ผลกระทบของกระบวนการแปรรูปต่อคุณภาพน้ำมังคุดแบบเข้มข้น
EFFECT OF PROCESSING METHOD ON QUALITY OF MANGOSTEEN JUICE CONCENTRATE

อรุษา เชาวนลิขิต[1], *อรัญญา มิ่งเมือง*[1], *ธิดารัตน์ กิจบรรลือวิทย์*[2], *น้ำปรุง ชลดำรงกุล*[2]
[1]*คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*
[2]*คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบของการทำให้ใสด้วยเอนไซม์เพคติเนสและสภาวะการระเหย ที่มีต่อคุณภาพของน้ำมังคุดเข้มข้น โดยทำการตรวจวัดค่า สี (L*, C*, h), ปริมาณแอนโธไซยานิน, ร้อยละของสีจากโพลิเมอร์และปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด พบว่า น้ำมังคุดเข้มข้นมีปริมาณแอนโธไซยานิน ประมาณ 0.85±0.41 – 2.32±0.67 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร มีร้อยละของสีจากโพลิเมอร์ ประมาณ 64.80±9.73 - 81.88±3.98% และมีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดประมาณ 670.61±19.62 – 891.50±148.23 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร การระเหยในสภาวะสุญญากาศป้องกันการสลายตัวของแอนโธไซยานินได้ดีกว่าการระเหยในสภาวะปกติ และการทำให้ใสโดยใช้เอนไซม์จะทำให้ ร้อยละของสีจากโพลิเมอร์ลดลง และมีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดเพิ่มขึ้น จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 9-point Hedonic scale พบว่าน้ำมังคุดที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะสุญญากาศจะมีคุณลักษณะด้านสี, รสชาติ และการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากน้ำมังคุดสด

คำสำคัญ: การระเหย, การทำให้ใสโดยใช้เอนไซม์, น้ำมังคุดเข้มข้น

Abstract

This resreach studies the effect of enzymatic clarification by pectinase and evaporation methods on the quality of mangosteen juice concentrate by determining the changes of color value such as L*, C*, h, anthoycanin content, % polymeric color, and total phenolic content. Mangosteen juice concentrate has anthocyanin content about 0.85±0.41 - 2.32±0.67 mg/100ml, % polymeric about 64.80±9.73 - 81.88±3.98%, and total phenolic about 670.61±19.62 - 891.50±148.23 mg/100ml. The vacuum evaporation can prevent the degradation of anthocyanin better than the atmo spheric evaporation. The enzymatic clarification can decrease the % polymeric color and increase the

total phenolics of mangosteen juice concentrate. Using the 9-point hedonic scale to evaluate consumer reference, the result shows that fresh mangosteen juice and mangosteen juice concentrate processed by enzymatic clarification and vacuum evaporation has no significant difference in color, flavor and acceptance score.

Keywords: evaporation, enzymatic clarification, mangosteen juice concentrate

บทนำ

มังคุดเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยผลิตมังคุดได้ถึง 171,881 ตัน และส่งออกมังคุดสดแช่เย็นแช่แข็งมูลค่า 15,175 ตัน มูลค่า 277 ล้านบาท ตลาดส่งออกของมังคุดที่สำคัญได้แก่ จีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เป็นต้น ส่วนปริมาณที่เหลือจะขายในท้องตลาดประมาณ กิโลกรัม (กก.) ละ 12-20 บาท แต่ในปี พ.ศ. 2550 นี้ ราคาพืชผลของประเทศไทยตกต่ำอย่างหนัก โดยเฉพาะมังคุดเหลือกิโลกรัม (กก.) ละ 2 บาท และคาดว่าจะสามารถผลิตมังคุดได้ถึง 2 แสนตัน ดังนั้น การแปรรูปมังคุดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อลดการเสื่อมเสีย ยืดอายุการเก็บ เพิ่มมูลค่า รวมทั้งการพัฒนาต่อยอดให้เป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบออกจำหน่าย จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องศึกษาอย่างเร่งด่วนเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร

มังคุดประกอบด้วยสารประกอบกลุ่มฟีนอลิคหลายชนิด เช่น Phenolic acid Xanthone Tannin และ Anthocyanins สารประกอบฟีนอลิคเป็นสารที่พบในพืชเป็นส่วนประกอบที่สำคัญต่อระบบการป้องกันภัยของพืชจากปัจจัยภายในและสิ่งแวดล้อมภายนอก จากการค้นคว้าและวิจัยพบว่า สารประกอบฟีนอลิคหรือสารโพลีฟีนอล มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และการต้านจุลินทรีย์ ซึ่งสามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดของโรคเรื้อรัง เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคเส้นเลือดอุดตัน โรคชรา และโรค Parkinson เป็นต้น อรุษา เชาวนลิขิต และอรัญญา มิ่งเมือง [1] ทำการศึกษาการแปรรูปมังคุดให้เป็นน้ำมังคุดพร้อมดื่มพบว่าน้ำมังคุดมีปริมาณฟีนอลิคใกล้เคียงกับน้ำลูกแพร์ (19.6-45.7 mg GAE/100 mL) และ ไวน์ขาว (15.1-47.4 mg GAE/100 mL) และมีค่าน้อยกว่าไวน์แดง (70.5-117.7 mg GAE/100 mL) และน้ำ Black currant (454-610 mg GAE/100 mL) อย่างไรก็ดี อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ประมาณไม่ต่ำกว่า 3 เดือนในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง แต่น้ำมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะกายภาพอย่างชัดเจน อย่างไรก็ดีในการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ของมังคุด น้ำผลไม้เข้มข้นเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้นเนื่องจากถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปน้ำผลไม้พร้อมดื่มในอุตสาหกรรมอาหารรวมทั้งถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำผลไม้และคอกเทลตามร้านอาหารและโรงแรม การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นสามารถทำได้โดยการนำผลไม้แท้ไปต้มภายในสภาพสุญญากาศเพื่อระเหยน้ำออกไปบางส่วนโดยตรงสัดส่วนของปริมาณน้ำ

ที่ลดลงไปนั้นจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 MoBhammer และคณะ [2] ศึกษาผลกระทบของการแปรรูปน้ำแก้วมังกรเข้มข้นและน้ำแก้วมังกรผง ประกอบด้วยการบีบอัด และทำให้ใสโดยใช้เอนไซม์และนำไปผ่านเครื่องระเหยพบว่ามีการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ที่ได้ Maskan [3] ศึกษาผลของการระเหยต่อการเปลี่ยนแปลงของสีในน้ำทับทิบเข้มข้น พบว่า การระเหยภายใต้ภาวะสุญญากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าการระเหยโดยใช้พลังงานไมโครเวฟหรือภายใต้ความดันปกติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการทำให้ใสด้วยเอนไซม์เพคติเนสและสภาวะการระเหยต่อค่าสี ปริมาณแอนโธไซยานิน ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดและคุณลักษณะจากการประเมินทางประสาทสัมผัสของน้ำมังคุดเข้มข้น

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการผลิตน้ำมังคุด

นำตัวอย่างมังคุดที่แช่แข็งมาละลายน้ำแข็ง จากนั้นผ่าครึ่งมังคุด แยกเนื้อและน้ำโดยนำเนื้อมังคุดไปลวกที่อุณหภูมิ 85 °C นาน 2 นาที และนำน้ำจากมังคุดไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 °C นาน 2 นาที ทำให้เย็นทันทีแล้วนำทั้งเนื้อและน้ำมาปั่นแยกกาก นำน้ำมังคุดที่ได้ไปเหวี่ยงแยกกากโดยใช้เครื่อง Centrifuge (Falcon 6/300, UK) ความเร็ว 3,000 xg เป็นเวลา 25 นาที จะได้น้ำมังคุด

