

การปนเปื้อนบาซิลลัส ซีเรียส ในเส้นขนมจีนที่จำหน่ายในตลาดสด กรุงเทพมหานคร
Bacillus cereus Contamination in Thai Fermented Rice Noodles (Khanom Jeen)
at Fresh Food Markets-Sold in Bangkok

ปิยะรัตน์ จิตรภิรมย์ (Assist.Prof.Piyarat Chitpirom) ^{1*}

กิจจา จิตรภิรมย์ (Assoc.Prof.Kitja Chitpirom, Ph.D.) ²

แพร์ สายบัวแดง (Phaer Saibuadaeng) ³

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
(Lecturer of Medical Technology Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University)

² รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
(Lecturer of Occupational Health and Safety Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University)

³ นักวิทยาศาสตร์ประจำสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
(Scientist of Medical Technology Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University)

*Corresponding Author. Email: p.chitpirom@yahoo.com

(Received: July 27, 2023; Revised: October 18, 2023; Accepted: October 25, 2023)

บทคัดย่อ

การปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในอาหารยังคงเป็นปัญหาทางสุขภาพในลำดับต้น ๆ ของประเทศไทยและในระดับโลก วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อสำรวจการปนเปื้อนของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อบาซิลลัส ซีเรียส ในตัวอย่างเส้นขนมจีนรวมทั้งสิ้น 50 ตัวอย่าง ซึ่งวางจำหน่ายในตลาดสดจำนวน 10 แห่งในกรุงเทพมหานคร โดยตัวอย่างที่เก็บได้จะถูกนำส่งเพาะเลี้ยงและตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา นำเสนอข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ และพิสัย

ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างเส้นขนมจีนมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $<2.5 \times 10^3$ - $>5.7 \times 10^6$ CFU/กรัม และสามารถตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อบาซิลลัส ซีเรียส จำนวน 12 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 50 ตัวอย่าง (ร้อยละ 24.0) ซึ่งพบการปนเปื้อนสูงสุดที่ระดับ 290 CFU/กรัม ผลการศึกษานี้ช่วยกระตุ้นให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องตระหนักถึงความสำคัญในการติดตาม การเฝ้าระวังการปนเปื้อนในอาหารที่คาดว่าจะมีความเสี่ยง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการควบคุมป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ อันส่งผลกระทบต่อสุขภาพของชุมชนต่อไป

คำสำคัญ : ขนมจีน; ตลาดสด; บาซิลลัส ซีเรียส

Abstract

The contamination of food with pathogenic microorganisms remains a significant health concern in Thailand and globally. This research aimed to investigate the contamination of total bacteria and *Bacillus cereus* in 50 samples of Thai fermented rice noodles (Khanom Jeen) sold in ten fresh food markets in Bangkok. The provided samples were cultivated and

examined using standard microbiological laboratory techniques. Data were presented statistically, including percentages and means.

The research results indicated that the total bacterial counts in the Kanom Jeen samples ranged from $<2.5 \times 10^3$ to $>5.7 \times 10^6$ CFU/g, and contamination with *Bacillus cereus* was found in 12 of the samples (24.0%), with a maximum contamination level of 290 CFU/g. The findings of this research encouraged relevant organizations to recognize the value of monitoring and surveillance of bacterial contamination risk in food. In addition, it provided essential information for controlling and preventing the spread of harmful microorganisms that could impact community health.

Keywords : *Bacillus cereus*; Fresh Food Markets; Thai Fermented Rice Noodles

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรค ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus* รวมถึง *Escherichia coli* และเชื้อก่อโรคทางเดินอาหารอื่น ๆ ในอาหารพร้อมบริโภคและอาหารจานด่วน (Fast Food) ซึ่งเป็นกลุ่มอาหารที่ได้รับความนิยมของผู้บริโภค ยังคงเป็นปัญหาในลำดับต้น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนแทบทุกกลุ่ม และไม่ใช่เฉพาะแต่ภายในประเทศเท่านั้น หากแต่เป็นปัญหาสำคัญในระดับโลกเช่นกัน (Mengistu and Tolera, 2020; Narayan et al., 2017)

บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) เป็นแบคทีเรียแกรมบวกรูปท่อนที่สามารถสร้างสปอร์ได้ เป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหารอีกเสบซึ่งจัดเป็นโรคติดเชื้อที่มีสาเหตุจากอาหารเป็นสื่อ สามารถตรวจพบปนเปื้อนได้ในผลิตภัณฑ์อาหารในธรรมชาติหลากหลายชนิด โดยพบได้บ่อยในอาหารกลุ่มแป้ง รวมถึงอาหารต่าง ๆ เช่น ข้าว เนื้อสัตว์ พาสต้า ไข่ ผลไม้ เมล็ดพืช เครื่องเทศ และผัก สามารถพบการปนเปื้อนทั้งในรูปเซลล์หรือสปอร์ของเชื้อ (Kotiranta et al., 2000) เมื่อรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนจะทำให้เกิดอาการใน 2 ลักษณะคือ อาการอาเจียน (Emetic Type) ซึ่งผู้ป่วยจะเกิดอาการคลื่นไส้และอาเจียนหลังจากการบริโภคอาหารที่มีสารพิษเข้าไปประมาณ 5 ชั่วโมง โดยทั่วไปมีอาการไม่เกิน 24 ชั่วโมง และอาการถ่ายเหลวหรือท้องร่วง (Diarrheal Type) โดยหลังจากได้รับเชื้อประมาณ 8-16 ชั่วโมง เชื้อจะสร้างสารพิษเอนเทอโรทอกซินที่ไม่ทนร้อน (Heat Labile Enterotoxin) ทำให้เกิดอาการเป็นพิษแม้ได้รับเชื้อปริมาณน้อย แบคทีเรียชนิดนี้สามารถผลิตเอนเทอโรทอกซินที่ก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วงที่แตกต่างกันถึง 3 ชนิด ได้แก่ hemolysin BL หรือ HBL (สารพิษเอนเทอโรทอกซินนี้ประกอบด้วย 3 หน่วยย่อย ได้แก่ binding component (B) และ lytic components L1 และ L2) และสารพิษอีก 2 ชนิดคือ non-hemolytic enterotoxin (NHE) และ cytotoxin K (CytK) (Økstad and Kolstø, 2011) จึงส่งผลกระทบต่อโอกาสและความรุนแรงของโรคในผู้ป่วยที่แตกต่างกัน

ปัญหาการวิจัย

โรคอาหารเป็นพิษมีอัตราป่วยอยู่ใน 10 อันดับแรกของโรคที่อยู่ในระบบการเฝ้าระวังของกองระบาดวิทยา และเป็นปัญหากับประชาชนในวงกว้าง (กรมควบคุมโรค, 2565) โดยเป็นโรคที่สามารถพบได้ตลอดปี เนื่องจากสภาวะแวดล้อมของประเทศไทย ประกอบกับมีปัจจัยเอื้อ ได้แก่ สุขอนามัยของประชาชน สภาวะสุขาภิบาลของร้านอาหาร ตลาด กระบวนการผลิตและการจัดจำหน่าย ย่อมส่งเสริมให้การแพร่ระบาดของโรคดังกล่าวเป็นไปได้ง่าย

เส้นขนมจีนจัดเป็นอาหารกลุ่มแป้ง ซึ่งเป็นอาหารที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายแทบทุกท้องถิ่นของประเทศไทยมาเป็นเวลานาน เนื่องจากในการผลิตเส้นขนมจีนนั้นมีการบวนการผลิตที่ย่างยากซับซ้อน ใช้เวลานาน แต่มีอายุการเก็บรักษาที่สั้น และไม่นิยมนำเส้นขนมจีนไปผ่านความร้อนโดยการลวกหรือนึ่งก่อนการบริโภค ผู้บริโภคจึงมีความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อก่อโรคที่ปนเปื้อนได้ง่าย ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญต่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงทำการตรวจประเมินการปนเปื้อนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และการปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* จากตัวอย่างเส้นขนมจีนที่วางจำหน่ายโดยทั่วไปในตลาดสด ภายในกรุงเทพมหานคร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสำรวจและประเมินปริมาณการปนเปื้อนของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และเชื้อ *B. cereus* ในตัวอย่างเส้นขนมจีนที่วางจำหน่ายในตลาดสด กรุงเทพมหานคร

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

B. cereus จัดเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีความสามารถในการสร้างสปอร์ซึ่งช่วยให้เชื้ออยู่ได้นานขึ้นในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม จึงพบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมและสามารถปนเปื้อนในอาหารได้ดี มีความสามารถเพิ่มจำนวนได้ที่อุณหภูมิห้องและสามารถผลิตสารพิษได้ เมื่อผู้บริโภครับสารพิษนี้เข้าไปอาจทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยในระบบทางเดินอาหาร อาการแสดงที่สัมพันธ์กับการก่อโรคของเชื้อ *B. cereus* ได้แก่ กลุ่มอาการท้องร่วง และกลุ่มที่มีอาการคลื่นไส้และอาเจียนโดยไม่มีอาการท้องร่วง นอกจากนี้เชื้อ *B. cereus* ยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อที่ตา ทางเดินหายใจ และบาดแผลได้อีกด้วย การก่อโรคของเชื้อ *B. cereus* ไม่ว่าจะเป็นในลำไส้หรือนอกลำไส้จะมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการผลิตเอ็กโซไซม์ที่ทำลายเนื้อเยื่อ สารพิษที่หลั่งออกมาเหล่านี้ ได้แก่ ฮีโมลิซิน ฟอสโฟลิเปส และโปรตีเอส (Nguyen and Tallent, 2019; Hölzel et al, 2018) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์นี้อยู่ในอุจจาระของมนุษย์ ถึงแม้จะไม่มีหลักฐานที่แน่ชัดแต่เป็นไปได้ที่สัตว์เลี้ยงในฟาร์มจะกักเชื้อนี้ไว้ในอุจจาระของตัวเอง เช่นเดียวกับเชื้อโรคอื่น ๆ เช่น *Listeria monocytogenes* และอาจส่งผลจนเกิดการปนเปื้อนในดินและคงอยู่ในสิ่งแวดล้อม และอาจแพร่กระจายปนเปื้อนไปในแหล่งอาหารต่อไป (Fenlon, 1999)

โดยปกติแล้วโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *B. cereus* มีรายงานไม่มากนัก เนื่องจากความเจ็บป่วยทั้งสองประเภทส่วนใหญ่ไม่รุนแรงและมีอาการน้อยกว่า 24 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามมีรายงานเป็นครั้งคราวที่พบการเจ็บป่วยในรูปแบบที่รุนแรงของการเกิดอาการอาหารเป็นพิษ (Granum, 1997) การแสดงอาการของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *B. cereus* มีความแตกต่างกันในแต่ละประเทศ เช่น ในญี่ปุ่นพบรูปแบบ emetic type มากกว่า diarrhoeal type ถึง 10 เท่า ในขณะที่ในยุโรปและแถบอเมริกาเหนือจะมีรายงานการพบแบบ

diarrhoeal type ได้บ่อยกว่า (Kramer and Gilbert, 1989) เนื่องจากอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *B. cereus* ไม่ใช่โรคที่พบและมีรายงานได้โดยทั่วไปในประเทศต่าง ๆ จึงมีตัวเลขรายงานที่น้อยมากที่ระบุถึงจำนวนของผู้ป่วยจากโรคอาหารเป็นพิษประเภทนี้ได้อย่างครบถ้วนทั้งหมด แม้ว่าจะมีการแสดงอาการทั้งสองแบบอย่างชัดเจนในผู้ป่วย จึงคาดว่าตัวเลขที่รายงานนั้นคงต่ำกว่าความเป็นจริงอยู่มาก เพราะว่ามีผู้ป่วยไม่กี่รายเท่านั้นที่จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือทางการแพทย์ในระหว่างที่มีการดำเนินของโรค เนื่องจากผู้ป่วยสามารถฟื้นตัวได้เองอย่างรวดเร็วนั่นเอง ด้วยข้อจำกัดข้างต้นในรายงานการเฝ้าระวังโรคของประเทศไทยจึงยังขาดข้อมูลอุบัติการณ์อย่างครบถ้วนของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อก่อโรคดังกล่าว

B. cereus เป็นแบคทีเรียแกรมบวกชนิดหนึ่งที่พบกระจายแพร่หลายมากที่สุดในโลก (Jackson et al., 1995) โดยสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติของเชื้อนี้ส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในอินทรีย์วัตถุที่เน่าเปื่อย ในน้ำจืด น้ำทะเล ดิน พืชผัก รวมถึงในลำไส้ของสัตว์ (Todd, 1996) ดังนั้นดินและอาหารจึงสามารถปนเปื้อนด้วยเชื้อ *B. cereus* ที่อยู่ในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ได้เช่นเดียวกัน (Bottone, 2010) ด้วยเหตุที่เชื้อ *B. cereus* มีความสามารถในการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในธรรมชาติ และสามารถปนเปื้อนอาหารได้ทางดินและอากาศเป็นหลัก (Arnesen et al., 2008) ตัวอย่างผลการแยกเชื้อในอาหารปรุงสำเร็จในประเทศไทย เช่น ซูชิ ที่จำหน่ายจากแผงลอยจำนวน 60 ตัวอย่าง จาก 20 ร้าน พบตัวอย่างในการสำรวจครั้งนี้ปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* อย่างเดียวถึงร้อยละ 30.0 และพบการปนเปื้อนร่วมกันระหว่างเชื้อ *S. aureus* และ *B. cereus* ร้อยละ 20.0 (กิจจา จิตรภิรมย์ และคณะ, 2559) ดังนั้นการตรวจประเมินการปนเปื้อนเพื่อเฝ้าระวังการปนเปื้อนในอาหารกลุ่มเสี่ยงจึงมีความสำคัญยิ่ง เพื่อส่งเสริมการปรับปรุงเทคโนโลยีการขจัดสิ่งปนเปื้อน และการประมวลผลที่อาจลดความเสี่ยงต่อการได้รับพิษและการเจ็บป่วยจากเชื้อ *B. cereus*

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ โดยทำการเก็บตัวอย่างเส้นขนมจีนที่จำหน่ายในตลาดสด ที่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566 โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดสด ตามหลักความน่าจะเป็น (Probability Sampling) โดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) ซึ่งเริ่มจากการแบ่งเขตของกรุงเทพมหานครออกเป็น 3 กลุ่มตามที่ตั้ง คือเขตชั้นใน เขตชั้นกลาง และเขตชั้นนอก (สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล, 2556) สุ่มเก็บตัวอย่างในตลาดสดในเขตชั้นในจำนวน 4 เขต จากทั้งหมด 21 เขต ได้แก่ เขตดินแดง เขตคลองเตย เขตบางซื่อ และเขตคลองสาน สำหรับเขตชั้นกลางได้สุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดสด จำนวน 4 เขต จากทั้งหมด 18 เขต ได้แก่ เขตสวนหลวง เขตบางเขน เขตบางกะปิ และเขตบางแค ส่วนเขตชั้นนอกได้สุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดสด จำนวน 2 เขต จากทั้งหมด 11 เขต ได้แก่ เขตมีนบุรี และเขตทวีวัฒนา โดยทำการเก็บตัวอย่างเส้นขนมจีนจากตลาดสดแห่งละ 5 ตัวอย่าง จำนวน 10 แห่ง รวมทั้งสิ้นจำนวน 50 ตัวอย่าง โดยทั้ง 50 ตัวอย่างนั้นเป็นเส้นขนมจีนที่ระบุฉลากหรือยี่ห้อแตกต่างกัน จากนั้นจึงนำมาทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัด pH meter (S20 SevenEasy™ pH, Mettler Toledo) พร้อมทั้งสังเกตลักษณะทางกายภาพและฉลากบรรจุภัณฑ์ตัวอย่างตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *B. cereus* ตามมาตรฐานและวิธีการของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2556)

การเตรียมตัวอย่างสำหรับการตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *B. cereus* โดยการสุ่มตัวอย่างเส้นขนมจีนในแต่ละตัวอย่าง จำนวน 50 กรัม จากนั้นตัดเส้นขนมจีนให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ

ใส่ลงในสารละลาย Butterfield's phosphate-buffered dilution water (BPB) (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2556) 450 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องตีบดผสมตัวอย่าง (stomacher) จะได้ตัวอย่างที่เจือจาง 1:10 จากนั้นนำมาทำการเจือจางต่อแบบ 10 เท่า (Serial Tenfold dilution) ด้วยสารละลาย BPB ให้ได้ตัวอย่างที่เจือจาง 1:100 และ 1:1000 จึงนำไปตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ตรวจหาเชื้อ *B. cereus* และตรวจหาปริมาณเชื้อ *B. cereus* ต่อไป

วิธีการตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี pour plate (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557) โดยการนำตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 1:10, 1:100 และ 1:1000 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรของแต่ละระดับความเจือจาง ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ระดับความเจือจางละ 2 จาน (duplicate) จากนั้นเท Plate count agar (PCA) ปริมาณ 12-15 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง แล้วนำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ± 2 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนโคโลนีที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี ในจานเพาะเชื้อของ 2 ระดับการเจือจางที่ติดกัน และรายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด มีหน่วยเป็น CFU/กรัม

วิธีการตรวจหาเชื้อ *B. cereus* (detection) โดยการนำตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 1:10, 1:100 และ 1:1000 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ของแต่ละระดับความเจือจาง ใส่ลงใน Trypticase soy-polymyxin broth (TSB-P) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 หลอด บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ± 2 ชั่วโมง นำหลอดที่ขุ่นมาทำการเพาะเลี้ยงเชื้อลงบน Mannitol-egg yolk-polymyxin (MYP) agar บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง เลือกโคโลนีที่มีสีชมพู และมีโซนขุนรอบโคโลนี โดยเลือกมาอย่างน้อย 5 โคโลนี เพื่อนำไปตรวจยืนยันต่อไป

วิธีการตรวจหาปริมาณเชื้อ *B. cereus* (enumeration) ด้วยวิธี spread plate (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557) โดยการนำตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 1:10, 1:100 และ 1:1000 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ของแต่ละระดับความเจือจาง หยดลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ MYP agar จำนวน 3 เพลท (เพลทที่ 1 หยด 0.3 มิลลิลิตร เพลทที่ 2 หยด 0.3 มิลลิลิตร และเพลทที่ 3 หยด 0.4 มิลลิลิตร) ต่อระดับความเจือจาง แล้วใช้แท่งแก้ว (Spreader) กลิ้งให้ทั่วจนกระทั่งผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง (ใช้เวลา 1-2 นาทีต่อเพลท) บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีสีชมพู และมีโซนขุนรอบโคโลนี โดยเลือกมาอย่างน้อย 5 โคโลนี เพื่อนำไปตรวจยืนยันว่าเป็นเชื้อ *B. cereus* โดยการย้อมสีแกรม และการทดสอบทางชีวเคมีต่าง ๆ ได้แก่ Nitrate broth, Modified Voges-Proskauer (VP) medium, Motility test, Rhizoid growth, Hemolysis activity, Endotoxin crystals และการเจริญที่ 43 องศาเซลเซียส

การรายงานผลการทดสอบ สำหรับการตรวจหาเชื้อ *B. cereus* ให้รายงานเป็น พบหรือไม่พบ *B. cereus*/50 กรัมของตัวอย่างเส้นขนมจีน และการตรวจหาปริมาณของเชื้อ *B. cereus* ให้รายงานเป็น จำนวนที่พบเชื้อ *B. cereus* ซึ่งมีหน่วยเป็น CFU/กรัม กรณีที่ไม่พบเชื้อ *B. cereus* ให้รายงานเป็น น้อยกว่า $1 \times$ ระดับความเจือจางแรกของการทดสอบ

จากนั้นทำการบันทึกผลการปนเปื้อนและปริมาณของเชื้อ *B. cereus* ในเส้นขนมจีน และทำการแปลผลในตารางบันทึกผลที่ได้ออกแบบไว้

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ และพิสัย พร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลวิจัยโดยใช้ตาราง

ผลการวิจัย

ผลการสุ่มเก็บตัวอย่างเส้นขนมจีนเพื่อประเมินการปนเปื้อนของเชื้อ *B. cereus* ซึ่งวางจำหน่ายในตลาดสดในเขตต่าง ๆ ของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย เขตกรุงเทพฯ ชั้นใน จำนวน 4 ตลาด จาก 4 เขต เขตกรุงเทพฯ ชั้นกลาง จำนวน 4 ตลาด จาก 4 เขต และเขตกรุงเทพฯ ชั้นนอก จำนวน 2 ตลาด จาก 2 เขต รวมทั้งสิ้น 50 ตัวอย่าง จาก 10 ตลาด ซึ่งติดฉลากแสดงยี่ห้อที่ไม่ซ้ำกัน ทั้งนี้พบว่าทุกตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีการบรรจุอยู่ในตะกร้าพลาสติกโปร่งที่ห่อคลุมด้วยฟิล์มพลาสติกใส ซึ่งมีขนาดบรรจุไม่ต่ำกว่า 1.0 กิโลกรัม และมีฉลากระบุยี่ห้อและเบอร์โทรศัพท์ติดต่อ บางยี่ห้ออาจจะระบุสถานที่ผลิตด้วย แต่มีเพียง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 2.0) เท่านั้นที่มีการระบุวันผลิตและวันหมดอายุอย่างชัดเจน ผลการตรวจสอบสถิติทางกายภาพพบว่าเส้นขนมจีนทุกตัวอย่างมีสีขาวขุ่น มีเส้นที่มีความมันวาว เหนียวนุ่ม ไม่เละ มีการจับเรียงเส้นโดยพบมีเส้นขาดบ้างเล็กน้อย ซึ่งไม่มีกลิ่นอับหรือบูดเน่า

ผลการตรวจค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างเส้นขนมจีนจำนวน 50 ตัวอย่าง พบมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.58-5.30 พบมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $<2.5 \times 10^3$ - $>5.7 \times 10^6$ CFU/กรัม และพบการปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* สูงสุดที่ระดับ 290 CFU/กรัม (ตารางที่ 1) จากการตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคนี้ในจำนวนทั้งสิ้น 12 ตัวอย่าง (ร้อยละ 24.0) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 การปนเปื้อนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และเชื้อ *B. cereus* ในเส้นขนมจีน

ลำดับ	เขตที่ตั้ง	เขต	ฉลากสินค้า/ยี่ห้อ	pH	การตรวจหา <i>B. cereus</i> /50 กรัม	ปริมาณ <i>B. cereus</i> (CFU/กรัม)	จำนวนจุลินทรีย์ ทั้งหมด (CFU/กรัม)
1	เขตชั้นใน	ดินแดง	A1	3.77	ไม่พบ	$<1 \times 10$	1.6×10^5
2			A2	3.75	ไม่พบ	$<1 \times 10$	$>5.7 \times 10^6$ *
3			A3	3.65	ไม่พบ	$<1 \times 10$	$<2.5 \times 10^3$
4			A4	3.94	พบ	3.0×10	$>5.7 \times 10^6$ *
5			A5	3.81	พบ	0.1×10	1.0×10^5
6	คลองเตย		B1	4.18	ไม่พบ	$<1 \times 10$	2.9×10^4
7			B2	4.61	พบ	2.9×10^2 *	$>5.7 \times 10^6$ *
8			B3	4.21	ไม่พบ	$<1 \times 10$	2.3×10^5
9			B4	3.75	ไม่พบ	$<1 \times 10$	$<2.5 \times 10^3$
10			B5	3.85	ไม่พบ	$<1 \times 10$	$>5.7 \times 10^6$ *
11	บางซื่อ		C1	4.27	ไม่พบ	$<1 \times 10$	1.7×10^4
12			C2	3.89	พบ	1.1×10^2 *	5.6×10^4
13			C3	3.81	ไม่พบ	$<1 \times 10$	1.1×10^4
14			C4	4.42	ไม่พบ	$<1 \times 10$	4.1×10^4
15			C5	4.07	ไม่พบ	$<1 \times 10$	1.0×10^5

ตารางที่ 1 การปนเปื้อนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และเชื้อ *B. cereus* ในเส้นขนมจีน (ต่อ)

ลำดับ	เขตที่ตั้ง	เขต	ฉลากสินค้า/ ยี่ห้อ	pH	การตรวจหา <i>B. cereus</i> /50 กรัม	ปริมาณ <i>B. cereus</i> (CFU/กรัม)	จำนวนจุลินทรีย์ ทั้งหมด (CFU/กรัม)
16	เขตชั้นใน	คลองสาน	D1	4.12	ไม่พบ	<1×10	1.3×10 ⁵
17			D2	4.20	ไม่พบ	<1×10	5.0×10 ³
18			D3	4.21	ไม่พบ	<1×10	2.6×10 ⁵
19			D4	3.96	พบ	1.0×10	5.9×10 ⁴
20			D5	3.66	พบ	1.0×10 ² *	2.2×10 ⁴
21	เขตชั้นกลาง	สวนหลวง	E1	3.98	ไม่พบ	<1×10	<2.5×10 ³
22			E2	3.80	ไม่พบ	<1×10	>5.7×10 ⁶ *
23			E3	4.82	ไม่พบ	<1×10	>5.7×10 ⁶ *
24			E4	4.29	ไม่พบ	<1×10	>5.7×10 ⁶ *
25			E5	3.58	ไม่พบ	<1×10	>5.7×10 ⁶ *
26		บางเขน	F1	4.45	ไม่พบ	<1×10	1.5×10 ⁵
27			F2	3.90	ไม่พบ	<1×10	1.4×10 ⁴
28			F3	3.91	พบ	1.0×10	5.5×10 ³
29			F4	3.58	พบ	4.0×10	>5.7×10 ⁶ *
30			F5	3.99	ไม่พบ	<1×10	4.5×10 ³
31		บางกะปิ	G1	4.11	ไม่พบ	<1×10	>5.7×10 ⁶ *
32			G2	3.92	ไม่พบ	<1×10	>5.7×10 ⁶ *
33			G3	3.68	ไม่พบ	<1×10	8.6×10 ⁴
34			G4	3.66	ไม่พบ	<1×10	3.5×10 ³
35			G5	3.96	ไม่พบ	<1×10	<2.5×10 ³
36		บางแค	H1	3.72	ไม่พบ	<1×10	3.0×10 ³
37			H2	4.00	ไม่พบ	<1×10	4.5×10 ³
38			H3	3.94	ไม่พบ	<1×10	1.4×10 ⁴
39			H4	4.46	ไม่พบ	<1×10	<2.5×10 ³
40			H5	4.00	พบ	1.3×10 ² *	8.5×10 ³
41	เขตชั้นนอก	มีนบุรี	I1	3.73	ไม่พบ	<1×10	7.0×10 ³
42			I2	3.79	พบ	9.0×10	8.0×10 ³
43			I3	3.85	พบ	1.0×10	2.2×10 ⁴
44			I4	3.94	ไม่พบ	<1×10	>5.7×10 ⁶ *
45			I5	4.77	ไม่พบ	<1×10	2.7×10 ⁴

ตารางที่ 1 การปนเปื้อนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และเชื้อ *B. cereus* ในเส้นขนมจีน (ต่อ)

ลำดับ	เขตที่ตั้ง	เขต	ฉลากสินค้า/ ยี่ห้อ	pH	การตรวจหา <i>B. cereus</i> /50 กรัม	ปริมาณ <i>B. cereus</i> (CFU/กรัม)	จำนวนจุลินทรีย์ ทั้งหมด (CFU/กรัม)
46	เขตชั้นนอก	ทวีวัฒนา	J1	4.44	พบ	1.0x10	>5.7x10 ⁶ *
47			J2	3.86	ไม่พบ	<1x10	1.2x10 ⁴
48			J3	4.10	ไม่พบ	<1x10	>5.7x10 ⁶ *
49			J4	5.30	ไม่พบ	<1x10	>5.7x10 ⁶ *
50			J5	4.35	ไม่พบ	<1x10	>5.7x10 ⁶ *

* เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 2 การปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* ในเส้นขนมจีน จำแนกตามเขตที่ตั้ง

เขตที่ตั้ง	เขต	จำนวนตัวอย่าง	การปนเปื้อนเชื้อ <i>B. cereus</i> (ร้อยละ)
กรุงเทพฯ ชั้นใน		20	6 (12.0)
	ดินแดง	5	2
	คลองเตย	5	1
	บางซื่อ	5	1
	คลองสาน	5	2
กรุงเทพฯ ชั้นกลาง		20	3 (6.0)
	สวนหลวง	5	0
	บางเขน	5	2
	บางกะปิ	5	0
	บางแค	5	1
กรุงเทพฯ ชั้นนอก		10	3 (6.0)
	มีนบุรี	5	2
	ทวีวัฒนา	5	1
รวม		50	12 (24.0)

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการตรวจประเมินการปนเปื้อนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และเชื้อ *B. cereus* ในตัวอย่างเส้นขนมจีนที่มีลักษณะทางกายภาพอันเหมาะสมสำหรับการบริโภค จำนวนทั้งสิ้น 50 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $<2.5 \times 10^3$ - $>5.7 \times 10^6$ CFU/กรัม และพบการปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* ร้อยละ 24.0 โดยมีการปนเปื้อนสูงสุด 290 CFU/กรัม

เนื่องจากเส้นขนมจีนจัดเป็นอาหารพร้อมบริโภคทั่วไป และเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างกว้างขวางในทุกชุมชน กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2560) จึงมีประกาศกำหนดเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานของเส้นขนมจีนให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^6 CFU/กรัม และมีการปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* น้อยกว่า 100 CFU/กรัม จากประกาศดังกล่าวแสดงว่าเส้นขนมจีนจำนวน 16 ตัวอย่าง (ร้อยละ 32.0) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ผ่านมาตรฐานด้านจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และพบว่าไม่ผ่านมาตรฐานด้านการปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* จำนวน 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 8.0) เช่นเดียวกับรายงานของวิไลวรรณ หงอกพิสัย และคณะ (2555) ที่ทำการสุ่มประเมินคุณภาพขนมจีนจากโรงงานที่ผลิตขนมจีน จำนวน 77 แห่งทั่วประเทศ ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของขนมจีนพบว่าไม่ผ่านเกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาจำนวน 10 ตัวอย่าง (ร้อยละ 13.0) และจากการศึกษาของกลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านอาหาร กองสุขาภิบาลอาหาร สำนักอนามัย (2564) ซึ่งศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคขนมจีนน้ำยาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จากการสุ่มเก็บตัวอย่างตรวจ ทั้งหมด 77 ตัวอย่าง พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานเพียง 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11.7) โดยพบว่าตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์นั้นตรวจพบเชื้อ *E. coli* มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 98.5 รองลงมาคือปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ทั้งนี้ไม่ได้รายงานผลการตรวจเชื้อ *B. cereus* แต่พอสรุปได้ว่าอาหารพร้อมบริโภคนั้นยังคงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเจ็บป่วยจากการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคและเป็นปัญหาทางสุขภาพที่สำคัญ

B. cereus เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกรูปท่อนซึ่งพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ รวมถึงผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบที่ใช้ประกอบหรือปรุงอาหารต่าง ๆ รวมถึงพบได้ในอุจจาระของคนที่มีสุขภาพปกติได้ สามารถสร้างสารพิษที่ทำให้เกิดอาการได้ 2 แบบคือ อาการอาเจียน (Emetic Illness) และอาการท้องเสีย (Diarrhea Illness) ส่วนใหญ่การปนเปื้อนเชื้อในอาหารเกิดจากสปอร์ปนเปื้อนลงไปในกระบวนการผลิตอาหารที่ไม่เหมาะสม เมื่อสปอร์เจริญเป็นเซลล์ปกติ (Vegetative Cell) จะสร้างสารพิษ (Enterotoxin) และทำให้เกิดอาการของโรคเมื่อบริโภคอาหารนั้นเข้าไป ปริมาณที่ก่อโรคได้คือ มากกว่า 10^6 เซลล์ต่อกรัมอาหาร (Eric, 1990; Rosenkvist and Hanson, 1995) ทั้งนี้ความร้อนสามารถทำลาย Vegetative Cell ของเชื้อได้ แต่เมื่อเชื้อเปลี่ยนเป็นรูปสปอร์จะช่วยให้สามารถอยู่รอดและทนทานในสภาพแวดล้อมได้ดี นอกจากนี้มีรายงานว่า การใช้ความร้อนในกระบวนการผลิตนั้นสามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่เป็นคู่แข่งตามธรรมชาติ (Competitive Microflora) แต่ไม่สามารถกำจัดสปอร์ของเชื้อ *B. cereus* และยังเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนได้ดีขึ้นเมื่อปราศจากจุลินทรีย์คู่แข่งดังกล่าว ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการเจ็บป่วยจากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อน และมีโอกาสเกิดการแพร่กระจายของเชื้อก่อโรคนั้นในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลายนั่นเอง (Pirttijarvi et al., 2000; Granum and Lund, 2006)

การผลิตเส้นขนมจีนที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนั้นมีด้วยกัน 2 ประเภท คือ ขนมจีนแปงสดและขนมจีนแปงหมัก อย่างไรก็ตามในการผลิตนั้นมีหลายขั้นตอน และในแต่ละขั้นตอนมีโอกาสที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อน

ได้ง่าย ซึ่งในระหว่างกระบวนการผลิตพบว่าจุดที่พบมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ได้มาก ได้แก่ ขั้นตอนการต้มแป้ง นวดแป้ง จับหัวขนมจีน และการบรรจุ (ศลิณี แสงสว่าง และดาวิวรรณ เศรษฐีธรรม, 2556; Uchimura, 1998) การตรวจประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดถูกนำมาใช้เพื่อประเมินสภาวะทางสุขอนามัยทั่วไป รวมถึงกระบวนการในการผลิตอาหาร การประเมินการเน่าเสียและคุณภาพของอาหาร (Buchanan and ONI, 2012) ซึ่งเป็นการตรวจประเมินแบคทีเรียในกลุ่ม Mesophilic Aerobic Bacteria (MAB) โดยเป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ (Optimum Temperature) ในช่วง 30-45 องศาเซลเซียส และจัดเป็นแบคทีเรียในกลุ่มใหญ่ที่สุด ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (Microbial Spoilage) ดังนั้นหากตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เกินค่ามาตรฐานกำหนดถึงแม้ตรวจไม่พบเชื้อก่อโรค ย่อมแสดงว่ากระบวนการในการผลิตอาหารไม่เหมาะสม หรืออาจมีการเน่าเสีย เสื่อมคุณภาพจึงไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภค เช่นเดียวกับผลการวิจัยในครั้งนี้ที่พบ การปนเปื้อนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อ *B. cereus* ในระดับที่เกินมาตรฐานเพียงอย่างเดียว จำนวน 15 และ 3 ตัวอย่าง ตามลำดับ ในขณะที่พบการปนเปื้อนในระดับเกินมาตรฐานร่วมกันเพียง 1 ตัวอย่าง

โดยทั่วไปการเก็บเส้นขนมจีนที่ใส่วัตถุดิบเสียในปริมาณที่กำหนดและเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง เส้นขนมจีนนั้นจะสามารถอยู่ได้นาน 1 ถึง 2 วัน แต่ในรายงานของกลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านอาหาร กองสุขาภิบาลอาหาร สำนักอนามัย (2564) พบว่ามีการปนเปื้อนสารกันบูด (กรดเบนโซอิก) โดยมีการใช้เกินมาตรฐานซึ่งมีโอกาสเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ (สำนักอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2555) กระบวนการผลิตเส้นขนมจีนโดยใช้แป้งหมักในปัจจุบันนั้น มีการเติมเชื้อหมักทดแทนวิธีการหมักตามธรรมชาติ ซึ่งเชื้อที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเชื้อในกลุ่มแบคทีเรียกรดแลคติก โดยการเติมเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในปริมาณที่เหมาะสมส่งผลต่อคุณภาพของเส้นขนมจีน ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของขนมจีนเส้นหมัก อีกทั้งสามารถยืดระยะเวลาการผลิตให้สั้นลง รวมถึงสามารถยืดระยะเวลาการเน่าเสียได้นานขึ้น (ณัฐพร จันทรฉาย, 2558) ในปัจจุบันมีการพัฒนาการใช้แป้งหมักเพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค เช่น เชื้อ *B. cereus* ที่ปนเปื้อนในเส้นขนมจีน (พรพรรณ พัวไพบูลย์, 2561) ด้วยสาเหตุเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ตรวจพบเชื้อ *B. cereus* ได้ในปริมาณต่ำ ตัวอย่างเส้นขนมจีนที่นำมาตรวจสอบในการศึกษานี้พบว่ามีความ pH ระหว่าง 3.58-5.30 ซึ่งค่า pH ที่ต่ำกว่า 5.0 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cereus* ได้ (Ultee and Smid, 2001) และสอดคล้องกับรายงานของ Valero et al., (2003) พบว่าความเป็นกรดเพียงเล็กน้อย ช่วยยับยั้งการเจริญของเซลล์ปกติของเชื้อ *B. cereus* ได้อย่างน้อยที่สุด 60 วัน และสอดคล้องกับ Martinez et al., (2007) ที่กล่าวว่าการลด pH ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวมีผลต่อการลดอัตราการเจริญ และเพิ่มระยะพักของเชื้อดังกล่าว

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ในการตรวจติดตามการปนเปื้อนตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารนั้น สามารถใช้ประกอบการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคอาหาร เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการติดเชื้อและการเจ็บป่วยจากเชื้อก่อโรคที่ปนเปื้อนจากอาหารนั้นได้ อย่างไรก็ตามควรให้ความสำคัญในด้านการสุขาภิบาลอาหารในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเลือกและเก็บรักษาวัตถุดิบ การแปรรูป การบรรจุ การขนส่ง การเก็บรักษา การจัดเตรียม การปรุง การวางแสดงเพื่อรอจำหน่าย การจำหน่ายและบริการ

นอกจากนี้ผู้สัมผัสอาหารจะต้องรู้ว่าความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจะเกิดขึ้นได้ที่ไหน อย่างไร การปนเปื้อนอาจเกิดขึ้นในขั้นตอนเดียวหรือหลายขั้นตอน สุขลักษณะและสุขภาพของผู้ผลิต ผู้สัมผัสอาหาร รวมถึงมาตรการขับเคลื่อนในเชิงนโยบายและการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง และที่สำคัญที่สุดที่ไม่ควรมองข้ามคือการสร้างเสริมความรู้ พฤติกรรมและความตระหนักถึงอันตรายของผู้บริโภคอันส่งผลให้สามารถพึ่งตนเองในการป้องกันตนเองได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นในการตรวจการปนเปื้อนทางจุลชีพ และเชื้อ *B. cereus* เป็นหลัก โดยไม่ได้ประเมินหรือเก็บข้อมูลปัจจัยอย่างอื่น ที่อาจส่งผลและสามารถอธิบายการแพร่กระจาย และการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคดังกล่าวครอบคลุมทั้งห่วงโซ่ของการผลิตอาหารได้อย่างครบถ้วน ทั้งยังขาดการตรวจยืนยันความสามารถในการก่อโรค เช่น การสร้างสารพิษ หรือความสามารถในการก่อพยาธิสภาพของเชื้อ *B. cereus* ดังนั้นควรทำการศึกษาวิจัยต่อไปเพิ่มเติมในประเด็นดังกล่าวมาแล้วข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามการตรวจพบเชื้อก่อโรคที่ปนเปื้อนในอาหารพร้อมบริโภคซึ่งอยู่ในชั้นปลายทางก่อนถึงผู้บริโภคนั้น สามารถประเมินความเสี่ยงในการเจ็บป่วยจากการติดเชื้อที่ปนเปื้อนในอาหารได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาและงบประมาณ ทั้งยังช่วยกระตุ้นให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องตระหนักถึงความสำคัญในการติดตาม การเฝ้าระวังในการตรวจประเมินการปนเปื้อนในอาหารที่คาดว่าจะมีความเสี่ยง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการควบคุม ป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อก่อโรคอันส่งผลกระทบต่อสุขภาพของชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมโรค. (2565). กรมควบคุมโรค เตือนประชาชน ช่วงนี้ระวังป่วย"โรคอาหารเป็นพิษ". ค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2566, จาก <https://www.nationtv.tv/news/378857623>.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2556). DMSc F 2001: วิธีตรวจวิเคราะห์ *Bacillus cereus* ในอาหาร. ใน *วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร เล่มที่ 1*. (น. 111-130). นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2557). DMSc F 2014: วิธีตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ หรือแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำและน้ำแข็งโดยวิธี pour plate และ spread plate. ใน *วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร เล่มที่ 2*. (น. 187-192). กรุงเทพฯ: สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2560). *เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: บริษัทพีทู ดีไซน์ แอนด์ พรินท์ จำกัด.
- กิจจา จิตรภิมย์, จันท์จิรา ปินไชย, วิชุดา จันทะศิลป์, บุญส่ง ไข่เกษ, และปิยะรัตน์ จิตรภิมย์. (2559). การปนเปื้อนและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อน สเตปไฟโลคอคคัส ออเรียส และบาซิลลัส ซีเรียส จากซูชิตามร้านค้าแผงลอยบางแห่งในกรุงเทพมหานคร. *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์*, 16(2), 39-55.

- กลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านอาหาร กองสุขาภิบาลอาหาร สำนักอนามัย. (2564). การศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคขนมจีนน้ำยาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. ค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2566, จาก http://foodsantation.bangkok.go.th/assets/uploads/document/document/20210122_59875.pdf.
- ณัฐพร จันทรฉาย. (2558). การผลิตขนมจีนเส้นหมักด้วยหัวเชื้อบริสุทธิ์ของ ชุมชนบ้านแม่ยางโพธิ์ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่. *วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต*, 3(2), 141-149.
- พรพรรณ พัวโพบูลย์. (2561). การพัฒนาขนมจีนแป้งหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกผลิตแบบเทอริโอซิน และประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* ที่ปนเปื้อนในขนมจีน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิไลวรรณ หงอกพิสัย, ทิพย์วรรณ ปริญาศิริ, อพัชชา จินดาประเสริฐ, วรพัส อารีกุล, และอดิศร เสวตวิวัฒน์. (2555). การศึกษาคุณภาพและความปลอดภัยของขนมจีน. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว*, 28(1), 122-134.
- ศลีนี แสงสว่าง, และดาร์วรรณ เศรษฐีธรรม. (2556). การประยุกต์ใช้ระบบวิเคราะห์อันตรายและวิกฤต (HACCP) ในการบวนการผลิตขนมจีนกรณีศึกษาอำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น. *KKU Journal of Public Health Research*, 6(1), 163-172.
- สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล. (2556). ร่างแผนการบริหารราชการกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556-2560. ค้นเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2565, จาก <https://thaipublica.org/wp-content/uploads/2016/07/plan-กรุงเทพฯ-2556-2560.pdf>.
- สำนักอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2555). ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหารตามมาตรฐานทั่วไปสำหรับวัตถุเจือปนอาหารของโคเด็กซ์ (General Standard for Food Additives: GSFA 2012). (น. 62-146). นนทบุรี : มปท.
- Arnesen, L. P. S., Fagerlund, A., & Granum, P. E. (2008). From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiology Reviews*, 32(4), 579-606.
- Bottone, E. J. (2010). *B. cereus*, a volatile human pathogen. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(2), 382-398.
- Buchanan, R. L., & ONI, R. (2012). Use of Microbiological Indicators for Assessing Hygiene Controls for the Manufacture of Powdered Infant Formula. *Journal of Food Protection*, 75(5), 989-997.
- Eric, A. J. (1990). *Foodborne diseases*. London: Academic Press, Inc.
- Fenlon, D. R. (1999). *Listeria monocytogenes* in the natural environment. In Ryser, E. T., & Marth, E. H. (Eds.), *Listeria, listeriosis and food safety* (2nd ed.). (pp. 21-37). New York: Marcel Dekker Inc.
- Granum, P. E. (1997). *Bacillus cereus*. In Doyle, M., Beuchat, L., & Montville, T. (Eds.), *Fundamentals in Food Microbiology*. (pp. 327-336). Washington, DC: ASM Press.
- Granum, P. E., & Lund, T. (2006). *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiology Letters*, 157(2), 223-228.

- Hölzel, C. S., Tetens, J. L., & Schwaiger, K. (2018). **Unraveling the Role of Vegetables in Spreading Antimicrobial-Resistant Bacteria: A Need for Quantitative Risk Assessment.** *Foodborne Pathogens and Disease*, 15(11), 671-688.
- Jackson, S. G., Goodbrand, R. B., Ahmed, R., & Kasatiya, S. (1995). ***B. cereus* and *Bacillus thuringiensis* isolated in a gastroenteritis outbreak investigation.** *Letters in Applied Microbiology*, 21(2), 103-105.
- Kotiranta, A., Lounatmaa, K., & Haapasalo, M. (2000). **Epidemiology and pathogenesis of *Bacillus cereus* infections.** *Microbes and Infection*, 2(2), 189-198.
- Kramer, J. M., & Gilbert, R. J. (1989). ***Bacillus cereus* and other *Bacillus* species.** In Doyle, M. P. (Ed.), *Foodborne Bacterial Pathogens*. (pp. 21-50). New York: Marcel Dekker Inc.
- Martinez, S., Borrajo, R., Franco, I., & Carballo, J. (2007). **Effect of environment parameter on growth Kinetics of *Bacillus cereus* (ATCC 7004) after mild heat treatment.** *International Journal of Food Microbiology*, 117(2), 223-227.
- Mengistu, D. A., & Tolera, S. T. (2020). **Prevalence of Microorganisms of Public Health Significance in Ready-to-Eat Foods Sold in Developing Countries: Systematic Review and Meta-Analysis.** *International Journal of Food Science*, DOI: 10.1155/2020/8867250
- Narayan, P., et al. (2017). **Prevalence of foodborne pathogens in food from selected African countries - A meta-analysis.** *International Journal of Food Microbiology*, DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.03.002
- Nguyen, A. T., & Tallent, S. M. (2019). **Screening food for *Bacillus cereus* toxins using whole genome sequencing.** *Food Microbiology*, 78, 164-170. DOI: 10.1016/j.fm.2018.10.008
- Økstad, O. A., & Kolstø, A-B. (2011). **Genomics of *Bacillus* species.** In Wiedmann, M., & Zhang, W. (Eds.), *Genomics of Foodborne Bacterial Pathogens*. (pp. 29-53). New York: Springer.
- Pirttijärvi, T. S. M., Andersson, M. A., & Salkinoja-Salonen, M. S. (2000). **Properties of *Bacillus cereus* and other bacilli contaminating biomaterial-based industrial processes.** *International Journal of Food Microbiology*, 60(2-3), 231-239.
- Rosenkvist, H., & Hanson, A. (1995). **Contamination profiles and characterization of *Bacillus* species in wheat bread and raw materials for bread production.** *International Journal of Food Microbiology*, 26(3), 353-363.
- Todd, E. C. D. (1996). **Worldwide Surveillance of Foodborne Disease: the Need to Improve.** *Journal of Food Protection*, 59(1), 82-92.

- Uchimura, T. (1998). **Microorganism and its role on fermented rice noodle (Khanom Jeen) of Thailand**. JSPS-NRCT Symposium Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.
- Ultee, A., & Smid, E. J. (2001). **Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus***. *International Journal of Food Microbiology*, 64(3), 373-378.
- Valero, M., Fernandez, P. S., & Salmeron, M. C. (2003). **Influence of pH and temperature on growth of *Bacillus cereus* in vegetable substrates**. *International Journal of Food Microbiology*, 82(1), 71-79.