บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. <u>การตั้งตำรับอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติ</u>

อาหารที่เลือกใช้เป็นส่วนประกอบในการเตรียมอาหารปั่นผสมได้แก่ โปรตีนเกษตร นมถั่วเหลือง ข้าวกล้อง น้ำตาลทราย ฟักทอง และน้ำมันถั่วเหลือง

เมื่อคำนวณหาปริมาณของอาหารที่ใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร โดยกำหนดให้สูตรอาหารมีสัดส่วนของสารอาหารที่ให้พลังงานเหมาะสมกับความต้องการของร่างกายผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่ต้องการสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นพิเศษ คือได้รับพลังงานจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 15-20, 30-35 และ 45-55 ตามลำดับ และมีความเข้มข้นของพลังงานประมาณ 1 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร ได้ส่วนประกอบของสูตรอาหารจำนวน 4 สูตร โดยสูตรที่ 1 มีปริมาณของโปรตีนเกษตรมากที่สุด สูตรที่ 2, 3 และ 4 มีปริมาณโปรตีนเกษตรลดลงตามลำดับ ในสูตรที่ 3 และ 4 เติมนมถั่วเหลืองเพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย (ตารางที่ 3)

สัดส่วนการกระจายพลังงานจากสารอาหารที่ให้พลังงานของอาหารปั่นผสมทั้ง 4 สูตร ที่ได้จากการคำนวณแสดงในตารางที่ 4

เมื่อเตรียมอาหารปั่นผสมทั้ง 4 สูตร และฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์แล้วนำมาทดสอบการไหลผ่านสายให้อาหาร และศึกษาลักษณะการตกตะกอนแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์สูตรที่ 1 และ 2 มีลักษณะข้น อาหารไม่สามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้ สูตรที่ 3 อาหารไหลผ่านสายให้อาหารได้ช้า และมีการติดขัดบ้างส่วนสูตรที่ 4 อาหารสามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้สะดวกโดยไม่ติดขัด ในสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณโปรตีนเกษตรค่อนข้างสูง โปรตีนเกษตรนี้เมื่อนำไปแช่ในน้ำแล้วนำไปนึ่งในหม้อนึ่ง โปรตีนเกษตรจะดูดน้ำและพองตัวทำให้อาหารมีลักษณะข้น และไม่สามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้ และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน พบว่า

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรเกิดการตกตะกอนแยกชั้น (ตารางที่ 5) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ยังไม่มีความคงตัว ดังนั้นจึงนำสูตรอาหารที่ 4 ไปทำการปรับปรุงเพื่อให้มีความคงตัว

ผลการทดสอบการไหลผ่านสายให้อาหารและการตกตะกอนแยกชั้นของผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์ พบว่าให้ผลเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์ โดยสูตรอาหารที่ 4 เป็นสูตรที่ไหลผ่านสายให้อาหารได้สะดวกโดยไม่ติดขัด และผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรจะตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน (ตารางที่ 5) ดังนั้นจึงนำสูตรอาหารที่ 4 มาทำการปรับปรุงเพื่อให้มีความคงตัวดีขึ้น

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติ

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัมต่ออาหารปั่นผสม 1,000 มิลลิลิตร)			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
โปรตีนเกษตร	90	80	70	60
นมถั่วเหลือง *	0	0	100	200
ข้าวกล้อง	20	20	20	20
น้ำตาลทราย	70	80	70	60
ฟักทอง	100	100	100	100
น้ำมันถั่วเหลือง	30	30	30	30
เติมน้ำจนครบ (มิลลิลิตร)	1,000	1,000	1,000	1,000

* ปริมาณที่ใช้มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 การกระจายพลังงานของสูตรอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติ * (โดยการคำนวณ)

สูตรอาหาร	พลังงาน (ร้อยละ)		
	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต
สูตรที่ 1	18.95	30.06	50.99
สูตรที่ 2	16.93	29.68	53.39
สูตรที่ 3	15.87	32.34	51.79
สูตรที่ 4	15.02	34.11	50.87

* สัดส่วนของสารอาหารที่ให้พลังงานที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่ต้องการสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นพิเศษ คือได้รับพลังงานจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 15-20, 30-35 และ 45-55 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 การไหลผ่านสายให้อาหารและการตกตะกอนแยกชั้นของอาหารปั่นผสมที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์

สูตรอาหาร	การไหลผ่านสายให้อาหาร [1]	การตกตะกอนแยกชั้น [2]
ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์		
สูตรที่ 1	-	++
สูตรที่ 2	-	++
สูตรที่ 3	+	++
สูตรที่ 4	++	++
ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์		
สูตรที่ 1	-	+
สูตรที่ 2	-	+
สูตรที่ 3	+	+
สูตรที่ 4	++	+

[1] - = อาหารอุดตันสายให้อาหาร

\+ = อาหารไหลผ่านสายให้อาหารได้ช้า และติดขัดบางส่วน

++ = อาหารไหลผ่านสายให้อาหารได้สะดวกโดยไม่ติดขัด

[2] ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน
ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์เก็บในตู้เย็น (2-8 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

\+ = เกิดชั้นน้ำบนผิวอาหารหนา 1 มิลลิเมตร

++ = เกิดชั้นน้ำบนผิวอาหารหนา 3-4 มิลลิเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การปรับปรุงสูตรอาหารโดยเติมวัตถุเจือปนอาหาร

นำสูตรอาหารที่ 4 มาปรับปรุงโดยเติมวัตถุเจือปนอาหารได้แก่ แป้งมันสำปะหลังหรือแป้งข้าวโพด ในปริมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วทำการทดสอบลักษณะทางกายภาพ พบว่าการเติมแป้งลงในผลิตภัณฑ์ทำให้อาหารข้นหนืดมากขึ้น ช่วยแขวนลอยส่วนประกอบในอาหาร ทำให้ลดการตกตะกอนแยกชั้นของอาหารได้ และช่วยให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารดีขึ้น

แป้งทำให้สูตรอาหารข้นหนืดมากขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมาก ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน มีคุณสมบัติชอบน้ำ ขณะที่แป้งอยู่ในน้ำเย็น เม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย แต่เมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายน้ำแป้ง ทำให้พันธะไฮโดรเจนคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัว ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดมากขึ้นและใสขึ้น โมเลกุลของน้ำอิสระที่อยู่รอบ ๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งจึงเคลื่อนไหวได้ยากขึ้น ทำให้เกิดความหนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าการเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) เมื่อให้ความร้อนต่อไป เม็ดแป้งจะพองตัวมากขึ้นจนถึงจุดที่พองตัวเต็มที่และแตกออก โมเลกุลของอะไมโลสขนาดเล็กกระจัดกระจายออกมาทำให้ความหนืดลดลง เมื่อปล่อยให้เย็นตัว โมเลกุลอะไมโลสที่อยู่ใกล้กันจะจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล เกิดเป็นร่างแหสามมิติโครงสร้างใหม่ที่สามารถอุ้มน้ำและไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก ทำให้มีความหนืดคงตัวมากขึ้น (Pomeranz, 1991 ; Bennion และ Scheule, 2000 b)

การเติมแป้งข้าวโพดทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไลซ์มีเนื้อสัมผัสเนียนกว่าและมีการตกตะกอนแยกชั้นน้อยกว่าแป้งมันสำปะหลัง แต่ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ พบว่าการเติมแป้งข้าวโพดทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสเนียนกว่าแป้งมันสำปะหลังและไม่ตกตะกอนแยกชั้น แต่อาหารไม่สามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้ (ตารางที่ 6) ดังนั้นจึงเลือกแป้งข้าวโพดเป็นวัตถุเจือปนอาหารและนำไปหาปริมาณที่เหมาะสมที่ทำให้อาหารสามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้

แป้งข้าวโพดทำให้อาหารมีเนื้อสัมผัสดีกว่า และมีการตกตะกอนแยกชั้นน้อยกว่าแป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากแรงยึดภายในโมเลกุลของแป้งข้าวโพดมีความแข็งแรงกว่าแป้งมัน

I20477375

สำปะหลัง จึงสามารถทนต่อแรงกระทำและความร้อนได้ดีกว่า (Mazurs, Schoch และ Kite, 1957)

เมื่อเติมแป้งข้าวโพดลงในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 0.5, 1.0 หรือ 1.5 พบว่าการเติมแป้งข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลซ์ มีผลทำให้อาหารมีเนื้อสัมผัสเนียนกว่าสูตรที่ไม่เติมแป้งข้าวโพด โดยสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดปริมาณมากที่สุด คือร้อยละ 1.5 มีเนื้อสัมผัสเนียนมากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.0 และ 0.5 ตามลำดับ ผลการศึกษาการตกตะกอนแยกชั้นของอาหาร พบว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไลซ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน อาหารจะตกตะกอนแยกชั้นทุกสูตร โดยสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.5 ตกตะกอนช้าที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.0, 0.5 และไม่เติมแป้ง ตามลำดับ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ พบว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.5 มีเนื้อสัมผัสเนียนที่สุด และเมื่อเก็บไว้ 3 วันในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส พบว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 ไม่ตกตะกอนแยกชั้น (ตารางที่ 7)

ผลการวัดอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไลซ์หรือพาสเจอไรซ์ และเติมแป้งข้าวโพดปริมาณต่าง ๆ พบว่า การเติมแป้งข้าวโพดทำให้อาหารไหลผ่านสายให้อาหารช้าลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยค่าเฉลี่ยอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมแป้งข้าวโพดแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการเติมแป้งข้าวโพดปริมาณมากขึ้น ทำให้อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารช้าลง (ตารางที่ 7)

จากการศึกษาของ Keawtanom (1997) พบว่าผลิตภัณฑ์อาหารปั่นผสมที่มีอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารตั้งแต่ 5.91 มิลลิลิตรต่อนาทีขึ้นไป จะสามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้สะดวกโดยไม่ติดขัด ผลการศึกษานี้พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไลซ์สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.5 มีอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเท่ากับ 7.04 มิลลิลิตรต่อนาที ซึ่งอยู่ในช่วงที่อาหารสามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้สะดวกโดยไม่ติดขัด ในขณะที่สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.0 และ 1.5 มีอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือมีค่าเท่ากับ 4.01 และ 1.89 มิลลิลิตรต่อนาที ตามลำดับ (ตารางที่ 7) แม้ว่าทั้ง 2 สูตรนี้จะมีเนื้อสัมผัสอาหารเนียนกว่า และการตกตะกอนแยกชั้นช้ากว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.5 แต่มีอัตรา

การไหลผ่านสายให้อาหารไม่ผ่านเกณฑ์ ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.5 เป็นสูตรที่ดีที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไลซ์

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดคือสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.5 เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีความคงตัวดี ไม่ตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเก็บไว้ 3 วันในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส และมีอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเท่ากับ 6.97 มิลลิลิตรต่อนาที ซึ่งอยู่ในช่วงที่อาหารสามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้สะดวกโดยไม่ติดขัด (มากกว่า 5.91 มิลลิลิตรต่อนาที) ส่วนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.0 และ 1.5 แม้ว่าจะมีเนื้อสัมผัสอาหารเนียนกว่า แต่มีอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือมีค่าเท่ากับ 3.79 และ 1.93 มิลลิลิตรต่อนาที ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.5 เป็นสูตรที่ดีที่สุดในการนำไปประเมินคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ลักษณะทางกายภาพของอาหารปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่เติมวัตถุเจือปนอาหารชนิดต่าง ๆ

