

คุณสมบัติบางประการของฟักทองผงที่ผ่านการทำแห้งเพื่อใช้ในอาหาร ทางสายให้อาหารป้อนผสมชนิดดื่ม

มนัญญา คำวชิระพิทักษ์^{1*} สุนิษา สืบสายจันทร์¹ อำพรพันธุ์ สุขชู¹ เบลจพรรณ บุรวัฒน์²

บทคัดย่อ

ฟักทองเป็นส่วนประกอบหนึ่งในอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมของคนไทย ซึ่งประกอบด้วย ส่วนผสมหลัก คือ กล้วยน้ำว้า ไข่ขาว ฟักทอง เนื้อไก่ล้วน น้ำตาลทราย และน้ำมันพืช ถูกนำมาทำให้สุกและปั่น ผสมให้ละเอียด การใช้ฟักทองผงสามารถลดระยะเวลาในการเตรียมและเพิ่มความสะดวกในการผลิต การวิจัยนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการของฟักทองผงที่ผ่านการทำแห้ง 2 วิธี คือ การทำแห้งแบบพ่นฝอย ที่อุณหภูมิร้อนชาเข้า 170 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของอาหารคงที่ 75 % และอัตราการไหลของอากาศ คงที่ 100% และการทำแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 9 ชั่วโมง บดร่อนด้วยตะแกรงขนาด 100 เมส พบว่าการอบแห้งแบบพ่นฝอย ใช้เวลาการอบแห้งน้อยกว่าและทำให้ค่าความสว่าง (L^* -value) และ ค่าความเป็นสีแดงและสีเหลือง (positive a^* -value, b^* -value) ของฟักทองอบแห้งที่สูงกว่าฟักทองจากการอบแห้งแบบ ถาด ($p < 0.05$) และมีความชื้นน้อยกว่า (6.82% และ 11.33% ตามลำดับ) และ a_w น้อยกว่า (0.28 และ 0.45 ตามลำดับ) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของฟักทองผงที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอย มากกว่าฟักทองผงที่ผ่าน การทำแห้งแบบถาด (3.00°Brix และ 3.16°Brix) ฟักทองผงที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอยจะใช้เวลาในการ ละลาย 0.37 นาที น้อยกว่าฟักทองที่ผ่านการทำแห้งแบบถาดซึ่งใช้เวลา 0.47 นาที และเมื่อได้นำฟักทองผงที่ได้ จากการทำแห้งแบบถาดมาใช้ในการผลิตเป็นอาหารทางสายให้อาหารสำเร็จรูปชนิดดื่ม สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 นั้นยังคงลักษณะที่ดี

คำสำคัญ : ฟักทองผง การทำแห้งแบบพ่นฝอย การทำแห้งแบบถาด อาหารทางสายให้อาหารปั่นผสมชนิดดื่ม

¹ หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี manunyal@vru.ac.th , home_ecovru2@hotmail.com

² งานโภชนาการ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ e-mail: benjapun@hotmail.co.th

* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: manunyal@vru.ac.th

SOME PROPERTIES OF DRIED PUMPKIN POWDER FOR USE IN ORAL BLENDERIZED TUBE FEEDING

Manunya Khamwachirapithak^{1*} Sunisa Suebsayjan¹
Umpornpan Sukchoo¹ Benjawan Brurawat²

Abstract

Pumpkin is one of main ingredients in Thai's blenderized tube feeding; are banana, egg white, pumpkin, chicken, sugar and vegetable oil to be cooked and blended thoroughly. The use of powdered pumpkin can reduce the preparation time and increase the ease of production. The aim to research were compared some properties of dried pumpkin powder in two drying methods: 1) the spray drying at 170°C, the flow rate was 75% and the air flow was constant at 100%. 2) The tray drying at 60°C for 9 hours and then crushed sieve with 100 mesh sieve. It was found that the spray drying takes less drying time and had the brightness (L* -value) red and yellow values (positive a* -value, b* -value), were higher than the tray dried pumpkin powder and less of the moisture content and a_w (p<0.05). The soluble solids of spray dried pumpkin powder were more than the tray dried pumpkin powder (3.00°Brix and 3.16°Brix), had taken 0.37 minutes and 0.47 min to dissolve, relatively. Also The tray dried pumpkin powder was used to the oral blenderized tube feeding for type 2 diabetics, it still looked good characteristics.

Keywords : Pumpkin powder, Tray drying, Spray drying, Oral blenderized tube feeding

¹ Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under The Royal Patronage, e-mail: manunya@vru.ac.th, home_ecovru2@hotmail.com

² Department of Dietetics, Thammasat Hospital, e-mail: benjapun@hotmail.co.th

บทนำ

อาหารทางสายให้อาหาร (Tube Feeding) หรือเดิมเรียกว่าอาหารทางสายยาง เป็นอาหารที่มีลักษณะเหลวและไหล กลืนได้ง่าย ไม่ต้องเคี้ยวมีรสชาติจืด นอกจากนี้ยังใช้เป็นอาหารเสริม และอาหารว่างที่ให้พลังงาน ได้อาหารทางสายให้อาหารมีหลายชนิดด้วยกัน โดยหลักๆ แบ่งเป็นสูตรที่มีนมผสม สูตรปั่นผสม และสูตรสำเร็จรูป (น้ำฝน, 2556) อาหารทางสายสูตรปั่นผสมของคนไทยโดยสมาคมนักกำหนดอาหารและนักโภชนาการ ประกอบด้วยส่วนผสมหลัก คือ กลัวย่น้ำว่า ไข่ขาว ฟักทอง เนื้ออกไก่(ไม่ติดหนัง) น้ำตาลทราย และน้ำมันพืช ถูกนำมาทำให้สุกและปั่นผสมให้ละเอียด ซึ่งจะเห็นว่าเป็นสูตรที่มีสารอาหารครบ 5 หมู่ และมีราคาไม่แพง หาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป ฟักทอง (*Cucurbita* spp.) เป็นผักซึ่งส่วนรับประทานได้เป็นผล เนื้อฟักทอง ประกอบด้วยโปรตีน 25% ไขมัน 7% และ คาร์โบไฮเดรต 68% ของน้ำหนักแห้ง เยื่อใย 1.1% วิตามินเอ 1,600 IU และวิตามินซี 9 มิลลิกรัมต่อฟักทองสด 100 กรัม (Robinson and Decker-Walters, 1997) เนื้อฟักทองยังมี สารออกฤทธิ์ที่สำคัญอื่นๆ อีกได้แก่ วิตามินเอ และโฟเลต และกรดแกมมาอะมิโนบูตริก (γ -Aminobutyric acid, GABA) (Murkovic, et al., 2002) มีฟอสฟอรัส แคลเซียม และสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งปริมาณเบต้าแคโรทีน ในเนื้อฟักทองดิบ 0.122 - 1.102 มิลลิกรัม/100 กรัม และในเนื้อฟักทองสุก 0.49 มิลลิกรัม/100 กรัม (กมล ภัทร และคณะ, 2555) อาหารทางสายสูตรปั่นผสมของคนไทย ข้อดีคือ วัตถุดิบราคาไม่แพง แต่ข้อเสีย คือ ผู้ป่วย ต้องทำวันต่อวันจึงไม่สะดวกเกิดความยุ่งยากในการเตรียมและการผลิตและหากทำไม่สะอาด อาจเกิดปัญหา เจ็บป่วยตามมา ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาผงสำเร็จรูปโดยเน้นต้องการศึกษาเบื้องต้นในส่วนผสมที่เป็นผัก อันได้แก่ ฟักทอง ซึ่งเป็นส่วนที่ค่อนข้างใช้เวลาในการจัดหาและการเตรียมที่ยุ่งยากมาทำเป็นอาหารชนิด ผง โดยเทคนิคการทำอาหารผงนั้นมีหลายวิธีและหนึ่งในนั้นคือวิธีการอบแห้ง ซึ่งนอกจากจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ยาวนานขึ้น และสามารถลดต้นทุนในการขนส่งอันเป็นการลดภาระของผู้ป่วยหรือญาติ แล้ว ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตอาหารอื่นๆ ที่มีฟักทองเป็นองค์ประกอบหรือต้องการนำมาเสริมในผลิตภัณฑ์นั้นๆ ที่ทันสมัยยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการของฟักทองผงที่ผลิตจากกระบวนการทำแห้ง 2 วิธี คือ 1. การทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Drying) 2. การทำแห้งแบบถาด (Tray Drier) เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารทางสายให้อาหารสูตรปั่นผสมของคนไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบฟักทองเหลวเพื่อใช้ในการผลิตฟักทองผง นำฟักทองพันธุ์ดำ (ผิวคางคก) ขนาดประมาณผลละ 3 กิโลกรัม หั่นเป็นชิ้นตามแนวยาวขนาด ประมาณ 150 กรัม ล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วนำไปนึ่งให้สุกในหม้อนึ่ง 100 เซลเซียส นาน 10 นาที แล้วนำมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นทำให้สะเด็ดน้ำ 5 นาที และขูดเอาแต่เนื้อฟักทอง ก่อนนำไปปั่นผสมรวมกับน้ำในสัดส่วน 75 กรัม/100 กรัมฟักทอง สำหรับการทำให้แห้งแบบถาด และ 200 กรัม/100 กรัมฟักทอง สำหรับการทำให้แห้งแบบพ่นฝอย จากนั้นนำมากรองผ่านตะแกรง 80 เมช

2. ผลิตภัณฑ์พริกทองแดง โดยเปรียบเทียบกระบวนการทำแห้ง 2 วิธี

2.1 การทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Drying) ที่อุณหภูมิลมร้อนเข้า 170 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของอาหารคงที่ 75 % และอัตราการไหลของอากาศคงที่ 100 % (จากผลการทดสอบสภาวะเบื้องต้น) โดยใช้เครื่อง Buchi Mini Spray Dryer

2.2 การทำแห้งแบบถาด (Tray Drying) โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง บดตัวอย่างเป็นผงร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช (น้ำฝน, 2549)

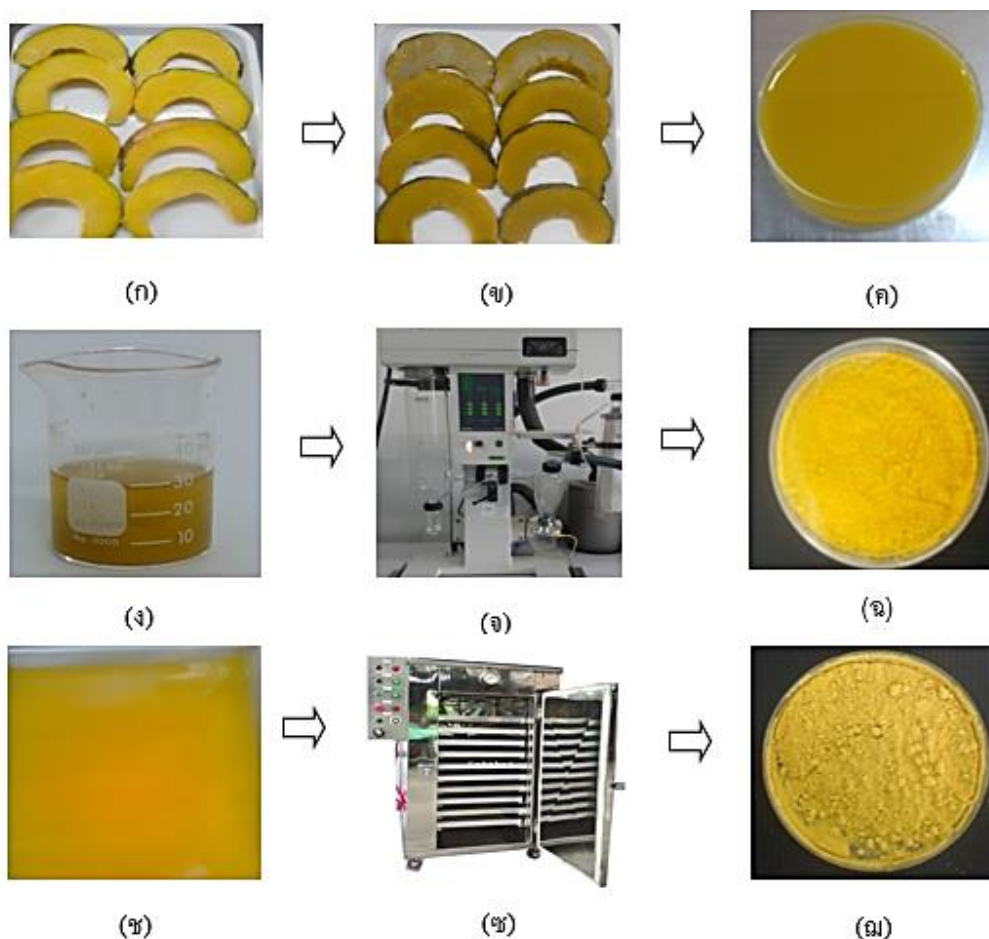
3. ตรวจวัดคุณลักษณะทางกายภาพของอาหารผงที่ได้ วัดค่าสีด้วยเครื่อง color meter (ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-10) ด้วยวิธี Hunter system (L^* a^* b^*) ปริมาณความชื้นระบบอินฟราเรด ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ปริมาณผลผลิตที่ได้ (%yield) และหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}$ Brix) และความสามารถในการละลาย (ดัดแปลงวิธีการของ อรทัย, 2547 อ้างใน วชิรและคณะ, 2552)

4. ทดลองนำพริกทองแดงที่คัดเลือกมาใช้ในอาหารทางสายให้อาหารสำเร็จรูปชนิดดื่ม สำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เทียบกับสูตรพริกโทสซึ่งเป็นสูตรควบคุม (ขาว) ตรวจสอบสถิติทางด้านสี (L^* a^* b^*) อัตราการไหลผ่านการให้อาหารที่มีระดับความเอียง 45 องศาเซลเซียส และประเมินระดับความเข้ม (Intensity) ของคุณลักษณะอาหารทางสายให้อาหารที่ได้ โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนปริมาณความเข้มของสี รส กลิ่นบนสเกลแบบไม่มีโครงสร้างที่มีความยาวแต่ละสเกล 15 เซนติเมตร (เบญจพรหม และคณะ, 2550) เปรียบเทียบระหว่างสูตรพริกโทส (R) กับอาหารทางสายให้อาหารสำเร็จรูปชนิดดื่มคุณภาพทางกายภาพของอาหารสายสายให้อาหารชนิดดื่ม สำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี Anova และหาความแตกต่างด้วย Duncan's New Multiple Range Test และ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติพริกทองแดงก่อนผลิตเป็นพริกทองแดง ผลของค่าสีของพริกทองแดงที่ถูกเตรียมเพื่อผลิตเป็นพริกทองแดงด้วยวิธีการทำแห้งแบบถาด (Tray Drier) มีค่าสี ($L^* = 55.13$, $a^* = 2.53$, $b^* = 54.01$) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับพริกทองแดงที่ถูกเตรียมเพื่อผลิตเป็นพริกทองแดงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Drier) ซึ่งมีค่าสี ($L^* = 60.63$, $a^* = 2.93$, $b^* = 61.21$) อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเตรียมเพื่อการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีการเจือจางด้วยน้ำมากกว่าจึงส่งผลให้ค่าสีมีแนวโน้มมากกว่าสอดคล้องกับค่า a_w ความชื้น และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) ซึ่งพริกทองแดงที่ถูกเตรียมเพื่อผลิตเป็นพริกทองแดงด้วยวิธีการทำแห้งแบบถาด มีค่า a_w เท่ากับ 0.70 ความชื้น 78.07% ที่ 4.08° Brix มีแนวโน้มมากกว่าพริกทองแดงที่ถูกเตรียมเพื่อผลิตเป็นพริกทองแดงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยซึ่งมีค่า a_w เท่ากับ 0.98 ความชื้น 96.15% ที่ 3.16° Brix



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตการทำแห้งฟักทองผง

- | | |
|--|---|
| (ก) ฟักทองดิบที่ล้างทำความสะอาดแล้ว | (ข) เนื้อฟักทองสุกที่นึ่งด้วยไอน้ำแล้ว |
| (ค) ฟักที่ปั่นละเอียดแล้ว | (ง) ฟักทองที่กรองแล้วพร้อมทำแห้งแบบพ่นฝอย |
| (จ) เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer) | (ฉ) ฟักทองผงจากการทำแห้งแบบพ่นฝอย |
| (ช) ฟักทองพร้อมทำแห้งแบบถาด | (ซ) เครื่องทำแห้งแบบถาด (Tray Dryer) |
| (ณ) ฟักทองผงจากการทำแห้งแบบถาด | |



ฟักทองผงจากการทำแห้ง
แบบถาด (Tray Drier)

ฟักทองผงจากการทำแห้ง
แบบพ่นฝอย (Spray Drier)

ภาพที่ 2 ฟักทองผงจากการทำแห้ง แบบถาดและแบบพ่นฝอย



การละลายจากการทำแห้ง
แบบถาด (Tray Drier)



การละลายจากการทำแห้ง
แบบพ่นฝอย (Spray Drier)

ภาพที่ 3 การละลายของฟักทองผงจากการทำแห้งแบบถาดและแบบพ่นฝอย

ฟักทองผงที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอย มีค่าสี ($L^* = 67.88$, $a^* = 8.11$, $b^* = 52.73$) มากกว่า ฟักทองผงที่ผ่านการอบแห้งแบบถาด ($L^* = 63.20$, $a^* = 5.16$, $b^* = 48.00$) ความชื้นน้อยกว่า (6.82% และ 11.33% ตามลำดับ) และ a_w น้อยกว่า (0.28 และ 0.45 ตามลำดับ) ที่ผ่านการทำแห้งแบบถาด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของฟักทองผงที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอย มากกว่าฟักทองผงที่ผ่านการทำแห้งแบบถาด (3.00°Brix และ 3.16°Brix) และฟักทองผงแบบถาดใช้เวลา ในการละลายมากกว่าแบบพ่นฝอย สำหรับผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติฟักทองผง การทำแห้งแบบพ่นฝอยให้ลักษณะฟักทองที่ดีกว่า สีเหลืองสดกว่าฟักทองผงที่ได้จากวิธีการทำแห้งแบบถาด แต่การทำแห้งแบบพ่นฝอยให้ปริมาณผลผลิต (yield) น้อยกว่า ส่วนคุณสมบัติด้านความง่ายในการละลายนั้น ฟักทองผงที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอยจะใช้เวลาในการละลาย 0.37 นาที น้อยกว่าฟักทองที่ผ่านการทำแห้งแบบถาดซึ่งใช้เวลา 0.47 นาที

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของฟักทองเหลวและฟักทองผงที่ผ่านการทำแห้งแบบถาดและแบบพ่นฝอย

คุณสมบัติ	ฟักทองเหลว		ฟักทองผง	
	Tray Drier	Spray Drier	Tray Drier	Spray Drier
ค่าสี L*	55.13 ± 0.25 ^d	60.63 ± 0.34 ^c	63.20 ± 1.00 ^{b,B}	67.88 ± 1.16 ^{a,A}
a*	2.53 ± 0.21 ^c	2.93 ± 0.22 ^c	5.16 ± 0.23 ^{b,B}	8.11 ± 0.74 ^{a,A}
b*	54.01 ± 0.30 ^b	61.21 ± 1.18 ^a	48.00 ± 0.55 ^{d,B}	52.73 ± 1.23 ^{c,A}
a _w	0.70 ± 0.03 ^b	0.98 ± 0.00 ^a	0.45 ± 0.01 ^{b,A}	0.28 ± 0.00 ^{d,B}
ความชื้น (%)	78.07 ± 0.25 ^b	96.15 ± 2.90 ^a	11.33 ± 0.35 ^{c,A}	6.82 ± 0.09 ^{d,B}
°Brix			3.00 ± 0.00 ^b	3.16 ± 0.25 ^a
การละลาย (นาที)			0.47 ± 0.04 ^b	0.37 ± 0.03 ^a

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึงคุณสมบัติที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P<0.05) ของเปรียบเทียบของสดและฟักทองเหลวและฟักทองผงทั้ง 2 วิธี

อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึงคุณสมบัติที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P <0.05) ของฟักทองผงทั้ง 2 วิธี

**ภาพที่ 4** อาหารทางสายให้อาหารสำเร็จรูปชนิดดื่ม สำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

ที่ใช้ฟักทองผงที่ผ่านการอบแห้งแบบถาด (ขวา) และสูตรฟรุกโทสซึ่งเป็นสูตรควบคุม (ซ้าย)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของอาหารสายสายให้อาหารชนิดดื่ม สำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

คุณภาพทางกายภาพ	อาหารทางสายให้อาหารชนิดดื่ม	
	สูตรฟรุกโทส (R)	สูตรสำเร็จรูป
L*	70.63±0.15 ^{ns}	60.87±0.30 ^{ns}
a*	2.50±0.30 ^a	1.00±0.10 ^b
b*	46.67±1.10 ^{ns}	45.57±0.30 ^{ns}
อัตราการไหล (ml/min)	57.30±2.52 ^b	133.83±3.17 ^a

การทดสอบระดับความเข้มโดยผู้เชี่ยวชาญ เปรียบเทียบระหว่างสูตรฟรุกโทส (R) กับอาหารทางสายให้อาหารสำเร็จรูปชนิดดื่ม สำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ใช้ฟักทองผงที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดพบว่าค่าคะแนนด้านสี ความข้น รสหวานและกลิ่นรส มีความแตกต่างกัน (ไม่ได้แสดงผล) และคุณลักษณะที่ได้จากการตรวจวัดนี้สามารถนำไปพัฒนาและวิจัยต่อไปเพื่อเป็นอาหารทางสายให้อาหารสำเร็จรูปชนิดดื่มเพื่อการใช้งานจริงต่อไปได้

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากภาพที่ 1 และ 2 และตารางที่ 1 สีของฟักทองผงที่ได้จากทั้งสองวิธี และค่าสีที่ได้นั้นสอดคล้องกับพจนาน และคณะ (2557) ซึ่งวัดสีของเนื้อฟักทองดิบ 8 สายพันธุ์ พบว่ามีค่า L^* อยู่ในช่วง 65.7-78.7 ค่า a^* อยู่ระหว่าง 3.9-37.4 และ b^* อยู่ในช่วง 28.1-71.6 แต่มีสีเหลืองสว่างกว่าการผลิตฟักทองนึ่งสุกของพรพนา (2556) ที่มีค่าสีของ L^* , a^* , b^* เป็น 27.8, 1.5 และ 23.9 ตามลำดับ โดยฟักทองผงที่เตรียมจากฟักทองนึ่งสุกมีค่าความสว่าง L^* และค่าสีเหลือง b^* และปริมาณความชื้นต่ำกว่าฟักทองผงที่เตรียมจากฟักทองสด ($P < 0.05$) ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายนั้นน้อยกว่าของอัญมณีและคณะ (2556) คือ 8.08-11.85^oBrix และสอดคล้องกับภัทรภรณ์ และคณะ (2558) ซึ่งศึกษากระบวนการผลิตฟักทองผงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารทั้งในเนื้อฟักทองดิบ และเนื้อ ฟักทองนึ่งสุกนาน 45-60 นาที) และวิธีการเตรียมเนื้อฟักทองทั้งในลักษณะที่ไม่แช่สารละลายหรือแช่ในสารละลายกรดซิตริก 0.1% นาน 15 นาที หรือแช่ในสารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ที่เข้มข้น 1% นาน 10 นาที ก่อนนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส นาน 5-7 ชั่วโมง โดยคุณภาพของฟักทองผงที่ได้มีค่า L^* อยู่ระหว่าง 69.17 - 75.43 ค่า a^* อยู่ระหว่าง 0.26 - 4.14 และค่า b^* อยู่ระหว่าง 61.42 - 65.58 มีปริมาณผลผลิตฟักทองผง 6.08 - 8.79 % และจากการศึกษาโครงสร้างตัดขวางจากกล้อง SEM ของฟักทองผงที่ผ่านอบแห้งที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียสนั้นโครงสร้างของฟักทองถูกทำลายบ้าง เนื่องจากการยุบตัวของฟักทอง ไม่พบ ลักษณะรูพรุน ในเจลของแป้งที่อยู่ในรูปของ protein-bound polysaccharide เกิดจากการเจลาติไนซ์และอัดตัวกันแน่น จะมีความสามารถในการดูดน้ำกลับมาก (นันทวัน และ สุพิชชา (2554) และนอกจากนั้นการอบแห้งด้วยลมร้อนแบบถาดนี้ ใช้เวลานานกว่าแบบการทำแห้งแบบพ่นฝอย จึงอาจมีการสลายเบต้าแคโรทีน เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจากการได้รับความร้อนเป็นเวลานานในสภาพที่มีออกซิเจน และมีผลต่อสีของฟักทองผงซึ่งกรรมวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกันมักมีผลต่อสีและการละลายได้ของผลิตภัณฑ์ เป็นสมบัติทางกายภาพที่มองเห็นได้ และมีผลต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค (นิธิยา และ พิมพ์เพ็ญ, 2557) อย่างไรก็ตามสำหรับอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมนี้ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติหลักด้วยคือ มีลักษณะของเหลว-ไหลง่าย ละลายง่าย และต้องไม่แพง เมื่อเทียบกับอาหารทางสายให้อาหารแบบสำเร็จรูปทางการค้าชนิดขงละลาย ซึ่งภาพที่ 3 เห็นว่าเมื่อได้นำฟักทองผงที่ได้จากการทำแห้งแบบถาดมาใช้ในการผลิตเป็นอาหารทางสายให้อาหารสำเร็จรูปชนิดดื่ม สำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 นั้นยังคงลักษณะที่ดี

ข้อเสนอแนะ

กระบวนการผลิตฟักทองผงที่ได้จากทั้งสองวิธีมีคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการทำเป็นอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสม คือมีลักษณะละลายง่าย มีลักษณะของเหลว-ไหล่ายนั้น ดังนั้นทั้งสองวิธีจึงสามารถเป็นทางเลือกในการใช้ผลิตฟักทองผงสำหรับการเป็นวัตถุดิบของอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกำลังการผลิต และต้นทุน สำหรับกรณีที่ไม่ต้องการให้ต้นทุนสูง และคุณภาพยังสามารถใช้ได้ดีแนะนำให้เลือกการทำแห้งแบบตาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัย งบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ 2559

เอกสารอ้างอิง

- กมลภัทร สมบุญ, สิทธิพงศ์ กลั่นทกพันธ์, ธนพัฒน์ ศิริสัญลักษณ์, กรรณิกา แก้วส่องแสง และ อัญมณี อวูชานนท์. (2555). การประเมินสารเบต้าแคโรทีนของฟักทองช่วงอายุการพัฒนาผลที่แตกต่างกัน. น. 2317-2323. ใน การประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- พจนา สีมันตร, อัญมณี อวูชานนท์, ธรร อำพล และ ภูเบศร์ คล้อยสวาท. 2557. การเปลี่ยนแปลงสีและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในฟักทองปรั่งสุก. แก่นเกษตร. 42 ฉบับพิเศษ 3: 870-875.
- พรพนา จินาวงศ์. 2556. การสกัดสายพันธุ์แท้ของฟักทองเพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- ภัทรภรณ์ ศรีสมรรถการ ธีรวัลย์ ขาญฤทธิแสน รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา จานุลักษณ์ ขนบดี และวิศิษฐ์ ดวงจันทร์. (2558). รายงานวิจัย การประเมินคุณภาพฟักทอง (*Cucurbita* spp.) และการพัฒนากระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตแป้งฟักทอง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสุขภาพ. สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- นันทวัน เทอดไทย และ สุพิชชา กระจำนงเมธิกุล. (2554). ผลของการใช้ไมโครเวฟร่วมกับการอบแห้งแบบลมร้อนต่อคุณภาพของฟักทองอบแห้ง. หน้า 133-140. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นิธิยา รัตนานนท์ และ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2557. สีในอาหาร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2310/color-สี>. (2560, 17 กันยายน)
- น้ำฝน ศีตะจิตต์. 2549. แป้งกล้วยหอมทองดิบ: การผลิต สมบัติทางฟิสิกส์ เคมีเชิงฟิสิกส์บางประการ และผลิตภัณฑ์. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 1(2): 4-17.
- เบญจพรรณ บุรวัฒน์ นุชสิริ เลิศวุฒิโสภณ ขนิดา ปิโชติการ และเพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2550). การใช้แป้งข้าวกล้องในสูตรอาหารปั่นผสมสำหรับผู้ป่วยเบาหวานประเภทที่ 2. วารสารคลินิกอาหารและโภชนาการ. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1: 41-49.
- วัชร เทพโยธิน, นันทิพร เสนาวงศ์, จุฑาทิพย์ เมืองพรม. (2552). คุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและการพาสเจอร์ไรส์. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร ฉบับพิเศษ. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. (5): 193-202.

- อัญมณี อาวซานนท์, พจนา สีมันตร, บุษพา คงสมัย และ ธีรรัฐา พันธุ์เปรม. (2556). คุณภาพที่สำคัญบางประการของผลฟักทองสด 12 สายพันธุ์. หน้า 117-120 ใน : การสัมมนาวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 11. โรงแรมโนโวเทลหัวหินชะอำบีชรีสอร์ทแอนด์สปา, เพชรบุรี.
- Murkovic, M., U. Muller, and Neunteufl, H. (2002). Carotenoid Content in Different Varieties of Pumpkins. *Journal of Food Composition Analysis*. 15: 633–638. Robinson, R.W., and Decker-Walters D.S. 1997. Cucurbits. CAB International. New York, U.S.A.