า.

วิภาดา กุลจรรยา และปราณี อ่านเปรื่อง. 2537. การสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนโดยการใช้เอนไซม์เซลลูเลสและอมัยเลส ภายใต้สภาวะปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องและแบบตามลำดับ.*อาหาร* 24(3):173-180.

ศศิธร เรืองจักรเพ็ชรและปราณี อ่านเปรื่อง. 2545. ลักษณะเฉพาะทางกายภาพของผงเมือกเมล็ดแมงลัก. *อาหาร*32(3):223-232.

สนั่น ศุภธีรสกุล. 2547. เรื่องมังคุด(ที่ไม่"คุด"). บทความวิชาการ เดือนมิถุนายน 2547. ภาควิชาเภสัชเวทและเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. หน้า 1-3.

สมใจ วิชัยดิษฐ์, วิชัยตันไพจิตรและทรงศักดิ์ศรีอนุชาต. 2529.โภชนศาสตร์ประยุกต์. บริษัทประยูรวงศ์กรุงเทพฯ. 287 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2519. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำผลไม้สควอช. มอก. 187-2519. 12 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2540. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มายองเนสและสลัดครีม. มอก. 1402-2540. 14 หน้า.

Catharina, H. M. and Donald, M.D. 1992. Heat stability of recombined milk: influence of lecithins on the heat coagulation time-pH profile. *J. Dairy Res*. 59, pp 177-185.

Grey, D.M. 1972. Oil Fat Ind, p. 332. In R.R. Allen, ed. Bailey's Industrial Oil and Fat Productions. Vol. 2 John Wiley and Son, Inc., New York.

Pomeranz, Y. 1985. Functional properties of food components.Acadermic Press. Inc. New York. 536p.

Surh, J., Jeong, Y.G. and Vladisavljevic, G.T. 2008.On the preparation of lecithin-stabilized oil in-water emulsions by multi-stage premix membrane emulsification.*J. Food Eng*. 89(2):164-170.

TengkuAdnin B. T. A., Augustin,M. A. and Hansanah M.G. 1986. Polyphenoloxidase from Starfruit (*Averrhoacarambola*, L.). *Pertanika*. 9(2):219-224.