



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

คุณภาพอาหารทางจุลชีววิทยาของอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียน
ระดับประถมศึกษาในพื้นที่จังหวัดยะลา (อำเภอยะหา)
(Microbiological Quality of Foods Provided to Students In
Primary Schools around Yala Province - Yaha District)

โดย

อับดุลลาห์ โตลาห์ ดาลี

คอสิยาห์ สะลี

นุรฮัยนี หะยียูโซะ

อัมพร ท่าตะ

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา ประจำปี 2556

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

คุณภาพอาหารทางจุลชีววิทยาของอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียน
ระดับประถมศึกษาในพื้นที่จังหวัดยะลา (อำเภอยะหา)
(Microbiological Quality of Foods Provided to Students In
Primary Schools around Yala Province - Yaha District)

โดย

อับดุลลาห์ โตลาห์ ดาลี

คอสิยาห์ สะลี

นุรฮัยนี หะยียูโซะ

อัมพร ท่าตะ

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา ประจำปี 2556

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ชื่อเรื่อง คุณภาพอาหารทางจุลชีววิทยาของอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนระดับ
ประถมศึกษาในพื้นที่จังหวัดยะลา (อำเภอเยาะหา)

ชื่อผู้วิจัย อาจารย์อับดุลลาห์ โตลาห์ ดาลี และคณะ

งบประมาณ บำรุงการศึกษา **ประจำปี** 2556

บทคัดย่อ

การตรวจวิเคราะห์โคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม อีโคไล และสแตปฟีโลคอคคัส ออเรียส ในอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาเขตอำเภอเยาะหา จังหวัดยะลา โดยใช้เทคนิคมาตรฐานของการตรวจวิเคราะห์ และวิธีการสุ่มตัวอย่างอาหารภายในโรงเรียนจำนวน 14 โรงเรียน ๆ ละ 3 ตัวอย่าง และจะทำการทดสอบจำนวน 7 โรงเรียน อาหารที่ตรวจจัดประเภทเป็นประเภทผัดและทอด ประเภทต้ม และประเภทแกง แต่ละโรงเรียนจะเก็บตัวอย่างอาหาร 2 ครั้ง รวมทั้งหมด 84 ตัวอย่าง และจะเก็บตัวอย่างอาหารครั้งเดียว รวม 42 ตัวอย่าง เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-กันยายน 2555 โดยแต่ละครั้งจะมีระยะห่างของการเก็บตัวอย่าง 30 วัน ผลการตรวจวิเคราะห์ ปรากฏว่า ผลการตรวจนับแบคทีเรียทั้งหมดในอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา อาหารประเภทผัดและทอด และต้มทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ อยู่ในช่วงมากกว่า 1100 และต่ำสุดน้อยกว่า 3 และพบว่า อาหารประเภทแกง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ปรากฏว่า อาหารประเภทผัดและทอดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 23.33 ประเภทต้มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 16 และประเภทแกงทุกตัวอย่างเกินเกณฑ์มาตรฐาน ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของฟีคัลโคลิฟอร์ม พบว่า อาหารประเภทผัดและทอดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 23.33 ประเภทต้มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 16.66 และประเภทแกงทุกตัวอย่างเกินเกณฑ์มาตรฐาน และตรวจไม่พบเชื้อ อีโคไลและสแตปฟีโลคอคคัส ออเรียส ในทุก ๆ ตัวอย่าง จากการศึกษาพบว่าการบริโภคอาหารภายในโรงเรียนแต่ละโรงเรียน มีโอกาสปนเปื้อนแบคทีเรีย โดยอาหารประเภทแกงจะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียมากที่สุด รองลงมาอาหารประเภทต้ม และอาหารประเภทผัดและทอดตามลำดับ

คำสำคัญ: Foodborne bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., Coliform, Primary school food hygiene, Yala

Title Microbiological Quality of Foods Provided to Students In Primary Schools around Yala Province (Yaha District)

Auther Abdullah Dolah Dalee and co-Workers

Funding Education-nurturing Budget 2556

ABSTRACT

Analysis of coliform, fecal coliform, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in foods that provided to the students in elementary schools around Yaha District of Yala province was conducted using standard analysis techniques including tests for enumeration of total bacterial count and Most Probable Number (MPN) values as well as the detection of *S. aureus*. Food sampling within as much as 14 schools was assessed, and results showed that the fried, roasted and boiling items of foods were not exceeding the standard range, which was 3-1,100 cfu/g. Further finding showed that the curry paste items were also within the standard. However, as regard to coliform bacteria, it was found that only 23.33% of fried and toasted food items were in consistent with the standard, whereas for boiling items 16% were just exceeding standard value. As for fecal coliform analysis, fried and boiled food items were 23.33% and 16.66% and found higher than the standard set, respectively. In all food items, no *E. coli* and *S. aureus* was detected. This study suggested that consuming foods for school children should be regularly monitored to avoid bacterial contamination and thus ill health consequence in the school children.

Keywords: Foodborne bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., Coliform, Primary school food hygiene, Yala

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เล่มนี้จัดทำจนเป็นรูปเล่มได้ ด้วยกำลังใจจากทุก ๆ คนในบ้าน และในที่ทำงาน ห้องแล็บจุลชีววิทยา ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา รวมถึงคณะผู้บริหารในโรงเรียนระดับประถมศึกษาในจังหวัดยะลา ซึ่งเป็นแหล่งเก็บข้อมูลพื้นฐาน และในคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร และในระดับมหาวิทยาลัยฯ ด้วย จึงถือโอกาสนี้ ส่งคำขอบคุณให้กับทุก ๆ คน ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเป็นพิเศษ นักศึกษาวิจัยนายอับลลอฮ์ สาเมาะเมาะอีเต อาจารย์คอสิยาห์ สะลี และอาจารย์นุรฮัยนี หะยียูโซะ รวมทั้งคุณอำพร ทาคะ ที่ช่วยงานในห้องแล็บวิจัย และดูแลความเรียบร้อยของห้องแล็บ ตลอดจนบำรุงรักษาเครื่องมือของห้องแล็บโดยรวมทั้งหมดอย่างสมบูรณ์และเรียบร้อยตลอดมา

วิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบบำรุงการศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ดังนั้น ทุก ๆ คนที่เกี่ยวข้องในระดับนี้ กรุณารับคำขอบคุณเป็นอย่างสูงและด้วยความคารวะมา ณ โอกาสนี้ด้วยเช่นกัน

อับลลอฮ์ โตลาห์ ดาลี และคณะ

พฤษภาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
ปกใน	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 รายงานเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 บทนำ	4
2.2 ผลของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอาหาร	11
2.3 Coliform bacteria ในอาหาร	11
2.4 Fecal coliform ในอาหาร	12
2.5 <i>Escherichia coli</i> ในอาหาร	13
2.6 โรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารที่มีเชื้อ <i>Escherichia coli</i> สายพันธุ์ต่างๆ	13
2.7 <i>Staphylococcus aureus</i>	14
2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร	20
2.9 คุณภาพน้ำบริโภค	22
2.10 จุลินทรีย์ก่อโรคทางน้ำ	26
2.11 แบคทีเรียดัชนีการปนเปื้อนในน้ำและอาหาร	29
2.12 สถานภาพอาหารและน้ำบริโภคจากงานวิจัย	30
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	32
3.1 ตัวอย่างอาหาร	32
3.2 การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร (Total Bacterial Plate Count)	33

3.3 การตรวจวิเคราะห์ <i>Staphylococcus aureus</i>	33
3.4 การวิเคราะห์ <i>Salmonella</i> sp.	33
3.5 การตรวจสอบตัวอย่าง Coliform	34
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปราย	35
4.1 การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด	36
4.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	38
4.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของฟิคัลโคลิฟอร์ม <i>E.coli</i> และ <i>Staphylococcus aureus</i>	38
4.4 คุณภาพของอาหารของโรงเรียนประถมศึกษา	41
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	42
5.1 สรุป	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	52
ประวัตินักวิจัย	69

สารบัญรูป

ลำดับรูป

หน้า

ไม่มี

สารบัญตาราง

ลำดับตาราง	หน้า
2.1 เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ. 2553	21
2.2 ตัวอย่างผลกระทบของน้ำทางกายภาพ	22
2.3. สารมลพิษทางน้ำที่มีผลกระทบต่อมนุษย์	23
2.4 แหล่งที่มาและผลกระทบของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนทางน้ำ	24
4.1 การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียน ระดับประถมศึกษาเขตอำเภอยะหา	35
4.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับ นักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาเขตอำเภอยะหา	36
4.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของฟิคัลโคลิฟอร์ม ในตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับ นักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาเขตอำเภอยะหา	38
4.4 ผลการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม ฟิคัลโคลิฟอร์ม ในอาหารที่จัด ให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา เขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อาหารเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในหลาย ๆ ปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ อาหารที่ดีย่อมมีประโยชน์ ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตสมบูรณ์แข็งแรง สืบเนื่องจากอาหารมักประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ และวิตามิน ซึ่งเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์ด้วย จึงทำให้ง่ายต่อการปนเปื้อนโดยจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหารจะสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วและสามารถทำให้เกิดโรคแก่ผู้บริโภค การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหารจะบ่งบอกถึง ความสะอาดและสุขอนามัยของผู้ผลิต รวมถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค อีกทั้งยังสามารถใช้เป็น แนวทางการปรับปรุงการผลิตอาหารจำหน่าย และการป้องกัน และแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับโรคทางเดิน อาหาร การตรวจวิเคราะห์อาหารประกอบด้วย การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total bacterial plate count) ซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของวิธีการผลิต ความสดของอาหารที่ เก็บรักษาและสุขอนามัยผู้ผลิต โดยเฉพาะการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหาร เช่น *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp. และ *Vibrio cholerae* รวมทั้ง Coliforms, และ *Escherichia coli* ซึ่งจะบ่งบอกถึงความสะอาดของอาหารได้เป็นอย่างดีและให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือที่สุดวิธีหนึ่ง

แบคทีเรียที่มักตรวจพบในอาหารและเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษคือ *Salmonella typhi* และ *S. aureus* โดยที่ *S. aureus* เป็นโรคทางเดินอาหาร ซึ่งเกิดจากการสร้างสารพิษทางเดินอาหาร (enterotoxins) เชื่อมีความสำคัญอันดับต้น ๆ และเป็นปัญหาในหลาย ๆ ประเทศในแถบ เอเชีย (Genigeorgis, 1989) สารพิษทางเดินอาหารที่ตรวจพบบ่อยและปริมาณมากคือ SEA และ SEA บวกกับ SEB (Igarashi, 1993 & Oda, 1998.) อาการของผู้ได้รับเชือนี้มีอาการปวดท้อง กล้ามเนื้อเกร็ง ท้องร่วงอย่างแรง คลื่นไส้ สำลักและไข้ การแพร่ระบาดของโรคอาหารเป็นพิษเกิดการ ได้รับอาหารที่ปนเปื้อนเชื่อดังกล่าว ฉะนั้น การตรวจหาแบคทีเรียก่อโรคอาหารเป็นพิษถือเป็น มาตรการสำคัญในการป้องกันการระบาด การแพร่ของโรค และถือเป็นการประเมินคุณภาพของ อาหาร

ในประเทศที่กำลังพัฒนาหรือพัฒนาแล้วพบว่า การระบาดของ *Salmonella* เกิดขึ้นบ่อยครั้ง มากและอาศัยห่วงโซ่อาหาร (food chain) กล่าวคือ 95% ของ salmonellosis มีสาเหตุจากการ

บริโภคอาหารไม่สุก หรือเนื้อวัว ไก่ ไข่ไก่ ไก่ตุ๋นหรือหมู ซึ่งปนเปื้อนระหว่างการขนส่ง (American Public Health Association, 1995. & Tauxe, 1991) ในอเมริกา 26% ของโรคติดเชื้อแบคทีเรียจากอาหาร (bacterial food-borne pathogens) มีสาเหตุจากเชื้อ *Salmonella* (Mead et. al. 1999) ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียทางธุรกิจ อาทิ การจ้างงาน เพิ่มค่าดูแลรักษาทางการแพทย์ และเสียชีวิต ประมาณการเป็นเงิน 2.3-3.6 พันล้านเหรียญต่อปี (Buzby et al. 1996 & Frenzen et. al. 1999) ปัจจัยที่สำคัญของความรุนแรงของโรคเกิดได้จากชนิดของเชื้อ เชื้อที่ดีมีความรุนแรงของการก่อโรคสูง และผู้ป่วยที่เป็นเด็กหรือผู้สูงอายุซึ่งมีภูมิคุ้มกันต่อโรคต่ำ เมื่อรับเชื้อเข้าไปอาการที่เกิดขึ้นอาจทำให้เสียชีวิตได้ ฉะนั้น การควบคุมดูแลในการผลิตอาหารของสถาบันการศึกษา โดยเฉพาะระดับอุดมศึกษา จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินสุขอนามัยของอาหารในชุมชนโดยรวม โดยงานวิจัยครั้งนี้เป็นความการประเมินคุณภาพอาหารในเบื้องต้น เพื่อจะนำไปสู่การหามาตรการในการเตรียมอาหารที่ถูกสุขลักษณะของอาหารที่จำหน่ายให้นักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา ใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ ส่วนของข้อมูลที่ได้คาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อสถาบันฯ ผู้เกี่ยวข้อง การศึกษาครั้งนี้ มุ่งเน้นการสำรวจตรวจสอบเชื้อตัวบ่งชี้คือ *Salmonella* sp., *S.aureus*, Coliforms และ *E. coli* ในอาหารที่จัดจำหน่ายในโรงอาหารของโรงเรียนระดับประถมศึกษาในพื้นที่จังหวัดยะลา และนับเป็นมิติของความปลอดภัยของอาหารต่อผู้บริโภคในแง่มุมมองของนักจุลชีววิทยาอาหารที่นำมาตรวจสอบเป็นอาหารประเภทแกงไม่มีกะทิ แกงกะทิ ผัดและประเภทอื่น ซึ่งทางโรงเรียนฯจะจัดให้กับนักเรียน และคาดว่าข้อมูลนี้จะกลายเป็นข้อมูลพื้นฐานที่น่าเชื่อถือที่สุดและเป็นประโยชน์สำหรับทุกฝ่ายที่ต้องการเห็นมาตรการการผลิตอาหารที่ได้มาตรฐานตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

1.2 วัตถุประสงค์ และขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการประเมินคุณภาพอาหารทางจุลชีววิทยา โดยอาศัยตัวบ่งชี้คือการตรวจหาแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหาร ได้แก่ *Coliform*, *fecal coliform*, *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาในพื้นที่จังหวัดยะลา เพื่อนำข้อมูลไปประเมินความสะอาด คุณภาพและความปลอดภัยของอาหารที่จัดให้กับนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาในเขตพื้นที่จังหวัดยะลา โดยกำหนดการสุ่มตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาในพื้นที่จังหวัดยะลา เป็นการสุ่มตัวอย่างจากอาหาร 4 ประเภท ได้แก่ อาหารประเภทผัดและทอด อาหารประเภทต้ม อาหารประเภทแกง รวมทั้งประเภทยำ โดยปริมาณตัวอย่างจะไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของตัวอย่างทั้งหมด

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เมื่องานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ข้อมูลปริมาณเชื้อ Coliform, Fecal coliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* sp. ปนเปื้อนในอาหารที่จัดให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาในพื้นที่จังหวัดยะลา การแพร่กระจายของเชื้อ Coliform, Fecal coliform, *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* sp. ปนเปื้อนในอาหารที่จัดให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาในพื้นที่จังหวัดยะลา จะเป็นที่ประจักษ์ และสามารถนำไปวางแผนหามาตรการเฝ้าระวังคุณภาพอาหารและนโยบายการสาธารณสุขและสุขอนามัยอาหารในที่จัดให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาในพื้นที่จังหวัดยะลา อันสืบเนื่องมาจากข้อค้นพบการประเมินคุณภาพอาหารในงานวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งจะเป็นคำตอบแก่รัฐบาลในการกำหนดนโยบายเพื่อการพัฒนาประเทศ โดยเริ่มจากภาคบริการการศึกษา ด้านสาธารณสุขและสุขอนามัยอาหาร โดยเฉพาะในพื้นที่ท้องถิ่น เช่น จังหวัดยะลา อาจจะกลายเป็นจังหวัดนำร่องของกลุ่มจังหวัดชายแดนใต้ การเฝ้าระวังในด้านการบริการด้านสาธาณูปโภคนี้จะส่งผลลัพท์จากงานวิจัยไปยังชุมชน ให้ตระหนักในเรื่องการเลือกอาหารและการบริการอาหารทั้งทางตรงและทางอ้อม

บทที่ 2

รายงานเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

โรคในมนุษย์เกิดได้จากหลายสาเหตุ อาทิ การได้รับสารพิษ การได้รับอุบัติเหตุและการรับประทานอาหารที่ไม่สะอาด อาหารเป็นพิษนับเป็นหนึ่งในสาเหตุของโรคที่ก่อปัญหาให้กับผู้รับประทานอาหาร อาหารเป็นพิษ หมายถึง อาการพิษที่เกิดจากอาหารที่รับประทานเข้าไปหรือรับประทานอาหารที่มีสิ่งเป็นพิษปะปนอยู่ (นงลักษณ์, 2544; Atlas, 1984) อาการพิษที่เกิดขึ้นเนื่องจากการรับประทานอาหารอาจเกิดได้จากสาเหตุต่าง ๆ อาทิ อาหารเป็นพิษเอง เช่น จากเห็ดพิษ *Amanita mucuria* เกิดจากอาการแพ้จากการรับประทานอาหารประเภทกุ้ง ปู หรือเกิดจากสารเคมีตกค้างในอาหาร และอาหารเป็นพิษเนื่องจากจุลินทรีย์ (นิภาและคณะ, 2532)

จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของอาหารเป็นพิษสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ จุลินทรีย์ที่เจริญอยู่ในอาหารแล้วเพิ่มจำนวน พร้อมทั้งสร้างสารพิษในอาหารขึ้น เมื่อรับประทานอาหารเข้าไป จึงเกิดพิษเรียกว่า Food intoxication และประเภทที่ 2 เกิดจากการได้รับจุลินทรีย์โดยตรงคือ จุลินทรีย์ที่เข้าทำลายระบบทางเดินอาหารทำให้ปวดท้อง ท้องร่วง (Madigan et. al., 2000; Atlas, 1984; Davis et. al. 1990; Jawetz et. al. 1991) ได้จำแนกโดยจุลินทรีย์ที่มักพบ ได้แก่ *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus* ซึ่งเรียกว่า Food infections ในส่วนของ Food intoxication เป็นโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากการมีจุลินทรีย์เจริญ และสร้างพิษ (toxins) ลงในอาหาร ขณะรับประทานอาหาร จุลินทรีย์อาจตายไปแล้ว แต่พิษยังคงอยู่ และทำให้เกิดเป็นพิษขึ้น (นงลักษณ์, 2544; Prescott et. al., 1999 & 2005) จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุ ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*

Food Infections ส่งผลให้เกิดโรค Gastroenteritis และเกิดจากการติดเชื้อจากแบคทีเรียหลายชนิด ที่พบบ่อยคือ *Clostridium perfringens* และ *C. perfringens* (ดวงพร, 2545; Jawetz et. al., 1991) แบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อนและสร้างสปอร์ได้นี้เจริญได้ดีในสภาพที่ไม่มีอากาศ มีอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20-55°C, pH 4.5-9.0 NaCl 5% ในอาหารสามารถยับยั้งการเจริญเติบโต แต่สปอร์ที่สร้างทนความร้อนได้ต่างกัน ตามชนิดของเชื้อ สารพิษ (exotoxins) 6 ชนิดของ *C. perfringens* สร้างได้แก่ ชนิด A, B, C, D, E & F เชื้อมักพบในอาหารพวกเนื้อดิบที่มีการปะปนมาของสปอร์จากดิน น้ำเสีย และจากอุจจาระของสัตว์ การพบเชื้อ *C. perfringens* ในอาหารที่

สุกแล้ว แสดงว่ากระบวนการทำอาหารไม่ถูกสุขลักษณะ อาการของโรค Gastroenteritis โดย *C. perfringens* ได้แก่ ปวดท้องอย่างรุนแรง และท้องร่วง อย่างไรก็ตาม *C. perfringens* ต้องมีอยู่ปริมาณมากเพียงพอ (ล้านเซลล์/กรัม) ถึงจะสามารถก่อโรคได้ การเจริญของ *C. perfringens* ในอาหารจนเป็นสาเหตุของอาหารเป็นพิษ พบในอาหารที่ปรุงไม่สุก อาหารที่ทำสุกแล้วมีอากาศอยู่น้อย หรืออาหารไม่ได้เก็บรักษาไว้ในที่เย็น ทำให้เกิดสภาวะและเวลาเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ (อรุณศรีและเสาวลักษณ์, 2532; Prescott et. al., 1999 & 2005)

โรคอาหารเป็นพิษจากการติดเชื้อ *Vibrio parahemolyticus* ในอาหารก็เช่นเดียวกัน เกิดจากสาเหตุที่คล้ายกัน แบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อนและเคลื่อนที่ได้นี้ต้องการเกลือ 1-3% (halophiles) ในการเจริญเติบโต และเจริญที่ 22 °C - 42 °C แต่ไม่เจริญที่ pH ต่ำกว่า 5.0 หรือสูงกว่า 11.0 (Ryan et. al., 1994) เชื้อซึ่งมักพบในอาหารพวกกุ้ง ปูและหอยนี้ จะถูกทำลายหมดโดยใช้ความร้อนที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม หากเกิดการปนเปื้อนมาใหม่จากวัตถุดิบที่ยังไม่ได้ทำให้สุกเมื่อปล่อยทิ้งไว้ เชื้อมีโอกาสมเพิ่มจำนวนได้ อาการของโรคภายหลังการรับประทานอาหารที่มีเชื้อ *Vibrio parahemolyticus* เข้าไป 2-48 ชั่วโมง ได้แก่ ปวดท้อง ท้องร่วง อุจจาระเหลวเป็นน้ำ อาเจียน (ธวัชชัย 2539)

แบคทีเรียแกรมลบ *Salmonella* มีเซลล์รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ ต้องการอากาศและไม่ใช้น้ำตาลแลคโตส หรือซูโครส เจริญได้ดีที่ 6.7 - 45.6 °C, pH 4.1 - 9.0 แหล่งของเชื้อมาจากคนและสัตว์ และมักพบในอุจจาระและปัสสาวะของผู้ป่วยที่เป็นโรค เชื้ออาจปะปนมาในอาหารด้วย โดยเฉพาะอาหารประเภทเนื้อสัตว์ปีก และน้ำมัน พาหะของโรคที่สำคัญคือสัตว์ปีก (Madigan et. al., 2000; Davis, et. al. 1990) ลักษณะอาการของโรค ได้แก่ อาการคลื่นเหียนอาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง ปวดศีรษะ หนาวสั่น อ่อนเพลีย และอาจมีไข้ อาการจะเป็นอยู่ 2-3 วันจึงหาย (นิภาและคณะ, 2532; Jawetz et. al., 1991; Prescott et. al., 1999 & 2005) อย่างไรก็ตาม สภาวะสำคัญที่ทำให้อาหารเป็นพิษคือ การกินอาหารที่มีเชื้อ *Salmonella* เข้าไปในปริมาณที่มากพอ (อรุณศรีและเสาวลักษณ์, 2532; Madigan et. al., 2000) นรีกุลและคณะ (2532) ได้จำแนก *Salmonella* ออกเป็น 3 ชนิดคือ เชื้อสาเหตุไข้เอนเทอริก ไข้ไทฟอยด์ และพาราไทฟอยด์ (Enteric fevers: typhoid and paratyphoid) แต่ที่สำคัญที่สุดคือ ไข้ไทฟอยด์ ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อ *Salmonella typhi* ส่วนพาราไทฟอยด์มีสาเหตุจากเชื้อ *S. paratyphi* A, B และ C อาการของโรคคล้ายกัน แต่ไข้พาราไทฟอยด์หรือไข้รากสาดเทียมมีความรุนแรงน้อยกว่า และมีอาการอ่อนกว่าไข้ไทฟอยด์ กล่าวคือ พาราไทฟอยด์มีระยะฟักตัว 1-10 วัน โดยมีอาการโลหิตเป็นพิษเนื่องจากเชื้อเข้ากระแสเลือด (bacteremia) ผู้ป่วยระยะแรก มักมีไข้อยู่ 1-3 สัปดาห์ ไม่ค่อยมีผื่น ส่วนไข้ไทฟอยด์มีระยะฟักตัวของโรค 14 วัน มีไข้สูงตลอด ปวดศีรษะ ท้องผูก อ่อนเพลีย โดยในสัปดาห์แรกอาจมีผื่นขึ้นตามลำตัว หัวใจเต้นช้ากว่าปกติ ปวดกล้ามเนื้อ ไข้จะขึ้นสูงตลอดเวลา (39.5 °C) นานติดต่อกัน 7-10 วัน และ

ลดลงในสัปดาห์ที่ 3 หรือ 4 ตับและม้ามโต เม็ดเลือดขาวลดน้อยลง อุจจาระมีเลือดปนออกมาด้วย อรุณศรีและเสาวลักษณ์ (2532) ได้รายงานว่าการเกิดโรคเกิดจากการกินเชื้อที่ปะปนอยู่กับอาหาร หรือน้ำเข้าไป และประมาณ 2-5% ของผู้ป่วยที่หายจากโรคไทฟอยด์ จะยังมีเชื้อ *Salmonella* อยู่ในร่างกายได้นานเป็นปี ๆ หรือตลอดไป ผู้ที่เป็นพาหะเรื้อรังจะมีเชื้ออาศัยอยู่ในถุงและถูกขับน้ำดี ออกมากับปัสสาวะและอุจจาระ จึงทำให้เชื้อนี้รอดชีวิตอยู่ได้ *S. enteritidis* และ *S. typhimurium* ซึ่งทำให้เกิดโรคลำไส้อักเสบ (Enterocolitis, Gastroenteritis) ในสัตว์เลือดอุ่น รวมทั้งคน มีระยะฟักตัว 12-24 ชั่วโมง หรือมีอาการหลังจากได้รับอาหารที่มีเชื้อปะปน 8-48 ชั่วโมง อาการของโรคคือ ปวดศีรษะรุนแรง คลื่นไส้ อาเจียน อุจจาระร่วงรุนแรง ปวดท้อง มีไข้ต่ำ โดยมักจะเป็นอยู่ 2-5 วัน เชื้อจะเจริญอยู่ในลำไส้เท่านั้น เมื่อเชื้อบุกรุกเข้าผนังลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ อาจปล่อย Enterotoxins ออกมา ทำให้ถ่ายอุจจาระเหลว มีมูกเลือดและเม็ดเลือดขาวปนออกมา ไม่พบเชื้อในเลือด แต่จะพบในอุจจาระ (Volk et al., 1991) โลหิตเป็นพิษ (Septicemia) เป็นการติดเชื้อ *Salmonella* ในกระแสเลือด มักเกิดจาก *S. choleraesuis* เป็นส่วนใหญ่ แต่ก็อาจเกิดจากเชื้อ Serotypes ใดก็ได้ เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายจะไปเจริญในกระแสเลือดเพิ่มจำนวนขึ้น จึงทำให้มีไข้สูง หนาวสั่น เบื่ออาหาร น้ำหนักลดลง ในการแยกเชื้อ จะพบเชื้อในกระแสเลือดเท่านั้น แต่มักไม่พบเชื้อในอุจจาระ โรคนี้จะเป็นอย่างยาวนานจนเรื้อรัง แบคทีเรียในเลือดจะกระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ส่งผลทำให้เยื่อหุ้มสมองอักเสบ ปอดอักเสบ ไตอักเสบเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ ไชกระดูกและกระดูกอักเสบ (Murray et al., 1994) เชื้อ *Salmonella* สามารถตรวจพบได้ทุกเดือนตลอดทั้งปี และพบได้มากในช่วงฤดูร้อนตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงเดือนกรกฎาคม โดยคาดว่าเกิดจากการกระจายของโรคและอาหารเป็นพิษ (สุภาภรณ์และคณะ, 2545)

แบคทีเรียแกรมบวกรูปท่อน *Clostridium botulinum*. ซึ่งสร้างสปอร์ได้และเจริญได้ดีในสภาพที่ไม่มีอากาศคือสาเหตุของ Botulism การศึกษาทางเซโรโลยี (serology) พบว่า เชื้อมีถึง 7 serotypes คือ A, B, C, D, E และ F โดยที่ serotype A, B, และ E สามารถสร้างสารพิษ ซึ่งเป็นพิษกับคนได้ อาหารที่พบเชื้อหรือเป็นพิษมักเป็นอาหารกระป๋องที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะอาหารพวกเนื้อปลา ถั่ว หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดหวานที่บรรจุกระป๋อง (Michael et al., 1997) พิษนี้เพียงเล็กน้อยที่ได้รับเข้าไป จะแสดงอาการภายใน 12-36 ชั่วโมง โดยจะมีอาการเจ็บท้องอย่างเฉียบพลัน คลื่นเหียน อาเจียน เมื่อยลำ ปวดหัว เห็นภาพซ้อน ปากแห้ง คอแห้ง เสียงแหบ ลิ้นคับปาก หัวใจเต้นเร็ว กล้ามเนื้อหัวใจหยุดทำงาน และอาจตายภายใน 3-6 วัน (นงลักษณ์, 2544) สภาวะที่ทำให้อาหารเป็นพิษคือ มีสปอร์ของ *C. botulinum* อยู่ในอาหารในขณะที่สภาพของอาหารเหมาะสมต่อการเจริญ และไม่ได้นำมาอุ่นให้ร้อนเพียงพอที่จะทำลายสารพิษ (อรุณศรี และเสาวลักษณ์, 2532)

Staphylococcus aureus ซึ่งสร้าง enterotoxin เป็นสาเหตุของ Staphylococcal intoxication โดยสารพิษมีผลกับผนังของลำไส้ (Orwin et al, 2003) เชื้อแกรมบวกนี้มีลักษณะกลม อยู่เป็นกลุ่มหรือเป็นสายสั้น ๆ ส่วนมากเป็นพวกผลิต coagulase ซึ่งเจริญได้ดีในที่ที่มีอากาศและไม่มีอากาศ บางพวกทนเกลือได้สูงและสามารถเจริญได้ในอาหารโปรตีน มี 6 serotype คือ A, B, C, C2, D และ E แต่ที่ทำให้อาหารเป็นพิษคือ ชนิด A และ D (ดวงพร, 2542) การเจริญและสร้างสารพิษ ขึ้นอยู่กับชนิดอาหาร ที่พบส่วนใหญ่เป็นอาหารพวกขนมปังที่มีครีมหรือ คัสตาด แยม สัตว์ปีก โดยเกิดจากคนทำอาหาร ซึ่งเป็นพาหะ (carrier) โดยทั่วไป เชื้อจะเจริญอยู่ในอาหารและสร้างสารพิษลงในอาหาร โดยทั่วไปแล้ว การเติบโตของสายพันธุ์สร้างสารพิษทางเดินอาหาร (Enterotoxigenic strains) ของ *S. aureus* ต้องมีขนาดประชากรอย่างน้อย 5.0×10^5 เซลล์ต่อกรัมอาหาร จึงจะเพียงพอสำหรับการสร้างสารพิษในอาหารที่รับประทานเข้าไป (Newsome, 1988; Park et. al. 1994) อาการ ซึ่งจะแสดงภายหลังได้รับอาหารที่มี *S. aureus* 2-4 ชั่วโมง ได้แก่ อาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง ในคนที่เป้นมากอาจปวดศีรษะ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เหงื่อออก หนาวสั่น และอาจถึงกับช็อค อุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าปกติ อาการเป็นนานประมาณ 1-2 วัน (สุวณีและ มาลัย, 2540) สภาวะที่ทำให้อาหารเป็นพิษคือ มีเชื้อ *Staphylococcus* ปะปนมาในอาหาร โดยเชื้อ สามารถเจริญและสร้างสารพิษในอาหาร เนื่องจากอุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (Lennett et. al., 1985) นงลักษณ์ (2540) ได้รายงานถึงการติดเชื้อ *S. aureus* ที่ผิวหนัง ทำให้เกิดฝีและสามารถเกิดที่ส่วนใดของร่างกายก็ได้ โดยเริ่มต้นจากการติดเชื้อที่ต่อมน้ำมัน บริเวณที่เกิดฝีจะเกิดการอักเสบ มีการสะสมเม็ดเลือดขาว เกิดการตายของเนื้อเยื่อ เมื่อฝีเจริญเต็มที่บริเวณเนื้อเยื่อตายจะเต็มไปด้วยเม็ดเลือดขาวที่ตายแล้ว รวมทั้งแบคทีเรียที่เม็ดเลือดขาวไปกิน และมีไฟบรินมาล้อมรอบ ซึ่งภายในบริเวณฝินี้จะไม่มีเลือดมาเลี้ยง โรคปอดบวม (*Staphylococcal pneumonia*) เป็นโรคที่สำคัญมากเพราะมีอัตราการตายสูง (50%) อาจเกิดขึ้นทันทีทันใดหรือติดเชื้อภายหลังจากเป็นโรคอื่น มาก่อน นอกจากนี้ *S. aureus* เป็นสาเหตุสำคัญของไขกระดูกอักเสบไขกระดูกอักเสบ (Osteomyelitis) โดยที่ส่วนใหญ่จะเกิดตามหลัง เมื่อมีการกระจายของเชื้อเข้ากระแสเลือด เมื่อเกิดบาดแผลหรือฝี การติดเชื้อจะเกิดการสะสมหนองมากขึ้น จนไหลขึ้นมาที่ผิวของกระดูก เกิดเป็นหนองใต้เยื่อหุ้มกระดูก อาการของการเกิดไขกระดูกอักเสบจะมีไข้ หนาวสั่น เจ็บปวดที่กระดูก มีการหดเกร็งของกล้ามเนื้อรอบ ๆ บริเวณกระดูก โพรงข้อต่อมีหนอง (Pyoarthrosis) ประมาณ 50% ของผู้ป่วยที่เป็นโรคข้ออักเสบจากแบคทีเรีย *S. aureus* โรคโพรงข้อต่อมีหนองอาจเกิดหลังจากการ ทำศัลยกรรมกระดูก การติดเชื้อ *Staphylococcal* ในข้อต่อจะทำลายกระดูกอ่อนในข้อต่อ และมีผลทำให้เกิดความพิการของข้อต่ออย่างถาวรตลอดไป การติดเชื้อแบคทีเรียในกระแสเลือดและเยื่อหุ้มหัวใจ อักเสบ (Bacteremia and endocarditis) อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการติดเชื้อเฉพาะที่ นอกจากนี้ สิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่กระแสเลือด เช่น การสวนหัวใจ เป็นสาเหตุให้เชื้อเข้าหลอดเลือด จนเกิดภาวะติดเชื้อ

เชื้อในกระแสเลือด *S. aureus* สายพันธุ์ที่สร้างเอนโทโรทอกซินสาเหตุของอาหารเป็นพิษ (Food poisoning) นั้นเกิดจากการกินอาหารที่มีทอกซินของเชื้อ การปนเปื้อนอาหารโดยผู้ประกอบอาหารที่มีเชื้ออยู่ในมือและอาหารนั้นมักเก็บไว้ในตู้เย็นที่ไม่เย็นพอ จึงทำให้เชื้อเจริญเติบโตและสร้างทอกซินได้ นอกจากนี้ ลำไส้อักเสบ (Enterocolitis) ยังเกิดจากเชื้อ *Clostridium difficile* ที่สร้างทอกซินช็อก (Toxic shock syndrome, TSS) สายพันธุ์ที่สร้างทอกซิน (Toxic shock syndrome toxin-1, TSS-1) ทำให้เกิดโรคช็อก TSS (Madigan et. al., 2000; Prescott et. al., 1999 & 2005)

มาตรฐานทางด้านจุลชีววิทยาตามมาตรฐานของกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งมีข้อกำหนดทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสำเร็จ ดังนี้ จำนวนจุลินทรีย์ต่อกรัมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1×10^6 จำนวนยีสต์และราต่อกรัม น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1×10^3 , MPN *E.coli* / g น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20, MPN fecal coliforms/g น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500, เชื้อโรคอาหารเป็นพิษต้องตรวจไม่พบ (อรุณศรีและเสาวลักษณ์, 2532)

ธารีรัตน์และคณะ (2545) ได้ตรวจสอบความสะอาดของอาหาร เครื่องดื่ม ภาชนะจากโรงอาหารตามคณะต่าง ๆ ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 7 คณะ โดยทำการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี Total aerobic plate count และตรวจนับจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ด้วยวิธี MPN (Most Probable Number) ซึ่งจากการทดลองพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในเครื่องดื่มอยู่ในช่วง 2.0×10^3 ถึง 1.8×10^6 เซลล์ต่อเครื่องดื่ม 1 ml. ซึ่งไม่มีตัวอย่างใดเลยที่ได้มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 36 ปี พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดน้ำบริโภคและเครื่องดื่มเป็นอาหารควบคุม จุลินทรีย์บนภาชนะจากร้านค้าเหล่านี้ในช่วง 6.0×10^2 ถึง 1.1×10^6 CFU/g และตรวจพบ coliform bacteria ในตัวอย่างจาก 32 ร้าน จากที่ตรวจทั้งหมด 41 ร้าน ภาชนะจากทุกร้านไม่มีร้านใดที่สะอาดได้มาตรฐานตาม “Ordinance and Code Regulating Eating and Drinking Establishment” ที่กำหนดให้มีจุลินทรีย์บนภาชนะได้ไม่เกิน 100 ตัว

อรุณศรี และเสาวลักษณ์ (2532) ได้ตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและเครื่องดื่มจากโรงอาหารภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ตัวอย่างอาหารที่ทำการตรวจจำนวน 60 ตัวอย่าง จากโรงอาหาร 3 แห่ง โรงอาหารของนักศึกษา โรงอาหารโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และโรงอาหารคณะวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่า มีอาหาร 29 ชนิด ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานอาหารปรุงสำเร็จของกระทรวงสาธารณสุข การตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 6.5×10^1 ถึง 8.2×10^3 CFU/g Coliform bacteria อยู่ในช่วง 0 -> 1,100 CFU/g จำนวน *Escherichia Coli* อยู่ในช่วง 0 -> 1,100 CFU/g และยังตรวจพบเชื้อก่อโรคอาหารเป็นพิษโดยตรวจพบ *Staphylococcus aureus* ในอาหาร 11 ตัวอย่าง ไม่พบ *Salmonella* sp. และ *Vibrio Cholerae*

Akira และคณะ (2000) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *S. aureus* สายพันธุ์ coagulase Type VII ในญี่ปุ่นพบว่า เชื้อแพร่ระบาดในพื้นที่ 35 อำเภอ ตลอดปี 1980-1995 จิริยาและคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาอาหารวางขายในจังหวัดขอนแก่นจำนวน 193 ตัวอย่าง พบว่า จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดพบอยู่ระหว่าง $10^6 - 10^7$ เซลล์ต่อกรัมอาหาร โดยเชื้อ *Staphylococcus* พบอยู่ระหว่าง $10^5 - 10^6$ เซลล์ต่อกรัมอาหาร เชื้อ *S. aureus* พบอยู่ $10^3 - 10^4$ เซลล์ต่อกรัมอาหาร เชื้อ *S. coagulase* +ve พบอยู่ระหว่าง $10^2 - 10^4$ เซลล์ต่อกรัม

สารพิษทางเดินอาหารของ *Staphylococci* หรือ staphylococcal enterotoxins (SEs) มีหลายชนิดตามลักษณะทางแอนติเจนิก ได้แก่ SEA, SEB, SEC1, SEC2, SEC3, SED, SEE, SEG, SEH, SEI, SEJ, SEK, SEL, SEM, SEN, และ SEO (Bergdoll, 1983; Bergdoll, 1990; Jarraud et. al. 2001; Munson et. al. 1998; Orwin et. al. 2001; Ren et. al. 1994; Su & Wong, 1995; Zhang et. al. 1998) สารพิษ SEC1, SEC2, และ SEC3 มีลักษณะทางแอนติเจนิกที่ใกล้เคียงกันมาก และสามารถตรวจพิสูจน์โดยใช้ปฏิกิริยาแอนติเจน - แอนติบอดี (cross-reaction) ที่เตรียมจากตัวใดตัวหนึ่ง (Bergdoll, 1990; Schaechter et. al., 1993) ในขณะที่ SEA เป็นสารพิษที่พบเกี่ยวข้องกับการแพร่ระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *Staphylococci* มากที่สุด (Bennett, 1986; Igarashi et. al. 1985) จากการศึกษาพบว่า สารพิษ SEA เพียง 100 ถึง 200 ng ก็สามารถสร้างอาการเป็นพิษ (intoxication) ได้ (Evenson et. al. 1988) สารพิษ SEs เป็นโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำคือระหว่าง 27,300 และ 34,100 (Newsome, 1988) ลักษณะทางเซอร์โลยีของสารพิษสามารถทำลายโดยความร้อน กล่าวคือ SEA 3 ระดับ (5, 20, and 60 mg/ml) ในน้ำซุบเนื้อไม่สามารถตรวจพบหลังจากผ่านความร้อนที่ 121.1°C นาน 27, 37, และ 40 นาทีตามลำดับ (Denny et. al. 1971); SEA (0.5 mg/ml) และ SED (0.05 mg/ml) สามารถทำให้เสื่อมสภาพ 92 และ 90% ในน้ำนมที่ 143.3°C ภายใน 9.12 วินาทีตามลำดับ และประมาณ 98.9% ของ SEA ในเห็ด (1 mg/ml) ถูกทำลายที่ 121.1°C นาน 4.5 min (Brunner & Wong, 1992)

สารพิษทางเดินอาหารหรือ enterotoxins เป็นกลุ่มย่อยของโปรตีนสารพิษนอกเซลล์ (protein exotoxins) ในกลุ่ม pyrogenic toxin ซึ่งแสดงลักษณะทางชีววิทยาที่หลากหลายมาก เช่น ลักษณะ superantigenicity (Balaban & Rasooly, 2000; Bohach, et. al., 1990; Kotb, 1995) สารพิษทางเดินอาหาร Staphylococcal enterotoxins นี้ต่างจาก pyrogenic toxin ประเภทอื่น เพราะสามารถกระตุ้นอาการอาเจียนและท้องร่วงเมื่อรับประทานเข้าไปในร่างกาย (Bohach, 1997) จึงเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ staphylococci (staphylococcal food poisoning) และยังถือเป็นหนึ่งในกลุ่ม

โรคอาหารเป็นพิษที่ให้ผลลบต่อเศรษฐกิจและสุขอนามัย (Altekruse, et. al., 1997; Archer & Young, 1988; Todd, 1989) แต่สำหรับ *Staphylococcus aureus* แล้ว การสร้าง

สารพิษ อาทิ SEA, SEB, SEC, SED, และ SEE ต่างก็เป็นที่ยอมรับกัน (Balaban & Rasooly, 2000; Barg & Harris, 1997; Dinges et. al., 2000; Jay, 1996; Shimizu et. al., 2000)

อาหารนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอและการต้านทานต่อการเจ็บป่วย อาหารที่เรารับประทานประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียได้ เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีหรือจากจุลินทรีย์และทางกายภาพ ความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์ในอาหาร จุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับอาหาร โดยพบว่าจุลินทรีย์บางชนิดเมื่อมีการปนเปื้อนในอาหารจะสามารถเติบโตได้ ในขณะที่บางชนิดไม่สามารถเติบโตในอาหารแต่ยังไม่ตาย ส่วนเชื้อที่เติบโตได้จะต้องการปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เชื้อสามารถเพิ่มจำนวนได้ในอาหาร

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร และแหล่งของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารได้แก่ ดิน และน้ำ พืชและผลิตภัณฑ์จากพืช อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหาร ในกรณีของดินและน้ำ สภาพแวดล้อมทั้งสองนี้แยกกันไม่ออก มักจะถูกจัดให้อยู่ด้วยกันแบคทีเรียและเชื้อราในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโต มักจะอยู่ร่วมกันในดิน จากนั้นเชื้อจะแพร่กระจายในอากาศโดยการพัดพาของกระแสลมที่ช่วยทำให้เชื้อเกิดการฟุ้งกระจาย หลังจากนั้นเชื้อจะตกลงสู่พื้นดินหรือแหล่งน้ำ โดยน้ำฝนที่ตกลงมาไหลสู่แหล่งน้ำ ทำให้จุลินทรีย์ที่พบในดินสามารถพบได้ในแหล่งน้ำด้วย ซึ่งจะเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดกาล แต่ในบางครั้งจุลินทรีย์ที่มาจากแหล่งน้ำไม่สามารถรอดอยู่ในดินได้ โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์ที่มาจากน้ำทะเล ได้แก่ *Alteromonas* ซึ่งพบในน้ำเค็ม แต่ไม่พบเชื้อมีในดิน แบคทีเรียประจำถิ่นที่อยู่ในน้ำเค็ม ส่วนใหญ่เป็นพวกแกรมลบโดยอาจพบแบคทีเรียแกรมบวกได้บ้างสำหรับพืชและผลิตภัณฑ์จากพืช จุลินทรีย์อยู่ในพืชและผลิตภัณฑ์เป็นจุลินทรีย์ที่ได้รับการปนเปื้อนจากดินและน้ำเป็นส่วนใหญ่ แต่มีเชื้อไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถเจริญเติบโตได้ในพืชและผลิตภัณฑ์จากพืช ซึ่งเชื้อที่เจริญเติบโตได้นั้น มักเป็นเชื้อที่สามารถยึดเกาะอย่างแน่นหนาที่บริเวณผิวของพืชและผลิตภัณฑ์จากพืช โดยเชื้อจะไม่หลุดออกมาจากภายหลังการล้าง และยังเป็นเชื้อที่สามารถใช้พืชและผลิตภัณฑ์จากพืชเป็นอาหารได้ เชื้อดังกล่าว ได้แก่ แบคทีเรียแลคติก, ยีสต์ และแบคทีเรียก่อโรคในพืช ได้แก่ *Corynebacterium*, *Cortobacterium*, *Pseudomonas* และ *Xanthomonas* นอกจากนี้ ยังพบเชื้อราอีกหลายชนิดที่สามารถก่อโรคพืช อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหารมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อ กล่าวคือการนำอาหารไปบรรจุในภาชนะภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยพบว่าจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ในผลิตภัณฑ์ และอาจมีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ตรงบริเวณพื้นผิวที่สัมผัสกับภาชนะ ซึ่งในภาชนะเดียวกันนั้นจะมีผักที่มาจากหลาย ๆ ต้น โดยมักจะพบจุลินทรีย์ลักษณะคล้าย ๆ กัน การตัดหรือหั่นชิ้นเนื้อจะทำให้มีเชื้อปนเปื้อนในชิ้นเนื้อที่มาจากการชำแหละด้วยมีดหรืออุปกรณ์ประกอบอาหารที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อน ภาชนะที่สัมผัสอาหารเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหาร เช่น จาน ชาม น้ำ มีด เขียง เป็นต้น โดยภาชนะเหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญในการประกอบอาหารและเป็นสื่อกลางที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อโรคระบบทางเดินอาหารได้

สำหรับสาเหตุที่ทำให้ภาชนะที่สัมผัสอาหารไม่สะอาดและปลอดภัยนั้น ขึ้นอยู่กับสาเหตุหลัก 2 ประการ ดังนี้ (สมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) กล่าวคือ เกิดจากภาชนะสัมผัสอาหารเอง ที่มีการออกแบบรูปแบบของภาชนะสัมผัสอาหารที่ไม่ถูก เนื่องจากไม่คำนึงถึงความสะดวกและความสะดวกในการใช้งาน หรือเกิดจากภาชนะสัมผัสอาหารมีการปนเปื้อน เนื่องจากการล้างทำความสะอาดไม่ถูกวิธี น้ำที่ใช้ล้างไม่สะอาด การเก็บรักษาไม่ถูกต้องตามหลักการสุขาภิบาล หรืออาจเนื่องจากผู้ปรุงมีนิสัยไม่ดี มักง่ายในการหยิบจับภาชนะสัมผัสอาหาร ส่วนจุลินทรีย์จากลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ จุลินทรีย์ในลำไส้ปนเปื้อนลงในน้ำจะทำให้ น้ำสกปรก เมื่อนำน้ำดังกล่าวมาล้างทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหารจะทำให้อาหารได้รับเชื้อดังกล่าว ผู้สัมผัสอาหาร จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารอาจมาจากจุลินทรีย์ประจำถิ่นที่อยู่บริเวณผิวหนัง มือ ในโพรงจมูก และเครื่องแต่งกายของบุคคลที่สัมผัสอาหารนั้น เป็นต้น อาหารสัตว์ เชื้อสำคัญคือ *Salmonella* ซึ่งพบปนเปื้อนในไก่และอาหารสัตว์ ทำให้อาหารสัตว์มีเชื้อชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่สูง ขนและหนังสัตว์ จุลินทรีย์ที่พบในน้ำนมดิบ อาจมาจากการรีดนมวัว ที่มีเต้านมสกปรกทำให้จุลินทรีย์จากเต้านม ขนและหนังสัตว์ปนเปื้อนลงสู่น้ำนมหรือภาชนะที่ใส่น้ำนม และอากาศและฝุ่นละอองในอากาศและฝุ่นละอองมีสปอร์ของแบคทีเรีย เชื้อราและยีสต์ที่สามารถปนเปื้อนในอาหารได้ โดยเชื้อส่วนใหญ่มาจากสภาพแวดล้อมต่างๆ (บุษกร อุตริชาติ, 2547)

2.2. ผลของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร มีดังนี้

เมื่อปนเปื้อนแล้วจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารนั้น และเพิ่มจำนวนพร้อมทั้งมีการผลิต โดยที่สารต่าง ๆ ออกมา ซึ่งอาจเป็นสารก่อพิษกับอาหาร โดยอาจทำให้อาหารเน่าเสียหรืออาจทำให้ผู้บริโภคป่วยเป็นโรค หรือในบางครั้งหากผลิตสารบางอย่างออกมา เป็นสารที่เป็นประโยชน์ก็อาจทำให้มนุษย์ได้ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่เกิดขึ้น เช่น การผลิตกรดน้ำส้มสายชู โดย *Acetobacter aceti* เมื่อจุลินทรีย์ปนเปื้อนแล้วไม่สามารถเจริญเติบโต แต่เชื้อไม่ตาย โดยเชื้อจะอาศัยอาหารเป็นพาหะในการแพร่เชื้อก่อโรคต่อไป โดยคนที่ได้รับเชืื่อนี้จะสะสมในร่างกาย ซึ่งอาจก่อโรคได้ เมื่อเชื้อปนเปื้อนในอาหารแล้วไม่สามารถใช้อาหารหรือไม่ชอบปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโต ในที่สุดเชื้อค่อย ๆ ลดจำนวนลงไปเอง (บุษกร อุตริชาติ, 2547)

2.3 Coliform bacteria ในอาหาร

เป็นแบคทีเรียท่อนสั้น ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์เติบโตได้ดีในที่ที่มีอากาศแบบแฟกคัลเททีฟ แอนแอโรบ สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโตส (Lactose) ได้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระหว่าง 24-48 ชั่วโมง โดยสร้างกรดและแก๊สออกมา แบคทีเรียที่มีความสำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Escherichia*

coli และ *Enterobacter aerogenes* นักจุลชีววิทยาได้เลือกแบคทีเรียโคลีฟอร์ม ให้เป็นจุลินทรีย์ดัชนี (Index microorganisms) บ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระในอาหาร เนื่องจาก เป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่น (normal flora) ในระบบทางเดินอาหารของคน และสัตว์เลือดอุ่น เป็นแบคทีเรียที่ถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระในจำนวนที่สม่ำเสมอ ไม่เป็นเชื้อก่ออันตรายแก่ผู้ตรวจวิเคราะห์ เป็นเชื้อที่ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีกว่า เชื้อโรคใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์ไม่ยุ่งยากเหมือนการตรวจหาเชื้อโรคอาหารที่ตรวจพบเชื้อโคลีฟอร์ม แสดงว่าอาหารนั้นไม่สะอาด อาจมีสิ่งโสโครก เช่น อุจจาระลงไปปะปน และอาจมีเชื้อโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารเติบโตในอาหารนั้น ทำให้ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค แบคทีเรียโคลีฟอร์ม อยู่ในกลุ่ม Family Enterobacteriaceae เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ มีการเจริญแบบ aerobe หรือ facultative anaerobe สามารถเฟอร์เมนต์น้ำตาลแลคโตสให้กรดและแก๊สภายใน 48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติดังกล่าว ได้แก่ *Escherichia coli* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารของคนหรือสัตว์เลือดอุ่น และแบคทีเรีย *Enterobacter* sp. ซึ่งนอกจากจะพบในทางเดินอาหารแล้วยังพบได้ในดินและปนเปื้อนกับพืชผักต่าง ๆ

2.4 Fecal coliform ในอาหาร

ฟีคัลโคลีฟอร์มหรือโคลีฟอร์มในอุจจาระให้คำจำกัดความได้ว่า เป็นแบคทีเรียให้กรดและเกิดก๊าซเมื่อเพาะเลี้ยงในอีซีบรอต (EC broth) และประเภทของโคลีฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลีฟอร์ม (Fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งจะปะปนมากับอุจจาระเมื่อตรวจพบ การเกิดระบาดของโรคทางเดินอาหารจะตรวจพบแบคทีเรียบ่งชี้ ได้แก่ *E.coli* แสดงว่ามีการปนเปื้อนของอุจจาระโดยตรง ในส่วนของฟีคัลโคลีฟอร์ม (Non-Fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืชมีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้เป็นแบคทีเรียบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของน้ำได้ เช่น *Enterobacter aerogens* สามารถแยกฟีคัลโคลีฟอร์ม ออกจากพวกฟีคัลโคลีฟอร์ม โดยอาศัยความสามารถในการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิต่างกัน ฟีคัลโคลีฟอร์มสามารถย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสและผลิตแก๊สออกมาได้ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่กลุ่มฟีคัลโคลีฟอร์มไม่เจริญเติบโตที่อุณหภูมิดังกล่าว ความร้อนที่ใช้ในการปรุงอาหารและการพาสเจอร์ไรส์อาหารสามารถทำลายเชื้อฟีคัลโคลีฟอร์มได้ สำหรับอุณหภูมิระดับการแช่เยือกแข็งนั้น จะทำให้เชื้อตายหรือรอดชีวิตขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อ ซึ่งเชื้อจะรอดชีวิต (บุษกร อุตรภูษิต, 2547)

2.5 *Escherichia coli* ในอาหาร

E.coli เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารของคนหรือสัตว์เลือดอุ่นเท่านั้น จึงแสดงว่ามีการปนเปื้อนอุจจาระโดยตรง ซึ่งเรียกแบคทีเรียเหล่านี้ว่า fecal coliform ส่วนแบคทีเรียโคลิฟอร์มอื่น ๆ เช่น *Enterobacter aerogenes* ไม่อาจใช้เป็นดัชนีการปนเปื้อนจากอุจจาระโดยตรง จึงเรียกกลุ่มนี้ว่า non-fecal coliform แต่อย่างไรก็ตาม ในเรื่องของการตรวจคุณภาพอาหารที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคต้องมีความสะอาดมากและไม่ควรมีการปนเปื้อน *E.coli* เป็นเซลล์รูปท่อนตรงขนาด $1.1-1.5 \times 2.0-6.0$ ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้ใช้แฟลกเจลลา ต้องการอากาศ แฟกคัลเททีฟแอนโรบ มีถิ่นที่อยู่ในลำไส้ของมนุษย์ สัตว์เลือดอุ่นและสัตว์ปีกเชื้อ *E.coli* เป็นสปิชีส์ที่มีความสำคัญทางการแพทย์มากที่สุด พบอาศัยเป็นเชื้อประจำถิ่นในทางเดินอาหาร โดยเฉพาะในลำไส้ใหญ่ รวมทั้งพบก่อโรคได้บ่อยกว่าเชื้ออื่น ๆ ในกลุ่ม *Enterobacteriaceae* ส่วนใหญ่ก่อโรคติดต่อเชื้อในทางเดินอาหาร แต่บางสายพันธุ์สามารถก่อโรคในระบบทางเดินอาหารได้ เชื้อ *E.coli* พบก่อโรคได้ทั้งในคนปกติและคนที่มีระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง และเป็นหนึ่งในเชื้อก่อโรค ติดเชื้อในโรงพยาบาลที่พบได้บ่อยที่สุด (ภัทรชัย กิริตสิน) โรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารที่มีเชื้อ *Escherichia coli* สายพันธุ์ต่าง ๆ

2.6 โรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารที่มีเชื้อ *Escherichia coli* สายพันธุ์ต่าง ๆ

Enteropathogenic *E.coli* (EPEC) เป็นเชื้อที่ทำให้ทารกท้องเสีย โดยเฉพาะทารกที่เลี้ยงในสถานที่ที่มีสุขาภิบาลไม่สะอาด เชื้อสามารถแพร่หลายผ่านมนุษย์ ซึ่งเป็นพาหะทั้งทางตรงและทางอ้อม พบเชื้อหลายซีโรไทป์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคทางเดินอาหารในน้ำและเครื่องดื่มในประเทศต่าง ๆ หลายประเทศ กลไกการเกิดโรคมียังไม่ทราบชัดเจน แต่ทราบว่าผู้ป่วยต้องรับประทานเชื้อเข้าไปในปริมาณ (10^6 ถึง 10^9 เซลล์ต่อกรัม) จึงทำให้มีอาการโรคทางเดินอาหาร

Enterotoxigenic *E.coli* (ETEC) เชื้อกลุ่มนี้ก่อให้เกิดโรคท้องเสีย การพบโรคเกิดจากความสามารถในการผลิตสารพิษ ซึ่งเป็นปัจจัยในการบุกรุกเนื้อเยื่อในอวัยวะอื่น โดยเป็นสารที่ไม่ทนความร้อน อาการของโรคจะเกิดขึ้นกับระบบทางเดินอาหาร (Gastroenteritis) โดยมีอาการคล้ายกับผู้ป่วยอหิวาตกโรค (Cholera) เชื้อจะแพร่ระบาดโดยตรงและทางอ้อมมนุษย์เป็นพาหะของเชื้อนี้ ทั้งนี้ผู้ป่วยต้องรับประทานอาหารที่มีเชื้อเข้าไปในปริมาณ 10^8 ถึง 10^9 เซลล์ต่อกรัม

Enteroinvasive *E.coli* (EIEC) เชื้อกลุ่มนี้ทำให้มีอาการคล้ายโรคบิด หรือคล้ายโรคชิกเกิลโลซิส เชื้อสามารถสร้างปัจจัยบุกรุกเยื่อลำไส้ออกมาแล้วก่อโรคได้ มนุษย์เป็นพาหะทั้งทางตรงและ

ทางอ้อมมีการแพร่กระจายของเชื้อโรค ผู้ป่วยต้องรับเชื้อเข้าไป 10^6 เซลล์ต่อกรัม อาการของโรคอาการคล้ายโรคบิดซิกเกลโลซิส เกิดขึ้นหลังการได้รับเชื้อปริมาณ 10^6 เซลล์ และมีการระยะพักโรค อาการของโรคที่เกิดขึ้นจะทำให้ผู้ป่วยเป็นตะคริวที่ท้อง ปวดศีรษะ หนาวสั่น มีไข้ในอุจจาระที่ขับออกมาจะมีเชื้อเป็นจำนวนมาก อาการของโรคจะอยู่ 7-12 วัน เมื่อผู้ป่วยหายแล้วจะยังเป็นพาหะโดยมีเชื้อในอุจจาระต่อไปเป็นเวลานาน

Enterohaemorrhagic *E.coli* (EHEC) เชื้อกลุ่มนี้ได้แก่ เชื้อ *E. coli* O15 : H7 เป็นเชื้อที่ทำให้มนุษย์มีอาการท้องเสีย โดยถ่ายเป็นเลือดอย่างรุนแรง เนื่องจากลำไส้อักเสบรวมทั้งปัสสาวะเป็นเลือดพบเชื้อในลำไส้สัตว์ โดยเฉพาะพบในวัว ควาย โดยไม่ทำให้วัว ควาย มีอาการของโรค การรับประทานเชื้อเพียง 10 ถึง 100 เซลล์ ทำให้เกิดโรคได้ ความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อเกิดจากการสร้างเทโรทอกซิน (Enterotoxins) ออกมา เชื้อ *E. coli* O15:H7 มีคุณสมบัติต่างจาก *E.coli* อื่น ๆ คือไม่หมักย่อยซอร์บิทอล หรือมี Chlccoronidase activity คล้ายกับ *E. coli* อื่น ๆ ตรงที่สามารถเติบโตที่อุณหภูมิสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส การพาสเจอร์ไรส์สามารถทำลายเชื้อนี้ได้ โดยใช้อุณหภูมิ 64.3 องศาเซลเซียส เวลา 9.6 วินาที เซลล์สามารถรอดชีวิตในอาหารที่เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส *E. coli* O15:H7 สามารถสร้างพิษ (Verotoxin : VTI) ซึ่งมีสารพิษมากกว่า 1 ชนิด ที่ทำให้เกิดโรคและมีอาการของโรคคล้ายกัน เชื้อสามารถเกาะที่ลำไส้และเพิ่มจำนวนพร้อมกับสร้างสารพิษได้ ซึ่งมีผลต่อลำไส้ใหญ่ การป้องกันโรค การใช้การสุขาภิบาลที่สะอาดถูกหลักอนามัย การปรุงอาหารให้สุกด้วยความร้อนการแช่เย็น โดยใช้ความเย็นที่ต่ำพอเพียง และป้องกันการปนเปื้อนข้ามไปมาจะควบคุมเชื้อ *E. coli* O15: H7 ในอาหารสำเร็จรูปได้

2.7 *Staphylococcus aureus*

เชื้อ *Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรีย เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะรูปร่างกลม เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายรวงองุ่น หรือเป็นคู่ หรือเป็นสายสั้น ๆ ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ เซลล์มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.5 - 1.5 ไมโครเมตร โคโลนิมีสีเหลืองหรือสีทอง เป็นแบคทีเรียแกรมบวก บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษที่เป็นโปรตีน ซึ่งทนต่อความร้อนได้ดี แต่จากอาหารเหลวอาจเห็นเป็นเซลล์เดี่ยว เป็นคู่ หรือเป็นสายสั้น มีบางสายพันธุ์สร้างแคปซูลหรือเมือก (slime) ช่วยให้เชื้อเพิ่มความรุนแรงในการก่อโรค เชื้ออายุน้อยติดสีแกรมบวกเมื่ออายุมากขึ้นติดสีแกรมลบ และเป็นสาเหตุให้เกิดอาการเจ็บป่วยในมนุษย์ ซึ่งโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *Staphylococcus* นั้นมีชื่อเรียกคือ Staphyloenterotoxiosis, Staphyloenterotoxemia เหล่านี้เป็นชื่อของโรคที่เกิดจากเชื้อ *S. aureus* *S. aureus* มีชั้นเปปติโดไกลแคน (Peptidoglycan) ของผนังเซลล์ที่หนาและมีกรดไคอิกกระจายอยู่ทั่วไป ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง

จะถูกทำลายได้ด้วยกรดเข้มข้นหรือไลโซไซม์เท่านั้น ชั้นของเปปติโดไกลแคนนี้มีคุณสมบัติเป็นแอนติเจน และมีความจำเพาะสำหรับ *S. aureus* สายพันธุ์ต่าง ๆ ถัดจากชั้นเปปติโดไกลแคนเป็นชั้นของโปรตีน *S. aureus* เกือบทุกสายพันธุ์จะมีโปรตีนชนิดหนึ่งเรียกว่า "โปรตีน เอ" ซึ่งมีคุณสมบัติจับกับส่วน Fc ของอิมมูโนโกลบูลิน จี (IgG) โดยส่วนของ Fab ยังคงจับกับแอนติเจนได้ โปรตีน เอ นี้ นำไปใช้ประโยชน์ในการพิสูจน์ และแยกสายพันธุ์ของเชื้อได้ด้วยวิธีโคแอกกลูติเนชัน (Coagglutination) ที่ผนังเซลล์ของ *S. aureus* ยังมีเอนไซม์โคแอกกูเลส ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับไฟบริโนเจนในพลาสมา ทำให้เชื้อเกิดเกาะกลุ่มได้ เอนไซม์นี้จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "Clumping factor" นอกจากนี้ *S. aureus* บางสายพันธุ์มีแคปซูลทำให้เชื้อไม่ถูกจับกินโดยกระบวนการ Phagocytosis *S. aureus* สามารถย่อยน้ำตาลได้หลายชนิด โดยจะย่อยได้ทั้งแบบใช้ออกซิเจน (respiration) และแบบการหมักที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Fermentation) ผลผลิตของการหมักย่อยน้ำตาลจะได้กรดแลกติก แต่ไม่ให้ออกซิเจน *S. aureus* จะทนความแห้ง และความร้อนได้ดี (50°C 30 นาที) นอกจากนี้ยังสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีเกลือความเข้มข้นสูง (15% NaCl) ซึ่งต่างกับแบคทีเรียทั่ว ๆ ไป

สำหรับนิเวศวิทยาของเชื้อ *S. aureus* พบว่า เป็นเชื้อโรคที่สำคัญในโรงพยาบาลและในชุมชน ซึ่งจะมีชีวิตอยู่ในอากาศ ผื่นละออง ขยะมูลฝอย น้ำ อาหาร และนม หรืออาหารบรรจุเสร็จ และเชื้อนี้ยังเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีออกซิเจน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตคือ 35-40 องศาเซลเซียส ช่วง pH หรือความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเติบโตอยู่ที่ 7-7.5 ส่วนค่า Aw (ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเติบโต) ต่ำสุดสำหรับการเติบโตในสภาพมีออกซิเจนประมาณ 0.86 สภาพไม่มีออกซิเจน 0.90 สภาพแวดล้อมภายนอกมนุษย์และสัตว์ ซึ่งมนุษย์และสัตว์นั้นเป็นแหล่งปฐมภูมิของเชื้อชนิดนี้ และแหล่งที่อยู่ในธรรมชาติของเชื้ออยู่ตามร่างกายของคนเป็นจำนวนมาก โดยจะพบอยู่ตามทางเดินหายใจ ลำคอ หรือ เส้นผมและผิวหนังถึง 50% หรือมากกว่านั้นในคนที่มีสุขภาพดี และอาจพบเชื้อชนิดนี้ 60-80% ในผู้ที่สัมผัสโดยตรงกับผู้ป่วยหรือผู้ที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมในโรงพยาบาล แต่ถ้าผิวหนังเกิดรอยบาดแผลหรือถลอกหรือได้รับการผ่าตัด เชื้อนี้จะบุกรุกเข้าเนื้อเยื่อชั้นในได้ และเมื่อเข้ากระแสเลือดแล้ว จะทำให้เกิดเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบเฉียบพลัน และแพร่กระจายออกไป นอกจากนี้เชื้อยังปรับตัวในการเป็นปรสิตได้ดี โดยต้านทานต่อยาปฏิชีวนะที่ใช้รักษา โดยเฉพาะเกิดการดื้อยา Penicillin และ Methicillin ตลอดจนผู้ประกอบอาหารรวมทั้งในขั้นตอนของการบรรจุและสภาพแวดล้อมภายนอกนั้น ก็เป็นสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดการปนเปื้อน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งก็คือ การเก็บอาหารไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม เป็นผลให้อาหารที่มีการปนเปื้อนอยู่แล้วมีการเพิ่มจำนวนของเชื้อและสร้างสารพิษอย่างรวดเร็ว อาหารที่มักพบเชื้อ *S. aureus* ปนเปื้อน ได้แก่ เนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์จากไข่ อาหารประเภทสลัดเช่น ไข่ ทูน่า เนื้อไก่ มันฝรั่ง และมักกะโรนี ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ครีมพาย เอแคลร์ ชอกโก

แลต แชนวิช และผลิตภัณฑ์นม ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และเก็บไว้เป็นเวลานานก่อนรับประทาน

ลักษณะของการก่อโรคของ *Staphylococcus* เชื้อนี้ทำให้เกิดฝี อาจเกิดที่ส่วนใดของร่างกายก็ได้ ส่วนใหญ่เกิดที่ผิวหนัง ซึ่งเริ่มต้นจากการติดเชื้อที่ต่อมน้ำมัน บริเวณที่เกิดฝีจะเกิดการอักเสบ มีการสะสมเม็ดเลือดขาว เกิดการตายของเนื้อเยื่อ เมื่อฝีเจริญเต็มที่บริเวณเนื้อเยื่อที่ตายจะเต็มไปด้วยเม็ดเลือดขาวที่ตายแล้วรวมทั้งแบคทีเรียที่เม็ดเลือดขาวไปกิน และมีไฟบรินมาล้อมรอบซึ่งภายในบริเวณฝินี้จะไม่มีเลือดมาเลี้ยง

ฝีและฝีฝักบัว (Furuncles and carbuncles) การติดเชื้อมักเกิดที่ผิวหนัง โดยเกิดที่ผิวหนังชั้นนอกทำให้เกิดการอักเสบ เช่น รูขุมขนอักเสบ เชื้อจะแพร่กระจายเข้าเนื้อเยื่อใต้หนังทำให้เกิดหนองกลายเป็นฝี (Boil, furuncle) ส่วนฝีฝักบัว (Carbuncle) คล้ายกับฝี แต่จะมีจำนวนมากกว่าและแพร่กระจายลึกลงในเนื้อเยื่อเส้นใย (Fibrous tissue) ฝีฝักบัวมักเกิดที่คอหรือหลังส่วนบนซึ่งมีผิวหนังหนากว่า รูขุมขนอักเสบมักไม่ค่อยเจ็บ แต่เมื่อการติดเชื้อแพร่กระจายลึกลงในเนื้อเยื่อใต้หนังจะเกิดการอักเสบ และฝีจะอ่อนนุ่ม ฝีส่วนใหญ่จะหายเองได้ใน 3-5 วัน โดยหนองจะไหลออกมา ความเจ็บปวดลดลงและหายไปเอง แต่ก็อาจติดเชื้อซ้ำในบริเวณใกล้เคียง ๆ อีก

โรคผิวหนังเป็นตุ่มพุ่มพอง (Impetigo) เด็กทารกแรกเกิดมักเกิดการติดเชื้อ *Staphylococcus* เป็นตุ่มหนอง หรือตุ่มพุ่มพอง นอกจากนี้ยังพบในเด็กเล็ก ซึ่งมักเกิดรอบจมูก โดยเกิดเป็นตุ่มหนองแข็งห่อหุ้มอยู่บนผิวหนัง เมื่อสิ่งห่อหุ้มหลุดลอกออก จะเหลือแต่ผิวหนังที่เฝิ้มแดง โรคนี้ติดต่อได้ง่าย เช่นตามสถานรับเลี้ยงเด็กและในโรงเรียน

โรคผิวหนังหลุดลอก (Scalded skin syndrome) หรือโรคริตเตอร์ (Ritter' disease) เป็นโรคผิวหนังที่เกิดจากเอกซโฟลิเอทีฟทอกซิน ซึ่งผิวหนังชั้นหนังกำพร้าจะแยกออกและหลุดลอกออกกลายเป็นผิวหนังที่มีขอบม้วน และเห็นผิวหนังข้างใต้เป็นมันเฝิ้ม จะมีการเจ็บปวดมาก ผิวหนังร้อนแดงและมีเลือดคั่ง พื้นที่ผิวหนังส่วนใหญ่มีการลอกออกเป็นเกล็ดหรือเป็นสะเก็ด โรคนี้มักพบในเด็กแรกเกิดและเด็กอายุต่ำกว่า 4 ปี ในผู้ใหญ่ไม่ค่อยเกิด ยกเว้นผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันถูกกดไว้

โรคปอดบวม (Staphylococcal pneumonia) เป็นโรคที่สำคัญมากเพราะมีอัตราการตายสูง (50%) อาจเกิดขึ้นทันทีทันใดหรือติดเชื้อภายหลังจากเป็นโรคอื่นมาก่อน เช่นเมื่อป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ เด็กอายุต่ำกว่า 1 ปี มีความไวต่อโรคนี้นมาก การติดเชื้อมักเกิดในคนไข้ที่ระบบการป้องกันร่างกายบกพร่อง เด็กที่เป็นหัด คนที่เป็นไข้หวัดใหญ่ คนไข้ในโรงพยาบาลที่รักษาด้วยยาปฏิชีวนะและสเตียรอยด์ คนที่กำลังรักษามะเร็งหรือได้รับยากดภูมิคุ้มกัน การติดเชื้อจะมีการตายของเนื้อเยื่อพร้อมกับเกิดฝีจำนวนมาก โดยเกิดเป็นหย่อม ๆ

