10.14457/KKU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39

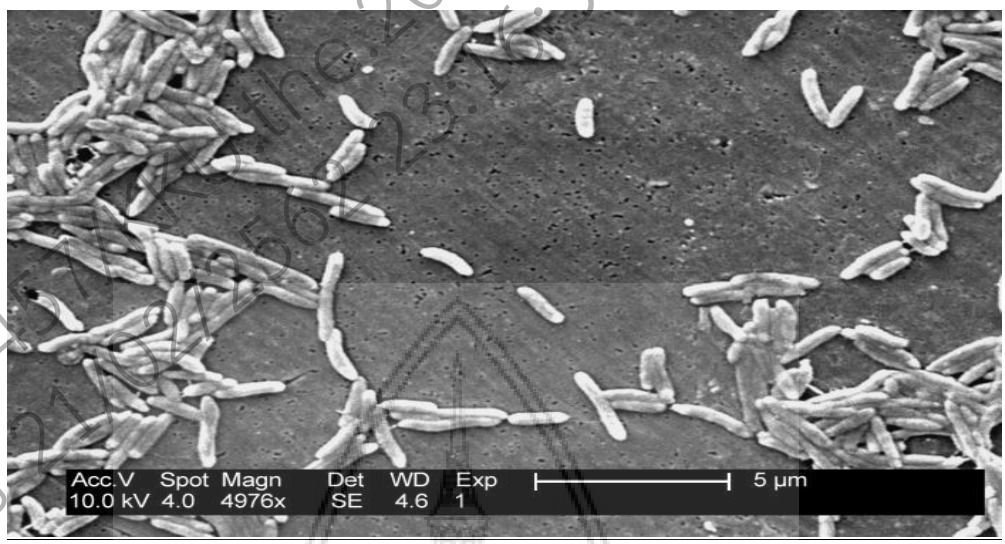
บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ลักษณะและคุณสมบัติของแคมไพโลแบคเตอร์

แคมไพโลแบคเตอร์ (*Campylobacter* spp.) เป็นแบคทีเรียแกรมลบถูกจัดอยู่ใน Family Campylobactereceae ตั้งชื่อตามคำภาษากรีกคือ kampylos ซึ่งแปลว่าโค้ง และ baktron ซึ่งแปลว่าแท่งตามลักษณะและรูปร่าง ซึ่งมีลักษณะเซลล์รูปร่างเป็นแท่งโค้งหรือเป็นเกลียว (spiral shape) จะคล้ายปีกนก หรืออาจมีรูปร่างเหมือนเครื่องหมายจุลภาคหรือมีรูปร่างคล้ายตัวเอส (curved, S) ขนาดกว้างประมาณ 0.2 – 0.8 ไมโครเมตร ยาวประมาณ 0.5 – 5.0 ไมโครเมตร (ดังแสดงในภาพที่ 4) เมื่อเซลล์อายุมากขึ้นหรือสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศเป็นเวลานานจะมีการเปลี่ยนรูปร่างเป็นแบบทรงกลม (coccoidal form) ลักษณะทั่วไปของเชื้อแคมไพโลแบคเตอร์ ไม่สร้างสปอร์ มีแส้ (flagella) สามารถเคลื่อนไหวได้ เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นการเคลื่อนไหวแบบเกลียวสว่าน (cork skrew-like motion)

แคมไพโลแบคเตอร์ประกอบด้วยสมาชิกอย่างน้อย 19 สปีชีส์ (species) เป็นแบคทีเรียกลุ่มที่เจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 40 – 42 องศาเซลเซียส ไม่ทนความเค็มและความเป็นกรดสูง (pH < 6.5) ต้องการสภาวะออกซิเจนต่ำ แต่คาร์บอนไดออกไซด์มาก (แคมไพโลแบคเตอร์ส่วนใหญ่ต้องสภาวะบรรยากาศแบบ microaerophillic (5% O_2, 10% CO_2, 85% N_2)) และส่วนใหญ่ให้ผลบวกกับการทดสอบปฏิกิริยาออกซิเดส (oxidase test) แต่ผลการทดสอบปฏิกิริยาคาตาเลส (catalase test) ให้ผลแตกต่างกันไปตามสปีชีส์ แคมไพโลแบคเตอร์ส่วนใหญ่ไม่สามารถสลายสารคาร์โบไฮเดรตทั้งแบบขบวนการออกซิเดชั่นและแบบขบวนการหมัก แต่สามารถสร้างพลังงานโดยการใช้กรดอะมิโน คุณสมบัติที่สำคัญที่นิยมใช้ในการจำแนกสปีชีส์ของแคมไพโลแบคเตอร์เช่นการทดสอบการสลายสาร hippurate จากเอมไซม์ hippuricase ซึ่งสลาย hippurate ให้เป็น glycine และกรด benzoic ที่เรียกว่าปฏิกิริยา hippurate hydrolysis การทดสอบความไวยา nalidixic acid และ cephalothin (ภัทรชัย กีรติสิน, 2549) และเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่สามารถแข่งขันการเจริญเติบโตกับกลุ่มแบคทีเรียลำไส้ชนิดอื่นได้ (ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ, 2549) สามารถอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป และอาศัยเป็นเชื้อประจำถิ่น (normal flora) ในทางเดินอาหารของสัตว์หลายชนิด โดยเฉพาะในสัตว์ปีก

10.14457/the.2010.370
เมื่อ 21 ก.ย. 2561 23:16:39



ภาพที่ 4 ลักษณะเซลล์ของแคมไพโลแบคเตอร์ (CDC, 2008)

กลไกการก่อโรคของแคมไพโลแบคเตอร์ในคนยังไม่ทราบชัดเจน เชื้อไม่สามารถทนกรดในกระเพาะอาหารได้ จึงต้องได้รับเชื้ออย่างน้อย 10^3 – 10^4 เซลล์ต่อการเกิดโรค (Black et al., 1988) เชื้อมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนที่ผนังเยื่อบุลำไส้เล็กโดยเฉพาะลำไส้เล็กส่วนปลาย (jejunum) แล้วรุกเข้าเซลล์ (invase) เยื่อบุผิวเข้าสู่เนื้อเยื่อ และมีการสร้างสารพิษ ซึ่งแคมไพโลแบคเตอร์สามารถสร้างสารพิษได้หลายชนิดเช่น เอนเทอโรท๊อกซิน และไซโตท๊อกซิน ส่วน lipopolysaccharide (LPS) ในชั้นผนังเซลล์ของแคมไพโลแบคเตอร์ยังมีคุณสมบัติเป็นเอนโดท๊อกซิน แต่บทบาทในการก่อพิษยังไม่ชัดเจน บริเวณผิวเซลล์ที่มีการยึดเกาะของแคมไพโลแบคเตอร์จะพบโปรตีน PEB1 ทำหน้าที่ในการยึดเกาะและเป็นโครงสร้างแอนติเจนสำคัญที่กระตุ้นการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน ส่วนแอนติเจนโอ (O antigen) ของโครงสร้าง LPS ประกอบด้วยกรดเซียลิค (sialic) ที่คล้ายกับโครงสร้างแกงกลิโอไซด์ (ganglioside) ที่พบในเซลล์ของคนและเชื่อว่ามีบทบาทเกี่ยวข้องในการก่อให้เกิดโรคในกลุ่มอาการ Guillain-Barré syndrome (GBS) โดยเฉพาะซีโรไทป์ (serotype) O19 การรุกเข้าเซลล์ของผนังลำไส้โดยเชื้อแคมไพโลแบคเตอร์จะทำให้เกิดอาการบวมมีแผลอักเสบ มีเซลล์เม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวปนในอุจจาระ (ภัทรชัย กีรติสิน, 2549)

แคมไพโลแบคเตอร์ที่สำคัญที่เป็นสาเหตุที่ก่อโรคในคนคือ ประมาณ 90 – 95% เป็น *Campylobacter jejuni* และประมาณ 5 -10% เป็น *Campylobacter coli* (Siemer et al., 2005) โดย *C. jejuni* พบมากในสัตว์ปีก ส่วน *C. coli* จะพบมากในสุกร นอกจากนี้ยังพบว่า *C. jejuni* และ *C. coli* สามารถปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่มีการเลี้ยงสัตว์ (Coker et al., 2002) แคมไพโลแบคเตอร์ที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษในคนส่วนใหญ่เป็นชนิดที่ทนออกซิเจนได้เพียงเล็กน้อย เช่น *C. jejuni* และ *C. coli* (Wesley et al., 2005; Padungton and Kaneene, 2003)

10.14457/KU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39

โรคติดเชื้อแคมไพโลแบคเตอร์ (campylobacteriosis) มักจะเกิดจากการกินอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนแคมไพโลแบคเตอร์ หรืออาจได้รับเชื้อจากการสัมผัสกับสัตว์ที่เป็นแหล่งอาศัยของเชื้อ โดยเฉพาะสัตว์ปีก *Campylobacter* spp. จึงจัดเป็นโรคสัตว์ติดคน (zoonosis) ระยะฟักตัวของเชื้อเฉลี่ย 2 – 4 วัน โดยการติดเชื้ออาจเป็นทั้งแบบแสดงอาการและแบบไม่แสดงอาการ โดยแบบแสดงอาการมักจะพบในเด็กและผู้สูงอายุ รวมถึงนักท่องเที่ยวที่เดินทางไปยังถิ่นที่มีการระบาดของเชื้อ ทั้งนี้เชื่อว่ากลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อดังกล่าวมีระดับภูมิคุ้มกันที่จำเพาะต่อเชื้อต่ำ อาการจึงมักเกิดขึ้นอย่างเฉียบพลัน ลักษณะอาการทางคลินิคที่สำคัญคือมีไข้สูง หนาวสั่น ปวดศีรษะ ปวดเกร็งท้อง อ่อนเพลีย และถ่ายเหลว บางรายอาจมีลักษณะถ่ายอุจจาระเหลวปนเลือดร่วมกับมีอาการปวดท้องบริเวณด้านล่างขวา ทำให้มีลักษณะอาการคล้ายโรคไส้ติ่งอักเสบ (pseudoappedicitis) ซึ่งมีรายงานในประเทศอังกฤษที่ศึกษาถึงกลุ่มอาการที่สัมพันธ์กับการป่วยที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อแคมไพโลแบคเตอร์ พบว่า ผู้ป่วยมีอาการท้องเสีย (95%) เจ็บปวดช่องท้อง (85%) มีไข้ (78%) อาเจียน (35%) อุจจาระเป็นเลือด (27%) จากรายงานผู้ป่วย 6,948 ราย (Gillespie et al., 2002) ซึ่งส่วนใหญ่แนวโน้มของโรคหายได้เองภายใน 1 สัปดาห์ แต่อาจพบเชื้อในอุจจาระได้นานถึง 1 เดือน และผู้ป่วยส่วนน้อยอาจมีการดำเนินของโรคลักษณะเรื้อรังซึ่งมักจะพบได้ในผู้สูงอายุและผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องเช่น ผู้ป่วยเอดส์ ส่วนภาวะการติดเชื้อแทรกซ้อนในทางเดินอาหารอาจเกิดขึ้นได้เช่น การติดเชื้อในกระแสเลือด ข้ออักเสบ ทางเดินปัสสาวะอักเสบ เยื่อหุ้มสมองอักเสบ ตับอ่อนอักเสบ และผู้ป่วยที่มีครรภ์อาจทำให้แท้ง หรืออาจติดเชื้อในกระแสเลือดในทารกแรกคลอด สำหรับผู้ป่วยด้วยโรค GBS มักพบความผิดปกติของเส้นประสาทส่วนปลายอย่างเฉียบพลัน (acute demyelinating disease) ผู้ป่วยจะมีอาการอ่อนแรงและอาการอาจเป็นเรื้อรังเวลานานหลายเดือน กลไกการเกิดโรคยังไม่ทราบแน่ชัด เชื่อว่าอาจเกิดจากส่วนประกอบของ LPS ในชั้นผนังเซลล์ของแคมไพโลแบคเตอร์มีโครงสร้างคล้ายโมเลกุล glycosphinolipid ที่เนื้อเยื่อประสาทส่วนปลายของคนและทำให้เกิดการทำปฏิกิริยาข้ามของแอนติบอดีที่สร้างขึ้นจากภาวะการติดเชื้อแคมไพโลแบคเตอร์ (ภัทรชัย กีรติสิน, 2549)

2. ความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในสุกร

แคมไพโลแบคเตอร์ที่ตรวจพบในสุกรส่วนใหญ่จะเป็น *C. coli* (ซีโรไทป์ O:30 และ O:46 ซึ่งตรวจโดยวิธีการทดสอบปฏิกิริยาที่ไม่ทำให้เกิดการตกตะกอนของเม็ดเลือดในถาดทดสอบขนาดเล็ก ซึ่งออกแบบโดย Penner and Hennessy) โดยพบ 34 - 46% ในสุกร (Nielsen et al., 1997) และพบว่า *C. coli* เป็นสาเหตุที่สำคัญเกิดโรคติดเชื้อแคมไพโลแบคเตอร์ในคนด้วย (Gurtler et al., 2005; Steinhauserova et al., 2005) การปนเปื้อนของแคมไพโลแบคเตอร์ในสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะน้ำใน

10.14457/KU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39

แหล่งน้ำที่ใกล้กับฟาร์มเลี้ยงสัตว์พบความชุกของเชื้อได้ถึง 40.5% โดยแยกเป็น *C. jejuni* (14.3%) *C. coli* (18.5%) และ *C. lari* (4.2%) (Kemp et al., 2005)

แคมไพโลแบคเตอร์ที่พบในสุกรในระดับฟาร์ม เริ่มตั้งแต่แม่พันธุ์พบความชุกแคมไพโลแบคเตอร์ที่ปนเปื้อนในอุจจาระ 33.8% ลูกสุกร 80.9% สุกรรุ่น-ขุน 89.2% สุกรขุน 64.7% (Wehebrink et al., 2008) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Alter et al. (2005) พบความชุกแคมไพโลแบคเตอร์ในอุจจาระของสุกรที่ส่งโรงฆ่า 64% นอกจากนี้พบว่าส่วนใหญ่ 85% มาจากลำไส้สุกรระยะขุน ซึ่งเมื่อสุกรอายุมากขึ้นการปนเปื้อนในลำไส้จะพบน้อยลง (Weijtens et al., 1993) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาที่เมืองออนตาริโอที่พบว่าสามารถพบการปนเปื้อนของแคมไพโลแบคเตอร์ในสุกรระยะขุนได้ 99% ส่วนในรัฐเท็กซัส สหรัฐอเมริกา พบการปนเปื้อน 70 – 100% (Harvey et al., 1999) เช่นเดียวกับประเทศเนเธอร์แลนด์มีการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์จำนวน 3 แห่ง พบว่ามีการปนเปื้อนของแคมไพโลแบคเตอร์ในลำไส้สุกร 79% (Oosterom et al., 1985) และพบว่ามีความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในทวารหนัก 100% ลำไส้ใหญ่ 80% (Pearce et al., 2003) ซึ่งการติดเชื้อส่วนใหญ่ในฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นการติดเชื้อในลักษณะแนวนอน (Horizontal) และพบว่าความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ก่อนและหลังการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าโรงฆ่ามี 79.1% และ 78.2% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในระหว่างการขนย้ายสุกรไม่ได้ทำให้มีการเพิ่มจำนวนแคมไพโลแบคเตอร์ในสุกรมากขึ้น (Alter et al., 2005) และมีคำแนะนำสำหรับข้อกำหนด EC-2160/2003 ของยุโรปเกี่ยวกับการปนเปื้อนเชื้อในโรงฆ่าสุกรพบว่าส่วนใหญ่มาจากอุจจาระ ซึ่งเป็นความเสี่ยงของซากสุกรในการปนเปื้อนแคมไพโลแบคเตอร์ (Fosse et al., 2009)

3. ความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกร

มีงานวิจัยศึกษาถึงความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกรและกระบวนการผลิตในสหรัฐอเมริกาพบว่ามีความชุกของเชื้อ ในขั้นตอนภายหลังจากฆ่า หลังการถอนขน หลังจากเอาเครื่องในออก และภายหลังจากแช่เย็นข้ามคืน 2 องศาเซลเซียสในระดับ 33%, 0%, 7% และ 0% ตามลำดับ ส่วนในเครื่องมือการฆ่าสุกรพบ 5% และกระบวนการผลิตพบ 3% (Pearce et al., 2003) ซึ่งต่างจากรายงานของ Malakauskasa ที่พบความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในโรงฆ่า 63.6% และพบความชุกของ *C. jejuni* 15.8% จากซากสุกรและ 7.5% จากพื้นผิวอุปกรณ์การผลิต และพบความชุกของเชื้อ *C. coli* 76.6% โดยแบ่งเป็น ซากสุกร 39.16% อุจจาระ 23.33% พื้นผิวอุปกรณ์การผลิต 14.16% (Malakauskasa et al., 2006)

ในไต้หวันพบความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกร 13.8% (Yeh et al., 2005) และประเทศนอร์เวย์รายงานความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกรก่อนที่จะมีการใช้ลมเย็นเป่า

10.14457/KU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39

ปรับอุณหภูมิผิวซากสุกร 56.7% (Nesbakken et al., 2008) และประเทศเนเธอร์แลนด์ได้รายงานความชุกแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกรที่ชำแหละ 9% (Oosterom et al., 1985) และในปี 1996 สหรัฐอเมริกาโดย United States Department of Agriculture (USDA) รายงานความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกร 31.5% (McMullen, 2000) และมีรายงานวิจัยพบความชุกแคมไพโลแบคเตอร์ในซาก 21.1% (Alter et al., 2005) ส่วนในประเทศเบลเยี่ยมมีรายงานความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ 17% ในซาก (600 ตารางเซนติเมตร) และ 10% ในเนื้อที่ตัดแต่ง (25 กรัม) และ 3.9% ในเนื้อบด (25 กรัม) และพบว่าสัดส่วนของเชื้อ *C. coli* (16.7%) และ *C. jejuni* (75%) ในเนื้อสุกร (Ghafir et al., 2007) มีรายงานการพบแคมไพโลแบคเตอร์ในช่องอกและในช่องท้อง 58.9% และ 44.6% ตามลำดับ (Hurd et al., 2008) ในอังกฤษพบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อแคมไพโลแบคเตอร์ในเนื้อสุกร 6.3% (Little et al., 2008) สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาถึงความชุกของ *C. coli* พบในเนื้อสุกร 60% และไม่พบ *C. jejuni* ในสุกร (Padungtod and Kaneene, 2005) จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปข้อมูลความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกรในประเทศต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

จากผลการศึกษาของ Borch et al. (1996) พบว่าจุดที่เป็นจุดวิกฤต (CCPs) ที่สำคัญที่มีโอกาสในการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคมากมี 3 จุดคือ 1. จุดที่มีการเปิดผ่าเอาเครื่องในออก 2. จุดที่มีการตรวจเนื้อ และ 3. จุดที่มีการตัดหัว ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งแต่ละจุดประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้มีโอกาสการปนเปื้อนของแคมไพโลแบคเตอร์ ที่อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อโรคได้ คือ เครื่องมือ และผู้ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 1 ความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกรในโรงฆ่าสุกรในประเทศต่างๆ

ประเทศ	ค่าความชุก (%)	รายงานอ้างอิง
ไต้หวัน	13.8	(Yeh et al., 2005)
นอร์เวย์	56.7	(Nesbakken et al., 2008)
เนเธอร์แลนด์	9	(Oosterom et al., 1985)
สหรัฐอเมริกา	31.5, 21.1	(McMullen, 2000), (Alter et al., 2005)
เบลเยี่ยม	17	(Ghafir et al., 2007)
อังกฤษ	6.3	(Little et al., 2008)

10.14457/KU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39

4. ขั้นตอนในการฆ่าสุกรตามวิธีการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร

ขั้นตอนวิธีการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร (good maufacturing practice for pig abattoir) มาตรฐานกรมปศุสัตว์ (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์, 2549) และมาตรฐาน มกอช. 9009-2545 มีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

4.1 การทำให้สุกรสลบ (stunning) การทำให้สลบเพื่อทำให้สุกรหมดสติไปอย่างสมบูรณ์ ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 แบบคือ

4.1.1 การนำสลบด้วยไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือที่มีรูปร่างคล้ายคีมหนีบขนาดใหญ่ โดยใช้หนีบบริเวณหลังใบหูทั้งสองข้างของสุกร ใช้กระแสไฟฟ้าขนาด 250 – 500 มิลลิแอมแปร์ 70 – 85 โวลต์ เป็นเวลานาน 2 – 10 วินาที

4.1.2 การนำสลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำสลบโดยใช้ความเข้มข้นของก๊าซประมาณ 65 - 75% ระยะเวลาในการทำสลบด้วยก๊าซขึ้นอยู่กับขนาดของสุกร โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 45 – 60 วินาที ต่อสุกร 1 ตัว

4.2 การแทงคอ (sticking) การแทงคอปล่อยให้เลือดออกจะต้องแทงคอโดยเร็วที่สุดหรือไม่ควรเกิน 15 วินาที หลังจากสุกรสลบ ด้วยมีดยาวขนาดประมาณ 6 -7 นิ้ว โดยแขวนสุกรให้หัวลอยจากพื้นขึ้นมาประมาณ 0.5 เมตร หรือให้สุกรนอนบนแคร่ขณะแทงคอ แล้วใช้มีดสำหรับแทงคอนั้นเปิดแผลแทงคอประมาณ 5 – 8 เซนติเมตร และแทงให้ลึกเพียงเพื่อให้เส้นเลือดดำและแดงเส้นใหญ่ที่คอขาด หากแทงลึกเกินไปจนปลายมีดทะลุถึงช่องอก จะทำให้เลือดคั่งในช่องอกและเนื้อส่วนที่ติดกระดูกสันหลังด้านใน สำหรับมีดที่ใช้ในการแทงคอต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 82 องศาเซลเซียส ทุกครั้งก่อนและหลังใช้งาน และหลังการแทงคอแล้ว ควรปล่อยให้เลือดออกจากสุกรนานไม่น้อยกว่า 4 นาที เพื่อให้เลือดออกอย่างสมบูรณ์ ปริมาณเลือดที่ไหลออกจากตัวสุกรนั้นตามปกติจะไหลออกได้เพียง 50% ของเลือดทั้งหมด ถ้าสุกรขนาด 95 – 100 กิโลกรัม จะได้เลือดประมาณ 2.8 – 2.9 กิโลกรัม ในกรณีที่เป็นเลือดสำหรับการบริโภคต้องใช้ภาชนะสะอาดรองรับเลือด หลังจากนั้นให้ล้างทำความสะอาดสุกรที่ถูกฆ่าแล้ว และล้างทำความสะอาดมีด อุปกรณ์ และบริเวณปล่อยเลือดออก ได้แก่ ถาดรองเลือด ผนังห้องและพื้นห้อง ภายหลังเสร็จงานแล้วทุกครั้ง

4.3 การลวก (scalding) ทำได้โดยลวกสุกรที่ถูกฆ่าแล้วในบ่อลวกที่มีน้ำร้อนหรือใช้น้ำร้อนฉีดพ่น อุณหภูมิน้ำไม่ต่ำกว่า 58 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการลวกต้องสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำและขนาดของสุกร เช่น อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ประมาณ 60 – 63 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการลวกนาน 4 – 6 นาที หากอุณหภูมิน้ำที่ต่ำเกินไปขนจะไม่หลุด ส่วนน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิน้ำสูงเกินไปจะทำให้ซากสุกรสุกและยากต่อการขูดเอาขนออก

10.14457/KU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39

4.4 การขูดขน (dehairing)

4.4.1 การขูดขนด้วยมือ ใช้มีดที่คมและสะอาดขูดตามแนวขนทั่วทั้งซากสุกร และควรใช้น้ำรดขณะขูดขนจะทำให้การขูดขนง่ายขึ้น จากนั้นซากจะถูกล้างทำความสะอาดโดยใช้น้ำฉีดเพื่อล้างคราบต่างๆ ที่ผ่านจากขั้นตอนการขูดขน

4.4.2 การขูดขนด้วยเครื่องขูดขน หลังที่ซากถูกลวกน้ำร้อนครบตามระยะที่กำหนดแล้ว จะถูกนำขึ้นจากถังแช่ซากเข้าสู่เครื่องขูดขนด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนแกน ซึ่งแกนนี้จะเป็นแผ่นขูดขนทำด้วยยางค่อนข้างแข็ง สุกรจะนอนตะแคง แผ่นขูดขนจะขูดไปด้วยกำลังไฟฟ้า เมื่อเห็นว่าสะอาดดีแล้วจึงปิดเครื่อง นำเอาซากสุกรออกมาวางบนโต๊ะหรือตะแกรงที่อยู่ในระดับเดียวกัน หลังจากการขูดขนให้ทำการดึงกีบออกให้หมด และใช้มีดเปิดเอ็นร้อยหวาย เพื่อทำการแขวนซาก จากนั้นซากจะถูกทำความสะอาดโดยใช้น้ำฉีดเพื่อล้างคราบต่างๆ ที่ผ่านมาจากขั้นตอนการขูดขน โรงฆ่าสัตว์บางแห่ง จะมีเครื่องลนไฟเพื่อขจัดขนอ่อนหรือขนเส้นเล็กๆ ที่เครื่องขูดขนไม่สามารถขูดออกได้หมด วิธีนี้เป็นการช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ภายนอกซากได้

4.5 การตัดแยกหัว (head removal) การตัดแยกหัวออก ให้ใช้มีดคมและสะอาดเลาะกระดูกแทงเข้าที่ท้ายทอยตรงรอยต่อของกระโหลกศีรษะกับกระดูกคอชิ้นที่ 1 ซึ่งวิธีตัดหัวมี 2 แบบดังนี้

4.5.1 แบบตัดตรง ใช้มือดึงหูข้างหนึ่งแล้วกดลงใช้มีดตัดที่รอยต่อไปจนถึงกระดูกคอชิ้นที่ 1 ตัดตรงข้อต่อระหว่างกระโหลกกับกระดูกคอชิ้นที่ 1 แล้วหัวจะหลุดออก

4.5.2 แบบตัดโค้ง ตัดโค้งตามกระดูกขากรรไกรด้านหลัง ใช้มีดตัดบริเวณหลังหูที่เป็นบริเวณรอยต่อลงไปตามรอยต่อของขากรรไกรทั้ง 2 ข้าง ขากรรไกรจะติดอยู่กับซากส่วนหัวจะถูกแยกออกไปหัวสุกรจะต้องผ่านการตรวจจากพนักงานตรวจโรคสัตว์ หลังจากนั้นจึงล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ

4.6 การเปิดซากและการเอาอวัยวะภายในออก มีวิธีปฏิบัติดังนี้

ใช้มีดตัดหนังและคว้านรอบทวารหนัก (bung) ถ้าเป็นสุกรเพศผู้ให้แยกอวัยวะเพศผู้และถุงหุ้มลึงค์ออก เริ่มต้นด้วยการตัดแยกส่วนทวาร (รวมอวัยวะเพศผู้ ถ้ามี) ออกจากสุกรที่ถูกฆ่าแล้ว กรณีใช้มีดเปิดผ่าช่องท้อง เริ่มจากบริเวณโคนด้านในของขาหลังลงมาจนถึงอก โดยระวังไม่ให้คมมีดทิ่มทะลุลำไส้ หรืออวัยวะภายในอื่นๆ ที่ทำให้สิ่งต่างๆ ภายในทะลักออกมาปนเปื้อนซาก พนักงานจะต้องเปิดช่องท้องพอให้มือจับด้ามมีดสอดเข้าไปได้ ทำการกรีดโดยให้ปลายคมมีดหันออกด้านนอกของซาก เพื่อไม่ให้กระทบกับส่วนของอวัยวะภายในต่างๆ ผ่าลงมาอย่างช้าๆ จนถึงบริเวณอกและกล้ามเนื้อกระบังลม ซึ่งกั้นระหว่างอวัยวะระบบย่อยอาหารและระบบหายใจ จากนั้นใช้มีดเจาะและตัดอวัยวะระบบทางเดินอาหารออกจากช่องท้องก่อน ให้ไตและไขมันติดอยู่กับซาก เพื่อรอการตรวจซากภายหลังเสร็จแล้วจึงใช้มีดผ่าพังผืดที่ยึดเนื้อกระบังลมซึ่งติดอยู่กับแผงซี่โครง

10.14457/KU.the2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39

ออกก็จะเห็นอวัยวะระบบหายใจ ใช้มีดตัดหัวใจ ปอด ขั้วปอด และหลอดลม ให้หลุดออกจากซาก ตัดแยกตับออกมาต่างหาก แล้วจึงนำไปรวมกัน เพื่อรอการตรวจจากพนักงานตรวจโรคสัตว์ หลังจากนั้นล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ

4.7 การผ่าแยกซาก (carcass splitting) การผ่าซากเป็น 2 ซีก ภายหลังจากการเปิดช่องท้องเอาอวัยวะภายในออกแล้ว ใช้น้ำล้างซากให้สะอาดโดยเฉพาะบริเวณช่องท้องและช่องอก จึงเริ่มทำการผ่าซากโดยใช้เลื่อยสำหรับผ่าซาก ผ่าตามแนวกึ่งกลางของกระดูกก้นกบไปตามแนวกระดูกสันหลังจนถึงสันหลังช่วงอกและลงมาถึงกระดูกสันหลังท่อนแรกทั้งนี้การผ่าต้องระมัดระวังให้รอยผ่าอยู่ตรงกลาง เพื่อไม่ให้ไปถูกเนื้อบริเวณส่วนอื่นจะมีรอยตำหนิได้ จากนั้นควรดึงส่วนของไขสันหลังออก และให้พนักงานตรวจโรคสัตว์ทำการตรวจซาก แล้วจึงทำการล้างซากให้สะอาด

4.8 การลดอุณหภูมิซาก (chilling) ภายหลังการล้างซากให้นำซากสุกรเข้าสู่ห้องเย็นเพื่อลดอุณหภูมิซากสุกรโดยให้มีอุณหภูมิศูนย์กลางไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 ชั่วโมง และจัดเรียงซากสุกรให้ห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศไหลเวียนได้อย่างทั่วถึง โดยจัดเรียงตามระบบเพื่อให้ซากสุกรที่เข้าแช่ก่อน นำออกก่อน พนักงานต้องตรวจสอบการจัดเก็บซากสุกรในห้องนี้ตลอดเวลา พร้อมทั้งตรวจสอบอุณหภูมิของซากสุกรและอุณหภูมิห้อง แล้วจดบันทึกในรายงานการตรวจวัดอุณหภูมิ และต้องควบคุมการเข้าออกของพนักงานในห้องนี้อย่างเข้มงวด ห้ามมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในห้องเย็นโดยเด็ดขาด และห้องเย็นต้องสะอาด ไม่มีเศษของซากสุกรตกหล่นตามพื้นห้องและไม่มีน้ำขัง ซึ่งภายหลังนำซากสุกรออกจากห้องหมดแล้วต้องทำความสะอาดห้องทันที

ซึ่งกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ดังแสดงในภาพที่ 5

5. จุดวิกฤตที่ต้องมีการควบคุมตามวิธีการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร

ลักษณะสุขศาสตร์ที่สำคัญและวิธีการป้องกันโดยคำนึงถึงอันตรายของเชื้อแบคทีเรียในระหว่างกระบวนการฆ่าสุกรพบว่าจุดวิกฤตที่สำคัญที่ควรจะควบคุม (Critical Control Point; CCP) มี 3 จุดคือ จุดที่มีการเปิดผ่าซาก จุดที่มีการตรวจเนื้อโดยพนักงานตรวจโรคสัตว์ และจุดที่มีการตัดเอาหัวสุกรออก (Borch et al., 1996) ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งหากพิจารณาถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานในแต่ละจุดที่เป็นจุดวิกฤตที่สำคัญแล้วจะพบว่าเรามีวิธีที่จะสามารถลดอุบัติการณ์การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในระหว่างกระบวนการผลิตได้โดยวิธีปฏิบัติดังนี้

5.1 จุดที่มีการตัดหัวสุกร

5.1.1 การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากการตัดหัวสุกร ควบคุมโดยการปฏิบัติตามคำแนะนำ โดยให้ผู้ปฏิบัติระมัดระวังในการใช้มีดตัวหัวสุกรโดยเฉพาะการตัดผ่านบริเวณที่มีต่อมน้ำเหลือง

10.14457/KU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39

และใช้วิธีการเปลี่ยนมีดทุกครั้งหลังจากตัวหัวสุกรแต่ละตัว โดยมีดที่เปลี่ยนจะต้องผ่านการจุ่มน้ำผสมคลอรีนความเข้มข้นประมาณ 0.5 ppm เพื่อฆ่าเชื้อโรค หรือจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 85 องศาเซลเซียส

5.2 จุดที่มีการเปิดผ่าเอาเครื่องในออก

5.2.1 การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เกิดจากลำไส้ ควบคุมการปิดทวารหนักโดยใช้พลาสติกคลุมแล้วใช้หนังยางรัดเพื่อป้องกันไม่ให้อุจจาระออกมาปนเปื้อนซากในระหว่างการผ่าซากหรือชำแหละซาก

5.2.2 การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เกิดจากลิ้น คอหอย และทอนซิล ควบคุมโดยการปฏิบัติตามคำแนะนำซึ่งกระทำเช่นเดียวกันกับจุดที่มีการตัดหัวสุกร

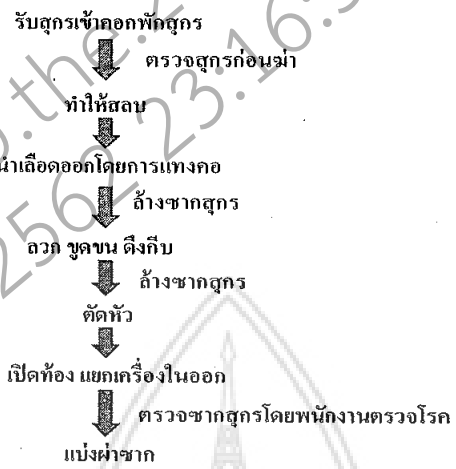
5.2.3 การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากอุปกรณ์เครื่องมือ ควบคุมโดยการฆ่าเชื้อเครื่องมือและอุปกรณ์โดยการเปลี่ยนมีดทุกครั้งที่เปลี่ยนตัวสุกร โดยการจุ่มน้ำผสมคลอรีนหรือจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 85 องศาเซลเซียส และทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเช่น แท่นวางสุกร ตะขอเกี่ยวขาสุกร สายพานลำเลียงสุกรทุกครั้งหลังจากฆ่าสุกรเสร็จในแต่ละชุดการผลิต

5.3 จุดที่มีการตรวจคุณภาพเนื้อโดยพนักงานตรวจโรคสัตว์

5.3.1 การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากการตรวจเนื้อ ควบคุมโดยการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเครื่องมือ และมือพนักงานตรวจเนื้อ โดยการล้างมือด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อและการใช้น้ำผสมคลอรีนโดยใช้ความเข้มข้น 0.5 ppm ซึ่งเท่ากับความเข้มข้นของคลอรีนที่ผสมในน้ำประปา

หากมีการเปรียบเทียบระดับความชุกของแคมไพโลแบคเตอร์ตั้งแต่ระดับฟาร์ม โรงฆ่าสุกรและเนื้อสุกรที่จำหน่ายในตลาด พบว่ามีความชุกลดลงคือ 61% 46% และ 33% ตามลำดับ (Padungtod and Kaneene, 2005) จากการศึกษาข้อมูลทางระบาดวิทยาของแคมไพโลแบคเตอร์ที่มีนักวิจัยในชาติต่างๆ ได้ทำการเก็บข้อมูลหรือทดลอง ยังไม่พบข้อสรุปที่ชัดเจน ที่แสดงให้เห็นปัจจัยเสี่ยงในการปนเปื้อนแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกร ซึ่งหากได้มีการทำงานวิจัยเพื่อหาคำตอบเรื่องปัจจัยเสี่ยงในการปนเปื้อนของแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกร จะทำให้ได้ข้อมูลในการวางแผนควบคุมป้องกันการปนเปื้อนแคมไพโลแบคเตอร์ในอนาคตต่อไป

10.14457/KKU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2566 23:16:39



ภาพที่ 5 ขั้นตอนกระบวนการฆ่าสุกรตามวิธีการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร

ตารางที่ 2 ลักษณะทางสุขศาสตร์และวิธีป้องกันจุดวิกฤตและการควบคุมโดยคำนึงถึงอันตรายของเชื้อแบคทีเรียในระหว่างกระบวนการฆ่าสุกร

ขั้นตอนกระบวนการ	Hygienic aspect	การดำเนินการป้องกัน	CP/CCP
คอกพักสัตว์	การปนเปื้อนระหว่างสัตว์	การฆ่าเชื้อและทำความสะอาด	CP
การทำให้สลบ	-	-	-
การแทงคอ	การปนเปื้อนจากเครื่องมือ	การฆ่าเชื้อและทำความสะอาด	CP
การลวก	การลดระดับการปนเปื้อนแบคทีเรียของปอด	ระยะเวลาและอุณหภูมิ	CP
การขูดขน	การปนเปื้อนจากเครื่องจักร	การฆ่าเชื้อและทำความสะอาด	CP
การเผาขน	การลดระดับแบคทีเรีย	ระยะเวลาและอุณหภูมิ	CP
การล้างซาก	การปนเปื้อนจากเครื่องจักร	การฆ่าเชื้อและทำความสะอาด	CP
การเปิดผ่าซาก	การปนเปื้อนจากลำไส้ การปนเปื้อนจากลิ้น คอหอย และทอนซิล การปนเปื้อนจากเครื่องมือ	ปิดทวารหนัก คำแนะนำการทำงาน การฆ่าเชื้อและทำความสะอาด	CCP*
การผ่าซีก	การปนเปื้อนผ่านทางเครื่องผ่าซาก	ระดับความเร็วและอุณหภูมิของน้ำ	CP
การตรวจสอบเนื้อ	การปนเปื้อนจากการตรวจสอบเนื้อ	การฆ่าเชื้อที่เครื่องมือ	CCP*
การตัดแยกหัว	การปนเปื้อนจากหัว	คำแนะนำการทำงาน การฆ่าเชื้อที่เครื่องมือ	CCP*

CP: Control Point, CCP: Critical Control Point ดัดแปลงจาก Borch et al. (1996)

* จุดที่ปนเปื้อนมากที่สุดในกระบวนการฆ่าสุกร

10.14457/KU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39

6. วิธีการตรวจหาแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกร

ในการตรวจหาแคมไพโลแบคเตอร์จากสิ่งส่งตรวจทั้งจากการป้ายเชื้อจากพื้นผิวซากและจากการป้ายเชื้อจากทวารหนัก หรือนำอุจจาระจากสัตว์ป่วย มาตรวจพิสูจน์ได้ดังนี้

6.1 การตรวจโดยตรง ด้วยการย้อมสีแกรมจากอุจจาระปกติไม่นิยมทำเพราะเนื้ออุจจาระจำนวนมากและมีโอกาสพบเชื้อได้น้อย แต่ในรายที่ถ่ายเหลวเป็นน้ำจำนวนมากและพบเม็ดเลือดขาวในอุจจาระอาจทำการย้อมสีกรัมเพื่อตรวจหาเชื้อก่อโรค ลักษณะแคมไพโลแบคเตอร์ที่จะมีลักษณะรูปแท่งโค้งหรือเป็นเกลียวสั้น แต่มักติดสีจางทำให้ยากแก่การมองเห็น การย้อมด้วยสี safranin นาน 10 นาทีหรือใช้สี carbol fuchsin แทนสี safranin ในการย้อมสีตรงข้ามอาจทำให้เชื้อติดสีได้ดีขึ้น การตรวจกรองอุจจาระโดยตรงเพื่อหาเชื้อสามารถทำได้โดยวิธี direct immunofluorescence ส่วนการตรวจอุจจาระสดด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด darkfield หรือ phase contrast สามารถใช้ดูการเคลื่อนที่ของเชื้อได้

6.2 การเพาะเชื้อ ส่วนประกอบของก๊าซที่ใช้สำหรับเลี้ยงเชื้อแคมไพโลแบคเตอร์คือ ก๊าซที่ประกอบด้วยออกซิเจน 5% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10% และก๊าซไนโตรเจน 85% การเพาะเชื้อในตู้อบเชื้อ 37 องศาเซลเซียส เหมือนแบคทีเรียทั่วไปหรือการเพาะแยกเชื้อใน candle extinction jar นั้นไม่เหมาะสมเนื่องจากมีปริมาณก๊าซออกซิเจนสูงเกินไป การเพาะเชื้อควรเลือกอาหารชนิด selective medium ที่ผสมยาต้านทานจุลชีพเพื่อช่วยแยกแคมไพโลแบคเตอร์ออกจากเชื้อประจำถิ่นในทางเดินอาหารที่อาจปนเปื้อนอยู่ในอุจจาระจำนวนมาก เช่น Cefoperazone-Vancomycin-Amphotericin (CVA) medium และ Charcoal-Cefoperazone-Deoxycholate Agar (CCDA) แต่อาหารเพาะเชื้อดังกล่าวอาจยับยั้งการเจริญของเชื้อบางสปีชีส์ที่ไวต่อยาต้านทานจุลชีพ เช่น *C. upsaliensis* ทำให้ตรวจไม่พบเชื้อได้ ควรเลี่ยงการใช้อาหารเพาะเชื้อที่ประกอบด้วย cephalothin, colistin หรือ polymyxin B เนื่องจากสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อสปีชีส์ที่พบก่อโรคในคนรวมถึง *C. jejuni, C. coli, C. fetus* และ *C. upsaliensis* (ภัทรชัย กีรติสิน, 2549)

วิธีการตรวจหาแคมไพโลแบคเตอร์ในซากสุกร เริ่มตั้งแต่การเก็บตัวอย่าง ควรเก็บตัวอย่างพื้นผิวซากสุกรในตำแหน่งที่สนใจในขนาดพื้นที่ 400 – 600 ตารางเซนติเมตร หรือในขนาดปริมาณ 25 กรัม (Ghafir et al., 2007) และเก็บไว้ในอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำมาเพาะด้วย Campylo-Line Agar (CLA) เพื่อเป็นการฟื้นคืนความสมบูรณ์ของเชื้อ (recovery) และเป็นการเพิ่มจำนวนเชื้อ (enrichment) (Pearce et al., 2003) แล้วนำมาตรวจแยกแคมไพโลแบคเตอร์ออกจากเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ ด้วยการทำ phase-contrast microscopy, hippurate hydrolysis, indoxyl acetate hydrolysis tests นอกจากนี้ยังสามารถแยกแคมไพโลแบคเตอร์ด้วยเทคนิคการกรอง (filtration method) ซึ่งทำโดยการหยดตัวอย่างอุจจาระลงบนกระดาษกรอง (cellulose acetate filter) ที่วางบน

อาหารเลี้ยงเชื้อ แคมไพโลแบคเตอร์สามารถเคลื่อนที่ผ่านรูกระดาษกรองที่มีขนาดประมาณ 0.45 ไมโครเมตร ซึ่งเชื้อแบคทีเรียทั่วไปไม่สามารถผ่านได้ แคมไพโลแบคเตอร์จะสามารถเคลื่อนลงสู่อาหารเพาะเชื้อในขณะที่เชื้ออื่นๆ ติดอยู่บนกระดาษกรอง จึงไม่จำเป็นต้องใช้อาหารเพาะเชื้อที่ผสมยาต้านจุลชีพ แต่เทคนิคนี้มีความไวต่ำเพราะจะต้องมีเชื้อในสิ่งส่งตรวจอย่างน้อย 10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และมีความยุ่งยากในการทำ (ภัทรชัย กีรติสิน, 2549)

สำหรับการจำแนกสปีชีส์ของแคมไพโลแบคเตอร์สามารถทำได้ด้วยวิธีปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (Polymerase Chain Reaction ; PCR) และการทำ PCR based Restriction Fragment Length Polymorphism method (PCR-RFLP) พร้อมทั้งทำ Pulsed-Field Gel Electrophoresis (PFGE) เพื่อวิเคราะห์ลำดับเบสของยีนจำเพาะใน 16S rRNA และใช้ไพเมอร์ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ เช่นไพเมอร์ *cadF* เพื่อตรวจหา *Campylobacter* spp. และใช้ไพเมอร์ *ceuE* สำหรับ *C. coli* และ hippuricase gene สำหรับ *C. jejuni* เป็นต้น (Cloak and Fratamico, 2002) นอกจากนี้มีการใช้เทคนิค Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) ซึ่งวิธีดังกล่าวทั้งหมดจะมีความจำเพาะในการจำแนกต่อเชื้อสูงขึ้น ส่วนการทำ Typing โดยการใช้ macro-restriction enzymes *SmaI* และ *SalI* จะเป็นการตรวจวิเคราะห์แยกชนิดแคมไพโลแบคเตอร์ว่าเป็น strain ใด (Malakauskasa et al., 2006)

การค้นหาสปีชีส์ของแคมไพโลแบคเตอร์เพื่อสืบสวนหาการระบาดของโรค ได้มีการพัฒนาใช้ Real-time PCR ในการตรวจวิเคราะห์ซึ่งทำให้ตรวจได้เร็วขึ้น (Gurtler et al., 2005) และสามารถเพิ่มสปีชีส์แคมไพโลแบคเตอร์การตรวจได้มากขึ้นเช่น *C. lari*, *C. upsaliensis* (Jensen et al., 2005) ส่วนวิธีการทดสอบทาง serology มีบทบาทน้อยในการวินิจฉัยโรคติดเชื้อแคมไพโลแบคเตอร์ แต่สามารถใช้ในการศึกษาทางระบาดวิทยา เช่น วิธี latex agglutination ซึ่งใช้ในการยืนยันเชื้อที่แยกได้จากการเพาะเชื้อ การทดสอบมีความไวสูง แต่ใช้แยกเชื้อได้เฉพาะระดับจีนัส (genus) (ภัทรชัย กีรติสิน, 2549)

10.14457/KU.the.2010.370
เมื่อ 21/02/2562 23:16:39
มหาวิทยาลัยขอนแก่น