

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในอาหาร

การบูดเน่าและเสื่อมเสียคุณภาพของอาหารมีหลายรูปแบบ อาจเกิดขึ้นจากการปนเปื้อนของสารเคมีจนเกิดเป็นพิษภัยในอาหารหรือเกิดขึ้นจากสิ่งมีชีวิตในอาหารที่มีขนาดเล็กจนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น แบคทีเรีย และปรสิต แต่จะเป็นแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ที่เจริญและสภาพสิ่งแวดล้อมในอาหาร ยิ่งไปกว่านั้นอาหารที่ยังไม่ได้ผ่านการปรุง (raw foods) จะมีรา ยีสต์และแบคทีเรียหลายชนิดในบางครั้งยังอาจมีสารพิษหรือเอ็นไซม์ของพืชและสัตว์นั้นสร้างขึ้นด้วย เมื่อมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ติดมากับอาหารแม้มีจำนวนเพียงเล็กน้อยก็สามารถเจริญเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วในเวลาไม่กี่ชั่วโมง จึงเป็นเหตุให้อาหารเสียได้ โดยง่ายการเน่าเสียของอาหารอาจเกิดจากจุลินทรีย์เพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิดก็ได้ จุลินทรีย์เหล่านี้อาจจะไม่จำเป็นจะต้องติดมากับวัตถุดิบแต่จะเกิดการปนเปื้อนขึ้นภายหลังอาหารถูกปรุงเสร็จแล้ว ในบางครั้งการเสียของอาหารอาจเกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ชนิดที่ 1 ต่อด้วยชนิดที่ 2 และที่ 3 ก็ได้ จึงทำให้อาหารมีการเปลี่ยนสภาพไปหลายรูปแบบเมื่อมีการย่อยสลายต่อกันเป็นทอดๆ

ชนิดของการปนเปื้อนในอาหาร ระยะเวลาในการเจริญและระหว่างการเตรียมอาหารจะมีผลกระทบต่อชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ในอาหาร

การปนเปื้อนของเชื้อโรค อาจเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ให้มากขึ้นหรืออาจเพิ่มจุลินทรีย์ชนิดใหม่เข้าไปในอาหารอีกด้วยก็ได้ เช่น การปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ในการชะล้างทำความสะอาด อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ หรืออาจจะเพิ่มจุลินทรีย์เข้าไปในอาหารขณะที่

ดำเนินการปรุงอาหาร การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดที่เป็นสาเหตุของการเสียของอาหาร อาจทำให้อาหารเสียอย่างรวดเร็วตั้งแต่ยังไม่ทันเข้าสู่กระบวนการปรุง

การเตรียมอาหารอาจจัด หรือทำลายจุลินทรีย์บางชนิดออกไปจากอาหารได้บ้างหรืออาจเพิ่มจุลินทรีย์เข้าไปในอาหารอีก อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของจุลินทรีย์แต่ละชนิดหรือยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ในอาหาร จึงเป็นการจำกัดชนิดหรือจำนวนและต้นเหตุของการเสียของอาหาร การล้างอาหารจะชะล้างเอาจุลินทรีย์ออกจากผิวของอาหารหรืออาจเพิ่มจุลินทรีย์ที่ปะปนมากับน้ำเข้าไปในอาหารได้ ถ้าใช้น้ำยาฆ่าเชื้อโรคจำนวนของจุลินทรีย์จะลดลงมาก การฉายรังสีและการรมควัน จะช่วยลดจำนวนและชนิดของจุลินทรีย์ลงได้ การใช้ความร้อนจะทำลายจุลินทรีย์ได้มากขึ้นเมื่อใช้ความร้อนสูงขึ้น การเก็บอาหารภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ อาจเพิ่มหรือลดทั้งชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ได้ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการเตรียมอาหารไม่ว่าวิธีใดก็ตาม ก็จะมีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนประชากร ชนิดและความสมบูรณ์ของจุลินทรีย์ในอาหารได้ทั้งสิ้น

2.2 ความร้อนมีผลกับกับจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

ความร้อนมีผลต่อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์ชนิดนั้นๆ ดังนี้

2.2.1 การทนความร้อนของแบคทีเรียและสปอร์

เวทเจตเตติฟเซลล์ (vegetative cell) ของแบคทีเรีย จะทนความร้อนได้แตกต่างกัน เช่น พวกเชื้อโรคจะถูกทำลายได้ง่าย แต่พวกเทอร์โมไฟล์ (thermophile) อาจต้องใช้ความร้อนสูงถึง 80 - 90 °C นานหลายนาที เป็นต้น การทนความร้อนของแบคทีเรียจะมีปัจจัยบางอย่างเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น

- 1) แบคทีเรียที่มีรูปกลม (Cocci) จะทนความร้อนได้ดีกว่าแบคทีเรียรูปท่อน (Rod)
- 2) แบคทีเรียที่มีอุณหภูมิเหมาะสม (optimum temperature) หรือมีอุณหภูมิขั้นสูง (maximal temperature) จะทนความร้อนได้สูงด้วย
- 3) การรวมกลุ่มหรือการสร้างแคปซูล (capsule) ของแบคทีเรียจะช่วยให้แบคทีเรียทนความร้อนได้ดีขึ้น
- 4) เซลล์ที่เป็นไขมัน เป็นองค์ประกอบอยู่มากจะถูกทำลายได้ยาก

การทนความร้อนของสปอร์แบคทีเรีย จะแตกต่างกันไปตามชนิดของแบคทีเรียและสภาพแวดล้อมในขณะเกิดสปอร์ ที่อุณหภูมิ 100 °C สปอร์อาจทนได้แตกต่างกันตั้งแต่นาน 1 นาที จนถึง 20 ชั่วโมง โดยทั่วไปแล้วสปอร์ของแบคทีเรียที่มีอุณหภูมิเหมาะสมและขั้นสูงอยู่ในระดับสูงจะทนความร้อนได้ดีกว่าพวกที่มีระดับต่ำกว่า ในบางครั้งแบคทีเรียที่เจริญร่วมกับแบคทีเรียที่ทนความร้อนได้ดีก็จะทนความร้อนได้ดีกว่าเดิม เช่น การเจริญร่วมกันของ *Clostridium perfringens* กับ *Clostridium sporogenes*

2.2.2 การทนความร้อนของยีสต์และสปอร์

การทนความร้อนของยีสต์และสปอร์ จะแตกต่างกันไปตามชนิดของยีสต์ และชนิดของสับสเตรท (substrate) โดยทั่วไปแอสโคสปอร์จะถูกทำลายด้วยความร้อนขึ้นที่อุณหภูมิ 60 °C ในเวลา 10-15 นาที มีบางชนิดสามารถทนความร้อนได้สูงกว่านี้ แต่ถ้าใช้ความร้อน 100 °C สปอร์จะถูกทำลายหมด เวทเจเตตียีสต์มักถูกทำลายที่อุณหภูมิ 50-58 °C ในเวลา 10-15 นาที ดังนั้นการพาสเจอร์ไร้น้ำนม (62.8 °C นาน 30 นาที) และการอบขนมปัง (97 °C) จึงสามารถทำลายยีสต์ได้หมด

2.2.3 การทนความร้อนของราและสปอร์

ราและสปอร์ส่วนใหญ่จะถูกทำลายด้วยความร้อนขึ้นที่อุณหภูมิ 60 °C ในเวลา 5-10 นาที แต่มีบางสปีชีส์ทนความร้อนได้ดี สปอร์สามารถทนความร้อนได้ดีกว่าไมซีเลียมเล็กน้อย

จากการศึกษาพบว่ารา *Aspergillus*, *Penicillium* และ *Mucor* บางสปีชีส์จะทนความร้อนได้ดีกว่าชนิดอื่น การพาสเจอร์ชันน้ำนมสามารถทำลายราและสปอร์ได้

สเคอโรเตียมสามารถทนความร้อนสูงได้ บางชนิดทนได้ถึง 90-100 °C ซึ่งมักเป็นเหตุให้อาหารกระป๋องเสียได้ เช่น น้ำผลไม้กระป๋อง พบว่าต้องใช้เวลาความร้อนสูงถึง 82.2 °C นาน 100 นาที หรือ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 85 °C จึงจะเพียงพอต่อการทำลายสเคอโรเตียมของ *Penicillium*

สปอร์ของราจะทนความร้อนแห้งได้ดี จากรายงานต่างๆ พบว่าความร้อนแห้ง 120 °C นาน 30 นาที ยังไม่สามารถทำลายสปอร์ของราชนิดที่ทนความร้อนได้เลย

2.3 แบบที่เรียกว่าดัชนีสุขลักษณะอาหาร (Sanitation Index)

โคลิฟอร์มแบคทีเรียถูกเลือกมาใช้เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะอาหารทางสุขภาพ (Sanitation Index) ว่าอาหารหรือภาชนะอุปกรณ์ที่ตรวจสอบนั้นมีการปนเปื้อนด้วยอุจจาระหรือไม่ ก็เนื่องจากโคลิฟอร์มส่วนใหญ่มักพบในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลื้อยคลานถึง 95% ดังนั้นถ้าตรวจพบโคลิฟอร์มย่อมหมายความว่าตัวอย่างที่ตรวจสอบนั้นอาจถูกปนเปื้อนด้วยอุจจาระ โดยปกติเชื่อนี้จะไม่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ ยกเว้นบางกรณี เช่น เมื่อร่างกายคนๆ นั้นอ่อนแอ เชื้อนี้ก็อาจก่อให้เกิดเป็นแผลขึ้นในลำไส้ได้ (Intestinal Tract Infection) ในการวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มจะมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมดีกว่า และสามารถพิสูจน์หาเชื้อได้ง่ายกว่าแบคทีเรียพวก Pathogens ซึ่งเชื่อกันว่าจะตรวจพบได้เป็นพักๆ เพราะจะถูกขับถ่ายออกมาในบางระยะเท่านั้น แต่โคลิฟอร์มแบคทีเรียจะถูกขับถ่ายออกมาในจำนวนค่อนข้างสม่ำเสมอ โคลิฟอร์มเป็นกลุ่ม gram negative nonspore forming rod ซึ่งรวมทั้ง aerobic และ facultative anaerobe สามารถ ferment lactose ได้ แล้วให้กรดและก๊าซหลังจากบ่มเพาะเชื่อนาน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 °C

2.4 แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (Bacterial Infection and Intoxication)

โรคอาหารเป็นพิษที่การวิจัยนี้สนใจคือ โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ *Enteropathogenic Escherichia coli* *Salmonella* และ *Staphylococcus aureus* ซึ่งแต่ละโรคมีลักษณะอาการดังนี้

2.4.1 โรคติดเชื้อ *Enteropathogenic Escherichia coli* โดยทั่วไปพบว่า *E.coli* เป็นเชื้อที่มีอยู่ประจำในลำไส้ของคนและสัตว์ทั่วไป แต่จากการพบสาเหตุของโรคท้องร่วงในเด็กทารกที่ระบาดในสถานรับเลี้ยงเด็กเสมอๆ ว่าเป็น *E.coli* ดังนั้นจึงจัด *E.coli* ชนิดที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงในคนให้เป็น *Enteropathogenic E.coli* (EEC) โรคที่เกิดจากการบริโภค EEC สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มแรกประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ผลิตเอนเทอโรท็อกซินในบริเวณลำไส้เล็กตอนบน จะทำให้เกิดอาการท้องเสียคล้ายกับอหิวาตกโรค ส่วนกลุ่มที่ 2 จะประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดอาการคล้ายโรคบิด โดยไม่มีการสร้างสารพิษเชื้อจะเจริญในลำไส้ใหญ่และแทรกตัวไปที่ epithelial cell ของลำไส้

EEC เจริญได้ดีที่ 37 °C และเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 10 - 40 °C พีเอชที่เหมาะสมคือ 7 - 7.5 เชื้อไม่ทนความร้อนและจะถูกทำลายด้วยความร้อนที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์

2.4.2 โรคซาลโมเนลโลสิส (Salmonellosis) โรคนี้เกิดจากการบริโภคอาหารที่มี *Salmonella* เข้าไปในร่างกาย เป็นโรคที่พบได้บ่อยที่สุดในบรรดาโรคติดเชื้อจากอาหารทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีโรคอีก 2 โรคที่มีสาเหตุจากการบริโภค *Salmonella* เข้าไป ได้แก่ โรคไทฟอยด์ และพาราไทฟอยด์ เชื้อที่เป็นสาเหตุมีรูปร่างเป็นท่อนย้อมติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ สามารถย่อยสลายกลูโคสได้กรดกับก๊าซ แต่จะไม่ย่อยแลคโตสหรือซูโครส มีการแยกชนิดโดยการใช่วิธีทางซีโรไลยี เพราะเชื้อมีคุณสมบัติเป็นแอนติเจน *Salmonella* ในอาหารที่เหมาะสมจะเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ พีเอช และ a_w ที่กว้างกว่าในอาหารที่ไม่เหมาะสม ช่วงอุณหภูมิที่เจริญได้อยู่ระหว่าง 6 - 45 °C แต่เจริญได้ดีที่สุดที่ 37 °C ช่วงพีเอชที่เจริญได้คือ 4.1 - 9.0

การจะเป็นโรคติดเชื้อ *Salmonella* นั้น ขึ้นอยู่กับความต้านทานโรคของผู้บริโภค ความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อ และจำนวนเชื้อที่ถูกบริโภคเข้าไป เช่น *S.pullorum* จะ

ต้องถูกบริโภคเข้าไป 100 ล้านถึงล้านล้านเซลล์ จึงจะทำให้เกิดโรคขึ้นเมื่อเทียบกับ *S. enteritidis* ที่ถูกบริโภคเข้าไปเพียงล้านเซลล์ก็ทำให้เกิดโรคได้แล้วการเจริญของ *Salmonella* ในอาหารมักไม่ทำให้ลักษณะของอาหารเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเป็นกลิ่นหรือรส ดังนั้นถ้ามีเชื้อโรคอยู่ในอาหารมากเท่าใด ก็จะทำให้ผู้บริโภคเกิดโรคติดเชื้อได้มากขึ้นและมีระยะฟักตัวเร็วขึ้น

อาการของโรคซาลโมเนลโลสิส ในแต่ละคนจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความต้านทานชนิดของเชื้อและจำนวนที่บริโภคเข้าไป ระยะฟักตัวของโรคประมาณ 12-36 ชั่วโมง อาการที่สำคัญคือ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องและท้องเสีย อาจปวดท้องหรือหนาวสั่น นอกจากนี้อาจมีอุจจาระเป็นน้ำสีเขียว อ่อนเพลีย มีไข้ ง่วงนอน อัตราการตายต่ำกว่าร้อยละ 1 ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะมีอาการอยู่ 2-3 วันก็จะดีขึ้น แต่ยังคงต้องพักผ่อนต่อไปอีก ผู้ป่วยที่หายแล้วมีโอกาสเป็นพาหะของโรคได้ถึงร้อยละ 0.2-5

สภาพแวดล้อมที่จำเป็นต่อการเกิดโรค ได้แก่

- 1) อาหารมีการปนเปื้อนกับ *Salmonella* มาก่อน
- 2) มีการเพิ่มจำนวนเชื้อในอาหาร
- 3) เชื้อยังคงมีชีวิตอยู่ในขณะที่ถูกบริโภค

การป้องกันโรคทำได้โดย

- 1) ระมัดระวังมิให้อาหารปนเปื้อนกับ *Salmonella* จากแหล่งต่าง ๆ
- 2) ทำลายเชื้อในอาหารด้วยความร้อนที่พอเพียง และเก็บรักษาอาหารไว้ให้ดี
- 3) ป้องกันการเจริญของเชื้อ *Salmonella* ในอาหาร

2.4.3 อาหารเป็นพิษจาก *Staphylococcus* โรคนี้มักเกิดขึ้นเสมอ โดยมีสาเหตุจากการย่อยเอ็นเทอโรท็อกซิน (enterotoxin) ของ *Staphylococcus aureus* ที่เจริญในอาหาร เอ็นเทอโรท็อกซินทำให้กระเพาะอาหารและลำไส้เกิดการอักเสบ

เชื้อที่เป็นสาเหตุมีรูปร่างกลม เก่ากันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น เป็นคู่ หรือเป็นสายสั้นๆ การเจริญในอาหารแข็ง (agar) มักมีสีเหลืองทอง แต่บางสายพันธุ์ก็ไม่มีสี *S. aureus* ที่ผลิตเอ็นเทอโรท็อกซิน มักเป็นพวกที่สังเคราะห์เอนไซม์โคแอกูเลส (coagulase) ได้ เชื้อจัดเป็นพวกฟาคัลเตติฟในอาหารที่มีกลูโคส แต่จะเจริญในสภาวะที่มีออกซิเจนได้ดีกว่าสภาวะไร้ออกซิเจน

ออกซิเจน อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นที่ทุกสายพันธุ์ของ *S.aureus* ที่ผลิตเอ็นไซม์โคแอกกูเลสจะต้องผลิตเอ็นเทอโรท็อกซินด้วย บางสายพันธุ์สามารถทนเกลือได้สูง (ร้อยละ 10 - 20) และยังสามารถทนต่อไนไตรท์ได้ค่อนข้างดี ดังนั้นจึงเจริญได้ในเนื้อเค็ม ถ้าสิ่งแวดล้อมอื่นเหมาะสมเชื้อยังทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาลได้สูงถึงร้อยละ 50 - 60 เชื้อมีความสามารถย่อยโปรตีนได้ แต่ไม่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น *S.aureus* สามารถผลิตเอ็นเทอโรท็อกซินได้ถึง 6 ชนิดด้วยกัน ซึ่งแยกโดยวิธีทางซีโรไลย์ได้แก่ A, B, C, C₂, D และ E แต่ละชนิดจะมีความเป็นพิษต่างกัน อาหารเป็นพิษส่วนใหญ่มักเกิดจาก type A สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญและการผลิตสารพิษแตกต่างกันไปตามชนิดของอาหาร โดยทั่วไปถ้าอาหารเหมาะสมต่อการเจริญเชื้อจะสามารถเจริญในช่วงอุณหภูมิพีเอช และ a_w ที่กว้างขึ้น ช่วงอุณหภูมิสำหรับการเจริญและการผลิตสารพิษจะอยู่ระหว่าง 4 - 46 °C

อาหารประเภทแป้งและโปรตีน มักจะส่งเสริมให้ *Staphylococcus* สร้างเอ็นเทอโรท็อกซินมากกว่าอาหารชนิดอื่น

อาการของโรคในแต่ละคนจะต่างกัน บางคนมีอาการมาก บางคนมีอาการน้อยหรือไม่มีอาการเลย ขึ้นอยู่กับความต้านทานของแต่ละคน ระยะฟักตัวของโรคใช้เวลา 2-4 ชั่วโมง ซึ่งแตกต่างจากอาหารเป็นพิษหรือโรคติดเชื้อชนิดอื่นๆ ซึ่งมีระยะฟักตัวนานกว่านี้ อาการขั้นแรกที่พบเสมอคือ ผู้ป่วยจะมีน้ำลายออกมามากผิดปกติ คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเสีย บางรายที่มีอาการมากอาจพบเลือดและมูกในอุจจาระด้วย บางรายปวดศีรษะ กล้ามเนื้อเป็นตะคริว เหงื่อออก หนาวสั่น อ่อนเพลีย ซีพจรอ่อน และซีด มักพบว่ามิใช่ต่ำๆ มากกว่าไข้สูง อาการจะคงอยู่ 1-2 วันก็หายโดยไม่ต้องรักษา อัตราการตายต่ำมากในรายที่มีอาการมากอาจต้องให้น้ำเกลือ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เพราะอาหารให้พลังงานและช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอต่างๆ ในร่างกาย การรับประทานอาหารที่สะอาดปลอดภัยปราศจากเชื้อโรคและสารพิษ รวมทั้งการรับประทานอาหารให้ครบถ้วนตามหลักโภชนาการ

ยอมทำให้ร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง แต่ถ้าอาหารที่รับประทานเข้าไปมีเชื้อโรคหรือสารพิษปนเปื้อนย่อมส่งผลให้ผู้บริโภคนั้นเจ็บป่วยได้ ซึ่งภาวะการเจ็บป่วยเหล่านี้ถ้าขยายมากในชุมชนก็ย่อมก่อให้เกิดปัญหาสาธารณสุข ดังนั้นในการดูแลรักษาอาหารให้สะอาดปลอดภัยจากเชื้อโรคและสารปนเปื้อน หรือทำให้อาหารมีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่น้อยมาก จนไม่ก่ออันตรายแก่ผู้บริโภค จึงจัดเป็นมาตรการสำคัญ ซึ่งจากงานวิจัยของสิริพร สอนเสาวภาคย์, สุพรรณิ จิตพิณิจล และวรรณิ สมพร (2534) ได้ศึกษาจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภค จากโรงอาหารของหน่วยงานรัฐ 4 แห่งคือ ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ โรงพยาบาล มหาวิทยาลัย โดยสุ่มตัวอย่างอาหารแห่งละ 25 ตัวอย่าง รวมอาหารทั้งหมด 100 ตัวอย่าง แยกอาหารออกเป็น 4 ประเภทคืออาหารประเภทยำ แกงและผัดต่างๆ ก๋วยเตี๋ยว และข้าวราดหน้า พบว่าจำนวนแบคทีเรียในอาหารประเภทยำและข้าวราดหน้ามีปริมาณ MPN/g ของ Coliform มากกว่า 1,100 คือ 70.0 และ 66.7% ตามลำดับ และในทำนองเดียวกันค่า MPN/g ของ *E.coli* ที่อยู่ในช่วง 3 - 1,100 ก็ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกันคือ 73.4 และ 73.3% ตามลำดับ ซึ่งปริมาณ Coliform และ *E.coli* ของอาหารทั้งสองประเภทดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอาหารประเภทแกง-ผัดต่างๆ และประเภทก๋วยเตี๋ยว ส่วนปริมาณ Coliform และ *E.coli* ของอาหารที่เก็บจากสถานที่ต่างๆ กัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ และตรวจไม่พบ *Salmonella spp.* ในตัวอย่างอาหารทุกตัวอย่าง

เพ็ญศรี รอดมา, ทนงพันธ์ สัจจาละ และภัชราภรณ์ สุวรรณวิทยา (2534) ได้ตรวจหาปริมาณ *Staphylococcus aureus* ในอาหารแช่แข็งที่ -20 °C ตัวอย่างอาหารได้แก่ ปลาหมึก กุ้ง ปลา และสับปะรดแช่แข็ง ชนิดละ 250 ตัวอย่าง พบเชื้อร้อยละ 4.4 7.2 4.0 และ 4.4 ตามลำดับ ซึ่ง *S.aureus* เป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญด้านสุขลักษณะตัวหนึ่ง แสดงให้เห็นว่ามีกระบวนการผลิตบกพร่อง แต่ปริมาณเชื้อที่พบในตัวอย่างที่ศึกษาดังกล่าวต่ำกว่าข้อกำหนดโดยทั่วไปของประเทศผู้นำเข้า สุขลักษณะการผลิตอาหารแช่แข็งของไทยจึงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้เพื่อการส่งออก

มาลัย บุญรัตนกรกิจ และคณะ (2536) ได้ตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารหาบเร่แผงลอยที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2535 พบว่าอาหารประเภทที่ผ่านความร้อนเพียงเล็กน้อยมีปริมาณจุลินทรีย์ค่อนข้างสูง และค่า MPN/g ของ *E.coli* มากกว่า 1,100 ส่วนอาหารประเภทที่ผ่านความร้อนอย่าง

ทั่วถึงและอาหารหวาน จำนวนจุลินทรีย์และเชื้อ *E.coli* พบไม่มาก ในขณะที่น้ำดื่มและเครื่องดื่มมีจำนวนจุลินทรีย์มาก บางตัวอย่างมีค่าค่า MPN / 100 ml ของโคลิฟอร์ม มากกว่า 2,400 และตรวจพบ *E.coli* อีกด้วย จึงไม่สมควรนำมาบริโภค ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เช่น *S. aureus*, *Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens* พบกระจายในอาหารประเภทต่างๆ แต่ปริมาณไม่มากนัก พบ *S. aureus* ในเครื่องดื่มมากที่สุดคือร้อยละ 18.5 อาหารหวานผ่านความร้อนอย่างทั่วถึงพบน้อยที่สุดคือร้อยละ 7 ส่วน *Salmonella* spp. พบในอาหารหวานผ่านความร้อนอย่างทั่วถึงร้อยละ 3.5 นอกนั้นตรวจไม่พบในอาหารประเภทอื่นๆ และ *C. perfringens* พบในอาหารหวานผ่านความร้อนน้อยมากที่สุดคือร้อยละ 15.4 ในขณะที่อาหารหวานตรวจพบน้อยที่สุดคือร้อยละ 3.4

นฤมล ประภาสุวรรณกุล และสินี จันทร์ภูติรัตน์ (2536) ได้ตรวจสอบลักษณะของน้ำดื่มและแก้วน้ำในศูนย์อาหาร ห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร 10 แห่ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2535 ถึงกุมภาพันธ์ 2536 รวมทั้งสิ้น 64 ตัวอย่าง พบว่า น้ำดื่มไม่ถูกสุขลักษณะเนื่องจากตรวจพบโคลิฟอร์มเกินกำหนด 63.6% (14/22) และตรวจพบ *S.aureus* 13.6% (3/22)

ลดาพรรณ แสงคล้ายและสินี จันทร์ภูติรัตน์ (2536) ได้ตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของเครื่องดื่มที่จำหน่ายในศูนย์อาหารของห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร 10 แห่ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2535 ถึงกุมภาพันธ์ 2536 รวมทั้งสิ้น 100 ตัวอย่าง ตรวจพบยีสต์และราในตัวอย่างร้อยละ 96 และร้อยละ 32 ตามลำดับ ตรวจพบโคลิฟอร์มและ *E.coli* ร้อยละ 47 และร้อยละ 12 ตามลำดับ และพบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษคือ *S. aureus* และ *C. perfringens* ร้อยละ 9 และร้อยละ 4 ตามลำดับ ส่วน *Salmonella* spp. ไม่พบในทุกตัวอย่าง การทดสอบทางสถิติของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ตรวจวิเคราะห์ในเครื่องดื่มที่บรรจุภาชนะเพื่อจำหน่ายประเภทตู้จ่ายเครื่องดื่มและประเภทเหยือก โถแก้วไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ชนิดของเครื่องดื่มมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนยีสต์ รา โคลิฟอร์ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เครื่องดื่มประเภทชา กาแฟ ช็อคโกแลต ร้อยละ 60 พบปริมาณโคลิฟอร์มสูงและไม่พบ *E.coli* *S. aureus* และ *C. perfringens* 7 TROND ØRSKOV

เนตรนภิส วัฒนสุชาติ (2537) ได้ตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของสารปนเปื้อนที่เป็นพิษในอาหารหยาบแร่ผั่งลอย ในเขตพระนคร บางรัก ดอนเมือง ธนบุรี จตุจักร รวมจำนวน

74 ตัวอย่าง เป็นเครื่องดื่ม 44 ตัวอย่าง อาหารว่าง 20 ตัวอย่าง และอาหารหลัก 10 ตัวอย่าง พบว่า เครื่องดื่มและอาหารว่างทุกตัวอย่างมีสีสังเคราะห์ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ตามกฎหมาย เป็นส่วนประกอบและปริมาณไม่เกินข้อจำกัดที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21 และ 66 ยกเว้นน้ำแดงเพียงตัวอย่างเดียว และตรวจไม่พบซัคคาริน บอร์แร็กซ์ ในทุกตัวอย่าง พบกรดเบนโซอิกในเครื่องดื่ม 10 ตัวอย่าง และอาหารว่าง 2 ตัวอย่าง ในปริมาณ 51.9 ถึง 347.4 และ 61.6 ถึง 192.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ พบการตกค้างของเททตระโดฟอนต่ำกว่า 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขนมจีนน้ำยา และพบอฟลาทอกซิน B₁ 0.96 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ในส้มตำเพียงตัวอย่างเดียว

นงคราญ เรืองประพันธ์ และนิตยา พันธุ์บัว (2535) สำนวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาของแหนมและหมุยที่ผลิตในจังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2522 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2534 ตรวจแหนมจำนวน 64 ตัวอย่าง และหมุยจำนวน 37 ตัวอย่าง พบว่าในพ.ศ. 2533 ตรวจแหนม 29 ตัวอย่างจาก 23 แหล่งผลิต มีแหนมไม่ถูกสุขลักษณะ 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17.2 ซึ่งปนเปื้อนเชื้อ *C. perfringens* ร้อยละ 13.8 และ *S. aureus* ร้อยละ 6.9 แต่ในพ.ศ. 2534 ตรวจแหนมจำนวน 35 ตัวอย่าง จาก 21 แหล่งผลิต มีแหนมไม่ถูกสุขลักษณะ 28 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* 25 ตัวอย่าง (ร้อยละ 71.4) *S. aureus* 8 ตัวอย่าง (ร้อยละ 22.8) *C. perfringens* 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 17.1) และ *Salmonellae* 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 2.8) แต่ตรวจไม่พบ *Trichinella spirallis* ในทุกตัวอย่าง ส่วนหมุยในพ.ศ. 2533 ตรวจหมุย 16 ตัวอย่างจาก 14 แหล่งผลิต มีหมุยไม่ถูกสุขลักษณะ 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.5 ซึ่งปนเปื้อน *E. coli* และ *C. perfringens* เท่ากันคือ ร้อยละ 6.25 (1 ตัวอย่าง) พ.ศ. 2534 ตรวจหมุย 21 ตัวอย่างจาก 16 แหล่งผลิต มีหมุยไม่ถูกสุขลักษณะ 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 14.3 โดยตรวจพบ *E. coli* 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 4.7) และ *C. perfringen* 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 9.5) จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า กระบวนการผลิตอาหารประเภทนี้โดยเฉพาะแหนมยังมีสุขลักษณะไม่ดีพบจำนวนร้อยละของการปนเปื้อนสูงกว่าหมุย เนื่องจากการผลิตหมุยมีการผ่านความร้อนให้สุกก่อนนำออกไปจำหน่าย แต่การผลิตแหนมจะใช้กระบวนการหมักเท่านั้นซึ่งไม่มีกระบวนการผ่านความร้อนเลย

อดิศร เสวตวิวัฒน์ และปรีชา จิ่งสมานกุล (2538) ตรวจหาเชื้อ *Salmonellae* และ *Listeria spp.* ในผักสดที่จำหน่ายในตลาดและห้างสรรพสินค้า เขตกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างผักสดที่ตรวจได้แก่ ต้นหอม 12 ตัวอย่าง ผักกาดหอม 15 ตัวอย่าง สะระแหน่ 13 ตัวอย่าง กะหล่ำปลี 15 ตัวอย่าง ผักชี 12 ตัวอย่าง และโหระพา 13 ตัวอย่าง รวมผักสดทั้งหมด 80 ตัวอย่าง ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2537 ตรวจพบ *Salmonellae* 7 ตัวอย่าง และ *Listeria spp.* 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 8.8 และ 3.8 ตามลำดับ) พบว่าเซโรวาร์ (Serovar) ของซาลโมเนลลาที่ตรวจพบในผักสด 6 ประเภทนั้นเป็น *S. weltevreden* มากที่สุด (2 ตัวอย่าง) และพบ *S. london*, *S. derby*, *S. muenchen* และ *S. rissen* อย่างละ 1 ตัวอย่าง และในการศึกษาพบว่าใบสะระแหน่มีการปนเปื้อนของ *Salmonellae* สูงกว่าตัวอย่างผักชนิดอื่นๆ เนื่องจากสะระแหน่เป็นพืชพุ่มเตี้ยใบแผ่ราบไปกับผิวดินหรือเหนือผิวดินเล็กน้อย ทำให้ซาลโมเนลลาจากดิน ปุ๋ย หรือน้ำที่ใช้ในการเกษตรปนเปื้อนสะสมอยู่ตามใบของสะระแหน่ในขณะรดน้ำ ส่วน *Listeria spp.* ที่ตรวจพบในสะระแหน่ ผักกาดหอม และผักชีรวม 3 ตัวอย่างนั้นเป็นสปีชีส์ *Linnocua* ทั้งหมด ซึ่งเชื่อกันว่ามักตรวจพบจากดิน แหล่งน้ำทิ้งและน้ำเสียทั่วไป ไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภค แต่แสดงถึงคุณภาพแหล่งน้ำและสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการเกษตรกรรมไม่ดี

จิรายุ งามโขงและสมโภช พจนพิมล (2534) ได้ตรวจโลหะเป็นพิษ ในตัวอย่างอาหารที่เก็บจากทุกภาคของประเทศไทยระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม 2532 ภาคละ 2 จังหวัด รวม 8 จังหวัด คือ จังหวัดเชียงใหม่ พิษณุโลก ขอนแก่น นครราชสีมา ชลบุรี อุดรธานี สงขลา และภูเก็ต เก็บอาหารจำนวน 77 ชนิดต่อจังหวัด พบปริมาณโลหะเป็นพิษคือตะกั่วและแคดเมียมอยู่ในระดับที่ปลอดภัยคือมีค่า 0.4 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อคนต่อวันตามลำดับ (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณโลหะเป็นพิษที่ร่างกายได้รับในการบริโภคอาหารประจำวันต่อคนต่อ

สัปดาห์เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ชนิดโลหะ เป็นพิษ	ปริมาณที่ได้รับจากการบริโภค (มิลลิกรัมต่อคนต่อสัปดาห์)					
	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลาง	ภาคใต้	เฉลี่ย	U.S.PTWI*
ตะกั่ว	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	3
แคดเมียม	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4-0.5

* Provisional Tolerable Weekly Intakes (U.S.A.)

ลัดดาวัลย์ วจนพรรณทิพย์ และประกาย บริบูรณ์ (2534) ตรวจการปนเปื้อนโลหะเป็นพิษตะกั่ว ทองแดง สังกะสี ดีบุก สารหนู และปรอท ในน้ำปลาแท้ น้ำปลาผสม น้ำเกลือปรุงอาหารและเกลือ รวม 445 ตัวอย่าง พบว่าโลหะเป็นพิษที่ปนเปื้อนทุกชนิดที่ตรวจพบในตัวอย่างยังมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดในเรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529)

สุรีย์ วงศ์ปิยชน, ภาคภูมิ องค์สุริยานนท์ และอังคณา คงกัน. (2539) สรุปผลการตรวจร้านอาหารและแผงลอยในโครงการปรับปรุงสภาวะสุขาภิบาลอาหารของร้านและแผงลอยจำหน่ายอาหารบริเวณพื้นที่หน้ากระทรวงสาธารณสุข ระหว่างเดือนมีนาคม - สิงหาคม 2538 โดยการใช้แบบสำรวจร้านอาหารตามมาตรฐานของสุขาภิบาลอาหาร กรมอนามัย (สอรร. 7) และข้อกำหนดแผงลอยในสภาพทางกายภาพและชุดทดสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย SI 2 ตรวจตัวอย่างอาหาร ภาชนะ ผู้สัมผัสอาหาร จากร้านจำหน่ายอาหาร 31 ร้านและแผงลอย 19 แผง ผลการตรวจวิเคราะห์พบส่วนที่ยังได้เกณฑ์มาตรฐานต่ำดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ร้อยละของร้านจำหน่ายอาหารที่ได้มาตรฐาน จำแนกตามกิจกรรมหลัก

องค์ประกอบ	ร้านจำหน่ายอาหารที่ได้มาตรฐาน (%)		
	ครั้งที่ 1 (มีค - เมย)	ครั้งที่ 2 (พค - มิย)	ครั้งที่ 3 (กค - สค)
1. สถานที่รับประทานอาหาร	80.65	77.42	80.65
2. สถานที่ปรุง-ประกอบอาหาร	35.48	35.48	48.39
3. ตัวอย่างอาหาร น้ำ น้ำแข็ง เครื่องดื่ม	6.45	6.45	16.13
4. ภาชนะอุปกรณ์	3.23	9.68	9.68
5. การกำจัดขยะและน้ำโสโครก	3.23	3.23	9.68
6. ห้องน้ำ - ห้องส้วม	45.16	58.06	61.29
7. ผู้ปรุง - ผู้เสิร์ฟ	0.00	6.45	3.23

ตารางที่ 3 ร้อยละของแมลงลอยจำหน่ายอาหารที่ได้มาตรฐานจำแนกตามข้อกำหนดแมลงลอย

ข้อกำหนด	แมลงลอยจำหน่ายอาหารที่ได้มาตรฐาน (%)		
	ครั้งที่ 1 (มีค - เมย)	ครั้งที่ 2 (พค - มิย)	ครั้งที่ 3 (กค - สค)
1. สภาพแมลงลอย	68.42	50.00	83.33
2. การปกปิดอาหารป้องกันแมลงวัน	31.58	22.22	50.00
3. เครื่องปรุงรส สารปรุงแต่งอาหาร	84.21	44.44	77.78
4. น้ำแข็ง เครื่องดื่มและน้ำที่ใช้บริโภค			
4.1 ต้องสะอาด	21.05	22.22	50.00
4.2 เก็บในภาชนะสะอาด มีฝาปิดอยู่สูง 60 ซม.	26.32	33.33	61.11
4.3 ที่ตักน้ำแข็งมีด้ามยาว	15.79	22.22	27.78
4.4 ต้องไม่นำอาหารหรือสิ่งอื่นลงใน น้ำแข็ง	31.58	27.78	55.56
5. ภาชนะอุปกรณ์ทำด้วยวัสดุไม่ตกแต่งสี	57.89	55.56	88.89
6. การล้างภาชนะ	5.26	22.22	27.78
7. การเก็บภาชนะ			
7.1 เก็บในลักษณะคว่ำสูง 60 ซม.	36.84	38.89	61.11
7.2 ช้อน ส้อม ตะเกียบ เก็บใน ภาชนะโปร่ง เอาด้ามขึ้น	5.26	22.22	44.44
8. ภาชนะใส่เครื่องปรุงรสมีฝาปิด	68.42	27.78	72.22
9. การรวบรวมขยะ	0.00	5.56	11.11
10. ผู้ปรุง - ผู้เสิร์ฟ	0.00	0.00	27.78