

ผลของเอนแคปซูเลชันโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอยต่อสมบัติทางกายภาพของผงมะเมี

Effects of Encapsulattion by Spray Drying on Physical Properties of Mamao (*Antidesma thwaitesianum*) Powder

อลิษา ขุนทะวาด (Alisa Khunthawad)* ดร.จินตนา ศรีสุย (Dr.Jintana Sripui)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเอนแคปซูเลตติ้งโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอยต่อสมบัติทางกายภาพของผงมะเมี โดยใช้สารเคลือบหุ้ม 3 ชนิด คือ มอลโตเด็คซ์ตริน กัมอาราบิก และสารผสมมอลโตเด็คซ์ตรินและกัมอาราบิก ผลจากการศึกษาพบว่า ชนิดและความเข้มข้นของสารเอนแคปซูเลตติ้งมีผลต่อปริมาณความชื้น การดูดความชื้น การละลาย และค่าสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า ปริมาณความชื้นและการดูดความชื้นในผงมะเมีมีค่าลดลง เมื่อความเข้มข้นของสารเอนแคปซูเลตติ้งเพิ่มขึ้น และความเป็นสีแดงของผงมะเมีมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารเอนแคปซูเลตติ้งลดลง

ABSTRACT

The objective of this work was to study the effects of type and concentration of encapsulating agent by encapsulation using spray drying on the physical properties of mamao powder. Maltodextrin, gum arabic and mixture of maltodextrin and gum arabic were used as encapsulating agents. The result showed that moisture content, hygroscopicity, solubility and color value were significantly affected by encapsulating agent and its concentration ($p \leq 0.05$). Moisture content and hygroscopicity decreased with increasing encapsulating concentration. The redness color of encapsulated powder increased when encapsulating concentration decreased.

คำสำคัญ: การทำแห้งแบบพ่นฝอย ผงมะเมี เอนแคปซูเลชัน

Key Words: Spray drying, Mamao powder, Encapsulation

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

มะเมาะ (Mamao) เป็นพืชในตระกูล Antidesma มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Antidesma thwaitesianum* เป็นผลไม้พื้นบ้านที่พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยและพบมากในจังหวัดสกลนคร กากพืชมีคุณค่าอาหาร และหนองคาย ผลสุกมีสารสีม่วงแดงซึ่งเป็นรงควัตถุของแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารสำคัญทางชีวภาพ (Bioactive compounds) ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ในปริมาณสูง มะเมาะจึงเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพที่จะสามารถนำไปแปรรูปผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เครื่องดื่ม ผง น้ำผลไม้ โยเกิร์ต แยม เยลลี่ และเบเกอรี่ เป็นต้น (Ge, Wan, Song, Fan and Wu, 2009) นอกจากนี้ยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ทางยา (Neutraceuticals) ที่มีผลช่วยสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย ลดการเกิดโรคหัวใจ ป้องกันภาวะหลอดเลือดอุดตันหรือหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) เส้นเลือดอุดตันในสมอง ลดการจับตัวกันของเลือด และลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง (Carcinogenic activity) (Tsai, McIntosh, Pearce, Camden, and Jordan, 2002) นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบที่มีประโยชน์ต่อร่างกายในปริมาณสูง ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม เหล็ก วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี และวิตามินอี เป็นต้น (กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์, 2539)

มะเมาะเป็นผลไม้ที่เน่าเสียง่าย มีอายุการเก็บรักษาสั้น ซึ่งเป็นสารที่มีองค์ประกอบหลักได้แก่ รงควัตถุ วิตามิน สารกลีโคไซด์ และสารสำคัญทางชีวภาพ ซึ่งเป็นสารที่ไวต่อความร้อนและมักถูกทำลายในระหว่างกระบวนการแปรรูปและระหว่างการเก็บรักษา อีกทั้งสมบัติทางเคมีกายภาพของผลไม้ที่ผลิตโดยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น การเหนียวติดกัน (Stickiness) การดูดความชื้น (Hygroscopicity) และการละลาย (Solubility) เนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดและน้ำตาลในปริมาณสูง (Bhandari, Senoussi,

Dumoulin and Lebert, 1993) นอกจากนี้ในระหว่างกระบวนการทำแห้ง ผลิตภัณฑ์ผงที่ได้มักเกาะติดที่ผนังห้องอบแห้ง (Drying Chamber) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสารสำคัญต่ำและมีคุณภาพไม่ดี ดังนั้น การเอนแคปซูลเลชัน โดยใช้สารเอนแคปซูลเลตติ้ง (Encapsulating agent) ที่เหมาะสมก่อนนำไปผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย จะสามารถลดและป้องกันการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงได้ ช่วยป้องกันการสูญเสียของสารสำคัญในอาหารและป้องกันการเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการผลิตและความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษา (Storage stability) ไว้ได้ ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น (Gibbs, Kermasha, Alli, and Mulligan, 1999) นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาในระหว่างการขนส่ง ทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้เป็นส่วนผสมของอาหาร (Food ingredients) ในผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ ได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารเอนแคปซูลเลตติ้งต่อสมบัติทางกายภาพของผงมะเมาะ ซึ่งผลการวิจัยนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางในพัฒนากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารผงและอาหารเพื่อสุขภาพจากน้ำมะเมาะ ตลอดจนผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่น ๆ ต่อไป นอกจากนี้ ยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ผง ทำให้สะดวกต่อการขนส่งและการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่น ๆ ด้วย

วิธีการวิจัย

การเตรียมน้ำมะเมาะ

นำผลมะเมาะ (สายพันธุ์สร้างคือ จากจังหวัดสกลนคร) มาทำความสะอาด และล้างด้วยน้ำคลอรีนความเข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน แล้วนำไปสกัดน้ำมะเมาะโดยใช้เครื่องแยกสกัด (Hydraulic Press)

กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดให้ได้ 10°Brix นำไปเก็บรักษาไว้ในตู้แช่แข็ง (Freezer) ที่อุณหภูมิ -18°ซ ก่อนนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพและทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

การเอนแคปซูเลชันโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย

นำน้ำมะม่วงจำนวน 500 กรัม มาตั้งทิ้งไว้เพื่อให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปเอนแคปซูเลชันโดยนำสารเอนแคปซูเลตติ้ง 3 ชนิด ได้แก่ 1) มอลโตเด็คซ์ตริน (Maltodextrin) 2) กัมอาราบิก (Gum arabic) และ 3) สารผสมมอลโตเด็คซ์ตรินและกัมอาราบิก (Maltodextrin/Gum arabic) ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก มาเติมลงในน้ำมะม่วงในปริมาณ 10 และ 30% โดยน้ำหนัก ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมความเร็วสูง (High speed mixer ยี่ห้อ Ystral) ที่ความเร็วรอบ 16,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นกรองด้วยผ้ากรองมาตรฐานขนาด 10 ไมครอน แล้วนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer ยี่ห้อ BUCHI รุ่น B-191 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์) ควบคุมสภาวะการทำแห้งแบบพ่นฝอยให้คงที่ที่สภาวะอุณหภูมิอากาศเข้า 150°ซ อัตราการป้อน 0.15 ลิตร/ชั่วโมง เก็บตัวอย่างผงมะม่วง (Mamao powder) ในขวดแก้วสีชาที่มีฝาปิดสนิท จากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°ซ ก่อนนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น (Moisture content) ตามวิธีของ A.O.A.C (2000) การดูดความชื้น (Hygroscopicity) ตามวิธีของ Tonon, Brabet, and Hubinger (2008) การละลาย (Solubility) ตามวิธีของ Kha, Nguyen, and Roach (2010) และค่าสี (Color value) ตามวิธีของ Kha *et al.* (2010) ได้แก่ ความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง (a*) ความเป็นสีเหลือง (b*) และ a*/b*

วางแผนการทดลองแบบแบบสุ่มตลอด (Completely random design, CRD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพหุคูณโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window version 17.0

ผลการวิจัย

1. ผลของชนิดและปริมาณสารเอนแคปซูเลตติ้งต่อปริมาณความชื้น การดูดความชื้น และการละลายของผงมะม่วง

จากการศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารเอนแคปซูเลตติ้งต่อปริมาณความชื้น (Moisture contents) การดูดความชื้น (Hygroscopicity) และการละลาย (Solubility) ของผงมะม่วง (ดังแสดงในตารางที่ 1) พบว่าการใช้สารเอนแคปซูเลตติ้งทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ มอลโตเด็คซ์ตริน กัมอาราบิก และสารผสมมอลโตเด็คซ์ตรินและกัมอาราบิก ความเข้มข้น 10 และ 30% โดยน้ำหนัก มีผลทำให้ผงมะม่วงมีปริมาณความชื้น การดูดความชื้น และการละลาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการใช่มอลโตเด็คซ์ตรินและกัมอาราบิก ในปริมาณความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนัก มีผลทำให้ผงมะม่วงมีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด และการใช่มอลโตเด็คซ์ตรินความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนัก มีผลทำให้ผงมะม่วงมีการดูดความชื้นต่ำ 21.09 กรัม/100 กรัม ซึ่งทำให้ผงมะม่วงมีความสามารถในการดูดความชื้นต่ำที่สุด เนื่องจากมอลโตเด็คซ์ตรินมีสมบัติการดูดความชื้นต่ำ เมื่อใช้ในปริมาณสูงจึงช่วยให้คุณสมบัติการดูดความชื้นของผงมะม่วงดีขึ้น นอกจากนี้พบว่า การใช่มอลโตเด็คซ์ตริน ความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนัก ส่งผลให้ผงมะม่วงมีสมบัติการละลายสูงที่สุด โดยมีค่าสูงถึง 97.90 กรัม/100 กรัม ให้ผลการศึกษาเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Tonon *et al.* (2008) พบว่า การใช่มอลโตเด็คซ์ตรินในการทำแห้งแบบพ่นฝอยของเนื้ออาซาอี (Acai pulp) มีผลทำให้การดูดความชื้นของผงอาซาอี (Acai dried powder) ลดลง และมีรายงานว่า การใช่มอลโตเด็คซ์ตรินในการทำแห้งเยื่อหุ้มเมล็ดพิทักขาว (Gac aril) และสับปะรด (Pine apple) มีผลทำให้ปริมาณความชื้นและการดูดความชื้นของผง

เชื้อหุ้มเมล็ดผักขาว (Gac aril powder) และ 2010; Abadio, Domingues, Borges, and Oliveira, ผงทับปะรด (Pine apple powder) ลดลง (Kha *et al.*, 2004)

ตารางที่ 1 ผลของชนิดและปริมาณสารเอนแคปซูเลตต่อปริมาณความชื้น การดูดความชื้น และการละลาย ของผงมะเเฒ่าที่ผ่านการเอนแคปซูเลชั่นโดยการทำให้แห้งแบบพ่นฝอย

สารเอนแคปซูเลต	ปริมาณสาร เอนแคปซูเลต (%w/w)	ปริมาณความชื้น (%db)	การดูดความชื้น (g/100 g powder)	การละลาย (g/100 g powder)
มอลโตเด็คซ์ตริน	10	1.14 ± 0.01^c	28.49 ± 1.12^b	93.90 ± 0.41^d
	30	0.13 ± 0.02^c	21.09 ± 1.22^c	97.90 ± 0.41^a
กัมอาราบิก	10	1.30 ± 0.07^b	32.94 ± 0.73^a	91.35 ± 0.34^f
	30	0.12 ± 0.01^c	25.46 ± 0.65^c	95.63 ± 0.18^b
สารผสมมอลโตเด็คซ์ตริน และกัมอาราบิก	10	1.47 ± 0.01^a	29.14 ± 0.07^b	92.19 ± 0.20^c
	30	0.78 ± 0.07^d	22.28 ± 0.12^d	95.13 ± 0.12^c

หมายเหตุ ^{a,b,c,d,e,f} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งบนตัวเลขแสดงถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ผลของชนิดและปริมาณสารเอนแคปซูเลตต่อค่าสีของผงมะเเฒ่า

จากการศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารเอนแคปซูเลตต่อค่าสีของผงมะเเฒ่า ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า การใช้สารเอนแคปซูเลตทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ มอลโตเด็คซ์ตริน กัมอาราบิก และสารผสมมอลโตเด็คซ์ตรินและกัมอาราบิก ความเข้มข้น 10 และ 30% โดยน้ำหนัก มีผลทำให้ผงมะเเฒ่ามีค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการใช้สารเอนแคปซูเลตสูงขึ้น มีผลทำให้ความสว่างสูงขึ้น เนื่องจากสารเอนแคปซูเลตมีสีขาว จึงส่งผลให้ผงมะเเฒ่ามีความสว่างเพิ่มขึ้น และการใช้สารผสมมอลโตเด็คซ์ตรินและกัมอาราบิก ความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนัก มีผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุด

นอกจากนี้ การใช้มอลโตเด็คซ์ตรินมีผลทำให้ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่า a^*/b^* สูงที่สุด และสูงกว่า

การใช้กัมอาราบิกและสารผสมมอลโตเด็คซ์ตริน และกัมอาราบิก ซึ่งค่า a^*/b^* สูง แสดงถึงความเป็นสีแดงของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลการศึกษาเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Kha *et al.* (2010) พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสารเอนแคปซูเลต มีผลทำให้ผงเชื้อหุ้มเมล็ดผักขาวมีความสว่างสูงขึ้น นอกจากนี้พบว่าผงเชื้อหุ้มเมล็ดผักขาวมีค่า a^*/b^* สูงที่สุด เมื่อใช้มอลโตเด็คซ์ตริน ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนัก

ตารางที่ 2 ผลของชนิดและปริมาณสารเอนแคปซูเลตต้อค่าสีของผงมะเฒ่าที่ผ่านการเอนแคปซูเลชัน โดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย

สารเอนแคปซูเลตต์	ปริมาณสาร เอนแคปซูเลตต์ (%w/w)	ค่าสี			
		ค่าความสว่าง (L*)	ค่าความเป็นสี แดง (a*)	ค่าความเป็นสี เหลือง (b*)	a*/b*
มอลโตเด็คซ์ตริน	10	40.82 ± 0.29 ^d	23.93 ± 0.04 ^a	2.20 ± 0.30 ^a	10.88 ± 0.14 ^a
	30	45.47 ± 0.15 ^b	23.20 ± 0.06 ^b	-1.70 ± 0.07 ^b	-13.65 ± 0.58 ^c
กัมอาราบิก	10	40.52 ± 0.07 ^c	20.48 ± 0.09 ^c	2.14 ± 0.03 ^a	9.57 ± 0.15 ^b
	30	42.98 ± 0.10 ^c	18.59 ± 0.31 ^c	-2.57 ± 0.12 ^c	-7.25 ± 0.25 ^c
สารผสมมอลโตเด็คซ์ ตรินและกัมอาราบิก	10	40.68 ± 0.19 ^{d,c}	20.20 ± 0.19 ^d	2.18 ± 0.02 ^a	9.27 ± 0.12 ^b
	30	47.16 ± 0.13 ^a	20.33 ± 0.12 ^{c,d}	-2.67 ± 0.06 ^d	-7.60 ± 0.14 ^d

หมายเหตุ ^{a,b,c,d,c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งบนตัวเลขแสดงถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการศึกษาวิจัย

การเอนแคปซูเลชันโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอยของน้ำมะเฒ่า โดยใช้มอลโตเด็คซ์ตริน ความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนัก เป็นสารเอนแคปซูเลตต์ ทำให้ผงมะเฒ่ามีปริมาณความชื้นและการดูดความชื้นต่ำที่สุดและการละลายสูงที่สุด ซึ่งส่งผลให้ผงมะเฒ่ามีสมบัติทางกายภาพที่ดี มีความคงตัวสูงและมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

กิจกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ภายใต้เครือข่ายวิจัยอาหารและอาหารเพื่อสุขภาพภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กองโภชนาการ. 2539. องค์ประกอบของมะเฒ่าและปริมาณกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของมะเฒ่า. ผลกรวิเคราะห์ของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ประเทศไทย ปี 2539. ค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2554, จาก http://www.siambeverage.com/index.php?product_id=35&page=shop.product_details&category_id=23&flypage=flypage.tpl&option=com_virtuemart&Itemid=800&vmcchk=1&Itemid=800.
- Abadio, FDB., Domingues, AM., Borges, SV., and Oliveira, VM. 2004. Physical properties of powdered pineapple (*Ananas comosus*) juice-effect of maltodextrin concentration and
- AOAC. 2000. Association of official analytical chemists: Official Methods of Analysis. 16th Edition. Washington, DC.

- atomization speed. J. Food Eng. 64(3): 285-287.
- Bhandari, BR., Senoussi, A., Dumoulin, ED., and Lebert, A. 1993. Spray drying of concentrated fruit juices. Drying Tech. 11(5): 1081-1092.
- Ge, X., Wan, Z., Song, N., Fan, A., and Wu, R. 2009. Efficient methods for the extraction and microencapsulation of red pigments from a hybrid rose. J. Food Eng. 94: 122-128.
- Gibbs, BF., Kermasha, S., Alli, I., and Mulligan, CN. 1999. Encapsulation in the food industry: A review. Int. J. Food Sci Nutr. 50: 213-224.
- Kha, TC., Nguyen, MH., and Roach, PD. 2010. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. J. Food Eng. 98(3): 385-392.
- Tonon, RV., Brabet, C., and Hubinger, MD. 2008. Influence of process conditions on the physicochemical properties of acai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced by spray drying. J. Food Eng. 88(3): 411-418.
- Tsai, PJ., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B., and Jordan, BR. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) extract. Food Res Int. 35: 351-356.