# บทที่ 4

## วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่ากุ้งตะกาดและปลาหมึกกล้วยจากเรือประมงในทะเลมีปริมาณเฉลี่ยของ Vibrio parahaemolyticus เท่ากับ $10^6$ เซลล์/มล. ปริมาณ MPN เฉลี่ยของ Coliforms ในกุ้งตะกาดจากเรือประมงในทะเลเท่ากับ $2.8 \times 10^4$ ในปลาหมึกกล้วยเท่ากับ $1.5 \times 10^3$ โดยเรือประมงมีการจับสัตว์น้ำดังกล่าวในบริเวณอ่าวไทยตอนบนออกจากท่าเรืออ่างศิลาในเวลากลางคืนและกลับเข้าฝั่งในเวลาเช้า จากผลการศึกษาดังกล่าวพบว่า มีปริมาณ Vibrio parahaemolyticus และ Coliforms สูงกว่าน้ำทะเล ดินตะกอน ในบริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย ซึ่งพบว่าปริมาณเฉลี่ยของ Coliforms ในน้ำทะเลเท่ากับ 670 ในดิน 24 ส่วนปริมาณเฉลี่ยของ Vibirc parahaemolyticus ในดิน เท่ากับ $1.4 \times 10^4$ เซลล์/มล. และในน้ำเท่ากับ 77 เซลล์/มล. (เกรียงศักดิ์ สายธนู และคณะ 2524) แสดงให้เห็นว่า สัตว์น้ำทั้งสองอาจได้รับการปนเปื้อนโดยสัมผัสกับลูกเรือ อุปกรณ์ พื้นเรือ และน้ำทะเลที่ใช้ล้างสัตว์น้ำ ได้หลังจากถูกจับจากทะเลแล้ว

1. ปริมาณแบคทีเรียของกุ้งตะกาดจากเรือประมงในทะเล

ประมาณแบคทีเรียที่ทำการตรวจในกุ้งตะกาดจากเรือประมงในทะเล มีปริมาณมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูฝน จากผลการศึกษาได้พบทั้งแบคทีเรียในทะเลได้แก่ Vibrio parahaemolyticus, Marine Vibrios และอินดิเคเตอร์แบคทีเรีย ได้แก่ Coliforms, Escherichia coli, Fecal Streptococci และ Clostridium perfringens อินดิเคเตอร์แบคทีเรียเหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดและมลภาวะจากแผ่นดิน โดยถูกชะมาทับน้ำฝนและแม่น้ำ ดังที่ Salle (1961) กล่าวว่า Escherichia coli และ Coliforms ไม่ใช่แบคทีเรียที่พบในทางเดินอาหารของสัตว์ทะเล ยกเว้นเป็นสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่เกิดมลภาวะ Liston et al. (1971) กล่าวว่า Clostridium perfringens จะพบในทางเดินอาหารของสัตว์ทะเลเมื่ออาศัยอยู่ในบริเวณที่เกิดมลภาวะชายฝั่ง และ Elliott et al. (1978) กล่าวว่า Fecal Streptococci เป็นแบคทีเรียที่พบในอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่น นอกจากนี้อินดิเคเตอร์แบคทีเรียจะได้รับหลังจากสัตว์น้ำถูกจับขึ้นจากทะเลแล้วโดยการปนเปื้อนกับเรือ ลูกเรือ อุปกรณ์การจับสัตว์น้ำ น้ำแข็งและอื่น ๆ ตลอดจนการขนส่ง เป็นต้น เป็นไปตามที่ Salle (1961) บังอร เกษมศานต์ และ อรุณ รัตตกุล (2515) และ Cann (1971) ได้กล่าวไว้ส่วน Vibrio parahaemolyticus และ Marine Vibrios มีปริมาณมากที่สุดในเดือนสิงหาคม การเจริญเติบโตของ Vibrio parahaemolyticus มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิโดยพบว่าถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงจะพบแบคทีเรียชนิดนี้มีปริมาณสูงด้วยเช่นกัน (Liston et al., 1971) และ Desmarchelier, 1978)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบคทีเรียบางชนิด พบว่า Vibrio parahaemolyticus parahaemolyticus ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ Coliforms, Escherichia coli ซึ่งสอดคล้องกับ Desmarchelier (1978) ที่กล่าวว่าไม่พบปริมาณของ Coliforms หรือ Escherichia coli มีความสัมพันธ์กับ Vibrio parahaemolyticus ซึ่งทำการตรวจในตะกอนน้ำและหอยบริเวณเมืองชีคนีย์ และจากผลการศึกษาพบว่า Vibrio parahaemolyticus มีความสัมพันธ์กับปริมาณ Marine Vibrios อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ปริมาณ Coliforms, Eschesichia coli และ Clostridium perfringens มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน เนื่องจากเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่ถือว่าเป็นอินดิเคเตอร์บอกถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่นและมลภาวะ(Elliott et al., 1978) ดังนั้นจึงมักจะตรวจพบแบคทีเรียกลุ่มนี้เสมอ ถ้าการปนเปื้อนมากจะพบแบคทีเรียเหล่านี้มากด้วยเช่นกัน