2. ศึกษาผลกระทบของเอนไซม์และกระบวนการระเหยต่อคุณภาพของน้ำมังคุดเข้มข้น

นำน้ำมังคุด แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ไปใส่เอนไซม์เพคติเนส 1,000 ppm ตั้งไว้ใน Sonicator (Elma® Singen D-78224, Germany) ควบคุมอุณภูมิที่ 40 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นให้ความร้อนเพื่อยับยั้งเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 85 °C นาน 2 นาที ทำให้เย็นทันทีแล้วนำน้ำมังคุดไปเหวี่ยงแยกกากด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ 3,000 xg นาน 25 นาที เก็บเฉพาะสารละลายใสด้านบน และนำไปผ่านกระบวนการระเหย ส่วนที่ 2 ไม่มีการใส่เอนไซม์ แต่ระเหยทันที วิธีการระเหยจะใช้เป็น 2 วิธี ดังนี้ **วิธีที่ 1** ระเหยที่อุณหภูมิ 60° C โดยใช้ Hot plate stirrer (จนกระทั่งวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 47° Brix จากนั้นจึงนำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 °C นาน 2 นาที บรรจุขวดแล้วทำให้เย็นทันที และ**วิธีที่ 2** คือ ระเหยที่อุณหภูมิ 40 °C โดยใช้ Rotary evaporator (Buchi R 114, UK) จนกระทั่งวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 47° Brix จากนั้นจึงนำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 °C นาน 2 นาที บรรจุน้ำมังคุดลงขวดขนาด 25 ml น้ำมังคุดเข้มข้นที่ได้จะถูกนำไปศึกษาคุณภาพทางด้านสีในระบบ CIE LAB ด้วยเครื่องวัดสี (BYK-Gardner, Germany) นำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่า ความสว่าง (L*) Chroma (C*) และ Hue angle (h) การประเมินทางประสาทสัมผัสด้วย 9-point Hedonic scale และ Just right scale ด้านเคมี เช่น ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (Total phenolics) โดยวิธี Folin–Ciocalteu [4] และวิเคราะห์หาปริมาณ Anthocyanin จะทำโดย

วิธี pH-Differential และ % Polymeric [5] ค่าทั้งหมดที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ One-Way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SPSS V.11.5

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้น

เมื่อนำมังคุดที่ได้มาทำการละลายน้ำแข็ง แยกเปลือกเอาแต่เนื้อไปทำการปั่นแยกกากจะได้น้ำมังคุดภายหลังการปั่นแยกกากทั้งหมด 13.33% จากมังคุดเริ่มต้นทั้งผล จากนั้นจึงแบ่งออกเป็นส่วนๆ เพื่อนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นน้ำมังคุดและน้ำมังคุดแบบเข้มข้น ได้ร้อยละของผลผลิตดังตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าน้ำมังคุดเข้มข้นจะมีผลผลิตที่น้อยว่าเพราะการแปรรูปเป็นน้ำมังคุดแบบเข้มข้นนั้นจะต้องมีการระเหยน้ำออกไป

ตารางที่ 1 ร้อยละของผลผลิตที่ได้ภายหลังกระบวนการแปรรูปแบบต่างๆ

กระบวนการ	ร้อยละผลผลิตที่ได้จากมังคุดสด (%)
น้ำมังคุด	5.93
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะปกติ	1.91
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะปกติ+เอนไซม์	1.89
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศ	3.34
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศ+เอนไซม์	3.30

ผลกระทบของสภาวะการระเหยและเอนไซม์ที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำมังคุดเข้มข้น

กระบวนการระเหยน้ำมังคุดที่สภาวะปกติ อุณหภูมิ 60° มีผลต่อปริมาณ Monomeric anthocyanin ในน้ำมังคุดเข้มข้น 47° Brix โดยทำให้ปริมาณ Monomeric anthocyanin ลดลงมากกว่าการระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ อุณหภูมิ 40° เนื่องจากใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าในการระเหยน้ำออก (ดังตารางที่ 2)

นอกจากนั้นเอนไซม์มีผลทำให้ % Polymeric color ลดลง และ ปริมาณสารฟีนอลิคเพิ่มขึ้น (ดังตารางที่ 3) อาจเนื่องจากเอนไซม์จะช่วยทำลายผนังเซลล์จึงเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารฟีนอลิคลงสู่น้ำผลไม้ [6-7]

เมื่อพิจารณาค่าสี (L*,C*,h) พบว่ากระบวนการระเหยที่สภาวะสุญญากาศจะทำให้ค่า L* เพิ่มมากขึ้นกว่าการระเหยที่สภาวะปกติ เนื่องจากการระเหยที่สภาวะสุญญากาศเป็นการระเหยที่ใช้อุณหภูมิต่ำเพียง 40°C ซึ่งการใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเสื่อมสลายของรงค์วัตถุแอนโธไซยานินซึ่งจะทำให้ค่า L* ลดลง [8] รวมถึงการใช้เอนไซม์จะมีผลทำให้ค่า L* มากขึ้นกว่าการไม่ใช้เอนไซม์ ดังนั้น การใช้การระเหยที่สภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้เอนไซม์จึงทำให้น้ำมังคุดเข้มข้นมีสีที่สว่างมากที่สุด อย่างไรก็ดี การใช้เอนไซม์จะทำให้ค่า C* และค่า h เพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ใช้เอนไซม์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จึงทำให้น้ำมังคุดเข้มข้นมีสีที่เปลี่ยนไปและเข้มขึ้น (ดังตารางที่ 4) อาจเนื่องจากการใช้เอนไซม์จะช่วยทำลายผนังเซลล์ของพืชทำให้สามารถสกัดสารฟีนอลิคอื่นๆ ในปริมาณที่มากขึ้น และส่งผลกับค่าสีที่วัดได้ [6-7]

ตารางที่ 2 ปริมาณ Monomeric anthocyanin, % Polymeric anthocyanin และปริมาณสารฟีนอลิคของน้ำมังคุดแบบเข้มข้น 47° Brix

สาระสำคัญ / กระบวนการ	Monomeric anthocyanin (mg/100ml)	% Polymeric anthocyanin	ปริมาณสารฟีนอลิค (mg/100ml)
1. น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ระเหยสภาวะปกติ	1.32±0.18	81.88±3.98	670.61±19.62
2. น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะปกติ	0.85±0.41	68.34±10.44	891.50±148.23
3. น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ระเหยที่สภาวะสุญญากาศ	2.32±0.67	79.35±6.22	704.91±198.01
4. น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะสุญญากาศ	2.20±0.53	64.80±9.73	813.38±39.44

ตารางที่ 3 ค่าความสว่าง (L*), Chroma (C*) และ Hue angle (h) ของน้ำมังคุดแบบเข้มข้น 47° Brix

ค่าสี / กระบวนการ	ค่า L*	ค่า C*	ค่า h
1. น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ระเหยสภาวะปกติ	14.69±0.72	7.92±0.31	29.56±3.20
2. น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะปกติ	16.42±0.64	11.80±2.64	39.78±6.22
3. น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ระเหยที่สภาวะสุญญากาศ	16.79±0.78	8.94±0.27	30.24±3.86
4. น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะสุญญากาศ	17.18±1.09	11.66±0.75	39.06±2.70

เมื่อนำน้ำมังคุดที่ผ่านกระบวนการแปรรูปทั้ง 5 แบบเจือจางให้มีของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับน้ำมังคุด 100% คือ 15° Brix ไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับน้ำมังคุด 100% โดยใช้ 9-point Hedonic scale พบว่า น้ำมังคุด 100% และน้ำมังคุดที่ระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศทั้งใช้และไม่ใช้เอนไซม์ได้รับการยอมรับทางด้านสีมากที่สุด และน้ำมังคุดที่ระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้เอนไซม์ ได้รับการยอมรับด้านรสชาติมากที่สุด (ดังตารางที่ 4) เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Just right scale พบว่า ผู้บริโภครู้สึกว่าน้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะสุญญากาศมีสีความข้น และรสชาติใกล้เคียงกับน้ำมังคุด (ดังภาพที่ 1 และตารางที่ 5) ในขณะที่น้ำมังคุดที่ระเหยโดยสภาวะปกติจะมีสีเข้มเกินไป

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมังคุด และน้ำมังคุดเข้มข้นที่นำไปเจือจางเป็น 15° Brix โดยใช้ 9-point Hedonic scale

คุณลักษณะ / กระบวนการ	สี	รสชาติ	การยอมรับโดยรวม
1. น้ำมังคุด	$7.30^{a}\pm1.34$	$5.43^{bc}\pm2.01$	$4.97^{a}\pm1.65$
2. น้ำมังคุดเข้มระเหยสภาวะปกติ	$4.13^{c}\pm1.76$	$3.20^{d}\pm1.67$	$3.10^{c}\pm1.24$
3. น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะปกติ+เอนไซม์	$4.77^{c}\pm1.87$	$3.97^{d}\pm1.85$	$3.60^{bc}\pm1.57$
4. น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศระเหยที่สภาวะสุญญากาศ	$6.90^{ab}\pm1.65$	$4.93^{c}\pm1.87$	$4.20^{b}\pm1.71$
5. น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศ+เอนไซม์	$7.40^{a}\pm1.33$	$6.00^{ab}\pm1.62$	$5.43^{a}\pm1.70$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แสดงในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ภาพที่ 1 น้ำมังคุดที่ 15° Brix (1 = น้ำมังคุด, 2 = น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ระเหยสภาวะปกติ, 3 = น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ระเหยสภาวะสุญญากาศ, 4 = น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะปกติ, 5= น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมังคุด และน้ำมังคุดเข้มข้นที่นำไปเจือจางเป็น 15° Brix โดยใช้ Just right scale

คุณลักษณะ / กระบวนการ	สี	ความขุ่น-ใส	รสหวาน	รสเปรี้ยว
น้ำมังคุด	กำลังดี	กำลังดี	น้อยไป	กำลังดี
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะปกติ	เข้มไป	ขุ่นไป	น้อยไป	น้อยไป
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะปกติ+เอนไซม์	เข้มไป	ขุ่นไป	น้อยไป	กำลังดี
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศ	กำลังดี	กำลังดี	น้อยไป	น้อยไป
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศ+เอนไซม์	กำลังดี	กำลังดี	น้อยไป	กำลังดี

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิคและค่าสีของน้ำมังคุด และน้ำมังคุดเข้มข้นที่เจือจางให้มีของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับน้ำมังคุด พบว่า น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะสุญญากาศ จะมีปริมาณ Monomeric anthocyanin สูงใกล้เคียงกับน้ำมังคุด 100% มากที่สุดและความร้อนมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิคเพิ่มขึ้น [9] เห็นได้จากปริมาณฟีนอลิคของน้ำมังคุดเข้มข้นที่สภาวะปกติมีปริมาณฟีนอลิคมากกว่าระเหยในสภาวะสุญญากาศ นอกจากนั้นการระเหยในสภาวะปกติจะมีค่า L* น้อยที่สุดซึ่งแสดงว่ามีความสว่างน้อยกว่าน้ำมังคุดอื่นๆ (ดังตารางที่ 6 และ 7) ดังนั้นการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นโดยการใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยในสภาวะสุญญากาศ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดที่ใกล้เคียงกับน้ำมังคุดที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์

ตารางที่ 6 ปริมาณ Monomeric anthocyanin, % Polymeric anthocyanin และปริมาณสารฟีนอลิคของน้ำมังคุด และน้ำมังคุดเข้มข้นที่นำไปเจือจางเป็น 15° Brix

สาระสำคัญ / กระบวนการ	Monomeric anthocyanin (mg/100ml)	% Polymeric anthocyanin	ปริมาณสารฟีนอลิค (mg/100ml)
น้ำมังคุด	$0.87^{a}\pm0.05$	$68.68^{b}\pm9.24$	$205.36^{a}\pm20.55$
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะปกติ	$0.5^{d}\pm0.0.06$	$81.80^{a}\pm4.49$	$231.68^{a}\pm63.68$
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะปกติ+เอนไซม์	$0.25^{d}\pm0.13$	$68.45^{b}\pm11.39$	$240.87^{a}\pm62.31$
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศ	$2.56^{c}\pm0.13$	$84.63^{a}\pm0.87$	$216.59^{a}\pm31.41$
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศ+เอนไซม์	$0.71^{b}\pm0.21$	$82.04^{a}\pm0.76$	$228.26^{a}\pm59.49$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แสดงในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 ค่าความสว่าง (L*), Chroma (C*) และ Hue angle (h) ของน้ำมังคุด และน้ำมังคุดเข้มข้นที่นำไปเจือปน 15 ° Brix

ค่าสี / กระบวนการ	ค่า L*	ค่า C*	ค่า h
น้ำมังคุด	$17.58^{b}\pm0.34$	$11.60^{a}\pm0.90$	$23.38^{b}\pm1.69$
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะปกติ	$16.25^{e}\pm0.33$	$7.92^{b}\pm0.31$	$29.55^{c}\pm3.20$
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะปกติ+เอนไซม์	$17.68^{d}\pm0.81$	$11.80^{a}\pm2.64$	$39.78^{a}\pm6.22$
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศ	$18.54^{c}\pm0.38$	$8.94^{b}\pm0.27$	$30.24^{c}\pm3.86$
น้ำมังคุดเข้มข้นระเหยสภาวะสุญญากาศ+เอนไซม์	$20.42^{b}\pm0.18$	$11.66^{a}\pm0.75$	$39.06^{a}\pm2.70$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แสดงในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุป

การระเหยที่สภาวะปกติ ทำให้ปริมาณแอนโธไซยานินลดลงในขณะที่การทำให้ใสด้วยเอนไซม์ทำให้ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดเพิ่มขึ้น น้ำมังคุดเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับสภาวะสุญญากาศจะมีค่า L* สูงกว่าแปรรูปด้วยวิธีอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบน้ำมังคุดสดกับน้ำมังคุดเจือจางจากน้ำเข้มข้นทุกแบบ พบว่าน้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะสุญญากาศจะมีปริมาณแอนโธไซยานินใกล้เคียงน้ำมังคุดสดมากที่สุด และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 9-point Hedonic scale พบว่า น้ำมังคุดแบบเข้มข้นที่ใช้เอนไซม์ร่วมกับการระเหยที่สภาวะสุญญากาศได้รับการยอมรับด้านสีและรสชาติมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย ประจำปี 2551

เอกสารอ้างอิง

[1] อรุษา เชาวนลิขิต; และ อรัญญา มิ่งเมือง. (2550). ปริมาณแอนโธไซยานินและปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดของมังคุดและน้ำมังคุด. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.* 23, 68-78.

[2] Modßhammer, M.R., Stintzing, F.C., & Carle, R. (2006). Evaluation of different methods for the production of juice concentrates and fruit powders from cactus pear. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 7, 275-287.

[3] Maskan, M. (2006). Production of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate by various heating methods: colour degradation and kinetics. *Journal of Food Engineering.* 72, 218-224.

[4] Singleton,V.L & Rossi,J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomoly bdicphosphotungsitic acid reagents. *American journal of enology and viticulture*. 16, 144-158.

[5] Giusti, M.M. & Wrolstad, R.E. (2001). Current Protocols in Food AnalyticalChemistry, F1.2.1-F.1.2.13. [Online]. Available: http://www.does.org/masterli/facsample.htm. Retrieved 30 August 2007.

[6] Bagger-Jørgensen, R. & Meyer, A. S. (2004). Effects of different enzymatic pre-press maceration treatments on the release of phenols into blackcurrant juice. *European Food Research and Technology*. 219, 620-629.

[7] Landbo, A. K. & Meyer, A. S. (2004). Effects of different enzymatic maceration treatments on enhancement of anthocyanins and other phenolics in black currant juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 5, 503-513.

[8] Rhim, J. W., Nunes, R. V., Jones, V. A. & Swartzel, K. R.(1989). Kinetics of colour change of grape juice generated using linearly increasing temperature. *Journal of Food Science*. 54, 776-777.

[9] Dewanto, V., Wu, X. & Liu, R. H. (2002). Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50, 4959-4964.