วัตถุเจือปนอาหาร	ลักษณะทางกายภาพ		
	เนื้อสัมผัส [1]	การแยกชั้น [2]	อัตราการไหล (มล./นาที) [3]
ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์			
ไม่เติมวัตถุเจือปนอาหาร	+	+ + +	8.72 (0.15)
แป้งมันสำปะหลัง	+ +	+ + +	0
แป้งข้าวโพด	+ + +	+ +	0
ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์			
ไม่เติมวัตถุเจือปนอาหาร	+	+	8.64 (0.13)
แป้งมันสำปะหลัง	+ +	-	0
แป้งข้าวโพด	+ + +	-	0

[1] + = เนื้อสัมผัสเนียนน้อย
+ + = เนื้อสัมผัสเนียนปานกลาง
+ + + = เนื้อสัมผัสเนียนมาก

[2] ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน
ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์เก็บในตู้เย็น (2-8 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน
- = ไม่ตกตะกอนแยกชั้น
+ = เกิดชั้นน้ำบนผิวอาหารหนา 1 มิลลิเมตร
+ + = เกิดชั้นน้ำบนผิวอาหารหนา 2 มิลลิเมตร
+ + + = เกิดชั้นน้ำบนผิวอาหารหนา 3 มิลลิเมตร

[3] ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 6 ครั้ง (เตรียมอาหารสูตรละ 2 ซ้ำ วิเคราะห์ซ้ำละ 3 ครั้ง) และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ลักษณะทางกายภาพของอาหารปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่เติมแป้งข้าวโพดปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	ลักษณะทางกายภาพ		
	เนื้อสัมผัส [1]	การแยกชั้น [2]	อัตราการไหล (มล./นาที) [3]
ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์			
0.0	+	+	8.72 (0.15) [a]
0.5	++	++	7.04 (0.08) [b]
1.0	+++	+++	4.01 (0.12) [c]
1.5	++++	++++	1.89 (0.18) [d]
ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์			
0.0	+	+	8.64 (0.13) [a]
0.5	++	-	6.97 (0.12) [b]
1.0	+++	-	3.79 (0.20) [c]
1.5	++++	-	1.93 (0.09) [d]

[1] + = เนื้อสัมผัสเนียนน้อย +++ = เนื้อสัมผัสเนียนมาก
++ = เนื้อสัมผัสเนียนปานกลาง ++++ = เนื้อสัมผัสเนียนมากที่สุด

[2] - = ไม่ตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเก็บไว้ 3 วัน
+ = เริ่มตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเก็บไว้ 3 วัน
++ = เริ่มตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเก็บไว้ 10 วัน
+++ = เริ่มตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเก็บไว้ 15 วัน
++++ = เริ่มตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเก็บไว้ 22 วัน

[3] ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 6 ครั้ง (เตรียมอาหารสูตรละ 2 ซ้ำ วิเคราะห์ซ้ำละ 3 ครั้ง) และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. <u>การประเมินคุณสมบัติต่าง ๆ ของอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติ</u>

นำผลิตภัณฑ์สูตรที่ดีที่สุด (สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไลซ์ คือสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ คือสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) มาทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ลักษณะที่ปรากฏ

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการสเตอริไลซ์และใช้แป้งข้าวโพดปริมาณร้อยละ 0.5 เป็นวัตถุเจือปนอาหาร มีสีเหลือง กลิ่นถั่วเหลือง ไม่ตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ แต่เมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน พบว่าอาหารเริ่มตกตะกอนแยกชั้นโดยมีชั้นน้ำบาง ๆ บนผิวอาหาร แม้ว่าอาหารที่เตรียมได้จะมีความคงตัวไม่ดีนักเมื่อเก็บไว้นานเกิน 10 วัน แต่จากลักษณะที่ดีของสูตรอาหารที่ให้ทางสายให้อาหาร คือไม่แยกชั้นตลอดระยะเวลาการให้อาหารผ่านสายให้อาหาร ซึ่งไม่เกิน 24 ชั่วโมง (วิชัย ตันไพจิตร และ ปรียา ลีพหกุล, 2528) จึงได้ทำการทดลองนำผลิตภัณฑ์ที่ตกตะกอนแยกชั้น มาเขย่าให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดี ไม่ตกตะกอนแยกชั้น ดังนั้นการนำผลิตภัณฑ์นี้ไปใช้กับผู้ป่วย จึงควรแนะนำให้เขย่าขวดก่อนนำไปใช้

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์และใช้แป้งข้าวโพดปริมาณร้อยละ 0.5 เป็นวัตถุเจือปนอาหาร มีสีเหลือง กลิ่นถั่วเหลือง และไม่ตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้มีความคงตัวดีตลอดระยะเวลาการเก็บ 3 วัน

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่เตรียมได้ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลซ์ ประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กากใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต ปริมาณร้อยละ 77.17, 3.80, 3.63, 0.85, 0.47 และ 14.08 ตามลำดับ โดยมีการกระจายของพลังงานจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เป็นร้อยละ

14.59, 31.36 และ 54.05 ตามลำดับ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กากใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต ปริมาณร้อยละ 77.25, 3.85, 3.71, 0.84, 0.46 และ 13.89 ตามลำดับ โดยมีการกระจายของพลังงานจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เป็นร้อยละ 14.76, 32.00 และ 53.24 ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งสัดส่วนการกระจายพลังงานจากสารอาหารที่ให้พลังงานของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้ง 2 วิธี มีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่ร่างกายควรได้รับ คือควรได้รับพลังงานจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 15-20, 30-35 และ 45-55 ตามลำดับ (วิชัย ตันไพจิตร และ ปรียา ลีพหกุล, 2528 ; Trujillo, 1998)

ผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์ มีความเข้มข้นของพลังงานเท่ากับ 1.04 กิโลแคลอรี่ต่อมิลลิลิตร มีพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 146.37 และ 144.40 กิโลแคลอรี่ต่อกรัมไนโตรเจน ตามลำดับ เพื่อให้ร่างกายสามารถนำโปรตีนจากอาหารไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วิชัย ตันไพจิตร และ ปรียา ลีพหกุล, 2528)

สูตรอาหารนี้เหมาะสำหรับผู้ป่วยทั่วไปที่มีระบบทางเดินอาหารทำงานปกติ ไม่มีปัญหาการย่อยและการดูดซึมของสารอาหาร ไม่ต้องการสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งหรือต้องการพลังงานเป็นพิเศษ สูตรนี้จึงไม่เหมาะกับผู้ป่วยที่ถูกไฟไหม้ น้ำร้อนลวกรุนแรง ติดเชื้อ เสียเลือดเรื้อรัง โรคตับ ไต หรือปอดล้มเหลว เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์

องค์ประกอบ	ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์		ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์	
	ปริมาณ (ร้อยละ) [1]	พลังงาน (ร้อยละ) [2]	ปริมาณ (ร้อยละ) [1]	พลังงาน (ร้อยละ) [2]
ความชื้น	77.17 (0.08)		77.25 (0.02)	
โปรตีน	3.80 (0.02)	14.59	3.85 (0.06)	14.76
ไขมัน	3.63 (0.03)	31.36	3.71 (0.09)	32.00
เถ้า	0.85 (0.03)		0.84 (0.02)	
กากใยอาหาร	0.47 (0.01)		0.46 (0.02)	
คาร์โบไฮเดรต	14.08 (0.09)	54.05	13.89 (0.11)	53.24

[1] ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 6 ครั้ง (เตรียมอาหารสูตรละ 2 ซ้ำ วิเคราะห์ซ้ำละ 3 ครั้ง) และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2] การกระจายพลังงานของสารอาหารที่ให้พลังงานที่เหมาะสม คือ พลังงานจากโปรตีน ร้อยละ 15-20 ไขมัน 30-35 คาร์โบไฮเดรต 45-55

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์อาหารปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่เตรียมได้มาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การวัดความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหาร พีเอช และออสโมแลลิตี้ โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไลซ์ ทำการทดสอบเมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ และเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7, 15 และ 30 วัน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ ทำการทดสอบเมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ และเมื่อเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

2.3.1 ความหนืด

ผลการวัดความหนืด พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์ มีความหนืด 122.13 และ 127.44 เซนติพอยส์ ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และ 10) ซึ่งผลการศึกษาของ Hearne และคณะ (1984) พบว่า ความหนืดของอาหารปั่นผสมที่มีความเข้มข้นของพลังงาน 1 กิโลแคลอรี่ต่อมิลลิลิตร ที่สามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้สะดวก มีความหนืดไม่เกิน 170 เซนติพอยส์

ความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่เก็บในระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์ไว้นานขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีความหนืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่ ๆ มีค่าเฉลี่ยความหนืดแตกต่างกับความหนืดของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้ 30 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลอะไมโลสในน้ำแป้งที่อยู่ใกล้กันมีการจัดเรียงตัวกันใหม่ ได้โครงสร้างที่แน่นขึ้น โมเลกุลของน้ำที่อยู่ภายในจะค่อย ๆ ถูกบีบออกมานอกเจลทีละน้อย เรียกว่าการเกิด syneresis ทำให้ประสิทธิภาพในการเพิ่มความข้นหนืดแก่อาหารลดลง (Zobel และ Stephen, 1995) ส่งผลให้ส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ตกตะกอนแยกชั้น ดังนั้นก่อนใช้ผลิตภัณฑ์นี้จึงต้องเขย่าขวดเพื่อให้ส่วนประกอบผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

สำหรับผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์พบว่าระยะเวลาการเก็บไม่มีผลทำให้ความหนืดเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่ ๆ ไม่แตกต่างกับความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่เก็บ

ไว้ 3 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความหนืดที่คงตัวตลอดระยะเวลาการเก็บ

2.3.2 อัตราการไหลผ่านสายให้อาหาร

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์ไหลผ่านสายให้อาหารได้ 7.04 และ 6.97 มิลลิลิตรต่อนาที ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และ 10) และสามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้อย่างสะดวกโดยไม่ติดขัด เมื่อวัดอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารสำหรับผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์ หลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 7, 15 และ 30 วัน พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นานขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่า เมื่อเก็บไว้ 30 วัน ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารจะแตกต่างกับเมื่อเตรียมใหม่ ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความหนืดลดลง ความหนืดคือความต้านทานการไหลของของไหล ของเหลวที่มีความหนืดสูงจะมีแรงต้านทานการไหลมาก ของเหลวจึงไหลได้ช้า นั่นคืออัตราการไหลแปรผกผันกับความหนืด (Schott, 1990) และจากการศึกษาของ Worawongtud (1991) พบว่าอาหารทางสายให้อาหารที่มีความหนืดลดลง จะมีอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเร็วขึ้น ดังนั้นเมื่อจะนำผลิตภัณฑ์นี้ไปใช้กับผู้ป่วยจะต้องปรับอัตราการไหลให้เหมาะสมกับผู้ป่วย ซึ่งการปรับอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ 30 วัน จะแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ ถ้าอัตราการไหลเร็วเกินไป ผู้ป่วยอาจทนไม่ได้ จนเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน สำลักอาหาร ปวดท้อง หรือท้องเสียได้

เมื่อวัดอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารของผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์หลังจากเก็บไว้ 3 วัน พบว่าระยะเวลาการเก็บไม่มีผลทำให้อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่ ๆ ไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ 3 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) ซึ่งผลการวัดอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารของผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์นี้สอดคล้องกับผลการวัดความหนืด นั่นคือ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 3 วัน ความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง จึงมีผลทำให้อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารไม่เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.3 พีเอช

ผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์ มีพีเอชเท่ากับ 6.90 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม คือไม่ต่ำกว่า 5.0 พีเอชของอาหารที่ต่ำกว่า 5.0 มีผลทำให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อน ทำให้อุดตันสายให้อาหารได้ (Powell และคณะ, 1993) และถ้าพีเอชของอาหารต่ำกว่า 3.5 จะทำให้กระเพาะอาหารเคลื่อนไหวได้ช้าลง (Trujillo, 1998)

เมื่อนำผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการสเตอริไลซ์มาวัดค่าพีเอชหลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 7, 15 และ 30 วัน ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์วัดค่าพีเอชหลังจากเก็บไว้ 3 วัน พบว่าระยะเวลาการเก็บไม่มีผลทำให้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 9 และ 10) ถ้าพีเอชของอาหารเปลี่ยนแปลงไป อาหารนั้นอาจบูดเสียเนื่องมาจากเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร จึงไม่ควรนำมาใช้กับผู้ป่วย แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ในการศึกษานี้ไม่บูดเสียตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

2.3.4 ออสโมแลลิตี้

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์ มีออสโมแลลิตี้เท่ากับ 421.67 และ 409.83 มิลลิออสโมล์ต่อกิโลกรัมน้ำ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมคือไม่เกิน 600 มิลลิออสโมล์ต่อกิโลกรัมน้ำ (วิชัย ตันไพจิตร และ ปรียา ลีพหกุล, 2528) เมื่อทำการวัดออสโมแลลิตี้ของผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์ที่เก็บในระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าระยะเวลาการเก็บไม่มีผลทำให้ค่าออสโมแลลิตี้ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 9 และ 10)

ออสโมแลลิตี้มีผลต่อสมดุลของน้ำในร่างกาย เป็นสิ่งที่บอกว่าในน้ำนั้นมีจำนวนของสารละลายและเกลือแร่ต่าง ๆ ละลายอยู่ปริมาณเท่าใด อาหารที่ถูกย่อยเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ จะมีค่าออสโมแลลิตี้สูง ออสโมแลลิตี้ของของเหลวในร่างกายมีค่าประมาณ 300 มิลลิออสโมล์ต่อกิโลกรัมน้ำ ถ้าอาหารมีออสโมแลลิตี้สูงเกิน 600 มิลลิออสโมล์ต่อกิโลกรัมน้ำ อาจเป็นสาเหตุให้เกิดอาการท้องเดินได้ เนื่องจากอาหารที่มีออสโมแลลิตี้สูงกว่าของเหลวในเซลล์ เมื่อผ่านเข้าสู่สำไส้อย่างรวดเร็ว จะดึงน้ำจากผนังลำไส้ออกสู่โพรงลำไส้ด้วยแรงดัน

ออสโมติก ทำให้อุจจาระมีน้ำมากกว่าปกติ จึงเป็นสาเหตุให้ท้องเดิน (Cabre และ Gassull, 1993 ; Williams, 1997)

ตารางที่ 9 คุณสมบัติทางกายภาพของอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์ เมื่อเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่าง ๆ [1]

คุณสมบัติทางกายภาพ	ระยะเวลา			
	เริ่มต้น	7 วัน	15 วัน	30 วัน
ความหนืด (cps) [2]	122.13 (0.49)[ab]	123.35 (1.66)[a]	120.41 (2.24)[b]	113.27 (0.74)[c]
อัตราการไหลผ่านสายให้อาหาร (ml/min) [3]	7.04 (0.08)[a]	7.07 (0.19)[a]	7.19 (0.11)[a]	7.51 (0.13)[b]
พีเอช [4]	6.90 (0.00)[a]	6.90 (0.06)[a]	6.88 (0.04)[a]	6.83 (0.05)[a]
ออสโมแลลิตี้ (mOsm/kg) [5]	421.67 (1.51)[a]	420.83 (3.49)[a]	423.33 (2.42)[a]	425.17 (2.99)[a]

[1] ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 6 ครั้ง (เตรียมอาหารสูตรละ 2 ซ้ำ วิเคราะห์ซ้ำละ 3 ครั้ง) และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวนอน โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

[2] ความหนืดที่เหมาะสม คือไม่เกิน 170 เซนติพอยส์ (cps)

[3] อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารที่เหมาะสม คือไม่ต่ำกว่า 5.91 มิลลิลิตรต่อนาที (ml/min)

[4] พีเอชที่เหมาะสม คือไม่ต่ำกว่า 5.0

[5] ออสโมแลลิตี้ที่เหมาะสม คือไม่เกิน 600 มิลลิออสโมล์ต่อกิโลกรัมน้ำ (mOsm/kg)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางกายภาพของอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ เมื่อเก็บไว้ 3 วัน [1]

คุณสมบัติทางกายภาพ	ระยะเวลา	
	เริ่มต้น	3 วัน
ความหนืด (cps) [2]	127.44 (1.23)	129.56 (2.45)
อัตราการไหลผ่านสายให้อาหาร (ml/min) [3]	6.97 (0.12)	7.15 (0.16)
พีเอช [4]	6.90 (0.00)	6.87 (0.05)
ออสโมแลลิตี้ (mOsm/kg) [5]	409.83 (3.54)	412.17 (2.32)

