การประเมินมาตรฐานสุขาภิบาลความชุกของเชื้อ*เอสเชอริเชียโคไล*และความเสี่ยงของผู้บริโภคตั้งแต่สถานที่สะสมน้ำแข็งถึงสถานที่จำหน่ายอาหารในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

วีรยา วังสาร* และนันทิกา สุนทรไชยกุล**

Received: June 8, 2021
Revised: August 25, 2021
Accepted: August 27, 2021

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เพื่อ (1) ประเมินสภาวะด้านสุขาภิบาล และความชุกของเชื้อ *เอสเชอริเชียโคไล (อี.โคไล)* ในน้ำแข็งบริโภค ตั้งแต่กระบวนการเก็บรักษา การขนส่ง จนถึงสถานที่จำหน่ายอาหารในพื้นที่เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร และ (2) ประเมินความเสี่ยงของผู้บริโภค โดยเก็บตัวอย่างน้ำแข็งบริโภค จำนวน 100 ตัวอย่าง จากสถานที่สะสมน้ำแข็งทั้งหมด 10 แห่ง จำนวน 20 ตัวอย่าง หลังกระบวนการขนส่ง จำนวน 40 ตัวอย่าง และร้านจำหน่ายอาหาร 40 แห่ง จำนวน 40 ตัวอย่าง (ร้านที่มีใบอนุญาต 20 ตัวอย่าง และไม่มีใบอนุญาต 20 ตัวอย่าง) วิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ด้วยชุดทดสอบคอมแพ็คดรายอีซี ประเมินสภาวะด้านสุขาภิบาลและสุขอนามัยของพนักงานทั้งหมด จำนวน 193 คน ที่ทำงานในสถานที่สะสมน้ำแข็ง การขนส่ง และร้านจำหน่ายอาหารโดยใช้แบบสอบถาม จากนั้นประเมินความเสี่ยงของผู้บริโภคโดยใช้ตารางความเสี่ยงขนาด 3x4

ผลการศึกษาพบว่า (1) คะแนนการประเมินด้านสุขาภิบาลและด้านสุขอนามัยมีค่าร้อยละ 70-90 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ทั้งนี้เฉพาะแนวปฏิบัติที่ดีตามหลักสุขาภิบาลของร้านจำหน่ายอาหารเท่านั้นที่พบว่า มีความสัมพันธ์กับการลดปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.001) แนวปฏิบัติเหล่านี้ ได้แก่ การควบคุมกระบวนการในร้านจำหน่ายอาหาร การควบคุมการขนส่ง และสุขอนามัยส่วนบุคคล ความชุกของเชื้อ *อี.โคไล* ในสถานที่สะสมน้ำแข็ง หลังการขนส่ง หลังจากการเก็บรักษาที่ร้านอาหาร รวมทั้งที่มีใบอนุญาตและไม่มีใบอนุญาต มีค่าร้อยละ 85, 92.5 และ 100 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของจำนวนโคโลนีที่นับได้ต่อจานอาหาร/100 มิลลิลิตรเท่ากับ 3.51$\pm$0.19, 4.60$\pm$0.18 และ 4.44 $\pm$ 0.18 ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่า ปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ในสถานที่สะสมน้ำแข็งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตัวอย่างหลังการขนส่งไปยังร้านอาหาร (p=0.038) และ (2) ความเสี่ยงของผู้บริโภคน้ำแข็งคาดการณ์ว่า อยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นการลดระดับความเสี่ยงต้องใช้การควบคุมคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์และมาตรการสุขาภิบาลที่เข้มงวดตั้งแต่กระบวนการสะสมจนถึงสถานที่จำหน่ายอาหาร

คำสำคัญ: *อี.โคไล* / น้ำแข็งบริโภค / การประเมินความเสี่ยง

ผู้รับผิดชอบบทความ *: วีรยา วังสาร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี E-mail: yayee1003@hotmail.com*

** นักศึกษาปริญญาโท สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*

Sanitary Inspection, Prevalence of *Escherichia Coli* and Its Risk to Consumers from Ice Distributor to Food Premises in Chatuchak District, Bangkok

Weeraya Wangsarn* and Nantika Soonthornchaikul**

Abstract

This study aimed : (1) to evaluate sanitation standard and prevalence of E. coli in edible ice from ice distributors to food premises in Chatuchak District, Bangkok; and (2) to assess its risk to consumer. A total of 100 samples of edible ice were collected, which were 20 samples from 10 distributors, 40 samples from transport van and 40 samples from restaurants including registered 20 samples and unregistered 20 samples. E. coli was identified and enumerated by using Compact Dry EC. Meanwhile, the sanitation and hygiene status of the workstation and of 193 employees were inspected by questionnaires. Using the 3x4 risk matrix, risk level was assessed.

The findings were that: (1) the sanitation and hygiene score of both distributors and restaurants were about 70-90%, which was within the standard level of the Ministry of Public Health. However, only sanitary good practices of restaurants were able to reduce E. coli levels significantly (p=0.001). These practices included process control, transportation control and personal hygiene.The prevalence of E. coli was observed in samples from distributors, after transportation, after storage at registered and unregistered restaurants with the rate of 85%, 92%, and 100%, respectively. The E. coli levels (GM±GSD) from those were 3.51±0.19; 4.60±0.18; and, 4.44 ± 0.18 CFU/100 ml, respectively. There was significant difference of E. coli level between samples from distributors and transport van (p=0.038); and (2) the risk levels of consumer were likely to be moderate. To reduce the risk level, microbiological quality control and stringent sanitation measures must be applied in the process from distribution to food premises.

Keywords: *E. Coli* / Edible ice / Risk assessment

Corresponding Author: *Weeraya Wangsarn, Faculty of Public Health, Thammasat University, Pathum Thani Province, E-mail: yayee1003@hotmail.com*

** Master degree student in Environmental Health and Safety Management Program, Faculty of Public Health, Thammasat University*

*** Ph.D. Assistant Professor, Faculty of Public Health, Thammasat University*

1. บทนำ

น้ำแข็งเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เข้ามามีบทบาทและมีความสำคัญต่อการบริโภคในชีวิตประจำวันทั้งสำหรับบริโภคโดยตรง และรักษาสภาพของอาหารให้คงความสดและสามารถเก็บได้นาน จากข้อมูลการเฝ้าระวังความปลอดภัยด้านอาหารของกองสุขาภิบาลอาหาร สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร และสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปี 2559 ถึง 2560 พบการปนเปื้อนเชื้อ *อี.โคไล*ในน้ำแข็งสำหรับบริโภคที่จำหน่ายในกรุงเทพ มหานคร มีแนวโน้มการปนเปื้อนสูงขึ้นเกินกว่าร้อยละ 10 (กองสุขาภิบาลอาหาร กรุงเทพมหานคร, 2560; สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม, 2560) ซึ่งไม่เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 78) พ.ศ.2527 เรื่อง น้ำแข็ง ที่ได้กำหนดมาตรฐานจุลินทรีย์ในน้ำแข็งว่า จะต้องไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคทุกชนิด รวมทั้ง *อี.โคไล*

การตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อ *อี.โคไล* ในอัตราที่สูงนี้ ทำให้ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและสุขาภิบาล สำนักงานเขตจตุจักร เฝ้าระวังการปนเปื้อนทางด้านจุลินทรีย์ในอาหารและน้ำดื่มในพื้นที่เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ต่อเนื่องระหว่างปี 2560 ถึง 2562 จากจำนวนตัวอย่างของสถานที่สะสมน้ำแข็ง จำนวน 10 แห่ง และสถานที่จำหน่ายอาหาร จำนวน 976 แห่ง (ข้อมูล ณ เดือนมีนาคม 2562) พบว่าน้ำแข็งสำหรับบริโภคมีการปนเปื้อนของเชื้อ *อี.โคไล* สูงถึงร้อยละ 50 - 62 โดยผลในปี 2562 มีแนวโน้มการปนเปื้อนสูงขึ้นกว่าร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับปี 2560

การปนเปื้อนดังกล่าวนั้น สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งจากกระบวนการผลิต การสะสม การขนส่ง การจำหน่ายจนถึงผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีการศึกษาจำนวนเล็กน้อยเท่านั้นที่มีการศึกษาเพื่อชี้บ่งแยกแยะจุดที่มีการปนเปื้อนมากที่สุดตั้งแต่สถานที่สะสมน้ำแข็งจนถึงจุดขายปลีกสู่ผู้บริโภครวมทั้งกิจกรรมของผู้ปฏิบัติงานขณะขนส่งน้ำแข็งสู่ร้านขายปลีก การขาดข้อมูลดังกล่าวทำให้การลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคอย่างมีประสิทธิภาพกระทำได้ยาก ดังนั้นหากมีการประเมินจุดเสี่ยงตั้งแต่กระบวนการสะสมน้ำแข็ง การขนส่งจนถึงสถานที่จำหน่ายอาหารจะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการป้องกันและควบคุมการปนเปื้อนทางด้านจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งผู้ประกอบการและผู้ปฏิบัติงานมีแนวทางในการปฏิบัติงานเพื่อควบคุมปัจจัยและลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประเมินสภาวะด้านสุขาภิบาลและความชุกของเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็งบริโภคตั้งแต่กระบวนการเก็บรักษา การขนส่ง จนถึงสถานที่จำหน่ายอาหารในพื้นที่เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

2.2 ประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพจากการได้รับเชื้อ *อี.โคไล* ที่ปนเปื้อนในน้ำแข็ง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2562 ในพื้นที่เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

3.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของผู้ปฏิบัติงานสำหรับประเมินสภาวะด้านสุขาภิบาล จำนวน 193 คน และตัวอย่างน้ำแข็งสำหรับการประเมินความชุกของเชื้อ *อี.โคไล* จำนวนทั้งหมด 100 ตัวอย่าง รายละเอียด ดังนี้

3.2.1 ประเมินสภาวะสุขาภิบาลของสถานที่สะสมน้ำแข็ง การขนส่งด้วยรถบรรทุกขนาดเล็ก (กระบะ) และร้านจำหน่ายอาหาร โดยได้ติดตามกระบวนการตั้งแต่สถานที่สะสมน้ำแข็ง ขึ้นรถขนส่ง และขนส่งไปยังสถานที่จำหน่ายอาหาร รวมทั้งสอบถามผู้ประกอบการ และผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 193 คนด้วยแบบสอบถามที่ประยุกต์มาจากคำแนะนำของกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การควบคุมการประกอบกิจการผลิต สะสม แบ่งบรรจุ และค้าส่งน้ำแข็ง พ.ศ.2558 (ศูนย์บริหารกฎหมายสาธารณสุข, 2558) และตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ.2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหาร โดยแบบสอบถามผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content validity) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 และการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ชุดที่ 3 ใบรับรองเลขที่ COA No. 157/2561

3.2.2 เก็บตัวอย่างน้ำแข็งตั้งแต่สถานที่สะสมน้ำแข็งจนถึงสถานที่จำหน่ายอาหาร จำนวนทั้งหมด 100 ตัวอย่าง ภาพรวมของการกระจายของจำนวนตัวอย่างน้ำแข็งแสดงในตารางที่ 1 โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1) เก็บตัวอย่างน้ำแข็งในสถานที่สะสมน้ำแข็งทั้งหมด 10 แห่ง โดยเก็บตัวอย่างก่อนขึ้นรถขนส่ง 20 คัน คันละ 1 ตัวอย่าง รวม 20 ตัวอย่าง และติดตามเส้นทางรถขนส่งเพื่อไปส่งยังร้านจำหน่ายอาหาร พร้อมบันทึกข้อสังเกต

2) เมื่อรถขนส่งถึงร้านจำหน่ายอาหารทำการเก็บตัวอย่างก่อนจัดเก็บที่ร้านจำหน่ายอาหารที่มีใบอนุญาตจำนวน 20 ร้าน ร้านละ 1 ตัวอย่าง (รวม 20 ตัวอย่าง) และร้านที่ไม่มีใบอนุญาต จำนวน 20 ร้าน ร้านละ1 ตัวอย่าง (รวม 20 ตัวอย่าง) โดยเลือกร้านสุดท้ายของเส้นทางการขนส่ง พร้อมบันทึกข้อสังเกตและเวลา

3) เมื่อตัวอย่างน้ำแข็งถูกจัดเก็บที่ร้านจำหน่ายอาหารผ่านไปแล้วประมาณ 2 ชั่วโมง ได้เก็บตัวอย่างน้ำแข็งจากร้านจำหน่ายอาหารที่มีใบอนุญาต 20 ตัวอย่าง และร้านที่ไม่มีใบอนุญาต จำนวน 20 ตัวอย่าง

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างน้ำแข็งที่เก็บในแต่ละขั้นตอนการจัดเก็บและการขนส่งน้ำแข็งสำหรับบริโภค

สถานที่	ขั้นตอนการจัดเก็บ			รวมจำนวนตัวอย่าง
	เก็บสะสมในสถานที่สะสมน้ำแข็ง (ก่อนการขนส่ง)	ก่อนเก็บสะสมในร้านอาหาร (หลังการขนส่ง)	หลังเก็บสะสมในร้านอาหาร	
1. สถานที่สะสมน้ำแข็ง	20	-	-	20
2. สถานที่จำหน่ายอาหาร				
2.1 มีใบอนุญาต	-	20	20	40
2.2 ไม่มีใบอนุญาต	-	20	20	40
รวมจำนวนตัวอย่าง	**20**	**40**	**40**	**100**

3.3 การวิเคราะห์และนับจำนวนเชื้อ *อี.โคไล*

วิเคราะห์หาเชื้อ *อี.โคไล* ด้วยใช้ชุดทดสอบซึ่งเป็นเพลทเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปสำหรับเชื้อ *อี.โคไล* ไมโครเบียล “คอมแพ็คดรายอีซี” ที่ได้รับการรับรองจาก AOAC No.110402 MicroVal No.MV0806-005LR (*E. coli*) NordVal No.036 (AOAC, 2004; Kodaka, *et al*., 2005; Kodaka, *et al*., 2006; Chen, *et al*., 2016;

Mizuochi, *et al*., 2016 and Brown, *et al.,* 2020) และนับจำนวนเชื้อทั้งหมดที่ปรากฏโคโลนีสีน้ำเงินบนชุดทดสอบ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและการประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาโดยหาค่าจำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ด้วยสถิติ Mann-Whitney U Test (เนื่องจากข้อมูลปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* มีการกระจายตัวไม่ปกติ) วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* โดยใช้สมการถดถอยพหุ (multiple regression analysis) โดยวิธี All Enter Method ทั้งนี้ถือว่า ตัวแปรอิสระทุกตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย, 2549) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมและจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP) นำระดับความชุกและปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* เป็นตัวแปรสำหรับการประเมินความเสี่ยงด้วยตารางความเสี่ยง (risk matrix) (WHO, 2017; นันทิกา สุนทรไชยกุล, เพ็ญศรี วัจฉละญาณ และสิริมา มงคลสัมฤทธิ์, 2552)

4. ผลการวิจัย

สถานที่สะสมน้ำแข็งสำหรับจำหน่ายเพื่อการบริโภคในพื้นที่เขตจตุจักรทั้งหมด จำนวน 10 แห่ง ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2561 ซึ่งรับน้ำแข็งมาจากโรงผลิตน้ำแข็งทั้งในพื้นที่เขตจตุจักรและนอกเขตจตุจักร ประเภทน้ำแข็งที่รับมามีทั้งน้ำแข็งหลอดและน้ำแข็งซอง น้ำแข็งหลอดจะถูกบรรจุในภาชนะบรรจุไม่ปิดสนิท (กระสอบสีขาว) และถูกเก็บรักษาไว้ในห้องแช่เย็น จำนวน 6 แห่ง (ร้อยละ 60.0) และไม่ได้เก็บในห้องสำหรับรักษาอุณหภูมิแต่มีกระสอบปกคลุมเพื่อรักษาอุณหภูมิ จำนวน 4 แห่ง (ร้อยละ 40.0) พนักงานทั้งหมดในสถานที่สะสมน้ำแข็งเหล่านี้มีจำนวน 35 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 88.6) อายุระหว่าง 31-40 ปี (ร้อยละ 42.9) และมีสัญชาติไทย (ร้อยละ 60.0)

การขนส่งใช้รถกระบะในการขนส่งเพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 80.0) และใช้รถกระบะและซาเล้ง (ร้อยละ 20.0) พนักงานที่ทำหน้าที่ทั้งในสถานที่สะสมน้ำแข็งและขนส่งน้ำแข็งไปส่งลูกค้ามีจำนวน 28 คนและทั้งหมดเป็นเพศชาย อายุระหว่าง 31-40 ปี (ร้อยละ 46.5) มีสัญชาติไทย (ร้อยละ 50.0) และมีสัญชาติพม่า (ร้อยละ 35.7) กลุ่มตัวอย่างที่เป็นสถานที่จำหน่ายอาหาร จำนวน 40 แห่ง เป็นร้านที่มีใบอนุญาต และไม่มีใบอนุญาตในสัดส่วนที่เท่ากัน มีพนักงานจำนวนทั้งหมด 130 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 66.2) มีอายุระหว่าง 41-50 ปี (ร้อยละ 59.2) มีสัญชาติไทย (ร้อยละ 59.2) และมีสัญชาติพม่า (ร้อยละ 23.8) ตามลำดับ

ผลการประเมินด้านสุขาภิบาลของทั้งสถานที่สะสมน้ำแข็งและสถานที่จำหน่ายอาหารมีคะแนนอยู่ในช่วงร้อยละ 70-90 โดยพบเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็ง ณ สถานที่สะสมน้ำแข็ง (ก่อนกระบวนการขนส่ง) มีการความชุกร้อยละ 85 และมีค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อ (GM±GSD) ของจำนวนโคโลนีที่นับได้ต่อจานอาหาร/100 มิลลิลิตร (Colony Forming Unit/100 ml; CFU/100 ml) เท่ากับ 3.51±0.19 CFU/100 ml หลังกระบวนการขนส่งจากสถานที่สะสมไปยังสถานที่จำหน่ายอาหารทั้ง 2 ประเภท พบว่าความชุกเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 92.5 และจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นมีค่าเฉลี่ย (GM±GSD) เท่ากับ 4.60±0.18 CFU/100 ml จำนวนเชื้อที่พบในตัวอย่างจากสถานที่สะสมน้ำแข็งและหลังกระบวนการขนส่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.038)

หลังผ่านกระบวนการจัดเก็บในสถานที่จำหน่ายอาหารร้านที่มีใบอนุญาตและร้านที่ไม่มีใบอนุญาตทั้ง 2 ประเภท พบความชุกของเชื้อ *อี.โคไล* (ร้อยละ 100) เมื่อคิดแยกประเภทตามการขึ้นทะเบียน พบว่าน้ำแข็งในร้านจำหน่ายอาหารที่มีใบอนุญาตปนเปื้อนเชื้อ *อี.โคไล* อยู่ระหว่าง 0.03-4.10 CFU/100 ml มีค่าเฉลี่ย (GM±GSD) เท่ากับ 1.82±0.18 CFU/100 ml ในขณะที่น้ำแข็งในร้านที่ไม่มีใบอนุญาตมีการปนเปื้อนเชื้อ *อี.โคไล* อยู่ระหว่าง 0.03-10.0 CFU/100 ml มีค่าเฉลี่ย (GM±GSD) เท่ากับ 2.27±0.18 CFU/100 ml อย่างไรก็ตามความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความชุกและปริมาณเชื้อ *อี. โคไล* ในน้ำแข็งของแต่ละกระบวนการ

สถานที่/กระบวนการ	ความชุก (%)	ปริมาณเชื้อ *อี. โคไล* (CFU/100 ml)		
		GM±GSD	P95th	Min-Max
1. ผลก่อนและหลังการขนส่งจากสถานที่สะสมน้ำแข็งไปยังสถานที่จำหน่ายอาหารทั้ง 2 ประเภท				
• ก่อนขนส่ง (n=20) (ในสถานที่สะสมน้ำแข็ง)	85.0	3.51±0.19	3.48	0.00-3.50
• หลังขนส่ง (n=40) (ก่อนเก็บสะสมในร้านจำหน่ายอาหารที่มีใบอนุญาตและร้านที่ไม่มีใบอนุญาต)	92.5	4.60±0.18	3.76	0.00-8.70
(ทดสอบด้วย Mann-Whitney U Test มีความแตกต่าง ระหว่างปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็งระหว่างก่อนและหลังการขนส่ง p = 0.038)				
2. ผลก่อนและหลังการเก็บสะสมในสถานที่จำหน่ายอาหารทั้ง 2 ประเภท				
• ก่อนการเก็บสะสม (n=40) (เก็บจากรถขนส่ง)	92.5	4.60±0.18	3.76	0.00-8.70
• หลังการเก็บสะสม (n=40) (เก็บที่ร้าน)	100.0	4.44±0.18	5.72	0.03-10.00
(ทดสอบด้วย Mann-Whitney U Test ไม่มีความแตกต่างระหว่างปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็งก่อนและหลังการเก็บสะสมในสถานที่จำหน่ายอาหารทั้ง 2 ประเภท p=0.128)				
3. ผลของสถานที่จำหน่ายอาหารที่มีใบอนุญาตและร้านที่ไม่มีใบอนุญาต				
• มีใบอนุญาต (n=20)	100	1.82±0.18	4.06	0.03-4.10
• ไม่มีใบอนุญาต (n=20)	100	2.27±0.18	9.80	0.03-10.00
(ทดสอบด้วย Mann-Whitney U Test ไม่มีความแตกต่างระหว่างปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็งระหว่างการเก็บสะสมในร้านอาหารที่มีใบอนุญาตและไม่มีใบอนุญาต p=0.228)				

โดยสรุป ขั้นตอนการดำเนินการของการขนส่งน้ำแข็งจากสถานที่สะสมน้ำแข็งจนถึงสถานที่จำหน่ายอาหาร พบว่าทั้งความชุก(ร้อยละ) และปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยเรื่องการขึ้นทะเบียนใบอนุญาตของการประกอบกิจการและกระบวนการเก็บสะสมน้ำแข็งในสถานที่จำหน่ายอาหารไม่มีผลต่อความแตกต่างของจำนวนเชื้อ *อี.โคไล* แต่พบว่า ปัจจัยด้านกระบวนการขนส่งมีผลทำให้เกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p=0.038) ดังนั้นการขนส่งมีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อ (ณัฐฐาวีรวรรณ สิงห์ทอง, 2556; Noor, *et al*., 2012; Hampikyan, 2017 and Tuyet Hanh & Hanh, 2020) และจากรายงานคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของน้ำแข็งบริโภคจากโรงผลิตและธุรกิจขายปลีกในฮ่องกง(Food and Environmental Hygiene Department, 2005) ชี้ให้เห็นว่า การปนเปื้อนสามารถเกิดขึ้นได้ในระหว่างการขนส่งและการจัดเก็บเพื่อรอจำหน่าย ซึ่งการปนเปื้อนข้ามที่เกิดขึ้นอาจจะเกิดจากวิธีการขนส่ง บรรจุภัณฑ์ ตลอดจนถึงสุขลักษณะของผู้สัมผัสที่เกี่ยวข้อง (Falcão, *et al*., 2004; Mako, *et al*., 2014; Hampikyan, *et al*., 2017)

เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านสุขาภิบาลและสุขลักษณะต่อการปนเปื้อนเชื้อ *อี.โคไล* ในสถานที่สะสมน้ำแข็งและสถานที่จำหน่ายอาหาร ด้วยปัจจัยหลักทั้งห้าด้าน ซึ่งเป็นปัจจัยที่ประยุกต์มาจากหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice; GMP) ได้แก่ (1) การควบคุมกระบวนการขนส่ง (2) สุขลักษณะของอุปกรณ์ภาชนะที่ใช้บรรจุ (3) การควบคุมกระบวนการในสถานที่จำหน่ายอาหาร (4) การสุขาภิบาลทั่วไป (5) สถานะสุขภาพและสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณพบว่า เฉพาะ

แนวปฏิบัติที่ดีด้านสุขาภิบาล 3 ปัจจัยของสถานที่จำหน่ายอาหารเท่านั้นที่มีผลต่อจำนวนเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.001) ปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่ การควบคุมกระบวนการขนส่ง การควบคุมกระบวนการในสถานที่จำหน่ายอาหาร และสถานะสุขภาพและสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ของน้ำแข็งบริโภคในสถานที่จำหน่ายอาหาร

ตัวแปร	b	SEb	β	p-value
1. การควบคุมกระบวนการขนส่ง	-.247	.111	-.261	.033
2. สุขลักษณะของอุปกรณ์ภาชนะบรรจุ	-.206	.209	-.116	.331
3.การควบคุมกระบวนการในสถานที่จำหน่ายอาหาร	-.474	.107	-.553	.001
4. การสุขาภิบาลทั่วไป	.174	.109	.199	.120
5. สถานะสุขภาพและสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน	-.162	.062	-.334	.013
ค่าคงที่ 4.188 ; SEest = ±.451 R = .756 ; R^2= 57.1% ; p-value = .001				

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าปัจจัยทั้ง 5 ด้าน มีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ในระดับปานกลาง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็น 0.756 และสามารถร่วมกันทำนาย ปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ได้ร้อยละ 57.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (SEest)=0.451 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์พบว่า มีปัจจัยด้านสุขลักษณะของอุปกรณ์ภาชนะที่ใช้บรรจุ และปัจจัยด้านการสุขาภิบาลทั่วไปไม่สามารถพยากรณ์จำนวนเชื้อ *อี.โคไล* ได้ (p-value .331 และ.120 ตามลำดับ) ส่วนปัจจัยด้านการควบคุมกระบวนการขนส่ง การควบคุมกระบวนการ และสถานะสุขภาพและสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงานสามารถพยากรณ์ปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p-value .033,.001 และ.013 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่า β ซึ่งแสดงถึงขนาดของอิทธิพลของตัวแปรอิสระนั้นๆ พบว่า ปัจจัยทางด้านการควบคุมกระบวนการในสถานที่จำหน่ายอาหาร มีอิทธิพลสูงสุดต่อการปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* รองลงมาคือ ปัจจัยด้านสถานะสุขภาพและสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน และสุดท้ายได้แก่ปัจจัยด้านการควบคุมกระบวนการขนส่ง ซึ่งมีค่า β= -.553, -.334 และ -.261 ตามลำดับ และสามารถเขียนสมการพยากรณ์เพื่อพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของจำนวนเชื้อ *อี.โคไล* ได้ดังสมการ (1)

$$y = \sum_{i=1}^{5} a_i \; x_i + b \quad \text{.....(1)}$$

โดย y = ปริมาณเชื้อ *อี.โคไล*; b = ค่าคงที่; a_i= ค่าสัมประสิทธิ์ ของ x_i โดย 1= คะแนนด้านการควบคุมกระบวนการขนส่ง; 2 = คะแนนด้านสุขลักษณะของอุปกรณ์ภาชนะบรรจุ; 3 = คะแนนด้านการควบคุมกระบวนการ; 4 = คะแนนด้านการสุขาภิบาลทั่วไป และ 5 = คะแนนด้านสถานะสุขภาพและสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน และเมื่อแทนสมการได้ค่าดังนี้

$$y = -0.247x_1 - 0.206x_2 - 0.474x_3 + 0.174x_4 - 0.162x_5 + 4.188$$

จากสมการจะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ (a_i) ของตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ 3 ตัวแปร มีค่าติดลบซึ่งจะแปรผกผันกับปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* นั่นแสดงว่า ยิ่งมีการควบคุมกระบวนการขนส่ง ด้านการควบคุมกระบวนการในสถานที่จำหน่ายอาหาร และด้านสถานะสุขภาพและสุขอนามัยของพนักงานที่ดีขึ้น จะทำให้จำนวนเชื้อ *อี.โคไล* ลดลง

เมื่อประเมินความเสี่ยงจากการได้รับเชื้อ *อี.โคไล* ผ่านการบริโภคน้ำแข็งด้วยตารางความเสี่ยง (risk matrix) ขนาด 3x4 ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยในเรื่องของน้ำดื่ม (WHO, 2017) โดยพิจารณาผลลัพธ์ของการประเมินจากความสัมพันธ์ระหว่างผลที่เกิดตามมา (consequences) และโอกาสของการเกิด (likelihood) ตามตารางที่ 4 โดยผลที่เกิดตามมา(consequences) ซึ่งแบ่งระดับจำนวนเชื้อ *อี.โคไล* ที่ตรวจ พบว่าตกอยู่ช่วง <10 CFU/100 ml ดังนั้น ผลที่เกิดตามมาอยู่ในระดับน้อยมาก โอกาสของการเกิด (likelihood) พิจารณาจากความชุกของเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็ง ในสถานที่จำหน่ายอาหาร ซึ่งพบว่าความชุกของเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็ง เท่ากับร้อยละ 100.0 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีโอกาสสูงมาก ดังนั้นเมื่อประเมินตามข้อกำหนดของการประเมินความเสี่ยงด้วยตารางประเมินความเสี่ยง (risk matrix) ผลลัพธ์ของระดับความเสี่ยง (risk level) อยู่ในช่วงความเสี่ยงปานกลางสำหรับการเกิดโรคจากน้ำเป็นสื่อ(ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความเสี่ยงจากการได้รับเชื้อ*อี. โคไล* ที่ปนเปื้อนในน้ำแข็ง

ผลที่เกิดตามมา (ปริมาณเชื้อ *อี.โคไล*)	โอกาสของการเกิด (พิจารณาจากความชุก %)			
	น้อยมาก (0-25%)	น้อย (26-50%)	ปานกลาง (51-75%)	สูง (76-100%)
ต่ำ (< 10 CFU/100 ml)				⊗
ปานกลาง (11-100 CFU/100 ml)				
สูง (101-100 CFU/100 ml)				

หมายเหตุ 1. ระดับความเสี่ยง ความเสี่ยงต่ำ ความเสี่ยงปานกลาง ความเสี่ยงสูง
2. ผลการประเมิน ⊗ ระดับความเสี่ยงของการบริโภคน้ำแข็งปานกลาง

5. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาน้ำแข็งสำหรับบริโภคพบว่า มีการปนเปื้อนเชื้อ *อี.โคไล* ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งจากกระบวนการสะสม การขนส่ง การจำหน่าย จนถึงผู้บริโภค และพบว่าทั้งความชุกของการพบเชื้อ *อี.โคไล* (ร้อยละ) และปริมาณเชื้อ *อี.โคไล* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากผ่านกระบวนการที่เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ซึ่งบ่งชี้ว่าการบริโภคน้ำแข็งมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค เนื่องจากตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 285) พ.ศ.2547 เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 4) กำหนดให้น้ำแข็งเป็น “อาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน” และตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 78) พ.ศ.2527 เรื่อง น้ำแข็ง กำหนดมาตรฐานคุณสมบัติเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในน้ำแข็งไว้คือ จะต้องไม่พบเชื้อ *อี.โคไล* และพบว่า ยังมีปัญหาในการควบคุมการปนเปื้อนแต่ละกระบวนการตั้งแต่การเก็บสะสม การขนส่ง การจำหน่าย จนถึงผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐฐาวีรวรรณ สิงห์ทอง (2556) และชลธิชา จินาพร (2552) พบว่ากระบวนการขนส่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนทางด้านจุลชีววิทยา และจากรายงานของ Food and Environmental Hygiene Department (FDHD) (2005) ยังพบว่า ภาชนะ

ที่ใช้บรรจุน้ำแข็งเกิดการปนเปื้อนระหว่างการขนส่งและการจัดเก็บเพื่อรอจำหน่าย ปิยะนุช จงสมัคร และคณะ (2557) พบว่า ร้านจำหน่ายอาหารที่แช่สิ่งของอื่นไว้ในถังเก็บน้ำแข็งสำหรับบริโภค ทำให้น้ำแข็งทั้งหมดไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา ประกอบกับการสำรวจการปนเปื้อนทางด้านจุลชีววิทยาของน้ำแข็งสำหรับบริโภคของ Health service executive of Ireland (2007) พบว่า การจัดเก็บ การหยิบจับน้ำแข็งมีนัยสำคัญต่อคุณภาพทางด้านโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จึงทำให้พบเชื้อ *อี.โคไล* ปนเปื้อนในน้ำแข็งได้ การพบเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็งบ่งชี้ถึงสุขลักษณะของบุคคลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับน้ำแข็ง โดยเชื้อกลุ่มนี้ เป็นแบคทีเรียแกรมลบที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ดังนั้นการพบเชื้อ *อี.โคไล* ปนเปื้อนในน้ำแข็งจึงถือว่า มีการปนเปื้อนอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการบริโภค (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2549; Nataro, et.al., 1998 and Tuyet Hanh & Hanh, 2020)

นอกจากการสังเกตสภาพแวดล้อมที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนพบว่า ในสถานที่สะสมน้ำแข็งที่ไม่ได้เก็บน้ำแข็งในห้องเย็น แต่ใช้กระสอบปกคลุมเพื่อรักษาอุณหภูมิ จะวางกระสอบน้ำแข็งบนพื้นไม้ ซึ่งพื้นผิวปฏิบัติงานที่สัมผัสน้ำแข็งยกพื้นสูงต่ำกว่า 20 เซนติเมตร ไม่ได้แยกเป็นสัดส่วน ปะปนกับกิจการอื่นๆ เช่น ขายของชำ เป็นต้น ซึ่งกระสอบที่มีรูพรุนอาจปนเปื้อนดินจากพื้นหรือรองเท้าของพนักงานที่เดินภายในสถานที่สะสมน้ำแข็ง ในส่วนของการขนส่งน้ำแข็งจากรถกระบะไปยังสถานที่จำหน่ายอาหาร พบว่า บางกรณีสถานที่จำหน่ายอาหารที่อยู่ไกลจากรถขนส่ง พนักงานได้ใช้รถเข็นในการขนกระสอบน้ำแข็งส่งไปยังสถานที่จำหน่ายอาหาร ซึ่งขณะขนส่งกระสอบน้ำแข็งอยู่ระดับพื้นดิน ไม่มีถังหรือพลาสติกรองรับน้ำแข็งในขณะขนส่ง พนักงานขนส่งใส่รองเท้าเพียงคู่เดียวในการทำกิจกรรมทั้งการขึ้นรถเพื่อยกกระสอบน้ำแข็ง และขนส่งน้ำแข็งไปยังสถานที่จำหน่ายอาหาร และยังพบว่าร้านที่ขายเครื่องดื่มส่วนใหญ่มักแช่น้ำดื่มหรือน้ำอัดลมปนกับน้ำแข็งสำหรับรับประทาน

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า โอกาสในการพบเชื้อ *อี.โคไล* สูงมาก ถึงแม้จะมีปริมาณเชื้อจำนวนเล็กน้อย ทำให้ความรุนแรงของการเจ็บป่วยต่ำก็ตาม แต่ถ้าหากผู้รับสัมผัสมีภาวะทางสุขภาพที่อ่อนแอหรืออยู่ในกลุ่มเปราะบาง การได้รับเชื้อในปริมาณเล็กน้อยสะสมในทุก ๆ วันอาจก่อให้เกิดการเจ็บป่วยในระยะยาวได้ (Navab-Daneshmand, *et al*., 2018) ดังนั้นสิ่งที่ต้องดำเนินการคือ การปรับปรุงมาตรการที่มีอยู่เดิมให้เหมาะสม หรือเพิ่มประสิทธิภาพของการปฏิบัติตามมาตรการ รวมทั้งการตรวจประเมินจากหน่วยงานที่กำกับและดูแลอย่างเคร่งครัดและสม่ำเสมอยิ่งขึ้น เพื่อลดปัจจัยด้านโอกาสของการเกิดการปนเปื้อนเชื้อโรค ทำให้สามารถลดระดับความเสี่ยงให้มาอยู่ในระดับต่ำได้

เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อ *อี.โคไล* ในน้ำแข็ง ทำให้สรุปได้ว่า ความเคร่งครัดของการปฏิบัติตามมาตรการที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยลดโอกาสในการพบเชื้อ *อี.โคไล* โดยเฉพาะปัจจัยด้านการควบคุมกระบวนการขนส่ง ด้านการควบคุมกระบวนการในการปฏิบัติงานในสถานที่จำหน่ายอาหาร และด้านสถานะสุขภาพและสุขอนามัย มีนัยสำคัญต่อการลดทั้งปริมาณเชื้อและความชุกได้ นอกจากนี้ การตรวจประเมินด้านสุขาภิบาลความปลอดภัยโดยใช้แบบฟอร์มสำเร็จรูปอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอในการค้นหาปัญหา หรือจุดเสี่ยงที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ กล่าวคือ พิจารณาจากคะแนนประเมินสภาวะสุขาภิบาลที่ได้อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ซึ่งควรจะพบการปนเปื้อนเชื้อระดับต่ำ แต่สิ่งที่ตรวจพบความชุกของเชื้อกลับสูงและมีอัตราเพิ่มขึ้นตามกิจกรรม ดังนั้นทางสำนักงานเขตจตุจักรควรพิจารณาปรับปรุงวิธีตรวจประเมินด้านสุขาภิบาลสำหรับกิจการประเภทนี้

ถึงแม้ยังไม่พบว่ามีรายงานการระบาดของโรคที่เชื่อมโยงกับการบริโภคน้ำแข็งที่ปนเปื้อนเชื้อ *อี.โคไล* ในประเทศไทยโดยตรง แต่ควรมีการเฝ้าระวังการปนเปื้อนในน้ำแข็งอย่างต่อเนื่องเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะสภาพอากาศที่ร้อนของประเทศไทยทำให้ประชาชนนิยมบริโภคน้ำแข็งกันเป็นจำนวนมาก ทั้งที่เป็นเครื่องดื่มเย็น ขนมหวานเย็น รวมถึงใช้แช่ผลไม้ และอาหารทะเลที่จำหน่ายในท้องตลาด และยังใช้น้ำแข็งในการเก็บแช่วัตถุดิบอาหารและเครื่องดื่มตามร้านอาหารอีกด้วย ดังนั้นการควบคุมความเสี่ยงในการลดการปนเปื้อนเชื้อ

ในแต่ละกระบวนการจึงมีความสำคัญมาก ต้องอาศัยความร่วมมือจากทั้งผู้ประกอบการ หน่วยงานภาครัฐ ทั้งระดับภูมิภาคและท้องถิ่นในการเข้าไปกำกับ ดูแล รวมทั้งการใช้กลไกการสื่อสารความเสี่ยง (risk communication) ให้ผู้เกี่ยวข้องและผู้บริโภคทราบ วิธีการสื่อสารความเสี่ยงสมัยใหม่ (Wallace, R.B., Oria, & National Research Council, 2010) ซึ่งใช้เทคโนโลยีและสังคมออนไลน์เป็นเครื่องมือในการส่งและรับสาร การบังคับใช้กฎหมาย (law enforcement) ให้ผู้บริโภคมีความรู้ความเข้าใจ มีทัศนคติในการบริโภคที่เปลี่ยนไปจากเดิม ตระหนักถึงสิทธิ์ที่จะได้บริโภคน้ำแข็งที่สะอาดปลอดภัย ปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่เป็นปัญหา การสร้างวัฒนธรรมการเลือกบริโภคอาหารที่ปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภคจะเป็นตัวผลักดันให้ทั้งภาครัฐและผู้ประกอบการเคร่งครัดต่อการปฏิบัติตามหลักการจัดการความปลอดภัยอาหาร (Food safety management) มีการควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งกระบวนการผลิต การเก็บรักษา การขนส่ง ตลอดจนการรักษาสุขวิทยาส่วนบุคคลที่ดีในการประกอบการที่เกี่ยวข้องกับน้ำแข็ง

6. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพควบคู่กับการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อนำไปสู่ข้อเสนอแนะ และแนวทางที่สามารถนำไปปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมและเหมาะสมกับบริบทของสภาพปัญหานั้นๆ เช่น การสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) สนทนากลุ่ม (focus group interview) ผู้ประกอบการ เพื่อวิเคราะห์ถึงปัญหาและข้อจำกัดของการปฏิบัติตามข้อกำหนด และการปฏิบัติตามกฎหมาย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

กองสุขาภิบาลอาหาร สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร. (2560). *รายงานสถานการณ์ความปลอดภัยด้านอาหาร ณ สถานที่จำหน่ายในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปีงบประมาณ พ.ศ.2560*. https://www.m-society.go.th/article_attach/21558/21293.pdf

ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (2561, 2 ตุลาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 135 ตอนพิเศษ 245 ง.

ชลธิชา จินาพร. (2552). การวิเคราะห์น้ำดื่มที่ผลิตในจังหวัดเลยหาเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli*. (งานวิจัยปริญญาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ณัฐฐาวีรวรรณ สิงห์ทอง. (2556). *ปัญหากฎหมายเกี่ยวกับการควบคุมธุรกิจการผลิตน้ำแข็งเพื่อการบริโภค*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

นันทิกา สุนทรไชยกุล, เพ็ญศรี วัจฉละญาณ, และ สิริมา มงคลสัมฤทธิ์. (2552). *การวิเคราะห์ความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข*. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 193 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร. (2544, 24 มกราคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 118 ตอนพิเศษ 6ง.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 285 เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 4). (2548, 31 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 122 ตอนพิเศษ 9 ง.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 78 เรื่อง น้ำแข็ง. (2527, 22 กุมภาพันธ์). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 101 ตอนที่ 23.

ปิยะนุช จงสมัคร, จุรีย์ เจริญธีรบูรณ์, และ สุนีย์ เตชะอาภรณ์กุล. (2557). การสำรวจความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ของน้ำแข็งบริโภคที่จำหน่ายในโรงอาหารและตลาดนัด มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์. *Thai Bulletin of Pharmaceutical Sciences*, *9*(1), 14-23.

เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย. (2549). *หลักการและการใช้สถิติการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางพยาบาล* (พิมพ์ครั้งที่ 3). ชานเมืองการพิมพ์.

ศูนย์บริหารกฎหมายสาธารณสุข. (2558). *คำแนะนำของคณะกรรมการสาธารณสุข เรื่อง การควบคุมการประกอบกิจการผลิต สะสม แบ่งบรรจุ และค้าส่งน้ำแข็ง พ.ศ.2558*. กองกฎหมาย กรมอนามัย. http://laws.anamai.moph.go.th/download/direction/direction_010360/36.%20คำแนะนำกก.สธ.%20ฉบับที่%202558%20ค้าส่งน้ำแข็ง.pdf

สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม. (2560). *การประเมินความเสี่ยงด้านจุลชีววิทยา* (Vol.1). กรุงเทพฯ.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. (2549). *ตำราจุลชีววิทยาทางอาหาร*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC Research Institute Validation outline for Compact Dry EC. Approved-November 2004. AOAC International. https://members.aoac.org/AOAC_Docs/RI/15PTM/15C_110402_NEC.3.pdf

Brown J., Bir A., & Bain R. E. (2020). Novel methods for global water safety monitoring: comparative analysis of low-cost, field-ready *E. coli* assays. npj *Clean Water*, *3*(1), 1-6.

Chen Y., Salfinger Y., & Fernandez M. C. (2016). Matrix Extension Study: Validation of the Compact Dry EC Method for Enumeration of *Escherichia coli* and non-*E. coli* Coliform Bacteria in Selected Foods. *Journal of AOAC International*, *99*(2).

Falcao J. P., Falcao D. P., & Gomes T. A. (2004). Ice as a vehicle for diarrheagenic *Escherichia coli*. *International journal of food microbiology*, *91*(1), 99-103.

Food and Environmental Hygiene Department (2005). *The Microbiological Quality of Edible Ice from Ice Manufacturing Plants and Retail Businesses in Hong Kong Risk Assessment Studies Report No. 21*. Center for Food Safety. https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/files/edible_ice_ra.pdf

Hampikyan H., Bingol E. B., Cetin O., & Colak H. (2017). Microbiological quality of ice and ice machines used in food establishments. *Journal of water and health, 15*(3),410.

Health service executive of Ireland. (2007). *Food Safety of Ireland final report 07NS1(2007) Microbiological Quality of Ice for Cooling Drinks.* Ghiaccio Alimentare: Rischi. http://www.ghiaccioalimentare.it_2007.pdf

Kodaka H., Mizuochi S., Teramura H., & Nirazuka T. (2005). Comparison of the compact dry TC method with the standard pours plate method (AOAC Official Method 966.23) for determining aerobic colony counts in food samples: performance-tested methodSM. *Journal of AOAC International*, *88*(6), 1702-1713.

Kodaka H., Mizuochi S., Teramura H., Nirazuka T., Goins D., Odumeru J., & Kokubo Y. (2006). Comparison of the compact dry EC with the most probable number method (AOAC official method 966.24) for enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria in raw meats: Performance-tested method SM 110402. *Journal of AOAC International*, *89*(1), 100-114.

Mako S. L., Harrison M. A., Sharma V., & Kong F. (2014). Microbiological quality of packaged ice from various sources in Georgia. *Journal of Food Protection, 77*(9), 1546-1553.

Mizuochi S., Nelson M., Baylis C., Green B., Jewell K., Monadjemi F., & Fernandez M. C. (2016). Matrix extension study: validation of the compact dry EC method for enumeration of *Escherichia coli* and non-*E. coli* coliform bacteria in selected foods. *Journal of AOAC International, 99*(2), 451-460.

Nataro J. P., & Kaper J. B. (1998). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Reviews*, *11*(1), 142-201.

Navab-Daneshmand T., Friedrich M. N., Gachter M., Montealegre M. C., Mlambo L. S., Nhiwatiwa T., & Julian T. R. (2018). *Escherichia coli* contamination across multiple environmental compartments (soil, hands, drinking water, and handwashing water) in urban Harare: correlations and risk factors. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, *98*(3), 803-813.

Noor Izani N. J., Zulaikha A. R., Mohamad Noor M. R., Amri M. A., & Mahat N. A. (2012). Contamination of faecal coliforms in ice cubes sampled from food outlets in Kubang Kerian, Kelantan. *Trop Biomed*, *29*, 71-76.

Tuyet Hanh T. T., & Hanh M. H. (2020). Hygienic Practices and Structural Conditions of the Food Processing Premises Were the Main Drivers of Microbiological Quality of Edible Ice Products in Binh Phuoc Province, Vietnam 019. *Environmental Health Insights*, *14*, 1178630220929722.

Wallace R.B., Oria M., & National Research Council.(2010*). Improving Food Safety and Risk Communication*. n.p.

World Health Organization. (2017). *Safely managed drinking water: thematic report on drinking water 2017.* World Health Organization. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/325897/9789241565424-eng.pdf