

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เชื้อ *Campylobacter* spp.

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ

Campylobacter มาจากภาษากรีก “Kampylos” ถูกค้นพบครั้งแรกเมื่อปี 1880 โดย Theodore Escherich ซึ่งแยกเชื้อได้จากอุจจาระเด็ก (Friedman et al., 2000) คำว่า “Campylo” หมายถึง โค้ง “bacter” หมายถึง ท่อน *Campylobacter* เป็นแบคทีเรียที่ติดสีแกรมลบ มีลักษณะบาง รูปร่างโค้ง (curved shape) หรือเป็นเกลียว (spiral shape) ขนาดกว้างประมาณ 0.2 - 0.9 ไมโครเมตร และยาวประมาณ 0.5 - 5.0 ไมโครเมตร (Park, 2002) เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นการเคลื่อนที่เร็วมากเป็นเกลียวสว่าน (corkscrew - like motion) ลักษณะเซลล์มีลักษณะคล้ายปีกนก หรืออาจมีรูปร่างเป็นตัวเอส บางทีต่อกันเป็นสายยาว แต่เมื่อแบคทีเรียมีอายุมากขึ้นหรือสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศเป็นเวลานานจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นแบบทรงกลม (coccus) ซึ่งมักจะเกิดกับเชื้อที่ไม่ได้รับการเปลี่ยนถ่ายอาหาร เชื่อว่าอาจจะมีเหตุผลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อการอยู่รอด (survival) หรืออาจจะเนื่องจากเซลล์มีการเสื่อมไป (deterioration) ไม่สร้างสปอร์ มีเส้น (flagellum) ที่ปลายด้านหนึ่งหรือทั้ง 2 ด้านของเซลล์ ทำให้สามารถเคลื่อนไหวได้ อุณหภูมิที่เจริญเติบโตได้คืออยู่ระหว่าง 37 - 42°C แต่ไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 30°C อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ De Cesare et al. (2002) พบว่าเชื้อ *C. jejuni* ที่อุณหภูมิ 27°C และความชื้นสัมพัทธ์ 60 - 62% สามารถมีชีวิตรอดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง มีความไวต่อความร้อนและถูกทำลายด้วยอุณหภูมิที่ใช้ในการพลาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 55 - 60°C เชื้อจะถูกทำลายภายใน 0.21 - 2.5 นาที เช่นเดียวกับการใช้ความเย็นสามารถที่จะยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ โดยที่อุณหภูมิ -15°C จะสามารถหยุดการเจริญของเชื้อได้ แต่เชื้อที่ปนเปื้อนในเนื้อไก่สามารถมีชีวิตที่อุณหภูมิ 4°C ได้หลายสัปดาห์และอุณหภูมิแช่แข็งได้หลายเดือน เชื้อนี้ไม่สามารถเจริญที่พีเอช (pH) ต่ำกว่า 4.9 ช่วงของพีเอชที่สามารถเจริญได้อยู่ที่ 4.9 - 9.0 แต่ที่เหมาะสมในการเจริญ คือ 6.5 - 7.5 (Lake et al., 2003) เชื้อ *Campylobacter* spp. เป็นเชื้อไมโครแอโรฟิลิก (microaerophilic) ซึ่งต้องการบรรยากาศที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจน ร้อยละ 5 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 10 ปริมาณก๊าซไนโตรเจน ร้อยละ 85 แม้ว่าเชื้อ *Campylobacter* spp. จะไม่ชอบบรรยากาศที่มีออกซิเจน แต่เมื่อต้องอยู่ในสภาพอากาศดังกล่าว เชื้อยังคงมีชีวิตอยู่ได้เพราะเชื้อมีเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD), peroxidase, catalase, glutathione reductase และ glutathione synthetase เป็นเอนไซม์ที่ช่วย

ป้องกันพิษที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของออกซิเจน แต่ถ้าไม่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนเลยเชื้อก็ไม่สามารถที่จะเจริญได้เพราะเชื้อต้องการออกซิเจนในการสร้างพลังงานจากวัฏจักรเครบส์ (Keener et al., 2004) นอกจากนี้โคโลนีของ *Campylobacter* spp. มี 2 ลักษณะ คือ โคโลนีกลมมนูนสีขาวครีม ขอบเรียบ โคโลนีมีขนาดเล็กมากจนถึงปานกลาง และอีกหนึ่งลักษณะของโคโลนีจะมีลักษณะแบนสีเทาหรือไม่มีสี เนื้อละเอียด โปร่งแสง ขอบโคโลนีไม่เรียบ เจริญตามรอยเขี่ย (streak) ไม่แยกเป็นโคโลนีเดี่ยว (จรรยา สันติเมสุข, สุวณี สุภเวชย์, 2543) *Campylobacter* หลายสปีชีส์ที่ทำให้เกิดโรคได้กับคน ไม่ว่าจะเป็น *C. jejuni*, *C. coli*, *C. lari*, *C. upsaliensis* โดย *C. jejuni* เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค ร้อยละ 68 ของจำนวนผู้ป่วยที่มีการตรวจสอบ และจำนวนที่รองลงมา คือ *C. coli* (Dachet et al., 2004)

2.1.2 การจำแนกเชื้อ *Campylobacter* spp.

ในการแบ่งสายพันธุ์ (species) ของเชื้อ *Campylobacter* spp. ที่มีความสำคัญทางด้านคลินิกในมนุษย์ ได้แก่

1. *C. jejuni* เชื้อที่มีความสำคัญที่สุด เป็นสาเหตุให้เกิดโรกระบบทางเดินอาหารในคนมากที่สุดเกิดได้หลายแห่งในโลก มีลักษณะเป็นท่อนโค้งเมื่อถูกอากาศจะเปลี่ยนรูปร่างเป็นรูปกลม ต้องการบรรยากาศเป็น microaerophilic (5% O₂, 10%CO₂, 85%N₂) เจริญที่อุณหภูมิ 42°C แต่ไม่เจริญที่อุณหภูมิ 25°C จุลินทรีย์ชนิดนี้ให้ผลการทดสอบเอนไซม์ oxidase และ catalase เป็นบวก การทดสอบการต้านยาปฏิชีวนะพบว่าจะถูกยับยั้งการเจริญเติบโตด้วย nalidixic acid แต่จะต้านยา cephalothin

2. *C. coli* เป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรกระบบทางเดินอาหารได้ เช่นเดียวกับ *C. jejuni* มักจะแยกได้จากสุกรที่มีสุขภาพแข็งแรง โดยอวัยวะที่พบมากคือส่วนของลำไส้ นอกจากนี้ยังแยกเชื้อนี้ได้จากไก่และคนอีกด้วย เซลล์จะมีลักษณะท่อนโค้งเล็กๆ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.02-0.3 ไมโครเมตร มีความยาว 1.5-5.0 ไมโครเมตร เจริญที่อุณหภูมิ 42°C แต่ไม่เจริญที่ 25°C เป็น microaerophilic จุลินทรีย์นี้ให้ผลการทดสอบเอนไซม์ oxidase และ catalase เป็นบวก การทดสอบการต้านยาปฏิชีวนะพบว่าจะถูกยับยั้งการเจริญเติบโตด้วย nalidixic acid แต่จะต้านยา cephalothin

3. *C. fetus* พบครั้งแรกในโคที่มีการแท้งลูก เชื้อนี้เป็นสาเหตุให้เกิดโรคแท้งติดต่อ การติดต่อในโคมักจะติดต่อทางน้ำคืมของวัวมีอุจจาระที่มีเชื้อปนเปื้อน ลงไปในน้ำมากกว่าติดต่อกันระหว่างการผลิตพันธุ์ เซลล์จะมีลักษณะท่อนโค้งเล็ก ๆ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.02-0.3 ไมโครเมตร มีความยาว 1.5-5 ไมโครเมตร สามารถเจริญที่อุณหภูมิ 25°C แต่ไม่เจริญที่ 42°C

4. *C. laridis* เป็น Thermophilic *Campylobacter* ตัวแรกที่พบว่าสามารถต้านยาปฏิชีวนะ nalidixic acid ได้สามารถแยกเชื้อได้จากนกหลายชนิดและสัตว์อื่น ๆ บางครั้งพบในผู้ป่วย

ที่มีอาการท้องร่วง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5-5.0 ไมโครเมตร เจริญที่อุณหภูมิ 42°C แต่ไม่เจริญที่ 25°C

5. *C. hyointestinales* มีการแยกเชื้อนี้ได้จากลำไส้สุกรเป็นครั้งแรก เชื้อนี้มีลักษณะท่อนโค้งแต่เมื่อเทียบกับ *C. jejuni* จะมีความหนามากกว่าแต่มีความโค้งของเซลล์น้อยกว่า โคลินีนมักมีสีเหลือง กลม ขอบเรียบ เป็นเมือก เซลล์มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5-2.0 ไมโครเมตร สภาวะการเจริญต้องการสภาวะแบบ microaerophilic ที่มีก๊าซไฮโดรเจนด้วย เจริญที่อุณหภูมิ 25°C และ 42°C คุณสมบัติเด่นของเชื้อนี้คือมีความสามารถในการสร้างไฮโดร-เจนซัลไฟด์ได้สูงในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSI มีคุณสมบัติในการต้านยา nalidixic acid แต่ไวต่อยา cephalothin

6. *C. cinaedi* มีการแยกเชื้อนี้ได้จากตัวอย่างเลือด และ rectal swab ของชายรักร่วมเพศ ซึ่งเชื้อนี้เจริญในสภาวะ microaerophilic ที่อุณหภูมิ 37°C แต่ไม่เจริญที่อุณหภูมิ 25°C และ 42°C ไม่เจริญที่สภาวะ aerobic หรือ สภาวะ anaerobic การทดสอบการใช้เอนไซม์ catalase เป็นบวก ไม่สร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSI ไวต่อยา nalidixic acid แต่เป็นเชื้อ intermediate inhibition ต่อยา cephalothin

7. *C. cryaerophila* เป็นเชื้อที่มีความสามารถในการทนต่อสภาพบรรยากาศปกติได้ (aerotolerant *Campylobacter*) แยกได้จากลูกวัวและลูกสุกรตายหลังการคลอด ในคนสามารถแยกเชื้อได้เมื่อปี ค.ศ. 1988 ลักษณะของเชื้อเป็นท่อนโค้งแบบมีเกลียว ไม่สามารถที่จะใช้คาร์โบไฮเดรตได้ การทดสอบเอนไซม์ catalase และ oxidase เป็นบวก

8. *C. upsaliensis* เป็น Thermophilic *Campylobacter* ที่แตกต่างจาก *C. jejuni*, *C. coli* ตรงคุณสมบัติของการทดสอบการใช้เอนไซม์ catalase ให้ผลเป็นลบหรือ weak catalase reaction (ผลบวกอย่างอ่อนๆ) เชื้อแยกได้จากอุจจาระสุนัขทั้งที่สุขภาพดีและเป็นโรคท้องร่วงในคนสามารถแยกเชื้อได้เมื่อปี ค.ศ. 1989 จากเด็กที่มีอาการท้องร่วงเชื้อนี้ให้ผลการทดสอบการใช้เอนไซม์ oxidase เป็นบวก สามารถเจริญที่อุณหภูมิ 37°C และ 42°C เท่านั้น

2.1.3 แหล่งที่มาของเชื้อและการแพร่กระจายของเชื้อ

แหล่งของเชื้อโดยปกติเชื้อ *Campylobacter* spp. สามารถอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป เช่น แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นในแม่น้ำ ทะเลสาบ น้ำเสีย ปริมาณเชื้อที่พบ 10–230 CFU/100 ml (Bolton et al., 1987) และยังเป็นเชื้อประจำถิ่นของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด เช่น วัว หมู แกะ แมว สุนัข และสัตว์ปีก (Garcia et al., 1983; Schouls et al., 2003; Inglis et al., 2005; Ishihara et al., 2006) โดยเฉพาะสัตว์ปีกถือว่าเป็นแหล่งพบเชื้อ *Campylobacter* spp. มากที่สุด เพราะสัตว์ปีกมีอุณหภูมิในร่างกายที่เหมาะสมแก่การเจริญของเชื้อ โดยเชื้อ *Campylobacter* spp. จะอยู่ในทางเดินอาหารจำนวนมาก (Arimi et al., 1990; Kwiatek et al., 1990; Berndtson, 1992;

Sahin et al., 2001) โดยเฉพาะในส่วนของไส้ตัน (caecum) จะเป็นบริเวณที่เชื้อมีการเพิ่มจำนวนเป็นอันมากเนื่องจากมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ (microenvironment) และมี 1 - fucose ซึ่งเป็นสารอาหารที่เชื้อ *Campylobacter* ใช้ในการเจริญเติบโตอยู่ในเยื่อเมือกหรือ mucin (Beery et al., 1988; Hugdahl et al., 1988) เป็นที่น่าสังเกตว่าแม้ไก่จะมีเชื้ออยู่ในทางเดินอาหารจำนวนมากแต่ไก่จะไม่แสดงอาการป่วย หรือแสดงอาการป่วยน้อยมาก ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในระบบทางเดินอาหาร ไก่ $10^4 - 10^9$ CFU/g (Schoeni et al., 1992; Achen et al., 1998; Udayamputhoor et al., 2003; Bjerrum et al., 2006; Woodall et al., 2005) แต่จะไม่สามารถตรวจพบเชื้อนี้ในไก่ที่มีอายุต่ำกว่า 2 ถึง 3 สัปดาห์ อาจเนื่องจากลูกไก่ยังมีภูมิคุ้มกันที่ ได้รับถ่ายทอดมาจากพ่อแม่อยู่ (Sahin et al., 2003) ไก่ที่ขายตามร้านค้ามักจะพบการปนเปื้อนเชื้อ *Campylobacter* spp. โดยไก่ที่เพิ่งฆ่าใหม่ ๆ จะมีปริมาณเชื้อ 1.5×10^6 เซลล์ต่อซาก (Skirrow, 1991)

การแพร่กระจายของเชื้อ *Campylobacter* เข้าสู่ตัวไก่มี 2 แนวทาง คือ

1. การแพร่ระบาดแบบติดต่อทางพันธุกรรม (vertical transmission) เชื้อ

Campylobacter สามารถตรวจพบในระบบสืบพันธุ์ของไก่ อย่างไรก็ตามมีหลายรายงานการศึกษาวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการแพร่ระบาดแบบติดต่อทางพันธุกรรมนี้ไม่น่าจะเป็นสาเหตุหลักของการแพร่กระจายของเชื้อในฝูงไก่ (Giessen et al., 1992; Jacobs-Reitsma, 1995; Chuma et al., 1997; Sahin et al., 2003) เหตุผลหลักคือ เชื้อ *Campylobacter* ไม่สามารถจะมีชีวิตรอดที่บริเวณผิวของเปลือกไข่และไม่สามารถที่จะแพร่ผ่านเปลือกไข่เข้าไปเพิ่มจำนวนภายในไข่ได้ในสภาวะทั่ว ๆ ไปตามธรรมชาติ การแพร่กระจายของเชื้ออาจเกิดจากเปลือกไข่ภายนอกมีมูลไก่ที่ปนเปื้อนเชื้อติดอยู่แล้วแพร่กระจายไปยังถาดฟักไข่ จากการศึกษาของ Giessen et al. (1992) ที่สามารถแยกเชื้อ *Campylobacter* จากลูกไก่อายุ 1 วัน ได้ 2 ตัวอย่าง (2.94 %) อาจเกิดจากลูกไก่ได้รับเชื้อที่ปนเปื้อนอยู่ที่ถาดไข่ฟักหลังจากลูกไก่ฟักออกจากไข่แล้ว แต่ก็มีหลายรายงานการศึกษาวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าเชื้อ *Campylobacter* สามารถแพร่กระจายโดยผ่านทางไข่ หรือการแพร่ผ่านจากแม่สู่ลูก (Shane et al., 1986; Shanker et al., 1986; Buhr et al., 2002; Callicott et al., 2006)

2. การแพร่ระบาดแบบติดต่อจากสิ่งแวดล้อมภายนอก (horizontal transmission)

2.1 ฝูงสู่ฝูง (flock-to-flock) การแพร่กระจายของเชื้อ *Campylobacter* จากฝูงที่

ติดเชื้อไปยังฝูงใหม่ในคอกเดียวกันโดยผ่านทางวัสดุรองพื้นคอก แต่ถ้าหากมีการทำความสะอาดคอกเอาวัสดุรองพื้นคอกออกไปทิ้งและฆ่าเชื้อภายในคอกด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อหลังจากที่จำหน่ายไก่รุ่นหนึ่งออกไปแล้วและมีระยะเวลาในการพักคอกก่อนที่จะนำไก่รุ่นใหม่เข้ามาเลี้ยง ก็จะเป็นการลดการกระจายตัวของเชื้อจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ (Evans, Sayers, 2000; Petersen et al., 2001)

2.2 สิ่งแวดล้อมรอบ ๆ คอกและระบบการเลี้ยงแบบเปิด (environment and open-air range) เชื้อ *Campylobacter* สามารถมีชีวิตรอดอยู่ภายในพื้นดินรอบ ๆ คอกได้ (Bull et al., 2006) และผู้เลี้ยงไก่สามารถเป็นพาหะของเชื้อ โดยนำเชื้อเข้าสู่ฝูงไก่ภายในคอกผ่านทางรองเท้าบูท (Newell, Fearnley, 2003)

2.3 อากาศ (air) สามารถแยกเชื้อ *Campylobacter* ในอากาศทั้งจากภายในคอกและอากาศที่อยู่รอบ ๆ คอกไก่ (Bull et al., 2006) โดยเชื่อก่อนโรคนี้อาศัยอยู่ในฝุ่น (Berndtson et al., 1996) ซึ่งถือได้ว่าฝุ่นเป็นพาหะของเชื้อ (Berrang et al., 2003) อย่างไรก็ตามเชื้อ *Campylobacter* ไม่สามารถที่จะมีชีวิตรอดอยู่ได้นานในผงฝุ่นที่แห้งปราศจากความชื้น จากการศึกษาของ Saleha (2004) ไม่สามารถเพาะแยกเชื้อ *Campylobacter* จากการ swabs ฝาผนัง พื้นคอก และฝุ่นจำนวน 114 ตัวอย่าง จากฟาร์มไก่ทั้งหมด 19 ฟาร์มในประเทศมาเลเซีย และจากผลการศึกษาของ Newell et al. (2003) พบว่า บริเวณที่ตั้งพัดลมระบายอากาศภายในคอกเป็นปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้ฝูงไก่ภายในคอกติดเชื้อ และทำให้อากาศภายในคอกมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น

2.4 สัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยง (wild and domesticated animal) เนื่องจากเชื้อ *Campylobacter* ไม่สามารถจะเพิ่มจำนวนภายนอกสัตว์เลือดอุ่นได้ สัตว์ปีก วัว หมู แพะ แกะ (Oporto et al., 2007) แมว สุนัข และนกป่า รวมทั้งสัตว์ฟันแทะ ถือว่าเป็นพาหะของเชื้อ *Campylobacter* ที่สำคัญ ถึงแม้ว่าไก่จะไม่ได้ติดเชื้อจากสัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยงโดยตรง ยกเว้นการเลี้ยงในระบบโรงเรือนเปิด อุจจาระของสัตว์ที่ติดเชื้อเมื่อขับถ่ายออกมาจะเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อและแพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวไก่ (Nicholson, 2005) และมีรายงานการตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Campylobacter* ในแม่น้ำ ลำคลองและสระน้ำที่มีอุจจาระของสัตว์ปีกและสัตว์ป่าปนเปื้อนอยู่ (Friedman et al., 2000) แต่อยู่ได้ไม่เกิน 4 เดือน (Rollins, Colwell, 1986; Hazeleger et al., 1998)

2.5 แมลง (insects) แมลงโดยเฉพาะแมลงวันเป็นตัวทำให้เกิดการระบาดของเชื้อ *Campylobacter* ได้ (Skov et al., 2004) โดยตัวมันจะเป็นเครื่องมือในการแพร่กระจายเชื้อจากสิ่งแวดล้อมหรือสัตว์ไปยังฝูงไก่ (Ekdal et al., 2005; Nichols, 2005) ส่วนคนสามารถติดเชื้อได้ 2 ลักษณะ คือ

1. Direct transmission from animals การแพร่กระจายที่เกิดจากการสัมผัสโดยตรงกับสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ โดยคนเลี้ยงไก่ สัตวแพทย์ คนงานโรงงานชำแหละ พ่อค้าขายเนื้อสัตว์ ซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงในการเกิดโรค แต่ขึ้นอยู่กับระบบภูมิคุ้มกันของแต่ละคน แต่ปฏิบัติการการติดเชื้อจากการสัมผัสโดยตรงถือว่าน้อย

2. Indirect transmission from animals เป็นการระบาดของเชื้อที่มีมาจากสัตว์ผ่านตัวกลางมาสู่คน

2.1 น้ำ (water) เชื้อ *Campylobacter* spp. สามารถมีชีวิตรอดอยู่ในแหล่งน้ำที่บริเวณผิวน้ำ แม้แต่ในน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิมากกว่า 15°C (Butzler, Oosterom, 1991; Skirrow, 1991) การแพร่กระจายของเชื้อมักจะเกิดขึ้นในกรณีที่น่าน้ำที่มีการปนเปื้อนอุจจาระสัตว์ มาดื่มโดยไม่ผ่านการบำบัด (Anderson et al., 1997; Furtado et al., 1998; Melby et al., 2000; Kuusi et al., 2004; Kuusi et al., 2005)

2.2 นม (milk) การปนเปื้อนเชื้อ *Campylobacter* spp. อาจเกิดขึ้นจากการปนเปื้อนอุจจาระของสัตว์ในระหว่างการรีดนม (Doyle, Roman, 1982a; Hutchinson et al., 1985; Orr et al., 1995) การคั่นนมดิบหรือหมักที่ผ่านการให้ความร้อนไม่เพียงพอจะทำให้เกิดการติดเชื้อจาก *Campylobacter* spp. (Robinson et al., 1979; Blaser et al., 1980; Porter, Reid, 1980; Potter et al., 1983; Korlath et al., 1985; Skirrow, 1991)

2.3 เนื้อสัตว์ (red meat) การแปรรูปและขั้นตอนการตัดแต่งซาก เชื้อ *Campylobacter* spp. ที่อาศัยอยู่ในลำไส้สัตว์อาจกระจายไปยังซากสัตว์ได้ ถ้าหากไม่ทำอย่างระมัดระวัง เนื่องจากเชื้อ *Campylobacter* spp. เป็นเชื้อที่พบว่าอาศัยอยู่ในลำไส้สัตว์ไม่ว่าจะเป็น วัว และ หมู

2.4 สัตว์ปีก (poultry) โดยเฉพาะไก่ที่อายุมากกว่า 3 สัปดาห์มีอัตราการปนเปื้อนและติดเชื้อ *Campylobacter* spp. สูงมากโดยเชื้อนี้จะอยู่ในทางเดินอาหารจำนวนมาก (Arimi et al., 1990; Kwiatek et al., 1990; Berntson, 1992; Sahin et al., 2001) เป็นเหตุให้เชื้อ *Campylobacter* ปนเปื้อนไปยังซากไก่และชิ้นส่วนไก่ในขั้นตอนการการฆ่า และการตัดแต่ง (Kwiatek et al., 1990; Newell et al., 2001) มีรายงานว่า serotypes ที่แยกได้จากไก่มักจะมีความเกี่ยวข้องกับ serotypes ที่แยกได้จากคนที่ป่วยเป็นโรค campylobacteriosis

ความชุกของเชื้อ *Campylobacter* spp. ในฝูงไก่เนื้อ

มีรายงานการแพร่กระจายของเชื้อ *Campylobacter* ในฝูงไก่เนื้อของประเทศต่าง ๆ โดยมีความชุกอยู่ระหว่าง 2.9 – 90% (Perko–Makela et al., 2002; Padungtod, Kaneene, 2003; Bouwknecht et al., 2004; Hald et al., 2004) โดยเฉพาะฟาร์มที่มีระบบการเลี้ยงแบบอินทรีย์พบการปนเปื้อนของเชื้อสูงถึง 100% ดังแสดงในตารางที่ 1 สัตว์ปีกจากฟาร์มที่ติดเชื้อจะแพร่กระจายเชื้อไปยังผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ปีก โดยจะเกิดการปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนการฆ่าและในโรงฆ่า (Allen et al., 2007) ซึ่งอิทธิพลที่ทำให้ค่าความชุกของเชื้อจากประเทศต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา อายุไก่ รูปแบบการเลี้ยง (conventional, free – range, organic) วิธีการ

ตรวจหาเชื้อ (direct plating, enrichment) และชนิดของตัวอย่างที่นำมาตรวจ (caecal contents, fresh droppings, litter) เป็นต้น

ตารางที่ 1 แสดงความชุกของการปนเปื้อนเชื้อ *Campylobacter* ในฝูงไก่เนื้อ

ประเทศ	จำนวนไก่เนื้อ(ฝูง)	อัตรา การ ปนเปื้อน	รูปแบบ การศึกษา	อ้างอิง
เดนมาร์ก	4,294 (ฟาร์มมาตรฐาน)	46-50%	cloacal swabs	Hald et al., 2001; Wedderkopp et al., 2001
กรีซ	100 (ฟาร์มมาตรฐาน)	40-90%	-	Evans, Sayers, 2000
ฝรั่งเศส	24 (ฟาร์มมาตรฐาน)	79%	fresh dropping	Denis et al., 2001
เดนมาร์ก	79 (ฟาร์มมาตรฐาน) 22 (ฟาร์มอินทรีย์) 59 (ฟาร์มระบบปิด)	36.7% 100% 49.2%	ปี ค.ศ. 1998 - 1999	Heuer et al., 2001
สหรัฐอเมริกา	3 (ฟาร์มระบบเปิด)	32-68%	-	McCrea et al., 2006

การปนเปื้อนเชื้อ *Campylobacter* spp. ในโรงฆ่าไก่และร้านค้าปลีกจำหน่ายเนื้อไก่

มีรายงานการปนเปื้อนของเชื้อ *Campylobacter* ในเนื้อสัตว์ปีกกระจายไปในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก เช่น ในประเทศฝรั่งเศส พบการปนเปื้อนของเชื้อ 58%, เนเธอร์แลนด์ 61%, สเปน 49.5%, เยอรมันนี 45.9%, ญี่ปุ่น 67.9% และสหรัฐอเมริกา 70.7-98% (De Boer, Hahne, 1990; Tokumaru et al., 1991; Stern, Line, 1992; Geilhausen et al., 1996; Altekruze et al., 2004; Zhao et al., 2001; Dominguez et al., 2002) ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อ สามารถตรวจพบจำนวนเชื้อ *Campylobacter* spp. ได้ทุกช่วงการผลิตตั้งแต่ที่ฟาร์มจนกระทั่งถึงการจำหน่าย (ตารางที่ 2) ในโรงฆ่าไก่ขั้นตอนการฆ่าและการตัดแต่งซากมีผลต่ออัตราการตรวจพบเชื้อ *Campylobacter* ขบวนการขนส่งไก่จากฟาร์มมายังโรงฆ่าและขั้นตอนตั้งแต่ทำให้ไก่สลบจนถึงถอนขนมีผลทำให้การปนเปื้อนเชื้อ *Campylobacter* spp. เพิ่มขึ้นได้ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิในขั้นตอนดังกล่าวอยู่ในช่วง 32 - 40°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อ *Campylobacter* และจากการศึกษาของ

Newell et al. (2001) พบว่า กล่องบรรจุไก่จากฟาร์มไปยังโรงฆ่าที่มีเชื้อ *Campylobacter* ปนเปื้อน เป็นสาเหตุให้เชื้อแพร่กระจายไปยังฝูงไก่ที่ปลอดจากเชื้อ *Campylobacter* ได้ในระหว่างการขนส่งไก่ จากฟาร์มไปยังโรงฆ่าไก่ ระยะทาง เวลา และอุณหภูมิในการขนส่งมีผลทำให้เชื้อที่อยู่ภายในลำไส้ ไก่และปนเปื้อนอยู่ตามตัวและขนไก่เพิ่มจำนวนขึ้นได้และทำให้เชื้อแพร่กระจายไปยังฝูงไก่ที่ปลอด เชื้อได้อีกด้วย (Berrang et al., 2004) ในขั้นตอนการลวก (scalding) ที่ใช้อุณหภูมิ 50 - 62°C นาน 1-2 นาที ถึงแม้ว่าอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวจะสามารถฆ่าเชื้อ *Campylobacter* ได้ แต่ยังมีเชื้อบางส่วน ยังคงหลงเหลืออยู่ทำให้เชื้อสามารถแพร่กระจายจากไก่ตัวหนึ่ง ไปยังอีกตัวหนึ่ง (Kwiatk et al., 1990) ในขั้นตอนการถอนขนเชื้อที่ยังหลงเหลืออยู่ตามตัวไก่และขนไก่จะปนเปื้อนที่เครื่องถอนขน เมื่อขนไก่หลุดรูดยังไม่ปิดทันทีทำให้เชื้อ *Campylobacter* ที่ปนเปื้อนอยู่ที่ขนและเครื่องถอนขน แพร่กระจายไปยังผิวหนังและรูขนไก่และในขั้นตอนทำให้ซากไก่เย็น (chilling) เป็นการแช่ซากใน น้ำเย็นอุณหภูมิ 1 - 4°C ซึ่งทำให้เชื้อที่บริเวณผิวหนังไก่ลดลง รูขนปิด ในขณะที่อุณหภูมิ ดังกล่าวเชื้อ *Campylobacter* ไม่สามารถเจริญได้ ทำให้อัตราการตรวจพบเชื้อลดลง (Wempe et al., 1983; Gill, Bryan, 1993) ขั้นตอนเอาเครื่องในออกจากซาก (evisceration) ถ้าไม่ระมัดระวังทำให้ ลำไส้แตกสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้ซึ่งอาจมีเชื้อ *Campylobacter* ปนเปื้อนอยู่สามารถกระจายไปยังซากไก่ ได้ สำหรับขั้นตอนการตัดแต่งซากไก่เป็นชิ้นส่วนจะเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจากไก่ตัวหนึ่ง ไปอีก ตัวหนึ่งและจากชิ้นส่วนหนึ่งไปยังไก่อีกชิ้นส่วนหนึ่งโดยผ่านทางมือคนงาน, มีด, เขียง และอุปกรณ์ ต่าง ๆ ที่ใช้ เชื้อ *Campylobacter* ที่อยู่ในรูขนอาจหลุดออกในขณะที่ตัดแต่ง หรือหัน ทำให้อัตราการ ตรวจพบเชื้อ *Campylobacter* จากชิ้นส่วนไก่สูงขึ้น และพบว่า การแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18°C ทำให้อัตราการพบเชื้อนี้ลดลง แต่อย่างไรก็ตามเชื้อ *Campylobacter* ยังสามารถมีชีวิตอยู่ ณ อุณหภูมิ ดังกล่าวได้ (Food and Agriculture Organization/ World Health Organization [FAO/WHO], 2002; FAO/WHO, 2003)

ตารางที่ 2 ความชุกของเชื้อ *Campylobacter* และสัดส่วนจำนวนเชื้อที่พบในขบวนการผลิตและแปรรูปไก่เนื้อ

แหล่งการปนเปื้อน	ความชุกของเชื้อ	จำนวนเชื้อ (CFU/g)	อ้างอิง
ฟาร์ม	87.5% ^a 62% ^b 96.4% ^c	3 log ₁₀ – 9 log ₁₀ ^b จีไก่, 4.93 log ₁₀ ^c จีไก่, 5.16 log ₁₀ ^c	^a Stern et al. (2001) ^b Byrd et al. (1998b) ^c Stern, Robach (2003)
การขนส่ง	0 ชม.: อคอาหาร, 0% ^b 0 ชม.: อคอาหาร, 90% ^d 8 ชม.: อคอาหาร, 85% ^b 8 ชม.: อคอาหาร, 92% ^d	จีไก่, 6 log ₁₀ ^c ไส้ตัน, 6.5 log ₁₀ ^f ไส้ตัน, 7.3 log ₁₀ ^g กระเพาะพัก, 4.7 log ₁₀ ^h	^d Northcutt et al. (2003) ^c Oosterom et al. (1983) ^f Achen et al. (1998) ^g Berrang, Dickens (2000)
การลวก	ก่อนลวก: ขน, 77.5% ^h ก่อนลวก: ผิวหนัง, 52.5% ^h	ก่อนลวก: ขน, 5.4 log ₁₀ ^g ก่อนลวก: ขน, 7.4 log ₁₀ ^h ก่อนลวก: ผิวหนัง, 3.8 log ₁₀ ^g ก่อนลวก: ผิวหนัง, 6.6 log ₁₀ ^h ผิวหนัง, 6 log ₁₀ ^j	^h Kotula, Pandya (1995) ⁱ Barnes (1976) ^j Wikerson et al. (1961) ^k Bashor et al. (2004) ^l Willis, Murray (1997)
การถอนขน	90% ⁱ	8 log ₁₀ ⁱ	^m Kanenaka (2002)
การล้างเครื่องใน	ไก่อายุ 42 วัน, 100% ^d ไก่อายุ 56 วัน, 96% ^d	กระเพาะพัก, 3.5 log ₁₀ ^f ไก่อายุ 42 วัน, 2.7 log ₁₀ ^d ไก่อายุ 56 วัน, 2.0 log ₁₀ ^d	
การล้างซาก	ก่อนล้าง, 87% ^k หลังล้าง, 80% ^k	ก่อนล้าง, 4.78 log ₁₀ ^k หลังล้าง, 4.3 log ₁₀ ^k	
การแช่แข็งซาก	ก่อนแช่, 99% ^d หลังแช่, 21-41% ^a , 83% ^d	ก่อนแช่, 4.75 log ₁₀ ^c , 2.9 log ₁₀ ^d หลังแช่, 3.03 log ₁₀ ^c , 1.6 log ₁₀ ^d	
การบรรจุจำหน่าย	69% ^l	4.64 log ₁₀ ^m	



นอกจากนี้ยังมีรายงานการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อ *Campylobacter* spp. ในผลิตภัณฑ์สัตว์ปีกจากประเทศต่าง ๆ ทั้งในยุโรป เอเชีย และอเมริกา โดยอัตราการปนเปื้อนเชื้อที่พบอยู่ระหว่าง 3.7 – 68% ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การปนเปื้อนเชื้อ *Campylobacter* ในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่ในประเทศต่าง ๆ

ประเทศ	ชนิดผลิตภัณฑ์	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่เป็นบวก	% ที่พบเชื้อ <i>Campylobacter</i>
ไต้หวัน	ไก่ทั้งตัว	22	15	68
	หน้าอก, น่อง, ปีก	17	9	53
	ตับ, กิ่ง	15	9	60
ไอร์แลนด์เหนือ	ปีกไก่	153	99	65
	ชิ้นส่วนไก่	120	46	38
ญี่ปุ่น	สัตว์ปีกภายในประเทศ	87	17	19.5
อียิปต์	ตับไก่	50	20	40
	ตับเป็ด	50	18	36
	ไก่วง	50	15	30
เบลเยียม	ชิ้นส่วนไก่และไก่วง	60	24	40
เม็กซิโก	ไก่	92	33	36
สวิสเซอร์แลนด์	ตับสัตว์ปีกสด	139	43	31
	ตับสัตว์ปีกแช่แข็ง	144	23	16
ฝรั่งเศส	ไส้กรอกสัตว์ปีก	115	12	10
สหรัฐอเมริกา	ตับไก่	117	56	48

ที่มา: คัดแปลงจาก Lake et al. (2003)

ในประเทศไทย ศศิธร คณะรัตน์ และคณะ (2547) รายงานการปนเปื้อนของเชื้อ *C. jejuni* และ *C. coli* ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ พบว่าโรงฆ่าไก่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *C. jejuni* และ *C. coli* มากที่สุด คือ 100% และอัตราการแพร่ระบาดระหว่างฝูงเท่ากับ 34.13% และค่าเฉลี่ยอัตราการแพร่ระบาดระหว่างฝูงไก่กระทงเท่ากับ 51.46% ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การปนเปื้อนของเชื้อ *C. jejuni* และ *C. coli* ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ในประเทศไทย

ชนิดสัตว์	แหล่งที่มา	% การปนเปื้อนเชื้อ
ไก่เนื้อ	ฟาร์มพ่อ – แม่พันธุ์	38.85
	โรงฟักไข่	9.38
	โรงเรือนเลี้ยงไก่	34.13
	โรงฆ่าไก่	100
	โรงงานแปรรูปไก่	13.05

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศศิธร คณะรัตน์ และคณะ (2547)

2.1.4 การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Campylobacter*

Campylobacter เป็นแบคทีเรียใน family Campylobacteraceae ส่วน *Campylobacter* ชนิดที่สำคัญที่ก่อโรคร่วมใหญ่ในคน คือ *C. jejuni* subsp *jejuni* และ *C. coli* สร้างพลังงานโดยอาศัย tricarboxylic acid (TCA) cycle และ electron transport (ETS) แต่เนื่องจากไม่มี superoxide dismutase ที่ทำหน้าที่ในการทำลาย superoxide radical แต่ว่ามี catalase ในการทำลาย hydrogen peroxide (H_2O_2) ดังนั้น *Campylobacter* ที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษในคนจึงเป็นชนิดที่ทนออกซิเจนได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น (microaerophilic) (Nachamkin et al., 1993; Stern, 1992)

การแยกเชื้อ *Campylobacter* จาก caecal content ของไก่โดยวิธี propagational culture โดยการเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ enrichment broth ที่นิยมได้แก่ Bolton broth และ Brucella broth ที่มีการเติมสารปฏิชีวนะ เช่น vancomycin, cyclohexamide และ cefoperazone เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น และบ่มไว้ที่อุณหภูมิ $37^{\circ}C$ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ในสภาวะออกซิเจนต่ำ ($5\% O_2$, $10\% CO_2$, $85\% N_2$) หลังจากนั้นป้ายเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง mCCDA และบ่มไว้ที่อุณหภูมิ $37^{\circ}C$ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ในสภาวะออกซิเจนต่ำทดสอบโคโลนีที่สงสัยด้วยการย้อมสีแกรม ส่องกล้องจุลทรรศน์ดูรูปร่างและการเคลื่อนที่ ลักษณะ โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง และการทดสอบลักษณะทางชีวเคมี (biochemical test) ได้แก่ oxidase test, catalase test, aerobic culture test, growth at $25^{\circ}C$ และ $42^{\circ}C$, nalidixic acid และ cephalothin sensitivity test (Donnison, 2003; Nachamkin et al., 1993) ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางชีวเคมีบางประการของเชื้อ *Campylobacter* spp.

Characteristics	<i>C. jejuni</i>	<i>C. coli</i>	<i>C. laridis</i>	<i>C. upsaliensis</i>
Morphology	small curved bacilli	small curved bacilli	small curved bacilli	small curved bacilli
Motility	typical	typical	typical	typical
Gram's strain	negative	negative	negative	negative
Oxidase test	+	+	+	+
Catalase test	+	+	+	+
Growth at 25°C	-	-	-	-
Growth at 42°C	+	+	+	+
Hippurate	+	-	-	-
Nalidixic acid	s	s	r	s
Cephalothin	r	r	r	s

Note: (+) = positive, (-) = negative, s = sensitive, r = resistant

ที่มา: คัดแปลงจาก Nachamkin et al. (1993); Donnison, (2003)

2.1.5 การก่อโรคของเชื้อ *Campylobacter*

ในคน

สาเหตุของการติดเชื้อ *Campylobacter* spp. ในต่างประเทศพบว่า มักเกิดจากการบริโภคเนื้อไก่ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ (Deming et al., 1987) ซึ่งกลไกการก่อโรคที่เกี่ยวข้องกับ *Campylobacter* spp. มี 3 อย่าง คือ

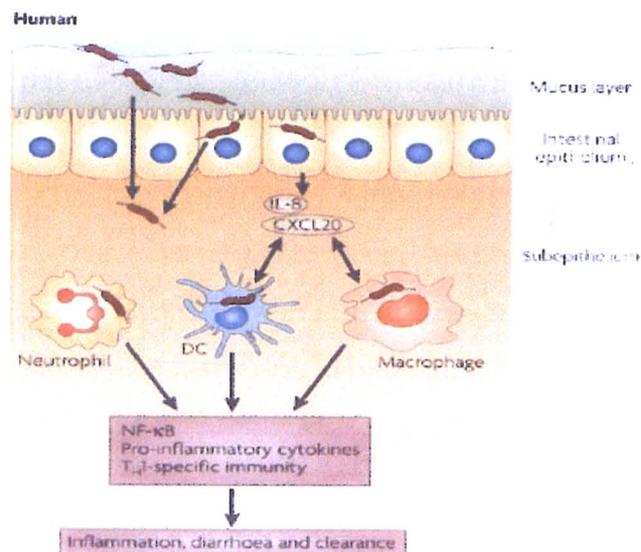
1. Invasiveness หมายถึง การแทรกผ่าน (penetration) และการเพิ่มจำนวน (proliferation) บริเวณลำไส้เล็กเป็นสาเหตุให้ถ่ายเป็นเลือด (bloody diarrhea) ในบางคน บริเวณที่เกิดการติดเชื้อมากที่สุด คือ ปลาย ileum และตรงส่วนลำไส้ใหญ่ มีการเกิดแผลใน lamina propria และตรงส่วน crypt จะเกิดการบวมเป็นลักษณะอาการเหมือนกับโรคที่ติดเชื้อจาก *Shigella* spp. และ *Salmonella* spp.

2. Toxin Production *C. jejuni* สามารถสร้างสารพิษและกลไกการก่อโรคที่เกี่ยวข้องคือ

2.1 Cytotoxin *C. jejuni* สร้าง cytotoxin ที่มีผลต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ cytotoxin เป็น heat labile และถูกย่อยด้วย trypsin แต่ neutralize ด้วย antiserum ที่ใช้ neutralize Shiga-like toxin I และ II

2.2 Enterotoxin การเกิดอาการท้องร่วง (diarrhea) เกิดจาก enterotoxin ซึ่งเป็น heat-labile toxin ไปกระตุ้น cyclic AMP ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและเกลือแร่ โครงสร้างและผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของ host จะคล้ายกับ cholera toxin และ *E. coli* heat-labile toxin (LT)

3. Translocation ในการเคลื่อนที่ จุลินทรีย์จะแทรกผ่านผนังลำไส้เล็กทำให้เกิดการทำลาย lamina propria และ mesenteric lymph nodes การยึดเกาะกับผนังลำไส้เชื้อจะใช้เส้น (flagella) หรือใช้ outer membrane (เกษแก้ว เพียรทวีชัย, 2533)



ภาพที่ 1 แสดงกลไกการก่อโรคของเชื้อ *Campylobacter* ในคนที่มา: Young et al. (2007)

จากรูปภาพที่ 1 กระบวนการก่อโรคขั้นแรก เชื้อ *Campylobacter* จะเคลื่อนที่ผ่านชั้นเมือก (mucous) ของลำไส้จากนั้นโปรตีนที่ผิวเซลล์ขนาดน้ำหนักโมเลกุล 37 kDa ที่ชื่อ CadF (*Campylobacter* adhesion to fibronectin) ซึ่งถูกกำหนดด้วยยีนก่อโรค *cadF* จะจับกับ fibronectin (Konkel et al., 1997) แล้วจึงสังเคราะห์และขับโปรตีน Cia (*Campylobacter* invasion antigen)

เหนี่ยวนำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของร่างกายและ actin ยื่นโครงสร้างโอบรับ *Campylobacter* เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การรุกรานเซลล์ (invasion) ภายหลังจากกระบวนการนี้เซลล์ร่างกายที่รับ *Campylobacter* จะหลั่งสาร IL-8 (Interleukin 8) ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ทำให้เกิดการอักเสบของร่างกาย (inflammatory response) เช่น เกิดอาการไข้ อ่อนเพลีย อาเจียน ทำให้เกิดการดึงดูดเม็ดเลือดขาว เช่น leukocytes มาที่ตำแหน่งที่เกิดการรุกรานเซลล์ จากนั้นจะเกิดการตายของเซลล์ซึ่งจะมีผลต่อการแพร่กระจายของ *Campylobacter* ไปยังเซลล์อื่นของร่างกาย (Konkel et al., 1992; Hald et al., 2001)

การเคลื่อนไหว (motility) และแส้ (flagella) ที่อยู่ปลายทางด้านหนึ่งหรือสองด้านของ *Campylobacter* เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ *Campylobacter* สามารถเข้าสู่เซลล์ (invasion) และเคลื่อนที่ไปยังเซลล์อื่น ๆ ของร่างกาย *Campylobacter* จะสร้างเอนเทอโรท็อกซินเข้าไปใน mucosa ของลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ toxin จะไปกระตุ้นการหลั่งของน้ำทำให้อุจจาระร่วงเป็นน้ำ และ *Campylobacter* ที่ไชเข้าไปในเยื่อเมือก mucosa จะทำให้ลำไส้ใหญ่อักเสบ ทำให้เกิดการปวดท้องอย่างรุนแรงโดย *Campylobacter* จะเข้าไปเพิ่มจำนวนในลำไส้เล็ก ส่วน jejunum, ileum และลำไส้ใหญ่ ส่วน colon ผิว mucosa จะบวมน้ำและมีลักษณะเป็นแผลเปื่อย มีการอักเสบมีหนอง เมื่อถ่ายอุจจาระจะมีมูกเลือดปน

การระบาดของเชื้อ *Campylobacter* มีรายงานผลการสำรวจจำนวนคนป่วยด้วยโรค campylobacteriosis เพิ่มสูงขึ้น ในช่วงศตวรรษที่ 19 โดยพบผู้ป่วยจำนวน 200,122 คน จาก 22 ประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป และ 2 ประเทศที่อยู่นอกสหภาพยุโรป ในปี ค.ศ. 2005 (EFSA, 2006) มีอุบัติการณ์ของจำนวนผู้ป่วยด้วยโรค campylobacteriosis โดยเฉลี่ย 51.6 ต่อประชากร 100,000 คน สาเหตุหลักมาจากการบริโภคเนื้อไก่ที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *Campylobacter* ซึ่งอุบัติการณ์ของจำนวนผู้ป่วยด้วยโรค campylobacteriosis จะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนผู้ป่วยด้วยโรค campylobacteriosis ต่อประชากร 100,000 คน

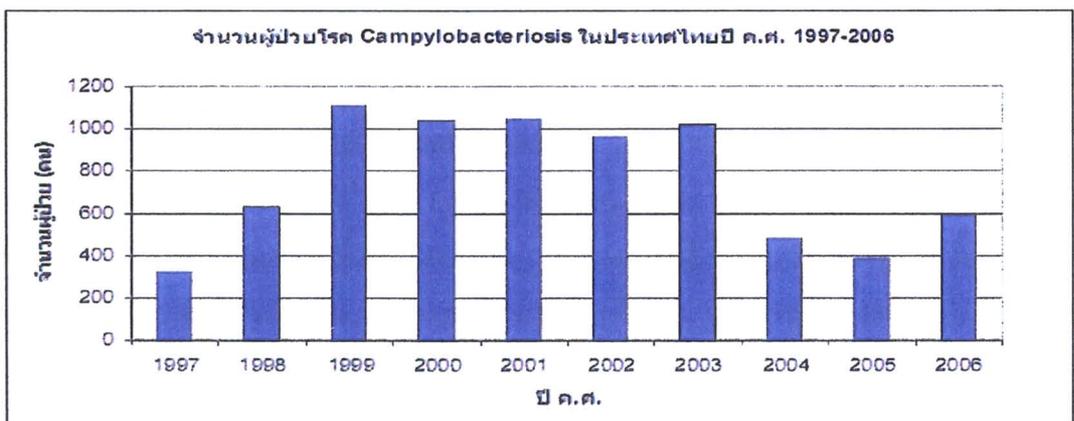
ประเทศ	จำนวนผู้ป่วยต่อ 100,000 คน	อ้างอิง
โปแลนด์	0.1	EFSA, 2006
ฝรั่งเศส	3.3	EFSA, 2006
กรีซ	302.7	EFSA, 2006
ไอร์แลนด์	43.6	EFSA, 2006
เนเธอร์แลนด์	46.2	EFSA, 2006
นอร์เว	57.1	EFSA, 2006
สวีเดน	66.2	EFSA, 2006
เดนมาร์ก	68	EFSA, 2006
ฟินแลนด์	76.4	EFSA, 2006
สหราชอาณาจักร	88.5	EFSA, 2006
ออสเตรเลีย	125	Vally et al., 2005
สหรัฐอเมริกา	14	Vally et al., 2005
นิวซีแลนด์	400	Baker et al., 2006

CDC (2003) ได้รายงานผลการสำรวจคนป่วยจากการติดเชื้อ *Campylobacter* จำนวน 40,000 คน พบว่า 50 – 70% ของผู้ป่วยมีสาเหตุมาจากการรับประทานไก่ โดยเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี และผู้ใหญ่ที่มีอายุตั้งแต่ 15 – 25 ปีรวมทั้งผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องมีความเสี่ยงที่จะเจ็บป่วยจากเชื้อนี้มากที่สุด อัตราการตายของผู้ป่วยจากการได้รับเชื้ออยู่ที่ 680 – 730 รายต่อปี นอกจากนี้ยังมีรายงานเกี่ยวกับอุบัติการณ์ของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ *Campylobacter* จากการบริโภคเนื้อไก่หรือกินอาหารที่มีเนื้อไก่เป็นส่วนประกอบที่ผ่านความร้อนไม่เพียงพอ ในหลาย ๆ ประเทศดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 อุบัติการณ์ของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ *Campylobacter* จากการบริโภคเนื้อไก่

ประเทศ	ปี	จำนวนผู้ป่วย	สาเหตุ	อ้างอิง
อิตาลี	2002	10,169	เนื้อไก่	Nadeau et al., 2001 United States Department of Agricultural, 2006
		20,337	เนื้อไก่	
เดนมาร์ก	2003	30,000-40,000	เนื้อไก่สด, แชนจ์	Rosenquist et al., 2002
เนเธอร์แลนด์	2004	79,000	สลัดที่มีเนื้อไก่เป็นส่วนประกอบ	Nauta et al., 2007
อังกฤษ	2005	175,000	ผลิตภัณฑ์จากไก่	Adak et al., 2005
เบลเยียม	2006	70,560	เนื้อไก่สด, แชนจ์	Uytendale et al., 2006
เยอรมนี	2008	230,000	เนื้อไก่สด, แชนจ์	Brynstad et al., 2008

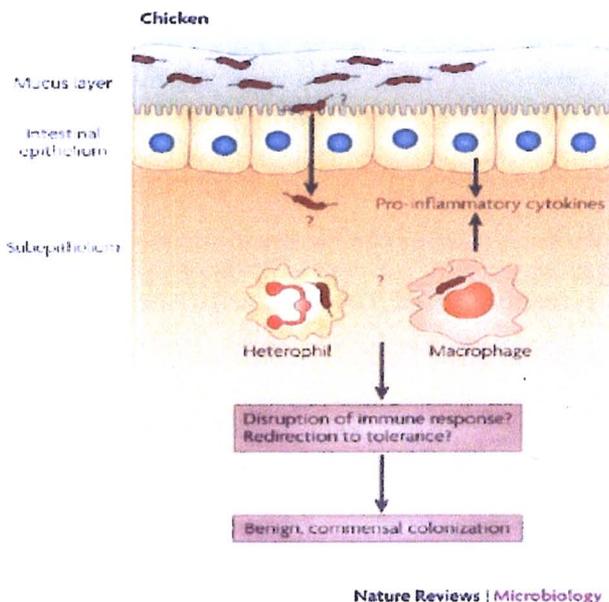
ในประเทศไทยมีการรายงานข้อมูลการป่วยด้วยโรค campylobacteriosis ในช่วงปี ค.ศ. 1997 – 2006 โดยพบว่า มีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นในช่วง 7 ปีแรก และลดจำนวนลงในช่วง 3 ปีหลัง (รูปภาพที่ 2) ซึ่งเด็กทารกเป็นกลุ่มที่มีการติดเชื้อ *Campylobacter* มากที่สุด โดยพบการติดเชื้อ 14 รายในประชากรทุก ๆ 100,000 รายต่อปี และเมื่ออายุมากขึ้นพบว่าการติดเชื้อลดลง (Altekruse et al., 2004)



ภาพที่ 2 แสดงจำนวนผู้ป่วยด้วยโรค campylobacteriosis ในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1997-2006

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก The Swedish Institute for Infectious Disease Control (2007)

ในไก่



ภาพที่ 3 แสดงกลไกการก่อโรคของเชื้อ *Campylobacter* spp. ในไก่

ที่มา: Young et al. (2007)

จากรูปภาพที่ 3 ไก่ติดเชื้อที่ปนเปื้อนในอาหาร น้ำ หรือจากอุจจาระของสัตว์ที่ป่วยแบบเรื้อรัง ซึ่งจะเป็นตัวแพร่โรคไปสู่สัตว์ที่มีภูมิคุ้มกันอ่อนแอ เชื้อ *Campylobacter* เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารของไก่ เชื้อจะเคลื่อนไหวไปมาบนผิว mucus layer ของ epithelial cells ของลำไส้เล็กและไส้ตัน มีการเพิ่มจำนวนเชื้อเป็นจำนวนมากในบริเวณเยื่อเมือก mucosa นี้ โดยปราศจากการยึดเกาะ (adhesion) และไม่มีการรุกรานเซลล์ (invasion) ในกากอาหารในไส้ตัน (caecal contents) สามารถตรวจพบปริมาณเชื้อ $10^4 - 10^8$ CFU/g (Schoeni, Doyle, 1992; Achen et al., 1998; Woodall et al., 2005) ไก่ที่ติดเชื้อหรือมีเชื้อจะไม่แสดงอาการป่วยหรือล้มตายแต่สามารถถ่ายเชื้อออกมาได้ทางอุจจาระตลอดอายุขัยของไก่ นอกจากนี้เชื้อจะมีการเพิ่มจำนวนในส่วนของลำไส้เล็กและไส้ตันแล้วยังสามารถตรวจพบในทางเดินอาหารส่วนอื่น ๆ รวมทั้งจากม้าม (spleen) และตับด้วย (liver) (Achen et al., 1998; Beery et al., 1988)

2.1.6 อาการของโรค

ในคน

ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของเชื้อ จำนวนเชื้อที่ได้รับ ภูมิคุ้มกันของโฮสต์ ปริมาณเชื้อที่คาดว่าจะทำให้ป่วย (infective dose) 10 ถึง 500 เซลล์ (Rosenquist et al., 2003; Ridley et al., 2004) ระยะฟักตัวของโรค 2 - 7 วัน (International Association of Milk, Food and Environmental sanitarians[IAMFES], 1999) ระยะป่วย 1 - 4 วัน อาการหลักของแคมไพโลแบคทีเรียโอซีต (campylobacteriosis) นั้นคล้ายกับกลุ่มแบคทีเรียลำไส้อื่น ๆ ตั้งแต่การสร้าง enterotoxin ที่คล้าย cholera toxin สร้าง cytotoxin ที่ทำให้ถ่ายเป็นเลือด (bloody diarrhoea) ปวดท้อง ถ่ายเหลวและมักจะมึนุกเลือดปน ปวดหัว ปวดกล้ามเนื้อ เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน (IAMFES, 1999) นอกจากนี้ยังมีรายงาน ผู้ป่วย 1 ใน 1,000 คนที่ติดเชื้อ *Campylobacter* มักจะมีอาการเป็นโรค Guillain-Barre syndrome (GBS) ที่ทำให้เกิดอาการอักเสบของระบบเยื่อประสาท มีไข้ ปวดบวม เกิดอาการอ่อนแรงที่นำไปสู่อาการเปลี่ยน ไม่สามารถควบคุมระบบการทำงานของร่างกายได้ มีลักษณะคล้ายกับเป็นโรคโปลิโอ (Butzler, 2004) นอกจากนี้คนที่ติดเชื้อ *Campylobacter* ก็อาจเป็นโรค autoimmune อื่น ๆ เช่น Miller Fisher syndrome (MFS) และ Reiter's syndrome ซึ่งเป็นอาการของไขข้ออักเสบ อัตราการตายจากการติดเชื้อประมาณ 2-3% (Allos, 1997)

ในไก่

อาการในไก่มักเกี่ยวเนื่องกับการที่สัตว์มีความเครียดจากสิ่งแวดล้อมหรือติดโรคอื่น ๆ ที่มีผลการกดภูมิคุ้มกัน ในลูกไก่เกิดใหม่จะมีอัตราการตายสูงเกินกว่าปกติ บางตัวน้ำหนักลด ไม่สดชื่น เชื่องซึม หงอนตลกสะเก็ด หงิกงอ บางตัวท้องเสีย แยกตัวออกจากฝูง อัตราการตายประมาณ 2-15%

2.1.7 ประชากรกลุ่มเสี่ยง (susceptible population)

โดยผลการศึกษาในประเทศที่พัฒนาแล้ว มีการระบาดเป็นแบบระดับท้องถิ่น (sporadic) แพร่ระบาดมากในฤดูร้อน กลุ่มเสี่ยงต่อความเจ็บป่วยจาก *Campylobacter* มี 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่มเด็กที่มีอายุไม่เกิน 4-5 ปี และกลุ่มผู้ใหญ่อายุประมาณ 20-30 ปี (Tauxe et al., 1988) ส่วนในประเทศที่กำลังพัฒนา มีการระบาดเป็นแบบภูมิภาค (hyperendemic) การเกิดโรคจะเกิดขึ้นในเด็กที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี (Echeverria et al., 1994; Bodhidata et al., 2002) มากที่สุด คือ เด็กอายุ 2 ปี (เกษแก้ว เพียรทวีชัย, 2533) ในประเทศไทย Varavithya et al. (1990) ได้ทำการศึกษาระบาดวิทยาของโรคอุจจาระร่วงในเด็กไทยยากจนอายุต่ำกว่า 5 ปี ในช่วงเวลา 1 ปี พบว่า อัตราการติดเชื้อสองอันดับแรก คือ *Salmonellae* คิดเป็น 13% และ *C. jejuni* คิดเป็น 12%

2.1.8 การดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อ *Campylobacter* spp.

อัตราการพบเชื้อ *Campylobacter* สายพันธุ์ที่ดื้อยาเพิ่มมากขึ้น ในประเทศที่กำลังพัฒนาที่มักจะใช้ยาปฏิชีวนะที่ไม่ถูกต้อง ใช้ยาในปริมาณที่เกินกำหนด ในปี ค.ศ. 1994 มีการศึกษาแยกเชื้อจากทหารสหรัฐอเมริกา ที่ทำงานในหน่วยงานทางทหารในกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย พบว่าเชื้อ *Campylobacter* (*C. jejuni*) ที่แยกได้มีการดื้อต่อยา ciprofloxacin ซึ่งเป็นยาที่ใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อในคน ในขณะที่การแยกเชื้อจากทหารสหรัฐอเมริกาที่ภาคใหญ่ พบว่ามีการดื้อต่อยา azithromycin แต่ในประเทศอุตสาหกรรม พบว่าเชื้อ *Campylobacter* (*C. jejuni*) ที่แยกได้จะดื้อต่อยา fluoroquinolone ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการรักษาโรคในไก่และมีการแพร่ระบาดมาสู่คน เนื่องจากมีความใกล้เคียงของสายพันธุ์จากไก่และคนนอกจากนี้สายพันธุ์ที่แยกได้จากคนยังสามารถดื้อต่อยา fluoroquinolone ซึ่งการสำรวจนี้ทำในมลรัฐมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา (Altekruse et al., 2004) ในขณะที่ Oyofa et al. (2002) ได้ศึกษาการแพร่ระบาดของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วงในประเทศอินโดนีเซียพบว่า *C. jejuni* เป็นสาเหตุของโรคด้วยและเชื้อที่แยกได้ทนต่อยาปฏิชีวนะในกลุ่ม quinolone

2.1.9 การควบคุมป้องกัน

การควบคุมและป้องกันเชื้อ *Campylobacter* ในคอกไก่เนื้อให้ได้ผลเป็นการยากมาก แม้ว่าจะใช้วิธีการที่เข้มงวดเนื่องจากเชื้ออยู่ในลำไส้ อาจติดมากับรองเท้าของคนที่เข้าออกคอก จากพื้นดิน เครื่องใช้ภายในฟาร์ม แมลงสาบ หนู นก สัตว์เลี้ยง ดังนั้นวิธีการลดจำนวนเชื้อภายในลำไส้ให้เหลือน้อยที่สุดเพื่อที่จะไม่ให้เชื่อดังกล่าวมาก่อปัญหาให้กับคนหรือสัตว์ได้ Butzler, Oosterom (1991); Skirrow (1991) ได้แนะวิธีการป้องกันการติดเชื้อ *Campylobacter* spp. ไว้ดังนี้

1. ฉายรังสีเนื้อที่จะนำมาบริโภคเพื่อลดจำนวนเชื้อลงสำหรับบุคคลกลุ่มเสี่ยงสูง เช่น เด็ก, ผู้สูงอายุ และผู้ป่วยในโรงพยาบาล
2. ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสของเนื้อสัตว์ปิ้งกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ
3. การใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการประกอบอาหาร
4. ไม่ควรรับประทานอาหารดิบที่ไม่ผ่านความร้อน
5. ป้องกันการติดเชื้อไก่ตั้งแต่อยู่ในฟาร์ม

2.2 สารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพร

2.2.1 การสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรและผลของพืชสมุนไพรต่อการยับยั้งและทำลายจุลชีพ

สมุนไพรที่ใช้ศึกษา ได้แก่ พืชสมุนไพร 60 ชนิด ที่มีรายงานว่ามีการสกัดสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อชนิดต่าง ๆ ได้ ซึ่งการออกฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลชีพ (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2541) ได้แก่ แก้วอาการท้องเสีย แก้วอักเสบ ฆ่าเชื้อ ต้านอนุมูลอิสระ ต่อด้านแบคทีเรีย เป็นสารเสริมภูมิคุ้มกัน สารฆ่าพยาธิภายในและภายนอก มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อ *Salmonella* และ *E. coli* แต่เกี่ยวกับเชื้อ *Campylobacter* มีค่อนข้างน้อย เช่น สารสกัดจากกล้วยด้วย 70% เอทานอล ความเข้มข้น 250 มก./มล. สามารถยับยั้งเชื้อ *Vibrio cholerae*, *E. coli* (Scott et al., 1949) สารสกัดน้ำและเอทานอลจากใบฝรั่ง ความเข้มข้น 20 มก./มล. มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *E. coli* 6 สายพันธุ์, *Salmonell Typhi*, *V. cholerae* เมื่อทดสอบด้วยวิธี disc diffusion (จริยา สันติสุข และคณะ, 2532) สารสกัด 95% เอทานอลที่ความเข้มข้น 250 มก./มล. เมื่อทดสอบในงานเพาะเลี้ยงเชื้อมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* (Sankaranarayanan, Jolly, 1993) สารสกัดผลมะขามด้วยแอลกอฮอล์มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Bacillus substilis* (Ahmad et al., 1998) สารสกัด 95% เอทานอลจากเปลือกผลทับทิมความเข้มข้น 1.25-2.5% มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Salmonella* spp. (กัลยา เจือจันทร์ และคณะ, 2548) ต่อเชื้อ *E. coli* ความเข้มข้น 6.25-25 มก./มล. (ตรีชฎา ศิริรักษ์ และคณะ, 2548)

2.2.2 การศึกษาผลของสมุนไพรต่อการยับยั้งเชื้อ *Campylobacter*

ในปี พ.ศ. 2547 ปรีมเจนีชน มุ่งการดี และคณะ ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้าน *Campylobacter* spp. ของสมุนไพร 24 ชนิด ด้วยวิธี disk diffusion ผลการทดสอบเมื่อดูจากขนาดโซนใส (clear zone) 15 มม. ขึ้นไป พบว่า พืชมีฤทธิ์ต้านทานเชื้อดีที่สุด (90%) รองลงมาคือ สาบแร้งสาบกา (62%) ต่อมาในปี พ.ศ. 2548 กวีรัช พิมพ์ศิริ และคณะ ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบพลู ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. jejuni* ในหลอดทดลอง ด้วยวิธีการเดียวกัน โดยมีเชื้อ *E. coli* ATCC25922 และ gentamicin เป็นเชื้อและยาทดสอบมาตรฐาน ผลพบว่า สารสกัดใบพลูที่มีความเข้มข้น 25 – 400 มก./มล. สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. jejuni* ได้และให้โซนใส (clear zone) ขนาด 10–30 มม. หลังจากนั้น Chaveerach, Wongpanich (2005) ก็ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรไทย 12 ชนิดต่อเชื้อ *Campylobacter* spp. ด้วยวิธี agar well diffusion โดยดูขนาดโซนใส (clear zone) 15 มม. ขึ้นไป ผลพบว่าสารสกัดจากใบฝรั่ง เปลือกมังคุด และเมล็ดเงาะ สามารถยับยั้งการเจริญของ *Campylobacter* และให้โซนใส (clear zone) ขนาด 15 มม.