2. ปริมาณแบคทีเรียของปลาหมึกกล้วยจากเรือประมงในทะเล

แบคทีเรียที่ตรวจพบในปลาหมึกกล้วยจากเรือประมงในทะเล มีปริมาณมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูฝน เช่นเดียวกับกุ้งตะกาดในธรรมชาติ ซึ่งแสดงว่าในช่วงระยะเวลาดังกล่าวสัตว์น้ำมีโอกาสที่จะได้รับแบคทีเรียจากแหล่งน้ำและการปนเปื้อนหลังจากจับได้มากกว่าเดือนอื่น ๆ ที่ทำการศึกษา นอกจากนี้จากผลการศึกษาได้พบแบคทีเรียที่เป็นอินดิเคเตอร์บ่งถึงความปนเปื้อนจากอุจจาระได้แก่ Coliforms, Escherichia coli,Fecal Streptococci และ Clostridium peffringens ด้วย จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ Vibrio parahaemolyticus มีความสัมพันธ์กับ Marine Vibrios อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนแบคทีเรียอื่น ๆ ไม่พบความสัมพันธ์เลย

จากการตรวจนับจำนวนแบคทีเรีย (total plate count) โดยเฉลี่ยต่อกรัมบนอาหาร PCA ที่ 25°ซ และ PCA ที่ 37°ซ พบว่าปริมาณเฉลี่ยในกุ้งตะกาด จากเรือ

ประมงในทะเล มีปริมาณแบคทีเรียมากกว่าปลาหมึกกล้วย อาจเนื่องจากลักษณะการดำรงชีพของสัตว์ทะเลทั้ง 2 แตกต่างกันตลอดจนโครงสร้างต่างกันด้วย ซึ่ง FAO (1980) ได้กล่าวถึงลักษณะการดำรงชีพของกุ้งตะกาดนั้นเป็นสัตว์ทะเลที่คืบคลานอยู่ตามพื้นท้องน้ำซึ่งเป็นทรายปนโคลน ฉะนั้นโอกาสที่สัมผัสกับตะกอน โคลน และทราย ซึ่งเป็นที่อยู่โดยแบคทีเรียจากสิ่งเหล่านี้จึงเข้าเกาะกับตัวกุ้งตะกาดได้ง่าย ตรงกันข้ามกับปลาหมึกกล้วยที่เป็นสัตว์ที่เคลื่อนที่ตลอดเวลา มีอวัยวะในการเคลื่อนที่ได้ (Barn, 1980) ดังนั้นการสัมผัสกับพื้นท้องทะเลจึงเป็นไปได้ยาก การเกาะของแบคทีเรียจึงเกิดได้น้อยกว่า ส่วนโครงสร้างของสัตว์ทะเลทั้ง 2 ต่างกันโดยกุ้งตะกาดมี exoskeleton เป็นองค์ประกอบของไคติน หุ้มอยู่โดยรอบตัว ปลาหมึกกล้วยไม่มีโครงสร้างดังกล่าวโดย Salle (1961) ได้กล่าวว่าไคตินเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของแบคทีเรียแหล่งหนึ่ง ดังนั้นแบคทีเรียที่ใช้ไคตินเป็นแหล่งของพลังงานจึงพบในกุ้งตะกาดมากกว่าปลาหมึกกล้วย แต่อาจพบในปลาหมึกกล้วยที่กินเอาไคตินเข้าไปได้เช่นกัน

3. ปริมาณแบคทีเรียของกุ้งตะกาดจากโรงงานผลิตสัตว์น้ำแช่แข็ง

จากกระบวนการผลิตสัตว์น้ำแช่แข็งของโรงงานที่ 1 และ โรงงานที่ 2 ได้ถูกจัดเป็น 4 ระยะคือ ระยะนำเข้าสู่โรงงาน, ระยะระหว่างการตกแต่ง, ระยะก่อนการแช่แข็ง และระยะหลังการแช่แข็งจากผลการศึกษาปริมาณแบคทีเรียของกุ้งตะกาดจากโรงงานที่ 1 พบว่า Vibrio parahaemolyticus ในระยะที่ 4 หลังการแช่แข็ง มีความแตกต่างของปริมาณเฉลี่ยจากระยะที่ 1 นำเข้าสู่โรงงาน, ระยะที่ 2 ระหว่างการตกแต่ง และระยะที่ 3 ก่อนการแช่แข็งอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าเมื่อกุ้งตะกาดผ่านการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -40°ซ แล้วจะทำให้ปริมาณเฉลี่ยของ Vibrio parahaemolyticus ลดลง ดังนั้นอุณหภูมิของการแช่แข็งทำลาย Vibrio parahaemolyticus ได้ โดยสอดคล้องกับ Nickerson and Sinskey (1972) และ Frazier (1967) กล่าวว่า อุณหภูมิในการแช่แข็งช่วยลดปริมาณแบคทีเรียได้, Vanderzant and Nickelson (1972) รายงานว่า Vibrio parahaemolyticus ถูกทำลายในอุณหภูมิต่ำ และ Desmarchelier (1978) กล่าวว่าอุณหภูมิของการ

แช่แข็งทำลายและควบคุมปริมาณแบคทีเรียชนิดนี้ได้ โดยพบว่า ไวต่ออุณหภูมิเช่น อุณหภูมิที่ 10°ซ จะเติบโตช้า 5° - 8°ซ หยุดการเจริญเติบโต นอกจากนี้ปริมาณแบคทีเรียเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในระยะที่ 2 ของการผลิต จึงค่อยลดลงในระยะที่ 3 และระยะที่ 4 ของการผลิต เนื่องจากในระยะที่ 2 ของการผลิตนั้นทำการเด็ดหัวและล้างด้วยน้ำ หลังจากนั้นใส่กุ้งตะกาดลงในตะกร้าปนน้ำแข็งวางซ้อนกัน เพื่อรอการคัดเลือกขนาด ดังนั้นในช่วงที่รอยต่อเกิดการละลายของน้ำแข็ง อุณหภูมิเพิ่มสูงได้ จากการเพิ่มของอุณหภูมิจึงทำให้ Vibrio parahaemolyticus มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้ไวต่ออุณหภูมิและมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ (Barrow and Miller, 1976, Desmarchelier, 1978 และ Liston et al. 1971

ถึงแม้ปริมาณโดยเฉลี่ยของ Vibrio parahaemolyticus ลดลงในระยะที่ 3 ก็ตาม แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างระยะที่ 1, ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ของปริมาณเฉลี่ยถึงแม้ผ่านกรรมวิธีบางอย่างในช่วงระยะที่ 2 และ ที่ 3 ของการผลิต ได้แก่ การล้างด้วยน้ำผสมคลอรีนและการเด็ดหัวกุ้ง แต่ช่วยให้ปริมาณโดยเฉลี่ยลดลงในระยะที่ 3 เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และไม่พบความแตกต่างของปริมาณเฉลี่ยดังกล่าว ฉะนั้นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการทำลาย Vibrio parahaemolyticus ในกุ้งตะกาดแช่แข็ง ได้แก่ อุณหภูมิต่ำของการแช่แข็ง

ปริมาณโดยเฉลี่ยของ Marine Vibrios ในกุ้งตะกาดของโรงงานที่ 1 นั้น มีลักษณะลดลงตามลำดับระยะของการผลิตทั้ง 4 ระยะ และปริมาณโดยเฉลี่ยของระยะที่ 4 ระยะหลังการแช่แข็งแตกต่างจากปริมาณเฉลี่ยของ Marine Vibrios ของการผลิตระยะที่ 1, 2 และที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียนี้ในระยะที่ 1, 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่าง แสดงให้เห็นได้ว่ากรรมวิธีในการเด็ดหัว, การล้างด้วยน้ำผสมคลอรีน ไม่ช่วยทำให้ปริมาณลดลงจนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญได้ แต่พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่แข็งกุ้งตะกาดคือ -40°ซ, ทำลาย Marine Vibrios ได้บางส่วน

ปริมาณแบคทีเรีย (total plate count) บนอาหารเพาะเชื้อ BA และ PCA พบว่าปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียเหล่านี้ในระยะทั้ง 4 ของกระบวนการผลิตลดลงเป็นลำดับในโรงงานที่ 1 โดยปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียในระยะที่ 2 ระยะระหว่างการตกแต่งและระยะที่ 3 ระยะก่อนการแช่แข็งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีของระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ได้แก่การล้างน้ำ ไม่ช่วย ลดปริมาณแบคทีเรียลงได้มากนัก แต่พบว่าในช่วงระยะทั้ง 2 นั้น กุ้งตะกาดได้รับสัมผัสกับอุปกรณ์ได้แก่ ตะกร้า โต๊ะ กล่องบรรจุ เป็นต้น ตลอดจนน้ำแข็ง คนงาน ฉะนั้นการปนเปื้อนย่อมเกิดได้ง่ายและหลายด้านดังกล่าว แต่มีกรรมวิธีในการทำความสะอาดเพียงการล้างด้วยน้ำ 2 ครั้งเท่านั้น จึงเป็นผลให้ปริมาณแบคทีเรียโดยเฉลี่ยลดลงจากระยะที่ 2 ไปสู่ระยะที่ 3 ไม่มากนัก นอกจากนี้พบว่าปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียเหล่านี้ในกุ้งตะกาดระยะที่ 4 มีความแตกต่างจากระยะที่ 1, 2 และ 3 ของการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีการแช่แข็งของโรงงานที่ 1 สามารถทำลายแบคทีเรียเหล่านี้ได้จนทำให้ปริมาณที่ลดลงของแบคทีเรียมีความแตกต่างจากระยะอีก 3 ระยะของการผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญโดย Nickerson and Sinskey (1972) ได้กล่าวว่าการแช่แข็งจะทำลายแบคทีเรียได้บางส่วน ซึ่งมีผลต่อการแบ่งเซล, การเสียสภาพของเซลแบคทีเรียและ Frazier (1967) ได้สนับสนุนว่าการแช่แข็งช่วยลดปริมาณแบคทีเรียให้น้อยลงได้ นอกจากนี้จากผลของการศึกษาพบว่าปริมาณแบคทีเรียบนอาหาร PCA ที่ 25°ซ มีปริมาณมากกว่าแบคทีเรียบน PCA ที่ 37°ซ ซึ่งเป็นไปตามที่ Foster et al. (1977) ได้กล่าวว่าปริมาณแบคทีเรียที่อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 32° – 35°ซ จะได้ปริมาณแบคทีเรียน้อยกว่าอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 7° – 28°ซ เพราะว่าที่อุณหภูมิ 32° – 35°ซ แบคทีเรียที่ชอบความเย็น (Psychrophilic bacteria) ไม่สามารถรอดชีวิตอยู่ได้ จึงพบแต่ mesophilic bacteria เท่านั้น แต่จากผลการศึกษาพบว่าในบางครั้ง ปริมาณแบคทีเรียอาหาร PCA ที่ 25°ซ แบบ pour plate method มีปริมาณน้อยกว่าบนอาหาร PCA ที่ 37°ซ อาจเนื่องมาจากการอุ่น PCA ก่อนใช้ที่อุณหภูมิ 55°ซ ไปทำลายแบคทีเรียบางส่วนได้ ซึ่ง Elliott et al. (1978) ได้รายงานว่าการอุ่น PCA มากกว่า 44° – 46°ซ ทำลายแบคทีเรียบางส่วน

ค่า MPN ของ Fecal Streptococci ของกุ้งตะกาดจากโรงงาน ตามกระบวนการผลิต 4 ระยะ พบว่า MPN เฉลี่ยของ Fecal Streptococci ในระยะทั้ง 4 ของกระบวนการผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($F_{3,20}$ = 0.8318) ถึงแม้จะมีการลดน้อยลงตามลำดับระยะของการผลิตก็ตาม แสดงว่ากรรมวิธีในการเด็ดหัวกุ้ง, การล้าง, และการแช่แข็งที่อุณหภูมิ – 40°ซ ไม่ทำให้ปริมาณแบคทีเรียนี้ลดลงมากนัก ซึ่ง Elliott and Michener (1961), Raj and Liston (1961,a), Larkin et al.(1956) Virgilio et al. (1970, a) และ Elliott et al.(1978) ได้กล่าวว่า Fecal Streptococci เป็นแบคทีเรียในกลุ่ม Enterococci ซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์บ่งถึงความปนเปื้อนจากมลภาวะ มีความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำ ๆ ได้ดีแม้แต่การแช่แข็ง นอกจากนี้ Tonney et al. (1928) ได้รายงานว่าแบคทีเรียกลุ่ม Enterococci มีความทนทานต่อคลอรีนด้วย

ค่า MPN เฉลี่ยของ Coliforms เป็นอินดิเคเตอร์บ่งถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระนั้น จากผลการศึกษาพบว่า ค่า MPN เฉลี่ยของ Coliforms ในกุ้งตะกาดลดน้อยลงตามลำดับระยะการผลิตทั้ง 4 ระยะ และปริมาณเฉลี่ยในแต่ละระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแสดงว่า กรรมวิธีของโรงงานได้แก่การเด็ดหัวกุ้ง การล้าง และการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมของโรงงานที่ 1 อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถจะกำจัด Coliforms ได้บางส่วน

ค่า MPN เฉลี่ยของ Escherichia coli จากการศึกษาพบว่า MPN เฉลี่ยของแบคทีเรียนี้ในระยะที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระยะที่ 2, 3 และ 4 แต่ MPN เฉลี่ยของในระยะที่ 2 และ 3 ไม่พบความแตกต่างและระยะที่ 3 กับระยะที่ 4 ไม่พบความแตกต่างเช่นกัน แสดงว่าเมื่อกุ้งตะกาดผ่านถึงระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ของการผลิตนั้นได้มี การ สัมผัสกับคนงาน, อุปกรณ์, ภาชนะ และน้ำแข็ง ทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ นอกจากนี้ MPN เฉลี่ยในกุ้งตะกาดระยะที่ 4 เพิ่มขึ้นจากระยะที่ 3 ของการผลิตด้วย ถึงแม้จะผ่านการแช่แข็งที่อุณหภูมิ – 40°ซ แล้วก็ตาม โดย Nickerson and Sinskey (1972) และ Elliott and Michener (1961) กล่าวว่าปริมาณ Escherichia coli ลดลงอย่างรวดเร็ว

ในอุณหภูมิต่ำ ๆ ฉะนั้นแสดงว่าปริมาณแบคทีเรียนี้ในระยะที่ 4 ที่เพิ่มขึ้นนั้นอาจเกิดจากการปน เปื้อนหลังการแช่แข็งแล้ว โดยหลังจากการแช่แข็งแล้วถูกนำไปเก็บในห้องเก็บและการละลายออกจากกล่องบรรจุ เป็นต้น

ส่วนค่า MPN ของ Clostridium perfringens ในระยะทั้ง 4 ของการผลิตกุ้งตะกาดแช่แข็งไม่พบความแตกต่างของ MPN เฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ($F_{3,20}$ = 2.1800) แต่ปริมาณเฉลี่ยลดลงตามลำดับของการผลิตเท่านั้น โดย Elliott et al. (1978) และ Liston et al. (1971) รายงานว่า Clostridium perfringens เป็นแบคทีเรียที่สามารถสร้างสปอร์ จึงทนสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้เช่น อุณหภูมิต่ำ ๆ ในการแช่แข็งเป็นต้น

ส่วนการผลิตกุ้งตะกาดแช่แข็งของโรงงานที่ 2 นั้นไม่พบความแตกต่างของปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียต่าง ๆ ที่ทำการตรวจอย่างมีนัยสำคัญยกเว้น ปริมาณเฉลี่ยของ Coliforms พบว่ามีความแตกต่างในทุกระยะของการผลิต และพบว่า MPN เฉลี่ยของ Coliforms ในระยะที่ 3 ระยะก่อนการแช่แข็งมีปริมาณน้อยที่สุดและเพิ่มขึ้นในระยะที่ 4 ระยะหลังการแช่แข็ง โดย Elliott and Michener (1961) และ Larkin (1956) รายงานว่า Coliforms ตายอย่างรวดเร็วในอุณหภูมิต่ำ แต่จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังจากผ่านการแช่แข็งแล้ว อาจเนื่องมาจากการปนเปื้อนภายหลังการแช่แข็งแล้ว เพราะหลังจากการแช่แข็งแล้วทำการละลายออกจากกล่องบรรจุและเก็บในอุณหภูมิ – 18 °ซ ซึ่งในช่วงนี้ได้รับสัมผัสกับน้ำที่ใช้ละลายและคนงาน

ปริมาณแบคทีเรียเฉลี่ยในกุ้งตะกาดที่นำเข้าสู่โรงงานที่ 1 ไม่พบความแตกต่างระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม 2525 อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้น Non-haemolytic bacteria, แบคทีเรียบนอาหาร PCA ที่ 25 °ซ และ 37 °ซ แสดงว่าแหล่งที่นำกุ้งมายังโรงงานและการขนส่งมีลักษณะเดียวกัน จึงทำให้พบปริมาณแบคทีเรียเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญได้แก่

Vibrio parahaemolyticus, Marine Vibrios, Haemolytic bacteria, Fecal Streptococci, Coliforms, Escherichia coli และ Clostridium perfringens และเมื่อผ่านกระบวนการผลิตทั้ง 4 ระยะแล้ว ไม่พบความแตกต่างของปริมาณแบคทีเรียโดยเฉลี่ยระหว่างเดือนที่ทำการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นแบคทีเรียบนอาหาร PCA ที่ 25°ซ และ Clostridium perfringens แสดงว่าการผลิตในระยะ 6 เดือนที่ทำการศึกษานั้นเป็นกรรมวิธีเดียวกันและเหมือนกันทุกเดือน

ส่วนโรงงานที่ 2 จากการวิเคราะห์พบความแตกต่างของปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียระยะนำเข้าสู่โรงงาน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม 2525 ยกเว้นปริมาณเฉลี่ย Vibrio parahaemolyticus, Marine Vibrios, Non-haemolytic bacteria และ Fecal Streptococci และเมื่อผ่านกระบวนการผลิต 4 ระยะแล้วพบความแตกต่างของปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียระหว่างเดือนได้แก่ Vibrio parahaemolyticus, Marine Vibrios, Escherichia coli & Clostridium perfringens

ปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียในระยะทั้ง 4 ของการผลิตระหว่างโรงงานทั้ง2 พบว่าไม่มีความแตกต่างของปริมาณเฉลี่ยระหว่างโรงงานทั้ง 2 อย่างมีนัยสำคัญยกเว้นปริมาณเฉลี่ยของ Coliforms ในระยะที่ 4 ของการผลิตระหว่างโรงงานทั้ง 2 โดยปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียในกุ้งตะกาดโรงงานที่ 1 มีปริมาณน้อยกว่ากุ้งตะกาดโรงงานที่ 2

การไม่พบความแตกต่างในแต่ละระยะของการผลิตระหว่างโรงงานทั้ง 2 เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตกุ้งตะกาดแช่แข็งจะเหมือนกันได้แก่ เมื่อกุ้งถูกนำเข้าสู่โรงงานมีการเด็ดหัว การล้างน้ำ และในการแช่แข็งพบว่าโรงงานทั้ง 2 ใช้วิธีเดียวกันโดยใช้แอมโมเนียเหลวเป็นตัวทำความเย็น

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแบคทีเรียใน 4 ระยะของการผลิตในโรงงานที่ 1 พบว่าปริมาณ Fecal Streptococci ในระยะที่ 3 มีความสัมพันธ์กับระยะที่ 4 ของการผลิต (R = 0.8225) แสดงให้เห็นว่าถ้ามีกรรมวิธีของการผลิตที่จะลด Fecal

Streptococci ในระยะที่ 3 ของการผลิตได้ทำให้ปริมาณ Fecal Streptococci ในระยะที่ 4 ลดลงได้ และเช่นเดียวกับปริมาณ Clostridium perfringens พบว่าปริมาณแบคทีเรียนี้ในระยะที่ 1 มีความสัมพันธ์กับระยะที่ 3 ของการผลิต (R = 0.9034)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแบคทีเรียในการผลิตระยะที่ 4 ซึ่งเป็นระยะหลังการแช่แข็งของโรงงานที่ 1 พบว่าปริมาณ Coliforms มีความสัมพันธ์กับ Clostridium perfringens (R = 0.9602) และไม่พบความสัมพันธ์กับ Fecal Streptococci อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับ Virgilio et al.(1970, a) ที่กล่าวว่า แบคทีเรียในกลุ่ม Enterococci ไม่มีความสัมพันธ์กับ Coliforms ในกุ้งที่ถูกเก็บหลังจากการแช่แข็งและเก็บในอุณหภูมิ – 18°ซ นาน 10 วัน

ส่วนโรงงานที่ 2 ปริมาณของ Coliforms ในการผลิตระยะที่ 1 มีความสัมพันธ์กับระยะที่ 2 (R = 0.9031) ส่วนปริมาณ Clostridium perfringens ในการผลิตระยะที่ 2 กับระยะที่ 3 และระยะที่ 4 กับระยะที่ 3 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นแสดงว่าระยะที่ 2 มีปริมาณ Coliforms มากน้อยขึ้นอยู่กับกุ้งตะกาดที่นำเข้าสู่โรงงาน ส่วน Clostridium perfringens นั้นปริมาณจะน้อยในระยะที่ 4 ได้ต้องขึ้นอยู่กับการกำจัดในระยะที่ 2 และ 3 ของการผลิต

เห็นได้ว่าจากการผลิตกุ้งตะกาดแช่แข็งของโรงงานทั้ง 2 จนได้สินค้ากุ้งตะกาดแช่แข็งนั้น พบว่าปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจนั้นสูงกว่ามาตรฐานที่หลายประเทศได้กำหนดไว้ในตารางที่ 3

จากการตรวจพบว่ากุ้งตะกาดหลังจากแช่แข็งแล้วนั้น มีปริมาณแบคทีเรียบน PCA ที่ 37°ซ มากกว่า $10^6$ เซลล์/กรัม และ Coliform มีค่า MPN มากกว่า 100 ต่อกรัม และ Fecal Streptococci เฉลี่ยแล้วสูงกว่ามาตรฐาน Escherichia coli พบในปริมาณต่ำ Staphylococcus aureus และ Salmonella ตรวจไม่พบ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

4. ปริมาณแบคทีเรียในปลาหมึกกล้วยจากโรงงานผลิตสัตว์น้ำแช่แข็ง

จากโรงงานที่ 1 และ 2 พบว่าผลการศึกษาปริมาณแบคทีเรียที่ทำการตรวจทั้งหมด โดยเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะทั้ง 4 ของการผลิตทั้ง 2 โรงงาน แสดงว่า กรรมวิธีในการผลิตได้แก่ การล้างด้วยน้ำผสมคลอรีน การแช่แข็งในอุณหภูมิต่ำ – 40 °ซ นั้นไม่ช่วยทำให้ปริมาณแบคทีเรียลดต่ำลงได้ตามลำดับระยะของการผลิต ซึ่งกรรมวิธีที่ผลิตกุ้งตะกาดและปลาหมึกกล้วยต่างใช้กรรมวิธีเดียวกัน นอกจากนี้ความสัมพันธ์ของปริมาณแบคทีเรียในปลาหมึกกล้วยระหว่างระยะทั้ง 4 ของการผลิต ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นจากผลการศึกษาเห็นได้ว่าการผลิตปลาหมึกกล้วยแช่แข็งของทั้ง 2 โรงงาน ยังไม่ได้มาตรฐานพอทำให้ปริมาณแบคทีเรียบน PCA ที่ 37 °ซ ในปลาหมึกกล้วยแช่แข็งแล้ว เท่ากับ $10^7$ เซลล์/กรัม แต่เนื่องจากปลาหมึกกล้วยมีขนาดใหญ่ เนื้อเยื่อย่นมีมากคลอดจนมีช่องว่างภายในลำตัว ซึ่งเป็นบริเวณสะสมตะกอน ทราย ดิน และส่วนอวัยวะภายในที่ทำความสะอาดไม่หมด ทำให้การกำจัดและลดปริมาณแบคทีเรียลง จึงเป็นการลำบากกว่ากุ้งตะกาดในการทำความสะอาด ฉะนั้นกรรมวิธีในการผลิตจึงควรที่เพิ่มขั้นการทำความสะอาดมากกว่าเดิม เช่นการล้างน้ำจากระยะละ 1 ครั้งในระยะที่ 2 และ 3 เพิ่มให้มากขึ้น โดยเน้นการทำความสะอาดด้วยในช่องว่างลำตัว และส่วนหัวของปลาหมึกกล้วยซึ่งอาจมีลักษณะเหมือนส่วนหัวของกุ้งที่เชื่อว่ามีปริมาณแบคทีเรียสูง ดังรายงานของ Green (1949, a, b) William et al. (1952) และ Fieger (1950) ที่ว่าการเด็ดหัวและการล้างน้ำลดปริมาณแบคทีเรียในกุ้งได้

นอกจากนี้จากการตรวจตัวอย่างปลาหมึกกล้วยและกุ้งตะกาดทุกตัวอย่างไม่พบ Vibrio cholerae, ซึ่ง Desmarchelier (1978) กล่าวว่า Vibrio cholerae อาศัยอยู่ในอาหารและน้ำได้ไม่นานนักและ Elliott et al. (1978) กล่าวว่า Vibrio cholerae ไม่มีการเพิ่มจำนวนในอาหารและน้ำ ส่วน Pseudomonas spp. นั้น ไม่พบเช่นกัน เนื่องจากการตรวจนับใช้เพาะบนอาหาร BA ที่ 37 °ซ ทำให้แบคทีเรียนี้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เนื่องจาก Morita (1966) ได้รายงานว่า Pseudomonas

spp. เป็นแบคทีเรียที่ชอบความเย็น (Psychrophilic bacteria) อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 20° - 30°ซ ส่วน Salmonella spp. นั้น ไม่พบในตัวอย่างดังกล่าวทุกตัวอย่างเช่นกัน นอกจากนี้ Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียอีกชนิดหนึ่งที่ไม่พบจากการตรวจ เนื่องจากการใช้อาหารเพาะเชื้อ BP ซึ่ง Virgilio et al. (1970 ,b) ได้กล่าวว่าอาหารเพาะเชื้อ BP ให้โคโลนีของ Staphylococcus aureus น้อยกว่าอาหาร Mannitol Salt Agar (MSA 10% NaCl) นอกจากนี้การสัมผัสกับคนงานซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียชนิดนี้มีน้อย เนื่องจากคนงานมีการปิดปากด้วยผ้า สวมถุงมือ มีผ้ากรุมผม ดังที่ Elliott et al. (1978) และ Liston et al. (1971) กล่าวว่า Staphylococcus aureus มักจะพบในส่วนที่เป็นผิวหน้า หมูก ของคนงาน

5. ปริมาณแบคทีเรียในน้ำที่ใช้ในโรงงาน

น้ำใช้ จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณแบคทีเรียที่ทำการตรวจหานั้นมีปริมาณต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำแข็ง โดยโรงงานที่ 1 นั้นจะนำน้ำใช้ไปทำน้ำแข็งโดยการผ่านความเย็น ส่วนโรงงานที่ 2 นั้น น้ำแข็งทำจากน้ำประปาที่ไหลจากท่อประปาโดยไม่มีการเติมคลอรีนอีก

น้ำก่อนล้าง เป็นน้ำที่ประกอบด้วย น้ำใช้ (น้ำประปา) น้ำแข็ง และเติมด้วยคลอรีนในรูปสารเคมี แคลเซี่ยมไฮโปคลอไรท์ 60 % นั้น จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแบคทีเรียในน้ำใช้ และ น้ำแข็ง ซึ่งเป็นส่วนประกอบของน้ำก่อนล้างนั้นมีปริมาณแบคทีเรียที่ทำการตรวจสูงกว่าในน้ำก่อนล้าง ฉะนั้นจากผลการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าปริมาณแบคทีเรียในน้ำก่อนล้างลดลงจากน้ำใช้และน้ำแข็ง แสดงว่าคลอรีนที่ถูกเติมลงไปนั้นเป็นตัวทำลายแบคทีเรียบางส่วน สอดคล้องกับ Shamon et al.(1964), Tonney et al. (1928) และ APHA (1960) กล่าวว่า การเติมคลอรีน (Chorination) สามารถทำลายแบคทีเรียได้โดยเฉพาะ Coliforms, Fecal Streptococci จากผลการศึกษาไม่พบแบคทีเรียกลุ่มนี้ในน้ำก่อนล้าง แต่พบแบคทีเรียกลุ่มนี้ในน้ำแข็งที่เป็นส่วนประกอบหนึ่งของน้ำก่อนล้าง

ส่วนน้ำล้างระหว่างการคลุกเคล้าและน้ำล้างก่อนการแช่แข็ง เป็นน้ำที่ประกอบด้วยน้ำใช้ (น้ำประปา), น้ำแข็งและคลอรีน นำมาล้างสัตว์น้ำ 2 ประเภท ในเวลา 30 นาที และ 15 นาที ตามลำดับ โดยพบว่าจากผลการศึกษาในน้ำล้างระหว่างการคลุกเคล้าจะมีปริมาณแบคทีเรียโดยเฉลี่ยสูงกว่าน้ำล้างก่อนการแช่แข็ง เนื่องจากน้ำล้างระหว่างคลุกเคล้านั้นเป็นการทำความสะอาดในระยะที่ 2 ซึ่งเป็นระยะต้นกว่า ส่วนน้ำล้างก่อนการแช่แข็งเป็นช่วงการทำความสะอาดในระยะที่ 3 ของการผลิต นอกจากนี้เวลาที่ใช้ล้างแตกต่างกันโดยน้ำล้างระหว่างการคลุกเคล้าเก็บตัวอย่างหลังจากใช้ล้างแล้ว 30 นาที ส่วนน้ำล้างก่อนการแช่แข็งเก็บตัวอย่างหลังจากล้างแล้วเพียง 15 นาที เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณแบคทีเรียในกุ้งตะกาดและปลาหมึกกล้วยที่ผ่านการล้างด้วยน้ำล้างระหว่างการคลุกเคล้าแล้วนั้น ปริมาณแบคทีเรียลดลงไม่มากนัก ดังนั้นการล้างในระยะระหว่างการคลุกเคล้านี้ควรทำการล้างและเปลี่ยนน้ำให้บ่อยมากกว่าเดิม อาจช่วยลดปริมาณแบคทีเรียได้ผลดียิ่งขึ้น เนื่องจากน้ำผสมคลอรีนนั้นเป็นตัวชะล้างเอาแบคทีเรียที่เกาะติดมากับกุ้งตะกาดและปลาหมึกกล้วย ตลอดจนโคลน หรายออก ถ้าน้ำที่ใช้ล้างไม่เปลี่ยนให้บ่อยแล้ว แบคทีเรียที่ถูกชะล้างออกมาสะสมอยู่ในน้ำ ซึ่งคลอรีนที่เติมลงไปไม่ช่วยทำให้แบคทีเรียหมดไปได้ แบคทีเรียจึงอาจเกาะติดกับสัตว์น้ำที่นำมาล้างในช่วงเวลาหลังได้ ดังนั้นจึงควรทำการเปลี่ยนน้ำล้างในระยะที่ 2 เพื่อช่วยลดปริมาณแบคทีเรียในสัตว์น้ำให้เหลือน้อยที่สุดก่อนถึงระยะต่อไปของการผลิต Green (1949, a), William et al. (1952), Carroll (1968) Fieger (1950) และ W.H.O (1976) ได้กล่าวว่าการล้างสัตว์น้ำเป็นการลดปริมาณแบคทีเรียในตัวสัตว์น้ำลงได้