บทความวิจัย

อันตรายด้านจุลินทรีย์และจุดควบคุมวิกฤติของการผลิตข้าวมันไก่อาหารกลางวันในโรงเรียน

อำพร แจ่มผล[1*] อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ[2] วราภา มหากาญจนกุล[3] และ ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอันตรายด้านจุลินทรีย์ของการผลิตข้าวมันไก่เพื่อบริการในโรงเรียน วิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมในขั้นตอนการผลิตอาหารตามหลักการ HACCP เนื่องจากเป็นอาหารที่มีรายงานอุบัติการณ์การเกิดโรคอาหารเป็นพิษมากที่สุดและเกิดอย่างต่อเนื่อง ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในวัตถุดิบสด พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ในวัตถุดิบสดทุกชนิดและพบเชื้อ *Escherichia coli* ในใบเตย ฟักเขียวและขิงแก่ และพบเชื้อ *Salmonella* ในไก่ดิบ หลังผ่านขั้นตอนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิน้ำเดือดไม่พบเชื้อ TPC และเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *(Salmonella, Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus)* ในวัตถุดิบ แต่พบเชื้อ TPC และเชื้อ *S. aureus* ในไก่ต้มสุกหั่นและมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อตั้งรอบริการที่อุณหภูมิห้องตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น และในข้าวมันไก่พร้อมบริการพบเชื้อ TPC, *S. aureus, B. cereus* และ *E. coli* ดังนั้นการผลิตข้าวมันไก่ปริมาณมากจึงมีอันตรายด้านจุลินทรีย์ในไก่ต้มสุกหั่นแล้วและตั้งรอบริการที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งการผลิตอาหารปริมาณมากจะมีการผลิตหลายรอบ อาหารผลิตในรอบแรกๆ จึงต้องตั้งรอบริการเป็นระยะเวลานาน (มากกว่า 4 ชั่วโมง) ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ การวิเคราะห์จุดควบคุมวิกฤติของการผลิตข้าวมันไก่ในโรงเรียนจากการใช้ Decision tree ได้แก่ ขั้นตอนการให้ความร้อนในการประกอบอาหารและการเก็บอาหารรอบริการที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งค่าวิกฤติของการให้ความร้อนและการตั้งรออาหารไว้บริการอ้างอิงตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของอาหาร (Food Code)

คำสำคัญ: อันตรายด้านจุลินทรีย์ จุดควบคุมวิกฤติ การบริการอาหารในโรงเรียน ข้าวมันไก่

[1*]สาขาวิชาเกษตรเขตร้อน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[3]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: agramt@ku.ac.th

Microbiological Hazards and Critical Control Points of the School Lunch Production of Khao Man Kai

Amporn Jamphon[1*], Anchanee Utaipatanacheep[2], Warapa Mahakarnchanakul[3] and Tasanee Limsuwan[2]

ABSTRACT

The objectives of this research were to study microbiological hazard and to establish the critical control points (CCP) of Khao Man Kai production for school lunch according to HACCP principles. This food has the most and continually food poisoning report. From the result of microbiological analysis showed total aerobic plate count (TPC) contaminated in all raw ingredients and *Escherichia coli* in pandanus leaf, gourds, gingers and *Salmonella* in raw chickens. After heating process; the TPC and pathogen counts *(Salmonella, Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus)* were not detected in all ingredients while the TPC and *S. aureus* were presented in sliced cooked chicken and increased as a longer holding time. The TPC, *S. aureus, B. cereus* and *E. coli* were detected in Khao Man Kai that was ready to serve. The microbial hazard for the production of Khao Man Kai in school lunch was found in sliced cooked chickens that hold at ambient temperature. So the mass production was cooked many batches of food in advance. It was found that the first batch was held for a longer time (more than 4 hours) before being served which the risk of increased microbial numbers. The determination of the critical control points (CCPs) for the production of Khao Man Kai in school lunch was conducted by the use of a decision tree. The CCPs were the heating process and holding cooked food at room temperature for a long time before serving. The critical limit of the heating process and holding time room temperature are as follows by the Food Code.

Keywords: Microbiological Hazard, Critical Control Points, School lunch food service, Khao Man Kai

[1*]Major Field: Tropical Agriculture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University
[2]Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University
[3]Department of Food Science & Technology, Faculty of Agro-industry, Kasetsart University
*Corresponding author, e-mail: agramt@ku.ac.th

บทนำ

การบริการอาหารกลางวันในโรงเรียนนอกจากเพื่อให้นักเรียนได้รับอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพียงพอแก่ความต้องการของร่างกายอย่างน้อย 1 มื้อแล้ว ความปลอดภัยยังเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากพบการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษในโรงเรียนเป็นอันดับต้นๆ โดยในปี พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2556 มีรายงานการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษในโรงเรียนร้อยละ 34.54 และร้อยละ 40.86 ของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษทั้งหมดในประเทศตามลำดับ [1, 2] และในแต่ละครั้งของการเกิดอุบัติการณ์มักมีจำนวนผู้ป่วยจำนวนมาก เช่น ในปี พ.ศ. 2556 มีรายงานอุบัติการณ์การเกิดโรคในโรงเรียน 13 ครั้ง มีจำนวนผู้ป่วยสูงถึง 1,157 คน อาหารที่เป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติการณ์มากที่สุดและเกิดอย่างต่อเนื่อง คือ ข้าวมันไก่ [3, 4, 5, 6, 7] สาเหตุเกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคอาหารเป็นพิษมีแหล่งที่อยู่และแหล่งอาหารต่างชนิดกัน เชื้อ *Salmonella* พบในอาหารประเภทไข่ เนื้อ นม เชื้อ *S. aureus* พบตามส่วนต่างๆ ของร่างกายมนุษย์และสัตวทำให้เชื้อปนเปื้อนไปสู่อาหารได้จากการสัมผัสอาหารโดยตรง เชื้อ *B. Cereus* พบในอาหารประเภทข้าว ธัญพืช และแป้ง เชื้อ *C. perfringens* พบทั่วไปในดิน ฝุ่นละออง ลำไส้คนและสัตว์มักปนเปื้อนมากับอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ผักที่ปลูกลงดินและเครื่องเทศ และเชื้อ *E. coli* พบในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์และแพร่กระจายไปกับดิน น้ำ ปนเปื้อนลงในสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งผลิตอาหารมนุษย์ [8] การมีจำนวนผู้ป่วยจำนวนมากอาจมีสาเหตุจากการที่โรงเรียนเป็นสถานที่มีกลุ่มคนอยู่รวมกันจำนวนมาก มีการรับประทานอาหารและน้ำในโรงเรียนร่วมกัน เป็นกลุ่มเด็กซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ง่ายกว่าผู้ใหญ่ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดด้านการผลิตและบริการ เช่น มีช่วงเวลารับประทานอาหารจำกัด มีนักเรียนจำนวนมากจึงต้องเตรียมประกอบอาหารล่วงหน้า ทำให้อาหารปรุงสุกตั้งรอที่อุณหภูมิห้องนานหลายชั่วโมง (มากกว่า 4 ชั่วโมง) ก่อนรับประทาน อุปกรณ์ในการเก็บรักษาอาหารเช่น ตู้เย็น อาจมีไม่เพียงพอ รวมทั้งมีผู้เกี่ยวข้องในการผลิตอาหารจำนวนมาก [9, 10, 11] ด้วยเหตุนี้การบริการอาหารกลางวันโรงเรียนโดยเฉพาะในโรงเรียนที่มีนักเรียนจำนวนมากจึงนับว่ามีความเสี่ยงต่อความไม่ปลอดภัยของอาหารและยากต่อการจัดการอย่างยิ่ง ในระบบการผลิตอาหารระดับอุตสาหกรรมที่มีการผลิตอาหารจำนวนมาก การทำให้อาหารที่ผลิตได้นอกจากมีคุณภาพตามที่ต้องการแล้วยังต้องมีความปลอดภัยด้วยเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการผลิตอาหาร ซึ่งได้มีการนำระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point; HACCP) มาใช้ในการกำหนดมาตรการป้องกันไว้ล่วงหน้า ระบบนี้เป็นระบบมาตรฐานคุณภาพที่ได้รับการรับรองจากคณะกรรมาธิการด้านอาหาร (Codex Alimentarius Commission) และได้รับการยอมรับจากหน่วยงานรัฐบาลและหน่วยงานอุตสาหกรรมทั่วโลก [12, 13, 14] และระบบ HACCP นี้ก็ได้นำไปประยุกต์ใช้กับการบริการอาหารได้หลายประเภท เช่น การนำไปประยุกต์ใช้กับการบริการอาหารในโรงเรียน [15] กับศูนย์อาหาร 236 แห่ง ในรัฐ Ferrara ประเทศอิตาลี [16] ในประเทศไทยมีการนำระบบ HACCP ไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารในโรงพยาบาลรามาธิบดี [17] และการผลิตอาหารของโรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม [18] ผลจากการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในการผลิตอาหารและการบริการอาหาร พบว่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของอาหารที่ผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยต่อการบริโภค ด้วยเหตุนี้จึงเห็นความสำคัญในการศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางป้องกันการเกิดโรคอาหารเป็นพิษกับการผลิตอาหารกลางวันโรงเรียนโดยการนำระบบ HACCP มาประยุกต์ในการวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดมาตรการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น โดยเลือกศึกษากับกระบวนการ

ผลิตข้าวมันไก่ ซึ่งเป็นอาหารที่มีรายงานของสาเหตุของการเกิดอุบัติการณ์ของโรคอาหารเป็นพิษในโรงเรียนมากที่สุด โดยศึกษากระบวนการผลิตข้าวมันไก่ การวิเคราะห์อันตรายด้านชีวภาพซึ่งเป็นสาเหตุที่พบบ่อยของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ ในวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบอาหาร อาหารปรุงสุก รวมทั้งอาหารที่ตั้งรอให้บริการ ทำการวิเคราะห์จุดวิกฤติที่ต้องควบคุมในขั้นตอนการผลิตอาหารตามหลักการ HACCP เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมความปลอดภัยและคุณภาพของการผลิตอาหารปริมาณมากในโรงเรียน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ตัวอย่าง

สุ่มเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง (Purposive sampling) ที่มีการบริการอาหารกลางวันและมีขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีการผลิตข้าวมันไก่เพื่อการบริการสำหรับนักเรียนจำนวน 4,000 คน โดยมีผู้ประกอบการ 1 ราย เป็นผู้ดำเนินการผลิตอาหาร ภายใต้การควบคุมของอาจารย์ฝ่ายโภชนาการ

2. ศึกษากระบวนการผลิตอาหารปริมาณมากของโรงเรียน

ศึกษากระบวนการผลิตข้าวมันไก่ ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจนถึงขั้นตอนการบริการโดยการสอบถามผู้ประกอบการ การสังเกตของนักวิจัย การตรวจสอบอุณหภูมิ และระยะเวลาของการผลิตอาหาร นำมาเขียนแผนภูมิการผลิต และการเก็บตัวอย่างอาหารในแต่ละขั้นตอนเพื่อวิเคราะห์อันตรายชีวภาพ

3. ศึกษาอันตรายด้านจุลินทรีย์ของข้าวมันไก่ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

ทำการสุ่มตัวอย่างอาหารในแต่ละขั้นตอนการผลิตอย่างน้อย 20 กรัม จากภาชนะบรรจุอาหารสำหรับการบริการในแต่ละระดับชั้นของนักเรียน รวบรวมให้ได้ปริมาณ 100 กรัม บรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทธีลีนปิดปากถุงใส่ลังโฟมบรรจุก้อนความเย็นนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ส่งตรวจเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคอื่นๆ ตามชนิดของวัตถุดิบ ที่ห้องปฏิบัติการสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนี้

วัตถุดิบสด ได้แก่ แตงกวา ใบผักชี รากผักชี ขิง ฟักเขียวปอกเปลือก กระเทียมปอกเปลือก พริกขี้หนูสด และใบเตย ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC), *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ส่วนอกไก่สดสุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังล้าง ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC), *S. aureus, Clostridium perfringens* และ *Salmonella*

วัตถุดิบที่ผ่านการให้ความร้อน ได้แก่ อกไก่ต้มสุกตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0, 2, 4 และ 6 ชม. ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC), *S. aureus, C. perfringens* และ *Salmonella* ข้าวมันหุงสุก ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0, 2, 4 และ 6 ชม. ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และ *Bacillus cereus*

ข้าวมันไก่พร้อมบริโภค ในถาดอาหารที่มีการซ้อนถาดอาหาร ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC), *S. aureus* , *B. cereus, Salmonella* และ *E. coli*

การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์จุลินทรีย์ นำตัวอย่างอาหารมาสุ่มชั่ง 25 กรัมในสัดส่วนเท่าๆ กันใส่ในถุงพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (Stomacher bag) เติมสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 225 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปตีปั่นให้ผสมกันด้วยเครื่อง Stomacher นาน 2 นาที จากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างแบบอนุกรม ทำการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ ตามวิธีที่ใช้ตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ ดังนี้

เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ใช้วิธี USFDA/CFSAN/BAM online, 2002 (Chapter 3) [19], เชื้อ *Salmonella* ใช้วิธี ISO-6579, 2002 [20] เชื้อ *S. aureus* ใช้วิธี USFDA/CFSAN/BAM online, 2001 (Chapter 12) [21], เชื้อ *E. coli* ใช้วิธี SFDA/CFSAN/BAM online, 2002 (Chapter 4) [22], เชื้อ *B. cereus* ใช้วิธี USFDA/CFSAN/BAM online, 2001 (Chapter 14) [23], เชื้อ *C. perfringens* ใช้วิธี USFDA/CFSAN/BAM online, 2001 (Chapter 16) [24]

4. ตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ของมือผู้สัมผัสอาหาร

โดยใช้เทคนิคการสวอบ (Swab) เพื่อประเมินความสะอาดมือผู้สัมผัสอาหารโดยชุดทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข มีวิธีการทดสอบดังนี้ ใช้ไม้พันสำลีจุ่มในน้ำยาทดสอบและเช็ดที่มือผู้สัมผัสอาหารบริเวณรอบนิ้วจากปลายนิ้วถึงข้อที่ 2 ส่วนหัวแม่มือเช็ดถึงข้อที่ 1 จากนั้นนำไม้พันสำลีที่เช็ดมือแล้วใส่ลงในขวดน้ำยาทดสอบขวดเดิมปิดฝาให้สนิท ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีน้ำยาในขวดทดสอบ หากเกิดตะกอนดำแสดงว่ามีจำนวนเชื้อโคลิฟอร์มตั้งแต่ 20 เซลล์ขึ้นไป ซึ่งเชื้อโคลิฟอร์มเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่ใช้บ่งชี้สภาวะทางสุขาภิบาล (Sanitation index) และเป็นเกณฑ์ที่ใช้ทดสอบว่าผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ความสะอาด [25]

5. วิเคราะห์อันตรายและระบุจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมโดยประยุกต์จากหลักการของระบบ HACCP

ทำการวิเคราะห์อันตราย (Hazard analysis) ที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิต โดยเน้นอันตรายทางชีวภาพโดยใช้ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ จากนั้นทำการวิเคราะห์จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Critical Control Points; CCPs) โดยใช้แผนภูมิการตัดสินใจ (Decision tree) กำหนดค่าวิกฤต (Critical limit (s)) โดยอ้างอิงข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของอาหาร (Food code) [26] กำหนดวิธีการตรวจติดตามเพื่อควบคุมจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Monitor control of CCPs) และกำหนดวิธีการแก้ไขจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Corrective action) โดยทีมผู้วิจัย หากค่าวิกฤตไม่เป็นไปตามที่กำหนด

6. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS for windows) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย One Way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Paired Samples T-test และ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

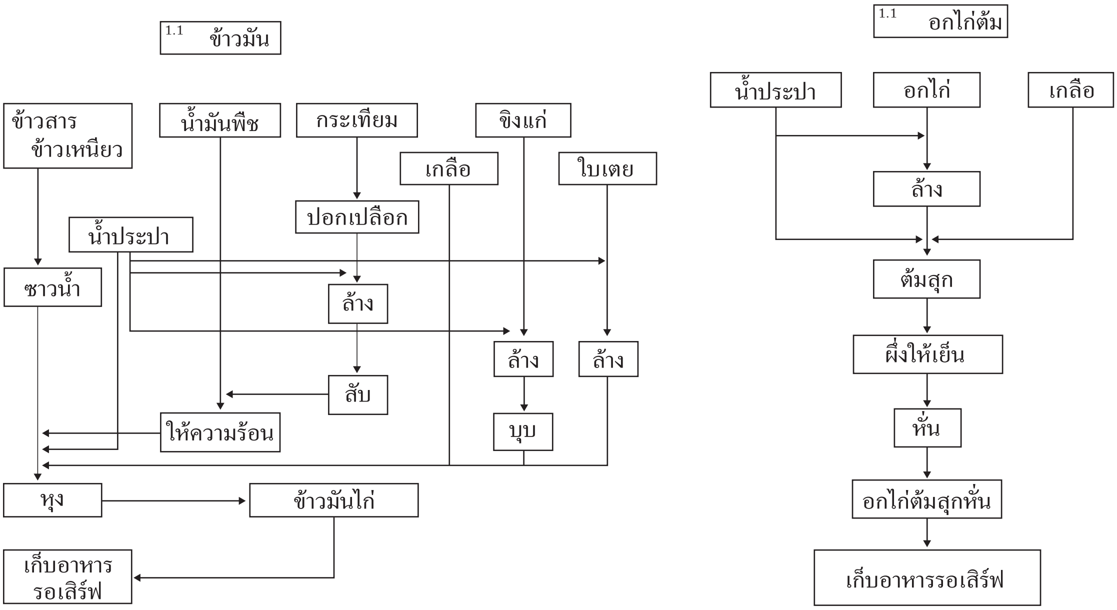
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. การศึกษากระบวนการผลิตข้าวมันไก่ในโรงเรียน

จากการศึกษากระบวนการผลิตข้าวมันไก่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 โรงเรียนมีการผลิตอาหารโดยเฉลี่ย 4,000 คนต่อวัน ข้าวมันไก่มีส่วนประกอบหลักดังนี้ ข้าวมัน เนื้ออกไก่ต้มสุกหั่น แตงกวาหั่น น้ำจิ้ม และน้ำซุป โดยมีกระบวนการผลิต 4 ส่วนหลักๆ คือ การหุงข้าวมัน การต้มไก่ การเตรียมน้ำซุป และการเตรียมน้ำจิ้ม และมีการเตรียมเพื่อให้บริการ ดังนี้

1.1 การหุงข้าวมัน นำข้าวสารและข้าวเหนียวผสมกัน ซาวข้าวด้วยน้ำประปาจนน้ำล้างข้าวใส ใส่ในหม้อหุงข้าวเติมน้ำประปา น้ำมันกระเทียมเจียว ขิงแก่ปอกเปลือกบุบ เกลือ ใบเตย นำไปหุงให้สุกโดยใช้หม้อหุงข้าวแบบใช้แก๊ส (รูปที่ 1)

1.2 การต้มไก่ นำอกไก่มาล้างและต้มให้สุกในน้ำเดือด เมื่อไก่สุกตักใส่หม้อและนำมาหั่นใส่ถาดเพื่อรอบริการ (รูปที่ 1)



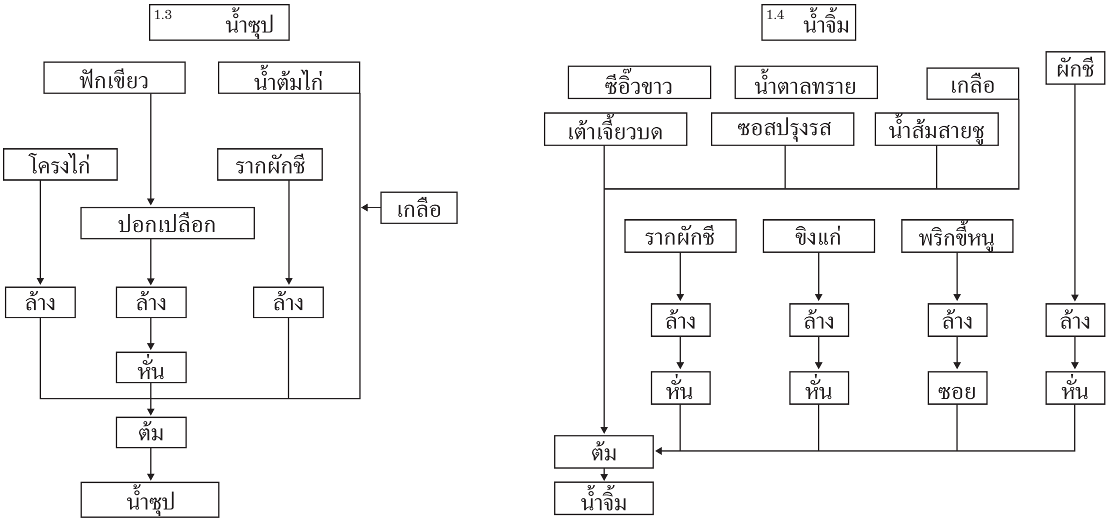
รูปที่ 1 แผนภูมิการผลิตข้าวมันและไก่ต้ม

1.3 การเตรียมน้ำซุป นำน้ำต้มไก่ใส่หม้อตั้งไฟใส่โครงไก่ที่ล้างสะอาด ใส่เกลือ รากผักชีที่ล้างสะอาด และฟักเขียวหั่น ต้มให้เดือด โรยด้วยใบผักชีหั่นหยาบ (รูปที่ 2)

1.4 การเตรียมน้ำจิ้ม นำส่วนผสมทั้งหมดใส่หม้อตั้งไฟให้เดือด (เต้าเจี้ยวบด น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู ซีอิ๊วขาว ซอสปรุงรส ขิงแก่สับละเอียด พริกขี้หนูซอย รากผักชีสับละเอียด) แล้วใส่ใบผักชี (รูปที่ 2)

1.5 การเตรียมแตงกวา นำแตงกวาปอกเปลือกล้างน้ำประปาให้สะอาด นำมาหั่นใส่ในภาชนะปิดด้วยพลาสติกใส รอนำไปบริการพร้อมข้าวมันไก่

1.6 การบริการข้าวมันไก่ ตักอาหารใส่ถาดเตรียมไว้ล่วงหน้า เนื่องจากนักเรียนมีจำนวนมาก จึงใช้การนำถาดมาวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ ชั้นละ 15 ถาดบนโต๊ะในโรงอาหาร เพื่อรอให้นักเรียนเข้ามารับถาดอาหาร ส่วนน้ำซุปขณะบริการมีการอุ่นให้ร้อนตลอดเวลา



รูปที่ 2 แผนภูมิการผลิตน้ำจิ้มและน้ำซุป

2. ผลการวิเคราะห์อันตรายด้านจุลินทรีย์ของข้าวมันไก่ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

2.1 การตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ในผักสด ผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coli* และ *S. aureus* ของวัตถุดิบประเภทผักสด แตงกวา ใบผักชี รากผักชี ขิงแก่ ฟักเขียว กระเทียม พริกขี้หนู และใบเตย ก่อนและหลังล้าง พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผักทุกชนิดหลังล้างมีจำนวนลดลงเล็กน้อย และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในแตงกวา ใบผักชี รากผักชี และฟักเขียว ส่วนขิง กระเทียม พริกขี้หนูและใบเตยหลังล้างมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) เชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* ในวัตถุดิบประเภทผักสดของข้าวมันไก่ก่อนและหลังล้าง

ตัวอย่างวัตถุดิบ		จำนวนจุลินทรีย์		
		TPC (cfu/g)*	*E. coli* (MPN/g)	*S. aureus* (cfu/g)
ผักที่รับประทานสด				
แตงกวา	ก่อนล้าง	$3.2\times10^{6(a)**} \pm 0.18$	< 3	None
	หลังล้าง	$2.4\times10^{6(a)} \pm 0.21$	< 3	None
ผักสดที่ต้องนำไปผ่านการให้ความร้อนก่อนการรับประทาน				
ใบผักชี	ก่อนล้าง	$4.8\times10^{8(a)**} \pm 0.18$	< 3	None
	หลังล้าง	$1.7\times10^{8(a)} \pm 0.13$	< 3	None
รากผักชี	ก่อนล้าง	$5.2\times10^{9(a)} \pm 0.21$	< 3	None
	หลังล้าง	$1.3\times10^{9(a)} \pm 0.20$	158	None
ขิง	ก่อนล้าง	$9.8\times10^{6(a)} \pm 0.14$	240	None
	หลังล้าง	$1.2\times10^{6(b)} \pm 0.12$	210	None
ฟักปอกเปลือก	ก่อนล้าง	$5.4\times10^{7(a)} \pm 0.17$	1,100	None
	หลังล้าง	$4.4\times10^{7(a)} \pm 0.22$	150	None
กระเทียม	ก่อนล้าง	$2.1\times10^{6(a)**} \pm 0.12$	< 3	None
	หลังล้าง	$4.8\times10^{5(b)} \pm 0.14$	< 3	None
พริกขี้หนู	ก่อนล้าง	$3.4\times10^{7(a)} \pm 0.14$	< 3	None
	หลังล้าง	$5.9\times10^{6(b)} \pm 0.12$	< 3	None
ใบเตย	ก่อนล้าง	$4.8\times10^{8(a)} \pm 0.12$	> 1,100	None
	หลังล้าง	$3.0\times10^{7(b)} \pm 0.13$	9.4	None

หมายเหตุ **None** หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อที่ระดับการเจือจางต่ำสุด (10^{-1}) *ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการล้าง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P<0.05$)

นอกจากนี้พบเชื้อ *E. coli* ในขิง ฟัก และใบเตย หลังล้างมีจำนวนลดลง แต่ยังคงมีค่าเกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารดิบที่เตรียมหรือปรุงในสภาพที่บริโภคได้ทันที ซึ่งกำหนดไว้คือน้อยกว่า 10 โดยวิธี MPN แสดงว่าการล้างผักยังมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอที่จะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ ซึ่งมีข้อสังเกตว่าการล้างผักแต่ละครั้ง มีปริมาณผักที่ล้างในปริมาณมาก และไม่เปลี่ยนน้ำบ่อยๆ ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงวิธีการล้าง รวมทั้งวัตถุดิบที่ใช้อาจมีการปนเปื้อนมากเกินไป ควรมีการตรวจสอบหรือเลือกแหล่งที่มาของวัตถุดิบที่สะอาดและเชื่อถือได้ [8, 13]

2.2 ผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคของไก่สดและไก่ต้มสุก

ผลการตรวจสอบไก่สดก่อนล้างและหลังล้าง พบว่าไก่สดหลังล้างมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงเล็กน้อยและพบเชื้อ *Salmonella* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคที่มีโอกาสพบปนเปื้อนในสัตว์ปีกตามธรรมชาติ ส่วนอกไก่ต้มสุกที่ผ่านการต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือดระยะเวลา 10 นาที วัดอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางได้เท่ากับ 76-88°C พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีจำนวนน้อยกว่า 10 cfu/g และไม่พบเชื้อ *S. aureus, C. perfringens* และ *Salmonella* แสดงว่าการต้มให้ความร้อนที่อุณหภูมิจุดกึ่งกลางสูงกว่า 70°C สามารถลดและทำลายจุลินทรีย์ในไก่สดสอดคล้องกับข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของอาหาร [26] อย่างไรก็ดีเมื่อตั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (28-30°C) นำมาหั่นและตั้งไว้ที่เวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมงหลังจากหั่นแล้ว พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในไก่ต้มสุกหั่นเพิ่มขึ้นจาก 3.3×10^6 cfu/g เป็น 3.3×10^7 cfu/g และ 8.6×10^6 cfu/g ตามลำดับและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่มีค่าเกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกพร้อมบริโภค และพบเชื้อ *S. aureus* ในไก่ต้มสุกหั่น ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกพร้อมบริโภค (กำหนดน้อยกว่า 100 cfu/g) [27] (ตารางที่ 2) แสดงว่าหลังการต้ม ทำให้เย็น นำมาหั่น แม้ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพียง 2 ชั่วโมง พบจำนวนจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานซึ่งแสดงว่ามีการปนเปื้อนข้ามจากการหั่น ที่อาจมาจากมือผู้สัมผัสอาหารในการหั่นไก่ หรือจากเขียง มีด หรือบริเวณที่หั่นไก่ โดยมีข้อสังเกตว่าบริเวณที่ใช้หั่นไก่เป็นบริเวณใช้เตรียมอาหารวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ด้วย มีการใช้เขียงร่วมกันระหว่างอาหารสุกและอาหารดิบทั้งเนื้อสัตว์และผัก

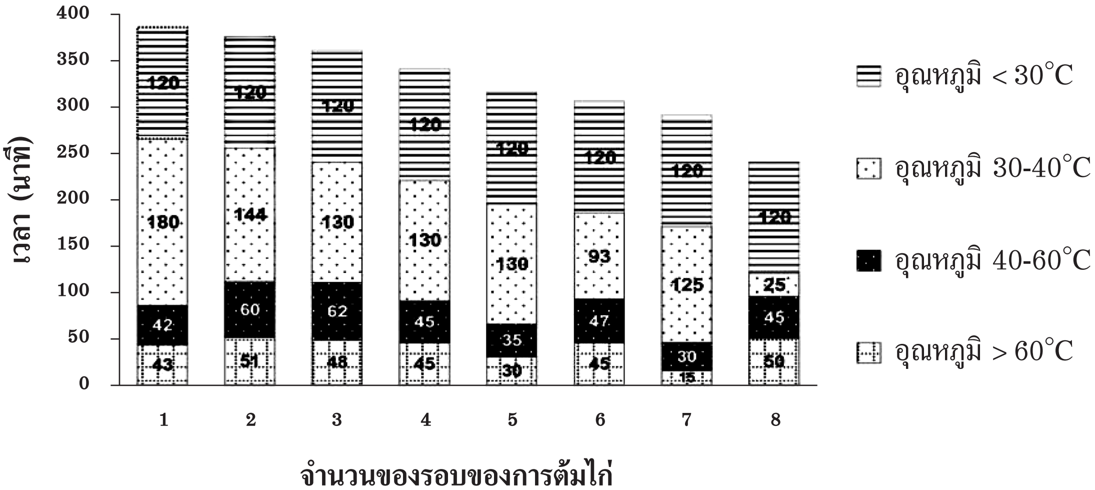
ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคของไก่สดและไก่ต้มสุกในข้าวมันไก่

ตัวอย่างวัตถุดิบ	จำนวนจุลินทรีย์			
	TPC (cfu/g)*	*S. aureus* (cfu/g)	*C. perfringens* (/0.01 g)	*Salmonella* (/25 g)
เกณฑ์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา	1.0×10^6	< 100	Not detected	Not detected
อกไก่สด				
- ก่อนล้าง	$1.2\times10^{7(a)*} \pm 0.95$	None	Not detected	Detected
- หลังล้าง	$3.6\times10^{6(a)} \pm 0.56$	None	Not detected	Detected
อกไก่ต้มสุกใหม่ไม่หั่น	< 10	None	Not detected	Not detected
อกไก่ต้มสุกหั่นที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง	$3.3\times10^{6(a)**} \pm 0.33$	$7.3\times10^{3(a)**} \pm 0.10$	Not detected	Not detected
อกไก่ต้มสุกหั่นที่อุณหภูมิห้อง 4 ชั่วโมง	$3.3\times10^{7(a)} \pm 0.82$	$1.6\times10^{4(a)} \pm 0.17$	Not detected	Not detected
อกไก่ต้มสุกหั่นที่อุณหภูมิห้อง 6 ชั่วโมง	$8.6\times10^{6(a)} \pm 0.18$	$1.6\times10^{4(a)} \pm 0.62$	Not detected	Not detected

หมายเหตุ **None** หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อที่ระดับการเจือจางต่ำสุด (10^{-1}) **Detected** หมายถึง ตรวจพบเชื้อ; **Not detected** หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อ *ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ **การทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการตรวจสอบความสะอาดของมือของผู้สัมผัสอาหารทั้งหมด (จำนวน 15 คน) ที่ทำหน้าที่เตรียมและประกอบอาหารในครัวโดยใช้เทคนิคการสวอบ (Swab) ด้วยชุดทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พบว่ามือของผู้สัมผัสอาหารผ่านเกณฑ์ความสะอาดจำนวน 11 คน (คิดเป็นร้อยละ 73.3) ไม่ผ่านเกณฑ์ความสะอาดจำนวน 4 คน (คิดเป็นร้อยละ 26.7) ดังนั้นมือผู้สัมผัสอาหารสามารถก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้ามในอาหารได้ และน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบจำนวนจุลินทรีย์ของไก่หลังหั่นเกินเกณฑ์มาตรฐาน ในประเทศแอฟริกาใต้ พบเชื้อโรคที่ปนเปื้อนที่มือของผู้สัมผัสอาหารในระหว่างการทำงานผลิตอาหารพร้อมบริโภค ร้อยละ 98 เป็นเชื้อ *S. aureus* ร้อยละ 88 เป็นเชื้อ Coliform ร้อยละ 40 เป็นเชื้อ *E. coli* และร้อยละ 44 เป็นเชื้อ Enterobacteriaceae [28] การล้างมือให้สะอาดและการใช้สารฆ่าเชื้อในการล้างมือเป็นวิธีที่สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่มือของผู้สัมผัสอาหารได้เป็นอย่างดี [29, 30] การศึกษาของ Richardo และคณะ [31] พบว่าผู้สัมผัสอาหารในบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายอาหารในโรงเรียนอนุบาลและสถานคนชราในประเทศโปรตุเกสขาดความรู้ในเรื่องแหล่งของการปนเปื้อนของอาหารและชนิดของอาหารที่มีความเสี่ยงสูง ทำให้มีการปฏิบัติในการหุงต้มและการเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้องเพิ่มขึ้นและเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ การขาดความรู้ทำให้ขาดการควบคุมจุดที่เป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนข้าม [32] การอบรมพนักงานให้มีความรู้และสามารถปฏิบัติตนได้ถูกต้องเป็นวิธีการที่จะช่วยลดการปนเปื้อนที่เกิดจากผู้สัมผัสอาหาร [11, 33]

การศึกษาโอกาสการปนเปื้อนของไก่ต้มสุก พบว่าในแต่ละวันจะมีการต้มอกไก่ทั้งหมด 8 รอบๆ ละ 4 หม้อ หม้อละ 10 กิโลกรัม เพื่อให้มีปริมาณเพียงพอต่อจำนวนนักเรียนและบุคลากร เมื่อศึกษาระยะเวลาที่ไก่ต้มสุกในแต่ละรอบตั้งรอจนกระทั่งบริการ พบว่ามีช่วงระยะเวลาต่างกันประมาณ 3-6 ชั่วโมง โดยรอบแรกของการต้มไก่เริ่มเวลา 6.00 น. อุณหภูมิของเนื้อไก่ต้มสุกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80°C เป็นอุณหภูมิที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคได้ [26] ไก่ต้มสุกรอบที่ 1 มีระยะเวลาเตรียมหลังต้มสุก คือ ตั้งให้เย็น หั่น ตักใส่ถาด จนถึงการบริการนานที่สุด คือ 385 นาที (6 ชั่วโมง 25 นาที) ไก่ต้มสุกรอบที่ 8 ซึ่งเป็นรอบสุดท้ายมีระยะเวลาตั้งรอน้อยที่สุด คือ 240 นาที (4 ชั่วโมง) (รูปที่ 3)



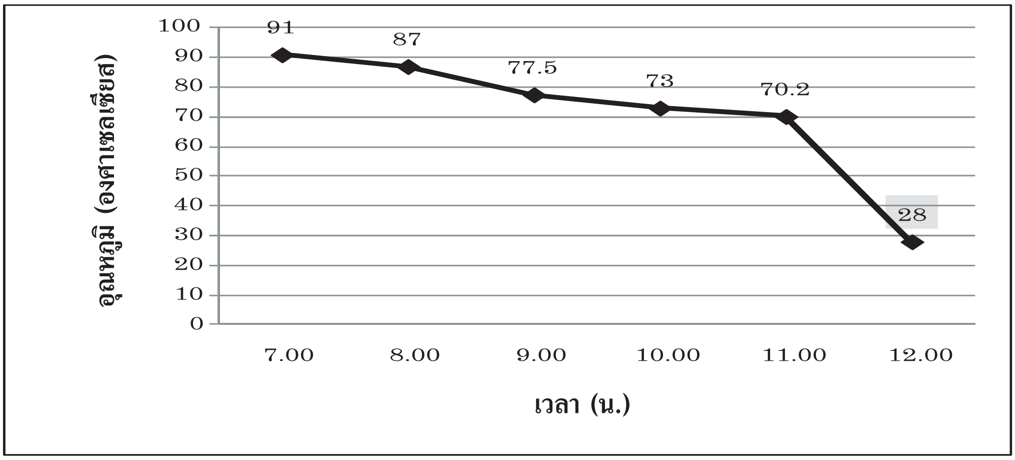
หมายเหตุ ตัวเลขบนแท่งกราฟเป็นระยะเวลาในแต่ละช่วงอุณหภูมิมีหน่วยเป็นนาที

รูปที่ 3 ช่วงอุณหภูมิและระยะเวลาของไก่ต้มสุกในแต่ละรอบจนกระทั่งเสิร์ฟ

นอกจากนี้จะเห็นว่าไก่ต้มสุกในรอบที่ 1 ถึง 7 รวมระยะเวลาที่ตั้งที่อุณหภูมิ 28-60°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิเสี่ยงอันตรายเป็นระยะเวลามากกว่า 4 ชั่วโมงซึ่งเกินเกณฑ์ข้อแนะนำความปลอดภัยของอาหาร [26] จึงมีโอกาสเสี่ยงต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่รอดชีวิต และเสี่ยงต่อการเป็นพาหะของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยเฉพาะหากมีการปนเปื้อนระหว่างการหั่น เช่น การปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* ที่พบในไก่หลังการหั่นซึ่งจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 30-40°C ดังนั้นไก่ต้มสุกในรอบที่ 1 จึงมีความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากเชื้อ *S. aureus* มากที่สุด รองลงมาคือ การต้มในรอบที่ 2 และรอบต่อมาตามลำดับ วิธีการที่จะลดระยะเวลาตั้งรอให้น้อยลงจำเป็นจะต้องมีความพร้อมของอุปกรณ์การต้มที่มีขนาดใหญ่เพียงพอ ซึ่งจะช่วยลดจำนวนรอบของการต้มให้น้อยลง และสามารถต้มล่วงหน้าในระยะเวลาที่ไม่นานเกินไป

2.3 ผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคของข้าวมัน

การหุงข้าวมันมีการหุง 6 รอบๆ ละ 8 หม้อ หนึ่งหม้อใช้สำหรับหุงข้าวสาร 7-8 กก. เพื่อให้มีปริมาณเพียงพอต่อจำนวนนักเรียนและบุคลากร ข้าวมันหุงสุกทุกรอบจะตักออกจากหม้อหุงข้าวมาใส่ในหม้อขนาดใหญ่ตามจำนวนระดับชั้นของนักเรียน เมื่อศึกษาระยะเวลาที่ข้าวมันหุงสุกในแต่ละรอบตั้งรอจนกระทั่งบริการ พบว่าข้าวมันหุงสุกใหม่ (เวลา 7.00 น.) และข้าวมันหุงสุกตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง มีอุณหภูมิลดลงตามระยะเวลาที่ตั้งไว้เท่ากับ 91, 77.5 และ 70.2°C ตามลำดับ ซึ่งเป็นอุณหภูมิข้าวมันขณะอยู่ในหม้อ และเมื่อตักใส่ถาดอาหารนักเรียนเวลา 11.00 น. อุณหภูมิข้าวมันในถาดอาหารลดลงเป็น 28°C ตามอุณหภูมิห้อง (รูปที่ 4) ดังนั้นข้าวมันหุงสุกจึงตั้งรอที่อุณหภูมิ 28°C เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงก่อนรับประทาน ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 5-60°C (Danger zone) แต่มีระยะเวลาที่ไม่เกิน 4 ชั่วโมง [26] ดังนั้นข้าวมันหุงสุกพร้อมบริโภคจึงมีความเสี่ยงต่ำต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ



หมายเหตุ เวลา 7.00-11.00 น. วัดอุณหภูมิข้าวจากหม้อใส่ข้าวที่หุงแล้วสำหรับบริการในแต่ละระดับชั้น
เวลา 12.00 น. วัดอุณหภูมิจากถาดอาหารพร้อมเสิร์ฟ

รูปที่ 4 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวมันเมื่อหุงสุกจนถึงพร้อมเสิร์ฟในถาดอาหาร

ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ข้าวมันหุงสุกใหม่และข้าวมันหุงสุกตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อ *B. cereus* แสดงว่าข้าวมันที่มีอุณหภูมิมากกว่า 60°C จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ส่วนข้าวมันที่ตักใส่ถาดอาหารพร้อมบริการเวลา 13.00 น. เมื่อนำมาวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 2.4×10^{2} cfu/g แต่มีค่าไม่เกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุก [27] (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคของข้าวมัน

ตัวอย่าง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	จำนวนจุลินทรีย์	
			TPC (cfu/g)	***B. cereus* (cfu/g)**
เกณฑ์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา			1.0×10^{6}	< 100
ข้าวมันหุงสุกใหม่	7.00 น.	91°C	None	None
ข้าวมันหุงสุกตั้งที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง	9.00 น.	77.5°C	None	None
ข้าวมันหุงสุกตั้งที่อุณหภูมิห้อง 4 ชั่วโมง	11.00 น.	70°C	None	None
ข้าวมันหุงสุกที่ตักใส่ถาดอาหารพร้อมบริการ	13.00 น.	28°C	2.4×10^{2}	None

หมายเหตุ ข้าวมันหุงสุกบรรจุในหม้อบรรจุอาหารขนาดใหญ่จนถึงเวลาตักใส่ถาดอาหาร
None หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อที่ระดับการเจือจางต่ำสุด (10^{-1})

2.4 ผลการตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ก่อโรคในข้าวมันไก่ระหว่างรอบริการ

จากตัวอย่างข้าวมันพร้อมเนื้อไก่ที่ตักใส่ถาดแล้ววางซ้อนกันเป็นตั้ง ๆ ละ 15 ถาด เพื่อรอนักเรียนมารับบริการ ทำการสุ่มตัวอย่างจากถาดชั้นบนสุด ชั้นกลาง และชั้นล่าง ชั้นละ 10 ถาด มาตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ก่อโรค พบจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *S. aureus* ในข้าวมันไก่ถาดชั้นกลางมีค่าสูงกว่าข้าวมันไก่ในถาดชั้นบนและชั้นล่าง ในขณะที่จำนวน *B. cereus* และ *E. coli* ในข้าวมันไก่ถาดชั้นล่างมีค่าสูงกว่าข้าวมันไก่ในถาดชั้นกลางและชั้นบน และพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและค่าเฉลี่ยของ *B. cereus* ในถาดชั้นล่าง ชั้นกลางและชั้นบนมีค่ามากกว่าเกณฑ์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาสำหรับอาหารปรุงสุกทั่วไป [27] (ตารางที่ 4) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 ของถาดชั้นบนสุด ชั้นกลาง และชั้นล่าง

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ก่อโรคในข้าวมันไก่ที่มีการวางถาดอาหารซ้อนกัน

ชั้นของถาดอาหาร	จำนวนจุลินทรีย์*				
	TPC (cfu/g)	*S. aureus* (*cfu/g*)	*B. cereus* (*cfu/g*)	*Salmonella* (/25 g)	*E. coli* MPN/g
เกณฑ์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา	1.0×10^6	< 100	< 100	ND	< 3
ถาดอาหารชั้นล่าง	$7.0 \times 10^6 \pm 0.43$	$1.4 \times 10 \pm 0.39$	$5.8 \times 10^3 \pm 0.35$	ND**	$3.7 \times 10^2 \pm 0.75$
ถาดอาหารชั้นกลาง	$7.2 \times 10^6 \pm 0.42$	$6.5 \times 10 \pm 0.75$	$4.2 \times 10^4 \pm 0.75$	ND**	$1.2 \times 10^2 \pm 0.49$
ถาดอาหารชั้นบน	$6.7 \times 10^6 \pm 0.19$	$1.2 \times 10^2 \pm 0.75$	$5.1 \times 10^3 \pm 0.31$	ND**	$3.0 \times 10^2 \pm 0.91$

หมายเหตุ *ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ถาดในแต่ละชั้น **ND = Not detected หมายถึงตรวจไม่พบเชื้อ ***การทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *S aureus, B. cereus* และ *E. coli* ในถาดอาหารข้าวมันไก่เกินเกณฑ์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุก แสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงอันตรายในอาหารที่บริการให้นักเรียน โดยการพบเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* สามารถบ่งชี้ได้ว่าอาหารไม่สะอาด ซึ่งน่าจะมีแหล่งการปนเปื้อนมาจากผู้สัมผัสอาหารและบริเวณโดยรอบที่ตั้งอาหาร ส่วนการพบเชื้อ *B. cereus* บ่งชี้การปนเปื้อนของข้าวที่นำมาใช้ประกอบอาหาร ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีสปอร์ของเชื้อ *B. cereus* ที่รอดจากความร้อนในการหุงต้ม เจริญเพิ่มจำนวนเมื่อนำข้าวมันที่หุงสุกแล้วตั้งที่อุณหภูมิห้อง (28°C) แม้จำนวนเชื้อ *B. cereus* ที่พบจะต่ำกว่าปริมาณที่สามารถก่อให้เกิดโรคได้ ($>10^6$ cfu/g) [24] แต่ไม่ควรนิ่งนอนใจ เนื่องจากกลุ่มผู้บริโภค คือ วัยเด็ก ที่มีความเสี่ยงอันตรายมากกว่าวัยผู้ใหญ่ ดังนั้นควรต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตหาวิธีที่จะให้ข้าวมันมีอุณหภูมิสูงกว่า 60°C ณ เวลาที่ตั้งรอบริการจนถึงเวลาที่นักเรียนมารับอาหาร ส่วนเชื้อ *E. coli* ที่พบในข้าวมันไก่ที่ตักใส่ถาดอาหารขณะรอการบริการมีปริมาณเชื้อมากกว่าเกณฑ์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา แต่มีจำนวนต่ำกว่าค่าที่สามารถก่อให้เกิดโรคได้ (10^6-10^7 cfu/g) เช่นเดียวกัน ซึ่งการพบเชื้อ *E. coli* บ่งชี้ว่าอาหารมีการสัมผัสกับสิ่งขับถ่ายโดยตรงหรือมีการปนเปื้อนทางอ้อมจากผู้สัมผัสอาหารที่มีสุขลักษณะส่วนบุคคลไม่ดี ล้างมือไม่สะอาดเพียงพอหลังจากเข้าห้องน้ำ ซึ่งเชื้อ *E. coli* เป็นเชื้อที่พบในอุจจาระของคน [34] ดังนั้น ต้องมีการปรับปรุงและควบคุมการปฏิบัติตัวของพนักงานให้ถูกสุขลักษณะ ให้มีการล้างมือให้สะอาดก่อนปฏิบัติงาน หลังใช้ห้องน้ำหรือเมื่อสัมผัสสิ่งสกปรกและควรมีการตรวจสอบประสิทธิภาพความสะอาดหลังการล้างมือด้วยการสวอป

3. วิเคราะห์อันตราย และระบุจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมในการผลิตข้าวมันไก่โดยประยุกต์จากหลักการของระบบ HACCP

การวิเคราะห์อันตรายด้านชีวภาพโดยใช้ผลจากการวิเคราะห์จุลินทรีย์ข้างต้นประกอบการใช้แผนภูมิการตัดสินใจ (Decision tree) พบว่าจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมของข้าวมันไก่ ได้แก่ การหุงข้าวมัน การต้มไก่ การต้มน้ำซุป การต้มน้ำจิ้มและการเก็บอาหารรอบริการที่อุณหภูมิห้อง โดยขั้นตอนการให้ความร้อนเป็นวิธีการที่สามารถขจัดอันตรายหรือลดอันตรายที่พบในวัตถุดิบให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ส่วนขั้นตอนการเก็บอาหารรอบริการที่อุณหภูมิห้อง (ก่อนตักใส่ถาดอาหารและตักอาหารใส่ถาดอาหารแล้วซ้อนถาดเพื่อรอการบริการ) ของข้าวมันและเนื้อไก่ พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นและเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารเนื่องจากไม่มีการควบคุมอุณหภูมิขณะเก็บอาหารพร้อมบริโภค สำหรับน้ำจิ้มและน้ำซุปพบความเสี่ยงต่ำ ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากความเป็นกรด-เบส (pH) ของน้ำจิ้ม ซึ่งวัดได้เท่ากับ 4.23 ต่ำกว่าช่วงความเป็นกรด-เบส ซึ่งแบคทีเรียส่วนใหญ่เจริญได้ดี (pH 4.6-9.0) ส่วนน้ำซุปมีการตั้งอุ่น (อุณหภูมิมากกว่า 60°C) ตลอดเวลาการบริการ

โดยมาตรการที่ควรนำมาใช้ในการควบคุมจุดวิกฤติ คือ การควบคุมอุณหภูมิการให้ความร้อน ซึ่งส่วนใหญ่ใช้อุณหภูมิน้ำเดือดอยู่แล้ว แต่เนื่องจากอาหารที่เตรียมมีปริมาณมาก ภาชนะหุงต้มมีขนาดเล็ก ดังนั้นควรให้แน่ใจว่าอาหารทุกส่วนได้รับความร้อนทั่วถึง คือ มีอุณหภูมิจุดกึ่งกลางอาหารไม่ต่ำกว่า 74°C เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาที [26, 34] หากไม่ได้ตามอุณหภูมิดังกล่าว ควรจะต้องต้มซ้ำ และควรมีการสุ่มตรวจอุณหภูมิ ณ จุดกึ่งกลางอาหาร และสุ่มตรวจจุลินทรีย์ในอาหารเพื่อความมั่นใจ นอกจากนี้ที่สำคัญ คือ ช่วงเวลาที่ตั้งอาหารรอให้บริการสำหรับนักเรียน ด้วยข้อจำกัดของอุปกรณ์และสถานที่การเตรียมอาหาร จึงทำให้ต้องมีการเตรียมอาหารล่วงหน้าเป็นเวลาหลายชั่วโมง ดังนั้นจะต้องหาวิธีควบคุมให้อุณหภูมิของอาหารที่ตั้งรอสูงกว่า 60°C และหากจำเป็นต้องตั้งรอที่อุณหภูมิต่ำกว่า 60°C ให้ตั้งรอในระยะเวลาน้อยที่สุดและไม่เกิน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 5 แผนการควบคุมอันตราย (HACCP Plan) ของข้าวมันไก่

จุด CCP	อันตรายและแหล่งที่มา	ค่าวิกฤติ (Critical limits)	การตรวจติดตาม (Monitoring program)	มาตรการแก้ไข (Corrective action	การทวนสอบ (Verification)
การต้มไก่ การหุงข้าวมัน การต้มน้ำจิ้ม การต้มน้ำซุป	การเหลือรอดของเชื้อ *Salmonella* spp. *C. perfringens* *B. cereus* *E. coli*	1. อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของเนื้อไก่ต้ม > 74°C 2. เวลานาน > 15 วินาที	ตรวจ : อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน โดย : การสังเกตการเดือดจากน้ำที่ต้มไก่ การเดือดของน้ำในการหุงข้าว การเดือดของน้ำจิ้ม การเดือดของน้ำซุป และใช้เทอร์โมมิเตอร์สุ่มตรวจสอบวัดอุณหภูมิและจับเวลาในการให้ความร้อนให้เป็นไปตามค่าวิกฤติ ตรวจโดย : พนักงานในแต่ละขั้นตอน เมื่อไร : ทุกครั้งที่ให้ความร้อน	ถ้าอุณหภูมิและเวลาไม่เป็นไปตามที่กำหนด ให้ทำการให้ความร้อนซ้ำอีกครั้งและตรวจสอบอุณหภูมิและเวลาให้ได้ตามที่กำหนด	เก็บตัวอย่างส่งตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์กับห้องปฏิบัติการที่ได้รับรองมาตรฐานปีละ 2 ครั้ง เพื่อยืนยันการใช้ระบบความปลอดภัยผลการตรวจวิเคราะห์ต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน
การเก็บอาหารพร้อมบริโภคเพื่อรอบริการ	การเจริญของจุลินทรีย์ที่อาจเหลือรอดจากการให้ความร้อน *B. cereus E. coli* การเจริญของเชื้อ *S. aureus* ที่ปนเปื้อนจากมือผู้สัมผัสอาหาร	1. เก็บอาหารพร้อมบริโภครอเสิร์ฟไม่ต่ำกว่า 60°C 2. หากอาหารอยู่ ณ อุณหภูมิ < 60°C ภายใน 4 ชม. ต้องนำอาหารไปอุ่นให้ร้อนจนมีอุณหภูมิ > 74°C เวลานาน > 15 วินาที	ตรวจ : อุณหภูมิและเวลาอาหารพร้อมบริโภครอบริการ โดย : บันทึกเวลาและอุณหภูมิ ขณะเก็บอาหารรอบริการตามค่าวิกฤติที่กำหนด ตรวจโดย : พนักงานที่เก็บอาหารเพื่อรอบริการ เมื่อไร : ทุกครั้งที่มีการเก็บอาหารรอบริการ	ถ้าอุณหภูมิและเวลาไม่เป็นไปตามที่กำหนด ให้ทำการอุ่นใหม่ซ้ำอีกครั้ง และตรวจสอบอุณหภูมิและเวลาให้ได้ตามที่กำหนดก่อนนำไปบริการ	เก็บตัวอย่างส่งตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์กับห้องปฏิบัติการที่ได้รับรองมาตรฐานปีละ 2 ครั้ง ผลการตรวจวิเคราะห์ต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

สำหรับค่าที่ใช้ในการควบคุมและเฝ้าระวัง ณ จุดวิกฤติ การตรวจติดตามจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมและกำหนดวิธีการแก้ไขกรณีมีการเบี่ยงเบนจากค่าวิกฤติที่กำหนด แสดงดังตารางที่ 5 การตรวจติดตามบันทึกอุณหภูมิและเวลาจะช่วยให้ทราบถึงโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายจากจุลินทรีย์ [9] นอกจากนั้นยังพบว่าในขั้นตอนการหั่นไก่ต้มสุกไม่ได้เป็นจุดวิกฤติ แต่เป็นจุดที่ต้องควบคุมอย่างเคร่งครัด เนื่องจากการขาดการควบคุมในเรื่องความสะอาดส่วนบุคคลของผู้สัมผัสอาหารจะมีผลทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามและทำให้อาหารไม่ปลอดภัย ดังนั้นนอกจากการประยุกต์ใช้หลักการ HACCP ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริการอาหารปริมาณมากในโรงเรียนให้มีความปลอดภัยจากอันตรายด้านจุลินทรีย์แล้ว การควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีทั้งด้านการแต่งกายและพฤติกรรมขณะปฏิบัติงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น

สรุป

การวิเคราะห์อันตรายด้านจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการผลิตข้าวมันไก่ที่ผลิตในปริมาณมากเพื่อการบริการในโรงเรียน พบความเสี่ยงอันตรายในกระบวนการการหั่นเนื้อไก่ การตั้งรอเนื้อไก่ที่หั่นแล้ว และการตั้งรอข้าวมันไก่ที่จัดใส่ถาดอาหารสำหรับนักเรียน สำหรับน้ำจิ้มและน้ำซุปพบความเสี่ยงต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากน้ำจิ้มมีความเป็นกรด-เบส (pH) ต่ำ คือ เท่ากับ 4.23 ส่วนน้ำซุปขณะบริการมีการอุ่นให้ร้อนตลอดเวลา การวิเคราะห์จุดวิกฤติที่ต้องควบคุมโดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ประกอบการใช้แผนภูมิการตัดสินใจ (Decision tree) ได้จุดวิกฤติที่ต้องควบคุมของการผลิตข้าวมันไก่ ได้แก่ การหุงข้าวมัน การต้มไก่ การต้มน้ำซุป การต้มน้ำจิ้มและการเก็บอาหารรอบริการที่อุณหภูมิห้อง ที่จะต้องแน่ใจว่าอาหารได้รับความร้อนทั่วถึง และในเวลาเดียวกันควรปรับปรุงสุขลักษณะของพนักงานที่สัมผัสอาหาร เนื่องจากพนักงานจำนวนหนึ่ง (ร้อยละ 26.7 จากจำนวนพนักงานทั้งหมด 15 คน) ยังไม่ผ่านเกณฑ์ความสะอาดของมือ และในเวลาเดียวกันสามารถตรวจพบจุลินทรีย์ *S. aureus* ในเนื้อไก่หลังการหั่น และพบ *S. aureus* และ *E. coli* ในข้าวมันไก่ที่ตั้งรอบริการ ซึ่งแสดงถึงความไม่สะอาดของอาหารที่อาจเป็นผลจากผู้สัมผัสอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับการสนับสนุนการทำวิจัยภายใต้ชื่อทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

เอกสารอ้างอิง

1. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2555. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี. ได้จาก: http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2012/index.html, 12 ธันวาคม 2556.
2. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2556. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี. ได้จาก: http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2013/index.html, 20 มกราคม 2557.
3. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2548. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์. ได้จาก: http//www.boe-wesr.net/, 15 มิถุนายน 2550.
4. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2549. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์. ได้จาก: http//www.boe-wesr.net/, 15 มิถุนายน 2550.
5. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2550. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์. ได้จาก: http//www.boe-wesr.net/, 30 มกราคม 2551.
6. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2552. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์. ได้จาก: http//www.boe-wesr.net/, 18 เมษายน 2553.
7. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2555. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์. ได้จาก: http//www.boe-wesr.net/, 5 ตุลาคม 2556.
8. วราภา มหากาญจนกุล, สิริพร สธนเสาวภาคย์, สุดสาย ตรีวานิช และ ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. 2554. การจัดการความปลอดภัยอาหารสำหรับงานบริการ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 274.
9. Domenech, E., Escriche, I. and Martorell, S. 2008. Assesing the Effectiveness of Critical Control Points to Guarantee Food Safety. *Food Control.* 19: 557-565.

10. European Food Safety Authority (EFSA). 2010. The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, and Food borne Outbreaks in the European Union in 2008, *The EFSA journal.* 8(1): 1-313.
11. Pilling, V.K., Brannon, L.A., Shanklin, C.W., Roberts, K.R., Barrett, B.B. and Howells, A.D. 2008. Food Safety Training Requirements and Food Handlers' Knowledge and Behaviors. *Food Protection Trends.* 28(3): 192-200.
12. Joan, K.L. 1995. The HACCP Food Safety Manual. John Wiley & Sons, Inc. Printed in USA. p. 318.
13. Mortimore, S. and Wallace, C. 2013. HACCP: A Practical Approach. Third Edition. n.p.
14. U.S. Food and Drug Administration (USFDA). 2006. Managing Food Safety: A Regulator's Manual For Applying HACCP Principles to Risk-based Retail and Food Service Inspections and Evaluating Voluntary food Safety Management System. Available from URL: www.fda-gov/Food/Guidance Regulation/HACCP/UCM2006812.htm. 1 March 2011.
15. Youn, S. and Sneed, J. 2003. Implementation of HACCP and Prerequisite Programs in School Foodservice. *Journal of the American Dietetic Association.* 103: 55-60.
16. Legnani, P., Leoni, E., Berveglieri, M., Mirolo, G. and Alvaro, N. 2004. Hygienic Control of Mass Catering Establishments Microbiological Monitoring of Food and Equipment. *Food Control.* 15: 205-211.
17. ณัฐบดี วิริยาวัฒน์. 2545. การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP เพื่อควบคุมความปลอดภัยของอาหารในกระบวนการผลิตอาหารของโรงพยาบาลรามาธิบดี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.
18. เยาวลักษณ์ ไชยรัตน์. 2550. การประยุต์ใช้ระบบ HACCP ในการควบคุมคุณภาพอาหารในโรงอาหารของโรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
19. U.S. Food and Drug Administration (USFDA). 2002a. Bacteriological Analytical Manual Chapter 3 Aerobic Plate Count. Available from URL: http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/Laboratory Methods/Bacteriological Analytical Manual BAM/UCM 063346, 1 October 2010.
20. ISO (International Organization for Standardization). 2002. ISO 6579:2002, Detection of *Salmonella* spp. Available from URL: http://www.iso.org/iso/rss.xml?csnumber=42109&rss=detail, 1 October 2010.
21. U.S. Food and Drug Administration (USFDA). 2001b. Bacteriological Analytical Manual Chapter 12 *Staphylococcus aureus.* Available from URL:http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/Bacteriological Analytical Manual BAM/UCM 071429], 1 October 2010.
22. U.S. Food and Drug Administration (USFDA). 2002b. Bacteriological Analytical Manual Chapter 4 *Escherichia* coli. Available from URL:http://www.fda.gov/Food/Science Research/Laboratory Methods/Bacteriological Analytical Manual BAM/UCM 070080], 1 October 2010.

23. U.S. Food and Drug Administration (USFDA). 2001c. Bacteriological Analytical Manual Chapter 14 *Bacillus cereus.* Available from URL: http://www.fda.gov/Food/Science Research/Laboratory Methods/Bacteriological Analytical Manual BAM/UCM 070875.htm., 1 October 2007.
24. U.S. Food and Drug Administration (USFDA). 2001d. Bacteriological Analytical Manual Chapter 16 *Clostridium perfringens.* Available from URL: http://www.fda.gov/Food/Science Research/Laboratory Methods/Bacteriological Analytical Manual BAM/UCM 070878.htm., 1 October 2007.
25. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2546. คู่มือการใช้ชุดทดสอบอาหาร 21 ชนิด. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่องค์กรท้องถิ่นและชุมชน. กรุงเทพฯ. หน้า 123.
26. Food Code. 2009. Chapter 3-Food. Available from URL:http://www.fda.gov/Food/Food Safety/Retail Food Protection/Food Code/Food Code 2009/default.htm, 19 September 2010.
27. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2548. ความรู้เกี่ยวกับสารเคมีและจุลินทรีย์ในอาหาร. กรุงเทพฯ. หน้า 13.
28. Lues, J.F.R. and Tonder, I.V. 2007. The Occurrence of Indicator Bacteria on Hands and Aprons of Food Handlers in the Delicatessen Sectors of a Retail Group. *Food Control.* 18: 326-332.
29. Borges, L.F., Silva, B.L. and Gontijo Filho, P.P. 2007. Hand Washing: Changes in the Skin Flora. *American Journal of Infection Control.* 35(6), 417-420.
30. Wongworawat, M.D. and Jones, S.G. 2007. Influence of Ring on the Efficacy of Hand Sanitization and Residual Bacterial Contamination. *Infection Control and Hospital Epidemiology.* 28 (3). 361-353.
31. Ricardo B.M., Denise F., Luís M.M., Tim H. and Juan G. 2014. Knowledge on Food Hygiene of Food Service Staff Working in Nursing Homes and Kindergartens in Porto region-Portugal. *Food Control.* 42: 54-62.
32. Elizabeth, W., Pritcharol, C. and Forsythe, S.J. 2003. Hazard Analysis Critical Control Point and Prerequisite Program Implementation in Small and Medium Size Food Businesses. *Food Control.* 14(3) 169-174.
33. McIntyre, L., Vallaster, L., Wilcott, L., Henderson, S.B. and Koratsky, T. 2013. Evaluation of Food Safety Knowledge, Attitudes and Self-reported Hand Washing Practices in FOODSAFE Trained and Untrained Food Handlers in British Columbia, Canada. *Food Control.* 30: 150-156.
34. Lawley, R., Curtis, L. and Davis, J. 2008. The Food Safety Hazard Guidebook. 2nd Edition The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge, United Kingdom. p. 442.

ได้รับบทความวันที่ 20 เมษายน 2558
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 10 มิถุนายน 2558