การตรวจหาแบคทีเรียบางชนิดจากอาหารปรุงสำเร็จภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

Detection of Some Bacteria in Cooked Foods in Khon Kaen University Campus

*วรรณดี บัญญัติรัชต (Wandee Bunyatratchata)**
*สุกัลยา ทาโบราณ (Sukanlaya Thaboran)***
*ธีรศักดิ์ สมดี (Theerasak Somdee)****
*กัลยา กองเงิน (Kanlaya Kong - nghn)****

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสำเร็จภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยการตรวจหาแบคทีเรียทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม *Escherichia. coli* และ *Staphylococcus. aureus* พบว่ามีเชื้อเกินมาตรฐานจำนวน 52 ตัวอย่างหรือร้อยละ 64.20 ซึ่งเป็นแบคทีเรียทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม 33 และ 47 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 40.74 และ 58.02 ตามลำดับ พบเชื้อ *E. coli* and *S. aureus* จำนวน 7 และ 19 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 8.64 และ 23.46 ตามลำดับ อาหารประเภทยำมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียเกินมาตรฐานมากที่สุด รองลงมาเป็นผัดผัก และก๋วยเตี๋ยวเป็นจำนวน 27, 21 และ 4 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 100, 77.78 และ 14.81 ตามลำดับ จากการนำข้อมูลที่ปรับค่าแล้วมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์มสูงสุดที่โรงอาหารคณะแพทยศาสตร์ ในฤดูร้อน และจากอาหารยำ เมื่อศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อในอาหารที่เก็บจากสถานที่กับฤดูกาล และฤดูกาลกับประเภทอาหาร พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ

Abstract

The detection of total bacteria, coliforms & *Escherichia coli*, *Staphyllococcus aureus* in cooked food samples at Khon Kaen University campus were studied using Total plate count method, Most Probable Number method and Spread plate method respectively. The result shown that 52 of 81 food samples which indicated TPC (in 33 samples, 40.74%) and coliforms (in 47 samples, 58.02%) were exceedly presented at the microbiological standard level. *E. coli* and *S. aureus* were found in 7 (8.64%) and 19 (23.46%) of samples, respectively. Yum, fried vegetable and boiled noodles were found the highest (27 samples, 100%), medium (21 sanples, 77.78%) and less (4 samples, 14.81%) amount of bacteria, respectively. The result of data analysis indicated that the locations, the season and the type of food samples were significantly related ($p <. 0.01$). TPC, coliforms and fecal coliforms in food samples (especially in yum samples) were highly found in the summer. These bacteria were found at the cafeteria , Faculty of Medicine. The interaction between locations x season and season x the type of food samples were significantly related (at 0.01, 0.05 level of probability, respectively).

คำสำคัญ: คุณภาพทางจุลชีววิทยา แบคทีเรียดัชนี
Keywords: Microbiological quality; Indicator bacteria

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
** นักวิทยาศาสตร์อาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
*** อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

จากสภาพความเป็นอยู่ปัจจุบันและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ประชากรในเขตชุมชนเมืองหันมาซื้ออาหารสำเร็จรูปบริโภคเพิ่มขึ้น เพราะสะดวกมีให้เลือกมากมาย ประหยัดเวลาและราคาถูก ทำให้มีร้านขายอาหารปรุงสำเร็จเป็นจำนวนมาก จากการสำรวจพบว่าสภาพร้านอาหารมีทั้งที่ถูกสุขลักษณะและไม่ถูกสุขลักษณะที่ดี ผู้ประกอบการร้านอาหารส่วนใหญ่มีความรู้น้อย ทำให้ไม่ตระหนักถึงหลักการสุขาภิบาลอาหาร ประกอบกับการมุ่งหากำไรในด้านธุรกิจมากกว่าจะคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ทำให้อาหารปรุงสำเร็จที่วางขายตามร้านอาหารไม่ปลอดภัย เพราะอาจมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั่วไปและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษได้ ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบจะแสดงถึงสุขลักษณะในการเตรียมวัตถุดิบ ภาชนะที่ใช้ สภาพแวดล้อม และอนามัยส่วนบุคคล ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของอาหารนั้นด้วย (มาลัยและคณะ, 2543) เนื่องจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นชุมชนที่มีประชากรทั้งนักศึกษาและบุคลากรจำนวนมากใช้บริการร้านอาหารปรุงสำเร็จภายในมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะที่ศูนย์อาหารและบริการ โรงอาหารคณะแพทยศาสตร์ และโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียในอาหารปรุงสำเร็จ เพื่อบ่งชี้การสุขาภิบาลอาหารของร้านอาหารทั้ง 3 แห่งจึงเป็นสิ่งที่ควรกระทำสม่ำเสมอ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการสุขาภิบาลของร้านอาหารเพื่อผลิตอาหารให้มีคุณภาพ และให้ผู้บริโภคระมัดระวังในการเลือกรับประทานอาหารให้ถูกสุขลักษณะมากขึ้น โดยทั่วไปโรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ โรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) และโรคติดเชื้ออาหารเป็นสื่อ (food infection) โรคอาหารเป็นพิษเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีสารพิษเข้าไป สารพิษอาจได้มาจากพืช สัตว์ หรือสารพิษจากจุลินทรีย์ซึ่งปะปนมากับอาหารเมื่อเจริญเติบโตในอาหารได้สร้างสารพิษจำนวนมากพอที่จะทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการของโรคอาหารเป็นพิษได้ จุลินทรีย์เหล่านี้ได้แก่ *Clostridium botulinum* และ *Staphylococcus aureus* เป็นต้น ส่วนโรคติดเชื้ออาหารเป็นสื่อ หมายถึงโรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารที่มีเชื้อจุลินทรีย์เข้าไป แล้วแบ่งตัวทวีจำนวนขึ้นมากมายเข้าทำลายระบบทางเดินอาหาร ก่อให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องเดิน (gastroenteritis) จุลินทรีย์เหล่านี้ได้แก่ *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* เป็นต้น (Frazier and Westhoff, 1998) โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากการปนเปื้อนจุลินทรีย์เหล่านี้พบผู้ป่วยในอัตราสูงแพร่ระบาดง่าย บางครั้งอาจรุนแรงถึงแก่ชีวิตได้ ซึ่งความรุนแรงของโรคจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์จุลินทรีย์และความสามารถในการต้านทานโรคของผู้บริโภค การที่จะปลอดภัยจากโรคนี้ทำได้โดยการจัดการเกี่ยวกับด้านสุขาภิบาลอาหารให้ดีถูกสุขลักษณะ มีการตรวจสอบอาหารสม่ำเสมอ ทั้งทางกายภาพ เคมี และทางจุลชีววิทยา การตรวจสอบอาหารครบทุกด้านต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง วิธีที่นิยมปฏิบัติกันโดยทั่วไปได้แก่ วิธีการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีความสำคัญในการประเมินคุณภาพทางสุขาภิบาลอาหาร แต่เป็นไปไม่ได้ที่จะตรวจอาหารทุกชนิดและจุลินทรีย์ทุกชนิดที่ทำให้เกิดโรค ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงต้องมีการสุ่มตัวอย่าง และตรวจนับเฉพาะจุลินทรีย์ที่สำคัญทางสุขาภิบาลอาหารเปรียบเทียบกับมาตรฐานสากลที่ยอมรับได้ในตัวอย่างอาหารแต่ละประเภท แบคทีเรียสำคัญในอาหารที่ทำการตรวจวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

1. แบคทีเรียที่เป็นดัชนี (indicator bacteria) ได้แก่ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของอาหารว่าได้มาตรฐานหรือไม่

2. แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning bacteria) ได้แก่ *Staphylococcus aureus*

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่างอาหาร

เก็บตัวอย่างอาหารปรุงสำเร็จจากร้านอาหารภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น แบ่งกลุ่มอาหารออกเป็น 3 ประเภท คือ อาหารยำ ผัดผัก ซึ่งใส่ถาดวางขาย

และอาหารปรุงสำเร็จประเภทก๋วยเตี๋ยว โดยเก็บตัวอย่างอาหารในพื้นที่ 3 แห่งคือ ที่ศูนย์อาหารและบริการ โรงอาหารคณะแพทยศาสตร์ และโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ 3 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ฤดูฝน - เดือนสิงหาคม 2543 ครั้งที่ 2 ฤดูหนาว - เดือนธันวาคม 2543 ครั้งที่ 3 ฤดูร้อน- เดือนเมษายน 2544) ครั้งละ 3 ประเภท ประเภทละ 3 ตัวอย่างรวมเป็นตัวอย่างอาหาร 27 ตัวอย่าง / ครั้ง รวมจำนวนตัวอย่างอาหารทั้งสิ้น 81 ตัวอย่าง ตัวอย่างอาหารจะถูกเก็บไว้ในที่เย็นอุณหภูมิ 4 ^{0}ซ และทำการวิเคราะห์ทันทีที่อาหารถูกนำส่งห้องปฏิบัติการ

วิธีเตรียมตัวอย่างอาหาร (Andrews, 1992)

เมื่อตัวอย่างอาหารถึงห้องปฏิบัติการเช็ดปากถุงด้วย 70% เอธิลแอลกอฮอล์ จากนั้นใช้ช้อนที่ปราศจากเชื้อตักอาหารโดยให้มีส่วนประกอบทุกอย่างจำนวน 50 กรัมใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (butterfield's phosphate buffer) 450 มิลลิลิตรจะได้ตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจาง 10 เท่า ตีอาหารให้กระจายและเข้ากันด้วยเครื่องตีบดอาหาร จากนั้นทำเจือจางต่ออีก 10 เท่า โดยใช้ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และทำเจือจางเช่นนี้ต่อไปจนกระทั่งได้ความเจือจางเหมาะสมสำหรับอาหารแต่ละชนิด นำตัวอย่างอาหารที่เตรียมนี้ไปตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียแต่ละชนิดต่อไป

วิธีตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียในอาหาร

1. การตรวจหาแบคทีเรียทั้งหมด (AOAC, 1990)

นำตัวอย่างอาหารที่ความเจือจางระดับต่าง ๆ ใส่ลงในจานอาหารที่ปราศจากเชื้อในปริมาณ 1 มิลลิลิตร โดยใช้ความเจือจาง 3 ระดับ แต่ละระดับทำ 2 ซ้ำ (duplicate) เติมอาหารเพลท เคาน์ อาการ์ จำนวนประมาณ 20 มิลลิลิตร ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เป็นเนื้อเดียวกัน เมื่ออาหารแข็งตัวนำไปบ่มที่ 35 ^{0}ซ นาน 24 - 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อเฉพาะจานที่มีจำนวนอยู่ระหว่าง 30 - 300 โคโลนีเท่านั้น คำนวณจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่นับได้ทั้งหมดต่อกรัม รายงานผลเป็น colony - forming unit / gram (cfu/g)

colony - forming unit / gram = จำนวนโคโลนี X ส่วนกลับของระดับความเจือจาง

2. การตรวจหาโคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* (Andrews, 1992)

ทดสอบขั้นต้น (presumptive test) โดยนำตัวอย่างอาหารที่ความเจือจางระดับต่าง ๆ ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ลอริล ทริพโตส บรอธ (lauryl tryptose broth) ความเข้มข้นปกติจำนวน 1 มิลลิลิตร / หลอด ใช้ระดับความเจือจางละ 3 หลอด (กำหนดความเจือจาง 3 ระดับและวิธีทดสอบแบบ 3 หลอด) นำหลอดอาหารทั้งหมดไปบ่มที่ 35 ^{0}ซ ภายใน 48±2 ชม. ถ้ามีแก๊สเกิดขึ้นในหลอดดักแก๊สแสดงว่าเกิดผลบวก (positive test) หมายถึง มีแบคทีเรียโคลิฟอร์มในตัวอย่างอาหาร จากนั้นทดสอบขั้นยืนยัน (confirm test) โดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) ที่ฆ่าเชื้อแล้วถ่ายอาหารจากหลอดที่แสดงผลบวกไปยังหลอดอาหารเหลวบริลเลียน กรีน โบล์ บรอธ (brilliant green bile broth) หลอดต่อหลอดของแต่ละความเจือจางเพื่อยืนยันว่าคือแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และหลอดอาหารเหลวอีซี (EC broth) เพื่อตรวจหาฟีคัลโคลิฟอร์ม นำหลอดอาหารเฉพาะบริลเลียน กรีน ไบล์ บรอธ บ่มที่อุณหภูมิ 35 ^{0}ซ ภายใน 48±2 ชม. ส่วนหลอดอาหารเหลวอีซีบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 45.5 ^{0}ซ ภายใน 48±2 ชม. หลอดที่แสดงผลบวกคือหลอดที่เกิดแก๊ส อ่านผลเป็นจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกจากระดับความเจือจางจากน้อยไปมาก ผลที่ได้นำไปหาจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตจากตารางเอ็มพีเอ็น (MPN: Most Probable Number) ค่าที่ได้ต้องคูณด้วยระดับความเจือจางสูงสุดที่ให้ผลบวก บันทึกผลปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มเป็นค่าเอ็มพีเอ็น / กรัมอาหาร (MPN / g)

นำหลอดที่แสดงผลบวกในอาหารเหลวอีซีไปตรวจวิเคราะห์ *E. coli* โดยเพาะเลี้ยงบนอาหารอีเอ็มบีอาการ์ (eosin methylene blue agar, EMB agar) บ่มที่อุณหภูมิ 35 ^{0}ซ, 18-24 ชม. ถ้าพบโคโลนีที่ตรงกลางมีสีเข้มอาจมีหรือไม่มีเงาโลหะ นำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้นเอียง บ่มที่ 35 ^{0}ซ, 18-24 ชม. จากนั้นย้อมสีกรัม ถ้าพบแบคทีเรียกรัมลบ รูปท่อนสั้นหรือกลม ไม่สร้างสปอร์ นำมาทดสอบอิมวิคและทดสอบการสร้างแก๊ส

ก. การทดสอบอิมวิค (IMViC test)

คือการทดสอบการสร้างอินโดล (indole) ทดสอบเมทิลเรด (methyl red) ทดสอบโวกส พรอสเคอร์ (voges proskauer) และ ทดสอบการใช้ซิเตรท (citrate)

ข. ทดสอบการสร้างแก๊ส

นำแบคทีเรียที่ต้องการทดสอบมาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว ลอริล ทริพโตส บรอธ บ่มที่อุณหภูมิ 35 °ซ นาน ภายใน 48 (2 ชม. ผลบวกคือเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส

จากการตรวจวิเคราะห์เชื้อ *E.coli* ถ้าแบคทีเรียที่นำมาตรวจสอบเป็นกรัมลบ รูปท่อนสั้น หรือกลม ไม่สร้างสปอร์ สามารถสร้างแก๊สจากการหมักน้ำตาลแลคโตสที่อุณหภูมิ 35 °ซ ภายใน 48 ชม. และให้ผลของการทดสอบอิมวิคเป็น + + - - หรือ - + - - แสดงว่าเชื้อที่นำมาทดสอบคือ *E.coli*

3. การตรวจหาแบคทีเรียก่อโรค *Staphylococcus aureus* ในอาหาร (Andrews, 1992)

ทดสอบขั้นต้น โดยนำตัวอย่างอาหารที่เจือจางจนเหมาะสมแล้วไปเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อเบียด ปากเกอร์ อาการ์ (baird parker agar) โดยวิธีสเปรด เพลท (spread plate technique) ใช้ความเจือจาง 3 ระดับแต่ละระดับทำ 3 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 °ซ นาน 48 ชม. คัดเลือกโคโลนีที่มีลักษณะสีดำเข้ม มันวาว และมีบริเวณใส (clear zone) รอบ ๆ โคโลนี ซึ่งเป็นลักษณะโคโลนีของ *S. aureus*

ทดสอบขั้นยืนยัน นำโคโลนีของเชื้อ *S. aureus* ที่คัดเลือกได้จากการทดสอบขั้นต้นมาย้อมสีกรัม และทดสอบการสร้างเอ็นไซม์โคแอกกูเลส (coagulase test) โดยวิธีการดังนี้คือ นำโคโลนีของเชื้อ *S. aureus* ที่คัดเลือกได้จากการทดสอบขั้นต้นจำนวน 3 โคโลนี มาเพาะเลี้ยงในอาหารเบรน ฮาร์ด อินฟิวชัน (brain heard infusion broth) บ่มที่อุณหภูมิ 35 °ซ นาน 18 - 24 ชม จากนั้นนำมาทดสอบเอ็นไซม์โคแอกกูเลส โดยปิเปตปริมาณเชื้อดังกล่าว 0.2 มล. ใส่ในหลอดทดลองที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลอดใหม่ซึ่งมี 0.5 มล. ของพลาสมาบรรจุอยู่ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °ซ นาน 1 - 4 ชม. สังเกตปฏิกิริยาที่เป็นผลบวกคือ การแข็งตัวของพลาสมา ทำหลอดควบคุมทั้งเนกกะทีฟ และโพสซิทีฟ (negative and positive control)

ผลการศึกษา

จากการเก็บตัวอย่างอาหารปรุงสำเร็จ 3 ประเภท ได้แก่ ผัดผัก ยำ และก๋วยเตี๋ยวประเภทละ 27 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างอาหารทั้งสิ้น 81 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม (*E.coli*) และ *S.aureus* เปรียบเทียบปริมาณเชื้อที่พบในตัวอย่างอาหารกับปริมาณเชื้อตามมาตรฐานคุณภาพอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขปี 2536 ที่กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด/กรัมน้อยกว่า $1x10^6$, เอ็มพีเอ็น / กรัมของโคลิฟอร์มทั้งหมดน้อยกว่า 500, เอ็มพีเอ็น / กรัมของ *E.coli* น้อยกว่า 3, *S.aureus* / กรัม น้อยกว่า 100

ผลการวิเคราะห์อาหารทั้ง 81 ตัวอย่างพบว่ามีเชื้อแบคทีเรียเกินมาตรฐานจำนวน 52 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 64.20 เป็นอาหารผัดผัก ยำ และก๋วยเตี๋ยว จำนวน 21, 27, 4 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 100, 77.78, 14.81 ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (total plate count) และโคลิฟอร์มทั้งหมด (coliforms) เกินมาตรฐานจำนวน 33 และ 47 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 40.74 และ 58.02 ตามลำดับ พบ *E.coli* และ *S.aureus* จำนวน 7 และ 19 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 8.64 และ 23.46 ตามลำดับ อาหารประเภทยำมีการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด และโคลิฟอร์มทั้งหมดเกินมาตรฐานสูงที่สุดจำนวน 22 และ 26 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 81.48 และ 96.29 ตามลำดับ รองลงมาเป็นผัดผักจำนวน 11 และ 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 40.74 และ 62.96 ตามลำดับ ส่วนก๋วยเตี๋ยวพบ 0 และ 4 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 0 และ 14.81 นอกจากนี้ยังพบ *E.coli* และ *S.aureus* ในอาหารประเภทยำจำนวน 5 และ 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 18.52 และ 51.85 ตามลำดับ ผัดผักจำนวน 2 และ 4 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 7.40 และ 14.81 ตามลำดับ ส่วนก๋วยเตี๋ยวไม่พบ *E.coli* แต่พบ *S.aureus* จำนวน 1 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 3.70 (ตารางที่ 1)

จากการนำข้อมูลของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทุกกลุ่ม ได้แก่ ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์มที่พบในตัวอย่างอาหาร 81 ตัวอย่างแบ่งเป็น 3 ประเภทคืออาหารผัดผัก ยำ และก๋วยเตี๋ยว ที่เก็บตัวอย่างจาก 3 สถานที่คือ ศูนย์อาหารและบริการ โรงอาหารคณะแพทยศาสตร์ และโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ ใน 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว มาปรับค่าด้วยวิธี ลอการิทมิก ทรานสฟอร์เมชัน (logarithmic transformation) จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ผลรวม (combined analysis) ของข้อมูลโดยใช้แผนการทดลองแบบ completely randomized design ได้ผลดังนี้

1. การหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (total plate count)

ตัวอย่างอาหารที่เก็บจากสถานที่ 3 แห่ง คือ ศูนย์อาหารและบริการ โรงอาหารคณะแพทยศาสตร์ และโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 4) โดยตัวอย่างที่เก็บจากโรงอาหารคณะแพทยศาสตร์มีค่าเฉลี่ย cfu /g สูงที่สุดเท่ากับ 5.789 ขณะที่ตัวอย่างอาหารจากโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์มีค่าเฉลี่ย cfu /g ต่ำที่สุดเท่ากับ 5.196 (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างอาหารที่เก็บจากฤดูกาลต่าง ๆ พบว่ามีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 4) โดยตัวอย่างอาหารที่เก็บในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย cfu /g สูงที่สุดเท่ากับ 5.902 ส่วนฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ย cfu /g ต่ำที่สุดเท่ากับ 4.741 (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างอาหารประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ผัดผัก ยำ และก๋วยเตี๋ยว พบว่ามีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 4) โดยที่ตัวอย่างอาหารยำมีค่าเฉลี่ย cfu /g สูงที่สุดเท่ากับ 6.448 ขณะที่ตัวอย่างประเภทก๋วยเตี๋ยวมีค่าเฉลี่ย cfu /g ต่ำที่สุดเท่ากับ 4.224 (ตารางที่ 2)

เมื่อนำข้อมูลของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในอาหารที่เก็บจากสถานที่ และฤดูกาลต่าง ๆ มาศึกษาปฏิกิริยาร่วมกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 4) โดยตัวอย่างอาหารที่เก็บในฤดูร้อนจากโรงอาหารคณะแพทยศาสตร์มีค่าเฉลี่ย cfu /g สูงที่สุดเท่ากับ 6.318 ส่วนที่เก็บในฤดูหนาวจากศูนย์อาหารและบริการมีค่าเฉลี่ย cfu /g ต่ำที่สุดเท่ากับ 4.156 (ตารางที่ 3)

เมื่อนำข้อมูลของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างอาหารแต่ละประเภทที่เก็บจากฤดูกาลต่าง ๆ มาศึกษาปฏิกิริยาร่วมกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 (ตารางที่ 4) โดยในฤดูฝนอาหารยำมีค่าเฉลี่ย cfu /g สูงที่สุดเท่ากับ 6.571 และในฤดูหนาวอาหารประเภทก๋วยเตี๋ยวมีค่าเฉลี่ย cfu /g ต่ำที่สุดเท่ากับ 3.414 (ตารางที่ 3)

2. การหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด (coliforms)

ตัวอย่างอาหารที่เก็บจากสถานที่ 3 แห่งดังกล่าว มีปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 5) โดยตัวอย่างอาหารที่เก็บจากโรงอาหารคณะแพทยศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมสูงที่สุดเท่ากับ 3.609 ขณะที่ตัวอย่างอาหารที่เก็บจากศูนย์อาหารและบริการมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 2.690 (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างอาหารที่เก็บจากฤดูกาลต่าง ๆ พบว่ามีปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 5) โดยตัวอย่างอาหารที่เก็บจากฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมสูงที่สุดเท่ากับ 3.352 ขณะที่ตัวอย่างอาหารที่เก็บจากฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 2.690 (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างอาหารประเภทต่าง ๆ พบว่ามีปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 5) โดยที่อาหารประเภทยำมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมสูงที่สุดเท่ากับ 4.728 ขณะที่อาหารประเภทก๋วยเตี๋ยวมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 1.260 (ตารางที่ 2)

เมื่อนำข้อมูลของปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดในตัวอย่างอาหารจากสถานที่ และฤดูกาลต่าง ๆ มาศึกษาปฏิกิริยาร่วมกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 5) โดยตัวอย่างอาหารที่เก็บในฤดูร้อนจากโรงอาหารคณะแพทยศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมสูงที่สุดเท่ากับ 4.049 และตัวอย่างอาหารที่เก็บในฤดูฝนที่ศูนย์อาหารและบริการมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 2.156 (ตารางที่ 3)

เมื่อนำข้อมูลของปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดในตัวอย่างอาหารแต่ละประเภทที่เก็บจากฤดูกาลต่าง ๆ มาศึกษาปฏิกิริยาร่วมกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 (ตารางที่ 5) โดยในฤดูฝนอาหารประเภทยำมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมสูงที่สุดเท่ากับ 5.221 ขณะที่ฤดูหนาวอาหารประเภทก๋วยเตี๋ยวมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 0.946 (ตารางที่ 3)

3. การหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform)

ตัวอย่างอาหารที่เก็บจากสถานที่ 3 แห่ง มีปริมาณเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 6) โดยที่โรงอาหารคณะแพทยศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมสูงที่สุดเท่ากับ 3.255 ขณะที่โรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 2.180 (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างอาหารที่เก็บจากฤดูกาลต่าง ๆ พบว่ามีปริมาณเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 6) โดยที่ฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยปริมาณเอ็มพีเอ็น / กรัมของฟีคัลโคลิฟอร์มสูงที่สุดเท่ากับ 2.799 ขณะที่ฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 2.246 (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างอาหารประเภทต่าง ๆ พบว่ามีปริมาณเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 6) โดยที่อาหารยำมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมของปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มสูงที่สุดเท่ากับ 3.919 ขณะที่ก๋วยเตี๋ยวมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 1.007 (ตารางที่ 2)

เมื่อนำข้อมูลของปริมาณเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มในตัวอย่างอาหารที่เก็บจากสถานที่ และฤดูกาลต่าง ๆ มาศึกษาปฏิกิริยาร่วมกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 (ตารางที่ 6) โดยตัวอย่างอาหารที่เก็บในฤดูร้อนจากโรงอาหารคณะแพทยศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมสูงที่สุดเท่ากับ 3.922 ขณะที่ตัวอย่างอาหารที่เก็บในฤดูร้อนจากโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 1.269 (ตารางที่ 3)

เมื่อนำข้อมูลของปริมาณเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มในตัวอย่างอาหารแต่ละประเภทที่เก็บจากฤดูกาลต่าง ๆ มาศึกษาปฏิกิริยาร่วมกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 (ตารางที่ 6) โดยที่ในฤดูฝนอาหารประเภทยำมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมสูงที่สุดเท่ากับ 4.351 ขณะที่ในฤดูหนาวอาหารประเภทก๋วยเตี๋ยวมีค่าเฉลี่ยเอ็มพีเอ็น / กรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 0.523 (ตารางที่ 3)

สรุปผลและวิจารณ์

จากการศึกษาวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสำเร็จ 3 ประเภท จำนวน 81 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อเกินมาตรฐานทั้งหมด 52 ตัวอย่าง (ร้อยละ 64.2) โดยพบว่าอาหารประเภทยำมีการปนเปื้อนเชื้อเกินมาตรฐานมากที่สุดคือ 27 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาเป็นผัดผัก 21 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 77.78 ส่วนก๋วยเตี๋ยวมีการปนเปื้อนเชื้อเกินมาตรฐานน้อยที่สุดคือ 4 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 14.81 และจากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด พบว่าตัวอย่างที่มีเชื้อดังกล่าวเกินมาตรฐาน 33 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 40.74 โดยอาหารยำมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุดคือพบ 22 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 81.48 รองลงมาเป็นอาหารประเภทผัดผักพบ 11 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 40.74 ส่วนก๋วยเตี๋ยวไม่พบเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเกินมาตรฐาน การพบเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเกินมาตรฐานแสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตอาหารอาจมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มาก กระบวนการผลิตอาจไม่ถูกหลักสุขาภิบาล และอาจมีการเก็บอาหารในสภาวะที่ไม่เหมาะสม แม้ว่าแบคทีเรียเหล่านี้อาจเป็นแบคทีเรียที่ไม่ก่อโรค แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินมาตรฐานที่กำหนดก็สามารถก่อโรคทางเดินอาหารได้เช่นกัน (กองสุขาภิบาลอาหาร, 2537)

จากการวิเคราะห์เชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมด พบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมด เกินมาตรฐาน 47 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 58.02 อาหารยำมีการปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดมากที่สุดคือ พบ 26 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 96.29 รองลงมาเป็นอาหารประเภทผัดผักพบ 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 62.96 ส่วนก๋วยเตี๋ยวพบน้อยที่สุดคือ 4 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 14.81 โคลิฟอร์มทั้งหมดเป็นแบคทีเรียที่เป็นดัชนี (indicator bacteria) พบได้ในอุจจาระของคน สัตว์เลือดอุ่น และในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ในดิน ในน้ำ เป็นต้น การพบโคลิฟอร์มทั้งหมดในอาหารที่สูงเกินมาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตยังไม่เพียงพอ หรือมีการปนเปื้อนจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสูง อุปกรณ์และภาชนะที่ใช้ในการผลิตไม่สะอาด กรรมวิธีการผลิตไม่ถูกต้อง รวมทั้งสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอาหารไม่ดีพอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังแสดงถึงอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคในระบบทางเดินอาหารอีกด้วย

จากการวิเคราะห์เชื้อ *E.coli* พบว่ามีการปนเปื้อนทั้งหมด 7 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 8.64 พบในอาหารยำมากที่สุด 5 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 18.52 และในผัดผัก 2 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 7.40 ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อชนิดนี้ในก๋วยเตี๋ยว เนื่องจาก *E.coli* เป็นแบคทีเรียที่พบในลำไส้ใหญ่ของคนและสัตว์เลือดอุ่น การพบเชื้อชนิดนี้ในอาหารจึงเป็นการบ่งชี้ว่าอาหารนั้นปนเปื้อนอุจจาระ (fecal contamination) แสดงว่าผู้ที่เกี่ยวข้องกับอาหารมีสุขลักษณะไม่ดี เช่น ล้างมือไม่สะอาดภายหลังจากการเข้าห้องน้ำ ทำให้เกิดการปนเปื้อนผ่านทางมือลงไปในอาหาร หรืออาจเกิดจากน้ำและภาชนะที่ใช้ไม่สะอาดมีการปนเปื้อนเชื้อเหล่านี้ เนื่องจาก *E.coli* เป็นเชื้อที่พบในอุจจาระ ดังนั้นการตรวจพบ *E.coli* จึงแสดงถึงความเสี่ยงทางสาธารณสุข (จุรีย์พร, 2541)

จากการวิเคราะห์เชื้อ *S. aureus* พบว่ามีการปนเปื้อนทั้งหมด 19 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 23.46 พบการปนเปื้อนในอาหารยำมากที่สุด 14 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 51.85 รองลงมาเป็นผัดผัก 4 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 14.81 ในก๋วยเตี๋ยว 1 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 3.70 *S. aureus* เป็นแบคทีเรียที่สามารถทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ เพราะสามารถสร้างเอ็นเทอโรทอกซิน (enterotoxin) ซึ่งเป็นสารพิษที่เป็นสาเหตุสำคัญในการก่อโรคอาหารเป็นพิษ *S. aureus* สามารถเจริญเติบโตและแบ่งตัวได้อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิห้อง พบอาศัยเป็นปกติ (normal bacterial flora) บริเวณผิวหนัง ฝีหนอง ในโพรงจมูก ระบบทางเดินหายใจ และระบบทางเดินอาหาร การที่พบ *S. aureus* ในอาหารจึงชี้ให้เห็นถึงสุขลักษณะของผู้ปรุงอาหารไม่ดีพอ ซึ่งเชื้ออาจปนเปื้อนจากผิวหนังผ่านทางมือที่มีบาดแผลอักเสบหรือผ่านทางปาก จมูกที่มีการไอหรือจามของผู้ปรุงหรือผู้ขายอาหาร นอกจากนี้ยังแสดงถึงการควบคุมการสุขาภิบาลและอุณหภูมิไม่ดีพอ (วารุณี, 2529)

จากการวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียในอาหารประเภทต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา พบว่าอาหารประเภทยำมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียที่เกินมาตรฐานมากที่สุด ทั้งปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม และยังพบ *E.coli* และ *S. aureus* ในตัวอย่างอาหารประเภทนี้มากที่สุดเช่นกัน รองลงมาเป็นอาหารผัดผัก ส่วนก๋วยเตี๋ยวพบน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอาหารยำมีส่วนผสมทั้งที่เป็นของสุกและดิบ ส่วนที่ดิบเช่น ผักสดหลายชนิดซึ่งเป็นแหล่งที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียจากแหล่งธรรมชาติเป็นอย่างมาก ถ้าการล้างไม่สะอาดเพียงพอจะทำให้มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาก ประกอบกับอาหารประเภทยำเป็นอาหารที่ใช้ความร้อนในการปรุงไม่มากเท่าอาหารชนิดอื่น ๆ ความร้อนจึงอาจไม่เพียงพอที่จะฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบได้ จึงทำให้อาหารชนิดนี้มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียได้มากกว่าอาหารประเภทอื่น นอกจากนี้กรรมวิธีการปรุงอาจไม่ถูกวิธี รวมถึงอนามัยส่วนบุคคลไม่ดีพออีกด้วย ส่วนอาหารปรุงสำเร็จประเภทผัดผักนั้นมีส่วนประกอบของผักที่การปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียอาจมาจากผักสดที่การปรุงใช้ความร้อนไม่เพียงพอที่จะฆ่าเชื้อทั้งหมดที่ปนเปื้อนมาได้ และเมื่อขณะรอจำหน่ายได้วางอาหารใส่ถาดไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน เชื้อที่หลงเหลืออยู่ในอาหารจึงแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้น ส่วนก๋วยเตี๋ยวมีการปนเปื้อนเชื้อเกินมาตรฐานน้อยที่สุด

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ กรรมวิธีการปรุงมีการลวกส่วนผสม เช่น ผักสด เส้นก๋วยเตี๋ยว เนื้อสัตว์ในน้ำเดือด และใส่น้ำร้อนที่กำลังเดือดลงไปด้วยขณะที่นำไปรับประทาน การพบปริมาณเชื้อในตัวอย่างอาหารชนิดนี้อาจมาจากผักสดที่เติมลงไปขณะรับประทาน หรือจากเครื่องปรุงรสอื่น ๆ หรือการปนเปื้อนอาจมาจากกรรมวิธีการปรุงที่ไม่ถูกวิธี รวมถึงอนามัยส่วนบุคคลไม่ดีพออีกด้วย

จากการนำข้อมูลทั้งหมดมาปรับด้วยวิธีลอการิทมิก ทรานสฟอร์เมชัน (logarithmic transformation) และนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์มในตัวอย่างอาหารที่เก็บจากแต่ละสถานที่ ฤดูกาล และประเภทอาหาร พบว่าทุกตัวแปรมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 แสดงให้เห็นว่าสถานที่ ฤดูกาล และประเภทอาหาร มีผลต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียทุกชนิดที่นำมาวิเคราะห์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาวะแวดล้อมรอบ ๆ สถานที่ เช่น ฝุ่นละออง ควันรถ ความอับชื้น อากาศที่ถ่ายเทไม่สะดวก และอื่น ๆ เป็นปัจจัยส่งเสริมการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอาหาร ส่วนในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อทุกชนิดสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากฤดูร้อนมีอุณหภูมิที่เหมาะสม จึงส่งเสริมการเจริญและการเพิ่มจำนวนของเชื้อแบคทีเรีย ขณะที่ในฤดูฝนพบปริมาณเชื้อรองลงมาหรือบางครั้งใกล้เคียงกับปริมาณเชื้อที่พบในฤดูร้อน ทั้งนี้เป็นเพราะอุณหภูมิในฤดูฝนอาจแปรผันมากในบางช่วง เช่น ขณะที่ฝนใกล้ตกอากาศจะร้อนชื้นมาก อุณหภูมิจะเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ ถ้าเก็บตัวอย่างในระยะนี้อาจพบจุลินทรีย์ในตัวอย่างมาก แต่ถ้าเป็นอากาศหลังฝนตกหรือบริเวณใกล้เคียงมีฝนตก อุณหภูมิจะลดลงไม่เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อ ดังนั้นถ้าเก็บตัวอย่างในระยะนี้อาจพบจุลินทรีย์ในตัวอย่างน้อย ส่วนฤดูหนาวอากาศเย็นอุณหภูมิมักจะต่ำไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ ถ้าอากาศเย็นมากแบคทีเรียอาจหยุดชะงักการเจริญ จึงพบปริมาณแบคทีเรียน้อยกว่าฤดูอื่น ๆ

เมื่อนำข้อมูลของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทุกชนิดในตัวอย่างอาหารที่เก็บจากสถานที่ ฤดูกาล และประเภทอาหารมาศึกษาปฏิกิริยาร่วมกัน พบว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันระหว่างปริมาณเชื้อแบคทีเรียทุกชนิดในตัวอย่างอาหารที่เก็บจากสถานที่หนึ่งกับฤดูกาลหนึ่ง ฤดูกาลหนึ่งกับประเภทของอาหารที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ข้อเสนอแนะ

1. สถานที่จำหน่ายอาหารบริเวณใดมียวดยานพาหนะผ่านไปมามาก หรือตั้งอยู่ในบริเวณที่มีฝุ่นละอองมาก ควรมีภาชนะปกปิดอาหารเพื่อความปลอดภัยต่อการปนเปื้อนของเชื้อ หรือสถานที่ไม่ปลอดโปร่ง อากาศที่ถ่ายเทไม่ดี มักพบปริมาณเชื้อมาก ดังนั้นจึงควรมีการระบายอากาศเพื่อลดความร้อนภายในสถานที่นั้น

2. ในฤดูร้อนและฤดูฝนอาหารอาจมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมาก เนื่องจากมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญและเพิ่มจำนวนของเชื้อ และฤดูเหล่านี้มักมีแมลงวันที่เป็นพาหะสำคัญของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ดังนั้นผู้ประกอบการควรระมัดระวังในกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาอาหารให้ถูกสุขลักษณะ มีภาชนะปกปิดอาหารจากแมลงวัน อาหารที่ตั้งขายควรทำให้ร้อนอยู่ตลอดเวลา ผู้บริโภคควรเลือกซื้ออาหารที่ถูกสุขลักษณะ หรืออาหารที่ปรุงสุกใหม่ เป็นต้น นอกจากนี้การรับประทานอาหารประเภทยำหรือส้มตำ ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ

3. ให้ความรู้เกี่ยวกับหลักสุขาภิบาลอาหารแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร

4. เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องควรหมั่นตรวจสอบอาหารอย่างสม่ำเสมอ เพื่อกระตุ้นให้ผู้ประกอบการตระหนักถึงความสำคัญของคุณภาพอาหาร เพื่อประโยชน์และความมั่นใจต่อผู้บริโภคและสังคมส่วนรวม

5. ส่งเสริมร้านค้าที่มีการสุขาภิบาลที่ดี โดยมีการประชาสัมพันธ์ให้ทราบโดยทั่วกัน และมีบทลงโทษร้านค้าที่ผลิตอาหารไม่ได้คุณภาพ และการสุขาภิบาลที่ไม่ได้มาตราฐานหลังจากที่ได้มีการตักเตือนแล้ว

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนทุนวิจัยประเภททุนอุดหนุนทั่วไปประจำปี 2543 รองศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒ เสนาะเมือง ที่ปรึกษาโครงการได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างยิ่ง ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์บางอย่างตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

กองสุขาภิบาลอาหาร กระทรวงสาธารณสุข . 2537. **คู่มือวิชาการอนามัยอาหาร.** กรุงเทพ ฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

กระทรวงสาธารณสุข. 2536. **เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร.** กรุงเทพ ฯ: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

จุรีย์พร สว่างจิตร. 2541. คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารหาบเร่แผงลอยในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาเอกโภชนวิทยา มหาวิทยาลัยมหิดล.

มาลัย บุญรัตนกรกิจ, พรทิพย์ เจริญธรรมวัฒน์, สิริพร สธนเสาวภาคย์ และจันทิมา จาปะเกษตร์. 2543. คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่ายในซุปเปอร์มาร์เก็ต. **วารสารอาหาร.** 1(30): 36-40.

วารุณี ปาละกูล. 2529. จุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีของสุขาภิบาลอาหาร. **ในเอกสารประกอบการบรรยายการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคนิคการวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา.** กรุงเทพฯ: กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

Andrews, W. 1992. **Manual of food quality control 4 . Rev. 1 . microbiological analysis.** Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis.** Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

Frazier, WC and Westhoff, DC. 1988. **Food microbiology.** 4th ed. Singapore: McGraw - Hill.

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างอาหารที่พบเชื้อเกินมาตราฐานจำแนกตามประเภทอาหารและชนิดของเชื้อ

ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ	จำนวนตัวอย่าง[a] ที่เกินมาตรฐาน (ร้อยละ)	จำนวน(ร้อยละ)ตัวอย่าง[b] ที่พบเชื้อในปริมาณที่เกินมาตรฐาน[c] แบคทีเรียทั้งหมด	โคลิฟอร์มทั้งหมด	จำนวน(ร้อยละ) ตัวอย่างที่พบ *E. coli*	จำนวน(ร้อยละ) ตัวอย่างที่พบ *S. aureus*
อาหารผัดผัก	27	21 (77.78)	11(40.74)	17 (62.96)	2 (7.40)	4 (14.81)
อาหารยำ	27	27 (100.00)	22 (81.48)	26 (96.29)	5 (18.52)	14 (51.85)
ก๋วยเตี๋ยว	27	4 (14.81)	0 (0)	4 (14.81)	0 (0) 1	(3.70)
รวม	81	52 (64.20)	33 (40.74)	47 (58.02)	7 (8.64)	19 (23.46)

[a]จำนวนและร้อยละของตัวอย่างที่พบเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด หรือ โคลิฟอร์มทั้งหมด เกินมาตรฐาน

[b]จำนวนและร้อยละของตัวอย่างที่พบเชื้อเกินมาตราฐาน จำแนกตามชนิดของเชื้อ

[c]มาตราฐานตามเกณฑ์คุณภาพอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขปี 2536

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (total plate count) โคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform) และ ฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform) ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างที่เก็บจากสถานที่ ฤดูกาล และ ประเภทอาหารที่แตกต่างกัน และนำมาปรับค่าโดยวิธีลอการิทมิก ทรานสฟอร์เมชัน (logarithmic transformation)

ตัวแปรที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิดที่ปรับค่าโดยวิธี ลอการิทมิก ทรานสฟอร์เมชัน		
	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu / g)	โคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN / g)	ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN / g)
สถานที่ (location)			
1	5.325	2.690	2.186
2	5.789	3.609	3.255
3	5.196	2.828	2.180
ฤดูกาล (season)			
1	5.902	3.352	2.799
2	5.668	3.084	2.576
3	4.741	2.690	2.246
ประเภทอาหาร (type of food)			
1	5.637	3.140	2.695
2	6.448	4.728	3.919
3	4.224	1.260	1.007
C.V. (%)	12.52	26.24	28.63
$LSD_{0.05}$	0.371	0.435	0.397
$LSD_{0.01}$	0.494	0.585	0.528

สถานที่ (location) 1 คือ ศูนย์อาหารและบริการ
2 คือ โรงอาหารคณะแพทยศาสตร์
3 คือ โรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์

ฤดูกาล (season) 1 คือ ฤดูร้อน
2 คือ ฤดูฝน
3 คือ ฤดูหนาว

ประเภทอาหาร (type of food) 1 คือ ผัดผัก
2 คือ ยำ
3 คือ ก๋วยเตี๋ยว

C.V. คือ Coefficient of Variation

LSD คือ Least Significant Difference

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยที่นำมาปรับค่าโดยวิธีลอการิทมิก ทรานสฟอร์เมชัน (logarithmic transformation) ของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม ในตัวอย่างอาหารแต่ละประเภทที่เก็บจากสถานที่และฤดูกาลที่แตกต่างกัน

ตัวแปรที่ศึกษาปฏิกิริยา	ค่าเฉลี่ยที่ปรับค่าโดยวิธีลอการิทมิก ทรานสฟอร์เมชัน ของปริมาณเชื้อแต่ละชนิด		
	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu / g)	โคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN / g)	ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN / g)
สถานที่ x ฤดูกาล			
1 1	5.587	3.513	3.207
1 2	6.233	2.156	1.415
1 3	4.156	2.401	1.937
2 1	6.318	4.049	3.922
2 2	5.604	3.433	3.220
2 3	5.444	3.344	2.622
3 1	5.801	2.495	1.269
3 2	5.165	3.664	3.091
3 3	4.622	2.327	2.179
ฤดูกาล x อาหาร			
1 1	6.247	3.188	2.573
1 2	6.557	5.091	4.124
1 3	4.903	1.777	1.702
2 1	6.076	2.975	2.579
2 2	6.571	5.221	4.351
2 3	4.357	1.057	0.796
3 1	4.590	3.255	2.933
3 2	6.218	3.870	3.282
3 3	3.414	0.946	0.523
C.V. (%)	12.52	26.24	28.63
$LSD_{0.05}$	0.643	0.754	0.687
$LSD_{0.01}$	0.856	1.004	0.915

สถานที่ (location) 1 คือ ศูนย์อาหารและบริการ
2 คือ โรงอาหารคณะแพทยศาสตร์
3 คือ โรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์

ฤดูกาล (season) 1 คือ ฤดูร้อน
2 คือ ฤดูฝน
3 คือ ฤดูหนาว

ประเภทอาหาร (type of food) 1 คือ ผัดผัก
2 คือ ยำ
3 คือ ก๋วยเตี๋ยว

C.V. คือ Coefficient of Variation
LSD คือ Least Significant Difference

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดที่พบในตัวอย่างอาหารจากแต่ละสถานที่ และ ฤดูกาล

Source of variation	degree of freedom	sum of squares	mean squares
Location	2	5.246	2.623
Season	2	20.373	10.186
Type of food	2	68.407	34.203
Location x Season	4	10.137	2.534
Location x Type of food	4	2.736	0.684
Season x Type of food	4	5.506	1.376
Location x Season x Type of food	8	5.094	0.637
Error	54	25.019	0.463
Total	80	142.517	

Coefficient of Variation = 12.52%

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดที่พบในตัวอย่างอาหารจากแต่ละสถานที่ และฤดูกาล

Source of variation	degree of freedom	sum of squares	mean squares
Location	2	13.258	6.629
Season	2	5.984	2.992
Type of food	2	162.720	81.360
Location x Season	4	15.632	3.908
Location x Type of food	4	6.270	1.567
Season x Type of food	4	8.068	2.017
Location x Season x Type of food	8	5.905	0.738
Error	54	34.408	0.637
Total	80	252.244	

Coefficient of Variation = 26.24%

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของปริมาณเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มที่พบในตัวอย่างอาหารจากแต่ละสถานที่ และฤดูกาล

Source of variation	degree of freedom	sum of squares	mean squares
Location	2	20.679	10.339
Season	2	4.186	2.093
Type of food	2	115.444	57.722
Location x Season	4	33.674	8.418
Location x Type of food	4	2.983	0.746
Season x Type of food	4	9.137	2.284
Location x Season x Type of food	8	7.757	0.970
Error	54	28.555	0.529
Total	80	222.414	

Coefficient of Variation = 28.63%