[1] ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 6 ครั้ง (เตรียมอาหารสูตรละ 2 ซ้ำ วิเคราะห์ซ้ำละ 3 ครั้ง) และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

[2] ความหนืดที่เหมาะสม คือไม่เกิน 170 เซนติพอยส์ (cps)

[3] อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารที่เหมาะสม คือไม่ต่ำกว่า 5.91 มิลลิลิตรต่อนาที (ml/min)

[4] พีเอชที่เหมาะสม คือไม่ต่ำกว่า 5.0

[5] ออสโมแลลิตี้ที่เหมาะสม คือไม่เกิน 600 มิลลิออสโมล์ต่อกิโลกรัมน้ำ (mOsm/kg)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

เมื่อนำผลิตภัณฑ์อาหารปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลซ์มาวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาที่ระยะเวลาเริ่มต้น และเมื่อเก็บไว้ 7, 15 และ 30 วัน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ไม่พบโคโลนีของจุลินทรีย์ชนิดมีโซไฟล์ (จุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส) ยีสต์ รา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง ตลอดระยะเวลาการเก็บ 30 วัน (ตารางที่ 11) แสดงว่า ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นสะอาด ปราศจากเชื้อ ดังนั้นการฆ่าเชื้อโดยใช้เครื่องนึ่งอัดไอ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้

สำหรับผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ทั้งผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นใหม่ ๆ และเก็บไว้ 3 วัน ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ต่างก็ไม่พบโคโลนีของจุลินทรีย์ชนิดไซโครโทรป (จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 0-10 องศาเซลเซียส) ยีสต์ รา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* แต่พบโคโลนีของจุลินทรีย์ชนิดมีโซไฟล์น้อยกว่า 10 โคโลนีในอาหาร 1 มิลลิลิตร (cfu /ml) ซึ่งมีค่าไม่เกินปริมาณที่กำหนดโดย Parenteral and Enteral Nutrition Group of British Dietetic Association คือมีได้ไม่เกิน 100 โคโลนีต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร (Anderton และคณะ, 1986) (ตารางที่ 12) แสดงว่า สูตรอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที หลังจากเก็บไว้ 3 วันในตู้เย็น มีความสะอาดเพียงพอที่จะนำไปใช้กับผู้ป่วยได้อย่างปลอดภัย

การศึกษาของ Worawongtud (1991) เตรียมอาหารปั่นผสมโดยใช้ไข่ไก่ เนื้อไก่ หรือเต้าหู้ขาว เป็นแหล่งโปรตีน ใช้แป้งข้าวเจ้า น้ำตาลทราย และเด็กซ์ตรินเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต ใช้ใบตำลึงเป็นแหล่งวิตามินเอ และน้ำมันถั่วเหลืองเป็นแหล่งไขมัน ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อหลังจากเตรียมเสร็จ เมื่อนำไปเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบเชื้อจุลินทรีย์ (mesophilic count) เพิ่มขึ้นจากเมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ คือจาก 60 เป็น 350 โคโลนีต่อมิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษานี้ จะเห็นได้ว่าการนำผลิตภัณฑ์อาหารปั่นผสมไปผ่านการพาสเจอไรซ์ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ลดลงและไม่เพิ่มจำนวนขึ้นระหว่างการเก็บ

การศึกษาของ Keawtanom (1997) เตรียมอาหารปั่นผสมโดยใช้แหล่งโปรตีนจากโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และไข่ไก่ ใช้แป้งข้าวเจ้า และน้ำตาลทรายเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต ใบตำลึงเป็นแหล่งวิตามินเอ น้ำมันถั่วเหลืองเป็นแหล่งไขมัน และใช้เพคตินเป็นสารช่วยเพิ่มความคงตัว แล้วนำไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดมีโซไฟล์ หลังเตรียมเสร็จใหม่ ๆ เท่ากับ 2,400 และ 110 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้เย็นเป็นเวลา 3 วัน พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ไม่เพิ่มขึ้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบจากการศึกษาของ Keawtanom มีค่าไม่เกินมาตรฐานของนมพาสเจอไรซ์ที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย ซึ่งกำหนดให้มีได้ไม่เกิน 50,000 โคโลนีต่อมิลลิลิตร แต่ค่านี้จะสูงกว่าค่าที่กำหนดโดย Parenteral and Enteral Nutrition Group of British Dietetic Association ซึ่งกำหนดให้มีได้ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ในการศึกษานี้พบเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่าและไม่เกินปริมาณที่กำหนดโดย Parenteral and Enteral Nutrition Group of British Dietetic Association ทั้ง ๆ ที่การศึกษานี้ใช้อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อน้อยกว่าการศึกษาของ Keawtanom ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการฆ่าเชื้อจะขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น ถ้าปริมาณเชื้อเริ่มต้นมาก เมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้ว ปริมาณเชื้อหลังจากผ่านความร้อนก็จะมากกว่าในกรณีที่อาหารมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นน้อย (Fellows, 1990) แสดงให้เห็นว่าสุขลักษณะที่ดีในการเตรียมอาหารเป็นสิ่งสำคัญในการเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารปั่นผสม

การฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอไรซ์และสเตอริไลซ์ เป็นการใช้ความร้อนเพื่อถนอมอาหาร การพาสเจอไรซ์เป็นการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรงนัก มักจะทำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน วิธีนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในอาหาร และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่ทนต่อความร้อนต่ำ เช่นแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา การพาสเจอไรซ์เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ แต่ไม่ใช่ทั้งหมดในอาหาร ดังนั้นอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้วจำเป็นต้องผ่านกระบวนการต่อไปหรือต้องเก็บรักษาในสภาวะที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ เช่นการเก็บในอุณหภูมิต่ำ (2-8 องศาเซลเซียส) (Fellows, 2000 a)

การสเตอริไลซ์เป็นการให้ความร้อนแก่อาหารที่อุณหภูมิสูงและเวลานานเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ มีจุดมุ่งหมายหลักคือการทำให้อาหารปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และเชื้อจุลินทรีย์หรือสปอร์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียซึ่งสามารถเจริญเติบโตในอาหารภายใต้สภาวะอุณหภูมิในการเก็บรักษาตามปกติ นั่นคืออาหารที่ผ่านการสเตอริไลซ์ ต้องเก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เน่าเสีย มีอายุการเก็บนานอย่างน้อย 6 เดือน การสเตอริไลซ์โดยใช้ความร้อนชื้นที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ของแบคทีเรียได้หมด (Fellows, 2000 b)

การเตรียมอาหารปั่นผสมโดยทั่วไปไม่มีการฆ่าเชื้อหลังจากเตรียมเสร็จ อาหารจึงมีอายุการเก็บเพียง 1 วัน และต้องเก็บในตู้เย็น ทำให้ต้องเตรียมอาหารนี้ทุกวัน นอกจากนี้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นหลังการเก็บมีผลทำให้ผู้ป่วยท้องเสีย หรือเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการติดเชื้อได้ การฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อนทั้ง 2 วิธีในการศึกษานี้ ช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลงได้ ไม่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มปริมาณขึ้นเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ เป็นการยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น และช่วยลดภาระให้แก่ผู้ดูแลผู้ป่วยหรือเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลในการเตรียมอาหารนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์ เมื่อเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	ระยะเวลา			
	เริ่มต้น	7 วัน	15 วัน	30 วัน
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ (cfu /ml) [1]	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวนยีสต์และรา (cfu /ml)	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN /100 ml) [2]	< 3	< 3	< 3	< 3
จำนวน *E. coli*	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวน *S. aureus* (cfu / 0.1 ml) [3]	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ

[1] cfu /ml = colony forming unit ต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร

[2] MPN /100 ml = Most Probable Number ต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร

[3] cfu / 0.1 ml = colony forming unit ต่ออาหาร 0.1 มิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ เมื่อเก็บไว้ 3 วัน

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	ระยะเวลา	
	เริ่มต้น	3 วัน
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ [1] (cfu/ml) [2]	< 10	< 10
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดไซโครโทรป (cfu /ml)	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวนยีสต์และรา (cfu /ml)	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN/100 ml) [3]	< 3	< 3
จำนวน *E. coli*	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวน *S. aureus* (cfu / 0.1 ml) [4]	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ

[1] Parenteral and Enteral Nutrition Group of British Dietetic Association กำหนดให้คือมีได้ไม่เกิน 100 cfu /ml

[2] cfu /ml = colony forming unit ต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร

[3] MPN /100 ml = Most Probable Number ต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร

[4] cfu / 0.1 ml = colony forming unit ต่ออาหาร 0.1 มิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

เมื่อให้อาสาสมัคร 10 คน ชิมผลิตภัณฑ์อาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์ แล้วให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม ตั้งแต่ 1-9 (ไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไลซ์ มีคะแนนเฉลี่ยของความชอบในเรื่องสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวมอยู่ในช่วงความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์มีคะแนนเฉลี่ยของความชอบในเรื่องสี กลิ่น และลักษณะโดยรวม อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และคะแนนเฉลี่ยของความชอบในเรื่องรส และเนื้อสัมผัส อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก (ตารางที่ 13-18) และความชอบในด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลซ์ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 18)

ผลิตภัณฑ์ในการศึกษานี้จึงสามารถนำไปใช้เป็นอาหารที่ให้ทางสายให้อาหาร และใช้เป็นอาหารเสริมชนิดดื่มสำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับประทานอาหารปกติได้หรือรับประทานอาหารได้ไม่เพียงพอ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในการวิจัยนี้ผู้ที่ชิมผลิตภัณฑ์และให้คะแนนในแบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นผู้ที่มีสุขภาพปกติและชิมเป็นครั้งคราว ซึ่งอาจบอกความรู้สึกได้ไม่เหมือนกับผู้ป่วยจริง ดังนั้นในการใช้กับผู้ป่วยจริง ผลการทดสอบอาจแตกต่างออกไปได้ เนื่องจากผู้ป่วยในบางโรค การรับรส กลิ่นจะเปลี่ยนแปลงไป ความอยากอาหารอาจลดลง และในผู้ป่วยที่ต้องได้รับผลิตภัณฑ์อาหารโดยการรับประทานหลายมื้อติดต่อกัน อาจจะเกิดความเบื่อในรสชาติของผลิตภัณฑ์อาหารได้ ดังนั้นในการศึกษาต่อไปจึงน่าจะทำการทดสอบในผู้ป่วยจริง เพื่อให้ได้ผลที่ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น

ตารางที่ 13 ความถี่ของคะแนนความชอบในสีที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์

คะแนน	ความถี่ของคะแนน *	
	ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์	ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์
9 (ชอบมากที่สุด)	-	-
8 (ชอบมาก)	-	2 (20)
7 (ชอบปานกลาง)	2 (20)	6 (60)
6 (ชอบเล็กน้อย)	6 (60)	-
5 (อยู่ระหว่างชอบและไม่ชอบ)	1 (10)	1 (10)
4 (ไม่ชอบเล็กน้อย)	1 (10)	1 (10)
3 (ไม่ชอบปานกลาง)	-	-
2 (ไม่ชอบมาก)	-	-
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	-	-

* ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ความถี่ของคะแนนความชอบในกลิ่นที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์

คะแนน	ความถี่ของคะแนน *	
	ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์	ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์
9 (ชอบมากที่สุด)	-	-
8 (ชอบมาก)	1 (10)	3 (30)
7 (ชอบปานกลาง)	3 (30)	3 (30)
6 (ชอบเล็กน้อย)	5 (50)	3 (30)
5 (อยู่ระหว่างชอบและไม่ชอบ)	-	-
4 (ไม่ชอบเล็กน้อย)	1 (10)	1 (10)
3 (ไม่ชอบปานกลาง)	-	-
2 (ไม่ชอบมาก)	-	-
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	-	-

* ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ความถี่ของคะแนนความชอบในรสที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์

คะแนน	ความถี่ของคะแนน *	
	ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์	ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์
9 (ชอบมากที่สุด)	-	-
8 (ชอบมาก)	-	4 (40)
7 (ชอบปานกลาง)	6 (60)	4 (40)
6 (ชอบเล็กน้อย)	4 (40)	1 (10)
5 (อยู่ระหว่างชอบและไม่ชอบ)	-	1 (10)
4 (ไม่ชอบเล็กน้อย)	-	-
3 (ไม่ชอบปานกลาง)	-	-
2 (ไม่ชอบมาก)	-	-
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	-	-

* ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ความถี่ของคะแนนความชอบในเนื้อสัมผัสที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์

คะแนน	ความถี่ของคะแนน *	
	ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์	ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์
9 (ชอบมากที่สุด)	-	-
8 (ชอบมาก)	3 (30)	4 (40)
7 (ชอบปานกลาง)	4 (40)	5 (50)
6 (ชอบเล็กน้อย)	2 (20)	1 (10)
5 (อยู่ระหว่างชอบและไม่ชอบ)	1 (10)	-
4 (ไม่ชอบเล็กน้อย)	-	-
3 (ไม่ชอบปานกลาง)	-	-
2 (ไม่ชอบมาก)	-	-
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	-	-

* ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ความถี่ของคะแนนความชอบในลักษณะโดยรวมที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์

คะแนน	ความถี่ของคะแนน *	
	ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์	ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์
9 (ชอบมากที่สุด)	-	-
8 (ชอบมาก)	-	2 (20)
7 (ชอบปานกลาง)	5 (50)	6 (60)
6 (ชอบเล็กน้อย)	5 (50)	1 (10)
5 (อยู่ระหว่างชอบและไม่ชอบ)	-	1 (10)
4 (ไม่ชอบเล็กน้อย)	-	-
3 (ไม่ชอบปานกลาง)	-	-
2 (ไม่ชอบมาก)	-	-
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	-	-

* ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 คะแนนเฉลี่ยของความชอบในด้านต่าง ๆ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัติที่ผ่านการสเตอริไลซ์และพาสเจอไรซ์

ความชอบต่อผลิตภัณฑ์	ค่าเฉลี่ยของคะแนน *	
	ผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์	ผลิตภัณฑ์พาสเจอไรซ์
สี	5.9	6.7
กลิ่น	6.3	6.7
รส	6.6	7.1
เนื้อสัมผัส	6.9	7.3
ลักษณะโดยรวม	6.5	6.9

* คะแนนความชอบจัดลำดับจาก 1-9 คือ ไม่ชอบมากที่สุด ถึงชอบมากที่สุด

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเตรียมอาหารปั่นผสมในการศึกษานี้ เลือกใช้วัตถุดิบที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศ และใช้กระบวนการผลิตที่สามารถปฏิบัติได้ง่าย เสียค่าใช้จ่ายน้อย มีต้นทุนการผลิต 17 บาทต่ออาหาร 1,000 มิลลิลิตร ดังนั้นการผลิตอาหารปั่นผสมสูตรมังสวิรัติในการศึกษานี้จึงน่าจะเป็นประโยชน์สำหรับการใช้ในระดับชุมชน และยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไปได้ โดยอาจต้องปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่เนียนละเอียดมากขึ้น ด้วยการใช้เครื่องปั่นผสมที่มีประสิทธิภาพสูง หรือเปลี่ยนวิธีการทำลายเชื้อจากการสเตอริไลซ์ในเครื่องนึ่งอัดไอ เป็น Ultra High Temperature (UHT) เพื่อให้คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสูญเสียไปน้อยลง

อย่างไรก็ตาม การผลิตอาหารทางสายให้อาหารชนิดปั่นผสมสูตรมังสวิรัตินี้ มุ่งหวังจะศึกษาความเป็นไปได้ในการเตรียมอาหารที่มีสัดส่วนของสารอาหารที่ให้พลังงานเหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี มีความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์และสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานขึ้น ซึ่งสูตรอาหารนี้ยังต้องพัฒนาต่อไปในเรื่องความคงตัวของผลิตภัณฑ์สเตอริไลซ์ ให้มีความคงตัวดีตลอดระยะเวลาการเก็บ และเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลามากกว่า 30 วัน และควรตรวจสอบความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เกิน 30 วันด้วย นอกจากนี้การที่จะนำไปใช้กับผู้ป่วยจริง ยังมีสิ่งที่ต้องศึกษาต่อไป คือการเติมวิตามินและเกลือแร่ในสูตรอาหาร และต้องทำการประเมินคุณค่าทางโภชนาการทางชีวภาพ (biological assay) ต่อไปด้วย จึงจะสรุปได้ว่าเป็นอาหารทางสายให้อาหารที่สมบูรณ์ สามารถที่จะนำไปใช้กับผู้ป่วยได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย