บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการพัฒนาเครื่องอบฆ่าเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารสำหรับอุปกรณ์ทานอาหารของเด็กปฐมวัยครั้งนี้ มีแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

นิยามของการฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อ (Disinfection) หมายถึง การทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคโดยวิธีการ ทางฟิสิกส์ ทางเคมีและทางปฏิชีวนะ ซึ่งสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ได้หรือลดจำนวนจนไม่สามารถก่อให้เกิดอันตราย แต่สปอร์ของแบคทีเรียหรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ค่อนข้างทนทานนั้นอาจถูกทำลายได้ไม่หมด นอกจากนี้ยังหมายถึง สารทำลายเชื้อ เช่น สารเคมี ซึ่งสารเคมีมีคุณสมบัติในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ได้ ส่วนสปอร์ของแบคทีเรียที่ทนกรด เชื้อราบางชนิดและไวรัสที่ไม่มีไขมันเป็นส่วนประกอบอาจมีชีวิตอยู่ได้ สารที่ใช้นั้นมักเป็นอันตรายต่อผิวหนังและเนื้อเยื่อ จึงมักใช้กับสิ่งของที่ไม่มีชีวิต (ราณี และคณะ, 2552)

วิธีการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์

1. การใช้ความร้อน (Heat treatments)

ความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์และเอมไซม์ที่มีอยู่ในอาหาร กระบวนการแปรรูปอาหารด้วย ความร้อนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ กระบวนการแปรรูปโดยใช้อุณหภูมิต่ำซึ่งทำลายจุลินทรีย์พวกที่ไม่ทนร้อนและกระบวนการแปรรูปที่ใช้อุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นความร้อนในระดับที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ทนต่ออุณหภูมิสูงและสปอร์ของจุลินทรีย์ที่สามารถทนต่อความร้อน การใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรมอาหาร (นิอร โฉมศรี, 2555, น. 95) ได้แก่

1.1 การลวก (Blanching) เป็นการแปรรูปอาหารโดยใช้น้ำ ซึ่งวัตถุประสงค์ในการลวกของผักและผลไม้ คือ การทำลายหรือยับยั้งกิจกรรมของเอมไซม์ในผักและผลไม้บางชนิดก่อนการนำไปใช้ในการแปรรูปขั้นต่อไป ในขณะเดียวกัน การลวกยังช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้อีกด้วย วิธีการลวกทำโดยนำวัตถุดิบไปผ่านความร้อนอย่างรวดเร็วจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดและระยะเวลาที่กำหนดหลังจากนั้นนำไปทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว

1.2 การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้ความร้อนต่ำกว่าจุดน้ำเดือดเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคต่อมนุษย์ จุลินทรีย์ที่ไม่ทนความร้อนรวมทั้งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่อยู่ในรูปของเซลล์แต่ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ทุกชนิด อุณหภูมิที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 60–85 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ยังคงมีปริมาณจุลินทรีย์เหลืออยู่ในจำนวนค่อนข้างมากพอสมควร จึงทำให้อายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อในเชิงการค้า ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารพวกนี้

จำเป็นต้องเลือกใช้วิธีการถนอมอาหารแบบอื่นควบคู่กันไปด้วย เช่น การเก็บนมพาสเจอร์ไรส์ไว้ในตู้เย็น การเติมน้ำตาลความเข้มข้นสูงในพวกผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่ม

การพาสเจอร์ไรส์นม เป็นกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชัน เป็นกระบวนการที่ให้ความร้อนแก่ทุกส่วนของนมหรือผลิตภัณฑ์นม โดยใช้อุณหภูมิต่ำที่สุด 145 องศาฟาเรนไฮต์และคงที่อุณหภูมินี้อย่างน้อย 30 นาที หรือใช้ความร้อนอย่างต่ำที่สุด 161 องศาฟาเรนไฮต์ 15 วินาที ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรส์นม ถือเอาเชื้อ Mycobacterium tuberculosis เป็นหลักเพราะเป็นเชื้อโรคในนมที่ทนความร้อนมากที่สุด เชื้อนี้จะถูกทำลายที่ 140 องศาฟาเรนไฮต์ 10 นาที ดังนั้นจึงตั้งเกณฑ์อุณหภูมิของการพาสเจอร์ไรส์ที่ 143 องศาฟาเรนไฮต์ 30 นาที ต่อมาพบว่า Coxiella burnetii ที่ทำให้เกิดโรคคิวฟีเวอร์ (Q fever) และผ่านทอดผ่านนมได้นั้น ทนความร้อน 143 องศาฟาเรนไฮต์ 30 นาที แต่จะถูกฆ่าได้ที่ อุณหภูมิ 145 องศาฟาเรนไฮต์ 30 นาที (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2552, น. 603 - 604)

การพาสเจอร์ไรส์ เป็นกระบวนการใช้ความร้อนในระดับต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำระหว่าง 60 – 80 องศาเซลเซียส ในส่วนของไข่เหลว (liquided egg) จะใช้ความร้อนที่ 64.4 องศาเซลเซียส เวลาไม่ต่ำกว่า 2.5 นาที เพื่อทำลายเชื้อ *Salmonella* สายพันธุ์ที่ทนต่อความร้อน เช่น *S. senftenberg* 775W และไอศกรีมจะพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 65.6 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 30 นาที หรือ 71.1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หรือ 79.4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 15 วินาที และการพาสเจอร์ไรส์น้ำนม (โดยวิธี high temperature short time, HTST) ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 71.7 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 15 วินาที การพาสเจอร์ไรส์น้ำนมเป็นการทำลายเชื้อ Mycobacterium tuberculosis รวมทั้งเชื้อโรคอื่นๆ ได้แก่ Salmonella และ Shigella และเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นจะทำให้น้ำนมมีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้น เนื่องจากความเย็นมีผลต่อพวกจุลินทรีย์พวกแกรมลบ (ธีรพร กงบังเกิด, 2546, น. 112)

1.3 การสเตอริไลส์ (Sterilization) เป็นกระบวกการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ที่ระยะเวลานานเพียงพอเพื่อทำลายจุลินทรีย์และกิจกรรมของเอมไซม์ทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ ความร้อนที่ใช้เป็นอุณหภูมิสูงกว่าจุดน้ำเดือด อุณหภูมิที่ใช้คือ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที ในกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนเพื่อให้เกิดการฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์จะต้องใช้เวลานานมากกว่านี้ ณ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสในการส่งผ่านความร้อนให้กับอาหารอย่างทั่วถึง การทำลายจุลินทรีย์อย่างสมบูรณ์ในกระบวนการแปรรูปอาหาร จะทำให้อาหารเปลี่ยนแปลงคุณภาพทั้งด้านกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการ จนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นระดับความร้อนที่ใช้กระบวนการแปรรูปอาหาร จึงต้องเป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทางการค้า (Commercial sterility) (นิอร โฉมศรี, 2555, น. 96)

สเตอริไลเซชัน การสเตอริไลส์นมในทางการค้าจะใช้อุณหภูมิสูงมาก (ultrahigh temperature: UHT) ในเวลาสั้นมาก คือ 300 องศาฟาเรนไฮต์ (148.9 องศาเซลเซียส) 1-2 นาที นอกจากนี้ยังตัดปัญหากลิ่นไหม้ ผลผลิตสุดท้ายมีคุณค่าทางโภชนาการและกลิ่นรสเท่ากับนมพาสเจอร์ไรส์ แต่ก็มีข้อดีกว่าคือ ไม่ต้องแช่ตู้เย็น และเก็บได้นานกว่า (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2552, น. 605)

1.4 การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทางการค้า (Commercial sterility) เป็นวิธีการถนอมอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทเพื่อป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เข้าไปในอาหารอีก เช่น อาหารกระป๋อง ระดับความร้อนที่ใช้เพื่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทางการค้าเป็นการทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคและสารพิษของจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมถึงจุลินทรีย์กลุ่มที่เหลือรอดในผลิตภัณฑ์อาหาร แล้วทำให้อาหารเน่าเสียเมื่อเก็บรักษาไว้ในสภาวะปกติ อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทางการค้าในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท จะมีอายุการเก็บรักษาได้นานประมาณ 2 ปี (นิอร โฉมศรี, 2555, น. 96)

1.5 ยูเอชที (Ultra temperature) เป็นวิธีการฆ่าเชื้ออาหารที่ใช้ความร้อนสูง โดยใช้ระยะเวลาสั้น ๆ ประมาณ 1 -2 วินาที ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้มีการนำกระบวนการฆ่าเชื้อแบบยูเอชที ไปใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ในอาหารหลายชนิด เช่น นม น้ำผลไม้ ครีม โยเกิร์ต น้ำสลัด และไวน์ เป็นต้น ตัวอย่างของการฆ่าเชื้อแบบนี้ เช่น การฆ่าเชื้อนมยูเอชทีที่อาจยังมีสปอร์ของแบคทีเรียทนร้อนหลงเหลืออยู่ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส สปอร์ของแบคทีเรียทนร้อนจะไม่งอกและเพิ่มจำนวนทำให้นมเน่าเสีย

โดยทั่วไปกระบวนการฆ่าเชื้อแบบยูเอชทีในน้ำนมจะใช้อุณหภูมิ 138–140 องศาเซลเซียส นาน 2-5 วินาที ก่อนบรรจุนมในสภาพปลอดเชื้อ ทำให้สามารถเก็บรักษานมยูเอชทีไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 6 – 9 เดือน (นิอร โฉมศรี, 2555, น. 96)

1.6 ความร้อนจากไมโครเวฟ เป็นวิธีการให้ความร้อนที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กไฟฟ้าจากเตาไมโครเวฟผ่านเข้าไปในอาหารซึ่งทำให้โมเลกุลของน้ำ และสารประกอบที่เป็นโพลาร์ในอาหารเกิดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงแล้วเกิดการปล่อยความร้อนออกมาอาหารจึงได้รับความร้อนอย่างรวดเร็ว ไมโครเวฟที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร คือ คลื่นความถี่ 2450 และ 915 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) ความร้อนจากไมโครเวฟอาจให้ความร้อนไม่สม่ำเสมอในชิ้นอาหารเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติของอาหาร ขนาดและรูปร่างของอาหารและตำแหน่งของการวางผลิตภัณฑ์เป็นต้น ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในอาหารที่ถูกทำลายเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นของไมโครเวฟ ได้แก่ Bacillus cereus, Campylobacter jejuni, Clostridium perfringens, Escherichia coli, Enterococcus Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus และ Salmonella ทั้งนี้ประสิทธิภาพการทำลายจุลินทรีย์แต่ละชนิดด้วยไมโครเวฟจะแตกต่างกัน (นิอร โฉมศรี, 2555, น. 97)

2. การฉายรังสี (Radiation) การฉายรังสีสามารถทำลายจุลินทรีย์รวมทั้งสปอร์ได้ด้วยและสามารถทำลายสารพิษหรือเอมไซม์ในอาหาร การฉายรังสีถือเป็นวิธีการทำให้ไร้เชื้อแบบเย็น (cold sterilization) เนื่องจากไม่ทำให้อุณหภูมิของอาหารสูงขึ้นแต่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้และไม่มีผลต่อคุณภาพของอาหารและข้อดีของการฉายรังสีก็คือสามารถแทรกซึมเข้าสู่อาหารได้อย่างทั่วถึงมากกว่าการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์การใช้รังสี UV และรังสีแกมม่า (gamma ray) ในการฆ่าจุลินทรีย์ทำให้กรดนิวคลิอิก และโปรตีนของจุลินทรีย์เสียสภาพไปใช้ฆ่าเชื้อในเครื่องมือพลาสติกในอาหารและผลิตผลทางการเกษตรบางชนิด เป็นต้น

3. การกรอง (Filtration) โดยใช้กระดาษกรองหรือแผ่นเยื่อกรองที่มีรูปขนาดเล็กกว่าจุลินทรีย์ หรือ 0.45 ไมครอน สามารถใช้แยกจุลินทรีย์ออกได้ วิธีนี้ใช้เมื่อต้องการกำจัดเชื้อในอาหารที่สลายตัวเร็วระเหยง่ายเมื่อถูกความร้อน

4. ความเย็น (Cold storage) การเก็บจุลินทรีย์ในตู้เย็นหรือตู้แช่แข็ง จะยับยั้งการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากเอ็นไซม์ของจุลินทรีย์ไม่สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิต่ำ เช่นที่ 0 องศาเซลเซียส หรือ -20 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าใช้เป็นหลักในการเก็บจุลินทรีย์ไว้เป็นเวลานานและการถนอมอาหาร

5. ความแห้ง (Dehydration) ความแห้งสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ใช้เป็นหลักในการเก็บจุลินทรีย์ไว้นาน ๆ โดยวิธีการที่เรียกว่าการทำแห้ง (Lyophilization) (นวพร ล้ำเลิศกุล, 2549, น. 261)

ป้องกันท้องร่วงด้วยการลวกน้ำร้อน

โรคอาหารเป็นพิษ หมายถึง อาการป่วยที่เกิดจากการรับประทานอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อน สาเหตุส่วนใหญ่มักเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อโรคซึ่งพบได้บ่อยในประเทศไทยโดยเฉพาะในฤดูร้อน ในปี พ.ศ. 2556 ในจำนวนคน 100,000 คนมีผู้ป่วยที่เป็นโรคอาหารเป็นพิษจำนวน 170 ราย ซึ่งจำนวนผู้ป่วยสูงกว่าปี พ.ศ. 2555 โดยส่วนใหญ่แล้วจะพบในประชากรวัยทำงานและสาเหตุหลักนั้นเกิดจากการรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่ไม่สะอาด ซึ่งอาการแสดง คือ อาการท้องร่วง คลื่นไส้และอาเจียน

นอกจากความสะอาดของอาหารและภาชนะที่ใส่อาหารแล้ว ช้อนส้อมก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องระวัง เพราะมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย เช่น *E.coli และ Enterobacter spp.* เป็นต้น ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในทางเดินอาหารโดยอาจเกิดได้ทั้งจากน้ำที่ใช้ทำความสะอาดและการเก็บรักษาภาชนะที่ไม่ถูกสุขลักษณะทำให้มีเชื้อปนเปื้อนอยู่บนภาชนะจนเป็นสาเหตุทำให้เกิดการติดเชื้อต่างได้

การลดปริมาณเชื้อโดยทั่วไปอาจทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ความร้อน ความดันหรือสารเคมีต่างๆ ซึ่งโดยส่วนใหญ่สำหรับภาชนะจะนิยมใช้ความร้อนเพื่อลดปริมาณเชื้อ เชื้อเหล่านี้จะโตและเพิ่มจำนวนได้ดีที่อุณหภูมิตั้งแต่ 4-45 องศาเซลเซียสแต่การลดปริมาณเชื้อจำเป็นจะต้องใช้ความร้อนอย่างน้อย 70 องศาเซลเซียสด้วยระยะเวลาที่นานเพียงพอ

การแก้ปัญหาเบื้องต้นสำหรับผู้ใช้บริการโรงอาหารหรือศูนย์อาหารตามห้างสรรพสินค้า คือ การลวกช้อนในหม้อที่ต้มน้ำตลอดเวลา มีงานวิจัยที่ทดลองสุ่มน้ำจากหม้อลวกช้อนส้อมที่โรงอาหารของมหาวิทยาลัยซึ่งส่วนใหญ่จะเปิดทิ้งไว้โดยไม่ได้มีการตรวจสอบอุณหภูมิ พบว่ามีเชื้อแบคทีเรียปะปนอยู่เป็นจำนวนมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดและยังได้มีการทดลองตรวจเชื้อที่อยู่บนช้อนส้อมทั้งก่อนและหลังลวกช้อน พบว่าแม้จะลวกช้อนแล้วก็ยังพบทั้งแบคทีเรียที่อาจทำให้เกิดอาการท้องร่วงได้อยู่และที่สำคัญหลังจากลวกช้อนแล้วยังพบเชื้อเป็นจำนวนมากกว่าก่อนลวกน้ำร้อนเสียอีก

สำหรับน้ำในหม้อลวกช้อนส้อมที่อยู่ตามโรงอาหารหรือศูนย์อาหารของห้างสรรพสินค้าจะสังเกตเห็นได้ว่าบางครั้งน้ำในหม้อนั้นอาจมีอุณหภูมิสูงไม่ถึง 70 องศาเซลเซียสซึ่งไม่เพียงพอต่อการลดปริมาณเชื้อ ในปัจจุบันตามห้างสรรพสินค้าหลายแห่งจึงได้มีการติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์เพื่อควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้สูงอยู่ตลอดเพื่อเพิ่มความมั่นใจแก่ผู้ใช้บริการ แต่ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงนอกจากอุณหภูมิของน้ำ คือ ความสะอาดของน้ำที่นำมาใช้ ความถี่ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ความสะอาดของหม้อและระยะเวลาในการลวก หากอุณหภูมิความสะอาดและระยะเวลาในการลวกไม่เพียงพอนอกจากจะไม่สามารถลดปริมาณเชื้อลงได้แล้วยังอาจเป็นการเพิ่มปริมาณเชื้อติดที่ช้อนส้อมที่นำไปลวกอีกด้วย ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลให้เกิดปัญหาท้องร่วงหรือการติดเชื้ออื่นๆ ตามมา ดังนั้นหากจะลวกช้อนส้อมก่อนนำมาใช้ควรสังเกตว่าหม้อลวกและน้ำในหม้อเหมาะสมแก่การนำมาใช้หรือไม่ (นันทนา ธรรมาภรณ์พัฒนา, 2557)

วิธีการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการทางเคมี

วิธีการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการทางเคมี (Chemical method) เป็นการใช้สารเคมีบางชนิด ที่มีคุณสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ เช่น สารที่มีคุณสมบัติเป็นแก๊ส อาทิ Formaldehyde และ ethylene oxide ส่วนสารเคมีที่มักใช้ในรูปสารละลาย เช่น ฟีนอล ฟอร์มาลิน สารเคมีที่ใช้ในการทำลายเซลล์เจริญของจุลินทรีย์ในสิ่งของเครื่องใช้สิ่งขับถ่ายของผู้ป่วย และจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรค เราเรียกสารนั้นว่าเป็น disinfectant ส่วนสารเคมีที่ใช้ทำลายและยับยั้งการเจริญหรือกิจกรรมของจุลินทรีย์ตามผิวหนัง เนื้อเยื่อ โดยสารนั้นไม่เป็นพิษต่อร่างกายเรียกว่า antiseptics เช่น ethanol 70 % ด่างทับทิม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การตายของจุลินทรีย์เนื่องมาจากสารเคมี ทำให้โปรตีนและกรดนิวคลิอิกของจุลินทรีย์เสียสภาพไป อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีส่วนมากไม่มีผลในการทำลายเชื้อได้ทั้งหมดถึงแม้จะใช้ความเข้มข้นตามกำหนดมาตรฐานก็ตาม เนื่องจากสารเคมีมีหลายชนิดที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแต่จะยกตัวอย่างที่มีความรุนแรงในการฆ่าเชื้อ (ธีรพร กงบังเกิด, 2557, น. 107 - 110) ดังนี้

1. คลอรีน รูปของคลอรีนที่มีประสิทธิภาพทำลายเชื้อ คือ กรดไฮโปคลอรัสที่ไม่แตกตัว (undissociated hypochlorus acid) เมื่อคลอรีนละลายในน้ำจะแทรกซึมผ่านเซลล์เมมเบรนโดยการออกซิไดส์พันธะคู่ของกรดไขมัน ทำให้เซลล์เมมเบรนถูกทำลายรวมทั้งไปออกซิไดส์หมู่ซัลฟไฮดริลในโปรตีนทำให้เอนไซม์สูญเสียกิจกรรม นอกจากนั้นคลอรีนยังสามารถทำลายเยื่อหุ้มสปอร์ได้ ความเข้มข้นของคลอรีนที่ใช้ในน้ำและอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ เช่น ในการผลิต น้ำประปาที่ใช้ดื่มได้ใช้ความเข้มข้นของคลอรีนคิดเป็นคลอรีนที่คงเหลืออยู่ (residual chlorine) ปริมาณ 0.4 ส่วน ในล้านส่วน น้ำหล่อเย็นในกระบวนการผลิตอาหารกระป๋องใช้ที่ความเข้มข้น 5.0 ส่วนในล้านส่วน ในอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำนม ในการทำความสะอาดถังและท่อใช้ความเข้มข้น 100.0 - 300.0 ส่วน ในล้านส่วน และในการทำลายสปอร์ของแบคทีเรียใช้ในรูปไฮโปคลอไรต์ (hypochlorite) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10.0

2. แอลกอฮอล์ (alcohols) เช่น เอธานอล (ethanol) ไอโซโพรพานอล (isopropanol) และเบนซิลแอลกอฮอล์ (benzyl alcohol) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 -70 สามารถใช้ในการยับยั้งหรือทำลายเซลล์ปกติของจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพแต่ไม่มีผลต่อสปอร์ของแบคทีเรีย ทั้งนี้เนื่องจากแอลกอฮอล์จะไปทำให้โปรตีนและเอนไซม์สูญเสียสภาพธรรมชาติทำลายเซลล์เมมเบรนและผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบโดยการละลายไขมันที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างเหล่านั้น

3. สารประกอบควอเตอร์นารีแอมโมเนียม (quarternary ammonium compounds) เป็นดีเทอร์เจนต์ชนิด cationic โดยนิยมนำมาใช้เป็นสารฆ่าเชื้อในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เบนซิลโคเนียมคลอไรด์ (benzylkonium chloride) ซึ่งสามารถทำลายและยับยั้งแบคทีเรียได้ แต่ไม่ค่อยมีผลต่อยีสต์และเชื้อรารวมทั้งสปอร์ของแบคทีเรีย นอกจากนั้นพวกแกรมลบบางชนิด เช่น *Pseudomonas* spp. อาจต้านทานสารชนิดนี้ได้ ผลการทำลายของสารนี้เนื่องจากการที่ประจุบวกในโมเลกุลไปจับกับประจุลบในฟอสโฟไลปิดที่บริเวณพื้นผิวของเซลล์จุลินทรีย์ทำให้เมมเบรนถูกทำลาย ถ้าใช้ที่ความเข้มข้นต่ำจะทำให้อิออนโปตัสเซียมรั่วไหลออกมาภายนอกเซลล์แต่ที่ความเข้มข้นสูงขึ้นจะทำให้โปรตีนภายในเซลล์สูญเสียสภาพธรรมชาติ

4. เพอร์ออกไซด์ (peroxides) เป็นตัวออกซิไดส์ที่รุนแรงและมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายจุลินทรีย์รวมทั้งสปอร์แบคทีเรียไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ใช้ในการฆ่าเชื้อภาชนะบรรจุ สำหรับอาหาร เช่น กล่องนม UHT โดยถ้าใช้ร่วมกับแสงอัลตร้าไวโอเล็ตจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายสปอร์เพิ่มสูงขึ้นโดยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จะจับกับเมมเบรนไซโตพลาสมิกและทำลายเอ็นไซม์ โดยการออกซิไดส์หมู่ซัลฟไฮดริลและหมู่อะมิโน

5. โอโซน (ozone) เป็นตัวออกซิไดส์ที่รุนแรงและสามารถนำมาใช้แทนคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ โอโซน เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรงและดีกว่าคลอรีนถึง 1.5 เท่า ทั้งยังสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคจากอาหารได้ดีกว่าคลอรีนด้วยโดยโอโซนสามารถทำลายจุลินทรีย์ เช่น *E coli, Listeria* และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอื่น ๆ ได้และยังไม่มีสารตกค้าง (ราณี สุรกาญจน์กุล, ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ และเอก แสงวิเชียร, 2552, น. 4)

การฆ่าเชื้อด้วยการใช้สารปฏิชีวนะ

สารปฏิชีวนะหรือยาปฏิชีวนะ (antibiotics) สามารถฆ่าหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ยาปฏิชีวนะแต่ละชนิดจะมีฤทธิ์ต่อจุลินทรีย์เพียงบางชนิดเท่านั้นแต่ยาปฏิชีวนะบางชนิดจะออกฤทธิ์ต่อจุลินทรีย์หลายชนิด เรียกว่าเป็น broad spectrum antibiotics นอกจากนี้ยังขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์ด้วย ปัจจุบันมีการใช้ยาปฏิชีวนะกันอย่างแพร่หลายทำให้เชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดมีการดื้อยาปฏิชีวนะมากขึ้น การตรวจหาความไวของเชื้อต่อยา (drug sensitivity test) จะทำให้ทราบว่าเชื้อจุลินทรีย์ไวต่อยา (sensitive) หรือ (resist) ต่อต้านยาชนิดใดบ้างเพื่อจะได้เลือกใช้ยารักษาโรคนั้นให้ถูกต้อง (ธีรพร กงบังเกิด, 2557, น. 112)

โรคระบบทางเดินอาหาร

โรคติดต่อระบบทางเดินอาหารเกิดขึ้นได้ทุกฤดูกาลแต่มักระบาดในฤดูร้อน ทั้งนี้เพราะอากาศร้อนทำให้เชื้อโรคเจริญเติบโตและเพิ่มขึ้นรวดเร็วมาก

โรคติดต่อระบบทางเดินอาหารนั้นมีหลายโรคด้วยกัน เช่น อุจจาระร่วง บิด ไข้รากสาดน้อย และอหิวาตกโรค เป็นต้น

โรคอุจจาระร่วง ส่วนใหญ่เกิดจากการรับประทานอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีเชื้อโรคทั่วไป อาการโดยทั่วไปเริ่มด้วยมีการถ่ายอุจจาระเหลวหรือถ่ายเป็นน้ำบ่อยครั้งบางรายอาจจะมีอาการอื่นๆ เช่น ปวดท้อง เป็นไข้ คลื่นไส้ อาเจียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย

โรคบิด ที่สำคัญมีอยู่ 2 ชนิด คือ บิดอมีบิค หรือ บิดมีตัว เกิดจากเชื้ออมีบาและแบซิลลารี หรือ บิดไม่มีตัว เกิดจากเชื้อแบคทีเรียอาการโดยทั่วไปของบิด ได้แก่ อุจจาระร่วงต่อมาจะมีอาการของบิด คือ ปวดท้อง ปวดถ่วง ถ่ายอุจจาระจะมีมูกเลือด และอาจมีอาการอื่นๆ แล้วแต่ชนิด

ไข้รากสาดน้อยหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไข้ไทฟอยด์ เป็นโรคติดต่อระบบทางเดินอาหารอย่างหนึ่งที่ติดต่อกันได้ง่ายมักเป็นกับเด็กและผู้สูงอายุ ต้นเหตุของโรคเกิดจากเชื้อแบคทรีเรียชนิดหนึ่งซึ่งจะพบได้ในเสมหะ น้ำมูก อาเจียน และอุจจาระของผู้ป่วยในอาหารและน้ำที่ไม่สะอาด หรือมีแมลงวันตอม อาการของโรคอาจเริ่มต้นทันทีหรือส่วนมากมักจะมีอาการเกิดขึ้นทีละน้อยๆ แล้วค่อยรุนแรงขึ้น อาการเริ่มต้น ก็คือ เบื่ออาหาร ปวดเมื่อยตามร่างกาย ปวดศีรษะ มีไข้สูง มักมีอาการท้องผูกหรือไม่ก็ถ่ายอุจจาระเหลวอยู่เสมอ ท้องอืดและกดเจ็บเล็กน้อยลักษณะอุจจาระในระยะหลังคล้ายสีช็อกโกแลต อุณหภูมิของร่างกายจะสูงถึง 40 องศาเซลเซียส (มักจะสูงเวลาบ่าย) ซึ่งหากไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้องอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้

อหิวาตกโรค เป็นโรคติดต่อระบบทางเดินอาหารที่มีอันตรายร้ายแรงยิ่งเนื่องจากระบาดได้เร็วและอาจทำให้ผู้ป่วยถึงกับเสียชีวิตได้ ต้นเหตุของโรคเกิดจากเชื้อแบคทีเรียเช่นกันแต่เป็นคนละชนิดกับที่ทำให้เกิดไข้รากสาดน้อย เชื้อนี้จะพบปะปนอยู่ในอาหารและน้ำที่ไม่สะอาดในอาหารที่มีแมลงวันตอมในอาเจียนและอุจจาระของผู้ป่วย อาการผู้ป่วยจะมีอาการท้องร่วงอย่างแรงและเกิดขึ้นทันทีทันใดโดยไม่มีอาการปวดท้อง อาจมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน อุจจาระสีขุ่นขาวคล้ายน้ำซาวข้าวหรือมีลักษณะเหลวเป็นน้ำ การสูญเสียน้ำทางอุจจาระและอาเจียนนี้จะทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการขาดน้ำอย่างรุนแรง ผิวหนังจะซีด นิ้วมือ นิ้วเท้าซีด เป็นร่อง เป็นตะคริว ในเด็กตาลึกโหล กระหม่อมบุ๋ม ถ้ารักษาไม่ทันผู้ป่วยอาจเสียชีวิต กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อก่อโรคอาหารเป็นพิษใน แผ่นใยขัดและฟองน้ำจากร้านค้าจำหน่ายอาหารภายในโรงเรียนในปริมาณสูง ซึ่งอาจทำให้เชื้อโรคติดไปกับภาชนะและปนเปื้อนไปในอาหารจนก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษพร้อมแนะให้ใช้น้ำส้มสายชูลดปริมาณจุลินทรีย์ในแผ่นใยขัดและฟองน้ำเพื่อความปลอดภัย

จากกรณีที่มีข่าวเด็กนักเรียนเกิดโรคอาหารเป็นพิษจากการรับประทานอาหารในโรงเรียนอยู่บ่อยครั้ง กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาดำเนินการศึกษาวิจัยแหล่งที่มาซึ่งก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษแก่เด็กในโรงเรียน โดยได้เก็บตัวอย่างแผ่นใยขัดและฟองน้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดภาชนะบรรจุอาหารและอุปกรณ์ประกอบอาหารจากร้านค้าจำหน่ายอาหาร 102 ร้านจาก 12 โรงเรียน และครัวเรือน 63 ครัวเรือน รวมทั้งหมดจำนวน 165 ตัวอย่าง แยกเป็นแผ่นใยขัด 68 ตัวอย่าง และฟองน้ำ 97 ตัวอย่าง มาทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ (โคลิฟอร์ม)และเชื้อแบคทีเรียก่อโรคอาหารเป็นพิษ พบว่าในแผ่นใยขัดและฟองน้ำที่เก็บจากร้านค้าจำหน่ายอาหารมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ย 92.7 ล้านเซลล์ต่อมิลลิลิตร และจากครัวเรือน มีค่าเฉลี่ย 8.71 ล้านเซลล์ต่อมิลลิลิตร สำหรับเชื้อแบคทีเรียก่อโรคอาหารเป็นพิษในแผ่นใยขัดและฟองน้ำจากร้านค้าจำหน่ายอาหารในโรงเรียนตรวจพบ 55 ตัวอย่าง (53.92%) จาก 55 ร้าน แยกเป็นแผ่นใยขัด 29 ตัวอย่าง (61.7%) และฟองน้ำ 26 ตัวอย่าง (47.27%) เชื้อโรคที่พบได้แก่ เชื้อซัลโมเนลล่า (Salmonella spp.) 25 ตัวอย่าง (45.45%) เชื้ออหิวาต์เทียม (Vibrio cholerae non) จำนวน 38 ตัวอย่าง (69.1%) เชื้อบาซิลัส ซีเรียส (Bacillus cereus) 4 ตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างจากครัวเรือน พบเชื้อซัลโมเนลล่า 1 ตัวอย่าง (1.6%) (วารุณี อยู่เชื้อ และเขมิกา ทิพย์พาหล, 2557, น. 24)

การสำรวจภาชนะบรรจุอาหาร ได้แก่ จาน ชาม ช้อน ที่ผ่านการล้างด้วยแผ่นใยขัดและฟองน้ำจากจุดเก็บภาชนะของโรงเรียนที่ร่วมโครงการ จำนวน 76 ตัวอย่าง ได้แก่ จาน 52 ตัวอย่าง ชาม 16 ตัวอย่าง และช้อน 8 ตัวอย่าง ผลปรากฏพบเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ 11 ตัวอย่าง (14.5%) แยกเป็นจาน 8 ตัวอย่าง (15.4%) ชาม 2 ตัวอย่าง (12.5%) และช้อน 1 ตัวอย่าง (12.5%) เชื้อโรคที่พบ ได้แก่ Bacillus cereus จำนวน 6 ตัวอย่าง Staphylococcus aureus จำนวน 2 ตัวอย่าง Vibrio cholerae non จำนวน 2 ตัวอย่าง และ Salmonella Rissen จำนวน 1 ตัวอย่าง จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่า เชื้อจุลินทรีย์ในแผ่นใยขัดและฟองน้ำมีโอกาสติดไปกับภาชนะที่ใช้แผ่นใยขัดและฟองน้ำล้างทำความสะอาดและอาจปนเปื้อนไปในอาหารได้ ดังนั้นแผ่นใยขัดและภาชนะใส่อาหารที่สะอาดถูกหลักอนามัยจะต้องไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อโรคทุกชนิด

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้รับทราบถึงปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในแผ่นใยขัดและฟองน้ำที่มีจำนวนมากจึงได้มอบหมายให้คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อหาวิธีการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในแผ่นใยขัดและฟองน้ำหลังผ่านการล้างทำความสะอาดภาชนะและอุปกรณ์ประกอบอาหารด้วยวิธีที่ง่ายและสามารถทำได้ทุกร้านและในครัวเรือนโดยใช้กรดน้ำส้ม (5% Acetic acid) หรือน้ำส้มสายชู 4 ช้อนโต๊ะ (60 มิลลิลิตร) ผสมกับน้ำครึ่งลิตร (500 มิลิกรัม) แล้วนำแผ่นใยขัดหรือฟองน้ำที่ผ่านการล้างภาชนะในแต่ละวันมาแช่ทิ้งไว้ค้างคืน แล้วล้างให้สะอาดก่อนนำไปใช้จะช่วยให้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในแผ่นใยขัดและฟองน้ำได้ในระดับที่ปลอดภัยแก่การบริโภค นอกจากนี้ ควรซักทำความสะอาดและผึ่งแผ่นใยขัดและฟองน้ำให้แห้งหลังการใช้ทุกครั้งไม่ควรแช่ทิ้งไว้ในน้ำยาล้างจานเพราะไม่สามารถช่วยฆ่าเชื้อโรคได้และหมั่นเปลี่ยนแผ่นใยขัดและฟองน้ำบ่อยๆ ไม่ควรใช้นานจนเกินไป (วารุณี อยู่เชื้อ และเขมิกา ทิพย์พาหล, 2557, น. 25)

โรคของเด็กปฐมวัย

ภูมิต้านทานในเด็กมีน้อยทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคโดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ และอุจจาระร่วง การเลี้ยงดูจึงต้องระมัดระวังในเรื่องความสะอาดทั้งในด้านอาหาร นม และน้ำดื่ม เด็กในวัยนี้มีภูมิต้านทานต่ำกว่าวัยอื่นๆ ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะติดเชื้อโรคต่างๆ ได้ง่าย โรคติดเชื้อที่พบว่าเป็นสาเหตุสำคัญของการป่วยของเด็กปฐมวัย คือ โรคอุจจาระร่วงเฉียบพลัน และปอดอักเสบ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 (คณะทำงานสุขภาพไทย, 2559) ไม่มีการรายงานการป่วยด้วยโรคไข้หวัดใหญ่ในรายงานการเฝ้าระวังโรคช่วงก่อนปี 2545 ข้อมูลจากการรายงานของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดทั่วประเทศ และสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร จากบัตรรายงานผู้ป่วย (รง.506)

ตารางที่ 2.1 อัตรารายงานการป่วยต่อประชากรแสนคนของเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี

ปี	อุจจาระร่วงเฉียบพลัน	ปอดอักเสบ	อาหารเป็นพิษ	ไข้หวัดใหญ่
2540	7,644.5	1,914.7	295.8	-
2541	8,296.9	1,803.9	360.5	-
2542	7,140.7	1,964.8	392.4	-
2543	6,844.7	1,633.3	534.7	-
2544	7,193.3	1,602.0	557.2	-
2545	8,483.8	1,584.9	586.1	78.7
2546	7,696.7	1,739.7	539.5	67.0
2547	9,720.2	1,736.6	669.9	55.5
2548	9,453.3	1,919.7	563.7	63.3
2549	10,610.5	1,877.5	557.3	47.0

หมายเหตุ. จาก *โรคของเด็กปฐมวัย*, โดย คณะทำงานสุขภาพไทย, 2559, สืบค้นจาก http://www.hiso.or.th

โรคติดต่อที่พบบ่อยของเด็กวัยอนุบาล

1. โรคท้องร่วง

โรคนี้จะเกิดจากไวรัส เช่น ไวรัสโรต้า เด็ก ๆ เป็นกันง่ายมาก เพราะเชื้อโรคจะเข้าจากทางปากจะพบบ่อยมากในเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 5 ขวบ คุณพ่อคุณแม่สามารถสังเกตอาการลูกได้ดังนี้ ถ่ายเป็นน้ำ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ปวดหัว มีไข้ บางรายมีน้ำมูกหรือไอรวมด้วย บางรายมีอาการรุนแรงร่างกายเสียน้ำมากจนมีอาการขาดน้ำต้องได้รับการรักษาจากแพทย์เพราะถ้าปล่อยทิ้งไว้หลายวันอาจทำให้เด็กเสียชีวิตได้

2. มือ เท้า ปาก

โรคนี้เกิดจากเชื้อไวรัสในกลุ่มเอ็นเทอโรไวรัส (enterovirus) พบมากกับเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 5 ปี สังเกตอาการได้ดังนี้ มีไข้ต่ำๆ อ่อนเพลีย และหลังจากนั้น 2-3 วันเด็กจะมีอาการเจ็บปาก กินข้าวไม่ได้มีตุ่มใสสีแดงขึ้นบริเวณปากก่อนและตามด้วยมือ เท้า และ ลำตัว โรคนี้ไม่รุนแรงมาก รักษาโรคได้ตามอาการ อาการจะหายเป็นปกติภายใน 7-10 วันค่ะ ยกเว้นเด็กที่ติดเชื้อรุนแรงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งจะทำให้ตุ่มใสๆนี้เป็นหนอง อาการจะรุนแรง จนทำให้ปอดบวม สมองอักเสบ เยื้อสมองอักเสบ ถึงขึ้นเสียชีวิตได้ โรคนี้ติดกันง่ายมากเพียงแค่สัมผัสสิ่งของต่าง ๆ ร่วมกันหรือไอใส่กันก็สามารถติดกันได้แล้ว

3. โรคไข้หวัดใหญ่

โรคจะติดกันได้ง่ายในที่ ๆ มีคนเยอะ ๆ ติดกันผ่านลมหายใจ การไอ จาม ละอองน้ำมูก น้ำลาย อาการ คือ ไข้สูงเฉียบพลัน หนาวสั่น ปวดหัว เมื่อยตัว อ่อนเพลียมาก คัดจมูก เจ็บคอถ้าไม่มีอาการแทรกซ้อนจะหายได้เองภายใน 1-2 สัปดาห์ อาการแทรกซ้อนคือ โรคปอดอักเสบ

4. โรคไข้หวัด

จะเป็นบ่อยในช่วงหน้าฝน และหน้าหนาว เชื้อไข้หวัดจะมีหลายสายพันธุ์เวลาเป็นแล้วหายร่างกายจะสร้างภูมิคุ้มกันเชื้อโรคที่เคยเป็นแต่ก็อาจจะกลับมาเป็นได้อีก อาการ คือ คัดจมูก มีน้ำมูกใสๆ จาม คอแห้ง เจ็บคอ เป็นไข้ อ่อนเพลีย ปวดหัว ไอแห้ง ไอมีเสมหะ โรคแทรกซ้อนที่มากับไข้หวัดคือ ไซนัสอักเสบ หูชั้นกลางอักเสบ หลอดลมอักเสบ ปอดอักเสบ คุณพ่อคุณแม่ควรระวังเด็กอาจชักเพราะไข้ขึ้นสูง (แม่รักลูก, 2557)

โรคที่พบบ่อยในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก

กระทรวงสาธารณสุข เผยเด็กไทยเกิดใหม่ปีละ 7 แสนมีเด็กก่อนวัยเรียนรวมเกือบ 4 ล้านคน สธ.ห่วงฝากศูนย์เด็กเล็กแพร่กระจายเชื้อโรคสู่กันง่าย สั่งเข้มควบคุมหวัด มือเท้าปาก สุกใส ตาแดง ท้องร่วง หวังช่วยเด็กปฐมวัยมีสุขภาพกายใจที่ดีลดอุบัติการณ์เกิดโรค (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2557)

นพ.ณรงค์ สหเมธาพัฒน์ ปลัดกระทรวงสาธารณสุข (สธ.) กล่าวว่า แต่ละปีไทยมีเด็กเกิดใหม่กว่า 7 แสนคน ทำให้มีเด็กก่อนวัยเรียนที่มีอายุต่ำกว่า 5 ปี เกือบ 4 ล้านคน จำนวนนี้ครึ่งหนึ่งเป็นเด็กอายุระหว่าง 2 ปีครึ่ง ถึง 2 ปีร่วมกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมปัจจุบัน ทำให้สภาพครอบครัวเป็นครอบครัวเดี่ยว พ่อแม่หรือผู้ปกครองเด็กต้องทำงานนอกบ้าน ไม่สามารถเลี้ยงดูบุตรหลานตนเองในช่วงเวลากลางวัน เด็กกลุ่มนี้จึงถูกนำไปฝากเลี้ยงในศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาลจำนวนมากซึ่งเป็นสถานที่ที่เด็กอยู่รวมกันจำนวนมากและมีมากกว่า 19,000 แห่ง ผลที่ตามมาคือ ศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาลจึงเป็นสถานที่เด็กจำนวนมากอาศัยอยู่รวมกัน เมื่อเด็กคนใดคนหนึ่งเจ็บป่วยด้วยโรคติดต่อซึ่งการเจ็บป่วยหรือโรคติดต่อนี้ก็จะแพร่กระจายไปสู่เด็กคนอื่นๆ ได้ง่ายและรวดเร็ว ทำให้เด็กต้องหยุดเรียนจำนวนมากติดต่อกันเป็นระยะเวลาหลายวันหรือแม้กระทั่งปิดโรงเรียนชั่วคราว เพื่อทำความสะอาดและเพื่อลดปัจจัยที่จะนำไปสู่การระบาดมากยิ่งขึ้น เช่น การระบาดของโรคมือ เท้า ปาก เป็นต้น เมื่อปี 2552 สธ.โดยกรมควบคุมโรค จึงริเริ่มดำเนินการนำร่องศูนย์เด็กเล็กปลอดโรคใน 4 จังหวัด โดยจัดให้มีการอบรมให้ความรู้แก่ครูผู้ดูแลเด็ก ผู้บริหาร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งกำหนดแนวทางในการดำเนินงานป้องกันควบคุมโรคติดต่อในศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาล ต่อมาในปี 2554 มีศูนย์เด็กเล็กที่เข้าโครงการศูนย์เด็กเล็กปลอดโรค กรมควบคุมโรค มากกว่า 1 หมื่น 6 พันแห่ง (ร้อยละ 84 จากศูนย์เด็กเล็กทั่วประเทศกว่า 2 หมื่นแห่ง) จากการติดตามและประเมินผลพบว่า ศูนย์เด็กเล็กที่เข้าร่วมโครงการประเมินผ่าน เกณฑ์มากกว่าครึ่ง (ประมาณ 9 พันแห่ง) รวมทั้งอัตราการเกิดโรคติดต่อระบาดในศูนย์เด็กเล็กเหล่านี้ลดลงอย่างเห็นได้ ชัด เช่น โรคไข้หวัดจากร้อยละ 24.9 เหลือเพียงร้อยละ 9 (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2559)

นพ.โสภณ เมฆธน อธิบดีกรมควบคุมโรค กล่าวว่า โรคติดต่อสำคัญที่ สธ.ต้องป้องกันและควบคุมในศูนย์เด็กเล็ก ได้แก่ โรคหวัด โรคมือ เท้า ปาก โรคสุกใส โรคตาแดง โรคอุจจาระร่วง เป็นต้น ซึ่งโรคติดต่อเหล่านี้ สามารถติดต่อกันได้ทั้ง การหายใจเอาละอองอากาศที่มีเชื้อปนอยู่เข้าไป การไอหรือจามรดกันและการใช้ของใช้ส่วนตัวร่วมกัน รวมทั้งการรับประทานอาหารและดื่มน้ำที่ปนเปื้อนเข้าไป หากเด็กที่อยู่ในศูนย์เด็กเล็กหรือโรงเรียนอนุบาลเจ็บป่วยด้วยโรคติดต่อเหล่านี้ก็จะสามารถแพร่กระจายสู่กันและแพร่กระจายสู่ชุมชนได้ง่าย ซึ่งจากการดำเนินงานศูนย์เด็กเล็กคุณภาพปลอดโรคช่วยให้เด็กปฐมวัยมีสุขภาพกายใจที่ดีลดอุบัติการณ์การเกิดโรค (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2559)

การดำเนินงานและมาตรการดำเนินการศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาลคุณภาพปลอด โรค มีดังนี้

1. การจัดทำแนวทางการป้องกันควบคุมโรคติดต่อในศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียน อนุบาล สำหรับครูผู้ดูแลเด็กโดยเน้น 3 ยุทธศาสตร์ คือ ครูผู้ดูแลเด็กมีสุขภาพและความรู้ดี การบริหารจัดการดีและสภาพแวดล้อมดี

2. การนิเทศติดตามผลการดำเนินงานตามแนวทางการป้องกันควบคุมโรคติดต่อในศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาล

3. การให้การรับรองผลการดำเนินงานเป็น “ศูนย์เด็กเล็กคุณภาพ-ปลอดโรค” แก่ศูนย์เด็กเล็กที่สามารถดำเนินงานได้ถูกต้องตามข้อกำหนด

4. การจัดทำสื่อการเรียนการสอนแก่ศูนย์เด็กเล็กด้านการป้องกันควบคุมโรคติดต่อ

5. โครงการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการดำเนินงานป้องกันควบคุมโรคติดต่อในศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาลซึ่งจัดขึ้นทุกปี

โรคอุจจาระร่วง

โรคอุจจาระร่วง (Diarrhea) : คือ กลุ่มอาการที่มีการถ่ายอุจจาระเหลวตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป หรือถ่ายมีมูกปนเลือดอย่างน้อย 1 ครั้ง หรือถ่ายเป็นน้ำจำนวนมาก ตั้งแต่ 1 ครั้งขึ้นไป ใน 1 วัน อาจมีอาการอาเจียนหรือเป็นไข้ร่วมด้วย

สาเหตุ : เกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ เชื้ออหิวาตกโรค เช่น เชื้ออหิวาตกโรค (cholerae) เชื้อบิด(Shigella) ซาลโมเนลลา (Salmonella) อีโคไล *(E.coli)* ฯลฯ เชื้อปรสิตในลำไส้ เช่น ไจอาเดีย (Giardia), อะมีบา (Amoeba) หรือจากเชื้อไวรัส เช่น ไวรัสโรต้า (Rotavirus) หัด (Measles) ฯลฯ นอกจากนี้โรคติดเชื้ออื่นๆ เช่น มาลาเรีย (Malaria) หนอนพยาธิบางชนิด หรือสารเคมีบางอย่างทำให้เกิดอุจจาระร่วงได้

ระยะฟักตัว : แตกต่างกันไปตามสาเหตุ ในกรณีที่เกิดจากการติดเชื้อมักมีระยะฟักตัว 6-8 ชั่วโมงขึ้นไป

การติดต่อ : โดยการรับประทานอาหารและน้ำที่ปนเปื้อน โดยทางตรงหรือทางอ้อมเข้าสู่ปาก

อาการ : ถ่ายอุจจาระเหลวตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป หรือถ่ายมีมูกปนเลือดอย่างน้อย 1 ครั้ง หรือถ่ายเป็นน้ำจำนวนมาก ตั้งแต่ 1 ครั้งขึ้นไป ใน 1 วัน โดยทั่วไปสามารถบอกสาเหตุของโรคอุจจาระร่วงได้คร่าวๆ โดยอาศัยการตรวจดูลักษณะอุจจาระ อายุ และฤดูกาล เช่น

เชื้อไวรัส : ที่พบบ่อยได้แก่ไวรัสโรต้า อุจจาระมีลักษณะเป็นฟองกลิ่นเหม็นเปรี้ยวหรือกลิ่นกรด พบบ่อยในเด็กที่รับประทานนมและเมื่อถ่ายบ่อยจะระคายผิวหนังเป็นผื่นแดงบริเวณรอบๆ ทวารหนัก โรตาไวรัส พบในเด็กเล็กที่อายุต่ำกว่า 4 ปี และพบบ่อยในช่วงที่มีอากาศเย็นลงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

เชื้อแบคทีเรีย

- อี โคไล อุจจาระมีลักษณะเป็นน้ำใสเหมือนปัสสาวะมีกลิ่นเหม็นคาวพบได้ตลอดปี
- ซัลโมเนลลา อาจมีไข้หรือไม่มีไข้ก็ได้ ถ่ายอุจจาระเป็นน้ำสีเขียวในช่วงแรก 2-3 ครั้ง ต่อมาอาจถ่ายเหลวมีมูกและเลือดปนพบได้บ่อยในช่วงต้นฤดูฝน
- ชิกเกลลา ในเด็กมักมีไข้สูง อาจพบมีชักร่วมด้วย ช่วงแรกอาจถ่ายอุจจาระเป็นน้ำ ต่อมาถ่ายกะปริบกะปรอยมีมูกเลือดปน มีอาการปวดท้องเหมือนถ่ายไม่สุด พบในเด็กอายุมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป
- อหิวาต์ ถ่ายอุจจาระเป็นน้ำครั้งละมากๆ ในรายที่เป็นรุนแรงอุจจาระมักมีสีขาวเหมือนน้ำซาวข้าวมีกลิ่นคาวและฝาดเหมือนกลิ่นน้ำดีที่ย่อยอาหาร พบได้ในทุกอายุและมักพบในช่วงฤดูแล้งหรือมีอุบัติภัย

การป้องกันโรค

- รับประทานอาหารที่ปรุงสุกใหม่ๆ ไม่มีแมลงวันตอม
- ล้างมือด้วยน้ำและสบู่ให้สะอาดทุกครั้ง ก่อน - หลังรับประทานอาหาร หลังขับถ่าย และสัมผัสสิ่งปฏิกูล
- อย่าใช้มือสัมผัสอาหารที่ปรุงสุกแล้วโดยตรง ควรใช้ช้อนกลาง/ทัพพี
- ทำความสะอาดภาชนะที่ใช้ในการกินและดื่มอย่างถูกวิธี
- ควรเพิ่มความระมัดระวังในการเตรียมอาหารและนมสำหรับเด็ก กรณีชงนมผสมควรใช้น้ำต้มสุกสะอาด ควรล้างขวดนม จุกนม และฝาปิดขวดนมให้สะอาด และนำไปต้มในน้ำร้อนนานประมาณ 10 นาที และทิ้งให้แห้งก่อนชงนม
- กำจัดอุจจาระอย่างถูกวิธี
- แยกเด็กที่ป่วยด้วยโรคอุจจาระร่วง แยกของเล่นของใช้และทำความสะอาดทันทีเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ และควรให้หยุดรักษาตัวที่บ้านจนกว่าจะหาย

การรักษา

- แนะนำพ่อแม่ ให้สารน้ำเกลือแร่ทางปากแก่ลูก 1/2 - 1 แก้ว/ ถ่าย 1 ครั้ง เมื่อเริ่มมีอาการอุจจาระร่วง
- รักษาภาวะขาดน้ำด้วยสารละลายเกลือแร่ เช่น โออาร์เอส ในกรณีที่มีภาวะขาดน้ำอย่างมาก กินไม่ได้ ซึมลง หรือมีอาการมากขึ้น ควรไปพบแพทย์เพื่อพิจารณาให้สารน้ำทางหลอดเลือดและยาปฏิชีวนะที่เหมาะสมต่อไป
- สามารถกินนมแม่ได้ตามปกติไม่ควรงดนมหรืออาหาร แนะนำให้รับประทานอาหารอ่อนย่อยง่าย เช่น น้ำข้าว ข้าวต้ม โจ๊ก เป็นต้น กรณีเด็กกินนมแม่ต้องล้างมือให้สะอาดก่อนให้นมลูกทุกครั้ง หลังหนึ่งสัปดาห์ไปแล้วหากคงมีอุจจาระร่วงควรให้เด็กกินนม
- สูตรไม่มีน้ำตาลแลกโตสแทนนมเดิม (สำนักโรคติดต่อทั่วไป, 2559)

เชื้อก่อโรคระบบทางเดินอาหาร

โรคอาหารเป็นพิษ (Food poisoning) (สุวรรณา เทพสุนทร, 2557) เป็นโรคที่พบบ่อยโรคหนึ่งในประเทศที่กำลังพัฒนาแต่พบได้ประปรายในประเทศที่พัฒนาแล้วเกิดได้กับคนทุกวัยตั้งแต่เด็กจนถึงผู้สูงอายุและโอกาสเกิดในผู้หญิงและผู้ชายเท่ากัน เป็นโรคพบในเด็กได้สูงกว่าวัยอื่นๆ เพราะแหล่งอาหารเป็นพิษที่สำคัญ คือ อาหารโรงเรียน ทั้งนี้ในประเทศที่กำลังพัฒนา มีรายงานเด็กเกิดอาหารเป็นพิษได้สูงถึงประมาณ 5 ครั้งต่อปี เป็นโรคที่เกิดจากการกินอาหาร และ/หรือ ดื่มน้ำ/เครื่องดื่มที่ปนเปื้อนเชื้อโรคหรือสารพิษที่สร้างจากเชื้อโรคหรือสารพิษจากสิ่งอื่นๆ ที่ไม่ใช่เชื้อโรค เช่น เห็ดพิษ สารหนู และโลหะหนัก (เช่น ตะกั่ว) โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดกับนักท่องเที่ยวเดินทาง มักเกิดจากติดเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งเรียกว่า โรคท้องเสียของนักท่องเที่ยวเดินทาง (Travelers' diarrhea) อาหารเป็นพิษเกิดจากเชื้อโรค สามารถเป็นโรคติดต่อได้และพบการระบาดได้เป็นครั้งคราว โดยนิยามของการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ คือ เกิด อาการท้องเสีย อาจร่วมกับอาการทางกระเพาะอาหาร

และลำไส้อื่นๆ เช่น ปวดท้อง ขึ้นพร้อมกันหรือต่อเนื่องกันอย่างน้อยตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยมีสาเหตุมาจากอาหาร และ/หรือ น้ำดื่ม แบคทีเรียที่พบก่อโรคอาหารเป็นพิษมีหลายชนิดที่พบบ่อย คือ สแตฟฟีโลคอกคัส (Staphylococcus) อีโคไล (E. coli) บิดชิเกลลา (Shigella) ไทฟอยด์ (Salmonella) เชื้อแบคทีเรียในกลุ่มเดียวกับบาดทะยัก (Clostridium) อหิวาตกโรค (Cholera) และลิสทีเรีย (Listeria monocytogenes) โรคอาหารเป็นพิษที่เป็นสาเหตุรองลงมาจากเชื้อแบคทีเรีย คือ ไวรัสที่พบบ่อย คือ ไวรัสตับอักเสบ เอ และอะดีโนไวรัส (Adenovirus) นอกจากนั้นที่พบได้บ้าง คือ การปนเปื้อนปรสิต (Parasite) เช่น บิดมีตัว (Amoeba) ส่วนการปนเปื้อนสารพิษ ที่พบบ่อย คือ จากเห็ดพิษ สารพิษปนเปื้อนในอาหารทะเล สารหนู และสารโลหะหนักดังกล่าว เมื่อเชื้อโรคหรือสารพิษเข้าสู่กระเพาะอาหารและลำไส้จะมีกลไกทำให้เกิดอาการได้เป็นสองแบบ ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของเชื้อหรือสารพิษ

กลไกแรก เป็นกลไกที่ก่ออาการท้องเสียไม่รุนแรง เรียกว่า Noninflammatory type โดยเชื้อจะก่ออาการเฉพาะกับเยื่อเมือกบุลำไส้เล็กเท่านั้น ไม่รุกรานเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นอาการส่วนใหญ่จึงเป็นท้องเสียเป็นน้ำโดยไม่ถ่ายเป็นมูกหรือเป็นเลือด และมีอาการปวดท้องไม่มากแต่จะทำให้ร่างกายขาดน้ำได้มาก เช่น จากเชื้อ อีโคไล สายพันธุ์ไม่รุนแรง (อีโคไล มีหลายสายพันธุ์ย่อย) และไม่ค่อยมีอาการร่วมอื่นๆ

อีกกลไกหนึ่ง ปวดท้องมาก คลื่นไส้ อาเจียน ไข้สูง ปวดเมื่อยเนื้อตัวและปวดข้อ และเมื่อเป็นเชื้อชนิดรุนแรง เช่น เชื้อแบคทีเรียในกลุ่มบาดทะยัก สารพิษของเชื้อนี้ สามารถทำลายประสาทได้ ส่งผลให้กล้ามเนื้ออ่อนแรงเป็นอัมพาตและรวมทั้งกล้ามเนื้อหายใจ หายใจไม่ได้ หยุดหายใจ และเสียชีวิตในที่สุดเป็นกลไกที่รุนแรง เรียกว่า Inflammatory type คือ เชื้อทำลายเยื่อเมือกของลำไส้เล็กและรุกรานผ่านเยื่อเมือกเข้าสู่กระแสโลหิต (เลือด) ไปทั่วร่างกาย ดังนั้น อาการท้องเสียจึงมักเป็นมูกเป็นเลือดหรือมูกเลือดและมักร่วมกับมีอาการร่วมอื่นๆ เช่น Enterobacteriaceae เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไป ทั้งในน้ำ ในดิน พืชผัก ลำไส้คน และสัตว์ หรือแมลง จึงทำให้เกิดปนเปื้อนได้ทุกที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ที่มีความชื้นหรืออาจปนเปื้อนได้จากสิ่งขับถ่าย เช่น ในบริเวณส้วม ภาชนะ และสิ่งของเครื่องใช้ที่ผ่านการหยิบจับด้วยมือ จึงเป็นสาเหตุการปนเปื้อนในน้ำ อาหาร เครื่องดื่ม ในด้านการก่อโรค เชื้อโรคในกลุ่มนี้มีบทบาทในการก่อโรคทางลำไส้ที่สำคัญ ได้แก่ salmonella, Shigella ส่วนสมาชิกตัวอื่นๆ มักพบเป็นสาเหตุการติดเชื้อที่ส่วนอื่น เกิดการอักเสบในร่างกายได้ทุกส่วน การติดเชื้อในกระแสโลหิตและการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ สมาชิกในกลุ่ม Enterobacteriaceae นั้นเป็นปัญหาสำคัญทางการแพทย์ อันเนื่องมาจากการดื้อยาปฏิชีวนะของสมาชิกใน Enterobacteriaceae พบได้ทั่วไป จึงเป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อในโรงพยาบาลและในผู้ที่อ่อนแอ จนเป็นสาเหตุให้เสียชีวิตได้ง่ายโรคอาหารเป็นพิษเป็นคำกว้างๆ ที่ใช้อธิบายถึงอาการป่วยที่เกิดจากการรับประทานอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อน สาเหตุอาจเกิดจากการปนเปื้อนของสารเคมีหรือโลหะหนัก ที่พบว่าเป็นสาเหตุของอาหารเป็นพิษได้บ่อยครั้งได้แก่

- สารพิษของแบคทีเรีย ที่เจริญเติบโตในอาหารก่อนการบริโภค เช่น สารพิษของเชื้อ *V.parahaemolyticus, Clostridium botulinum , Staphylococcus aureus, Bacillus cereus* หรือผลิตสารพิษในลำไส้เมื่อบริโภคเข้าไป เช่น *Clostridium perfringens*

- จากการติดเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส หรือพยาธิ เช่น อุจจาระร่วงสาเหตุจาก *Escherichia coli*, salmonellosis, shigellosis, viral gastroenteritis, trichinosis ฯลฯ
- สารพิษจากสาหร่ายบางสายพันธ์ (harmful algae species) เช่น ciguatera fish poisoning, paralytic shellfish poisoning ฯลฯ) หรือพิษปลาปักเป้า

การระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ พบได้จากการที่คนจำนวนมากรับประทานอาหารร่วมกัน และมีอาการอย่างรวดเร็วหลังจากรับประทานอาหารแล้ว การเก็บตัวอย่างส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการโดยละเอียดและทันท่วงทีเป็นส่วนสำคัญในการสอบสวนโรคผู้ป่วยเพียงรายเดียว อาจจะยากในการค้นหาสาเหตุ ยกเว้น botulism ที่มีอาการทางคลินิกที่เด่นชัด โรคอาหารเป็นพิษอาจจะเป็นสาเหตุที่พบบ่อยมากในการป่วยเฉียบพลัน แต่การรายงานผู้ป่วยและการระบาดของโรคยังต่ำกว่าความเป็นจริงมาก

ซัลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)

1. ลักษณะของแบคทีเรีย

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ที่มีรูปร่างเป็นแท่งสั้นไม่สร้างสปอร์เจริญเติบโตในสภาวะที่มีหรือไม่มีอากาศก็ได้ (facultative anaerobe)และอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์ สมบัติทางชีวเคมีแบคทีเรียในกลุ่มนี้จัดได้ว่าเป็น pathogens ที่พบได้ทุกหนทุกแห่ง และ ทั่วโลก ดังภาพที่ 2.1โดยเข้ามามีบทบาทไม่เฉพาะแต่ในคนเท่านั้น หากยังพบได้ในสัตว์ทั่วๆ ไป เช่น สัตว์เลี้ยงคลาน นก และแมลงต่างๆ (อรุณ บ่างตระกูลนนท์, 2557, น.2)

ภาพที่ 2.1 รูปร่างของเชื้อซัลโมเนลลา
หมายเหตุ. จาก http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR19.pdf. โดย สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559

2. อาการและการเกิดโรค

2.1 ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ช่วงระยะเวลาฟักตัวของโรคอยู่ระหว่าง 5 ชั่วโมงถึง 5 วัน แต่ปกติสัญญาณบอกอาการของโรคมักเริ่มขึ้นประมาณ 12 - 36 ชั่วโมง หลังจากได้รับเชื้อ ในกรณีที่ได้รับเชื้อเป็นจำนวนมาก อาการจะปรากฏขึ้นเร็วกว่าปกติหรือถ้าบุคคลไวต่อเชื้อมากเป็นพิเศษ อาการก็จะปรากฏเร็วขึ้นกว่าปกติด้วย อาการของผู้ป่วยประกอบด้วย ท้องเดิน คลื่นไส้ ปวดท้อง ไข้สูงปานกลาง หนาวสั่น อาการท้องร่วง จะรุนแรงต่างกันตามลักษณะการถ่ายอุจจาระ เช่น อุจจาระอาจมีลักษณะเหลวคล้ายน้ำซุปผักจนถึงการถ่ายเป็นน้ำและเกิดอาการขาดน้ำขึ้น (dehydration) ในบางครั้งผู้ป่วยอาจอาเจียน อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปวดศรีษะ กระสับกระส่าย โดยทั่วไปอาการดังกล่าวจะปรากฏอยู่นาน 2 - 5 วัน (อรุณ บ่างตระกูลนนท์, 2557, น.12)

2.2 โรคติดเชื้อในกระแสโลหิต เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาเข้าไปในกระแสโลหิต สืบเนื่องจากเชื้อฟักตัวในลำไส้เล็กแล้วเข้าสู่กระแสโลหิต ผู้ป่วยอาจจะมีไข้สูง ปวดหลัง ปวดท้อง และเจ็บหน้าอก หนาวสั่น เหงื่อออกตามลำตัวไม่สบาย เบื่ออาหาร น้ำหนักลด อาการที่เกิดขึ้นอาจเป็นแบบสั้นๆ หรือเป็นแบบเรื้อรังก็ได้ โดยเชื้อซัลโมเนลลาอาจจะเข้าไปอยู่ในช่องว่าง (lumen) ของลำไส้เล็กส่วนปลายและเพิ่มจำนวนขึ้น หลังจากนั้นจะไชผ่านผนังลำไสเล็กเข้าสู่ระบบท่อน้ำเหลือง และจะทำลายเม็ดเลือดขาว จากนั้นจะเข้าไปในกระแสโลหิตทำให้เลือดเป็นพิษ (Septiceamia) (อรุณ บางตระกูลนนท์, 2557, น.14)

3. การป้องกันและการรักษา

ยังไม่มีวัคซีนป้องกันผู้ติดเชื้อซัลโมเนลลา โดยพบว่าการบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์อาหารจากสัตว์มีโอกาสที่จะได้รับเชื้อจากการปนเปื้อน ผู้บริโภคจึงไม่ควรกินอาหารดิบหรือไข่ เนื้อไก่หรือเนื้อที่ไม่ผ่านการปรุงให้สุกอาหารบางชนิด เช่น ไข่ ที่มักใช้เป็นส่วนประกอบในการทำอาหารโดยไม่ผ่านการปรุง เช่น น้ำสลัด อาหารประเภทเนื้อสัตว์ ต้องปรุงให้สุกพอดี น้ำนมและผลิตภัณฑ์น้ำนมต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยเทคนิค pasteurized การปนเปื้อนจากอาหารเป็นสิ่งที่ต้องระมัดระวัง อาหารที่ยังไม่ผ่านการปรุงให้สุกต้องเก็บไว้แยกต่างหากจากอาหารที่ปรุงสุกแล้ว และแยกออกจากอาหารที่พร้อมบริโภค มือ เขียง โต๊ะ มีด และอุปกรณ์เครื่องใช้ในการประกอบอาหารควรล้างหลังจากใช้ร่วมกับอาหารที่ยังไม่ผ่านการปรุง ล้างมือทุกครั้งก่อนประกอบอาหารและระหว่างสัมผัสอาหารต่างชนิดกัน (อรุณ บางตระกูลนนท์, 2557, น.18)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซัลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ วรวุฒิ วิเศษโส และกรรัตน์ คุ้มกระ เรื่อง การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ในพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทยเพื่อศึกษาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ระหว่าง ปี 2553 – 2554

อุปกรณ์และวิธีการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ในพื้นที่ 7 จังหวัดทางภาคตะวันตกของประเทศไทย ได้แก่ นครปฐม กาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร รวม 1,633 ตัวอย่าง โดยปี 2553 เก็บจำนวน 581 ตัวอย่าง จำแนกเป็นตัวอย่างจากโรงฆ่าสัตว์จำนวน 527 ตัวอย่าง และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์จำนวน 54 ตัวอย่าง ส่วนในปี 2554 รวมจำนวน 1,052 ตัวอย่าง จำแนกเป็นตัวอย่างจากโรงฆ่าสัตว์จำนวน 597 ตัวอย่าง และจำแนกเป็นตัวอย่างจากสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์จำนวน 455 ตัวอย่าง โดย

ตัวอย่างเนื้อสัตว์เป็นเนื้อชนิดไม่ติดมันและพังผืด น้ำหนักไม่น้อยกว่า 500 กรัม บรรจุในถุงพลาสติกชนิดหนา 2 ชั้นปิดสนิทนำตัวอย่างไปแช่แข็งทันทีนาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างใส่กล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งเก็บในสภาพแช่แข็ง ส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตว์แพทย์ภาคตะวันตก จังหวัดราชบุรี ภายใน 24 ชั่วโมง

จากการตรวจวิเคราะห์ พบว่าในปี 2553 พบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ 154 ตัวอย่าง คิดเป็น 29.22% โดยจังหวัดที่พบเชื้อซัลโมเนลลามากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่ สมุทรสาคร 75% (12/16) ประจวบคีรีขันธ์ 40.63 (13/32) สมุทรสงคราม 40%(2/5) เพชรบุรี 34.88% (30/86) ราชบุรี 28.57%(32/112) กาญจนบุรี 26.01% (58/223) และนครปฐม 13.21% (7/53) ส่วนตัวอย่างที่เก็บจากสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ในปี 2553 พบเชื้อซัลโมเนลลา 19 ตัวอย่าง จากตัวอย่างที่ส่งตรวจทั้งหมด 54 ตัวอย่าง คิดเป็น 35.19% โดยจังหวัดที่พบมากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่ สมุทรสาคร 100% (2/2) กาญจนบุรี 50 (1/2) ประจวบคีรีขันธ์ 40 (4/10) นครปฐม 33.33% (1/3) เพชรบุรี 32.14% (9/28) ราชบุรี 28.57% (2/7) และสมุทรสงคราม ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาทุกตัวอย่าง 0% (0/2) (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ ปี 2553

จังหวัด	โรงฆ่าสัตว์		สถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์		
	จำนวนที่ตรวจ	จำนวนที่พบ (%)	จำนวนที่ตรวจ	จำนวนที่พบ (%)	P-value
นครปฐม	53	7(13.21)	3	1(33.33)	0.376
กาญจนบุรี	223	58(26.01)	2	1(50)	0.456
ราชบุรี	112	32(28.57)	7	2(28.57)	1.000
เพชรบุรี	86	30(34.88)	28	9(32.14)	0.791
ประจวบคีรีขันธ์	32	13(40.63)	10	4(10)	1.000
สมุทรสงคราม	5	2(40)	2	0(0)	1.000
สมุทรสาคร	16	12(75)	2	2(100)	0.361
รวม	527	154(29.22)	54	19(35.19)	0.361

หมายเหตุ. จาก *การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์* (น. 56), โดย วรวุฒิ วิเศษโส, 2554, นครปฐม: สำนักพิมพ์สำนักงานปศุสัตว์.

จากการตรวจวิเคราะห์พบว่าในปี 2554 พบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ 179 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 597 ตัวอย่างคิดเป็น 29.98% โดยจังหวัดที่พบเชื้อซัลโมเนลลามากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ 63.16(24/38) สมุทรสาคร 42.86%(6/14) นครปฐม 35.71% (25/70) กาญจนบุรี 29.32% (73/249) ราชบุรี 26.56% (34/128) สมุทรสงคราม 25% (2/8) และ เพชรบุรี 16.67% (15/90) ส่วนตัวอย่างที่เก็บจากสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ในปี 2554 พบ

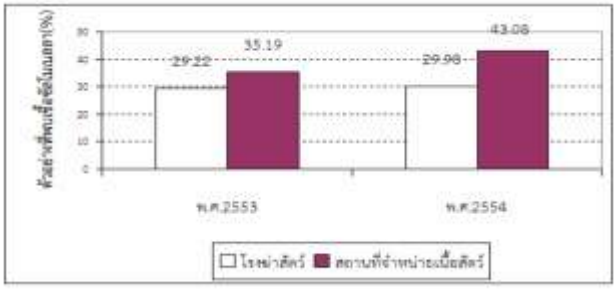
เชื้อซัลโมเนลลา 196 ตัวอย่าง จากตัวอย่างที่ส่งตรวจทั้งหมด 455 ตัวอย่าง คิดเป็น 43.08% โดยจังหวัดที่พบมากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่ สมุทรสาคร 80%(16/20) สมุทรสงคราม 65%(13/20) ประจวบคีรีขันธ์ 64.91%(74/114) นครปฐม 49.44%(44/89) กาญจนบุรี 43.48%(10/23) ราชบุรี 30.51%(18/59) และเพชรบุรี 16.15%(21/130) (ดังตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ ปี 2554

จังหวัด	โรงฆ่าสัตว์		สถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์		
	จำนวนที่ตรวจ	จำนวนที่พบ (%)	จำนวนที่ตรวจ	จำนวนที่พบ (%)	P-value
นครปฐม	70	25(35.71)	89	44(49.44)	0.083
กาญจนบุรี	249	73(29.32)	23	10(43.48)	0.158
ราชบุรี	128	34(26.56)	59	18(30.51)	0.576
เพชรบุรี	90	15(16.67)	130	21(16.15)	0.920
ประจวบคีรีขันธ์	38	24(63.16)	114	74(64.91)	0.845
สมุทรสงคราม	8	2(25)	20	13(65)	0.096
สมุทรสารคร	14	6(42.86)	20	16(80)	0.036
รวม	**597**	**179(29.98)**	**455**	**196(43.08)**	**<0.001**

หมายเหตุ. จาก *การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์* (น. 58), โดย วรวุฒิ วิเศษโส, 2554, นครปฐม: สำนักพิมพ์สำนักงานปศุสัตว์.

ผลและการสรุปผล จากการตรวจวิเคราะห์การตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร ที่พบจากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ระหว่างปี 2553 และ ปี 2554 พบว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสุกรในปี 2554 มีค่าเพิ่มขึ้นจากปี 2553 และตัวอย่างเนื้อสุกรจากสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์มีค่าสูงกว่า โรงฆ่าสัตว์ ซึ่งในปี 2553 พบ 35.19% ในปี 2554 พบ 43.08% ผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคเนื้อสุกรในประเทศไทยต่อไป ดังภาพที่ 2.2



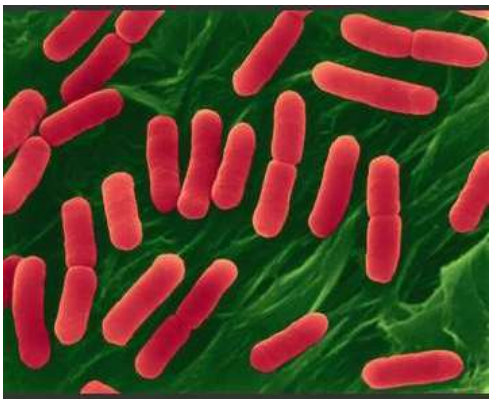
ภาพที่ 2.2 ภาพเปรียบเทียบเชื้อซัลโมเนลลาที่พบจากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ระบุการกำจัดเชื้อซาลโมเนลลาไว้หลายวิธี ได้แก่ ใช้สารเคมี (Anuraj, et al., 2015) ใช้ก๊าซโอโซนและความร้อน (Hye-Jung, et al., 2014) ใช้ก๊าซโอโซนและแสง UV (Katherine, et al., 2008) และที่นิยมมาก คือ ใช้ก๊าซโอโซน (Khawla, et al., 2005; Elif, et al., 2006; Marı, et al., 2008; Mi-Ran, et al., 2012; Emrah, et al., 2013; Wei Keat, et al., 2014; Nurul, et al., 2014; Ilgaz et al., 2015)

อีโคไล (*Escherichia coli*)

1. ลักษณะของแบคทีเรีย

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ที่มีรูปร่างเป็นแท่งจะพบได้ที่ในลำไส้ของเด็กผู้ใหญ่และสัตว์เลือดอุ่นเกือบทุกชนิด ดังภาพที่ 2.3 เป็นดัชนีในการบ่งบอกการปนเปื้อนของอุจจาระจากสัตว์เลือดอุ่น พบในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่ให้ความร้อนไม่เพียงพอ น้ำนมดิบ เนยแข็ง อาหาร ที่มีการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายน้ำที่ผ่านการบำบัดไม่ดีและนำมาใช้ล้างวัตถุดิบ



ภาพที่ 2.3 ภาพรูปร่างของเชื้ออีโคไล
หมายเหตุ. จาก http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR19.pdf. โดย สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559

2. อาการและการเกิดโรค

เชื้ออีโคไลทำให้เกิดการติดเชื้อโดยเกาะกับผนังเซลล์ของอวัยวะส่วนต่างๆ เช่น ไต กระเพาะปัสสาวะ และจะสร้างสารช่วยในการยึดเกาะให้เชื้ออยู่ในบริเวณนั้นได้และจะสร้างสารต่างๆ ออกมาเพื่อทลายเซลล์ก่อให้เกิดโรคติดเชื้อขึ้น เชื้ออีโคไลทำให้เกิดกลุ่มอาการที่สำคัญ คือ การติดเชื้อที่ทางเดินปัสสาวะ เยื่อหุ้มสมองอักเสบในทารก และท้องร่วง (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559, น. 14-17)

ท้องร่วง มักเกิดกับทารก ผู้ที่เดินทางไปต่างถิ่นหรือผู้ที่รับประทานอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไลหรือผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง โดยเชื้อจะเกาะติดกับผนังลำไส้จากนั้นจะสร้างสารพิษที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วงได้เชื้ออีโคไลบางสายพันธุ์สามารถผลิตสารพิษ (Toxin) ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคที่มีความรุนแรงมาก ๒ ชนิด คือ ชิก้าท๊อกซิน (Shiga toxin) และเอ็นเทอร์โรท๊อกซิน (Enterotoxin) สารพิษชิก้าท๊อกซิน สามารถทำให้เกิดท้องร่วงอย่างรุนแรงในการเกิดโรคเชื้อจะเข้าสู่เซลล์และทำลายเซลล์ทำให้เกิดโรคท้องร่วงที่มีเลือดออกและมีไข้ร่วมด้วย ส่วนสารพิษเอ็เทอร์โรท๊อกซิน ทำให้เกิดการท้องร่วง เป็นน้ำซาวข้าวคล้ายอหิวาห์โดยการกระตุ้นให้เกิดการหลั่งน้ำเข้าสู่ช่องท้อง

3. การป้องกันและการรักษา

ปกติแล้วการรักษาอาการท้องร่วงจากเชื้ออีโคไลมักไม่นิยมใช้ยา แต่จะให้ผงน้ำตาลเกลือแร่เพื่อทดแทนการสูญเสียน้ำของร่างกาย อย่างไรก็ตาม ในผู้ป่วยที่มีอาการท้องร่วงจากเชื้ออีโคไลสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดอาการที่รุนแรง ควรพิจารณาให้ยาปฏิชีวนะที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ เช่น กลุ่มฟลูออโรควิโนโลน (Fluoroquinolone) อย่างน้อย 3 วัน ร่วมกับการให้ผงน้ำตาลเกลือแร่เพื่อทดแทนการสูญเสียน้ำของร่างกาย

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อีโคไล (*Escherichia coli*)

คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านจำนวนโคลิฟอร์ม ในอาหารพร้อมบริโภคประเภทต่างๆ จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านจำนวนโคลิฟอร์ม ในอาหารพร้อมบริโภคประเภทต่างๆ จำนวน 50 ตัวอย่าง พบอาหารพร้อมบริโภคไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพจำนวน 32 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 64.00 โดยพบว่าอาหารไม่ผ่านความร้อนและเครื่องดื่มมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพสูงที่สุด (ร้อยละ 100) รองลงมาคือ อาหารผ่านความร้อนน้อยและอาหารผ่านความร้อนมาก โดยมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพร้อยละ 40.00 และ 29.41 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 และ ตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 จำนวนและร้อยละของอาหารแต่ละประเภทตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านโคลิฟอร์มของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ประเภทอาหาร	จำนวนและร้อยละของอาหารตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านโคลิฟอร์ม		รวม
	ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	
อาหารผ่านความร้อนมาก	5 (29.41)	12(70.59)	17
อาหารผ่านความร้อนน้อย	4(40.00)	6(60.00)	10
อาหารไม่ผ่านความร้อน	5(100.00)	0(0.00)	5
เครื่องดื่ม	18(100.00)	0(0.00)	18
รวม	32(64.00)	18(36.00)	50

หมายเหตุ. จาก *การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่าย* (น.34), โดย ศิริพร ทวีโรจนการ, 2552, สุราษฎร์ธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านจำนวนอีโคไลในอาหารพร้อมบริโภคประเภทต่างๆ จำนวน 50 ตัวอย่าง พบอาหารพร้อมบริโภคไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพจำนวน 47 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 94.00 โดยพบว่าอาหารผ่านความร้อนน้อยอาหารไม่ผ่านความร้อนและเครื่องดื่มมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพสูงที่สุด (ร้อยละ 100) และอาหารผ่านความร้อนมากมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพร้อยละ 17.65 ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 จำนวนและร้อยละของอาหารแต่ละประเภทตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านจำนวนอีโคไลของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ประเภทอาหาร	จำนวนและร้อยละของอาหารตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านโคลิฟอร์ม		รวม
	ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	
อาหารผ่านความร้อนมาก	5 (29.41)	12(70.59)	17
อาหารผ่านความร้อนน้อย	4(40.00)	6(60.00)	10
อาหารไม่ผ่านความร้อน	5(100.00)	0(0.00)	5
เครื่องดื่ม	18(100.00)	0(0.00)	18
รวม	47 (94)	3(6.00)	50

หมายเหตุ. จาก *การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่าย* (น.35), โดย ศิริพร ทวีโรจนการ, 2552, สุราษฎร์ธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

5. งานวิจัยเกี่ยวกับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในอาหารพร้อมบริโภคประเภทต่างๆ จำนวน 50 ตัวอย่าง พบอาหารพร้อมบริโภคไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพจำนวน 38 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 76.00 โดยพบว่าอาหารไม่ผ่านความร้อนมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพสูงที่สุด (ร้อยละ 100) รองลงมาคือ อาหารผ่านความร้อนน้อย เครื่องดื่มและอาหาร ผ่านความร้อนมาก โดยมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพร้อยละ 80.00, 77.78 และ 64.71 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 จำนวนและร้อยละของอาหารแต่ละประเภทตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ประเภทอาหาร	จำนวนและร้อยละของอาหารตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านโคลิฟอร์ม		รวม
	ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	
อาหารผ่านความร้อนมาก	11 (64.71)	6(35.29)	17
อาหารผ่านความร้อนน้อย	8(80.00)	2(20.00)	10
อาหารไม่ผ่านความร้อน	5(100.00)	0(0.00)	5
เครื่องดื่ม	14(77.78)	4(22.22)	18
รวม	38 (76.00)	12(24.00)	50

หมายเหตุ. จาก *การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่าย* (น.35), โดย ศิริพร ทวีโรจนการ, 2552, สุราษฎร์ธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

จากการประเมินคุณภาพอาหารพร้อมบริโภคประเภทต่างๆ ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์โดยรวม พบอาหารพร้อมบริโภคไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพจำนวน 49 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 98.00 โดยพบว่าอาหารผ่านความร้อนน้อย อาหารไม่ผ่านความร้อนและเครื่องดื่มมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพสูงที่สุด (ร้อยละ 100) และอาหารผ่านความร้อนมาก มีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพร้อยละ 94.12 ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 จำนวนและร้อยละของอาหารแต่ละประเภทตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์โดยรวมของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ประเภทอาหาร	จำนวนและร้อยละของอาหารตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้านโคลิฟอร์ม		รวม
	ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	
อาหารผ่านความร้อนมาก	16(94.12)	1(5.88)	17
อาหารผ่านความร้อนน้อย	10(100.00)	0(0.00)	10
อาหารไม่ผ่านความร้อน	5(100.00)	0(0.00)	5
เครื่องดื่ม	18(100.00)	0(0.00)	18
รวม	49(98.00)	1(2.00)	50

หมายเหตุ. จาก *การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่าย* (น.37), โดย ศิริพร ทวีโรจนการ, 2552, สุราษฎร์ธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

จากการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภค 4 ประเภท ได้แก่ อาหารผ่านความร้อนมาก อาหารผ่านความร้อนน้อย อาหารไม่ผ่านความร้อนและเครื่องดื่ม จำนวน 50 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายบริเวณซอย 1 ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม 2552 สรุปได้ว่า

1) อาหารพร้อมบริโภคทุกประเภทไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพด้านจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 76.00 โดยพบว่าอาหารไม่ผ่านความร้อนมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพสูงที่สุด (ร้อยละ 100) รองลงมาคือ อาหารผ่านความร้อนน้อย เครื่องดื่มและอาหารผ่านความร้อนมากโดยมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพร้อยละ 80.00, 77.78 และ 64.71 ตามลำดับ

2) สามารถพบอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพด้านจำนวนโคลิฟอร์มจากอาหารทุกประเภท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 64.00 โดยพบว่า อาหารไม่ผ่านความร้อนและเครื่องดื่มมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพสูงที่สุด (ร้อยละ 100) รองลงมาคือ อาหารผ่านความร้อนน้อยและอาหารผ่านความร้อนมาก โดยมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพร้อยละ 40.00 และ 29.41 ตามลำดับ

3) การตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจำนวนอีโคไลจากอาหารทุกประเภท สามารถพบอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพซึ่งคิดเป็นร้อยละ 94.00 โดยพบว่าอาหารผ่านความร้อนน้อยอาหารไม่ผ่านความร้อนและเครื่องดื่มมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพสูงที่สุด (ร้อยละ 100) และอาหารผ่านความร้อนมากมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพร้อยละ 17.65

4) การประเมินคุณภาพอาหารพร้อมบริโภคประเภทต่างๆ ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์โดยรวม พบอาหารพร้อมบริโภคไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ คิดเป็นร้อยละ 98.00 โดยพบว่าอาหารผ่านความร้อนน้อย อาหารไม่ผ่านความร้อนและเครื่องดื่มมีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพสูงที่สุด (ร้อยละ 100) และอาหารผ่านความร้อนมาก มีสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพร้อยละ 94.12

การป้องกันและควบคุมโรค

มาตรการป้องกัน การป้องกันและควบคุมโรคอาหารเป็นพิษทุกสาเหตุ มาตรการป้องกันโดยใช้กฎหลัก 10 ประการในการเตรียมอาหารที่ปลอดภัย ดังนี้

1. เลือกอาหารที่ผ่านการเตรียมเป็นอย่างดี
2. ปรุงอาหารที่สุก
3. ควรกินอาหารที่สุกใหม่ๆ
4. ระมัดระวังอาหารที่ปรุงสุกแล้วอย่าให้มีการปนเปื้อน
5. อาหารที่ค้างมื้อต้องทำให้สุกใหม่ก่อนรับประทาน
6. แยกอาหารดิบและอาหารสุก ให้ระมัดระวังการปนเปื้อน
7. ล้างมือก่อนจับต้องอาหารเข้าสู่ปาก
8. ให้พิถีพิถันเรื่องความสะอาดของห้องครัว
9. เก็บอาหารให้ปลอดภัยจากแมลง หนู หรือสัตว์อื่นๆ
10. ใช้น้ำสะอาด

โดยหลักการคือ ป้องกันอาหารมิให้เกิดการปนเปื้อนที่สำคัญคือให้ความรู้แก่ผู้ปรุงในด้านวิธีการปรุง การเก็บอาหารและพฤติกรรมอนามัยส่วนบุคคล

การควบคุมผู้ป่วย ผู้สัมผัส และสิ่งแวดล้อม

รายงานให้สาธารณสุขจังหวัดทราบเพื่อดำเนินการสอบสวนโรค และดำเนินการควบคุมการระบาดของโรค การรักษาจำเพาะ คือ การให้น้ำเกลือทดแทน

1. มาตรการในระยะระบาด:

— ทบทวนรายงานผู้ป่วยเพื่อพิจารณาเวลาและสถานที่สัมผัสกับโรคและประชากรกลุ่มเสี่ยง ดำเนินการตรวจเช็คราย ชื่ออาหารที่รับประทานและแช่อาหารที่เหลือไว้ในตู้เย็น การซักถามอาการทางคลินิคร่วมกับการประมาณเวลาของระยะฟักตัวจะช่วยในการตั้งสมมติฐานของเชื้อสาเหตุ ให้เก็บตัวอย่างอาเจียน อุจจาระ ส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ พร้อมกับการวินิจฉัยเบื้องต้นประกอบไปด้วย สัมภาษณ์ผู้ป่วยโดยการสุ่มมาจำนวนหนึ่ง เปรียบเทียบอัตราป่วยตามชนิดอาหารในกลุ่มที่รับประทาน และไม่ได้รับประทาน อาหารที่สงสัย คือ ชนิดอาหารที่มีความแตกต่างของอัตราป่วยทั้งกลุ่ม โดยกลุ่มที่รับประทานจะมีอัตราป่วยที่สูงกว่า

— ซักถามแหล่งที่มาของอาหารที่สงสัยและวิธีการปรุง และการเก็บถนอมอาหารก่อนนำไปบริโภค ตรวจหาแหล่งที่อาจมีการปนเปื้อนและช่วงเวลาของการแช่ในตู้เย็น และการอุ่นอาหารเพื่อคำนวณเวลาที่เชื้อแบ่งตัว ส่งอาหารที่เหลือที่สงสัยตรวจทางห้องปฏิบัติการ การตรวจแยกเชื้อไม่พบ ไม่ได้บอกว่าไม่มีการติดเชื้อ ถ้าอาหารนั้นถูกอุ่นเพราะสารพิษทนทานต่อความร้อนได้ดี ตรวจผู้ปรุงอาหารโดยละเอียดว่ามีการติดเชื้อของผิวหนัง โดยเฉพาะที่มือหรือไม่เพาะเชื้อจากแผลทุกแห่ง และเก็บตัวอย่างจากโพรงจมูกจากผู้ปรุงอาหารทุกคน การทำ Antibiogram และหรือการทำ phage typing ของเชื้อ *S.aureus* ที่สร้าง enterotoxin ที่แยกได้จากอาหาร และผู้ปรุงอาหารและจากอาเจียนหรืออุจจาระของผู้ป่วย อาจช่วยอธิบายสาเหตุของการระบาดได้

2. โอกาสที่จะเกิดการระบาดใหญ่ มีโอกาสที่จะเกิดในสภาวการณ์ที่จะต้องเลี้ยงคนหมู่มาก และไม่มีการแช่เย็นเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการเดินทางโดยเครื่องบิน

โอโซน

โอโซน คือ สารชนิดหนึ่งที่ถูกผลิตขึ้นจากออกซิเจนที่มีอยู่ทั่วไปในอากาศ โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือแสงอัลตร้าไวโอเวตเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของออกซิเจนจาก 2 อะตอมให้เป็น 3 อะตอม ใน 1 โมเลกุล ก็คือ ออกซิเจนที่มีพลัง (Active Oxygen) โอโซนเป็นสารที่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ดี และรวดเร็วกว่าคลอรีนถึง 3,000 เท่า ในเงื่อนไขเดียวกันนอกจากจะฆ่าเชื้อโรคแล้วโอโซนยังสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ได้ดี

ลักษณะพื้นฐานของโอโซน

โอโซน (O_3) (ธารกมล ถาวรพานิช, 2543) บริสุทธิ์จะกลั่นเป็นของเหลวสีน้ำเงินเข้ม หรือม่วงเข้มซึ่งระเบิดได้ง่ายที่ความเข้มข้นต่ำของผสมโอโซนกับออกซิเจนในส่วนผสมมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ จะระเบิดได้ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะก๊าซหรือของเหลวการระเบิดอาจจะเกิดจากตัวเร่งปฏิกิริยา สารอินทรีย์ การช็อต ประกายไฟ หรือการเปลี่ยนอุณหภูมิและความดันอย่างกะทันหันสำหรับคุณสมบัติที่สำคัญแสดงในตารางที่ 2.8

คุณสมบัติของโอโซน

1) มีความสามารถละลายน้ำได้ดีกว่าแก๊ส โดยการละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง
2) โอโซนมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยจะทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับผนังเซลล์ของจุลินทรีย์
3) โอโซนสามารถสลายตัวได้เองและไม่มีสารพิษตกค้าง
4) โอโซนเป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรงกว่าคลอรีนและมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อโรคอื่นๆ ที่ดีกว่าคลอรีนและสารทำความสะอาดอื่นๆ
5) โอโซนเกิดจากรังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงแดด และถูกผลิตขึ้นเพื่อใช้ในทางการค้าจากแสง UV ที่ความถี่ 185 nm หรือ Corona discharge โดยทั่วไปจะพบ Corona discharge ที่ความเข้มข้นของอากาศ 1-3% w / w และที่ความเข้มข้นของออกซิเจน 2-12% w / w

จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโอโซน สามารถใช้แทนคลอรีนได้ และในปี 1997 โอโซนได้รับการยอมรับจาก GRAS ว่ามีความปลอดภัยในการใช้และไม่มีสารเคมีตกค้างโดย EPRI ยอมให้มีการใช้โอโซนในอุตสาหกรรมได้ โดยภาคอุตสาหกรรมได้ให้ความสนใจถึงวิธีการและรายละเอียดของการใช้โอโซนในการเป็นสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติโอโซน

คุณสมบัติ	ข้อมูล
น้ำหนักโมเลกุล	48.0
จุดเดือด (ความดันบรรยากาศ 760 torr)	-111.9 ˚C
จุดหลอมเหลว (ความดันบรรยากาศ 760 torr)	-192.7 ± 0.2 ˚C
อุณหภูมิวิกฤต	-12.1 ˚C
ความดันวิกฤต	54.6 บรรยากาศ
ปริมาตรวิกฤต	0.146 ลิตรต่อโมล
ความหนาแน่นวิกฤต	0.437 กรัมต่อลบ.ซม.
ความหนาแน่นก๊าซ (0 ˚C)	2.144 กรัมต่อลิตร
ความหนาแน่นของเหลว (-183 ˚C)	1.57 กรัมต่อลบ.ซม.
ความตึงผิว (-183 ˚C)	38.4 ± 0.7 dynes/cm
ความหนืด (ของเหลว-183 ˚C)	1.55 ± 0.22 cp
เวลาครึ่งชีวิต	15 นาที
เอนทาลปีของการระเหย	75.6 แคลอรีต่อกรัม (-122 ˚C)
การดูดกลืนรังสี UV	ที่ความยาวคลื่น 352 นาโนเมตร
IDLH	75 ppm
TLV (light work)	0.1 ppm
TLV-TWA	1 ppm
LD_{50} (ได้รับทางปากหนูทดลอง)	376 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

หมายเหตุ. จาก *คุณและโทษของแก๊สโอโซน* (น. 485), โดย สรันยา เฮงพระพรหม, 2550, กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.

ประโยชน์ของการบำบัดด้วยโอโซน

เนื่องจากโอโซนมีสมบัติไม่เสถียร สามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่น ๆ ได้รวดเร็ว เป็นตัวเติมออกซิเจน (ออกซิแดนต์) ที่ดี ทำให้โอโซนถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันหลายด้าน ประโยชน์ของโอโซนที่ถูกอ้างถึงในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ การใช้ขจัดกลิ่นเหม็นชื้นกลิ่นอับตามห้อง กลิ่นเหม็นจากโรงงานอาหารสัตว์ กลิ่นจากน้ำเสีย กลิ่นหมึกพิมพ์ และกลิ่นสารเคมีตามโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ การฆ่าเชื้อในห้องผ่าตัดหรือห้องผู้ป่วย การใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย การใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง และใช้เป็นเครื่องฟอกอากาศ (เคยมีโฆษณานำเครื่องผลิตโอโซนติดภายในรถยนต์) เป็นต้น (สรันยา เฮงพระพรหม, 2550)

1. การฆ่าเชื้อโรคโดยเฉพาะแบคทีเรีย (ทำให้เกิดโรคและกลิ่นเหม็น) ที่ความเข้มข้นเพียง 0.01-0.04 PPM

2. การออกซิไดซ์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ คือ ทำลาย กลิ่น สารเคมี และก๊าซพิษได้ดี

3. ไม่ทิ้งพิษตกค้างเพราะเมื่อทำปฏิกิริยากับมลพิษเสร็จทุกครั้งจะได้ออกซิเจน (O_2) จึงเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมที่ดี

4. สามารถผลิตขึ้นได้จากอากาศทั่วไปและบริเวณที่มีไฟฟ้าใช้

5. สามารถควบคุมได้ง่ายอย่างอัตโนมัติ

6. ค่าใช้จ่ายในการใช้งานและบำรุงรักษาต่ำมากและใช้ได้ตลอดไป ไม่ต้องคอยเปลี่ยนอันใหม่เหมือนสารเคมีดับกลิ่นอื่นๆ

หลักการกำเนิดโอโซน

อากาศมีองค์ประกอบหลัก คือ ก๊าซไนโตรเจน 79% และก๊าซออกซิเจน 21% โดยประมาณ นอกจากนั้นเป็นก๊าซเฉื่อยและไอน้ำ เนื่องจากก๊าซโอโซนคือ ก๊าซที่เกิดจากการจับตัวกันของออกซิเจน 3 อะตอม ขั้นตอนการผลิต คือต้องป้องกันพลังงานจากภายนอกเข้าไปกระตุ้นให้ก๊าซออกซิเจน แตกพันธะออกเป็นอะตอมอิสระของออกซิเจน (O) แล้วจึงรวมตัวกับ (O_2) กลายเป็น (O_3) ซึ่งมีพลังงานพันธะของ (O_3) น้อยกว่า (O_2) มากนั้นคือ กรณีที่มีการเพิ่มพลังงาน ให้ระบบทีมี (O_3) อยู่พลังงานเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้ (O_3) สลายตัวได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฆ่าเชื้อโรคด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์ คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลตในผลิตภัณฑ์น้ำพริก (อรรณพ ทัศนอุดม และวรรณภา สระพินครบุรี, 2553) โดยงานวิจัยดังกล่าวเป็นการสร้างตู้ลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวี การออกแบบตู้ลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีให้สามารถปรับระยะห่างระหว่างหลอดยูวีและพื้นที่ใช้งานได้ 4 ระดับ เพื่อทำการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวี อันได้แก่ ระยะห่างระหว่างหลอดยูวี กับพื้นที่ใช้งาน และระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับแสงยูวี ว่ามีผลต่อการลดลงของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์น้ำพริกแต่ละชนิดอย่างไร ดังตาราง ที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ตู้ลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีต้นแบบ

กลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างที่				มาตรฐานกำหนด (log cfu/g)
	1	2	3	4	
แบคทีเรียทั้งหมด	3.48±0.11	4.16±0.09	4.75±0.31	5.18±0.12	4.00
ยีสต์และรา	2.91±0.03	2.41±0.86	2.59±0.57	2.26±0.61	2.00 (1.00*)
แลคติกแอสิดแบคทีเรีย	3.31±0.26	3.84±0.37	4.95±0.10	5.31±0.04	ไม่ได้กำหนด
โคลิฟอร์มและอีโคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	<3** MPN/g

หมายเหตุ. จาก *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลตในผลิตภัณฑ์น้ำพริก* (น. 72), โดย อรรณพ ทัศนอุดม และ วรรณภา สระพินครบุรี, 2554, เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

จากตาราง * เป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ใช้เฉพาะกับตัวที่ 1 (น้ำพริกปลาย่าง) เท่านั้น
** เป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ใช้เฉพาะกับตัวที่ 4 (น้ำพริกลาบ) เท่านั้น

โดยกำหนดให้ ตัวอย่างที่ 1 คือ น้ำพริกปลาย่าง ตัวอย่างที่ 3 คือ น้ำพริกแกงส้ม
ตัวอย่างที่ 2 คือ น้ำพริกแกงเผ็ด ตัวอย่างที่ 4 คือ น้ำพริกลาบ

จากตารางที่ 2.9 การที่ตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์สูงเกินกว่าระดับที่มาตรฐานกำหนด เกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งที่พบในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตและในระหว่างกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงควรต้องมีการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและกระบวนการผลิตโดยนำหลักการ GMP เข้ามาใช้เพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ เริ่มต้นในตัวอย่างน้ำพริก ทั้งนี้กระบวนการ ฆ่าเชื้อด้วยแสงยูวีนั้นเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์แทนวิธีการต่างๆ ที่มีผู้ศึกษามาแล้วได้แก่ 1) การใช้หลักการปฏิบัติที่ดี (Good Manufacturing Practice : GMP) ร่วมกับการใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ที่ 62 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที 2) การปรับสูตรและวัตถุดิบให้มีความชื้นต่ำร่วมกับการนำมาผ่านการให้ความร้อนโดยการคั่วและ 3) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นร่วมกับการใช้สภาวะสุญญากาศ เนื่องจากการใช้แสงยูวีเป็นกระบวนการที่ไม่ใช้ความร้อน (cold process) จึงไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกและแสงยูวี ยังสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยที่ไม่จำเป็นต้องลดความชื้นหรือค่า a_w ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำพริกในบางกลุ่ม เช่น น้ำพริกแกงเผ็ดและน้ำพริกแกงส้ม แต่อย่างไรก็ตามในขณะนี้ยังไม่มีผลการศึกษาที่ชัดเจนว่า กระบวนการใช้แสงยูวีนี้จะสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์น้ำพริกลงได้หรือไม่จึงควรต้องทำการศึกษาและหาข้อสรุปที่ชัดเจนต่อไป

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดลงของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย จำนวนเชื้อยีสต์และราในตัวอย่างน้ำพริกชนิดต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.10, 2.11 และ 2.12

ตารางที่ 2.10 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดลงของจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างน้ำพริก

ตัวอย่างน้ำพริก	ระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งาน	ระยะเวลาที่สัมผัสกับแสงยูวี	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย
	P	P	P
ปลาย่าง	0.003*	0.445 ^{ns}	0.430 ^{ns}
แกงเผ็ด	0.036*	0.828 ^{ns}	0.915 ^{ns}
แกงส้ม	0.012*	0.834 ^{ns}	0.956 ^{ns}
ลาบ	0.208 ^{ns}	0.795 ^{ns}	0.920 ^{ns}

หมายเหตุ. จาก *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลตในผลิตภัณฑ์น้ำพริก* (น.73), โดย อรรณพ ทัศนอุดม และ วรรณภา สระพินครบุรี, 2554, เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

จากตาราง : P หรือค่า sig เป็นค่าที่ใช้ในการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน
* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 2.11 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดลงของจำนวนเชื้อยีสต์และราในตัวอย่างน้ำพริก

ตัวอย่างน้ำพริก	ระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งาน	ระยะเวลาที่สัมผัสกับแสงยูวี	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย
	P	P	P
ปลาย่าง	0.005*	0.004 *	0.020 *
แกงเผ็ด	0.000*	0.202 ns	0.010 *
แกงส้ม	0.006*	0.085 ns	0.002 *
ลาบ	0.037 *	0.966 ns	0.149 ns

หมายเหตุ. จาก *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลตในผลิตภัณฑ์น้ำพริก* (น. 73), โดย อรรณพ ทัศนอุดม และ วรรณภา สระพินครบุรี, 2554, เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ตารางที่ 2.12 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดลงของจำนวนเชื้อยีสต์และราในตัวอย่างน้ำพริก

ตัวอย่างน้ำพริก	ระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งาน	ระยะเวลาที่สัมผัสกับแสงยูวี	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย
	P	P	P
ปลาย่าง	0.000*	0.875 ns	0.980 ns
แกงเผ็ด	0.012*	0.647 ns	0.992 ns
แกงส้ม	0.246 ns	0.749 ns	1.000 ns
ลาบ	0.001 *	0.932 ns	0.996 ns

หมายเหตุ. จาก *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลตในผลิตภัณฑ์น้ำพริก* (น. 74), โดย อรรณพ ทัศนอุดม และ วรรณภา สระพินครบุรี, 2554, เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

จากตารางที่ 2.10 2.11 และ 2.12 พบว่าระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งานเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการลดจำนวนลงของเชื้อยีสต์และราและเชื้อแลคติกแอสิดแบคทีเรียในตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด (P<0.05) โดยระยะห่างระหว่างหลอดยูวีและพื้นที่ใช้งานที่ 40 cm นั้นมีแนวโน้มในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด (P<0.05) และจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าส่วนระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับแสงยูวีที่ 30, 60 และ 150 นาที นั้นไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างน้ำพริก นอกจากนี้แสงยูวีนั้นพบว่าสามารถช่วยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์มีชีวิตที่อยู่ในบรรยากาศโดยรอบของอาหารได้

สรุปผลการศึกษา ได้ว่า รังสียูวีมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างน้ำพริกโดยสภาวะที่เหมาะสมในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด ด้วยแสงยูวี คือ การใช้แสงยูวีสัมผัสกับตัวอย่างน้ำพริกเป็นเวลานาน 150 นาที ที่ระยะห่างระหว่างหลอดยูวีและพื้นที่ใช้งานเท่ากับ 40 cm ซึ่งสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในน้ำพริกทั้ง 4 ชนิดลงได้ นอกจากนี้กลุ่มเกษตรกรควรนำหลัก GMP มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายลงให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะทำให้อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ยาวนานขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการทางเคมี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฆ่าเชื้อโรคด้วยกระบวนการทางเคมี คือ การใช้โอโซน เพื่อความปลอดภัยอาหาร โดย ราณี สุรกาญจน์กุล ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ และ เอก แสงวิเชียร (2552) โดยงานวิจัยนี้มีลักษณะดังนี้

การวิจัยผลของโอโซนต่อผักสดชนิดต่าง ๆ มีปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อในการล้างผักผลไม้ที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั่วไปหรือจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค มีลักษณะดังนี้

1. ลักษณะการยึดเกาะของจุลินทรีย์บนผักผลไม้
2. ระยะเวลาที่จุลินทรีย์ใช้ยึดเกาะผักผลไม้
3. บริเวณที่จุลินทรีย์ยึดเกาะผิวผักผลไม้
4. การยึดเกาะและการเจริญของแบคทีเรียในเนื้อผลไม้

จากงานวิจัยจะกล่าวถึงการฆ่าเชื้อของผักสดทั้ง 9 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 การฆ่าเชื้อของผักสด

ชื่อผักสด	ชนิดของเชื้อ	เวลาการฆ่าเชื้อ	การบรรจุ	การเก็บรักษา
1.ผักคื่นฉ่าย	จุลินทรีย์	10 นาที	Polyethylene และ Polypropylene	4 ^{0}c 7 วัน
	ยีสต์และรา	10 นาที	Nylon/LLDPE	14 วัน
2.ถั่วแขก	จุลินทรีย์ ยีสต์และรา	10 นาที	Polyethylene	4 ^{0}c 7 วัน
	จุลินทรีย์ ยีสต์และรา	10 นาที	Nylon/LLDPE	14 วัน
3.ผักชี	จุลินทรีย์ ยีสต์และรา	10 นาที	Polyethylene, Polypropylene และ Nylon/LLDPE	4 ^{0}c 7 วัน
4.หน่อไม้ฝรั่ง	จุลินทรีย์ ยีสต์และรา	10 นาที	Polyethylene, Polypropylene และ Nylon/LLDPE	4 ^{0}c 7 วัน
5.ตะไคร้	จุลินทรีย์	30 นาที	Polyethylene, Polypropylene และ Nylon/LLDPE	4 ^{0}c 7 วัน
	ยีสต์และรา	10 นาที	Nylon/LLDPE	7 วัน
	จุลินทรีย์ ยีสต์และรา	10 นาที	Polyethylene	14 วัน
6.พริกขี้หนู	จุลินทรีย์ ยีสต์และรา	10 นาที	Polypropylene และ Nylon/LLDPE	7 วัน

ตารางที่ 2.13 การฆ่าเชื้อของผักสด (ต่อ)

ชื่อผักสด	ชนิดของเชื้อ	เวลาการฆ่าเชื้อ	การบรรจุ	การเก็บรักษา
7.ถั่วฝักยาว	จุลินทรีย์	10 นาที	Polyethylene, Polypropylene และ Nylon/LLDPE	4 ^{0}c 14 วัน
	ยีสต์และรา	10 นาที	Polypropylene และ Nylon/LLDPE	4 ^{0}c 14 วัน 7 วัน
8.ต้นหอม	จุลินทรีย์	10 นาที	Polypropylene	4 ^{0}c 7 วัน
	ยีสต์และรา	10 นาที	Polyethylene, Polypropylene และ Nylon/LLDPE	7 วัน
9.ผักบุ้งจีน	จุลินทรีย์	10 นาที	Polyethylene และ Polypropylene	4 ^{0}c 3 วัน
	ยีสต์และรา	10 นาที	Polypropylene	4 ^{0}c 3 วัน

หมายเหตุ. จาก *การใช้โอโซนเพื่อความปลอดภัยในอาหาร* (น. 44), โดย ราณี สุรกาญจน์กุล, ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ และ เอก แสงวิเชียร, 2552, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ตารางที่ 2.13 สามารถสรุปการศึกษาวิจัยได้ว่า การทดลองผักทั้ง 9 ชนิด ในบรรจุภัณฑ์ ทั้ง 3 ชนิด ควรผ่านโอโซน 10 นาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์ ยีสต์และรา ถ้าใช้โอโซน 30 นาที ปริมาณโอโซนจะเข้มข้นเกินไปจะทำลายเนื้อเยื่อของผักสามารถทำให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฆ่าเชื้อด้วยการใช้สารปฏิชีวนะ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฆ่าเชื้อโรคด้วยการใช้สารปฏิชีวนะ คือ การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ โพรพอลิส นมผึ้งและฟ้าทะลายโจร โดยกีรติญา เอี่ยมถาวร และยิ่งมณี ตระกูลพัว เป็นการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานระดับชาติ ครั้งที่ 4 ระหว่าง 11 – 12 กุมภาพันธ์ 2555 มีรายละเอียดดังนี้

แบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารสามารถพบได้ทั่วไปทั้งในดิน น้ำ เช่น เชื้อ *Escherichia, Salmonella* และ *Shigella* หากเชื้อเหล่านี้มีการปนเปื้อนในอาหาร ซึ่งทำให้เกิด การติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร บางครั้งเชื้อจะรุกล้ำเข้าไปทำลายเยื่อบุลำไส้ทำให้มีอาการคลื่นไส้อาเจียน ปวดท้องท้องเสีย มีไข้ และปวดศีรษะ

โพรพอลิส (propolis) เป็นยางเหนียวจากส่วนต่างๆของต้นไม้ โดยผึ้งจะนำยางไม้กลับไปที่รังและผสมกับเอนไซม์ในตัวผึ้งเพื่อซ่อมแซมรัง อุดรอยรั่ว ตลอดจนรักษาความสะอาดและป้องกันเชื้อโรคภายในรัง โพรพอลิสมีคุณสมบัติในการเป็นสารปฏิชีวนะทางธรรมชาติที่ดี การทดสอบคุณสมบัติของสารสกัดโพรพอลิส นมผึ้ง และสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารโดยวิธี Broth dilution

การนำสารสกัดฟ้าทะลายโจร โพรพอลิส และนมผึ้งมาผสมโดยนำสารสกัดฟ้าทะลายโจรผสมโพรพอลิส สารสกัดฟ้าทะลายโจรผสมนมผึ้ง โพรพอลิสผสมนมผึ้ง สารสกัดฟ้าทะลายโจรผสมกับโพรพอลิส และนมผึ้ง โดยให้ความเข้มข้นสุดท้ายของสารสกัดฟ้าทะลายโจร โพรพอลิส และนมผึ้งเท่ากับ 500, 200 และ 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปทดสอบกับเชื้อแบคทีเรีย และหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สารทดสอบผสมที่สามารถยับยั้งและฆ่าเชื้อทดสอบ (ตารางที่ 2.14)

ตารางที่ 2.14 การทดสอบเชื้อแบคทีเรียก่อโรคระบบทางเดินอาหารโดยวิธี Broth dilution ของสารผสมระหว่างสกัดสมุนไพรฟ้าทะลายโจร สารสกัดโพรพอลิส และนมผึ้ง

เชื้อทดสอบ	ฟ้าทะลายโจร/ โพรพอลิส		ฟ้าทะลายโจร/ นมผึ้ง		นมผึ้ง/ โพรพอลิส		ฟ้าทะลายโจร / โพรพอลิส / นมผึ้ง	
เชื้อทดสอบ	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
Sal. typhi	62.5/25	62.5/25	31.25/12.5	62.5/50	12.5/25	25/50	62.5/25/50	62.5/25/50
Shi. flexneri	62.5/25	62.5/25	31.25/12.5	62.5/50	12.5/25	25/50	62.5/25/50	62.5/25/50
K.pneumonia	62.5/25	62.5/25	31.25/12.5	62.5/50	12.5/25	25/50	62.5/25/50	62.5/25/50
Ent.aerogenes	62.5/25	62.5/25	31.25/12.5	62.5/50	25/50	25/50	62.5/25/50	62.5/25/50
P. vulgalis	62.5/25	62.5/25	31.25/12.5	62.5/50	12.5/25	25/50	62.5/25/50	62.5/25/50
Ps.aeruginosa	31.25/12.5	31.25/12.5	15.6/6.25	31.25/25	12.5/25	25/50	62.5/25/50	62.5/25/50
E.coli	62.5/25	62.5/25	31.25/12.5	31.25/25	25/50	25/50	62.5/25/50	62.5/25/50

หมายเหตุ. จาก *การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของโพรพอลิส นมผึ้ง และฟ้าทะลายโจร* (น.13), โดย กีรติญา เอี่ยมถาวร และยิ่งมณี ตระกูลพัว , 2555,ขอนแก่น, มหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

หมายเหตุ : MIC คือ ความเข้มข้นต่ำสุดของสารทดสอบที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ
MBC คือ ความเข้มข้นของสารที่สามารถฆ่าเชื้อทดสองได้ 99.99 %

ผลการศึกษา พบว่าการทดสอบยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบริเวณระบบทางเดินอาหาร สารสกัดสมุนไพรฟ้าทะลายโจร เมื่อนำมาทดสอบกับแบคทีเรียก่อโรคบริเวณระบบทางเดินอาหาร พบว่าสารสกัดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ทุกชนิด โดยมีค่า MBC ในช่วง 125 – 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนโพรพอลิสสามารถยับยั้ง เชื้อ *Shi. flexneri* ได้ดีที่สุด โดยมีค่า MBC เท่ากับ 31.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และนมผึ้งสามารถยับยั้งเชื้อ *Shi. flexneri*,*K. pneumonia* และ *Ent. aerogenes* ได้ดีที่สุด โดยมีค่า MBC เท่ากับ 31.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อนำสารทดสอบมาผสม

คือ สารสกัดฟ้าทะลายโจรมาผสมโพรพอลิส สารสกัดฟ้าทะลายโจรผสมนมผึ้ง โพรพอลิสผสมนมผึ้ง และสารสกัดฟ้าทะลายโจรผสมกับโพรพอลิสและนมผึ้ง มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียดีกว่าการใช้สารทดสอบที่แยกชนิดทดสอบ

จากการศึกษาการฆ่าเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหารโดยการฆ่าเชื้อ หมายถึง การทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคโดยวิธีการทางฟิสิกส์ ทางเคมี และทางปฏิชีวนะ ซึ่งสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ได้หรือลดจำนวนจนไม่สามารถก่อให้เกิดอันตราย การฆ่าเชื้อแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ การฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์ ได้แก่ 1.ความร้อน 2.การฉายรังสี 3.การกรอง 4.ความเย็น 5.ความแห้ง การฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการทางเคมีเป็นการใช้สารเคมีบางชนิดที่มีคุณสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ซึ่งสารเคมีหลายชนิดที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแต่จะยกตัวอย่างสารเคมีที่มีความรุนแรงในการฆ่าเชื้อ เช่น คลอรีน แอลกอฮอล์ โอโซน เป็นต้น และการฆ่าเชื้อด้วยสารปฏิชีวนะเป็นการฆ่าเชื้อหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ โดยต้องดูชนิดของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ทั้งนี้การฆ่าเชื้อต้องขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ที่พบ ว่าสามารถใช้กระบวนการใดในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด

วิธีการตรวจหาเชื้อ

การตรวจเชื้อแบบดั้งเดิมนั้นจะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะกับแบคทีเรียนั้นๆ เพื่อแยก (isolate) และนับจำนวนเซลล์ของแบคทีเรียในอาหาร วิธีการเหล่านี้มีความไวสูง ราคาไม่แพงและสามารถให้ข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพอย่างไรก็ตามวิธีการดั้งเดิม (Conventional method) นี้ต้องใช้เวลาหลายวันกว่าจะรู้ผล เนื่องจากขึ้นอยู่กับความสามารถของเชื้อจุลินทรีย์ในการแบ่งตัวเพื่อให้เห็นลักษณะของโคโลนีที่ดูได้ด้วยตาเปล่ายิ่งกว่านั้นการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ การเพาะกล้าเชื้อลงบนจาน การนับโคโลนีและการดูลักษณะเฉพาะทางชีวเคมีทำให้วิธีการเหล่านี้ใช้แรงงานมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการวิธีการตรวจที่รวดเร็วเพื่อจะรู้ว่ามีเชื้อก่อโรคในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปหรือไม่อีกทั้งนำข้อมูลไปใช้ควบคุมกระบวนการผลิตและตรวจสอบความสะอาดและสุขลักษณะวิธีการที่รวดเร็วเหล่านี้จะรวมถึงการตรวจหาและการนับจำนวนจุลินทรีย์ที่เร็วกว่าเดิมโดยใช้วิทยาศาสตร์หลายแขนง เช่น จุลชีววิทยา, เคมี, ชีวเคมี, ชีวฟิสิกส์, ชีวโมเลกุล, อิมมูโนโลยีและเซรุ่มวิทยา วิธีการรวดเร็วเหล่านี้สามารถแบ่งเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้ดังนี้ 1.วิธีการดั้งเดิมที่พัฒนาขึ้นหรือเป็นเครื่องอัตโนมัติ 2.Bioluminescence 3.เครื่องนับจำนวนเซลล์ 4.Impedimentary 5.เทคนิคอิมมูโนโลยี 6.การทดสอบด้วยหลักการของกรดนิวคลิอิค (ยุวพา การพานนท์, 2557)

1. วิธีการดั้งเดิมที่พัฒนาขึ้นหรือเป็นเครื่องอัตโนมัติ

เป็นเทคนิคที่ยังคงใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นวุ้นแต่เป็นวิธีที่สะดวกขึ้นและใช้งานง่ายขึ้นเพื่อลดต้นทุนการเตรียมอาหารและแรงงาน

1.1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1.1 การใช้เครื่องเจือจางตัวอย่างอัตโนมัติ (Gravimetric dilutor) โดยเติมปริมาณสารละลายเจือจาง (Dilutor) ใส่ในตัวอย่างทดสอบก่อนการตีป่น

1.1.2 เครื่อง Stomacher จะช่วยตีป่นตัวอย่างที่อยู่ในถุงพลาสติกโดยไม่ต้องใช้เครื่องป่นตัวอย่างที่ต้องฆ่าเชื้อโถปั่นทุกครั้ง

1.1.3 เครื่อง Pulsifier จะตีถุงใส่ตัวอย่างข้างนอกด้วยความถี่สูง (3,500 rpm) ซึ่งจะสร้างคลื่นกระแทก (Shock wave) และเกิดการปั่นอย่างเข้มข้นซึ่งทำให้จุลินทรีย์แขวนลอยในสารละลาย (ยุวพา คารพานนท์, 2557)

1.2. เทคนิคการเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Plating techniques) มีหลายวิธีการที่จะปลูกเชื้อตัวอย่างลงบนจานวุ้น

1.2.1 เครื่อง Spiral plate จะมีเข็มปลูกเชื้อโดยเข็มจะดูดตัวอย่างอาหารที่ตีป่นแล้วหยดสารละลายของเชื้อปริมาตรเล็กน้อยลงบนหน้าวุ้นและทำการเจือจางโดยเข็มจะเคลื่อนที่บนหน้าวุ้นเป็นรูปวงกลมจากใจกลางจานวุ้นวนเป็นวงกลมไปที่ขอบของจานเหมือนเขาวงกต ทำให้เกิดการเจือจางตัวอย่างโดยเชื้อที่อยู่วงกลมรอบนอกจะเจือจางกว่าเชื้อที่อยู่ในวงกลม โคโลนีของเชื้อจะขึ้นบนเส้นทางที่เข็มขีดผ่านซึ่งสามารถนับได้ด้วยตาหรือเครื่องมือ ด้วยเทคนิคนี้จะช่วยให้ไม่ต้องเจือจางตัวอย่างและใช้เวลาน้อยกว่าในการนับจำนวนเชื้อ

1.2.2 แผ่นสไลด์ที่ใช้จุ่ม (Dipslides) ซึ่งเริ่มต้นพัฒนาขึ้นใช้ในวงการแพทย์เพื่อนับจำนวนเชื้อโดยประมาณในปัสสาวะนอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการตรวจนับเชื้อบนวัสดุที่เรียบแบนบนแผ่นไลด์อาจจะมีอาหารทั่วไปหรืออาหารที่จำเพาะวิธี คือนำแผ่นสไลด์กดลงบนพื้นผิวที่ต้องการตรวจสอบหรือจุ่มลงในตัวอย่างของเหลว และใส่กลับลงในหลอดที่สะอาดหลังจากบ่มเชื้อโคโลนีของเชื้อจะขึ้นบนแผ่นสไลด์ซึ่งจะสามารถนับจำนวนเชื้อได้โดยประมาณ

1.2.3 การใช้อาหารที่มีสับสเตรทที่เกิดสี (Chromogenic) หรือเรืองแสง (Fluorogenic) เพื่อใช้ตรวจนับจำนวนและแยกประเภทของเชื้อได้โดยตรงบนจานเพาะเชื้อโดยที่ไม่ต้องใช้อาหารแยกเชื้อ (Subculture media) หรือการทำปฏิกิริยาชีวเคมีเพื่อจำแนกชนิดของเชื้อจุลินทรีย์สารประกอบเหล่านี้จะเปลี่ยนเป็นสีที่ชัดเจนหรือเป็นสารเรืองแสงเมื่อทำปฏิกิริยากับเอนไซม์จากแบคทีเรีย ส่วนมากสับสเตรทที่ทำให้เกิดการเรืองแสงจะพัฒนาจากสาร Coumarin เช่น 4 – methylumbelliferone ในขณะที่สารประกอบที่เกิดสีจะเป็นพวก Phenol derivative อาหารที่มีสารจำพวก Fluorogenic และ Chromogenic ใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจหรือนับจำนวนเชื้อ Coliformsและอีโคไล โดยอาหารเลี้ยงเชื้อจะใช้เอนไซม์ β -D-glucuronidase (GUD) เป็นตัวบ่งชี้ว่าเป็นอีโคไลเนื่องจาก 94 - 96% ของอีโคไล มีเอนไซม์ชนิดนี้ยกเว้น อีโคไล O157 การตรวจหากิจกรรมของเอนไซม์ GUD มีการใช้สารสับสเตรท Fluorogenic คือ 4-methylumbelliferyl-β-D-glucuronide (MUG) และใช้สารสับสเตรท Chromogenic คือ 5-bromo-4chloro-3-indolyl-β-D-glucuronide (X-GLUC หรือ BCIG) โดยทั่วไป ถึงแม้ว่าสับสเตรทนี้จะมีความไวต่อเอนไซม์GUD น้อยกว่าการใช้ MUG แต่ข้อดีของการใช้ X-GLUC ที่ดีกว่า MUG คือ การดูโคโลนีได้จากสีและไม่ต้องดูภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลทสาร Indoxyl ที่เกิดจาก X-GLUC จะออกซิไดท์อย่างรวดเร็วไปเป็นสาร Indigo ซึ่งไม่ละลายน้ำ ซึ่งเกิดขึ้นภายในเซลล์ทำให้อีโคไล มีโคโลนีสีน้ำเงิน ข้อด้อยของการใช้ MUG อีกข้อหนึ่งคือการแพร่ของสารเรืองแสงไปทั่วผิวหน้าของวุ้นทำให้แยกโคโลนีดูได้ไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตามการใช้สาร X-GLUC ในงานประจำมีข้อจำกัดเพราะราคาของสารตัวนี้ค่อนข้างสูงและอาจจะเกิด

ผลบวกเทียม (False-Positive) กับวิธีตรวจหาอีโคไล โดยใช้เอนไซม์ GUD เนื่องจากอาหารดิบบางประเภทมีเอนไซม์ GUD อยู่

1.2.4 Petrifilm เป็นวิธีการทางเลือกหนึ่งซึ่งอาศัยหลักการ agar-poured plate ซึ่งประกอบด้วยสารอาหารแห้งที่เคลือบลงบนแผ่นฟิล์มพร้อมกับสารที่ทำให้เกิดการแข็งตัวในน้ำเย็นเมื่อเติมตัวอย่างที่เป็นของเหลว 1 มิลลิลิตร ลงไปที่ศูนย์กลางของแผ่นฟิล์ม สารอาหารที่แห้งจะละลายออกมาเป็นอาหารให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต หลังจากที่บ่มเชื้อแล้วจึงนับโคโลนีบนแผ่นฟิล์มด้วยตาเปล่า ผลิตภัณฑ์ Petrifilm มีหลายชนิดเช่น *Total aerobic plate counts, Yeast and mould count, Coliforms,* อีโคไล *และ* อีโคไล *O157*

1.2.5 แผ่นกรองเมมเบรนแบบ Hydrophobic grid (HGMF) รวมทั้งใช้ระบบ ISO-GRID ที่ทำงานโดยจำกัดการเจริญของโคโลนีไว้ในเซลล์ขนาดเล็กจำนวน 1,600 เซลล์ เทคนิค HGMF มีข้อดี คือจะกำจัดสารยับยั้งหรือเศษอาหาร (food matrix) ที่ไม่ต้องการออกไปและจุลินทรีย์จะมีความเข้มข้นและช่วงในการนับเชื้อจะอยู่ในช่วงความเข้มข้น 3 ล็อก (three-log) เริ่มต้นตัวอย่างอาหารที่ปั่นเป็นเนื้อเดียวกันจะถูกกรองครั้งแรกก่อนเพื่อจับอนุภาคอาหารที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 ไมโครเมตร หลังจากนั้นจึงกรองตัวอย่างผ่านแผ่นกรองเมมเบรนซึ่งจะกักจุลินทรีย์ให้อยู่ในแผ่นกริด (ช่องเซลล์ขนาดเล็ก) แล้วจึงนำแผ่น HGMF วางลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มในระยะเวลาที่เหมาะสมและนับจำนวน เทคนิค HGMF สามารถตรวจหาเชื้อ *Yeast and Mould,* ซัมโมเนลลา, *Coliforms* และ อีโคไล O157

1.2.6 เครื่องอัตโนมัติในการนับจำนวนจุลินทรีย์ (Tempo) โดยทั่วไปการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อมีขั้นตอนยุ่งยากเริ่มตั้งแต่การชั่งการละลายน้ำการฆ่าเชื้อการเทลงจานเพาะเชื้อและการเจือจางตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่างๆ ตามด้วยการบ่มและนับจำนวนบนจานเพาะเชื้อ ขั้นตอนต่างๆเหล่านี้ใช้เวลา แรงงานและความชำนาญเทคโนโลยี Tempo ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการใช้อาหารสำเร็จรูปที่เพียงแต่ใส่น้ำกลั่นและเติมตัวอย่างอาหารที่ผ่านการตีป่นแล้วลงไป สารละลายดังกล่าวจะใส่ลงในการ์ดที่ประกอบด้วยหลอดทดลองขนาดเล็กจำนวน 48 หลอดที่แทนระดับการเจือจางตัวอย่าง 3 ระดับความเข้มข้นซึ่งใช้หลักการ MPN (Most Probable Number) ขณะที่บ่มเชื้อจุลินทรีย์จะใช้สารอาหารและเกิดการเรืองแสงหรือการเรืองแสงลดลงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเชื้อที่ทดสอบและชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังจากนั้นจึงนำการ์ด Tempo เข้าเครื่องอ่าน Reader เพื่อรายงานผลเป็นค่า CFU/ml. ปัจจุบัน Tempo ได้มีอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับ Total aerobic plate counts, Coliforms, อีโคไล และในอนาคตจะมีพารามิเตอร์สำหรับ Enterobacteriaceae , Yeast and mould count และStaphylococcus aureus

1.3 เครื่องนับโคโลนี (Colony counting) เครื่องนับโคโลนีใช้นับจำนวนจุลินทรีย์แบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพงานและลดแรงงานเป็นระบบการวิเคราะห์ภาพโดยรูปของจานเพาะเชื้อจะถูกบันทึกไว้ผู้ใช้สามารถดูภาพพิมพ์หรือส่งไปยังโปรแกรมอื่นๆ ผู้ใช้สามารถที่จะตั้งค่าให้แสงมาจากด้านบนหรือด้านล่างและจำกัดขนาดของโคโลนีเพื่อไม่ให้นับรวมอนุภาคอื่นๆ เช่น เศษอาหาร (จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2557)

1.4 ชุดจำแนกชนิดจุลินทรีย์ การจำแนกชนิดจุลินทรีย์จะดูได้จากลักษณะทางกายภาพ (Morphological, Physiological) และการทดสอบทางชีวเคมีชุดทดสอบที่ผลิตขึ้นมีหลายชนิดทั้งแบบใช้มือและแบบอัตโนมัติสามารถใช้กับจุลินทรีย์แต่ละประเภท เช่น API, Enterotube หรือ Crystal ผลที่ได้เทียบเคียงได้กับวิธีการดั้งเดิมและประหยัดเวลากว่า (เช่นการเตรียมอาหาร, การอ่านผลที่ง่ายกว่า) เครื่องจำแนกชนิดจุลินทรีย์อัตโนมัติ VITEK เป็นเครื่องที่เคยใช้ในโครงการอวกาศของนาซ่าด้วยการออกแบบการ์ดที่มีขนาดเล็กเท่ากับบัตรเครดิต ซึ่งภายในแผ่นการ์ดจะมีช่องบรรจุ biochemical substrate เมื่อเตรียมเชื้อที่ต้องการทดสอบที่อยู่ในรูปสารแขวนลอย (suspension) และใส่ลงในแผ่นการ์ด VITEK หลังจากนั้นจึงนำแผ่นการ์ด VITEK ไปบ่มในตู้บ่มและเครื่องอ่าน (reader / incubator) ของเครื่อง VITEK เครื่องจะอ่านค่าการดูดกลืนแสง (OD) ทุกๆ ชั่วโมง (kinetic reading) ในช่องบรรจุสับสเตรทซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาหรือการเจริญเติบโตของเชื้อในแต่ละช่องและรายงานผลภายในเวลา 4-12 ชั่วโมง (ขึ้นกับชนิดของเชื้อ) (ยุวพา การพานนท์, 2557)

2. Bioluminescence

เซลล์ของจุลินทรีย์และเซลล์จากองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาหารจะมีสาร adenosine-5'-triphosphate (ATP) ซึ่งเป็นสารให้พลังงานในสิ่งมีชีวิตและทำปฏิกิริยากับสาร Luciferin โดยมีเอนไซม์ Luciferase (ซึ่งเป็นสารที่พบในหิ่งห้อย) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดแสง แสงทั้งหมดที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับปริมาณของสาร ATP ที่มีอยู่ ซึ่งเครื่อง Luminometer จะวัดแสงที่เกิดขึ้นและรายงานค่าเป็น Relative Light Unit (RLU) ทั้งนี้เทคนิคดังกล่าวจะต้องมีปริมาณเซลล์อย่างน้อย 10.4 จึงจะแสดงค่าได้ เนื่องจากเทคนิคนี้จะวัดค่า ATP ที่ได้จากเซลล์ของแบคทีเรียและที่ไม่ได้เกิดจากเซลล์แบคทีเรีย เช่น เศษอาหาร จึงนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำความสะอาดพื้นผิวและอุปกรณ์ด้วยเทคนิคที่รวดเร็วเพียงเสี้ยวนาทีทำให้วิธีการนี้มีประโยชน์อย่างมากในการตรวจสอบความสะอาดได้อย่างทันทีในจุดวิกฤต (HACCP) การทดสอบแบบนี้มีข้อจำกัดบางอย่างเนื่องมาจากปัจจัยของความเป็นกรด – ด่าง, อุณหภูมิและสารยับยั้งเอนไซม์ Luciferase ที่มีผลต่อปฏิกิริยาหรือในกระบวนการผลิตที่ผลิตภัณฑ์มีปริมาณ ATP อยู่น้อยหรือระบบการทำความสะอาดเป็นแบบแห้งก็ไม่สามารถใช้เทคนิค ATP Bioluminescence ได้ (ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์, 2549, น. 4)

3. การนับจำนวนเซลล์

3.1 Flow Cytometry เป็นวิธีการวิเคราะห์เซลล์แต่ละเซลล์โดยอาศัยระบบ (Optic) จุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในของเหลวจะผ่านลำแสงเลเซอร์และทำให้แสงกระจาย (Scattered) และแสงจะถูกดูดกลืน ลักษณะของการกระจายแสงจะเป็นลักษณะเฉพาะของจุลินทรีย์การวิเคราะห์ทำได้โดยนับแสงที่กระจายโดยใช้เลนส์หลายชนิดและเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้สามารถประมาณจำนวนขนาดและรูปร่างของจุลินทรีย์เทคนิคนี้มีความไวสูงมากสามารถนับยีสต์ที่มีอยู่ 100 เซลล์ หรือเซลล์แบคทีเรียจำนวน 100 -1,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยทราบผลภายในเวลาเพียงไม่กี่นาที เพราะความไวที่สูงของวิธีการ Flow Cytometry วิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับการนับจำนวนจุลินทรีย์ที่มีปริมาณน้อยในของเหลวหรือน้ำล้างจากกระบวนการข้อจำกัดอย่างหนึ่งของเทคนิคนี้คือเครื่องจะไม่สามารถแยกระหว่างเซลล์เป็นหรือเซลล์ตายหรือการรบกวนจากเมตริกของอาหาร

3.2 Direct epifluorescent microscopy (DEFT) เป็นวิธีการโดยตรงที่ใช้นับจำนวนจุลินทรีย์ที่จับกับสาร Fluorochrome acridine orange ด้วยวิธีการใส่สารลดแรงตึงผิว (Detergent) และเอนไซม์ย่อยโปรตีนลงไปในอาหารก่อน ตามด้วยการกรองผ่านแผ่นเมมเบรน Polycarbonate และย้อมสีด้วย Acridine orange และส่องดูภายใต้กล่องจุลทรรศน์ (Fluorescence microscope) เพื่อนับจำนวนแบคทีเรียที่มีชีวิตซึ่งมีสีส้มติดอยู่บนแผ่นเมมเบรน แต่ต้องดูภายในเวลา 10 นาทีการนับจำนวนเซลล์แบคทีเรียที่มีชีวิตในเนื้อบดโดยใช้เทคนิค DEFT นี้จะเท่ากันกับวิธีการดั้งเดิม Standard plate counts และเทคนิคนี้มีประโยชน์ในการตรวจวัดความสะอาด (อรัญ จันทร์ลุน, 2557)

3.3 เทคนิคการนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ (Microbial Population Count)

การนับโดยตรง (direct count) เป็นการนับจำนวนโดยตรงจากกล้องจุลทรรศน์ มีหลายวิธี คือ

1. การนับเชื้อแบคทีเรียที่ผ่านการตรึงและย้อมสี (stained film) วิธีนี้เป็นการนับเชื้อแบคทีเรีย ปริมาตร 0.01 มิลลิเมตร ที่ถูกตรึงและย้อมสีอยู่บนสไลด์ภายในพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร วิธีนี้มีข้อดีตรงที่ทำง่าย รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ไม่แพง แต่มีข้อเสียตรงที่เป็นการนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (total count) ทั้งเซลล์ที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต นอกจากนี้ตัวอย่างที่จะตรวจนับต้องมีจำนวนเชื้อแบคทีเรียมาก

2. การนับเชื้อบนสไลด์ที่มี counting chamber สไลด์ที่มี counting chamber ได้แก่

- Petroff – Hausser counting chamber*)* นิยมใช้นับจำนวนแบคทีเรีย
- Haemacytometer ใช้นับ eucaryotic microbe ที่มีขนาดใหญ่

สไลด์พวกนี้จะมีแอ่ง (chamber) ซึ่งรู้ความลึกของ chamber และที่พื้นของ chamber จะมีตารางสี่เหลี่ยมซึ่งทราบความกว้างความยาวของตารางสี่เหลี่ยม ดังนั้นเมื่อหยดเชื้อจุลินทรีย์ลงไปใน chamber ที่มี cover glass ปิดอยู่ ตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400X ในสี่เหลี่ยมลูกบาศก์เล็กก็จะทำให้สามารถคำนวณหาจำนวนเซลล์ต่อมิลลิเมตรของตัวอย่างได้ สำหรับข้อดีข้อเสียของ counting chamber จะเหมือนกับนับด้วยวิธี stained film

- การนับเชื้อจุลินทรีย์ใช้กำลังขยาย objective lens 40X
- ถ้าเป็นเชื้อแบคทีเรียให้นับช่องที่มีความยาวด้านละ 0.05 มิลลิเมตร และควรเจือจางให้มีแบคทีเรีย 1 - 10 เซลในแต่ละช่องเล็ก และนับไม่ต่ำกว่า 10 ช่อง
- ถ้าเป็นยีสต์หรือจุลินทรีย์ขนาดใหญ่ให้ใช้ช่องใหญ่ที่มีความยาวด้านละ 0.2 มิลลิเมตร
- การนับให้นับเฉพาะเซลล์ที่แตะหรือทับด้านบนหรือด้านขวาของสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่จะไม่นับเซลล์ใดก็ตามที่แตะหรือทับด้านล่างและทางซ้ายมือของสี่เหลี่ยมจัตุรัส

3.4 การนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เพาะบนจานอาหาร (plate count)

การนำอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมวุ้น (agar media) มาใช้ตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 1800 ทำให้เกิดการพัฒนาวิธีการนับจำนวนจุลินทรีย์โดยการนับจำนวนโคโลนี วิธีการดังกล่าวมีพื้นฐานจากข้อสมมติ 3 อย่าง คือ

1. เซลล์จุลินทรีย์หนึ่งเซลล์เจริญและแบ่งตัวเพื่อสร้างโคโลนีเดี่ยว
2. เชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น (original inoculums) มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน
3. ไม่มีเซลล์ใดๆที่อยู่รวมกัน (no aggregate) วิธีนี้ทำง่ายนับจำนวนได้ดีแม้ว่าจะมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ต่ำ (sensitive) และนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งจากตัวอย่างอาหาร น้ำ และดิน

ในการนับเซลล์จุลินทรีย์ด้วยวิธีนี้จำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานอาหารมีความสำคัญ คือ ต้องมีจำนวนไม่มากหรือน้อยเกินไป โดยทั่วไปจะนับเฉพาะจานอาหารที่มีจำนวนเซลล์ระหว่าง 25 - 250 เซลล์ ดังนั้นเพื่อให้จำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานอาหารอยู่ในช่วงดังกล่าวควรทำการเจือจางเชื้อเริ่มต้นหลายๆ ครั้ง โดยทั่วไปทำเป็นลำดับๆ ละ 10 เท่า (serial dilution) แล้วทำการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ที่แต่ละระดับการเจือจางลงบนจานอาหาร เมื่อเชื้อจุลินทรีย์เจริญบนจานอาหารแล้วนับจำนวน ทำการคำนวณหาจุลินทรีย์ต่อกรัมหรือมิลลิเมตรของตัวอย่างได้ การรายงานผลมักรายงานเป็น colony forming unit (CFU) มากกว่าจำนวนจุลินทรีย์ เนื่องจากไม่สามารถบอกได้อย่างแน่นอน ชัดเจนว่า 1 โคโลนีมาจาก 1 เซลล์ การนับจำนวนด้วยวิธี plate count จึงเป็นการนับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิต (viable count) ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่

3.4.1 Pour plate

เมื่อตัวอย่างถูกเจือจางลงระดับละ 10 เท่า ทำการเพาะเชื้อจุลินทรีย์จากตัวอย่างที่มีระดับการเจือจางเหมาะสม โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ 1 มิลลิเมตรหรือ 0.1 มิลลิเมตร หยดไปบนจานอาหารแล้วเทอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีอุณหภูมิ 44 – 46 องศาเซลเซียสลงไปผสมเชื้อจุลินทรีย์กับให้เข้าอาหารโดยแกว่งจานอาหารไป-มาเบาๆ ทิ้งให้อาหารแข็งตัวแล้วนำไปบ่ม ภายหลังบ่มแล้วโคโลนีของจุลินทรีย์จะเจริญทั้งในและบนอาหารเลี้ยงเชื้อ นับจำนวนจุลินทรีย์ในจานอาหารที่มีจำนวนเซลล์ 25 - 250 เซลล์ ก็จะทำให้สามารถคำนวณหาเชื้อจุลินทรีย์ต่อมิลลิเมตรหรือต่อกรัมตัวอย่างได้ วิธีนี้หากใช้วุ้นที่ร้อนไปอาจทำให้ sensitive cell ตายหรือบาดเจ็บไม่สามารถสร้างโคโลนีได้

3.4.2 Spread plate

เป็นวิธีการนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ 0.1 มิลลิเมตร หยดลงบนจานอาหารที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งแข็งตัวแล้ว (solidified agar medium) เชื้อจุลินทรีย์จะถูกแผ่กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยแท่งแก้วพิเศษที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (spreader) วิธีนี้ผู้วิเคราะห์จะสามารถสังเกตลักษณะโคโลนีของจุลินทรีย์ได้ง่าย ในบางครั้งวิธี spread plate อาจนับปริมาณเซลล์ได้มากกว่าวิธี pour plate เนื่องจากจุลินทรีย์ไม่ได้เจอกับความร้อนจากอาหารเลี้ยงเชื้อหลอมเหลวเหมือนวิธี pour plate ในกรณีที่ตัวอย่างมีเซลล์ จุลินทรีย์อยู่น้อยการใช้วิธีนี้อาจขาดความถูกต้องแม่นยำเนื่องจากใช้ปริมาณตัวอย่างค่อนข้างน้อย (0.1 มิลลิเมตร) ในการ plating

3.4.3 Drop plate

วิธีนี้มีหลักการเหมือนกันกับ spread plate โดยจะหยดตัวอย่างที่ระดับการเจือจางที่เหมาะสมลงบนจานอาหารหนึ่งจานต่อ 5 จุด โดยแต่ละจุดใช้ปริมาณ 0.02 มิลลิเมตร ตัวอย่างจะถูกปล่อยให้แห้งอยู่บนอาหารเลี้ยงเชื้อในจานอาหารซึ่งโดยปกติจะมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1.5 ถึง 3 เซนติเมตร การนับและคำนวณจำนวนโคโลนีขึ้นอยู่กับจำนวนหยดต่อจานอาหาร จำนวนหยดต่อมิลลิเมตรและค่าการเจือจาง (dilution factor) โดยทั่วไปเมื่อบ่มจนเชื้อเจริญแล้วให้เลือกจานอาหารที่มีระดับการเจือจางเหมาะสม คือ มีเชื้อจุลินทรีย์บนจานอาหารแต่ละจุดไม่เกิน 10 โคโลนี เมื่อนับจำนวนโคโลนีทั้ง 5 จุดรวมกันในแต่ละระดับการเจือจางก็จะสามารถคำนวณหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ต่อมิลลิเมตร หรือต่อกรัมตัวอย่าง

3.4.4 Membrane filtration method

วิธีนี้เหมาะสำหรับ ตัวอย่างมีจำนวนจุลินทรีย์อยู่น้อยและจำเป็นต้องใช้ปริมาตรของตัวอย่างมากเพื่อความแม่นยำในการตรวจหาจุลินทรีย์แบบปริมาณวิเคราะห์ (quantitative analyses) ตัวอย่าง 100 มิลลิเมตร หรือมากกว่าจะถูกกรองผ่าน membrane filter ซึ่งมีรูขนาด 0.45 ไมครอน (แบคทีเรียไม่สามารถผ่านได้) ดังนั้นจุลินทรีย์จะถูกกักอยู่บนกระดาษกรอง จากนั้นนำกระดาษกรองวางในจานอาหารที่มีกระดาษซึ่งชุ่มด้วยอาหารเหลว (liquid nutrient medium) อยู่แล้ว โคโลนีของจุลินทรีย์จะเจริญบนกระดาษกรอง วิธีนี้มักใช้กับการตรวจวิเคราะห์ coliform bacteria ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ (indicator) การปนเปื้อนจากอุจจาระในอาหาร หรือน้ำ (วิรุธน์ บัวงาม, 2557)

4. Impedimentary

เป็นหลักการที่ดูการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้า (Conductance) ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีจุลินทรีย์เจริญและมีเมตาบอลิซึ่มเกิดขึ้น เวลาที่ตรวจพบ (Detection Time) คือ เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้นจนถึงค่า Threshold ซึ่งจะผกผันกันกับกล้าเชื้อที่เริ่มต้น (Initial inoculum) คือ ถ้าเชื้อมีปริมาณมากเวลาที่ตรวจพบก็จะสั้นระบบนี้สามารถตรวจสอบตัวอย่างได้กว่าร้อยตัวอย่างในเวลาเดียวกันด้วยเครื่องที่ใช้งานแบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นี้ทำให้ตรวจวัดค่า Impedance อย่างต่อเนื่องในหลายตัวอย่างพร้อมกันผลที่ได้จะแสดงแบบเส้นโค้ง (Impedance Curve) ซึ่งจะนำไปเปรียบเทียบกับเส้นโค้งมาตรฐานที่ถูกสร้างไว้ก่อนหน้านี้เพื่อใช้ในการประมาณจำนวนแบคทีเรียที่มีอยู่ โดยทั่วไปการทดสอบตัวอย่างอาหารจะใช้เวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง วิธีการนี้นิยมใช้ในการประมาณแบคทีเรียทั้งหมดและสำหรับการทดสอบเบื้องต้นที่ใช้กับจำนวนตัวอย่างมาก ๆ อย่างไรก็ตามเทคนิค Impedance ก็ไม่เหมาะสำหรับทดสอบตัวอย่างที่มีปริมาณจุลินทรีย์น้อย ๆนอกจากนี้เมตริกของอาหารมีอิทธิพลต่อการทดสอบทำให้จำเป็นต้องทำเส้นโค้งมาตรฐานสำหรับอาหารแต่ละชนิดได้มีการนำเทคนิคนี้ไปพัฒนาเพื่อตรวจหาเชื้อ Salmonella, Listeria และ Campylobacter (ยุวพา คารพานนท์, 2557)

5. เทคนิคอิมมูโนโลยี

วิธีนี้อาศัยการจับกันแบบจำเพาะของแอนติบอดีที่มีต่อแอนติเจน เพื่อตรวจหาจุลินทรีย์และสารพิษที่ผลิตจากแบคทีเรียโดยการใช้แอนติบอดีหลายชนิดมาผลิตเป็นชุดทดสอบหลายชนิด คุณสมบัติที่สำคัญของชุดทดสอบ คือความจำเพาะของแอนติบอดีที่มีต่อแอนติเจน ในยุคแรกการผลิตแอนติบอดีจะเป็นแบบ Polyclonal ซึ่งประกอบด้วยแอนติบอดีหลายชนิดที่มีความจำเพาะต่างกัน แอนติบอดีแบบ Polyclonal ที่ใช้ในงานทางด้านอิมมูโนวิทยาจะสกัดได้จากเซรุ่มของกระต่ายหรือแกะการพัฒนาแอนติบอดีแบบ Monoclonal ช่วยให้การทดสอบด้วยวิธีอิมมูโนวิทยาเป็นที่นิยมแพร่หลายขึ้นด้วยแอนติบอดีที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ การทดสอบทางอิมมูโนวิทยาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

5.1 แบบ Homogeneous หรือที่เรียกว่าการทดสอบแบบไม่ติดฉลาก (Marker-free) สารประกอบของแอนติเจน – แอนติบอดีจะจับกันและมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือวัดได้เวลาบ่มค่อนข้างจะสั้น ตัวอย่างของการทดสอบแบบนี้ คือกิริยา Agglutination, Immunodiffusion และ Turbidimetry ทั้งวิธีการแบบเชิงคุณภาพ คือ ปฏิกิริยาการจับตัวกันเป็นก้อน (Clumping reaction) และเชิงปริมาณเชิงวิธีการใช้ Turbidimetric การทดสอบแบบ Latex agglutination เม็ดกาว (Latex Bead) จะถูกเคลือบด้วยแอนติบอดีซึ่งจะจับตัวกันกับแอนติเจนเฉพาะและเกิดการตกตะกอนที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า ด้วยหลักการนี้ได้นำมาพัฒนาชุดทดสอบหลายชนิดสำหรับเชื้อก่อโรค (ศิริวรรณ ตี้ภู่, 2557)

5.2 การทดสอบแบบ Heterogeneous ในการทดสอบอาศัยหลักของการทำปฏิกิริยาของแอนติเจนและแอนติบอดีโดยใช้สารบางอย่างเป็นตัวบ่งชี้ว่ามีปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดขึ้นโดยนำสารบางชนิดไปติดฉลากบนแอนติเจนหรือแอนติบอดีสารที่ติดฉลากอาจจะเป็นสารกัมมันตรังสี (Radioactive substance) เอนไซม์หรือสารเรืองแสงเป็นต้น การจับกันของแอนติเจนและแอนติบอดีจะมีลักษณะเหมือนแซนวิชโดยแอนติบอดีตัวแรกจะถูกตรึงไว้กับหลอด Polystyrene หรือ Microtiter plate เมื่อเติมตัวอย่างที่มีเชื้อหรือแอนติเจนลงไปในหลอดหรือ Microtiter plate แล้วทำการบ่มและตามด้วยการล้างเพื่อให้สารอื่นๆที่ไม่จับกับแอนติบอดีถูกล้างออกไป หลังจากนั้นแอนติบอดีที่ติดฉลากหรือที่เรียกว่าคอนจูเกท (Conjugate) จะถูกเติมลงไปและบ่มไว้ช่วงเวลาหนึ่งแล้วจึงล้างให้คอนจูเกทที่ไม่ติดกับแอนติเจนหลุดออกและตามด้วยสับสเตรทเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาซึ่งค่าที่วัดได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของแอนติเจนในตัวอย่าง แอนติบอดีจะถูกติดฉลากด้วยเอนไซม์ได้หลายชนิดเช่น Horseradish peroxides,Alkaline phosphataseและß-Galactosidase (Enzyme-Linked Immunosorbent assays-ELISA) คอนจูเกทที่ติดฉลากด้วยเอนไซม์จะต้องเติมสับสเตรทที่จำเพาะเพื่อดูปฏิกิริยาในแต่ละหลุม (well) ถ้ามีเอนไซม์อยู่สับสเตรทจะถูกเปลี่ยนไปเป็นสารที่เกิดสีหรือสารเรืองแสงด้วยเทคนิค ELISA ที่ใช้ตรวจเชื้อก่อโรคจะสามารถตรวจเชื้อได้ตั้งแต่ปริมาณ 10.3 – 10.5เซลล์ต่อมิลลิลิตร ดังนั้นการตรวจหาเชื้อโรคโดยตรงในอาหารจึงไม่สามารถทำได้จึงต้องเพิ่มจำนวนเชื้อในอาหารเหลวก่อนอย่างน้อย 16 – 24 ชั่วโมงก่อนที่จะทดสอบด้วยเทคนิค ELISA ส่วนใหญ่ชุดทดสอบที่ใช้ตรวจหาสารพิษจากแบคทีเรียจะใช้หลักการอิมมูโนวิทยา (ศิริวรรณ ตี้ภู่, 2557)

6. การทดสอบด้วยหลักการของกรดนิวคลิอิค

ในช่วงระยะ 10 ปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาวิธีการตรวจหาเชื้อโรคในอาหารด้วยหลักการทางพันธุ์ศาสตร์อย่างมาก หลักการตรวจหาจะขึ้นกับการจับคู่ (Hybridization) ของ DNA เป้าหมายกับ DNA Probe ซึ่งขึ้นอยู่กับความจำเพาะที่ต้องการ (Genus, species, strain) สารพันธุกรรมหลายชนิดสามารถนำมาใช้เป็นเป้าหมาย Nucleic Acid Hybridization คือ เทคนิคที่อาศัยการจับกันระหว่างโมเลกุลของดีเอ็นเอหรืออาร์เอ็นเอของจุลินทรีย์เป้าหมายกับโพรบดีเอ็นเอซึ่งมีลำดับของกรดนิวคลีอิคเข้าคู่กับดีเอ็นเอที่เป็นเป้าหมายโดยทั่วไปโพรบดีเอ็นเอจะมีความยาวประมาณ 15 - 30 นิวคลีโอไทด์ความจำเพาะของวิธีการนี้ขึ้นอยู่กับลำดับของกรดนิวคลีอิคที่โพรบ ในขั้นแรกจะต้องทำให้เซลล์จุลินทรีย์แตกออกและทำให้กรดนิวคลีอิคบริสุทธ์เพื่อที่จะได้จับคู่กันกับโพรบเพื่อเกิดการจับกันได้ไฮบริด (Hybrid) เทคนิคที่ใช้ตรวจหาไฮบริดนี้มีความคล้ายคลึงกันกับการตรวจหาสารประกอบของแอนติเจน-แอนติบอด (ยุวพา คารพานนท์, 2557)

แบบไฮบริไดเซชั่นโดยตรงจะใช้โพรบดีเอ็นเอที่ติดฉลากจับกับกรดนิวคลีอิคในตัวอย่างโพรบที่ติดฉลากด้วยสารกัมมันตรังสีและสารเรืองแสงสามารถดูได้โดยตรงถ้าเป็นแบบทางอ้อมสามารถใช้เอนไซม์ติดฉลากกับโพรบวัสดุที่นำมารองรับอาจจะเป็นแผ่นเมมเบรนไนลอนหรือไนโตรเซลล์ลูโลสมีชุดทดสอบหลายชนิดที่ออกจำหน่าย เช่น Gene-Trek ซึ่งใช้โพรบที่จำเพาะกับจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในอาหาร และจำเพาะกับ Ribosomal RNA ในแบคทีเรียและใช้การดูสี (Colorimetric) ในการตรวจหาไฮบริดที่จำเพาะ อย่างไรก็ตามการเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลวเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ยังจำเป็นอยู่เพื่อเพิ่มความไวในการตรวจ

พลาสติก

พลาสติกจัดเป็นวัสดุพอลิเมอร์ที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นสายโซ่ยาวๆ แต่ไม่สามารถมองเห็นเป็นสายโซ่ได้ด้วยตาเปล่าซึ่งสายโซ่ดังกล่าวประกอบด้วย หน่วยย่อยๆ ที่เรียกว่ามอนอเมอร์ พอลิเมอร์สามารถสังเคราะห์ได้จากกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชั่น (polymerization) ของมอนอเมอร์ โดยใช้แหล่งวัตถุดิบจากปิโตรเคมีเป็นหลัก พลาสติกมีหลายชนิดและสามารถใช้แทนวัสดุธรรมชาติได้หลายอย่าง เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) ใช้ผลิตท่อพีวีซี, พอลิเอทธิลีนเทเรฟธาเลท (PET) ใช้ผลิตขวดบรรจุน้ำดื่มและพอลิสไตรีน (PS) ใช้ผลิตภาชนะบรรจุต่างๆ เช่น ช้อนพลาสติก เป็นต้น (ภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557)

1. พลาสติกที่ใช้มากในปัจจุบัน

พลาสติกที่ถูกนำมาใช้ในปริมาณมากในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิดที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ จึงมีการใส่สัญลักษณ์ตัวเลขเพื่อให้ง่ายต่อการแบ่งประเภทของพลาสติก ตัวเลขทั้ง 7 ตัวนี้จะอยู่ในสัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมที่มีลูกศรสามตัววิ่งตามกันและมักพบบริเวณก้นของภาชนะพลาสติก (ภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557)

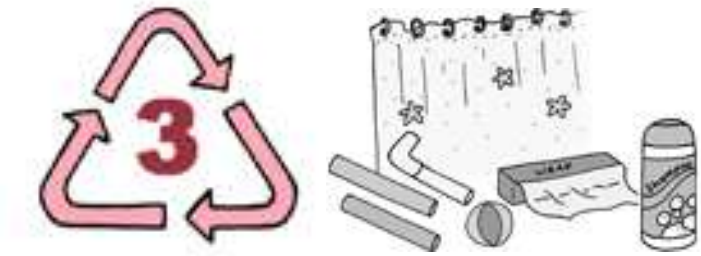
1.1 โพลิเอทธิลีนเทเรฟทาเลต (Poly ethylenetere phthalate : PET) PET ทนแรงกระแทก ไม่เปราะแตกง่าย สามารถทำให้ใสมาก มองเห็นสิ่งที่บรรจุอยู่ภายในจึงนิยมใช้บรรจุน้ำดื่ม น้ำมันพืช และเครื่องสำอาง นอกจากนี้ขวด PET ยังมีสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของก๊าซได้เป็นอย่างดี จึงใช้เป็นภาชนะบรรจุน้ำอัดลม PET สามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยนิยมนำมาผลิตเป็นเส้นใยสำหรับทำเสื้อกันหนาว พรม และเส้นใยสังเคราะห์สำหรับยัดหมอนหรือเสื้อสำหรับเล่นสกี

ภาพที่ 2.4 ภาพพลาสติก โพลิเอทธิลีนเทเรฟทาเลต (Poly ethylenetere phthalate : PET)
หมายเหตุ. จาก www.stou.ac.th. โดยภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557

1.2 โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นสูง (High density polyethylene, HDPE) HDPE โพลิเอทธิลีนชนิดหนาแน่นสูงมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นสายตรง ค่อนข้างแข็งแต่ยืดได้มาก ไม่แตกง่าย ส่วนใหญ่ทำให้มีสีสันสวยงาม ยกเว้นขวดที่ใช้บรรจุน้ำดื่ม ซึ่งจะขุ่นกว่าขวด PET ราคาถูกขึ้นรูปได้ง่าย ทนสารเคมีจึงนิยมใช้ทำบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด แชมพูสระผม แป้งเด็ก และถุงหูหิ้ว นอกจากนี้ภาชนะที่ทำจาก HDPE ยังมีสมบัติป้องกันการแพร่ผ่าน ของความชื้นได้ดี จึงใช้เป็นขวดนมเพื่อยืดอายุของนมให้นานขึ้น HDPE สามารถนำกลับมา รีไซเคิลเพื่อผลิตขวดต่างๆ เช่น ขวดใส่น้ำยาซักผ้า แท่งไม้เทียมเพื่อใช้ทำรั้วหรือม้านั่งในสวน

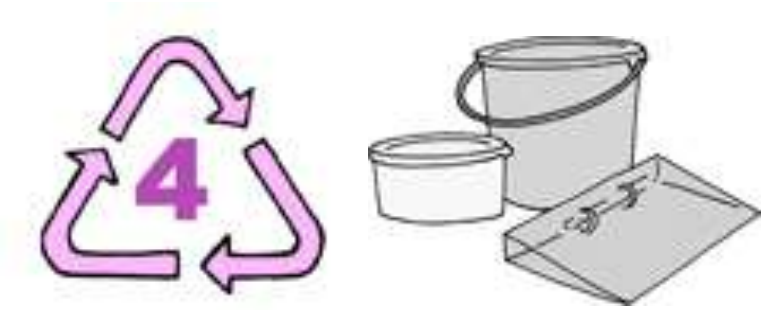
ภาพที่ 2.5 ภาพพลาสติก โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นสูง (High density polyethylene, HDPE)
หมายเหตุ. จาก www.stou.ac.th. โดยภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557

1.3 โพลิไวนิลคลอไรด์ (Poly (vinyl chloride), PVC) PVC เป็นพลาสติกแข็งใช้ทำท่อ เช่น ท่อน้ำประปา แต่สามารถทำให้นิ่มโดยใส่สารพลาสติกไซเซอร์ใช้ทำสายยางใส แผ่นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร ม่านในห้องอาบน้ำ แผ่นกระเบื้องยาง แผ่นพลาสติกปูโต๊ะ ขวดใส่แชมพูสระผม PVC เป็นพลาสติกที่มีสมบัติหลากหลาย สามารถนำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์อื่นได้อีกมาก เช่น ประตู หน้าต่าง วงกบ และหนังเทียม PVC สามารถนำกลับมารีไซเคิล เพื่อผลิตท่อประปาสำหรับการเกษตร กรวยจราจร และเฟอร์นิเจอร์ หรือม้านั่งพลาสติก



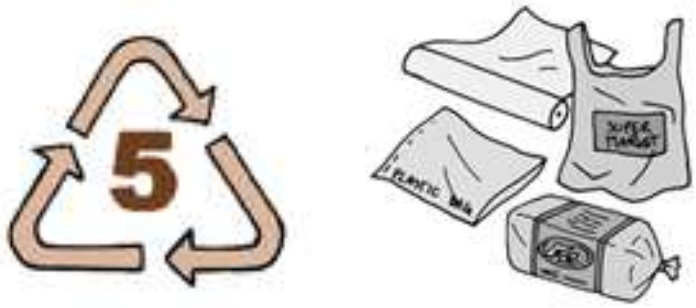
ภาพที่ 2.6 ภาพพลาสติก โพลิไวนิลคลอไรด์ (Poly (vinyl chloride), PVC)
หมายเหตุ. จาก www.stou.ac.th. โดยภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557

1.4 โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene, LDPE) LDPE เป็นพลาสติกที่นิ่ม สามารถยืดตัวได้มาก มีความใส นิยมนำมาทำเป็นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร และห่อของถุงใส่ขนมปัง และถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร LDPE สามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยใช้ผลิตเป็นถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถุงหูหิ้ว หรือถังขยะ



ภาพที่ 2.7 ภาพพลาสติก โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene, LDPE)
หมายเหตุ. จาก www.stou.ac.th. โดยภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557

1.5 โพลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) PP เป็นพลาสติกที่แข็ง ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ทนต่อสารเคมี ความร้อน และน้ำมัน ทำให้มีสีสันสวยงามได้ ส่วนใหญ่นิยมนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ชาม จาน ถัง ตะกร้า หรือกระบอกสำหรับใส่น้ำแช่เย็น PP สามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยนิยมผลิตเป็นกล่องแบตเตอรี่รถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชนและกรวยสำหรับน้ำมัน

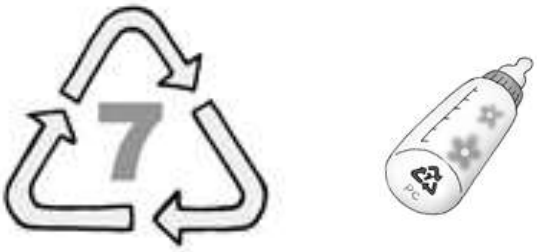


ภาพที่ 2.8 ภาพพลาสติก โพลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP)
หมายเหตุ. จาก www.stou.ac.th. โดยภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557

1.6 โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS) PS เป็นพลาสติกที่แข็ง ใส แต่เปราะและแตกง่าย ราคาถูก นิยมนำมาทำเป็นภาชนะบรรจุของใช้ เช่น เทปเพลง สำลี หรือของแห้ง เช่น หมูแผ่น หมูหยอง และคุ้กกี้ เนื่องจาก PS เปราะและแตกง่าย จึงไม่นิยมนำพลาสติกประเภทนี้มาบรรจุน้ำดื่ม หรือแชมพูสระผม เนื่องจากอาจลื่นตกแตกได้ มีการนำพลาสติกประเภทนี้มาใช้ ทำภาชนะหรือถาดโฟมสำหรับบรรจุอาหาร โฟมจะมีน้ำหนักที่เบามากเนื่องจากประกอบด้วย PS ประมาณ 2 – 5 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนที่เหลือเป็นอากาศที่แทรกอยู่ในช่องว่าง PS สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยนิยมผลิตเป็นไม้แขวนเสื้อ กล่องวีดีโอ ไม้บรรทัด หรือ ของใช้อื่นๆ

ภาพที่ 2.9 ภาพพลาสติก โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS)
หมายเหตุ. จาก www.stou.ac.th. โดยภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557

1.7 พลาสติกอื่นๆที่ไม่ใช่ 6 ชนิดแรก หรือไม่ทราบว่าเป็นพลาสติกชนิดใดปัจจุบันเรามีพลาสติกหลายชนิดให้เลือกใช้ พลาสติกที่ใช้ในครัวเรือนส่วนใหญ่สามารถนำกลับมารีไซเคิลเพื่อหลอมใช้ใหม่ได้ การมีสัญลักษณ์ตัวเลข ทำให้เราสามารถแยกพลาสติกออกเป็นชนิดต่างๆ เพื่อนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ง่ายขึ้น สำหรับพลาสติกในกลุ่มที่ 7 เป็นพลาสติกชนิดอื่นที่ไม่ใช่ 6 ชนิดแรก นอกจะมีตัวเลขระบุแล้ว ควรใส่สัญลักษณ์ภาษาอังกฤษระบุชนิดของพลาสติกนั้นๆ ไว้ เพื่อสะดวกในการแยกและนำกลับมารีไซเคิล เช่น โพลิคาร์บอเนต (Polycarbonate, PC)



ภาพที่ 2.10 ภาพพลาสติก ที่ไม่ใช่ 6 ชนิดแรก
หมายเหตุ. จาก www.stou.ac.th. โดยภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557

สแตนเลส

ในปี พ.ศ. 2546 ขณะที่นักวิจัยด้านโลหะพยายามทดลองค้นคว้าโดยเพิ่มเติมคุณสมบัติของโลหะชนิดต่างๆ นาย Harry Brearley แห่งมหาวิทยาลัย Scheffield ประเทศอังกฤษ ซึ่งเป็นคนหนึ่งในนักวิจัยเหล่านั้นประสบความสำเร็จจากการค้นพบโดยบังเอิญว่า หากเพิ่มธาตุโครเมียม (Chromium) ลงไปในเหล็กกล้ามากกว่า 12 เปอร์เซนต์ เหล็กกล้าต้านทานการกัดกร่อนของกรดเพิ่มขึ้นมากซึ่งต่อมาเรียกเหล็กที่เพิ่มโครเมียมนี้ว่า เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) หรือเรียกสั้นๆ ว่า สเตนเลส การค้นพบในครั้งนั้นของเขานับเป็นรากฐานของการพัฒนาเหล็กกล้าต่างๆ ที่ทนต่อการกัดกร่อนในเวลาต่อมา หลังจากนั้นอีก 7 ปี มีการคิดค้นสเตนเลส 2 ชนิด ซึ่งภายหลังถูกนำมาใช้กันมากที่สุดในเวลานั้น คือ เกรดมาร์เทนซิติกและเกรดออสเทนนิติก

“สเตนเลส” หรือชื่ออย่างเป็นทางการ คือ “เหล็กกล้าไร้สนิม” เป็นศัพท์ทั่วไปที่ใช้เรียกเหล็กในกลุ่มที่มีความต้านทานการกัดกร่อนสูง สเตนเลสเป็นโลหะผสมระหว่างเหล็กและคาร์บอน ซึ่งส่วนประกอบจะมีปริมาณคาร์บอนต่ำมีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลักประมาณ 10.5 เปอร์เซ็นต์หรือมากกว่าทำให้เกิดการสร้างฟิล์มโครเมียมออกไซด์ (chromium oxide film : CrO_2 หรือเรียกว่า passive film) ที่มองไม่เห็นเกาะติดแน่นอยู่ที่ผิวหน้า ทำให้เหล็กกล้ามีความต้านทานการกัดกร่อน ฟิล์มปกป้องนี้จะมีความบางเทียบเท่ากับวางกระดาษ 1 แผ่น บนตึกสูง 20 ชั้น ถ้าฟิล์มที่ผิวหน้านั้นถูกทำลายไม่ว่าจากแรงกล สารเคมีหรือออกซิเจนที่มีอยู่ในบรรยากาศ แม้จำนวนน้อยนิดจะเข้าทำปฏิกิริยากับโครเมียม สร้างฟิล์มโครเมียมออกไซด์ทดแทนขึ้นใหม่ด้วยตัวมันเอง ปัจจุบันสเตนเลสมีอยู่มากกว่า 60 ชนิด ทั้งนี้เนื่องจากสเตนเลสสามารถปรับปรุงคุณสมบัติในการต้านทานการกัดกร่อนและ

คุณสมบัติอื่น ๆ ที่ต้องการให้สูงขึ้นได้ โดยการเพิ่มส่วนผสมของโครเมียมและเพิ่มธาตุอื่น ๆ เช่น โมลิบดิบนัม นิกเกิล และไนโตรเจนเข้าไปด้วยคุณสมบัติที่ไม่เหมือนใคร เช่น ยากต่อการขึ้นสนิมเมื่อเทียบกับโลหะหรือวัสดุอื่น ๆ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ ง่ายต่อการเชื่อมและการขึ้นรูป ระยะเวลาการใช้งานคุ้มค่ากับราคา และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้งหมด จึงทำให้สเตนเลสเป็นโลหะที่ทรงคุณค่า คุณสมบัติและประโยชน์ที่ไร้ขีดจำกัด สมาคมพัฒนาสแตนเลสไทย (2557)

1. ประเภทของสแตนเลส

การจะตัดสินใจเลือกใช้สเตนเลสควรจะทราบว่าสเตนเลสมีประเภทและแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งโดยทั่วไปสเตนเลสแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ตามโครงสร้าง คือ ออสเทนนิติค เฟอร์ริติค ดูเพล็กซ์ มาร์เทนซิติค และเหล็กกล้าชุบแข็งแบบตกผลึก สมาคมพัฒนาสแตนเลสไทย (2557)

1.1 ตระกูลออสเทนนิติค (Austenitic) หรือที่รู้จักกันใน "ซีรี่ส 300" ซึ่งประมาณได้ว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของการผลิตสเตนเลสในโลกนี้เป็นสเตนเลสตระกูลออสเทนนิติค ที่ประกอบด้วยคาร์บอนอย่างน้อย 0.15 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนผสมของโครเมียมอย่างน้อย 16 เปอร์เซ็นต์และนิกเกิลหรือซึ่งช่วยปรับปรุง คุณสมบัติในการขึ้นรูปประกอบและเพิ่มความทนทานต่อการกัดกร่อน บางเกรดจะมีแมงกานีสผสมอยู่ด้วย โดยทั่วไปจะมีโครเมียม 18 เปอร์เซ็นต์ นิกเกิ้ล 10 เปอร์เซ็นต์ และมักเรียกกันว่า 18/10 ซึ่งคล้ายกับ 18/0 และ 18/8

1.2 ตระกูลเฟอร์ริติค (Ferritic) มีสมบัติดูดแม่เหล็ก มีโครเมียมเป็นธาตุผสมหลักระหว่าง 10.5 - 27 เปอร์เซนต์ บางเกรดผสมนิกเกิ้ลลงไปเล็กน้อย บางเกรดผสมโมลิบดินัมหรืออลูมิเนียมไททาเนียม

1.3 ตระกูลมาร์เทนซิติค (Martensitic) เป็นตระกูลที่มีความต้านทานการกัดกร่อนน้อยกว่าออสเทนนิติคและเฟอร์ริติค แต่มีความทนทานและแข็งแรงมากกว่า มีคุณสมบัติดูดแม่เหล็ก โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมของโครเมียม 12 - 14 เปอร์เซ็นต์ โมลิบดินัม 0.2 - 1 เปอร์เซ็นต์ มีนิกเกิ้ล 0 - 2 เปอร์เซ็นต์และมีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.1 - 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถชุบแข็งได้โดยการให้ความร้อนแล้วทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วและอบ คืนตัว โดยทั่วไปจะรู้จักกันใน "ซีรี่ส -00"

1.4 ตระกูลดูเพล็กซ์ (Duplex) เนื่องจากมีโครงสร้างผสมระหว่างโครงสร้างเฟอร์ไรต์และออสตไนต์ จึงทำให้มีความแข็งแรงมากกว่าออสเทนนิติคและมีความทนทานต่อการกัดกร่อนชนิดรูเข็ม ซอกอับ มีโครเมียมเป็นธาตุผสมอยู่ระหว่าง 19 ถึง 28 เปอร์เซ็นต์ โมลิบดินัมสูงกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และมีนิกเกิลน้อยกว่าตระกูลออสเทนนิติคใช้งานมากในสภาพแวดล้อมที่มีคลอไรด์สูง

1.5 ตระกูลเพิ่มความแข็งโดยการตกผลึก มีความต้านทานการกัดกร่อนเทียบเคียงกับตระกูลออสเทนนิติค มีความแข็งแรงมากกว่าตระกูลมาร์เทนซิติค เกรด 17-4H ที่รู้จักกันทั่วไป มีโครเมียมผสมอยู่ 17 เปอร์เซ็นต์และมีนิกเกิล 4 เปอร์เซ็นต์ ทองแดง และไนโอเบียมผสมอยู่ด้วย เนื่องจากสเตนเลสชนิดนี้สามารถชุบแข็งได้ในคราวเดียว จึงเหมาะสำหรับทำแกน ปั๊มหัววาล์วและส่วนประกอบของอากาศยาน

2. คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลส

คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลสเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุประเภทอื่น เปรียบเทียบทำได้ยาก ค่าความหนาแน่นสูงของสแตนเลสแตกต่างจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ในส่วนของคุณสมบัติเกี่ยวกับความร้อน ความสามารถทนความร้อนของสแตนเลส มีข้อสังเกต 3 ประการ คือ

1.การที่มีจุดหลอมเหลวสูง ทำให้มีอัตราความคืบดีเมื่อเทียบกับเซรามิก ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1,000 องศาเซลเซียส

2.การที่มีค่านำความร้อนระดับปานกลาง ทำให้สแตนเลสเหมาะที่จะใช้ในงานที่ต้องทนความร้อน (คอนเทนเนอร์) หรือต้องการคุณสมบัตินำความร้อนได้ดี (เครื่องถ่ายความร้อน)

3.การมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวระดับปานกลาง จึงสามารถใช้ความยาวมากๆได้ โดยใช้ตัวเชื่อมน้อย เช่น ในการทำหลังคา ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (2557)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Emrah, et al., (2013) ศึกษาการใช้ก๊าซโอโซนในการลดปริมาณเชื้อซาลโมเนลลาสำหรับโอริกาโนแห้งโดยใช้ระยะเวลาสัมผัสโอโซนที่ 120 นาที (2 ชม.) ผลการศึกษาพบว่า สามารถลดเชื้อซาลโมเนลลาได้จริงโดยที่ยังคงรสชาติ กลิ่น และรสสัมผัสที่ยอมรับได้ ก๊าซโอโซนเป็นตัวออกซิแดนซ์ที่แรงโดยก๊าซโอโซนทำให้เกิดการออกซิเดชั่นจนผนังเซลล์เสียหาย หากสัมผัสนานขึ้นจะทำให้เซลล์ยุบตัวและเหี่ยวย่นจนในที่สุดทำให้เซลล์เสียสภาพและตายในที่สุด

Khawla, et al., (2005) ใช้ก๊าซโอโซนที่มีความเข้มข้นมากกว่า 2,000 ppm เป็นเวลา 30 นาที พบว่าที่ความเข้มข้นและเวลาดังกล่าวสามารถควบคุมปริมาณเชื้อซาลโมเนลลาบนเนื้อไก่ได้ ยืนยันได้ว่าก๊าซโอโซนเป็นตัวออกซิแดนซ์ที่แรง

Hye-Jung, et al., (2014) ศึกษาการฆ่าเชื้อซาลโมเนลลาโดยใช้ก๊าซโอโซนร่วมกับความร้อน โดยใช้ก๊าซโอโซนที่อัตราการไหล 3.0 l/min ที่ความเข้มข้น 2.0–3.0 g/m^3 เป็นเวลา 1 นาที ผลการศึกษาพบว่า สามารถควบคุมเชื้อซาลโมเนลลาได้โดยยังคงคุณภาพของน้ำแอปเปิ้ลไว้ได้

Elif, et a., (2006) ศึกษาการกำจัดเชื้อซาลโมเนลลาบนมะเขือเทศเชอร์รี่โดยใช้ก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 10 mg/L พบว่า ต้องใช้เวลาสัมผัสก๊าซโอโซน 1 ชม. จึงสามารถวบคุมเชื้อซาลโมเนลลาบนมะเขือเทศเชอร์รี่ได้

Mari, et al., (2008) ศึกษาการใช้ก๊าซโอโซนในการลดเชื้อซาลโมเนลลาบนแคนตาลูปที่ตัดใหม่ พบว่า ก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 10,000 ppm เป็นเวลา 30 นาที ในภาวะสุญญากาศ สามารถลดเชื้อซาลโมเนลลาได้

Mi-Ran, et al., (2012) ศึกษาการใช้ก๊าซโอโซนเพื่อลดการก่อฤทธิ์ของเชื้อซาลโมเนลลาในน้ำแอปเปิ้ลที่มีความหวาน 18 36 และ 72 บริกซ์ โดยใช้ก๊าซโอโซนที่อัตราการไหล 3.0 L/min และปรับความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ 0.10, 0.90, 3.51, and 5.57 g/h สำหรับเวลาสัมผัสที่ 0.5, 1, 5, และ 10 นาที ตามลำดับ พบว่า ก๊าซโอโซนสามารถยับยั้งการออกฤทธิ์ของเชื้อซาลโมเนลลาในน้ำแอปเปิ้ลได้โดยตรง

Wei, et al., (2014) ศึกษาผลของการใช้ก๊าซโอโซนในการกำจัดจุลินทรีย์มะละกอที่ตัดใหม่ โดยใช้ก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 9.2 ± 0.2 µl/L ที่เวลา 10 20 และ 30 นาที พบว่า ที่เวลา 20 นาที สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้

Ilgaz, et al., (2015) ศึกษาการใช้ก๊าซโอโซนเพื่อลดปริมาณเชื้อซาลโมเนลลาที่ฐานเห็ด พบว่า เชื้อซาลโมเนลลาลดลง 2.10 log เมื่อสัมผัสก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 2.8 mg/L เป็นเวลา 60 นาที และเมื่อใช้ก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 5.3 mg/L เป็นเวลา 60 นาที จะสามารถลดปริมาณเชื้อซาลโมเนลลาได้ 3.61 log ผลจากการศึกษานี้แนะนำว่าสามารถใช้ก๊าซโอโซนเพื่อการป้องกันเชื้อจุลินทรีย์และรักษาคุณภาพของเห็ดได้

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ และคณะ (2543) ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในสาหร่ายเกลียวทองผง ก่อนทำการทดลองพบว่า มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.31 x 10^3 CFU/g, ยีสต์และรา 3.8 ถึง 5.6 x 10^3 CFU/g, *Bacillus cereus* 3.1 ถึง 3.3 x 10^3 CFU/g, *Staphylococcus* sp. 4.6 ถึง 5.4 x 10^3 CFU/g และ พบ *Vibrio* sp. ซึ่งจากการทดลองฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายผงด้วยการพ่นโอโซนที่ความเข้มข้น 350 mg/l ในตัวอย่าง 1 กรัม พบว่าสามารถทำลายเชื้อ *Bacillus cereus* ได้ 1 log cycle หรือ 90.46% เมื่อใช้เวลา 20 นาที ขณะที่การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นลดลงได้เพียง 41.13 – 66.07% เท่านั้น จะเห็นได้ว่าโอโซนสามารถใช้ในการฆ่าเชื้อ *Bacillus cereus* ในสาหร่ายเกลียวทองผงได้

คธาวุธ กาญจนเลขา และคณะ (2551) สร้างเครื่องผลิตก๊าซโอโซนแบบทรงกระบอกซ้อนแกนร่วมเพื่อใช้ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวโดยอาศัยหลักการของการเกิดปรากฏการณ์โคโรนา ดิสชาร์จ โดยใช้แรงดันไฟฟ้า 6 kV 50 Hz จากการทดลอง พบว่าเครื่องผลิตก๊าซโอโซนที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพในการควบคุม และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวได้อย่างรวดเร็ว จากการใช้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ผลิตได้ 561 ppm เวลาในการให้โอโซนจาก 0-10 นาที พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากทั้ง 5 เชื้อ ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 2 นาทีแรก หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง และพบว่าที่เวลา 8 นาที ในการให้ก๊าซโอโซนกับเชื้อจุลินทรีย์จะมีเชื้อ *klebsialla bacillus* และ spore ของ bacillus ถูกฆ่าตายจนหมด และพบว่าเชื้อ *Escherichia coli* ถูกฆ่าตายหมดที่เวลาครบ 10 นาที ส่วนเชื้อยีสต์นั้นจะมีจำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตอยู่มีจำนวนน้อยมากโดยสังเกตจากจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น

หยาดฝน มหาทรัพย์ไพบูลย์ และอังคณา พันธ์ศรี (2544) ทำการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในช้อน ส้อม ที่ผ่านการแช่น้ำร้อน ที่โรงอาหารกลางของสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ จากการนำช้อนและส้อมจากโรงอาหารกลางมาผ่านการแช่น้ำร้อน โดยแปรระยะเวลาการแช่ คือ 0, 5, 10, 15, 20, 30, และ 60 วินาที และสุ่มตัวอย่างที่เวลา 12.30 น. สัปดาห์ละ 1 วัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) พบในตัวอย่างที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อนของทุกสัปดาห์ โดยมีปริมาณเท่ากับ 6.07x10^2, 4.40x10^3 , 5.10x10^2, และ 1.25x10^3 CFU/ml ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการแช่น้ำร้อนมากขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์จะลดลง เมื่อแช่นาน 15 วินาที จะไม่พบจุลินทรีย์เลย ปริมาณยีสต์และรา พบในปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด ส่วนการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. Coli* พบว่า ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อนของสัปดาห์ที่ 3 พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพียง

ตัวอย่างเดียว โดยมีปริมาณเท่ากับ 23 MPN/ml ซึ่งเป็นปริมาณที่เกิดมาตรฐานของกองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งค่ามาตรฐานกำหนดไว้เท่ากับ 23 MPN/ml ส่วน *E. Coli* ไม่พบในทุกตัวอย่าง

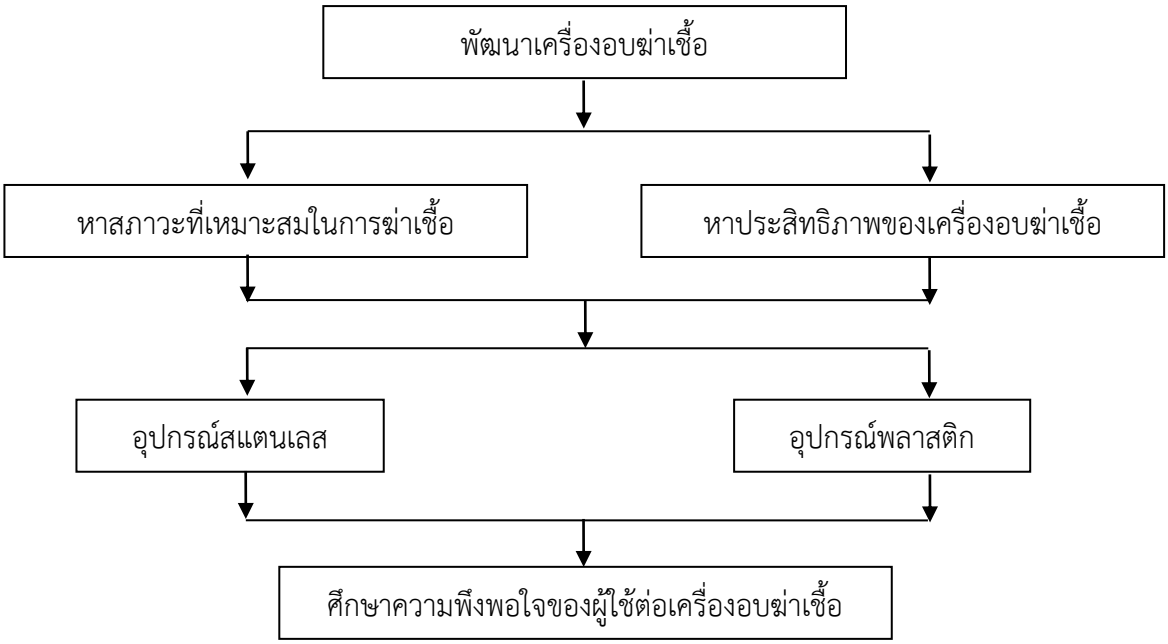
รัชนี เขียวอ่อน (2548) ศึกษาสุขลักษณะความปลอดภัยของจุลินทรีย์ดัชนี จากภาชนะสัมผัสอาหารในศูนย์อาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม โดยศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนภาชนะสัมผัสอาหารด้วยวิธีสแตนคาร์ดเพลทเคาต์และศึกษาการเจริญของกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ดัชนี 3 ชนิด คือ โคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์ม และอีโคไล ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง จาก 10 ตัวอย่าง โดยสุ่มตัวอย่างภาชนะสัมผัสอาหาร 3 ชนิด ได้แก่ จาน ช้อนและส้อม นอกจากนี้ยังได้ทำการตรวจมือผู้ประกอบอาหาร น้ำใช้ในการล้างภาชนะสัมผัสอาหารโดยวิธี MPN และมีการทดสอบอากาศ (air test) ภายในศูนย์อาหารทั้ง 3 แห่ง ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ได้แก่ ศูนย์อาหารร้านปุ๊ ศูนย์อาหารหอส้มตำและศูนย์อาหารอาคาร 15 ระหว่างเดือน มกราคม - มีนาคม พ.ศ. 2548 ในช่วงเวลา 9.00-10.00 ผลการศึกษา การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บนภาชนะสัมผัสอาหารประเภทจาน พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจากศูนย์อาหารร้านปุ๊ คือ 8.02x10 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตร รองลงมาเป็นศูนย์อาหารหอส้มตำ คือ 46 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตร และศูนย์อาหารอาคาร 15 ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ในการศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บนภาชนะสัมผัสอาหารประเภท ช้อน-ส้อมของศูนย์อาหารหอส้มตำ พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด คือ 31 โคโลนีต่อ 1 คู่ รองลงมาเป็นศูนย์อาหารร้านปุ๊พบ 17 โคโลนีต่อ 1 คู่ และศูนย์อาหารอาคาร 15 ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งผลการรักษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนภาชนะสัมผัสอาหารประเภทจาน และช้อน-ส้อม อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด ในการศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จากมือผู้ประกอบอาหาร พบว่าศูนย์อาหารร้านปุ๊พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด คือ 4.9 x 10 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ ศูนย์อาหารหอส้มตำ พบ 2.7 x 10 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตร ส่วนศูนย์อาหารอาคาร 15 ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดซึ่งผลการศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จากมือผู้ประกอบอาหารของศูนย์อาหารร้านปุ๊และศูนย์อาหารหอส้มตำ พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด การเจริญของเชื้อโคลิฟอร์มจากมือของผู้ประกอบอาหาร พบว่าศูนย์อาหารร้านปุ๊พบเชื้อโคลิฟอร์มเจริญอยู่ในช่วง <3.0 - >1100 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ ศูนย์อาหารหอส้มตำพบการเจริญอยู่ในช่วง <3.0 - 460 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตรและศูนย์อาหารอาคาร 15 ไม่พบการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์ม ส่วนการเจริญของเชื้อฟีคอลโคลิฟอร์มจากมือผู้ประกอบอาหาร พบว่าร้านอาหารร้านพบเชื้อฟีคอลโคลิฟอร์มเจริญอยู่ในช่วง <3.0- 120 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตรรองลงมาคือ ศูนย์อาหารหอส้มตำเจริญอยู่ในช่วง <3.0 - 93 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตร และศูนย์อาหารอาคาร 15 ไม่พบการเจริญของเชื้อฟีคอล-โคลิฟอร์ม ส่วนผลการศึกษาการเจริญของเชื้ออีโคไลจากมือของผู้ประกอบอาหาร พบว่าศูนย์อาหารร้านปุ๊พบการเจริญของเชื้ออีโคไล รองลงมา คือศูนย์อาหารหอส้มตำ ส่วนศูนย์อาหารอาคาร 15 ไม่พบการเจริญของเชื้ออีโคไล จะเห็นได้ว่าในบางส่วนของศูนย์อาหารร้านปุ๊ และศูนย์อาหารหอส้มตำพบการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์มและอีโคไลในบางส่วนเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด ในการศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำใช้ของศูนย์อาหารทั้ง 3 แห่ง

ตรวจไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ดัชนีซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด ในการศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในบริเวณศูนย์อาหารทั้ง 3 แห่ง พบว่าบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ สถานประกอบอาหาร บริเวณอ่างล้างจาน บริเวณร้านขายน้ำและบริเวณที่วางช้อนและส้อม พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด ของร้านปุ๊ คือ 178.3, 236.3, 141.5 และ38.9 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตรของหอส้มตำ คือ 65.1, 27.8, 92.3 และ64.5 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตรและอาคาร 15 คือ 28.6 และ 8.6 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ ส่วนบริเวณร้านขายน้ำและบริเวณที่วางช้อนและส้อม ของศูนย์อาหารอาคาร 15 พบว่า มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขกำหนด คือ 10.9 และ 10.5 โคโลนีต่อ 25 ตารางเซนติเมตร

วรรณภา สระพินครบุรี (2550) การประเมินสุขลักษณะของร้านก๋วยเตี๋ยวบริเวณใกล้เคียงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของผู้บริโภคจากการรับประทานอาหารตามร้านก๋วยเตี๋ยวและเผยแพร่ข้อมูลที่ได้แก่ผู้บริโภคเพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของการบริโภคอาหารอย่างปลอดภัย โดยทำการตรวจสอบคุณลักษณะของร้านอาหารที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก เน้นการตรวจสอบทางด้านจุลชีววิทยาในส่วนของเครื่องปรุงรสต่าง ๆ ได้แก่ พริกป่น น้ำตาลทราย น้ำปลา พริกดองน้ำส้ม และน้ำส้มสายชู รวมถึงภาชนะบรรจุอาหาร ได้แก่ ชาม ช้อน แก้วน้ำ และตะเกียบ ผลการทดลองพบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในพริกป่น น้ำตาลทราย น้ำปลา พริกดองน้ำส้ม และน้ำส้มสายชู มีจำนวนอยู่ในช่วง 6.7-7.6, 1.7-2.8, 2.0-8.9, 1.9-4.7 และ 1.0-4.5 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งพบว่าอยู่ในปริมาณสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด ในส่วนของการตรวจสอบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในภาชนะบรรจุและอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหารของร้านจำหน่ายอาหารพบว่า มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ก่อนให้เกิดโรค (Pathogenic E.coli และ Staphylococcus aureus) และในกลุ่มที่เป็นตัวชี้วัดถึงการปนเปื้อนของเชื้อโรค (Total count และ E.colli) ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูงและส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่สูงเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการนำระบบควบคุมคุณภาพการผลิตมาใช้เพื่อลดการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามการดำเนินระบบดังกล่าวยังคงต้องอาศัยความเข้าใจและความร่วมมือกันอย่างจริงจังของทุกภาคส่วน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้บริโภคทั้งในส่วนของความปลอดภัยและความมั่นใจในการบริโภคอาหารจากร้านจำหน่ายอาหาร

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย