บทที่ 3

ผลและวิจารณ์

1. ผลของการพาสเจอไรส์ต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหารทางสายให้อาหาร

การศึกษาทดลองผลิตอาหารทางสายให้อาหารสูตร BD (1:1) ของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ โดยกระบวนการพาสเจอไรส์ ภายใต้ปัจจัยที่ศึกษาแตกต่างกันได้แก่

- วิธีการพาสเจอไรส์ มี 2 แบบ คือแบบที่ 1 พาสเจอไรส์ก่อนการบรรจุ และแบบที่ 2 พาสเจอไรส์หลังการบรรจุในบรรจุภัณฑ์
- บรรจุภัณฑ์ มี 3 ชนิด คือ ขวดแก้ว ขวดพลาสติกฝาเกลียว ขวดพลาสติกฝาจุกยาง

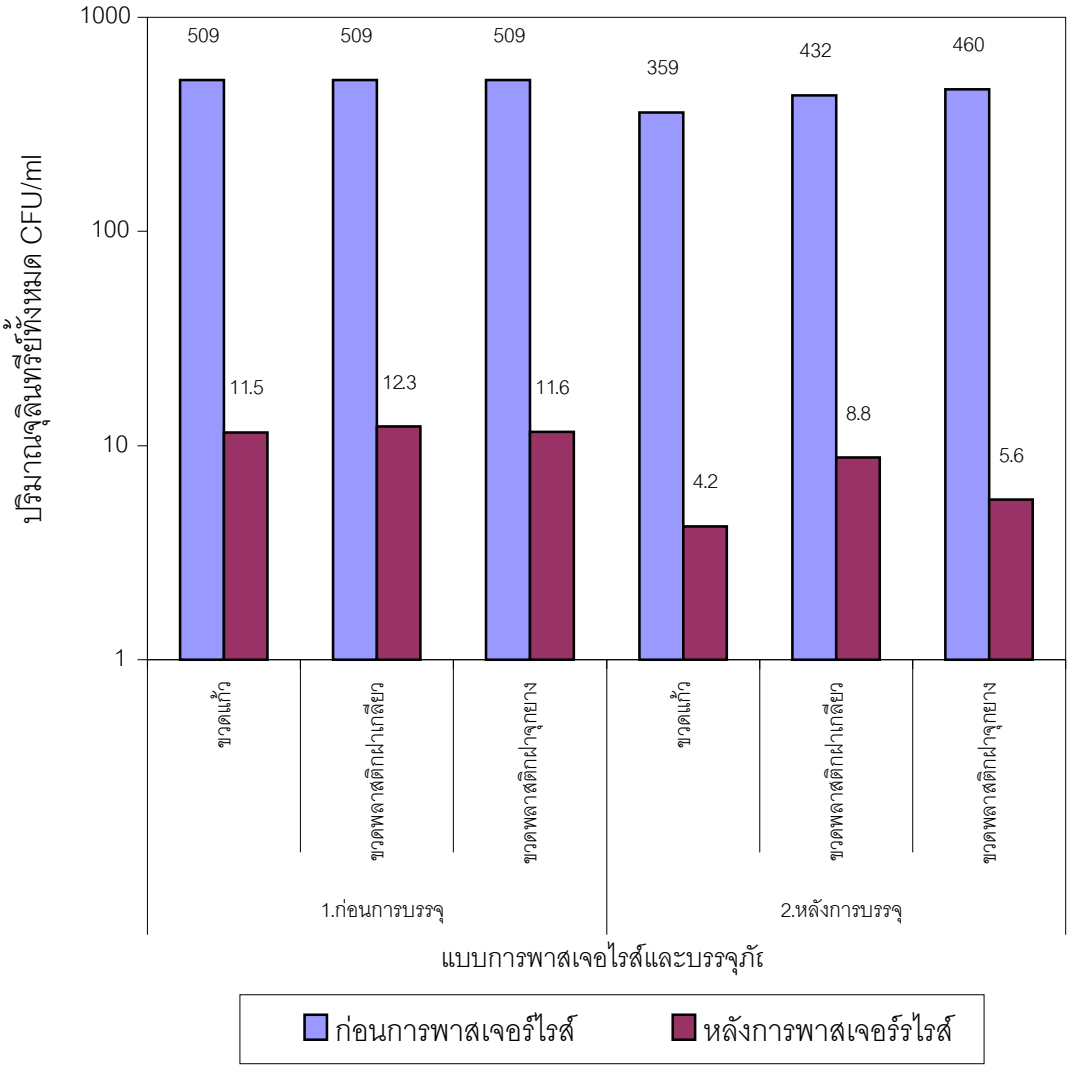
ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้ผลดังนี้คือ

1.1. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total bacteria count)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในอาหารทางสายให้อาหารสูตร BD (1:1) ของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ก่อนและหลังการพาสเจอไรส์ ตามปัจจัยที่ศึกษาพบว่าการ พาสเจอไรส์สามารถลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ลงได้ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐานของ Committee of Enteral and Nutrition Group of the British Dieteric Association (Anderson, Haward and Scott, 1986) คือไม่เกิน 1.0x 10^2 CFU/ml (ภาพประกอบ 8 และ ตารางผนวก 1 , 2 และ3) โดยแบบที่ 1 การพาสเจอไรส์อาหารก่อนการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนการพาสเจอไรส์ ซึ่งอยู่ในช่วง1.3 x10^2 - 9.8x10^2 CFU/ml (geometric mean 5.1x10^2 CFU/ml) ลงหลังการพาสเจอไรส์ เหลือปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.0 – 2.0x10 CFU/ml (geometric mean 1.2x10 CFU/ml) และแบบที่ 2 การพาสเจอไรส์อาหารหลังการบรรจุใน บรรจุภัณฑ์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนพาสเจอไรส์อยู่ในช่วง 1.5 x10^2 - 9.9x10^2 CFU/ml (geometric mean 4.1x10^2 CFU/ml) หลังการพาสเจอไรส์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.0 – 1.6x10 CFU/ml (geometric mean 5.9 CFU/ml) โดยการพาสเจอไรส์อาหารทั้ง 2 แบบ สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้ประมาณ 1 log cycle

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การพาสเจอไรส์อาหารทั้ง 2 แบบมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินท

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ก่อนและหลังการพาสเจอไรส์อาหารทั้ง 2 แบบ (ภาคผนวก ง ข้อ 1.1) และพบว่าวิธีการพาสเจอไรส์ที่แตกต่างกัน สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพประกอบ 8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของอาหารทางสายให้อาหารก่อนและหลังการพาสเจอไรส์แบบก่อนการบรรจุและแบบหลังการบรรจุ

อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวก ง ข้อ2.2) แสดงว่าประสิทธิภาพของการพาสเจอไรส์ทั้ง 2 แบบสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ลงมาได้ แต่ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด เนื่องจากจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่ทนความร้อน การใช้ความร้อนในระดับการพาสเจอไรส์ คือ อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียสนาน15 วินาทีหรือ 65 องศาเซลเซียสนาน 30นาที ก็เพียงพอในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดอาหารเน่าเสียรวมทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นพิษในอาหารบางชนิด แต่คงมีสปอร์ของจุลินทรีย์บางชนิดที่ทนอุณหภูมิสูงถึง 100 องศาเซลเซียส (ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์, 2540) ดังนั้นจึงมีจุลินทรีย์ที่ยังเหลือรอดชีวิตอยู่หลังการพาสเจอไรส์ ซึ่งตรงกับหลักการของการ พาสเจอไรส์ที่มีวัตถุประสงค์ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือก่อให้เกิดอันตรายลงมา เพื่อ หลีกเลี่ยงอันตรายที่มีต่อสุขภาพ จากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค แต่ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพและส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด (FAO ,1996)

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อนและหลังการ พาสเจอไรส์ในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันคือ ขวดแก้ว ขวดพลาสติกฝาเกลียวและขวดพลาสติก ฝาจุกยาง ในการพาสเจอไรส์แบบก่อนการบรรจุ, พาสเจอไรส์แบบหลังการบรรจุ และเปรียบเทียบโดยไม่แยกวิธี พบว่าภาชนะบรรจุทั้ง 3 ชนิด สามารถลดจุลินทรีย์ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวก ง ข้อ 1.2, 1.3 และ 1.4)

ผลการจำแนกจุลินทรีย์ในอาหารทางสายให้อาหารหลังการพาสเจอไรส์พบเชื้อ *Bacillus* spp. ทั้ง2 ครั้ง และพบ *Klebsiella pneumoniae และ Staphylococcus coagulase negative* 1 ตัวอย่างเพียงครั้งเดียว (ตาราง11sohk 50) สอดคล้องกับผลการตรวจวิเคราะห์ของหน่วยควบคุมโรคติดเชื้อ ซึ่งเชื้อที่พบส่วนใหญ่คือ *Bacillus* spp.

Bacillus spp. เป็นจุลินทรีย์ ที่อยู่ใน genus Bacillus รูปท่อนตรง ส่วนใหญ่ย้อมติดสีกรัมบวก เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทางด้านอาหาร เนื่องจากสร้างเอนโดสปอร์ที่ทนความร้อน จึงมีผลต่อการเน่าเสียของอาหารกระป๋อง (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล,2535) โดยทั่วไปสามารถพบ Bacillus spp.ได้ในสิ่งแวดล้อม และพบการปนเปื้อนได้ในอาหารทั่วไปเช่น พวกข้าว ข้าวผัด นม ซ๊อสเนื้อ ผลิตภัณฑ์จากเนื้อ ผลิตภัณฑ์จากธัญพืช อาหารแห้ง เครื่องเทศ และผักต่างๆ*Bacillus* spp. เป็นจุลินทรีย์ที่ถูกสงสัยหรือเชื่อได้ว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดอาหารเป็นพิษในระบบทางเดินอาหารตัวใหม่ ที่อยู่ในความสนใจ โดยเฉพาะ*Bacillus cereus* (Kramer and Gilbert ,1989) มีการศึกษาพบว่าสภาวะการใช้ความร้อนสูงของการพาสเจอไรส์ระบบ HTST มีผลต่อการยับยั้งหรือลดการเจริญของสปอร์ของ *Bacillus cereus.* (Kramer and Gilbert ,1989)

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่พบในอาหารทางสายให้อาหารก่อนและหลัง การพาสเจอไรส์

ครั้งที่	ตัวอย่างอาหารที่ส่งตรวจ	เชื้อที่พบ
1	ก่อนพาสเจอไรส์ในขวดพลาสติกฝาเกลียว	*Bacillus* spp.
	ก่อนพาสเจอไรส์ในขวดพลาสติกฝาจุกยาง	*Bacillus* spp.
	หลังพาสเจอไรส์ก่อนบรรจุ ในขวดแก้ว	*Bacillus* spp.
		Klebsiella pneumonia
		Staphylococcus coagulase negative
	หลังพาสเจอไรส์ก่อนบรรจุ ในขวดพลาสติกฝาเกลียว	*Bacillus* spp.
	หลังพาสเจอไรส์ก่อนบรรจุในขวดพลาสติกฝาจุกยาง	*Bacillus* spp
	หลังพาสเจอไรส์แบบหลังบรรจุในขวดแก้ว	*Bacillus* spp.
	หลังพาสเจอไรส์แบบหลังบรรจุในขวดพลาสติกฝาเกลียว	*Bacillus* spp
	หลังพาสเจอไรส์หลังบรรจุในขวดพลาสติกฝาจุกยาง	*Bacillus* spp.
2	ก่อนพาสเจอไรส์ในขวดพลาสติกฝาจุก	*Bacillus* spp.
	หลังพาสเจอไรส์ก่อนบรรจุในขวดแก้ว	*Bacillus* spp.
	หลังพาสเจอไรส์ก่อนบรรจุในขวดพลาสติกฝาเกลียว	*Bacillus* spp.
	หลังพาสเจอไรส์ก่อนบรรจุในขวดพลาสติกฝาจุกยาง	*Bacillus* spp.
	หลังพาสเจอไรส์หลังบรรจุขวดแก้ว	*Bacillus* spp.
	หลังพาสเจอไรส์หลังบรรจุขวดพลาสติกฝาเกลียว	*Bacillus* spp.
	หลังพาสเจอไรส์หลังบรรจุขวดพลาสติกฝาจุกยาง	*Bacillus* spp.

และมีรายงานว่าพบ *Bacillus spp.*ในนมโคที่ผ่านการพาสเจอไรส์ที่รอดชีวิตจากการผ่านกระบวนการให้ความร้อน และอาจมีการปนเปื้อนซ้ำได้ในระหว่างการบรรจุ *Bacillus spp.* สามารถรอดชีวิตจากการให้ความร้อนสูงเช่น *Bacillus circulans* และ *Bacillus spharicus* ซึ่งทำให้นมมีรสขมและเกิดการตกตะกอนของโปรตีนในนม renin-type enzymes ได้ (Garbutt , 1997) ถึงแม้ว่าความร้อนในระดับการพาสเจอไรส์ จะไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacillus spp.* และสปอร์ได้หมด การพบในปริมาณที่น้อยโดยทั่วไปจะไม่เป็นปัญหาและการรับเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารในระดับ

ต่ำจะไม่ก่อให้เกิดอันตราย (Kramer and Gilbert,1989) และต้องพบจำนวน จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สูงถึง $1.0x10^6$ CFU/g จึงก่อให้เกิดอันตราย คือทำให้เกิดอาการของระบบทางเดินอาหาร ท้องเสียคลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ เหงื่อออก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งพบ จุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารหลังการพาสเจอไรส์ทันที อยู่ในช่วง 1-2.0X10 CFU/ml และหลังเก็บใน ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วันอยู่ในช่วง 1 - 6.4 X10 CFU /ml ซึ่งไม่เกินมาตรฐานของ Committee of Enteral and Nutrition Group of the British Dieteric Association (คือไม่เกิน $1.0x10^2$ CFU/ml) ดังนั้นการพาสเจอไรส์อาหารทางสายให้อาหาร จึงน่าจะทำให้อาหารมีความปลอดภัยเพียงพอ

การป้องกันและการควบคุมจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacillus* spp. ที่มีประสิทธิภาพขึ้นกับการควบคุมการเจริญหรือเพาะตัวเพิ่มของสปอร์ (germination) การป้องกันไม่ให้มีการเพิ่มของ จุลินทรีย์ในอาหารหลังปรุงเสร็จ โดยใช้ความร้อนที่เหมาะสม แม้ว่าการปรุงอาหารที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสจะทำให้เกิดการเหลือรอดของสปอร์ของ *Bacillus* spp. แต่อัตราการเจริญหรือการงอกตัวของสปอร์จะลดลง ถ้าถูกจำกัดโดยสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิต่ำ pHต่ำ water activityต่ำ นอกจากนั้นสิ่งที่ต้องระวังอันตรายที่จะเกิดกับสุขภาพของประชาชน คือการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในระหว่างการแช่เย็น หรือการเก็บอาหารที่มีความชื้นสูงนอกตู้เย็นในปริมาณมากๆ ที่อุณหภูมิสูงเกินกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ดังนั้นอาหารที่เก็บในตู้เย็น จึงต้องถูกทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิที่ป้องกันการเจริญของ จุลินทรีย์ คือต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส (Kramer and Gilbert ,1989)

ในการทดลองครั้งนี้ พบ *Klebsiella pneumoniae* และ *Staphylococcus coagulase negative* ในตัวอย่างอาหารหลังพาสเจอไรส์ ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรค ที่พบอาจเนื่องจากเกิดการปนเปื้อนหลังการพาสเจอไรส์*ได้* *Klebsiella pneumoniae* เป็นเชื้อก่อโรคที่สามารถแยกได้จากทางเดินอาหารและในระบบทางเดินหายใจที่ก่อให้เกิดโรคปอดบวมในคน (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล , 2535) ส่วน *Staphylococcus* เป็นเชื้อที่ทนความร้อนและความแห้งได้ดี พบตามผิวหนัง ปากและจมูก การตรวจพบแสดงให้เห็นว่า อาจเนื่องจากการจับต้องอาหารไม่ถูกหลักอนามัย หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนหลังการพาสเจอไรส์ก็ได้ เนื่องจาก *Staphylococcus* ถูกทำลายได้ที่ ความร้อน 66 องศาเซลเซียส 12 นาที หรือ 60 องศาเซลเซียสนาน 78-83 นาที (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2535) และจากการทดลองตรวจอาหารก่อนพาสเจอไรส์ที่ผ่านมาทั้งหมดก็ไม่พบ *Staphylococcus* และการตรวจพบครั้งนี้ก็พบในปริมาณน้อย คือพบเพียง 1 ตัวอย่าง

1.2. ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform bacteria) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform bacteria)

จากการวิเคราะห์ตรวจสอบทางจุลินทรีย์ พบว่าอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ที่ยังไม่ผ่านการพาสเจอไรส์จำนวน 4 ครั้ง ไม่พบทั้งโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์ม 3 ครั้ง แต่พบโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์ม เท่ากับ $1.1X10^3$ CFU/ml 1 ครั้ง และเมื่อนำอาหารมาพาสเจอไรส์ พบว่าการพาสเจอไรส์ทั้ง 2 แบบสามารถลดการปนเปื้อนโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มลงได้ โดยตรวจไม่พบจุลินทรีย์ดังกล่าว ในอาหารทางสายให้อาหารหลังการพาสเจอไรส์ ทั้ง 2 แบบในทุกบรรจุภัณฑ์ คือขวดแก้ว ขวดยาพลาสติกฝาเกลียว และขวดพลาสติกฝาจุกยาง (ตาราง11 และ 12) จากผลการทดลองครั้งที่ 3 ซึ่งพบโคลิฟอร์ม ทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์ม ก่อนการพาสเจอไรส์เท่ากับ $1.1X10^3$ CFU/ml หลังการพาสเจอไรส์เหลือเท่ากับ 0 CFU/ml หรือตรวจไม่พบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เกสราพรรณ พงษ์พินิจศักดิ์ (2541) ที่ตรวจไม่พบโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มในอาหารทางสายให้อาหาร และการที่ตรวจพบ โคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอาหารจากหน่วยโภชนาการในการทดลองครั้งที่ 3 แสดงให้เห็นว่าอาหารทางสายให้อาหารจากหน่วยโภชนาการ มีโอกาสเสี่ยงในเรื่องความปลอดภัยของอาหาร เพราะการตรวจพบโคลิฟอร์ม ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีความปลอดภัยในอาหาร อาจมีสาเหตุมาจากการได้รับความร้อนไม่เพียงพอในการทำลายเชื้อโรค หรืออาจเกิดการปนเปื้อนหลังการผลิต และการตรวจพบฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอาหารแสดงถึงการปนเปื้อนจากอุจาระหรือสิ่งปฏิกูล จึงมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารได้ (ศิวาพร ศิวเวช, 2542) ซึ่งข้อมูลที่ตรวจพบครั้งนี้ ตรวจพบในตัวอย่างอาหารทางสายให้อาหารทุกบรรจุภัณฑ์จากหน่วยโภชนาการก่อนการพาสเจอไรส์

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (total coliform bacteria)ในอาหารทางสายให้อาหารเปรียบเทียบก่อนและหลังการพาสเจอไรส์ ทั้ง 2 แบบ คือก่อนการบรรจุและหลังการบรรจุ

แบบการพาสเจอไรส์	บรรจุภัณฑ์	การทดลองครั้งที่	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (CFU/ml)	
			ก่อนพาสเจอไรส์	หลังพาสเจอไรส์
1. ก่อนการบรรจุ	ขวดแก้ว	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
	ขวดพลาสติกฝาเกลียว	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
	ขวดพลาสติกฝาจุกยาง	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
2. หลังการบรรจุ	ขวดแก้ว	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
	ขวดพลาสติกฝาเกลียว	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
	ขวดพลาสติกฝาจุกยาง	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0

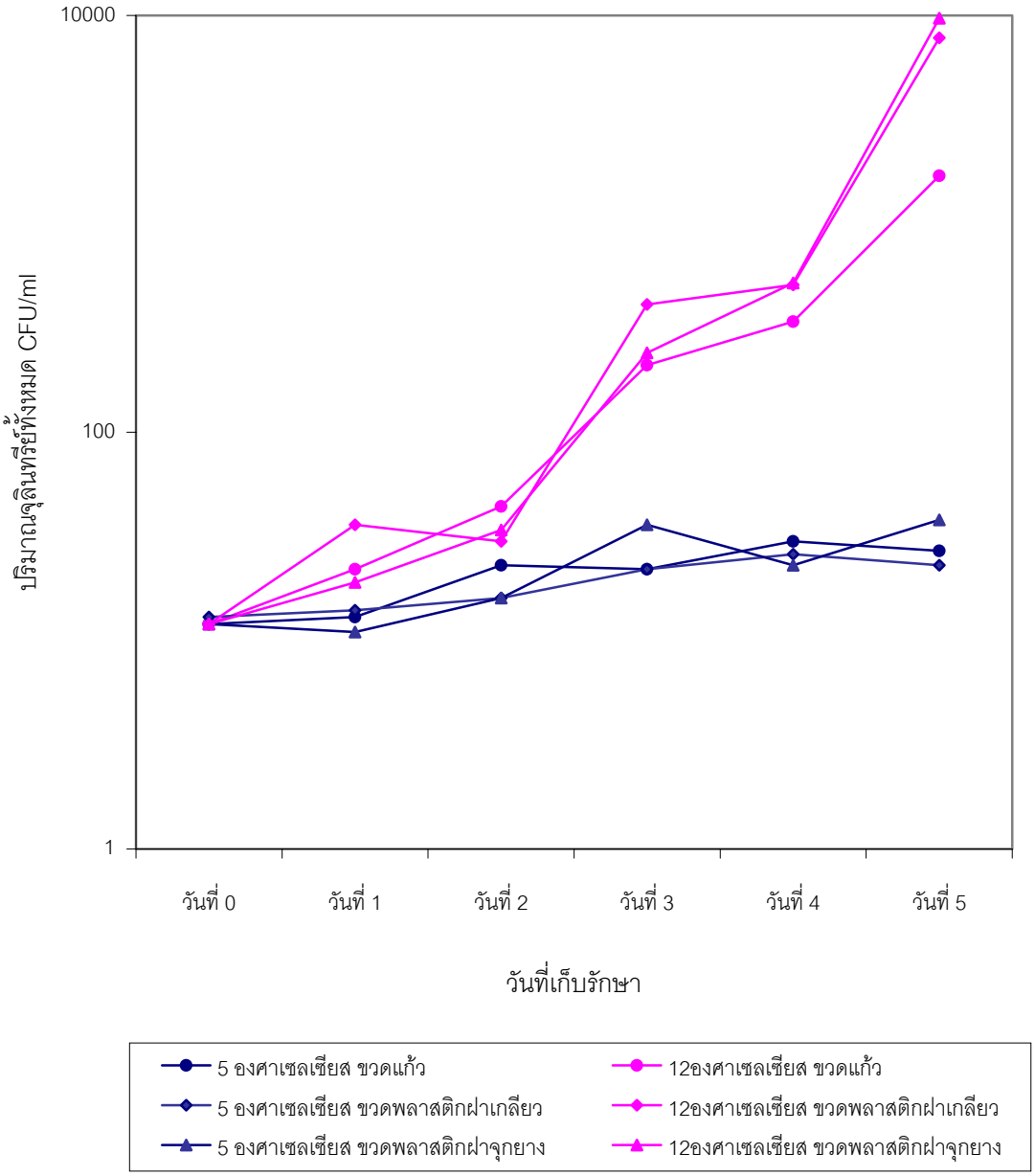
ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (fecal coliform bacteria) ในอาหารทางสายให้อาหารเปรียบเทียบก่อนและหลังการพาสเจอไรส์ ทั้ง 2 แบบคือก่อนการบรรจุและหลังการบรรจุ

แบบการพาสเจอไรส์	บรรจุภัณฑ์	การทดลองครั้งที่	ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (CFU/ml)	
			ก่อนพาสเจอไรส์	หลังพาสเจอไรส์
1. ก่อนการบรรจุ	ขวดแก้ว	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
	ขวดพลาสติกฝาเกลียว	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
	ขวดพลาสติกฝาจุกยาง	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
2. หลังการบรรจุ	ขวดแก้ว	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
	ขวดพลาสติกฝาเกลียว	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0
	ขวดพลาสติกฝาจุกยาง	1	0	0
		2	0	0
		3	$1.1X10^3$	0
		4	0	0

2. ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาอาหารทางสายให้อาหารต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหารทางสายให้อาหารก่อนและหลังการพาสเจอไรส์

การเก็บรักษาอาหารทางสายให้อาหารหลังการพาสเจอไรส์ทั้ง 2 แบบ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่เกินมาตรฐานของ Committee of Enteral and Nutrition Group of the British Dieteric Association (คือไม่เกิน $1.0x10^2$ CFU/ml) โดยพบว่าการพาสเจอไรส์ก่อนบรรจุ ในขวดแก้ว ขวดพลาสติกฝาเกลียวและขวดพลาสติกฝาจุกยาง มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 1.2x10-3.0x10 CFU/ml ,1.3x10 –2.6 x10 CFU/ml และ1.1x10-3.8x10 CFU/ml ตามลำดับ ส่วนการพาสเจอไรส์หลังบรรจุในขวดแก้ว ขวดพลาสติกฝาเกลียว และขวดพลาสติก ฝาจุกยาง มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 4.3-1.9x10 CFU /ml ,6.0 – 3.8x10 CFU /ml และ 5.6-4.0x10 CFU /ml ตามลำดับ (ตารางผนวก 4 และภาพประกอบ 9)

ส่วนการเก็บรักษาอาหารทางสายให้อาหารหลังการพาสเจอไรส์ทั้ง 2 แบบที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสพบว่าเมื่อเก็บเป็นเวลามากกว่า 3 วันปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงเกินค่ามาตรฐานของ Committee of Enteral and Nutrition Group of the British Dieteric Association (คือไม่เกิน $1.0x10^2$ CFU/ml) โดยพบว่าการพาสเจอไรส์ก่อนบรรจุในขวดแก้ว มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 0-2 อยู่ในช่วง1.2x10-4.4 x10 CFU/ml วันที่ 3-5 อยู่ในช่วง $2.1x10^2$ -$1.7x10^3$ CFU/ml ขวดพลาสติกฝาเกลียวมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 0-2 อยู่ในช่วง 1.2x10 –3.6 x10 cfu/ml วันที่ 3-5 ค่า $4.1x10^2$ –$7.8 x10^3$ CFU/ml และขวดพลาสติกฝาจุกยาง มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษา วันที่ 0-2 อยู่ในช่วง 1.2x10-3.4x10 CFU/ml วันที่3-5 อยู่ในช่วง $2.4x10^2$ –$9.7 x10^3$ CFU/ml แบบที่ 2 พาสเจอไรส์หลังบรรจุ ในขวดแก้วมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษา วันที่ 0-2 อยู่ในช่วง 4.2-3.7x10 CFU/ml วันที่ 3-5 อยู่ในช่วง 2.3 x 10^2 –2.9 x 10^3 CFU /ml ขวดพลาสติกฝาเกลียวมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษา วันที่ 0-2 อยู่ในช่วง 1.1x10 – 5.2x10 CFU/ml วันที่ 3-5 อยู่ในช่วง 4.5 x 10^2 –9.5 x 10^3 CFU/ml ขวดพลาสติกฝาจุกยางมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 0-2 อยู่ในช่วง 5.6-3.3x10 CFU/ml วันที่ 3-5 อยู่ในช่วง 7.9x 10^2 – 7.5 x 10^3 CFU /ml (ตารางผนวก 5 และภาพประกอบ 9)



ภาพประกอบ 9 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารทางสายให้อาหารหลังการพาสเจอไรส์แบบที่ 1 ก่อนการบรรจุ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และ12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์มของอาหารทางสายให้อาหารหลังการพาสเจอไรส์ที่เก็บรักษาในตู้เย็นที่ 5 และ 12 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน พบว่าตรวจไม่พบโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มในอาหารทางสายให้อาหารตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา ในทุกตัวอย่างอาหารที่ผ่านการพาสเจอไร์ส์ทั้ง 2 แบบในทุกบรรจุภัณฑ์

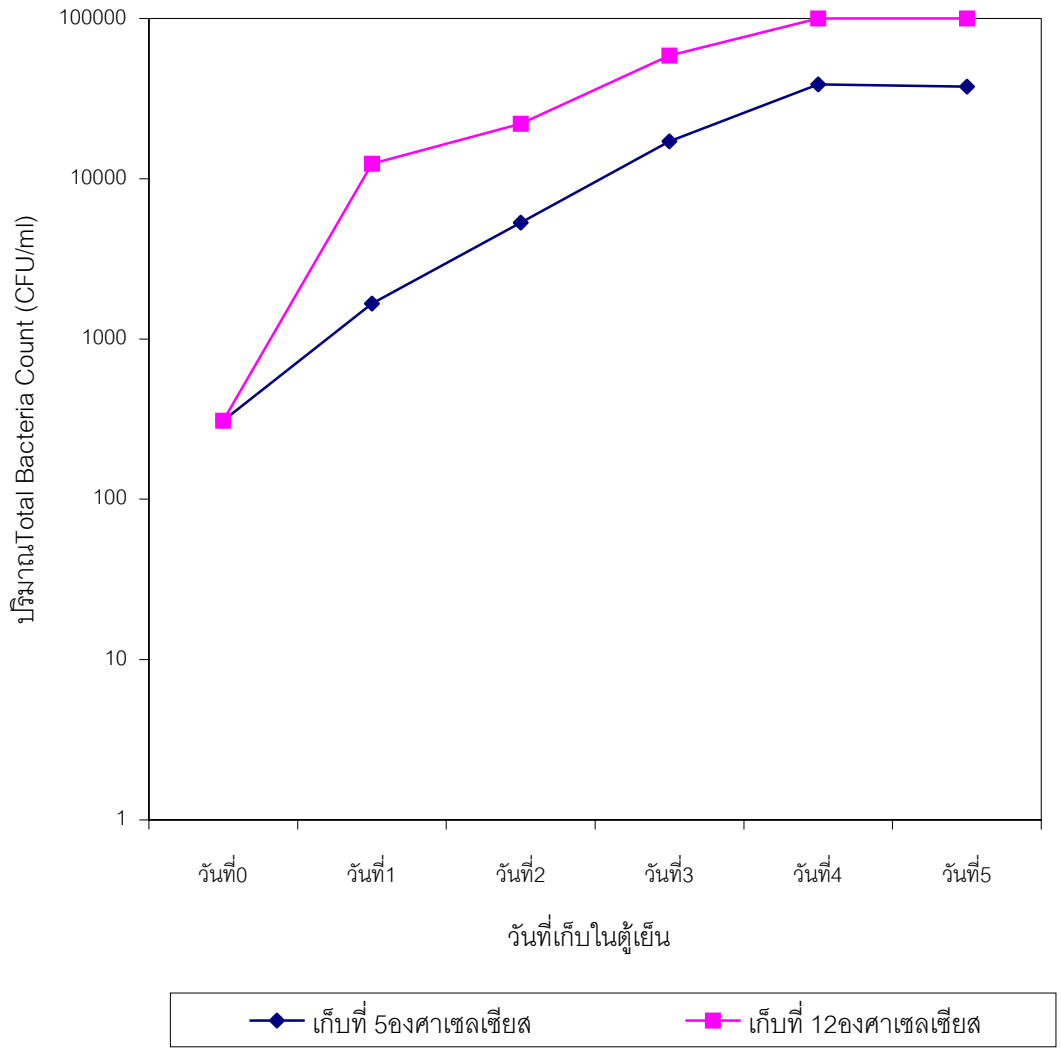
การศึกษาผลของอุณหภูมิที่ต่างกันในการเก็บอาหารทางสายให้อาหารหลัง พาสเจอไรส์ในตู้เย็นคือ 5 องศาเซลเซียสและ12 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่ต่างกันมีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในอาหารระหว่างการเก็บรักษา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาคผนวก ง ข้อ2.4)

อุณหภูมิมีความสำคัญในการเก็บรักษาอาหาร เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของ จุลินทรีย์โดยเฉพาะในระยะ lag phase ที่อุณหภูมิต่ำ ไม่เพียงแต่ลดอัตราการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ แต่ยังช่วยยืดระยะเวลาของ lag phase ออกไป ความสัมพันธ์ของการเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิแช่เย็น (chill temperature) มีผลต่อการลดอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสียของอาหารและช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาอาหาร (Garbutt ,1997)

และจากการศึกษาประสิทธิภาพของการพาสเจอไรส์นมโคด้วยระบบ HTST ของชูรัฐ แปลกสงวนศรี (2537) พบว่านมสดที่ผ่านพาสเจอไรส์ที่มีคุณภาพดีเมื่อผ่านการบรรจุแล้วนำเข้าห้องเย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสทันทีจะมีอายุการเก็บมากกว่า 15 วัน โดยการ ตรวจสอบที่วันที่ 21 ก็ยังเป็นปกติ และหลายครั้งที่พบว่าตรวจสอบที่วันที่ 30 ก็ยังไม่เสีย แต่ถ้าห้องเย็นขัดข้องนานกว่า 12 ชั่วโมง อายุในการเก็บของน้ำนมก็จะสั้นลงทันที

วิธีการเก็บรักษาอาหารด้วยการแช่เย็น หมายถึงการเก็บที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสหรืออุณหภูมิเหนือการแช่แข็ง (-1 องศาเซลเซียสถึง 5 องศาเซลเซียส) แต่ในอุตสาหกรรมนมใช้อุณหภูมิแช่เย็นที่ 7 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิ –1 ถึง 7 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่จุลินทรีย์กลุ่ม Psychrotrophs ยังสามารถเจริญและก่อให้เกิดการเสียของอาหารได้แต่ lag phase ที่ เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำ จึงทำให้ระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ยืดออกไปได้ ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาอาหารหลังการพาสเจอไรส์ ไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส หรือถ้าหากสูงกว่านี้ก็ไม่ควรเกิน 7 องศาเซลเซียส (Garbutt , 1997) และที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ก็ไม่สามารถเก็บรักษาคุณภาพอาหารไว้ได้ ถ้าอาหารมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นในระดับที่สูง เช่นในอาหารที่ไม่ได้ พาสเจอไรส์ ปริมาณจุลินท

รีย์ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามอุณหภูมิและเวลาที่เพิ่มขึ้นดัง ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารทางสายให้อาหารที่ไม่ได้
พาสเจอไรส์ ที่เก็บที่อุณหภูมิ 5 และ 12 องศาเซลเซียส (ตารางผนวก 6 และภาพประกอบ 10)



ภาพประกอบ 10 ค่าเฉลี่ยของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของอาหารทางสายให้อาหารที่ไม่ได้ผ่านการพาสเจอไรส์ในขวดพลาสติกฝาเกลียว ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและ12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

จากข้อมูลการสำรวจอุณหภูมิตู้เย็นที่เก็บอาหารทางสายให้อาหารใน 10 หอผู้ป่วยและหน่วยโภชนาการของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ (ตาราง 14) พบว่าอุณหภูมิตู้เย็นในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ สูงเกินมาตรฐานในการเก็บรักษาอาหารตามคำแนะนำของของกรมอนามัย คือเกิน 5 องศาเซลเซียสและเกินมาตรฐานในการเก็บรักษาอาหารนมในอุตสาหกรรมนม คือ 7 องศาเซลเซียส ในบางช่วงเวลา โดยส่วนใหญ่คือ ช่วง 16.00 - 20.00น. ส่วนในหอผู้ป่วยที่มีการให้อาหารทางสายอาหาร 10 หอผู้ป่วย พบว่าหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง หอผู้ป่วย Respiratory Care Unit (R.C.U.) หออภิบาลผู้ป่วยหนัก (I.C.U.) หอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย หอผู้ป่วยศัลยกรรมหญิง หอผู้ป่วยศัลยกรรมชาย หอผู้ป่วยศัลยกรรมระบบประสาท และหอผู้ป่วยอุบัติเหตุ มีการใช้อาหารทางสายให้อาหารค่อนข้างมาก พบว่าอุณหภูมิตู้เย็นส่วนใหญ่จะสูงในช่วงเวลา16.00-20.00น. เกินมาตรฐานทุกหอผู้ป่วย คืออยู่ในช่วง 8-26 องศาเซลเซียส เนื่องจากหน่วยโภชนาการส่งอาหารทางสายอาหารแก่หอผู้ป่วยรอบเย็นในช่วง 16.00-17.30น.ซึ่งอาหารที่ส่งมาจะมีอุณหภูมิสูงอยู่ในช่วง 35-50 องศาเซลเซียส และได้ให้คำแนะนำให้นำอาหารเข้าตู้เย็นทันทีติดไว้ในฉลากขวดอาหาร ดังนั้นจึงทำให้อุณหภูมิตู้เย็นสูงเนื่องจากอาหารก่อนนำเข้าตู้เย็นมีอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะหอผู้ป่วยที่มีปริมาณอาหารจำนวนมาก ซึ่งอุณหภูมิที่สูงนี้อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว ประกอบกับช่วงระยะเวลาที่อุณหภูมิที่สูงเกิน มาตรฐานนี้มีช่วงยาว ถึง 3-4 ชั่วโมง แล้วจึงลดลงต่ำ ดังนั้นแม้ว่าในตอนหลังอุณหภูมิจะลดลงต่ำ แต่ปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มสูงแล้ว มีโอกาสที่จะเจริญเพิ่มขึ้นได้ แม้ในอัตราที่ช้า ซึ่งอาจทำให้เกิดการเสียของอาหาร หรือเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ โดยเฉพาะในกรณีนี้ ผู้บริโภคเป็นผู้ป่วยที่อาจมีภูมิต้านทานร่างกายต่ำกว่าคนปกติได้ ดังนั้นจุดนี้จึงเป็นจุดควบคุมวิกฤตที่ต้องมีการควบคุมตามหลักการ HACCP ต่อไป แม้ว่าในปัจจุบันทางโรงพยาบาลได้นำระบบ HA มาใช้ใน โรงพยาบาลและมีการบันทึกอุณหภูมิตู้เย็นทุกวัน วันละ 1 ครั้ง แต่การนำอาหารที่มีอุณหภูมิสูงเข้าเก็บในตู้เย็นทันที ก็อาจทำให้ตู้เย็นต้องทำงานหนัก โดยเฉพาะในตู้เย็นบางตู้ที่มีอายุการใช้งานมานาน แต่การวางอาหารที่ร้อนหรืออุ่นไว้ให้เย็นนอกตู้เย็น ก่อนนำเข้าเก็บ ถ้าระบบการจัดการไม่ดีก็อาจเป็นจุดที่ทำให้จุลินทรีย์ที่มีการปนเปื้อนในอาหารแม้ปริมาณเริ่มต้นมีน้อย ก็อาจเจริญเพิ่มปริมาณขึ้นสูงได้จนเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเนื่องจากแบคทีเรียมีการเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัวตามขวางอย่างรวดเร็ว ถ้าอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ เหมาะสม และเพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า ทุกครึ่งชั่วโมงดังนั้นถ้ามีการปนเปื้อนแบคทีเรีย 1 เซลล์ภายใน 10 ชั่วโมง แบคทีเรียจะมีการเพิ่มจำนวนเป็นมากกว่า 1 ล้านเซลล์ (ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ , 2540)

ตาราง 14 ผลการบันทึกอุณหภูมิตู้เย็นในหอผู้ป่วย10 หอผู้ป่วยและหน่วยโภชนาการในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

เวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของตู้เย็นที่เก็บอาหารทางสายให้อาหารประจำหอผู้ป่วย										
	อายุรกรรมหญิง	RCU	อายุรกรรมชาย	ศัลยกรรมชาย	ศัลยกรรมหญิง	ICU	อุบัติเหตุ	ศัลยกรรมระบบประสาท	กระดูกและข้อหญิง	กระดูกและข้อชาย	โภชนาการ
1.00 น.	-0.4	7.2	2.6	7.7	5.7	0.1	0.6	2.6	-0.4	1.6	-2.5
2.00 น.	-1.4	6.2	2.1	9.3	5.1	-0.9	-0.4	1.6	0.1	-0.9	0.6
3.00 น.	1.6	5.1	13.1	7.7	4.6	-1.4	-0.4	2.6	3.6	-0.9	-1.4
4.00 น.	-3.0	5.7	4.6	10.4	4.1	-1.9	-0.9	6.2	5.1	-1.9	-1.4
5.00 น.	0.1	4.1	2.1	6.7	4.6	-3.0	-0.4	1.1	6.2	-0.9	0.6
6.00 น.	1.1	3.6	0.6	5.1	3.6	-1.9	-0.9	-0.9	6.7	-0.4	-0.9
7.00 น.	-2.5	2.6	-0.4	4.1	3.6	1.1	-1.9	-0.9	4.7	9.3	3.1
8.00 น.	2.6	3.6	-1.4	6.7	3.6	-3.0	-2.5	-0.9	6.7	3.1	9.3
9.00 น.	-1.4	3.1	-1.4	9.3	3.6	-3.5	3.6	-1.9	6.2	1.6	2.1
10.00น.	4.1	8.8	-1.4	8.8	7.7	3.1	1.1	-2.5	2.6	3.1	1.1
11.00 น.	3.1	2.6	1.6	9.3	7.2	4.6	0.1	-3.0	1.1	2.6	0.1
12.00 น.	-0.4	2.1	-1.4	9.3	6.2	8.8	-1.4	0.6	1.1	2.1	2.1
13.00 น.	3.1	12	-1.9	10.9	4.6	4.6	0.1	8.8	1.1	2.1	4.6
14.00 น.	5.7	13.1	-2.5	9.8	4.1	3.6	0.6	7.2	-0.9	2.6	10.9
15.00 น.	2.6	12	5.7	8.3	3.6	2.1	1.1	4.6	1.1	3.6	5.7
16.00 น.	18.9	26.1	6.7	7.7	6.7	0.6	0.1	2.1	4.1	1.6	3.6
17.00 น.	18.9	27.6	8.3	7.7	8.8	-0.9	5.1	6.2	0.1	0.9	2.6
18.00 น.	14.8	25.4	13.1	12	8.8	-1.9	9.3	19.5	6.7	-1.9	1.6
19.00 น.	12.6	23.4	9.3	12	6.7	-2.5	2.1	13.1	6.2	-1.9	0.1
20.00 น.	8.3	20.8	8.3	12	6.7	4.1	1.6	10.4	10.9	7.2	4.1
21.00 น.	4.6	18.3	6.7	10.7	8.8	11.5	1.1	6.7	-0.9	2.6	0.1
22.00 น.	3.6	16.5	5.7	7.7	7.2	5.1	0.6	5.1	3.1	1.6	-0.9
23.00 น.	6.2	12.6	4.6	7.2	7.2	4.6	1.6	4.6	5.1	6.7	-1.9
24.00 น.	2.6	9.8	3.6	8.3	6.2	1.6	2.6	3.6	1.1	4.1	-2.5
Max	**18.9**	**27.6**	**13.1**	**12.1**	**8.8**	**11.5**	**9.3**	**19.5**	**10.9**	**9.3**	**10.9**
Min	**-3**	**2.1**	**-2.5**	**4.1**	**3.6**	**-3.5**	**-2.5**	**-3**	**-0.9**	**-1.9**	**-2.5**
Mean	**4.4**	**11.4**	**3.7**	**8.7**	**5.8**	**1.4**	**0.9**	**4.0**	**3.4**	**2.0**	**1.7**