ไขกระดูกอักเสบ (Osteomyelitis) และโพรงข้อต่อมีหนอง (Pyoarthrosis) *S. aureus* เป็นสาเหตุสำคัญของไขกระดูกอักเสบ โรคนี้มักเกิดในเด็กชายอายุต่ำกว่า 12 ปี ส่วนใหญ่จะเกิด

ตามหลัง เมื่อมีการกระจายของเชื้อเข้ากระแสเลือด เมื่อเกิดบาดแผลหรือฝี เชื้อจะอาศัยอยู่ที่ไดอะไฟซิส (Diaphysis) ของกระดูกยาว (Long bones) ซึ่งอาจเป็นเพราะการหมุนเวียนเลือดเข้ามาในบริเวณนี้ เมื่อการติดเชื้อเกิดมากขึ้นจะมีการสะสมหนองและมากขึ้นจนโผล่ขึ้นมาที่ผิวของกระดูก เกิดเป็นหนองใต้เยื่อหุ้มกระดูก อาการของการเกิดไขกระดูกอักเสบจะมีไข้ หนาวสั่น เจ็บปวดที่กระดูก มีการหดเกร็งของกล้ามเนื้อรอบ ๆ บริเวณนั้น เมื่อเกิดการติดเชื้อใกล้กับข้อต่อจะมีโรคแทรกเกิดขึ้นคือโพรงข้อต่อมีหนอง

โพรงข้อต่อมีหนอง (Pyoarthrosis) โดยประมาณ 50% ของผู้ป่วยที่เป็นโรคข้ออักเสบจากแบคทีเรียเกิดจากเชื้อ *S. aureus* โรคโพรงข้อต่อมีหนองอาจเกิดหลังจากการทำศัลยกรรมกระดูก ร่วมกับการเกิดไขกระดูกอักเสบหรือเกิดการติดเชื้อที่ผิวหนังเฉพาะแห่ง หรือเกิดการติดเชื้อในข้อต่อ ระหว่างการฉีดสารบางชนิดเข้าไปในข้อต่อ โดยเฉพาะในคนไข้ที่เป็นข้ออักเสบรูมาตอยด์ที่ได้รับสารคอร์ติโคสเตอรอยด์ การติดเชื้อ *Staphylococcus* ในข้อต่อจะทำลายกระดูกอ่อนในข้อต่อ และมีผลทำให้เกิดความพิการของข้อต่ออย่างถาวรตลอดไป

การติดเชื้อแบคทีเรียในกระแสเลือดและเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ (Bacteremia and endocarditis) การติดเชื้อแบคทีเรียในกระแสเลือดอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการติดเชื้อโดยเฉพาะที่ เช่น ที่ผิวหนัง ทางเดินหายใจ หรือทางเดินระบบสืบพันธุ์และปัสสาวะ และมักพบในคนไข้ที่เป็นโรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด ความผิดปกติของเม็ดเลือดขาวแกรนูโลไซต์ (Granulocyte) และภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง นอกจากนี้สิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่กระแสเลือด เช่น การสวนหัวใจ ก็เป็นสาเหตุให้เชื้อเข้าหลอดเลือดจนเกิดภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด อาการที่เกิดจากการติดเชื้อในกระแสเลือด มีไข้ หนาวสั่น มีภาวะเกิดเป็นพิษ (Systemic toxicity) และเกิดโรคแทรกคือเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ เกิดการทำลายลิ้นหัวใจอย่างเฉียบพลันและร้ายแรงจนถึงตายได้ ภายใน 2-3 วัน นอกจากจะรักษาด้วยยาปฏิชีวนะทัน เยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ เนื่องจาก *S. aureus* มีอัตราการตายสูงมากตั้งแต่ 40-80% ขึ้นอยู่กับอายุคนไข้ และขึ้นอยู่กับความต้านทานของเชื้อต่อยาเพนิซิลลินด้วย

อาหารเป็นพิษ (Food poisoning) สาเหตุเกิดจากการกินอาหารที่มีท็อกซินของเชื้อ *S. aureus* สายพันธุ์ที่สร้างเอนโทโรท็อกซิน อาหารนั้นมักถูกปนเปื้อนโดยผู้ประกอบอาหารที่มีเชื้ออยู่ในมือ และอาหารนั้นมักเก็บไว้ในตู้เย็นที่ไม่เย็นพอ จึงทำให้เชื้อเจริญเติบโตและสร้างท็อกซินได้ อาหารที่มักมีเชื้อปะปน ได้แก่ อาหารพวกคัสตาร์ดหรือขนมปังที่มีครีม อาหารพวกแฮม เนื้อที่ผ่านกรรมวิธีการปรุงแล้ว ไอศกรีม เนยแข็ง (Cottage cheese) และสลัดไก่ อาหารที่มีเอนโทโรท็อกซินปะปนมักมีกลิ่น รส และสภาพของอาหารเป็นปกติ ปริมาณท็อกซินที่มากพอจะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ จะสร้างขึ้นภายใน 4-6 ชั่วโมงที่ 30°C อาการของโรคจะเกิดภายใน 2-6 ชั่วโมงหลังจากกินอาหารเข้าไป โดยมีอาการเป็นตะคริวรุนแรง ปวดท้อง อาเจียน คลื่นเหียน ท้องร่วง อาจมีอาการเหงื่อแตกและปวดศีรษะ แต่มักไม่มีไข้ อาการของโรคจะหายได้เร็วภายใน 6-8 ชั่วโมง

ลำไส้อักเสบ (Enterocolitis) ลำไส้อักเสบเป็นอาการที่รุนแรง มักพบในคนไข้ในโรงพยาบาลที่เชื้อประจำถิ่นในลำไส้ถูกยับยั้งการเจริญด้วยยาปฏิชีวนะที่ออกฤทธิ์กว้าง ทำให้เชื้อ *S. aureus* (ที่สร้างเอนเทอโรทอกซิน) ที่ดื้อยาเจริญมากเกินไป อย่างไรก็ตาม โรคนี้ส่วนใหญ่่มักเกิดจาก *Clostridium difficile* ที่สร้างทอกซิน

ช็อก (Toxic shock syndrome, TSS) *S. aureus* สายพันธุ์ที่สร้างทอกซิน (Toxic shock syndrome toxin-1, TSST-1) ทำให้เกิดโรคช็อก TSS ซึ่งมักเกิดในหญิงสาวที่ใช้ผ้าอนามัยแบบสอด แต่บุคคลอื่น ๆ รวมทั้งเด็กและผู้ชายที่เป็นฝี หรือผู้ติดเชื้อ *Staphylococcus* ก็อาจเป็นโรค TSS ได้ อาการของโรคมีไข้ความดันต่ำ ท้องร่วง เยื่อบุตาอักเสบ ปวดกล้ามเนื้อ และเกิดผื่นแดงของไข้ดำแดง หลังจากนั้นมีการลอกของผิวหนังออกเป็นแผ่นหรือสะเก็ด

ในการวินิจฉัยนั้น ตัวอย่างส่งตรวจ เช่น หนอง น้ำหนอง เลือด เสมหะ ปัสสาวะ น้ำจากไขสันหลัง จะนำมาแยกเชื้อ ซึ่งจะพบลักษณะเฉพาะของเชื้อเป็นรูปทรงกลม แกรมบวก อยู่เป็นกลุ่ม แต่ไม่สามารถแยกเชื้อ *S. epidermidis* ออกจาก *S. aureus* ที่ทำให้เกิดโรค จากนั้นจะนำตัวอย่างมาแยก โดยฉีดเชื้อบนอาหารผสมเลือดจะให้โคโลนี ลักษณะเฉพาะใน 18 ชั่วโมงที่ 37°C แต่ยังไม่เกิดการย่อยสลายเม็ดเลือด รวมทั้งการสร้างรงควัตถุ อาจต้องใช้เวลา 2-3 วัน ตัวอย่างที่มีเชื้อผสมกันหลายชนิด สามารถนำมาเลี้ยงบนอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ 7.5% ซึ่งเกลือจะยับยั้งการเจริญของเชื้อประจำถิ่น ยกเว้น *S. aureus* ในการทดสอบคาตาเลส จะกระทำโดยหยดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1 หยดบนสไลด์ และใส่เชื้อแบคทีเรียลงไปผสม จะเกิดฟองก๊าซ (O₂) ซึ่งแสดงว่า การทดสอบคาตาเลสให้ผลบวกหรืออาจเทไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ราดบนเชื้อที่เจริญบนอาหารวุ้นเอียง และสังเกตการเกิดก๊าซ สำหรับการทดสอบโคแอกกูเลส จะใช้อาหารซีเตรตที่มีพลาสติกของกระต่าย (หรือคน) ที่ทำให้เจือจาง 1 : 5 ผสมกับเชื้อที่อยู่ในอาหารเหลว และบ่มเชื้อไว้ที่ 37 °C โดยมีหลอดของพลาสติกผสมกับอาหารเหลวเป็นหลอดควบคุม ถ้าเกิดการแข็งตัวภายใน 1-2 ชั่วโมง แสดงว่าการทดสอบเป็นผลบวก ซึ่งเชื้อ *Staphylococcus* ที่ให้ผลบวกกับโคแอกกูเลสเป็นเชื้อก่อโรคในคน

ในส่วนของการรักษานั้น คนส่วนใหญ่มีเชื้อสแตฟฟีโลค็อกคัสอยู่ที่ผิวหนัง ในจมูกหรือในลำคอ ถึงแม้ผิวหนังจะไม่มีเชื้อนี้ แต่อาจเกิดการติดเชื้อซ้ำได้อีก เนื่องจากเชื้อก่อโรคสามารถแพร่กระจายจากรอยแผล (เช่นฝี) ไปยังบริเวณอื่นของผิวหนังโดยผ่านนิ้วมือ หรือเสื้อผ้า การใช้ยาฆ่าเชื้อ จึงช่วยควบคุมการเกิดฝีได้ การติดเชื้อที่ผิวหนังเช่นเป็นสิว หรือการเกิดฝีมักเป็นในวัยรุ่นสาว การติดเชื้อที่คล้าย ๆ กันนี้ อาจเกิดในคนไข้ที่ได้รับยาคอร์ติโคสเตอรอยด์เป็นเวลานาน ในคนเป็นสิว เอนไซม์ลิเพสของเชื้อจะย่อยไขมันจนได้กรดไขมันออกมา ซึ่งจะทำให้เกิดการระคายเคืองของเนื้อเยื่อ การรักษาในระยะยาวใช้ยาเตตราไซคลิน การรักษาฝีและหนองโดยการเจาะเอาหนองออกและใช้ยาปฏิชีวนะ แต่การใช้ยาปฏิชีวนะก็ยากที่จะกำจัดเชื้อก่อโรคออกจากผู้ติดเชื้อ เพราะเชื้อนี้สามารถต้านทานยาปฏิชีวนะได้ และยาจะไม่มีผลต่อบริเวณที่มีหนอง และเป็นการยากที่จะกำจัดผู้เป็นพาหะ

ของเชื้อ *S. aureus* ด้วย ผู้เป็นโรคไขกระดูกอักเสบเฉียบพลันจะตอบสนองต่อยาปฏิชีวนะได้ดี ส่วนผู้ที่ เป็นโรคนี้เรื้อรังและเป็นซ้ำอีก จะต้องผ่าตัดเพื่อเอากระดูกที่ตายแล้วออก และบริหารด้วยยาที่ เหมาะสมเป็นเวลานาน แต่การกำจัดเชื้อก่อโรคทำได้ยาก ส่วนการติดเชื้อแบคทีเรียในกระแสเลือด เยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ ปอดบวม และการติดเชื้อรุนแรง จาก *S. aureus* การรักษาต้องใช้เวลานาน โดยใช้ ยาเพนิซิลลินที่ต้านทานต่อบีตาแล็กทามเอสโดยฉีดเข้าหลอดเลือดดำ นอกจากนี้อาจใช้ Vancomycin กับเชื้อที่ดื้อต่อ Nafcillin แต่ถ้าเชื้อโรคเป็น *S. aureus* ที่ไม่สร้าง Beta-lactamase ก็ใช้ Penicillin G รักษาได้ มีเชื้อ *S. aureus* บางสายพันธุ์เท่านั้นที่ไวต่อยาเพนิซิลลินจี การติดเชื้อที่ผิวหนังรักษาได้ โดยให้กินยาเพนิซิลลินกึ่งสังเคราะห์ (Semi-synthetic penicillin) เช่น Cloxacillin หรือ Dicloxacillin ก็ให้ผลดี ส่วนการรักษาโรคที่เกิดตามระบบต่าง ๆ ใช้ Nafcillin, Methicillin, Oxacillin การใช้ Vancomycin หรือ Cephalosporin เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคภูมิแพ้ การ ตอบสนองของเชื้อต่อยาเกิดขึ้นช้าและถ้าหยุดรักษาเร็วเกินไปก็จะกลับเป็นโรคซ้ำได้อีก การรักษา โรคติดเชื้อที่รุนแรงจึงควรใช้ระยะเวลา 4-6 สัปดาห์ ในปัจจุบันพบว่า *S. aureus* ที่ดื้อ Methicillin เพิ่มมากขึ้น และเชื้อที่ดื้อยานี้ก็จะดื้อยาถึงสังเคราะห์ชนิดอื่นด้วย เช่น Nafcillin Cephalosporin, Gentamycin, Tobramycin และ Clindamycin จึงมักใช้ Vancomycin อย่าง เดียวหรือ Vancomycin ร่วมกับ Rifampin ในการรักษาเชื้อที่ดื้อยา Methicillin Rifampin มักใช้ ร่วมกับยาตัวอื่นเพื่อป้องกันการดื้อยา Rifampin

ในการป้องกันการติดเชื้อ *S. aureus* จะกระทำได้ แต่จะไม่สามารถควบคุมได้อย่างสมบูรณ์ เพราะยังมีคนที่เป็นพาหะของโรคอยู่ทั่วไปทั้งในบ้านหรือในโรงพยาบาล การแพร่กระจายของเชื้อจะ ลดลงถ้าทุกคนมีสุขอนามัยที่ดีพอ และทิ้งหรือทำลายสิ่งของที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อ ในโรงพยาบาลทุก คนมีสิทธิ์ได้รับเชื้อที่รุนแรงเช่นเดียวกับคนที่อ่อนแอ บุคคลที่มีเชืื่อน้อยอยู่ควรแยกตัวห่างจากเด็กแรก เกิด และจากคนที่อ่อนแอ ควรหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างพร่ำเพรื่อ เพื่อป้องกันการแพร่ของ เชื้อที่ดื้อยาควรระมัดระวังการติดเชื้อในระหว่างการผ่าตัดและเครื่องมือผ่าตัดควรให้ปลอดเชื้อมาก ที่สุด ในเด็กแรกเกิดควรระวังเรื่องการตัดสายสะดือ และบุคลากรในโรงพยาบาลควรมีการตรวจหาผู้ เป็นพาหะของเชื้อด้วย ด้านผู้ปรุงอาหาร สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในระหว่างการเตรียมอาหาร หรือปรุง อาหารนั้นก็คือ ผู้ปรุงต้องไม่ไอ หรือจามรดอาหาร ควรรับประทานอาหารขณะร้อน หากต้องการเก็บ รักษาอาหารควรเก็บไว้ในตู้เย็น ไม่ควรเก็บอาหารที่เตรียมเสร็จแล้วไว้ในที่ที่อุณหภูมิสูง เพราะจะเป็น สาเหตุให้มีการเพิ่มจำนวนเชื้ออย่างรวดเร็วซึ่งกรณีดังกล่าวเป็นกรณีที่พบได้บ่อยในการเกิดอาหารเป็น พิษจากเชื้อ *S. aureus*

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร

การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้น เนื่องจากระบบเอนไซม์ของจุลินทรีย์ทำให้เกิดความร้อนขึ้นมา พร้อมกับใช้ออกซิเจนและปล่อยก๊าซ CO_2 และก๊าซอื่น ๆ ออกมา สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงขึ้นในอาหารนี้จะก่อให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสภาพเช่นนี้จะเป็นตัวกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตรอดและเจริญเด่นขึ้นมา ส่วนจุลินทรีย์ที่ขาดคุณสมบัติในการต่อต้านสภาพแวดล้อมที่กดดันดังกล่าวก็จะตายไป (วรารุณ, 2538) ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร มีดังนี้

การเจริญเติบโตร่วมกันของจุลินทรีย์ ในอาหารเสียหรืออาหารหมักดอง จะมีจุลินทรีย์หลายชนิดเจริญและมีการแย่งสารอาหารกัน อาหารจุลินทรีย์ชนิดที่เจริญได้ดีที่สุด แสดงลักษณะของตนออกมาในอาหาร ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อจุลินทรีย์จะพบว่าแบคทีเรียเจริญได้เร็วกว่ายีสต์ และยีสต์เจริญเร็วกว่าเรา จุลินทรีย์บางชนิดจะอยู่ร่วมกับแบบซิมไบโอติก (Symbiotic) คือ ทั้งสองชนิดช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

พีเอช หรือ ความเป็นกรด - เบส (pH , Acidity or alkalinity) pH หมายถึง ในสภาวะที่เป็นสารละลาย สารแตกตัวให้ H^+ กรด และสารที่แตกตัวให้ OH^- เรียกว่า ด่างหรือเบส ตามลำดับ ปกติอาหารมี pH ประมาณ 6.6 - 7.5 (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2537) ความเป็นกรด-เบสของสิ่งแวดล้อมมีผลต่อกิจกรรมและความคงตัวของสารประกอบโมเลกุลใหญ่ เช่น เอนไซม์ การเจริญของจุลินทรีย์ต้องอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ในการย่อย และการดูดซึมสารอาหารเพื่อผลิตพลังงานหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า pH มีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ ช่วง pH ที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ต่าง ๆ สรุปผลได้ดังนี้ (สมณฑา, 2545)

- | | |
|--|---------|
| ● แบคทีเรียเจริญได้ดีในช่วง pH | 6.0-8.0 |
| ● ยีสต์เจริญได้ดีในช่วง pH | 4.5-6.0 |
| ● เชื้อราที่สร้างเส้นใยเจริญได้ดีในช่วง pH | 3.5-4.0 |

ปริมาณสารอาหาร สารอาหารเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะต้องการอาหารแตกต่างกันไป ในอาหารเลี้ยงเชื้อโดยทั่ว ๆ ไปจะต้องประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้ (สุมาลี, 2541)

- สารที่เป็นตัวให้และตัวรับไฮโดรเจน
- สารอาหารที่เป็นแหล่งคาร์บอน
- สารอาหารที่เป็นแหล่งไนโตรเจน

ค่าออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation-Reduction) ออกซิเดชัน-รีดักชัน คือ การที่สาร (Substance) ได้รับความหรือเสียอิเล็กตรอนปฏิกิริยาการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า รีดักชัน (Reduction) ส่วนปฏิกิริยาการเสียอิเล็กตรอน เรียกว่า ออกซิเดชัน (Oxidation) ค่า O-R Potential แสดงในรูปค่า Eh โดยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ (Aerobe ต้องการค่า Eh เป็นบวก Eh^+) ในการเจริญ ในขณะที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ ค่า Eh เป็นลบ (Eh^-) จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความต้องการออกซิเจนที่ต่างกันในการดำรงชีพ ทำให้สามารถจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ได้ (วรารุณ คุรุสง, 2538) ปัจจุบันได้มีการจำแนกแบคทีเรีย และ Aerobic microorganism เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้เฉพาะในสภาวะที่มีออกซิเจนเท่านั้น Aerobic microorganism เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน Facultative microorganism เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้ Microaerobic microorganism เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้เฉพาะในสภาวะที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย

ปริมาณความชื้น (Moisture) ปริมาณของน้ำที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการจะแตกต่างกันออกไป ซึ่งเป็นน้ำอิสระในอาหารใช้สัญลักษณ์ Water activity หรือ Available water : A_w จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการน้ำในการเจริญแตกต่างกัน โดยแบคทีเรียและยีสต์ต้องการน้ำในการเจริญมาก ส่วนราต้องการน้ำน้อยมากในการเจริญ เชื้อราบางชนิดเจริญได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลร้อยละ 50-60 (สุมาลี, 2541) บทบาทของความชื้นหรือน้ำที่มีผลต่อแบคทีเรีย จะเกี่ยวข้องกับการออสโมซิสของเซลล์ เพราะแรงดันออสโมซิสของเซลล์แบคทีเรียมากกว่าสารละลายภายนอก ทำให้น้ำไหลเข้าสู่เซลล์จึงเกิดการเต่งพอง (Turgidity) เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า พลาสโมพทิกซิส (Plasmoptysis) ในทางตรงกันข้ามถ้าสารละลายภายนอกเซลล์มีแรงดันออสโมซิสสูงกว่าภายในเซลล์ น้ำภายในจะไหลออกจากภายในเซลล์สู่นอกเซลล์ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า พลาสโมไลซิส (Plasmolysis)

สารยับยั้งการเจริญเติบโตในอาหาร (Inhibitor) สารยับยั้งการเจริญไม่ว่าจะมีอยู่ในอาหารโดยธรรมชาติเต็มลงในอาหาร หรือ ที่เกิดขึ้นในอาหาร สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิดได้ สารยับยั้งที่มีในธรรมชาติ ได้แก่ แลกทีนิน (Lactenin) และสารต่อต้านโคลิฟอร์ม (Anticolidorm factor) น้ำนมสด ไลโซไซม์ (Lysozyme) ในไข่ขาว ซึ่งจะทำลายผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ในไข่ยังมีโอโวมิวคอยด์ (Ovomucoid) ซึ่งยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของจุลินทรีย์ (วิลาวณย์, 2537)

เมื่อจุลินทรีย์เจริญในอาหารแล้ว สามารถสร้างสารยับยั้งต่อจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ ได้แก่ กรด แอลกอฮอล์ เพอร์ออกซิเดสและสารปฏิชีวนะ เป็นต้น (สุมาลี, 2541)

อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญและกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถเจริญในช่วงอุณหภูมิกว้างมาก อุณหภูมิต่ำสุดที่มีรายงานว่าแบคทีเรียเจริญ คือ -34°C และอุณหภูมิสูงกว่า 90°C ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเจริญ และการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดของจุลินทรีย์ (วิลาวณย์, 2537) การจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ตามอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญ แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ (สุเมธนา, 2545) Psychrophiles เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง -5 ถึง 20°C ตัวอย่างของเชื้อในกลุ่มนี้ เช่น *Pseudomonas*, *Moraxella* และ *Acinetobacter* เป็นต้น Mesophiles สำหรับจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้จะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 20 ถึง 45°C ตัวอย่างของเชื้อในกลุ่มนี้ เช่น *Lactobacilli* และ *Staphylococci* เป็นต้น Thermophiles สำหรับจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้จะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ ระหว่าง 45°C ตัวอย่างของเชื้อในกลุ่มนี้ เช่น *B. stearothermophiles*, *B. coagulase* และ *Lactobacillus thermophilus*

2.9 คุณภาพน้ำบริโภค

น้ำบริโภค หมายถึง น้ำที่ใช้ดื่มรวมทั้งที่ทำอาหารและเครื่องดื่ม ต้องเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย (ตาราง 2.1)

คุณภาพน้ำบริโภคทางกายภาพ (Physical quality of drinking water) หมายถึง สมบัติของน้ำวิเคราะห์ได้โดยทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี ความขุ่น กลิ่น รสชาติ และอุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งสีที่เกิดขึ้นในน้ำจะมีอยู่ 2 ชนิดคือ สีที่เกิดขึ้นจากสารตะกอนแขวนลอย สามารถกำจัดด้วยการกรองธรรมดาได้ และสีตามธรรมชาติเกิดจากการหมักทับถมของเศษวัตถุอินทรีย์ต่าง ๆ และค่าสี (Colour) ตามเกณฑ์มาตรฐานต้องไม่เกิน 15 แพลตตินัมโคบอลต์ ความขุ่น (Turbidity) หมายถึง สารแขวนลอยในน้ำมองไม่เห็นในระดับลึกได้ ได้แก่ ดินละเอียด อินทรีย์สาร และแพลงตอน เป็นต้น ซึ่งมีความสำคัญต่อปัญหาด้านสุขอนามัยและความน่าใช้ของน้ำ ค่าความขุ่น (Turbidity) ตามเกณฑ์มาตรฐานต้องไม่เกิน 10 เอ็นทียู กลิ่นในน้ำมักเกิดจากน้ำที่มีจุลินทรีย์ เช่น สาหร่าย เป็นต้น รสชาติ เกิดจากการละลายน้ำของพวกเกลืออนินทรีย์ เช่น ทองแดง เป็นต้น และอุณหภูมิ น้ำ เปลี่ยนแปลง อาจเกิดจากธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงของน้ำอาจเกิดจากน้ำที่ได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าปกติ ซึ่งถ้ามีสิ่งเหล่านี้ ทำให้น้ำนั้นไม่น่าอุปโภคบริโภค และผลกระทบของน้ำทางกายภาพแสดงในตาราง 2.2 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549 : สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2551)

ตาราง 2.1 เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ. 2553 NTU (Nephelometric Turbidity Units) หมายถึง หน่วยวัดค่าความขุ่นในน้ำโดยวิธีเนฟิโบลเมตรี (Platinam Cobolt Scale) หมายถึง หน่วยวัดระดับความขุ่นสีแท้ของน้ำ ที่มา <http://www.chondaenlocal.com>, 2553

พารามิเตอร์	เกณฑ์ที่กำหนด	หน่วยวัด
1.คุณภาพน้ำทางกายภาพ		
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.8-8.5(Field Test)	
- ความขุ่น (turbidity)	≤ 10	เอ็นทียู
- สี (Colour)	≤ 15	แพลตตินัมโคบอลท์
2.คุณภาพน้ำทางเคมีทั่วไป		
- สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (TDS)	$\leq 1,000$	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ความกระด้าง (Hardness)		
- ซัลเฟต (SO_4)	≤ 500	มิลลิกรัมต่อลิตร
- คลอไรด์ (Cl)	≤ 250	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ไนเตรท (NO_3 as NO_3)	≤ 250	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ฟลูออไรด์ (F)	≤ 50	มิลลิกรัมต่อลิตร
3.คุณภาพน้ำทางโลหะหนักทั่วไป	≤ 0.7	มิลลิกรัมต่อลิตร
- เหล็ก (Fe)		
- แมงกานีส (Mn)	≤ 0.5	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ทองแดง (Co)	≤ 0.3	มิลลิกรัมต่อลิตร
- สังกะสี (Zn)	≤ 1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.คุณภาพน้ำทางโลหะหนัก สารเป็นพิษ	≤ 3.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ตะกั่ว (Pb)		
- โครเมียม (Cr)	≤ 0.01	มิลลิกรัมต่อลิตร
- แคดเมียม (Cd)	≤ 0.05	มิลลิกรัมต่อลิตร
- สารหนู (As)	≤ 0.003	มิลลิกรัมต่อลิตร
-ปรอท (Hg)	≤ 0.01	มิลลิกรัมต่อลิตร
5.คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย	≤ 0.001	มิลลิกรัมต่อลิตร
- โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria)	0	MPN/100 มิลลิตร
- ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Faecalcoliform bacteria)	0	MPN/100 มิลลิตร

ตาราง 2.2 ตัวอย่างผลกระทบของน้ำทางกายภาพ ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2551

คุณลักษณะทางกายภาพ	แหล่งที่มา	ผลกระทบ
สี	การยับยั้งการสลายของพืช ใบไม้ ใบหญ้า	น้ำมีสีเหลืองน้ำตาล ทำให้น้ำไม่น่าบริโภค
ความขุ่น	ดินละเอียด อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงตอน	การส่องผ่านของแสง ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แสง
กลิ่น	น้ำที่มีจุลินทรีย์ เช่น สาหร่าย	ทำให้น้ำไม่เหมาะสมต่อ การบริโภค
รสชาติ	การละลายน้ำของพวกเกลืออนินทรีย์ เช่น ทองแดง	ทำให้น้ำไม่น่าดื่ม
อุณหภูมิ	การที่น้ำได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์	ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าปกติ

คุณภาพน้ำบริโภคทางเคมี (Chemical quality of drinking water) หมายถึง คุณสมบัติของน้ำมีองค์ประกอบของสารเคมี สำหรับน้ำบริโภคนั้นมีมาตรฐานทางเคมีดังตาราง 2.1 แหล่งที่มาของสารพิษมาจากน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และชุมชน สำหรับผลกระทบสารมลพิษทางน้ำกระทบต่อมนุษย์แสดงในตาราง 2.3 (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2551: เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้, 2553)

คุณภาพน้ำบริโภคทางจุลชีววิทยา (Microbiological quality of drinking water) โดยที่น้ำอาจมีจุลินทรีย์ต่าง ๆ ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า อาจเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และไม่ก่อโรคก็ได้ สำหรับจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Vibrio cholera* (โรคอหิวาตกโรค), *Shigella* sp. (โรคบิด) และ *Salmonella* sp. (โรคไทฟอยด์) เป็นต้น โรคดังกล่าวเหล่านี้ ล้วนมีสาเหตุจากแบคทีเรียที่มักก่อโรคทางน้ำ นอกจากนั้นโรคอุจจาระร่วงอาจเกิดจากจุลินทรีย์อื่น ๆ เช่น ไวรัส และ

ตาราง 2.3 สารมลพิษทางน้ำที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ ที่มา: สำนักการจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2554

สารมลพิษ	แหล่งที่มา	ผลกระทบ
สารหนู	สารกำจัดศัตรูพืช สารกำจัดเชื้อรา การถลุงโลหะ	หลอดเลือดอักเสบ ผิวหนังอักเสบ
แคดเมียม	การเชื่อมโลหะ การชุบโลหะ สารกำจัด ศัตรูพืช ปุ๋ย แบตเตอรี่ โรงปฏิกรณ์ ปรมาณู	ทำลายตับ หลอดลมอักเสบ ระบบทางเดินอาหาร ไชกระดูก มะเร็ง
ตะกั่ว	โรงงานทำสี สารกำจัดศัตรูพืช ควันท่อไอเสียรถยนต์ การทำเหมือง การเผาถ่าน	ทำลายตับ ไต ระบบทางเดินอาหาร ในเด็กทำให้ปัญญาอ่อน
แมงกานีส	การเชื่อมโลหะ สารเติมในน้ำมันเชื้อเพลิง การผลิตโลหะผสมเหล็กและแมงกานีส	สูดดมหรือสัมผัสจะทำลาย ระบบประสาทส่วนกลาง
ปรอท	สารกำจัดศัตรูพืช แบตเตอรี่ อุตสาหกรรมกระดาษ	ทำลายระบบประสาทเป็นพิษ ต่อโพทโทพลาสซึม
สังกะสี	โรงกลั่น การผลิตทองเหลือง การชุบโลหะ ท่อประปา	ไอของสังกะสีกัดกร่อนผิวหนัง ทำลายเยื่อประสาท

2.10 จุลินทรีย์ก่อโรคทางน้ำ

แบคทีเรีย โปรโตซัว และไวรัส อาจปนเปื้อนน้ำได้เสมอ ซึ่งกลุ่มจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Shigella* sp., *Yersinia enterocolitica*, *Vibrio cholera*, *Rotavirus* และ *Acanthamoeba* spp. เป็นต้น (สุพรรณณี, 2547)

Salmonella spp. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ ไม่มีแคปซูล เคลื่อนที่ได้ด้วย peritrichous flagella เจริญแบบ Facultative anaerobe อยู่ในวงศ์ Enterobacteriaceae ประกอบด้วยสปีชีส์ *S. typhimurium*, *S. enteritidis* และ *S. typhi* เป็นต้น ซึ่งเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นในอุจจาระ จึงต้องอาศัยคุณสมบัติทางชีวเคมีในการตรวจสอบที่แตกต่างกับแบคทีเรียประจำถิ่นชนิดอื่น คือ *Salmonella* ไม่หมักย่อยน้ำตาลแล็กโทสและซูโครสได้ แต่สามารถหมักกลูโคสได้ก๊าซเกิดขึ้น และมีความทนทานต่อเกลือน้ำดีและสียบางชนิดได้ดี จึงสามารถใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดอื่นได้ (สุบัณฑิต, 2552; บุญศรี, 2552)

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Micrococcaceae ประกอบด้วยสปีชีส์ *S. agalactiae* และ *S. pneumoniae* เป็นต้น แกรมบวก รูปร่างกลมเป็นพวงองุ่น คู่เกาะกันด้วยสายสั้น ๆ หรือกิ่ง เป็นพวก facultative ทนต่อความร้อนได้ดี เป็นสาเหตุการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ สร้างสารพิษชนิด enterotoxin อาหารที่มีการปนเปื้อนอยู่แล้ว มีการเพิ่มจำนวนของเชื้อและสร้างสารพิษได้อย่างรวดเร็ว (จิราภรณ์และนภสร, 2549; บุญศรี, 2552)

Clostridium perfringens เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae ซึ่งจะประกอบด้วยสปีชีส์ *C. botulinum*, *C. tetani*, และ *C. difficile* เป็นต้น แกรมบวก รูปท่อน ดำรงชีวิตแบบ anaerobe สร้างสปอร์ เอนโดสปอร์สามารถทนต่อความร้อน 75°C เป็นเวลา 15 นาที และทนต่อสภาพแวดล้อม สารฆ่าเชื้อ การสร้างสปอร์ที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมทำให้เป็นข้อจำกัดในการใช้เป็นจุลินทรีย์ดัชนี สิ่งสกปรกในอติตเป็นดัชนีบอกการกำจัดโปรโตซัว ไวรัสระหว่างการบำบัดน้ำเสียและกระบวนการผลิตน้ำดื่ม (วีรานุช, 2554)

Shigella sp. เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae แบ่งเป็น 4 สปีชีส์ คือ *Sh. Dysenteriae*, *Sh. flexneri*, *Sh. boydii* และ *Sh. sonnei* เป็นต้น แกรมลบ ไม่เคลื่อนที่ ไม่มีแคปซูล เจริญแบบ Facultative anaerobe แต่ละสปีชีส์ก่อให้เกิดความรุนแรงต่างกันและทำให้เกิดโรคบิดและท้องร่วง ซึ่งเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีเชื้อนี้ ทนต่อความเป็นกรดได้ดีจึงรอดชีวิตผ่านไปถึงลำไส้เล็กเพิ่มจำนวนที่ลำไส้เล็กลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดแผลและลำไส้อักเสบเมื่อถ่ายมีมูกและเลือดปนออกมา การก่อโรคเชื้อนี้เกี่ยวข้องการปล่อย endotoxin จำพวก lipopolysaccharide ต่อเยื่อเมือกของผนังลำไส้เล็ก (ภัทรชัย, 2549)

Yersinia enterocolitica เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae ประกอบด้วยสปีชีส์ *Y. pestis* และ *Y. pseudotuberculosis* เป็นต้น แกรมลบ รูปแท่ง ดำรงชีวิตแบบ Facultative anaerobe สามารถก่อโรคในกระเพาะและลำไส้เล็ก พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ เนื้อสุกร สัตว์ปีก สัตว์ฟันแทะ สัตว์เลี้ยง หอยนางรม กุ้ง น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ และเนื้อสัตว์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ เชื้อสายพันธุ์นี้ที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์มักมาจากเนื้อสุกรหรือแหล่งปนเปื้อนมูลของสุกร (ธีรพร, 2553)

Vibrio cholera เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Vibrionaceae ซึ่งประกอบด้วย 4 จินัส คือ *Aeromonas*, *Photobacterium*, *Plesiomonas* และ *Vibrio* เชื้อนี้ในจินัส *Vibrio* มีมากกว่า 30 สปีชีส์ แต่สปีชีส์ที่ทำให้ก่อโรคในคน เช่น *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. mimicus*, *V. fluvialis* และ *V. alginolyticus* เป็นต้น แกรมลบ รูปท่อนโค้ง สั้น ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ด้วย flagella ไม่ทนต่อความแห้งแล้ง ความเป็นกรด แต่ทนความเย็นและความชื้นได้ ดำรงชีวิตแบบ anaerobe ทำให้เกิดโรคอหิวาตกโรค ซึ่งปกติโรคนี้ที่เกิดมาจากน้ำดื่ม (บุญศรี, 2552)

Rotavirus เป็นไวรัสก่อให้เกิดโรคท้องร่วงอย่างรุนแรงในทารกและเด็กเล็กทั่วไป ซึ่งมีลักษณะทรงกลมคล้ายวงล้อ จัดวงศ์อยู่ใน Family Virusvaridae ไม่มีเปลือกหุ้ม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 70 nm. มีโครงสร้างหุ้ม 3 ชั้น คือ เปลือกชั้นนอก เปลือกชั้นใน และแกนกลาง ซึ่งเป็นที่บรรจุสารพันธุกรรมของไวรัส เป็น RNA สายคู่ จำนวน 11 คู่ ทำหน้าที่สร้างโปรตีนที่เป็นโครงสร้างของอนุภาคไวรัส 6 ชนิด ได้แก่ VP1-VP4, VP6 และ VP7 และสร้างโปรตีนที่พบในเซลล์ติดเชื้อแต่ไม่พบในอนุภาคไวรัส 5 ชนิด ได้แก่ NSP1-NSP5 ความแตกต่างของโปรตีน VP6 ที่เปลือกชั้นในของไวรัสจำแนกโรตาไวรัสได้เป็น 7 กลุ่ม คือ A, B, C, D, E, F และ G โดยเชื้อไวรัสกลุ่ม A, B และ C เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงในมนุษย์ แต่เชื้อที่พบในเด็กมากที่สุดคือ ไวรัสกลุ่ม A (สุพัตรา, 2550)

Acanthamoeba spp. จัดอยู่ใน Family Acanthamoebidae ประกอบด้วยสปีชีส์ *A. keratitis*, *A. polyphaga*, *A. castellanii* และ *A. colbertsoni* เป็นต้น เป็นโปรโตซัวฉวยโอกาส และจุลินทรีย์ก่อโรคในมนุษย์ชนิดร้ายแรง เกิดการอักเสบของคอร์เนียตาและสมอง เป็นจุลินทรีย์เซลล์เดียว รูปร่างกลมหรือไข่ เส้นผ่าศูนย์กลาง 13.5 - 22.5 ไมโครเมตร พบได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป ได้แก่ สระว่ายน้ำ น้ำทะเล แม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ น้ำบ่อ เป็นต้น (นิจศิริแลชนิศา, 2554) สรุปลักษณะของโรคที่ก่อโรคในมนุษย์และผลกระทบมีแสดงในตาราง 2.4

ตาราง 2.4 แหล่งที่มาและผลกระทบของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนทางน้ำ ดัดแปลงจาก Microbiology; with diseases by body system (Bauman, 2015)

จุลินทรีย์ก่อโรค	แหล่งที่มา	ผลกระทบ
<i>Staphylococcus aureus</i>	แหล่งอาหารที่ดีสำหรับการเจริญเติบโตในการสร้าง toxin	สร้างพิษชนิด enterotoxin ทำให้เกิดอาการผิดปกติในระบบทางเดินอาหาร มีอาการปวดท้อง ท้องเสีย ถ่ายอุจจาระเหลว
<i>Salmonella</i> sp.	อาจมาจากอุจจาระของมนุษย์ และสัตว์เลือดอุ่น พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ	โรคอหิวาตกโรค โรคกระเพาะและลำไส้อักเสบ โรคโลหิตเป็นพิษและไข้ไทฟอยด์
<i>Clostridium perfringens</i>	พบสปอร์ของเชื้อนี้ในอาหารดิบ ดิน น้ำเสียและมูลสัตว์	อาการปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน
<i>Shigella</i> sp.	การแพร่กระจายในน้ำ	โรคบิด อาการปวดท้อง มีไข้ ถ่ายเป็นน้ำ อาเจียน อ่อนเพลีย
Enteropathogenic <i>Escherichia coli</i>	อาศัยอยู่ในลำไส้มนุษย์ และสัตว์หลายชนิด	โรคท้องร่วง
<i>Rotavirus</i>	การแพร่กระจายในน้ำ	อาเจียน ท้องร่วง
<i>Acanthamoeba</i> spp	พบได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปและแหล่งน้ำ	เกิดการอักเสบของคอร์เนียตาและสมอง

2.11 แบคทีเรียดัชนีการปนเปื้อนในน้ำและอาหาร

แบคทีเรียโคลิฟอร์มจะพบทั่วไปในสัตว์เลือดอุ่นทุกชนิด และถูกปล่อยออกมาพร้อมกับสิ่งขับถ่ายคือ อุจจาระ น้ำที่มีความสกปรกมักจะพบแบคทีเรียชนิดนี้ ซึ่งมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมมากกว่าแบคทีเรียก่อโรคทั่วไป แบคทีเรียกลุ่มนี้ถ้าไม่พบในน้ำสามารถบอกถึงความปลอดภัยของน้ำบริโภค โดยเกณฑ์การเลือกจุลินทรีย์ดัชนีประกอบด้วยจุลินทรีย์นั้นควรจะเป็นตัวแทนของการปนเปื้อนจากเชื้อก่อโรคได้ในแหล่งน้ำทุกชนิด ควรถูกตรวจพบหากเชื้อก่อโรคในทางเดินอาหารถูกตรวจพบ ควรมีชีวิตอยู่รอดได้เป็นเวลานานกว่าเชื้อก่อโรค จุลินทรีย์นั้นไม่ควรเจริญได้ในน้ำ กระบวนการตรวจสอบควรง่ายในทางปฏิบัติ และจุลินทรีย์นั้นควรอยู่ในกลุ่มของจุลินทรีย์ประจำถิ่นที่พบได้ในสัตว์อุ่น (วีรานูช, 2554)

Coliform bacteria เป็นแบคทีเรียรูปร่างท่อนสั้น แกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เป็น aerobe หรือ facultative anaerobe สามารถเฟอร์เมนต์น้ำตาลแลคโทสให้กรดและแก๊สภายในเวลา 48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 35 °C แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ *Escherichia coli* ซึ่งมีแหล่งอาศัยปกติในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่น ดังนั้นพบมากในอุจจาระ และแบคทีเรียจีส *Enterobacter* ซึ่งนอกจากจะพบในทางเดินอาหารแล้ว ยังพบได้ในดิน และปนเปื้อนในพืชผักต่าง ๆ (วิกิพีเดียสารานุกรม, 2552)

Escherichia coli เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae แกรมลบ รูปร่าง ค้างชีวิตแบบ Facultative anaerobe ซึ่งมีสายพันธุ์คือ Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC), Enteropathogenic *E. coli* (EPEC), Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC), Enteroinvasive *E. coli* (EIED) และ Enterotoxigenic *E. coli* (EaggEC) เป็นต้น อุณหภูมิที่เหมาะสมของการเจริญของเชื้อ 37 °C สร้างสปอร์ไม่ได้ ก่อโรคในคนเพียงบางสายพันธุ์เท่านั้นที่ก่อโรค เชื้อนี้เป็นแบคทีเรียประจำถิ่นในลำไส้ นอกจากจะอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นแล้ว ยังมีชีวิตอยู่ภายนอกร่างกายได้นานจึงถูกนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนอุจจาระ (ธีรพัฒน์, 2554)

Enterobacter sp. เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae ที่พบได้ทั่วไปในดิน น้ำ พืชผักต่าง ๆ และพบได้บ่อยในลำไส้ของคนและแตกต่างจาก *E. coli* ที่สามารถดำรงชีวิตอยู่อย่างอิสระในสิ่งแวดล้อม จัดเป็นแบคทีเรียฉวยโอกาส ซึ่งมีรายงานว่าสาเหตุของการติดเชื้อของระบบทางเดินปัสสาวะและการติดเชื้อในกระแสเลือด เป็นต้น รูปร่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีลักษณะคล้ายแบคทีเรียอื่น ๆ มีความสามารถในการหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสโคโลนิเป็นเมือกเล็กน้อยและมีคุณสมบัติทางชีวเคมีคล้าย *Klebsiella* ดังนั้น อาจต้องใช้การทดสอบพิเศษเพื่อช่วยในการจัดจำแนก *Enterobacter* มีความสามารถในการก่อโรคเช่นเดียวกับ *E. coli* แต่พบได้น้อยกว่า *E. coli* และ *Klebsiella* แต่ดื้อต่อยาปฏิชีวนะมากกว่า *E. coli* และ *K. pneumoniae* (สุบัณฑิต, 2552)

2.12 สถานภาพอาหารและน้ำบริโภคจากงานวิจัย

วรรณดี และคณะ (2542) ได้ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสำเร็จจากร้านอาหาร ภายในกระทรวงสาธารณสุข จากการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา ของอาหารปรุงสำเร็จ 9 ประเภทได้แก่ ชุปและแกงจืด แกงเผ็ด ผัดเผ็ดกับเนื้อสัตว์ ขนมหุ้น ข้าวราดหมูแดง-ข้าวมันไก่-ข้าวขาหมู ก๋วยเตี๋ยว ยำ ลาบ ทอดมัน ขนมที่มีส่วนผสมกะทิ ประเภทละ 50 ตัวอย่าง รวม 450 ตัวอย่าง จากร้านอาหารได้อาการกรมควบคุมโรคติดต่อ กรมอนามัย กรมการแพทย์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยเก็บอาคารละ 5 ร้านค้า พบว่าอาหารปรุงสำเร็จไม่ผ่านเกณฑ์กำหนดคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (พ.ศ.2536) โดยพบว่าการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดต่อกรัมเกินเกณฑ์กำหนดร้อยละ 4.0 และพบเชื้อ *E. coli* ปนเปื้อนในอาหารเกินมาตรฐานร้อยละ 5.8 สำหรับเชื้อก่อโรคอาหารเป็นพิษ *S. aureus* ร้อยละ 6.9 พบมากในอาหารประเภท ข้าวหมูแดงข้าวมันไก่ ร้อยละ 18 รองลงมาได้แก่ ขนมหุ้น ร้อยละ 14 ยำลาบร้อยละ 10 พบว่า ร้านอาหารได้อาการสำนักงานปลัดกระทรวง มีการปนเปื้อนของเชื้อเกินมาตรฐานร้อยละ 80 รองลงมาได้แก่ ร้านอาหารได้อาการกรมควบคุมโรคติดต่อ และกรมการแพทย์ร้อยละ 60 และในอาหารปรุงสำเร็จที่มีการปนเปื้อนของเชื้อเกินมาตรฐานมากที่สุดได้แก่ อาหารปรุงสำเร็จจากร้านสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขร้อยละ 24.4 รองลงมา กรมควบคุมโรคติดต่อร้อยละ 21.1 และกรมอนามัยร้อยละ 17.8 การศึกษาครั้งนี้ไม่พบเชื้อ *C. perfringens salmonella sp* และ *V. parahaemolyticus*

ทัศนียา (2548) ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารในศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยเลือกร้านอาหารทั้งหมด 6 ร้าน ใช้วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างร้านละ 3 ตัวอย่าง คือ อาหารประเภทจืด อาหารประเภทเผ็ด และอาหารประเภทที่มีกะทิเป็นส่วนประกอบ รวมตัวอย่างทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้ 54 ตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างเดือนละครั้ง เป็นเวลา 3 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 สิงหาคม 2548 โดยเว้นระยะห่างในการเก็บตัวอย่าง 22 วันต่อครั้ง นำมาตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Standard Plate Count ตรวจวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* โดยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique โดยใช้มาตรฐานตามกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 36 พ.ศ. 2520 เป็นเกณฑ์พบว่าตัวอย่างจากอาหารทั้งหมด 54 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 กรัม พบว่าตัวอย่างอาหารที่มีจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารไม่ได้มาตรฐาน 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9.26 ตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณ MPN coliform ไม่ได้มาตรฐาน 19 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 35.19 และพบตัวอย่างอาหารที่มี MPN *E. coli* ไม่ได้มาตรฐาน 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.96 ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารที่จำหน่ายในศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา มีกระบวนการผลิตไม่ถูกสุขลักษณะเท่าที่ควรจึงมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์และ *E. coli* สูง

มาลิณี (2548) ได้ตรวจเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ในข้าวยาที่วางจำหน่ายในร้านมุสลิมในอำเภอหาดใหญ่และอำเภอเมือง จำนวน 6 ร้าน เก็บตัวอย่าง 2 ครั้งรวม 12 ตัวอย่าง ไม่พบเชื้อ *B. cereus* ในตัวอย่างอาหาร พบเชื้อ *S. aureus* จำนวน 6 ร้าน มีค่าอยู่ระหว่าง 6.6×10^4 ถึง 2.4×10^5 CFU/g และ 6.7×10^5 CFU/g ตามลำดับ ซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นที่พบตามบริเวณ ผิวน้ำ จมูก ซอกเล็บ แขน รวมทั้งส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย ผู้ที่ได้รับเชื้อ *S. aureus* มีอาการ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องเสีย ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย และ บางครั้งมีไข้

ดารณี (2549) ได้ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอาหารถุงที่วางจำหน่ายในตลาดสดประเภทที่ 1 พื้นที่รับผิดชอบศูนย์อนามัยที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าประเภทของอาหารถุงที่วางจำหน่ายที่มีการปนเปื้อนแบคทีเรีย จำนวน 696 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียร้อยละ 53.9 และเมื่อพิจารณาตามประเภทอาหารพบว่ามีอาหาร 3 ประเภท คือ อาหารประเภทปิ้ง/ย่าง ทอดและนึ่ง/อบ ผ่านเกณฑ์ทางแบคทีเรียของกรมอนามัยที่กำหนดให้อาหารถุงผ่านเกณฑ์ทางแบคทีเรียร้อยละ 70 โดยตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ร้อยละ 17.6, 22.8 และ 25.9 ตามลำดับ โดยอาหารประเภทลวกจะมีการปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากที่สุดคือ ร้อยละ 82.9 รองลงมาเป็นขนมหวานทั้งที่ไม่ใส่กะทิและใส่กะทิ คือ ร้อยละ 75.0 และ 73.4

นุชรา (2550) ได้ศึกษาการปนเปื้อนแบคทีเรียในกะทิสดที่จำหน่ายในตลาดประเภทที่ 1 จำนวน 24 ร้าน ในแต่ละร้านจะเก็บ 2 ตัวอย่างคือ หัวกะทิและหางกะทิ พบว่า การตรวจเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Multiple Tube Fermentation พบเชื้อ Coliform bacteria ร้อยละ 100 แต่ไม่พบเชื้อ *Salmonella spp.* และพบเชื้อ *S. aureus* ในหัวกะทिर้อยละ 75.2

เนตรนภา (2550) ได้ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารในศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยเลือกร้านจำหน่ายอาหารทั้งหมด 6 ร้าน ใช้วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างร้อยละ 3 ตัวอย่าง คือ อาหารประเภทจืด อาหารประเภทเผ็ด และอาหารประเภทมีกะทิจำนวน 5 ร้าน และอีก 1 ร้าน คือ ส้มตำ จำนวน 1 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างในการศึกษารั้งนี้ 64 ตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง เริ่มเก็บตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 – เมษายน พ.ศ. 2550 โดยเว้นระยะห่างในการเก็บตัวอย่างประมาณ 15 วัน นำมาตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Standard Technique โดยใช้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 36 พ.ศ. 2520 เป็นเกณฑ์ในตัวอย่างอาหารทั้งหมด 64 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างอาหารที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารไม่ได้มาตรฐาน 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 30 พบตัวอย่างที่ปริมาณ MPN Coliform ไม่ได้มาตรฐาน 18 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 28.3 ผลจากการศึกษารั้งนี้แสดงให้เห็นว่าอาหารที่จำหน่ายในศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลามีกระบวนการผลิตไม่ถูกสุขลักษณะเท่าที่ควร จึงมีการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli* สูง

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 ตัวอย่างอาหาร

ตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์จะจัดแบ่งเป็นประเภทอาหารคือ ประเภทต้ม แกงจืด แกงกะทิ และผัด โดยแต่ละประเภทจะใช้ตัวอย่าง 100 ตัวอย่าง จัดสุ่มทุก ๆ 2 เดือน เป็นเวลา 10 เดือน สำหรับแต่ละครั้ง จะเก็บ 2 ตัวอย่างต่อประเภทอาหาร รวมตัวอย่างทั้งหมด 400 ตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างน้ำครอบคลุมน้ำประปาและน้ำบรรจุขวด จะใช้วิธีสุ่มตัวอย่างจากร้านหรือโรงอาหารตามหลักการเก็บตัวอย่างทางจุลชีววิทยาวิเคราะห์ (analytical microbiology protocols) รวมทั้งน้ำผลไม้สดอีกด้วย

สุ่มตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาเขต อ.ยะหา จ.ยะลา โดยจะสุ่มตัวอย่างอาหาร 3 ประเภท ได้แก่ อาหารประเภทผัดและทอด อาหารประเภทต้ม อาหารประเภทแกง ซึ่งในเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา จะมีโรงเรียนระดับประถมศึกษาทั้งหมด 28 โรงเรียน โดยจะสุ่มทำการวิจัยครั้งหนึ่ง คือ จะนับจำนวนนักเรียนแต่ละโรงเรียน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานนับจำนวนของนักเรียนจะมี 4 ชั้น คือ จำนวนมากที่สุด จำนวนมาก จำนวนปานกลาง จำนวนน้อยที่สุด แล้วในจำนวน 28 โรงเรียนนั้น โดยจะสุ่มทำการวิจัยเป็นครั้งหนึ่งของโรงเรียน ได้แก่ 14 โรงเรียน และใน 14 โรงเรียนนั้นมาทดสอบทำการวิจัยจำนวน 7 โรงเรียน ดังนี้

1. โรงเรียนบ้านยะหา	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	845	คน
2. โรงเรียนบ้านลากอ	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	638	คน
3. โรงเรียนบ้านชีเยาะ	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	505	คน
4. โรงเรียนบ้านยาโงยซิแน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	474	คน
5. โรงเรียนบ้านกาตอง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	467	คน
6. โรงเรียนบ้านตันหยง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	447	คน
7. โรงเรียนบ้านปาแดรู	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	424	คน

3.2 การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร (Total Bacterial Plate Count)

การนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Total Count of Bacteria) ใช้วิธีการที่แนะนำโดยกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข (2529) โดยปรับเปลี่ยนเล็กน้อยดังนี้ ตัวอย่างอาหาร 25 กรัมจะนำมาผสมและ homogenize กับสารละลาย BPB 225 ml. ในฟลากส์ ขนาด 500 ml. จะให้ความเจือจางเป็น 10^{-1} การเจือจางจะกระทำต่อไปจนได้ค่าการเจือจางที่ 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} และ 10^{-5} หรือมากกว่า จากนั้นจะใช้ Sterile pipette ดูดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 ml. ใส่ในจานเพาะเชื้อ Sterile ตามด้วยการเทอาหารอุ่น ($45-50^{\circ}\text{C}$) Plate Count Agar (PCA) (Difco, USA) ปริมาตร 15-20 ml. ลงไปในจานเพาะเชื้อ ส่วนผสมในจานเพาะเชื้อถูกทำให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยวิธีหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกากลับไปมาจนเข้ากันดี เมื่ออาหารแข็งตัวดีแล้ว จึงนำไปป้อนในตู้ incubator ที่ 35°C นาน 48 ชั่วโมง โดยคว่างาน การนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นจะกระทำโดยอาศัยเครื่อง Colony counter

3.3 การตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus*

วิธีการวิเคราะห์ของกองวิเคราะห์อาหารกรมวิทยาศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข (2529) จะถูกนำมาใช้ โดยปรับเปลี่ยนเล็กน้อยดังนี้ ตัวอย่างเจือจางแต่ละความเข้มข้นจะถูกดูดใส่ในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase Soy Broth (TSB) (Difco, USA) + 10% NaCl (Merck, USA) + 1% Sodium pyruvate (Merck, USA) 10 ml. ความเข้มข้นละ 3 หลอด ๆ ละ 1 ml. จนครบทุกความเข้มข้น จากนั้น จะนำไปป้อนใน incubator ที่ 35°C หลังจาก 24-48 ชั่วโมง จะทำการแยกเชื้อต่อไป โดยการเลี้ยงบนอาหาร Baird Parker Medium (Difco, USA) ผสม 3% Egg yolk ที่ 35°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นจะคัดโคโลนี *S. aureus* ซึ่งมีลักษณะสีดำขอบขาวและแฉวใส รอบโคโลนีมีบริเวณใส (Clear zone) สุดท้าย ค่าที่ได้จากการตรวจสอบจะนำไปคำนวณและรายงานผลเป็นค่า Minimal Possible Number หรือ MPN/g ของ *S. aureus*

3.4 การวิเคราะห์ *Salmonella* sp.

จะใช้วิธีการของกองวิเคราะห์อาหารกรมวิทยาศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข (2529) โดยปรับเปลี่ยนเล็กน้อย กล่าวคือ ตัวอย่างอาหาร 25 กรัม จะนำมาใส่ลงในขวดขนาด 250 ml.

ซึ่งบรรจุ Nutrient Broth (Difco, USA) ปริมาณ 225 ml.อยู่แล้ว จากนั้น จะนำไปบ่มที่ 35 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น จะใช้คัลเจอร์ที่ได้ไปทำการ streak ลงบนอาหาร Salmonella-Shigella Agar (SS-Agar) (Difco, USA) เพื่อตรวจหาโคโลนีที่มีลักษณะสีดำบริเวณกลางโคโลนี (non-lactose fermenter) และทำการทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Triple Sugar Iron (TSI) agar (Difco, USA) slant การอ่านผล Butt acid มีสีเหลือง Slant alkali มีสีแดง มีหรือไม่มี Hydrogen sulfide แสดงถึงการตรวจพบเชื้อ *Salmonella* sp.

3.5 การตรวจสอบตัวอย่างโคลิฟอร์ม

ครอบคลุมการตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งจะใช้วิธีมาตรฐาน Standard Multiple -Tube (MPN) Test หรือ Most Probable Number Concept (MPN) และวิธีกรองด้วยเยื่อกรอง (Standard Filter Technique) ในการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย โดยวิธี MPN Technique มี 3 ขั้นตอนคือ การตรวจขั้นแรก (Presumptive tests) การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed Tests) และการตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed tests) โดยการตรวจขั้นแรก (Presumptive tests) มุ่งค้นหาแบคทีเรียที่สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 35 °C นาน 24 - 48 ชั่วโมง แล้วให้ผลเป็นกรดและแก๊สคือ ผลบวก สำหรับการตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed Test) จะกระทำโดยการถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในหลอดอาหารเหลว Lactose Broth มาใส่ในอาหารเหลว Brilliant Green Lactose Bile 2% หรือ BGLB และอาหารเหลว EC Medium เพื่อคัดแยกกลุ่มที่ให้ผลบวกปลอมเพื่อยืนยันผลของขั้นตอนแรก ในการตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed tests) เป็นการย้ายเชื้อที่ให้ผลบวกลงในอาหาร EMB Agar แล้วสังเกตลักษณะของโคโลนีที่เกิดขึ้นในอาหาร และเป็นการทดสอบเพื่อคัดแยกโดยการตรวจลักษณะของแบคทีเรียที่ให้ผลบวกในขั้นยืนยันโดยฐานวิทยาโดยการย้อมสีแบบแกรม และเพาะเชื้อที่ตรวจสอบในแลคโทสอีกครั้งหนึ่ง

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปราย

การตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาบางประการของการจัดอาหารให้กับนักเรียนโรงเรียนในระดับประถมศึกษาเขต อำเภอยะหา จังหวัดยะลา โดยสุ่มตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 14 โรงเรียน และในจำนวน 14 โรงเรียนนั้น ทำการทดสอบจำนวนครั้งหนึ่ง คือ 7 โรงเรียน และตัวอย่างอาหารที่เก็บโรงเรียนละ 3 ตัวอย่าง ได้แก่ อาหารประเภทผัด และทอด อาหารประเภทต้ม อาหารประเภทแกง แต่ละโรงเรียนเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง รวม 84 ตัวอย่าง แต่ทดสอบครั้งเดียว รวม 42 ตัวอย่าง โดยแต่ละครั้งจะมีระยะเวลาห่างของการเก็บตัวอย่าง 30-50 วัน โดยการตรวจวิเคราะห์ Coliform, fecal coliform, *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* และศึกษาสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนแต่ละโรงเรียน และสุขลักษณะของผู้บริโภคอาหารภายในโรงอาหารของโรงเรียน จะพบว่าโรงเรียนแต่ละโรงเรียนนั้นส่วนใหญ่ภายในโรงอาหารจะมีฝุ่นละออง ภาชนะบางอย่างมีฝาปิดบางอย่างไม่มีฝาปิด มีแมลงตอมและสุขลักษณะของผู้บริโภคนั้นจะมีเล็บบาว มีทั้งใส่ผ้ากันเปื้อนและไม่ใส่ผ้ากันเปื้อน มีทั้งใส่หมวกคลุมศีรษะและไม่ใส่หมวกคลุมศีรษะ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรีย

อภิปรายผล จากสภาพแวดล้อม สถานที่บริโภคอาหาร ลักษณะการแต่งกายของผู้บริโภคอาหารและสุขลักษณะในการบริโภคอาหารพบว่า การบริโภคอาหารภายในโรงอาหารแต่ละโรงเรียนจะแต่งกายแตกต่างกัน มีทั้งสวมใส่หมวกและไม่ใส่ผ้ากันเปื้อนหรือใส่ผ้ากันเปื้อนที่ไม่สะอาดเท่าที่ควร ดังนั้นจึงมีโอกาสสูงที่จะพบจุลินทรีย์ปนเปื้อนในอาหารได้ทั้งในระหว่างการบริโภคอาหาร ภาชนะที่บรรจุอาหาร การเตรียมวัตถุดิบ และสภาวะแวดล้อม ผู้บริโภคอาหารส่วนใหญ่ยังมีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักการสุขาภิบาล จึงทำให้โรงอาหารแต่ละโรงเรียนเหล่านี้มีมาตรฐานความปลอดภัย และความสะอาดในการบริโภคอาหารที่แตกต่างกัน มีการเปิดฝาภาชนะบรรจุอาหารตลอดเวลาในระหว่างการบริโภคอาหาร โดยไม่คำนึงว่าจะมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ จะส่งผลให้มีการปนเปื้อนในอาหารได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการรับขายของผู้จำหน่ายสอด้คล้อง กับรัชชัย และคณะ (2539) ที่พบว่าอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา น่าจะมีการสัมผัสการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการปรุงและการบริโภค โดยอาจเกิดจากการขนย้ายและบริโภคอาหารโดยไม่มีการปกปิดให้มิดชิดจากฝุ่นละออง หรือสัตว์แมลงนำโรคต่าง ๆ ไม่มีการอุ่นอาหารให้ร้อนอยู่เสมอ การปรุงอาหารทิ้งไว้นานเกินไปก่อนที่จะนำมาจัดวางให้กับเด็กนักเรียน ความสะอาดของสถานที่ปรุงประกอบอาหาร การทำความสะอาดผักสดที่นำมาใช้เป็นเครื่อง

เคียง เช่น ใบมะกรูด, ถั่วฟักยาว, ผักกาดขาว ฯลฯ เป็นต้น ตลอดจนสุขนิสัยในการใช้ห้องน้ำห้องส้วมของผู้ประกอบอาหารและจากการตรวจตัวอย่างอาหารทั้งหมด 84 ตัวอย่าง ได้แก่ อาหารประเภทผัดและทอด, ประเภทต้ม, ประเภทแกง จะเห็นได้ว่า โดยส่วนใหญ่ตัวอย่างอาหารที่ตรวจอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจะเป็นอาหารประเภทผัดและทอด, ประเภทแกง ซึ่งประเภทอาหารเหล่านี้จะมีพริกเป็นองค์ประกอบสำคัญของอาหาร ในพริกมีสารแคปไซซิน (Capsaicin) มีฤทธิ์ระคายเคืองและเผ็ดร้อนมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารและเครื่องเทศเป็นส่วนประกอบในอาหารมีน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) มีฤทธิ์ฆ่าและยับยั้งจุลินทรีย์ ได้แก่ กระเทียม, ขมิ้น, ขิง, ข่า, ตะไคร้, มะกรูด, พริกและสาระแหน่ เป็นต้น (วันทรี, 2542) ส่วนตัวอย่างอาหารประเภทต้มส่วนใหญ่จะเกินเกณฑ์มาตรฐาน ทั้งนี้ในอาหารประเภทต้มจะมีเนื้อสัตว์ ผัก เป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะมีสารอาหารค่อนข้างครบถ้วนและมีสภาพเอื้ออำนวยต่อการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี

4.1 การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด

การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาเขตอำเภอยะหา พบว่าการตรวจอาหารประเภทผัดและทอดมีจำนวนแบคทีเรียอยู่ในช่วง 1.46×10^5 - 9.7×10^5 CFU/g ตัวอย่างอาหารประเภทผัดและทอดที่มีปริมาณแบคทีเรียน้อยที่สุด คือ 1.46×10^5 CFU/g ตัวอย่างอาหารประเภทผัดและทอดที่มีปริมาณแบคทีเรียมากที่สุดคือ 9.7×10^5 CFU/g ซึ่งทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งอนุญาตให้พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^6 CFU/g และจำนวนแบคทีเรียในอาหารประเภทต้มอยู่ในช่วง 1.07×10^4 - 8.0×10^5 CFU/g ตัวอย่างอาหารประเภทต้มที่มีปริมาณแบคทีเรียน้อยที่สุด คือ 1.07×10^4 CFU/g ตัวอย่างอาหารประเภทต้มที่มีปริมาณแบคทีเรียมากที่สุด คือ 8.0×10^5 CFU/g ซึ่งทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และตัวอย่างอาหารประเภทแกง มีจำนวนแบคทีเรียอยู่ในช่วง 1.07×10^5 - 2.83×10^6 CFU/g ตัวอย่างอาหารประเภทแกงที่มีปริมาณแบคทีเรียน้อยที่สุด คือ 1.07×10^5 CFU/g ตัวอย่างอาหารประเภทแกงที่มีปริมาณแบคทีเรียมากที่สุด คือ 2.83×10^6 CFU/g ตัวอย่างอาหารประเภทแกงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 3 ตัวอย่างและเกินเกณฑ์มาตรฐาน 12 ตัวอย่าง ดังแสดงในตาราง 4.1

ตาราง 4.1 การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียน
ระดับประถมศึกษาเขตอำเภอยะหา

จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (CFU/g)						
สถานที่เก็บ ตัวอย่าง	อาหารประเภทผัก และทอด		อาหารประเภทต้ม		อาหารประเภทแกง	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
โรงเรียนที่ 1	7.2×10^5	-	4.2×10^4	-	1.61×10^6	-
โรงเรียนที่ 2	9.7×10^5	-	4.5×10^4	-	1.43×10^6	-
โรงเรียนที่ 3	1.40×10^5	-	8.0×10^5	-	1.80×10^6	-
โรงเรียนที่ 4	1.21×10^5	-	1.14×10^5	-	1.65×10^6	-
โรงเรียนที่ 5	6.7×10^5	-	4.6×10^4	-	9.1×10^5	-
โรงเรียนที่ 6	1.51×10^5	-	1.66×10^5	-	1.89×10^6	-
โรงเรียนที่ 7	1.75×10^5	-	1.65×10^5	-	1.98×10^6	-

4.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในตัวอย่างอาหารที่จัดให้นักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาเขตอำเภอยะหา พบว่าการตรวจอาหารประเภทผักและทอดมีค่า MPN/g อยู่ในช่วง 23 – 1100 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 7 ตัวอย่าง เกินมาตรฐาน 8 ตัวอย่าง ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์อนุญาตให้พบปริมาณของโคลิฟอร์มในอาหารปรุงสำเร็จทั่วไปน้อยกว่า 500 (ใช้เกณฑ์เดียวกับฟีคัลโคลิฟอร์ม) การตรวจตัวอย่างประเภทต้มมีค่า MPN/g อยู่ในช่วง 240 - > 1100 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 5 ตัวอย่าง เกินเกณฑ์มาตรฐาน 10 ตัวอย่าง และการตรวจตัวอย่างอาหารประเภทแกงมีค่า MPN/g อยู่ในช่วง 1100 - > 1100 ทุกตัวอย่างเกินเกณฑ์มาตรฐาน ดังแสดงในตาราง 4.2

4.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของฟีคัลโคลิฟอร์ม *E.coli* และ *Staphylococcus aureus*

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของฟีคัลโคลิฟอร์ม *E.coli* และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างอาหารที่จัดให้นักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาเขตอำเภอยะหา พบว่าการตรวจอาหารประเภทผักและทอดมีค่า MPN/g อยู่ในช่วง 93 – 1100 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 7 ตัวอย่าง เกินมาตรฐาน 8 ตัวอย่าง ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์อนุญาตให้พบปริมาณของโคลิฟอร์มในอาหารปรุงสำเร็จทั่วไปน้อยกว่า 500 การตรวจตัวอย่างประเภทต้มมีค่า MPN/g อยู่ในช่วง 240 - > 1100 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 5 ตัวอย่าง เกินเกณฑ์มาตรฐาน 10 ตัวอย่าง และการตรวจตัวอย่างอาหารประเภทแกงมีค่า MPN/g อยู่ในช่วง > 1100 ทุกตัวอย่างเกินเกณฑ์มาตรฐาน และตรวจไม่พบเชื้อ *E.coli* และ *Staphylococcus aureus* ในทุก ๆ ตัวอย่างอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตาราง 4.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับ
นักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาเขตอำเภอยะหา

จำนวนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/g)						
สถานที่เก็บ ตัวอย่าง	อาหารประเภทผัก และทอด		อาหารประเภทต้ม		อาหารประเภทแกง	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
โรงเรียนที่ 1	1100	-	460	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 2	93	-	> 1100	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 3	150	-	1100	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 4	1100	-	1100	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 5	240	-	240	-	1100	-
โรงเรียนที่ 6	1100	-	1100	-	1100	-
โรงเรียนที่ 7	1100	-	240	-	1100	-

ตาราง 4.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ MPN/g ของฟีคัลโคลิฟอร์ม ในตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษาเขตอำเภอยะหา

จำนวนของฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/g)						
สถานที่เก็บ ตัวอย่าง	อาหารประเภทผัดและ ทอด		อาหารประเภทต้ม		อาหารประเภทแกง	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
โรงเรียนที่ 1	460	-	460	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 2	150	-	> 1100	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 3	150	-	1100	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 4	1100	-	1100	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 5	1100	-	240	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 6	1100	-	1100	-	> 1100	-
โรงเรียนที่ 7	1100	-	1100	-	> 1100	-

4.4 คุณภาพของอาหารของโรงเรียนประถมศึกษา

ผลการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม ในอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา เขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา เป็นไปตามรายละเอียดในตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ผลการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม ในอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา เขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา

ตัวอย่าง อาหาร	โรงเรียน					
	แบคทีเรีย ทั้งหมด CFU/g		โคลิฟอร์ม MPN/g		ฟีคัลโคลิฟอร์ม MPN/g	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
ประเภทผัด และทอด	15	-	7	8	7	8
ประเภทต้ม	15	-	5	10	5	10
ประเภท แกง	3	12	-	15	-	15
รวม	33	12	12	33	12	30

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการสุ่มตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา เขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา โดยจะสุ่มตัวอย่างอาหาร 3 ประเภท ได้แก่ อาหารประเภทผัดและทอด อาหารประเภทต้ม อาหารประเภทแกง ซึ่งในเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา จะมีโรงเรียนระดับประถมศึกษาทั้งหมด 28 โรงเรียน โดยจะสุ่มทำการวิจัยครั้งหนึ่ง คือ จะนับจำนวนนักเรียนแต่ละโรงเรียน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน จำนวนของนักเรียนจะมี 4 ชั้น คือ จำนวนมากที่สุด จำนวนมาก จำนวนปานกลาง จำนวนน้อยที่สุด แล้วในจำนวน 28 โรงเรียนนั้น โดยจะสุ่มทำการวิจัยเป็นครั้งหนึ่งของโรงเรียน ได้แก่ 14 โรงเรียน และในจำนวน 14 โรงเรียนนั้นจะทำการทดสอบ 7 โรงเรียน โดยจะเก็บตัวอย่างอาหาร 2 ครั้ง รวม 84 ตัวอย่าง แต่จะทำการทดสอบครั้งเดียวรวม 42 ตัวอย่าง โดยแต่ละครั้งจะมีระยะเวลาห่างของการเก็บตัวอย่าง 30-50 วัน ผลการตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา พบว่าอาหารประเภทผัดและทอดและประเภทแกงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 100 ผลตรวจตัวอย่างประเภทต้มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 10 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา ผลตรวจตัวอย่างอาหารประเภทผัดและทอด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 23.33 ผลการตรวจตัวอย่างอาหารประเภทต้ม อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 16.66 ผลการตรวจตัวอย่างอาหารประเภทแกง ทุกตัวอย่างเกินเกณฑ์มาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 100 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณของฟิคัลโคลิฟอร์ม *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา ผลการตรวจตัวอย่างอาหารประเภทผัดและทอด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 23.33 ผลการตรวจตัวอย่างอาหารประเภทต้ม อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 16.66 ผลการตรวจตัวอย่างอาหารประเภทแกง พบว่าทุกตัวอย่างเกินเกณฑ์มาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 100 และตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* ในทุกตัวอย่าง ผลการตรวจแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม, ฟิคัลโคลิฟอร์ม ในอาหารที่จัดให้กับเด็กนักเรียนโรงเรียนระดับประถมศึกษา ตัวอย่างอาหารที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 33, 12, และ 12 ตัวอย่างตามลำดับ โดยอาหารประเภทแกงจะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียมากที่สุด รองลงมาอาหารประเภทต้มและอาหารประเภทผัดและทอดตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบปริมาณเชื้อเกินเกณฑ์มาตรฐานหลายตัวอย่าง ดังนั้นควรมีการตรวจเชื้อโรคทางเดินอาหารอื่น ๆ ที่อาจปนเปื้อนในอาหาร เช่น *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp., และ *Clostridium perfringens*

ควรหมั่นตรวจวิเคราะห์อาหารในโรงเรียนหรือสถานศึกษาอื่น ๆ เพราะโอกาสการปนเปื้อนสูงและส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการศึกษาของนักเรียนหรือนักศึกษาโดยตรง

บรรณานุกรม

- Altekruse, S. F., Cohen, M. L. and Swerdlow, D. L. 1997. Emerging foodborne diseases. *Emerg. Infect. Dis.* 3:285–293.
- American Public Health Association. 1995. Control of communicable diseases manual. Washington DC: **American Public Health Association**: 410–415
- Archer, D. L., and Young, F. E. 1988. Contemporary issues: diseases with a food vector. *Clin. Microbiol. Rev.* 1:377–398.
- Atlas, R.M. 1984. Microbiology: Fundamentals and Applications. New York : **Macmillan Publishing company**.
- Balaban, N., & Rasooly, A. 2000. Staphylococcal enterotoxins. *Int. J. Food Microbiol.* 61:1–10.
- Barg, N. L., & T. Harris. 1997. Toxin-mediated syndromes, p. 527–543. In Bennett, R. W. 1986. Detection and quantitation of gram-positive nonsporeforming pathogens and their toxins, p. 345–392. In M. D. Pierson and N. J. Stern (ed.), Foodborne microorganisms and their toxins: developing methodology. New York: **Marcel Dekker, Inc.**
- Bauman RW. 2015. Microbiology; with diseases by body system. (4th Ed). Boston: Pearson Education Inc.
- Bergdoll, M. S. 1983. Enterotoxins, p. 559–598. In C. S. F. Easton and C. Adlam (ed.), Staphylococci and staphylococcal infections. London: **Academic Press**.
- Bergdoll, M. S. 1990. Analytical methods for *Staphylococcus aureus*. *Int. J. Food Microbiol.* 10:91–100.
- Bohach, G. A. 1997. Staphylococcal enterotoxins B and C. Structural requirements for superantigenic and enterotoxigenic activities. *Prep. Biochem. Biotechnol.* 27:79–110
- Boyd, R.F. 1995. Basic Medical Microbiology. 5th Ed. New York: **Little Brown and Company (Inc.)**.

- Boyd, R.F. and Hoerl, B.G. 1982. Basic Medical Microbiology. 5th Ed. New York: **Little Brown and Company (Inc.)**.
- Braude, A.I., Davis, C.E. and Fierer, J. 1982. Microbiology. Philadelphia: **W.B. Saunders Company**.
- Brunner, K. G., and Wong, A. C. L. 1992. *Staphylococcus aureus* growth and enterotoxin production in mushrooms. *J. Food Sci.* 57:700–703.
- Buzby, J. C., Roberts, T., Lin, C. T. J., and MacDonald, J. M. 1996. **Bacterial foodborne disease: medical costs and productivity losses.** Washington D.C: **United States Department of Agriculture: 14–21**
- Cano, R.J. and Colome, J.S.. 1987. Microbiology: A Laboratory Manual. 2nd ed. California: **The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc.**
- Chariya, C., Daroon, K., Arunrat, R. การตรวจหาความสัมพันธ์ของเชื้อสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ที่สร้างสารพิษ ในอาหารกับที่พบในผู้ประกอบอาหาร
http://www.smj.ejnal.com/ejournal/showdetail/?show_detail=T&art_id=922
- Davis, B. D., Dulbecco, R., Eisen, H. N., Ginsberg, H. S. 1990. Microbiology. 4th Ed. London: **J.B. Lippincott Company**.
- Davis, B.D.,R. Dulbecco, H,N. Eisen and H.S. Ginsberg, eds. 1990. Microbiology. 4th ed. Singapore: **Harper & Row, Publishers**.
- Denny, C. B., Humber, J. Y., and Bohrer, C. W.1971. Effect of toxin concentration on the heat inactivation of staphylococcal enterotoxin A in beef bouillon and in phosphate buffer. *Appl. Microbiol.* 21:1064–1066.
- Dinges, M. M., Orwin, P., Orwin, M., and Schlievert, P. M. 2000. Exotoxins of *Staphylococcus aureus*. *Clin. Microbiol. Rev.* 13:16–34
- Evenson, M. L., Hinds, W. M., Bernstein, R. S., and Bergdoll, M. S. 1988. Estimation of human dose of staphylococcal enterotoxin A from a large outbreak of staphylococcal food poisoning involving chocolate milk. *Int. J. Food Microbiol.* 7:311–316.

- Frenzen, P., Riggs, T., Buzby, J., Breuer, T., Roberts, T., Voetsch, D., Reddy, S., & FoodNet Working Group. 1999. *Salmonella* cost estimate update using FoodNet data. ***Food Rev.*** 22:10–15.
- Genigeorgis, C. A. 1989. Present state of knowledge on staphylococcal intoxication. ***Int. J. Food Microbiol.*** 9:327–360.
- Igarashi, H. 1993. Current trends on staphylococcal food poisoning outbreaks in Tokyo. ***Food Sanit. Res.*** 43:31–45. (In Japanese.)
- Igarashi, H., M. Shingaki, H. Fujikawa, H. Ushioda, and T. Terayama. 1985. Detection of staphylococcal enterotoxins in food poisoning outbreaks by reversed passive latex agglutination. ***Zentralbl. Bakteriол. Mikrobiol. Hyg. Abt. 1*** 14(Suppl.):255–257.
- Jarraud, S., Peyrat, M. A., Lim, A., Tristan, A., Bes, M., Mougel, C., Etienne, J., Vandenesch, F., Bonneville, M., and Lina, G.. 2001. egc, a highly prevalent operon of enterotoxin gene, forms a putative nursery of superantigens in *Staphylococcus aureus*. ***J. Immunol.*** 166:669–677.
- Jawetz, E., Melnick, J. L. and Adelberg, E.A., (eds.) 1991. Medical Microbiology. 19th ed. New Jersey: **Prentice Hall International Inc.**
- Jay, J. M. 1996. Modern food microbiology, p. 429–450. New York: **Chapman & Hall.**
- Johnson, T.R., and C.L. Case. 1989. Laboratory Experiments in Microbiology. Brief ed. 2nd ed. California: **The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.**
- Kotb, M. 1995. Bacterial pyrogenic exotoxins as superantigens. ***Clin. Microbiol.Rev.*** 8:411–426.
- Lennett, E.,A. Balows, W.J. Hausler and J.P. Truant. 1985. Manual of Clinical Microbiology. New Jersey: **Prentice Hall International Inc.**
- Madigan, M.T., Martinko, T. D., Parker, W. 2000. Brock biology of Microorganisms. 9th ed. New Jersey: **Prentice Hall International Inc.**

- Mead, P. S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L. F., Bresee, J. S., Shapiro, C., Griffin, P. M., and Tauxe, R. V.. 1999. Food-related illness and death in the United States. *Emerg. Infect. Dis.* 5:607–625.
- Michael, P. D., Beuchat, L. R., and Montville, T. J. 1997. Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. *American society for microbiology*.
- Munson, S. H., Tremaine, M. T., Beteley, M. J. and Welch, R. A. 1998. Identification and characterization of staphylococcal enterotoxin type G and I from *Staphylococcus aureus*. *Immunity* 66:3337–3348.
- Murray, P.R., Kobayashi, G.S., Pfaller, M.A. and Rosenthal, K.S..1994. Medical Microbiology. 2nd ed. California: **Mosby-year Book, Inc.**
- Newsome, R. L. 1988. *Staphylococcus aureus*. *Food Technol.* 42:194–195.
- Oda, T. 1998. A review of staphylococcal food poisoning in Japan. *J. Food Hyg. Soc. Jpn.* 39:J179–185. (In Japanese.)
- Orwin PM, Ross Fitzgerald J, Leung DYM, Gutierrez JA, Bohach GA, Schlievert PM. 2003. Characterization of *Staphylococcus aureus* Enterotoxin L. *Inf. Imm.* 71(5): 2916-2919
- Orwin, P. M., Leung, D. Y. M., Donahue, H. L., Novick, R. P., and Schlievert, P. M. 2001. Biochemical and biological properties of staphylococcal enterotoxin K. *Infect. Immun.* 69:360–366.
- Park, C. E., Akhtar, M., and Rayman, M. K. 1994. Evaluation of a commercial enzyme immunoassay kit (RIDASCREEN) for detection of staphylococcal enterotoxins A, B, C, D, and E in foods. *Appl. Environ. Microbiol.* 60:677–681.
- Presscott, L.M., Harley, J.P. and Klein, D.A. 1999. Microbiology. 4th ed. New York: **McGraw-Hill Companies**
- Presscott, L.M., Harley, J.P. and Klein, D.A. 2005. Microbiology. 6th ed. New York: **McGraw-Hill Companies**

- Ren, K., Bannan, J. D., Pancholi, V., Cheung, A. L., Robbins, J. C., Fischetti, V. A. and Zabriskie, J. B. 1994. Characterization and biological properties of a new staphylococcal enterotoxin. *J. Exp. Med.* 180:1675–1683.
- Ryan, K.J. (ed). 1994. Sherries Medical Microbiology : An Introduction to Infectious Diseases : 3rd ed. Connecticut: **Appleton & Lange**.
- Schaechter, M., Medoff, G. and Eisenstein, B.I. 1993. Mechanisms of Microbial disease. 2nd ed. London: **Williams & Wilkins**.
- Sheris, J.C. (ed). 1991. Medical Microbiology. Introduction to Infectious Diseases. 2nd ed. New York : **Elsevier Science Publishing Co., Inc.**
- Shimizu, A, Fujita. M, Hideo, I., Michihiro, T., Naoko, N., Asako, S., & Junichi, K. 2000. Characterization of *Staphylococcus aureus* Coagulase Type VII Isolates from Staphylococcal Food Poisoning Outbreaks (1980–1995) in Tokyo, Japan, by Pulsed-Field Gel Electrophoresis. *J. Clin. Microbiol*, 38 (10): 3746–3749
- Su, Y.-C., and Wong, A. C. L. 1995. Identification and purification of a new staphylococcal enterotoxin, H. *Appl. Environ. Microbiol.* 61:1438–1443.
- Tauxe, R. V. 1991. *Salmonella*: a postmortem pathogen. *J. Food Prot.* 54:563–568.
- Todd, E. C. 1989. Costs of acute bacterial foodborne disease in Canada and the United States. *Int. J. Food Microbiol.* 9:313–326.
- Volk, W.A., Benjamin, D.C., Kadner, R.J. and Parsons, J.T.. 1991. Essentials of Medical Microbiology. 4th ed. Philadelphia: **J.B. Lippincott Company**.
- Zhang, S., landolo, J. J., and Stewart, G. C. 1998. The enterotoxin D plasmid of *Staphylococcus aureus* encodes a second enterotoxin determinant (sej). *FEMS Microbiol. Lett.* 168:227–233.
- เนตรนภา ชั่งประดิษฐ์. 2550. ได้ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางทางจุลชีววิทยาของอาหารในศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏ ยะลา
- กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2529. การประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่องเทคนิคการวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา. กรุงเทพฯ ฯ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ดวงพร คันทโชติ. 2542. อนุกรมวิธานของแบคทีเรียและปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ ฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนส
โตร์

ดวงพร คันทโชติ. 2545. นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์. กรุงเทพฯ ฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์

ดารณี แก้วจุมพล. 2549. ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอาหารถุงที่วางจำหน่ายใน
ตลาดสดประเภทที่ 1 พื้นที่รับผิดชอบศูนย์อนามัยที่ 6

ทัศนีย์ ไต้แวง. 2548. คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารในศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราช
ภัฏ ยะลา

ธวัชชัย เนียวิฑูรย์. 2539. วิจัยแบคทีเรียการแพทย์ การตรวจสอบภาชนะสัมผัสอาหารทาง
แบคทีเรียจากร้านอาหารในมหาวิทยาลัยขอนแก่น วารสารเทคนิคการแพทย์และ
กายภาพบำบัดปีที่ 13 ฉบับที่ 1

ธารีรัตน์ กะสัมพะเหติและคณะ. 2545. การตรวจสอบความสะอาดของอาหาร เครื่องดื่ม ภาชนะจาก
โรงอาหารคณะต่างๆของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นตัวบ่งชี้.
วารสารอาหาร. 14: 40-55

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2544. แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค. กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์ NOBLE PRINT

นริกุล สุระพัฒน์ (บรรณาธิการ). 2530. จุลชีววิทยาทางการแพทย์. กรุงเทพฯ ฯ : ม.ป.พ.

นิภา จรูญเวสม์ และคณะ. 2532. โรคเขตร้อน. กรุงเทพฯ ฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

นุชรา บุญกนก. 2550. ศึกษาการปนเปื้อนแบคทีเรียในกะทิสดที่จำหน่ายในตลาดประเภทที่ 1

บุษกร อุดรพิชาติ. 2547. จุลชีววิทยาทางอาหาร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ทักษิณ

ภัทรชัย กิรติสิน. 2549. ตำราวิทยาแบคทีเรียการแพทย์ พิมพ์ครั้งที่ 1

มาลินี แดงแสงทอง. 2548. ตรวจหาเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ใน
ข้าวยาที่วางจำหน่ายในร้านมุสลิมในอำเภอหาดใหญ่และอำเภอเมือง มหาวิทยาลัยทักษิณ
วรรณดี เชยเดช, ลักษณะภรณ์ คงเจริญพร, ฐิติมา วงศาโรจน์ และ อรุณ บำงตระกูลนนท์. 2542.
ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสำเร็จจากร้านอาหารภายในกระทรวง
สาธารณสุข

วรารุณี ครุสง. 2536. จุลชีววิทยาการแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

วันทนี สว่างอารมณ์. 2542. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ ฯ: โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, 2542

วิลาวัลย์ เจริญจิระตระกูล. 2537. การเน่าเสียของอาหารและการป้องกัน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิลาวัลย์ เจริญจิระตระกูล. 2539. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส. พรีติ้ง เฮาส์

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

สุมาลี เหลืองสุนทร. 2541. จุลชีววิทยาทางอาหาร มหาวิทยาลัยนครินทร์วิโรฒประสานมิตร กรุงเทพมหานคร

สุวณี สุขเวชช์และมาลัย วิจิตร. 2540. แบคทีเรียพื้นฐาน. กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์ศิริยอด (ประเทศไทย) จำกัด

อรุณศรี ลิขิจำเนียรและเสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร. 2532. การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและเครื่องดื่มจาก โรงอาหารภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาคผนวก A

การย้อมสีแกรมและอาหารเลี้ยงเชื้อ

ขั้นตอนการย้อมสีแกรม

1. เกลี่ยเชื้อที่ทำการเจือจางด้วยน้ำเจือจางที่ปราศจากเชื้อให้แผ่กระจายบนแผ่นสไลด์ที่สะอาดปล่อยให้แห้งในอากาศ เอาด้านหลังของแผ่นสไลด์ลงผ่านเปลวไฟ เพื่อให้เชื้อเกาะติดแน่นกับแผ่นสไลด์
2. หยดสี Cristal Violet ท่วมรอยเชือบนแผ่นสไลด์ นาน 30 วินาที
3. ล้างสีที่ย้อมออกด้วยน้ำจากขวดล้างหรือก๊อกน้ำเบา ๆ จนกระทั่งไม่มีสีละลายน้ำออกมา
4. หยดสารละลายไอโอดีน (Iodin Solution) ลงบนแผ่นสไลด์จนท่วม ทิ้งไว้นาน 30 วินาที
5. ล้างสารละลายไอโอดีนออกด้วยน้ำ
6. ล้างสีที่อาจติดค้างอยู่ด้วยสารละลายแอสโทน – แอลกอฮอล์จนกระทั่งไม่มีสีละลายออกมาใช้เวลาประมาณ 10 – 20 วินาที
7. ล้างด้วยน้ำอีกครั้งหนึ่งโดยบีบน้ำออกจากขวดล้างหรือจากก๊อกน้ำ
8. ย้อมทับอีกครั้งด้วยสี Safranin ให้ท่วมแผ่นสไลด์ นาน 20 – 30 วินาที
9. ล้างสีออกด้วยน้ำ เช่นเดียวเหมือนกับข้อ 3
10. ทำให้สไลด์แห้งโดยกดสไลด์ลงบนกระดาษซับทั้งสองด้านเบา ๆ
11. ตรวจสอบเซลล์บนแผ่นสไลด์ด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้ Oil-Immersion Objective

อาหารเลี้ยงเชื้อและวิธีเตรียม

1. อาหารเหลวแลคโทส (Lactose Broth : LB)

ส่วนประกอบ

เนื้อสกัด (Beef Extract)	3 กรัม
เพปโทส (Peptone)	5 กรัม
แลคโทส (Lactose)	5 กรัม
น้ำกลั่นเติมครบ	1 ลิตร

วิธีเตรียม

ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยใช้ความร้อนช่วยปรับความเป็นกรดต่างให้ได้ค่า 6.9 ± 0.2 ตวงใส่หลอดทดลองขนาด 20 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ที่มีหลอดหมักขนาด 6

มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร จำนวนหลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ینگค่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที ในกรณีต้องการเตรียมอาหารเหลว แลคโทสเข้มข้นเป็น 2 เท่าของปกติ ให้เพิ่มส่วนประกอบนั้นเป็น 2 เท่า โดยใช้ น้ำกลั่นเท่าเดิม

2. อาหารเหลวบริลเลียนท์กรีนแลคโทสไบส์ 2% (Brililant Green Lactose Bile 2%:BGLB)

ส่วนประกอบ

เพปโทส (Peptone)	10	กรัม
แลคโทส (Lactose)	10	กรัม
ดีวัว (Oxgall)	20	กรัม
บริลเลียนท์กรีน (Brilliant Green)	0.0133	กรัม
น้ำกลั่นเติมครบ	1	ลิตร

วิธีเตรียม

ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยใช้ความร้อนช่วยปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ค่า 7.2 ± 0.2 ตวงใส่หลอดทดลองขนาด 20 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ที่มีหลอดหมักขนาด 6 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตรจำนวนหลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ینگค่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

3. อาหารเหลวอีซีมีเดีย (EC Medium)

ส่วนประกอบ

ทริปโทส (Tryptose)	20	กรัม
แลคโทส (Lactose)	5	กรัม
เกลือไบล์ # 3 (Bile Salts No 3)	1.5	กรัม
ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	4	กรัม
โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	1.5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5	กรัม
น้ำกลั่นเติมครบ	1	ลิตร

วิธีเตรียม

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำกลั่น ปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ค่า 6.9 ± 0.2 ตวงใส่หลอดทดลองขนาด 20 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ที่มีหลอดหมักขนาด 6 มิลลิเมตร x 50

มิลลิเมตร จำนวนหลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนึ่งค่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

4. วุ้นอีเอ็มบี Eosin Methylene Blue Agar (EMB Agar)

ส่วนประกอบ

เพปโทส (Peptone)	10	กรัม
แลคโทส (Lactose)	5	กรัม
แซคคาไรส (Saccharose)	5	กรัม
ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	2	กรัม
วุ้น	13.5	กรัม
อีโอซิน วาย (Eosin Y)	0.4	กรัม
เมทิลีนบลู (Methylene Blue)	0.065	กรัม
น้ำกลั่นเติมครบ	1	ลิตร

วิธีเตรียม

ละลายส่วนประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้ความร้อนช่วยแล้วเขย่าเบา ๆ ต้มให้เดือด 1 นาที ปรับความเป็นกรดเป็นด่างให้ได้ค่าเป็น 7.1 นำไปนึ่งค่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที เมื่อเย็นลงถึงอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เทใส่จานเลี้ยงเชื้อ จานละประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรทิ้งไว้ให้วุ้นแข็งตัว

5. อาหาร Plate Count Agar (PCA)

ส่วนประกอบ

Tryptone	5	g
Yeast extract	25	g
Glucose	1	g
Agar	15	g
น้ำกลั่น	1	L
pH 7.0		

วิธีเตรียม

ผสมส่วนประกอบในน้ำกลั่นโดยการต้มให้เดือด ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ปรับความเป็นกรด-ด่าง ให้มีค่าเป็น 7.0 ตวงใส่หลอดที่มีจุลเกลียวหรือจุกสำลี หลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15

นาที เมื่อเย็นลงถึงอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เทใส่จานเลี้ยงเชื้อ จานละประมาณ 20 ลูกบาศก์ เซนติเมตรทิ้งไว้ให้เย็นแข็งตัว

ภาคผนวก B

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร

ประเภทอาหาร	ค่ากำหนด	
1. อาหารดิบ หมายถึง อาหารที่ยังบริโภคไม่ได้ต้องผ่านการทำสุก หรือกรรมวิธีใดๆ ก่อนบริโภคได้แก่ ปลาสด เนื้อสด ปลาแห้ง เนื้อเค็มดิบ เป็นต้น	MPN <i>E.coli</i> /g <i>S.aureus</i> <i>B.cereus</i> <i>V.parahaemolyticus</i> /g <i>C.perfringens</i> / 0.001 <i>Salmonella</i> sp. / 25g	น้อยกว่า 50 น้อยกว่า 200 น้อยกว่า 200 น้อยกว่า 200 ไม่พบ ไม่พบ
2. อาหารพร้อมบริโภค		
2.1 อาหารดิบที่เตรียม หรือปรุงในสภาพบริโภคได้ทันที	ยีสต์ / กรัม รา / กรัม	น้อยกว่า 1×10^4 น้อยกว่า 500
2.1.1 ผัก ผลไม้ที่ล้างแล้ว สลัด ส้มตำ เป็นต้น	MPN <i>E.coli</i> /g <i>Salmonella</i> sp. / 25g จุลินทรีย์รวม / กรัม	น้อยกว่า 10 ไม่พบ
2.1.2 อาหารทะเลที่เตรียมเพื่อบริโภคดิบ เช่น ปลา กุ้ง ปลาหมึก หอยดิบ เป็นต้น	MPN Fecal coliforms <i>S.aureus</i> <i>B.cereus</i> <i>V.parahaemolyticus</i> /g <i>C.perfringens</i> / 0.01 <i>Salmonella</i> sp. / 25g <i>V.cholerae</i>	น้อยกว่า 1×10^6 น้อยกว่า 20 น้อยกว่า 100 น้อยกว่า 100 น้อยกว่า 100 ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ

ประเภทอาหาร	ค่ากำหนด	
2.2 อาหารที่ผ่านกรรมวิธี หรือ ปรุงสุกแล้ว		
2.2.1 ผักผลไม้ต้องแช่เย็น แข็ง	ยีสต์ / กรัม รา / กรัม MPN <i>E.coli</i> /g <i>Salmonella</i> sp. / 25g	น้อยกว่า 1×10^4 น้อยกว่า 500 น้อยกว่า 3 ไม่พบ
2.2.2 อาหารหมักพื้นเมืองที่ เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ได้แก่ แหนม กะปิ ปลา ร้า ปลาจ่อม น้ำบูดู เป็นต้น	ยีสต์ / กรัม รา / กรัม MPN <i>E.coli</i> /g <i>S.aureus</i> <i>B.cereus</i> <i>C.perfringens</i> / 0.01 <i>Salmonella</i> sp. / 25g พยาธิ	น้อยกว่า 1×10^4 น้อยกว่า 500 น้อยกว่า 10 น้อยกว่า 100 น้อยกว่า 100 ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ
2.2.3 อาหารปรุงสุกทั่วไป ได้แก่ อาหารปรุงสุกสำเร็จ (ประเภทแกง) ก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน ยำ น้ำพริกจิ้ม ไส้กรอก หมูยอ ปูอัด ปลาหมึกปรุงรส ขนม ผลไม้กวน	จุลินทรีย์รวม/กรัม MPN <i>E.coli</i> /g MPN Coliforms /g <i>S.aureus</i> <i>B.cereus</i> <i>C.perfringens</i> / 0.01 <i>V.parahaemolyticus</i> 25g <i>Salmonella</i> sp. / 25g	น้อยกว่า 1×10^6 น้อยกว่า 3 น้อยกว่า 500 น้อยกว่า 100 น้อยกว่า 100 ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ

ประเภทอาหาร	ค่ากำหนด	
3. อาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็น หรือต้องอุ่นก่อนบริโภค ได้แก่ พิซซ่า ขนมจีบ ซาลาเปา ลูกชิ้น เป็นต้น		
3.1 แช่เย็น	จุลินทรีย์รวม/กรัม MPN <i>E.coli</i> /g MPN Coliforms /g <i>S.aureus</i> <i>B.cereus</i> <i>C.perfringens</i> / 0.01 <i>V.parahaemolyticus</i> 25g <i>Salmonella</i> sp. / 25g	น้อยกว่า 1×10^6 น้อยกว่า 3 น้อยกว่า 500 น้อยกว่า 100 น้อยกว่า 100 ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ
3.2 แช่เยือกแข็ง	จุลินทรีย์รวม/กรัม MPN <i>E.coli</i> /g MPN Coliforms /g <i>S.aureus</i> <i>B.cereus</i> <i>C.perfringens</i> / 0.01 <i>V.parahaemolyticus</i> 25g <i>Salmonella</i> sp. / 25g	น้อยกว่า 1×10^5 น้อยกว่า 3 น้อยกว่า 100 น้อยกว่า 50 น้อยกว่า 50 ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ
4. เครื่องดื่มหีบห่อแช่แข็ง	ยีสต์ / มล. รา / มล. MPN Coliforms /g MPN <i>E.coli</i> /g <i>S.aureus</i> <i>B.cereus</i> <i>C.perfringens</i> / 0.001 <i>Salmonella</i> sp. / 50 มล.	น้อยกว่า 1×10^3 น้อยกว่า 100 น้อยกว่า 20 น้อยกว่า 2 ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ

ประเภทอาหาร	ค่ากำหนด	
5. ภาชนะสัมผัสอาหาร หมายถึง อุปกรณ์ในการบริโภคอาหาร ได้แก่ จาน ชาม ช้อน แก้วน้ำ เป็นต้น	จุลินทรีย์รวม / ชี้นภาชนะ	น้อยกว่า 1×10^3

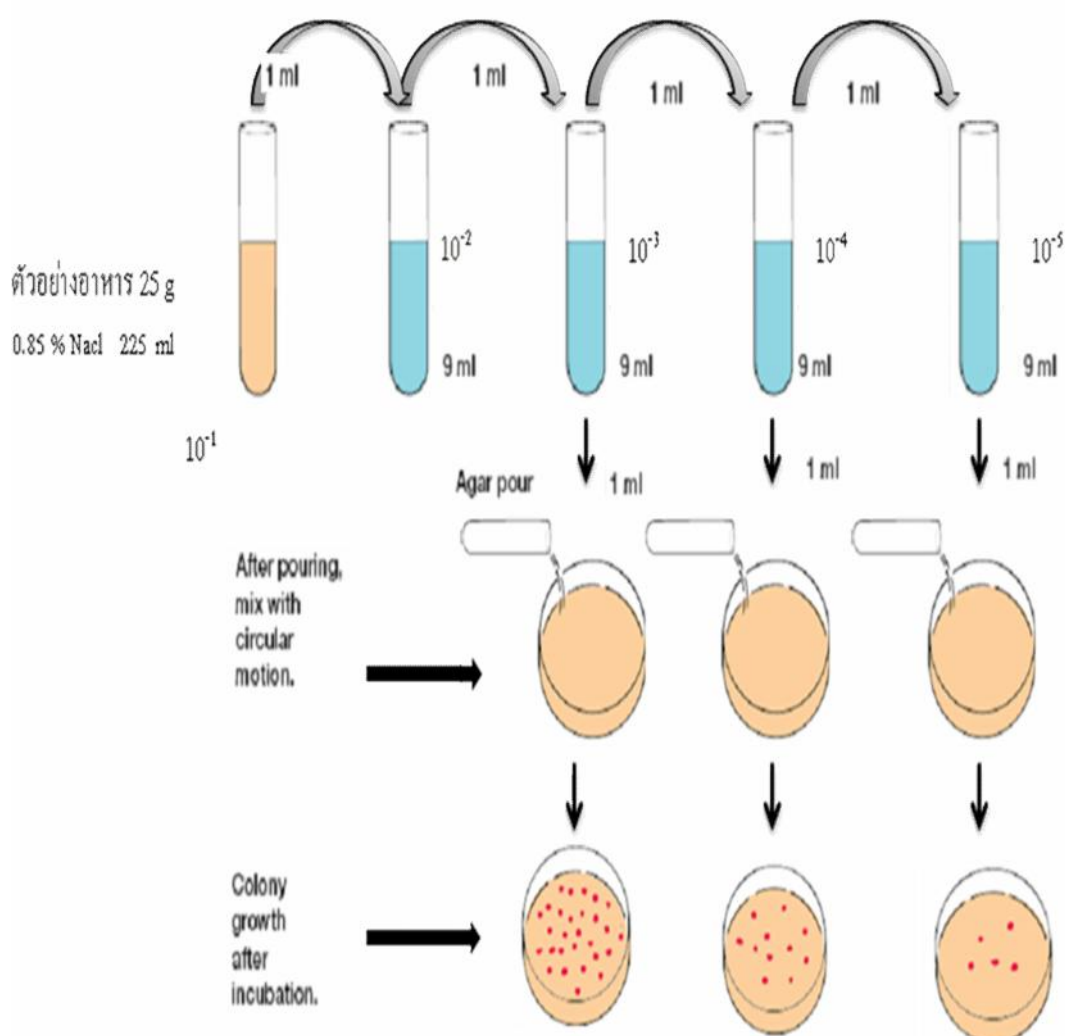
ที่มา : (กองอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข, 2544)

ภาคผนวก C

ขั้นตอนและการเตรียมตัวอย่างอาหารสำหรับทดสอบ

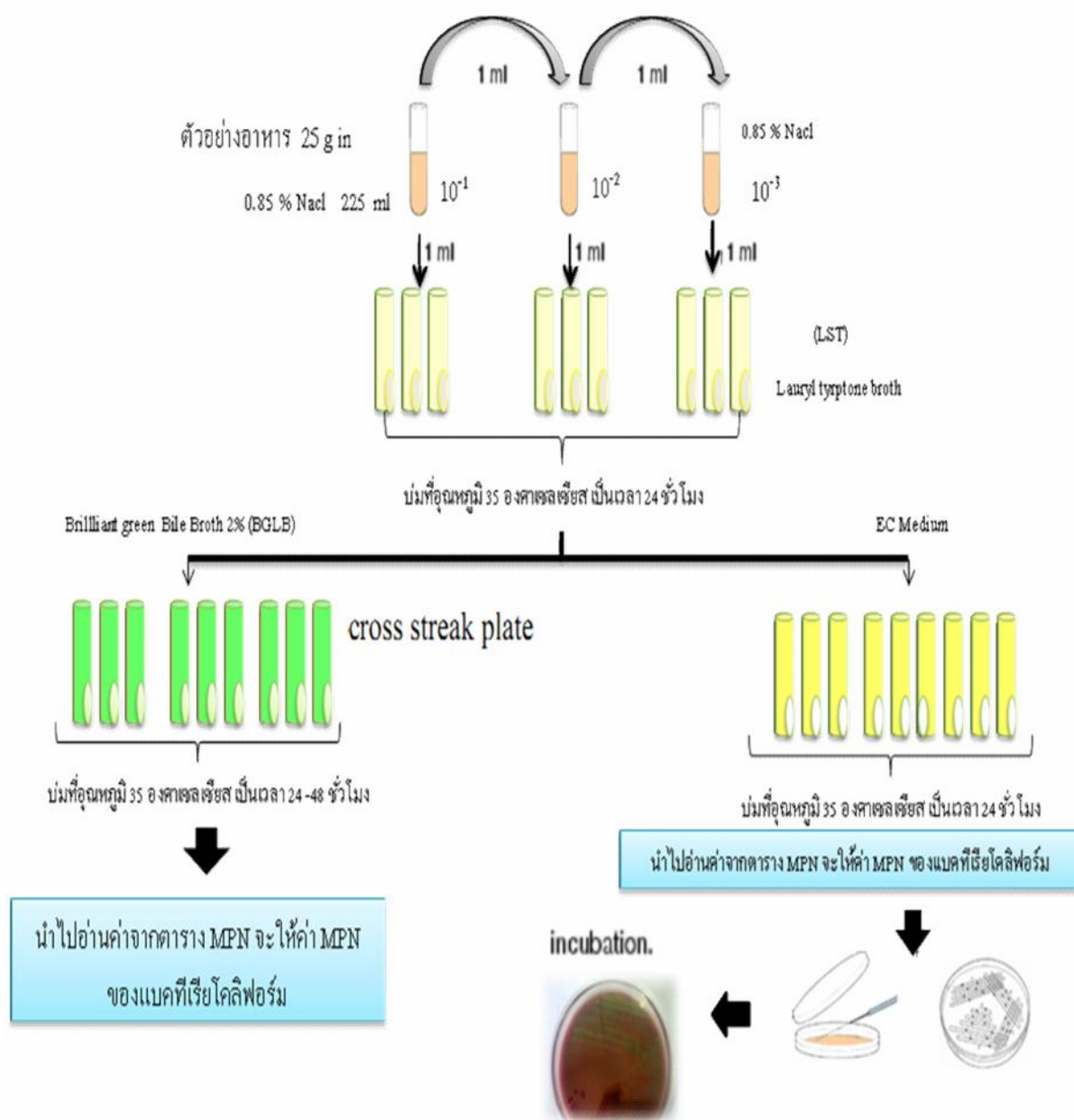
การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี

Total Plate Count (U.S.FDA,BAM,/2003)



ตรวจนับจำนวนโคโลนีและคำนวณโคโลนีของจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยเลือกนับจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 25 - 250 โคโลนี

Coliform bacteria, Fecal Coliform and *E. coli*



ภาคผนวก D
ดัชนีเอ็มพีเอ็น (MPN)

Table 1 For 3 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g inocula, the MPNs per gram and 95 percent											
Pos.tubes			MPN/g	Conf.lim.		Pos.tubes			MPN/g	Conf.lim.	
0.10	0.01	0.001		Low	Hight	0.10	0.01	0.001		Low	Hight
0	0	0	≤ 3.0	-	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	400
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	460
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	240
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	400
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430

Table 1 For 3 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g inocula, the MPNs per gram and 95 percent											
Pos.tubes			MPN/g	Conf.lim.		Pos.tubes			MPN/g	Conf.lim.	
0.10	0.01	0.001		Low	Hight	0.10	0.01	0.001		Low	Hight
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	280	4,000
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	-

ที่มา : <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-a2.html>

ภาคผนวก E
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย

ประเภทแหล่งน้ำ	โคลิฟอร์ม (MPN/100ml)	ฟิคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100ml)	จุลินทรีย์ที่ ทำให้เกิดโรค	Standard plate count (CFU/ml)
น้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท	LT2.2	LT2.2	ไม่พบ	500
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	LT2.2	LT2.2	ไม่พบ	500
น้ำบริโภค	LT2.2	LT2.2	ไม่พบ	
น้ำบาดาลที่ใช้บริโภค	LT2.2	LT2.2	ไม่พบ	
น้ำบริโภคในชนบท	LT/=10	0	ไม่พบ	
น้ำในสระว่ายน้ำ	LT/10	LT/=2.2	ไม่พบ	
น้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งไม่ใช่ ทะเล				
ประเภท 1	NA	NA		
ประเภท 2	5,000	1,000		
ประเภท 3	20,000	4,000		
ประเภท 4	NA	NA		
ประเภท 5	NA	NA		
น้ำทะเล				
ประเภท 1	N	NA		
ประเภท 2	NA	NA		
ประเภท 3	NA	NA		

ประเภทแหล่งน้ำ	โคลิฟอร์ม (MPN/100ml)	ฟิคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100ml)	จุลินทรีย์ที่ ทำให้เกิดโรค	Standard plate count (CFU/ml)
ประเภท 4	1,000	N		
ประเภท 5	1,000	NA		
ประเภท 6	NA	NA		
ประเภท 7	NA	NA		

หมายเหตุ

LT = น้อยกว่า

LT/= น้อยกว่าหรือเท่ากับ

NA= ไม่ได้กำหนด

N = ขึ้นกับภาวะธรรมชาติ

แหล่งที่มาของข้อมูล

ประเภทแหล่งน้ำที่ 1, 2, 3, 6 และ 7 จากฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สิงหาคม 2534

ประเภทแหล่งน้ำที่ 4 เป็นเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบทของประเทศไทย ซึ่งพิจารณาโดยกรมการบริหารโครงการ จัดให้มีน้ำสะอาดในชนบทที่วราขานาจักร

ประเภทแหล่งน้ำที่ 5 จากข้อบังคับกรุงเทพมหานครว่าด้วยหลักเกณฑ์การประกอบการค้า ซึ่งเป็นที่รังเกียจหรืออาจเป็นอันตรายแก่สุขภาพประเภทการจัดตั้งสระว่ายน้ำ

ภาคผนวก F
ตารางมาตรฐาน MPN

MPN Index and 95 Percent Confidence Limits for Various Combination of Positive Results When Five Tubes are Used per Dilution (10 mL, 1.0 mL, 0.1 mL)

Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% confidence Limits		Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% confidence Limits	
		Lower	Upper			Lower	Upper
0-0-0	<2	-	-	4-2-1	26	12	65
0-0-1	2	1.0	10	4-3-0	27	12	67
0-1-0	2	1.0	10	4-3-1	33	15	77
0-2-0	4	1.0	13	4-4-0	34	16	80
1-0-0	2	1.0	11	5-0-0	23	9.0	86
1-0-1	4	1.0	15	5-0-1	30	10	110
1-1-0	4	1.0	15	5-0-2	40	20	140
1-1-1	6	2.0	18	5-1-0	30	10	120
1-2-0	6	2.0	18	5-1-1	50	20	150
2-0-0	4	1.0	17	5-1-2	60	30	180
2-0-1	7	2.0	20	5-2-0	50	20	170
2-1-0	7	2.0	21	5-2-1	70	30	210
2-1-1	9	3.0	24	5-2-2	90	40	250
2-2-0	9	3.0	25	5-3-0	80	30	250

Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% confidenceLimits		Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% confidenceLimits	
		Lower	Upper			Lower	Upper
2-3-0	12	5.0	29	5-3-1	110	40	300
3-0-0	8	3.0	24	5-3-2	140	60	360
3-0-1	11	4.0	29	5-3-3	170	80	410
3-1-0	11	4.0	29	5-4-0	130	50	390
3-1-1	14	6.0	35	5-4-1	170	70	480
3-2-0	14	6.0	35	5-4-2	220	100	580
3-2-1	17	7.0	40	5-4-3	280	120	690
4-0-0	13	5.0	38	5-4-4	350	160	820
4-0-1	17	7.0	45	5-5-0	240	100	940
4-1-0	17	7.0	46	5-5-1	300	100	300
4-1-1	21	9.0	55	5-5-2	500	200	000
4-1-2	26	12	63	5-5-3	900	300	900
4-2-0	22	9.0	56	5-5-4	1600	600	300
				5-5-5	1600	-	-

ภาคผนวก G
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย

ประเภทแหล่งน้ำ	โคลิฟอร์ม MPN/100 ml	ฟีคัลโคลิ- ฟอร์ม MPN/100 ml	จุลินทรีย์ที่ ทำให้เกิด โรค	Standard plate count CFU/ml
น้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท	LT2.2	LT2.2	ไม่พบ	500
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	LT2.2	LT2.2	ไม่พบ	500
น้ำบริโภค	LT2.2	LT2.2	ไม่พบ	
น้ำบาดาลที่ใช้บริโภค	LT2.2	LT2.2	ไม่พบ	
น้ำบริโภคในชนบท	LT/=10	0	ไม่พบ	
น้ำในสระว่ายน้ำ	LT/10	LT/=2.2	ไม่พบ	
น้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งไม่ใช่ทะเล				
ประเภท 1	NA	NA		
ประเภท 2	5,000	1,000		
ประเภท 3	20,000	4,000		
ประเภท 4	NA	NA		
ประเภท 5	NA	NA		
น้ำทะเล				
ประเภท 1	N	N		
ประเภท 2	NA	NA		
ประเภท 3	NA	NA		

ประเภทแหล่งน้ำ	โคลิฟอร์ม MPN/100 ml	ฟีคัลโคลิ- ฟอร์ม MPN/100 ml	จุลินทรีย์ที่ ทำให้เกิด โรค	Standard plate count CFU/ml
ประเภท 4	1,000	N		
ประเภท 5	1,000	NA		
ประเภท 6	NA	NA		
ประเภท 7	NA	NA		

หมายเหตุ LT = น้อยกว่า LT/ = น้อยกว่าหรือเท่ากับ NA = ไม่ได้กำหนด N = ขึ้นกับภาวะธรรมชาติ

แหล่งที่มาของข้อมูล

ประเภทแหล่งน้ำที่ 1, 2, 3, 6 และ 7 จากฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สิงหาคม 2534

ประเภทแหล่งน้ำที่ 4 เป็นเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบทของประเทศไทย ซึ่งพิจารณาโดยกรมการบริหารโครงการ จัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร

ประเภทแหล่งน้ำที่ 5 จากข้อบังคับกรุงเทพมหานครว่าด้วยหลักเกณฑ์การประกอบการค้าซึ่งเป็นที่รังเกียจหรืออาจเป็นอันตรายแก่สุขภาพประเภทการจัดตั้งสระว่ายน้ำ

ประวัติโดยย่อของนักวิจัย

1. ชื่อ-สกุล นายอับดุลลาห์ โดลาห์ ดาลี/ MR. ABDULLAH DOLAH DALEE
2. ชื่อ-สกุลบิดาและมารดา นายเจ๊ะโม่ง ดาลี และนางแมะโม๊ะ ดาลี
3. วัน-เดือน-ปีและสถานที่เกิด 10 มกราคม 2502 ที่บ้านบาโงยดูรียัน ตำบลบาโงยซิแน อ. ยะหา จ. ยะลา
4. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ข้าราชการ
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสารและ email
สาขาจุลชีววิทยา หลักสูตรจุลชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ
การเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
โทรศัพท์ 0807172817 อีเมล Abdullah.ddalee@gmail.com, dolah_dalee@yahoo.com
6. ประวัติการศึกษา
ประกาศนียบัตรประถมศึกษา จากโรงเรียนบ้านยะลา, ปี พ.ศ. 2516
ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนยะหาศรียานุกุล อ. ยะหา จ. ยะลา, ปี พ.ศ. 2519
ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง อ. เมือง จ. ยะลา.
ปี พ.ศ. 2521
ปริญญาตรี B. Sc (Hons.), Microbiology จาก University of Karachi ประเทศปากีสถาน,
ปี ค.ศ. 1984
ปริญญาโท M. Sc, Microbiology จาก University of Karachi ประเทศปากีสถาน, ปี ค.ศ. 1986
ปริญญาโท M. Sc Microbiology จาก Universiti Kebangsaan Malaysia ประเทศมาเลเซีย,
ปี ค.ศ. 1994
ปริญญาโท MScM (Science Management) จาก University of Technology Sydney
ประเทศออสเตรเลีย, ปี ค.ศ. 2009
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทางภายในและภายนอกประเทศ
 - วิทยานิพนธ์ The pathogenicity and antigenicity of extracellular protease(s) from *Burkholderia pseudomallei*, Master Thesis 1994, Universiti Kebangsaan Malaysia
 - งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

- คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาของน้ำประปาชนบทในจังหวัดปัตตานี ยะลาและนราธิวาส, 2545, งบประมาณการศึกษา สถาบันราชภัฏยะลา
- ประสิทธิภาพของแอนติบอดีพอลิโคลนจากไข่ไก่ในตรวจสอบสารปนเปื้อนในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม, 2547, งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
- การคัดแยกจุลินทรีย์ผลิตเคราตินจากตัวอย่างสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นและประสิทธิภาพการย่อยสลายขี้ไก่, 2555, งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
- คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอากาศในห้องเรียนและสำนักงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2556, งบประมาณการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ประวัติโดยย่อของผู้ร่วมวิจัย 1

1. ชื่อ - สกุล นางสาวคอสียาห์ สะลี (MISS KHOSIYA SALI)
2. ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 1/1 หมู่ที่ 4 ตำบล กาลูปัง อำเภอ รามัน จังหวัด ยะลา
3. วัน/เดือน/ปีเกิด 31 กรกฎาคม 2520 สถานที่เกิด อำเภอ รามัน จังหวัด ยะลา
4. บิดาชื่อ นายวาเซ็ง สะลี มารดาชื่อ นางคอสีเยาะ สะลี
5. ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ประจำหลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
6. หน่วยงานที่ติดต่อได้ :
สาขาวิชาจุลชีววิทยา
ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
โทรศัพท์: 084-8531948 E-mail: khosiya_s@yahoo.com
7. ประวัติการศึกษา :
 - ปี พ.ศ 2535 ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านปือดอง
 - ปี พ.ศ 2538 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอาสาศุดดินวิทยา
 - ปี พ.ศ 2541 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนธรรมวิทยามูลนิธิ
 - ปี พ.ศ 2545 ปริญญาตรี (วท.บ.) ชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
 - ปี พ.ศ 2551 ปริญญาโท M. Sc Microbiology, Universiti Kebangsaan Malaysia, ประเทศมาเลเซีย
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 - 8.1 วิทยานิพนธ์
 - The production of CGTase by alkalophilic *Bacillus* sp. G1 in continuous culture
9. ผลงานทางวิชาการ
 1. Khosiya Sali, Aidil Abdul Hamid & Wan Mohtar Wan Yusoff. 2007. Impact of dilution rate on CGTase activity and productivity from an alkalophilic *Bacillus* sp. G1 in continuous culture. *Nu Science Journal*. 4(2):148-153.

2. Khosiya Sali, Aidil Abdul Hamid & Wan Mohtar Wan Yusoff. 2008. Increased productivity of CGTase activity using continuous culture. *Sains Malaysiana* 37(4):429-433.

ประวัติโดยย่อของผู้ร่วมวิจัย 2

1. ชื่อ - สกุล นางสาวนุรไยนี หะยียูโซะ

MISS Nur-ainee Hayeeyusoh

2. ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 6/2 หมู่ที่ 3 ตำบล ลิตล อำเภอก เมือง จังหวัด ยะลา

3. วัน/เดือน/ปีเกิด 1 กันยายน 2522 สถานที่เกิด อำเภอยะหริ่ง จังหวัด ปัตตานี

4. บิดาชื่อ นายอับดุลเลาะ หะยียูโซะ มารดาชื่อ นางกอดีเยาะ อูมา

5. ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ประจำหลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

6. หน่วยงานที่ติดต่อได้ :

สาขาวิชาจุลชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

โทรศัพท์: 081-5437235 E-mail: hnurainee@yahoo.com

7. ประวัติการศึกษา :

- ปี พ.ศ 2535 ประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาล ๕ บ้านตลาดเก่า
- ปี พ.ศ 2538 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรียะลา
- ปี พ.ศ 2541 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จ.ยะลา
- ปี พ.ศ 2545 ปริญญาตรี (วท.บ.) ชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
- ปี พ.ศ 2551 ปริญญาโท M. Sc Microbiology, Universiti Kebangsaan Malaysia, ประเทศมาเลเซีย

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

8.1 วิทยานิพนธ์

- The production of delta-endotoxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* SN5 in Repeated Batch Culture

9. ผลงานทางวิชาการ

Nur-ainee Hayeeyusoh, Aidil Abdul Hamid & Wan Mohtar Wan Yusoff. 2007. A simple technique to enhance the productivity of delta-endotoxin in batch culture. *Nu Science Journal*. 4(1):18-24.

ประวัติโดยย่อของผู้ร่วมวิจัย 3

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) นางสาวอำพร ทาดะ
(ภาษาอังกฤษ) Miss Amporn Thada
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน
3959900482901
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
พนักงานมหาวิทยาลัย นักวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา)
4. หน่วยงานที่ติดต่อได้
ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โทรศัพท์: 087-2923358
E-mail: naj_wa37@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
 - ปริญญาตรี, (วท.บ.) ชีววิทยา มหาวิทยาลัยทักษิณ
 - ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยปทุมธานี