

การใช้กรดอินทรีย์ต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียกลุ่มก่อโรค (ซัลโมเนลล่า) ในทางเดินอาหารของสัตว์ปีก

Usage of Organic Acids on Inhibition Pathogenic Bacteria Growth (*Salmonella* spp.) in Gastrointestinal Tract of Poultry

อัจฉรา นิยมเดชา^{1/*}
Atchara Niyomdecha^{1/*}

^{1/} คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จังหวัดนราธิวาส 96000

^{1/} Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat 96000, Thailand

*Corresponding author: E-mail address: andromeda9569@gmail.com

(Received: 18 February 2015; Accepted: 10 June 2015)

Abstract: Nowadays, contamination of *Salmonella* spp. in poultry products is main problem for poultry products export of Thailand. Using antibiotics in feed or water are intended to prevent diseases or promote growth could residue in meat products. Antibiotic are widely used in modern livestock and poultry production to treat sick animals. The wide spread use of antibiotics encourages the growth of antibiotic resistance in pathogenic bacteria, could promote development of drug-resistant bacteria that could pass from animals to human, thus posing a danger to human health. Several alternatives to antibiotic growth promoters have been proposed such as organic acid. The supplementation of organic acids in diet or water of poultry enhanced nutrient utilization, growth and feed efficiency. The use of organic acids creates an acidic environment in the gut that favors the development of lactobacilli and inhibits pathogenic bacteria (*Salmonella* spp.) This study showed that the supplementation of organic acids able to improve poultry growth and inhibit *Salmonella* spp. growth in gastrointestinal tract.

Keywords: Organic acid, pathogenic bacteria, poultry

บทคัดย่อ: ปัจจุบัน การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในผลิตภัณฑ์สัตว์ปีกนับเป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการส่งออกเนื้อไก่ของประเทศไทยเป็นอย่างมาก การใช้สารปฏิชีวนะในอาหารหรือน้ำดื่มเพื่อป้องกันโรคและกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ อาจส่งผลให้เกิดการตกค้างในผลิตภัณฑ์สัตว์ได้ ซึ่งการใช้สารปฏิชีวนะถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในปศุสัตว์สมัยใหม่และรักษาโรคของสัตว์ป่วย การใช้สารปฏิชีวนะที่เพิ่มขึ้น อาจส่งผลให้แบคทีเรียกลุ่มก่อโรคเกิดการดื้อยา มีผลกระทบจากสัตว์สู่มนุษย์ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ จึงมีการศึกษาหลายทางเลือกในการลดการใช้สารปฏิชีวนะ เช่น สารเพิ่มความเป็นกรด (acidifier) โดยมีการใช้กรดอินทรีย์ในอาหารและน้ำดื่มของสัตว์ เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ของสารอาหาร การเจริญเติบโตของสัตว์ และประสิทธิภาพของการใช้อาหาร ช่วยเพิ่มความเป็นกรดในทางเดินอาหารของสัตว์ เพิ่มจำนวนแบคทีเรียกลุ่มแลคโตบาซิลลัสและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อโรค (ซัลโมเนลล่า) จากการศึกษาพบว่ากรดอินทรีย์สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ และยับยั้งแบคทีเรียซัลโมเนลล่าในทางเดินอาหารของสัตว์ปีกได้

คำสำคัญ: กรดอินทรีย์ แบคทีเรียก่อโรค สัตว์ปีก

คำนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการบริโภคเนื้อไก่ซึ่งเป็นสารอาหารแหล่งโปรตีนที่มีความสะอาด มีความปลอดภัยจากสารตกค้างและจุลินทรีย์ที่เป็นพิษมากขึ้นอดีตที่ผ่านมาสารปฏิชีวนะมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ปีก เนื่องจากเป็นสารที่สามารถควบคุมเชื้อโรคและจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการควบคุมเชื้อซัลโมเนลล่า (*Salmonella* spp.) ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค (pathogenic bacteria) และความผิดปกติของระบบทางเดินอาหารทั้งในคนและสัตว์ Miyamoto *et al.* (1997) รายงานว่าการเกิดโรคอาหารเป็นพิษเนื่องจากการปนเปื้อนด้วยเชื้อซัลโมเนลล่าสูงถึง 54.91 เปอร์เซ็นต์ โดย *S. enteritidis* เป็นซีโรวาร์ที่พบมากที่สุด Bailey and Berrang (1994) รายงานว่า การปนเปื้อนด้วยเชื้อซัลโมเนลล่าในผลิตภัณฑ์ไก่เกิดจากหลายช่องทาง โดยเริ่มตั้งแต่จากพ่อแม่พันธุ์โดย *S. enteritidis* ซึ่งพบในรังไข่ของแม่ไก่สามารถถ่ายทอดไปสู่ไข่ไก่ และเมื่อไข่ไก่ถูกนำมาฟักเป็นตัว เชื้อนี้จะอาศัยอยู่ในตัวไก่ได้ ในโรงฟักไข่เป็นแหล่งสำคัญของการแพร่เชื้อโดยพบว่าลูกไก่ในระยะหลังฟักมีโอกาสติดเชื้อซัลโมเนลล่ามากกว่าไก่ใหญ่สภาพสิ่งแวดล้อมในโรงฟักจึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญนอกจากนี้ มีรายงานว่า การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าในอาหารสัตว์อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการขนส่ง การฆ่าชำแหละ กรรมวิธี

การผลิต และการเคลื่อนย้ายก่อนบริโภค (Freese *et al.*, 1973) จากปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่า คักดีชย (2543) รายงานว่า ทำให้ผู้ผลิตมีการนำสารเคมีและสารปฏิชีวนะ (antibiotic) มาใช้ในการเลี้ยงไก่เพื่อป้องกันการเกิดโรคและเป็นการเร่งการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่การใช้สารปฏิชีวนะอาจก่อให้เกิดปัญหาสารตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่และหากมีการบริโภคเนื้อไก่ที่มีสารปฏิชีวนะตกค้างจะส่งผลให้ผู้บริโภคได้รับสารปฏิชีวนะเข้าไปก่อให้เกิดการดื้อยาของแบคทีเรียการศึกษาถึงการใช้สารเพิ่มความเป็นกรดในอาหารสัตว์โดยเฉพาะกรดอินทรีย์ (organic acid) เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มก่อโรคช่วยให้ทางเดินอาหารสัตว์มีสุขภาพดีและกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ได้เพิ่มขึ้นดังนั้น การศึกษาเรื่องการใช้กรดอินทรีย์ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียซัลโมเนลล่าในทางเดินอาหารของสัตว์ปีก จึงมีความสำคัญและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการทดแทนสารเคมีและสารปฏิชีวนะได้

ลักษณะทั่วไปของกรดอินทรีย์

กรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) เป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่พบได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ รวมทั้งสามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แบคทีเรีย และสามารถสังเคราะห์ได้จากสารอินทรีย์ กรดอินทรีย์มีโครงสร้างประกอบด้วยหมู่คาร์บอนิล (carbonyl) ที่ก่อพันธะกับหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl) ซึ่ง

รวมกันเรียกว่าหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl) ดังแสดงในภาพที่ 1 เป็นสารประกอบมีขั้วสามารถก่อพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) กับน้ำได้ทำให้กรดอินทรีย์สามารถละลายน้ำได้ กรดจะแตกตัวให้ไอออน (ion) เรียกว่าการเกิดไอออนไนเซชัน (ionization) การแตกตัวของกรดอินทรีย์ (organic acid) จะแตกต่างจากการแตกตัวของกรดอนินทรีย์ (inorganic acid) เช่น กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ที่แตกตัวได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นกรดแก่ ขณะที่กรดอินทรีย์เป็นกรดอ่อนจะแตกตัวได้ไม่หมด โดยการแตกตัวจะอยู่ในสมดุลระหว่างกรดอินทรีย์คาร์บอกซิเลตไอออน (carboxylate ion) และโปรตอน (proton) กรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จะให้ค่าความเป็นกรดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาวะความเป็นกรด-ด่างที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ทั้งนี้กรดชนิดต่าง ๆ จะมีค่าที่กำหนดความสามารถในการปลดปล่อยความเป็นกรด (ไฮโดรเจนไอออน, H^+) ออกมาเรียกว่า ค่า pK_a ซึ่งบ่งบอกถึงความเป็นกรดที่สารที่ให้ความเป็นกรดแต่ละชนิดจะปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ออกมาในปริมาณครั้งหนึ่ง (อุตมและคณะ, 2547)

บทบาทและความสำคัญของกรดอินทรีย์

กรดอินทรีย์ คือกรดที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นส่วนประกอบในโครงสร้างโมเลกุลพบทั่วไปในธรรมชาติ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของพืชและเนื้อสัตว์ ส่วนใหญ่กรดอินทรีย์อยู่ในรูปของเหลว เช่น กรดอะซิติก (acetic acid) กรดฟอร์มิก (formic acid) กรดซิตริก (citric acid) กรดฟูมาริก (fumaric acid) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid) และกรดแลคติก (lactic acid) เป็นต้น (Partanen *et al.*, 2002) ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยลด pH และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มก่อโรคโดยสามารถแทรกผ่านเข้าผนังเซลล์ (cell wall) แบคทีเรียก่อโรคได้ในรูปที่ยังไม่แตกตัวได้ มีผลเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและการ

ดูดซึมสารอาหารของสัตว์ส่วนกรดอินทรีย์ที่อยู่ในรูปเกลือ ได้แก่ โซเดียมฟอร์มเมต (sodium formate) แคลเซียมฟอร์มเมต (calcium formate) และแคลเซียม-โพรพิโอเนต (calcium propionate) ซึ่งมีกลิ่นไม่ฉุนมากและสะดวกต่อการใช้ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ รวมทั้งมีสารกัดกร่อนที่น้อยกว่า และมีความสามารถละลายในน้ำได้ดีกว่ากรดในรูปของเหลวบริสุทธิ์ อย่างไรก็ตามกรดอินทรีย์ที่อยู่ในรูปเกลือไม่สามารถให้ประสิทธิผลเหมือนเดิมในการลด pH ทั้งนี้เนื่องจาก H^+ ถูกแทนที่ด้วยแคทไอออน (Ca^{++} , Na^+ , NH_4^+) กรดอินทรีย์ที่ใช้โดยทั่วไปนั้นเป็นแบบผสมรวมกรดหลายตัว เช่น การรวมตัวของกรดซิตริกกรดแลคติกกรดโพรพิโอนิกกรดฟอร์มิก และกรดออร์โทฟอสฟอริก (orthophosphoric acid) ที่อัตราการใช้ 2-8 กิโลกรัม ต่อตันอาหาร ส่งผลอย่างมีประสิทธิภาพหรืออัตราการใช้ของกรดที่ระดับ 0.3-1.8 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากให้ผลเสริมฤทธิ์กันหรือให้ผลดีกว่ากัน (Risley *et al.* 1991)

ตัวอย่างกรดอินทรีย์ที่นิยมใช้ในอาหารสัตว์ปีก

Phillip *et al.* (1982) รายงานว่า กรดอินทรีย์ที่นิยมนำมาใช้ผสมในน้ำดื่มและอาหารของไก่เนื้อ เพื่อเพิ่มการย่อยและการดูดซึมของสารอาหาร เพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโต และช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อโรค มีดังนี้

กรดซิตริก เป็นกรดอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นของแข็ง สามารถละลายน้ำได้ พบในผลไม้จำพวกส้ม ปัจจุบันได้มีการนำมาผสมกับอาหารสัตว์ หรือเติมในน้ำให้ไก่กิน เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิต และช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ เป็นสารตัวกลางที่สำคัญตัวหนึ่งในวัฏจักร ไทเคิล (tricarboxylic acid cycle) และเป็น chelating agent ของแร่ธาตุ เพื่อช่วยเพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุในลำไส้

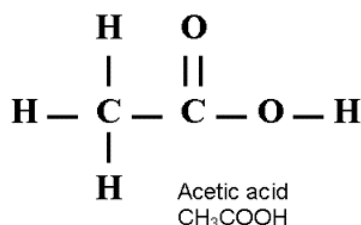


Figure 1 Structure of organic acid (Risley *et al.*, 1991)

กรดฟอร์มิก เป็นกรดอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวใสไม่มีสี พบได้ในมด ผึ้ง และแมลงบางชนิด นิยมใช้ผสมในอาหารไก่เนื้อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารให้สูงขึ้น โดยเฉพาะอาหารลูกไก่แรกเกิดถึง 1 สัปดาห์ นอกจากนี้ กรดฟอร์มิกยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้ออี โคไล (*Escherichia coli*; *E. coli*) ได้

กรดไพโรพิอิกเป็นกรดอินทรีย์ที่ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลดจำนวนของเชื้อซัลโมเนลลา ในช่วงหยดยาก่อนนำส่งโรงฆ่า อย่างไรก็ตาม กรดไพโรพิอิกเป็นกรดที่มีกลิ่นฉุนมาก และมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนค่อนข้างมาก การเลือกใช้ต้องเป็นอย่างระมัดระวัง เพราะการเสริมในปริมาณที่มากเกินไปทำให้ตัวสัตว์มีการกินอาหารในแต่ละวันลดลงได้ แนะนำให้ใช้ในปริมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำดื่มโดยทั่วไปจะนิยมนำไปผสมในวัตถุดิบอาหารเพื่อป้องกันเชื้อรา หรือลดการเกิดเชื้อราในช่วงการเก็บรักษา

นอกจากกรดอินทรีย์ดังกล่าวมาแล้ว ยังมีกรดอินทรีย์ตัวอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ผสมในน้ำและอาหารไก่เนื้อ เช่น กรดอะซิติก (acetic acid) กรดซอร์บิก (sorbic acid) กรดแลกติก (lactic acid) เป็นต้น การใช้กรดอินทรีย์ผสมในน้ำหรืออาหารมักจะใช้กรดอินทรีย์ตัวใดตัวหนึ่ง หรืออาจใช้หลายชนิดผสมรวมกัน เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การใช้สะดวกขึ้น นอกจากนี้สารที่ให้ความเป็นกรดบางชนิดนิยมใส่เกลือของกรดควบคู่ไปกับตัวกรดด้วย เช่น กรดซิตริก (citric acid) ร่วมกับโซเดียมซิเตรต (sodium citrate) หรือกรดฟอร์มิก (formic acid) ร่วมกับแอมโมเนียมฟอร์มเมต (ammonium formate) เป็นต้น เพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมปริมาณ H^+ ที่เกิดขึ้น Odle (1999) รายงานว่า กรดไขมันสายปานกลาง (medium chain fatty acid) เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group) อยู่ที่ปลายด้านหนึ่งของสายไฮโดรคาร์บอนซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 6-12 อะตอม โดยกรดไขมันสายปานกลางถูกดูดซึมแบบไม่อาศัยพลังงาน สามารถที่ละลายได้ในน้ำและแพร่กระจายผ่านชั้นของเหลว (unstirred water layer) ทำให้มีการสัมผัสบริเวณ brush border ในลำไส้ และถูกดูดซึมเข้าไปภายในเซลล์โดยการแพร่ โดยไม่จำเป็นต้อง

อาศัยไมเซลล์ (micelle) ทำให้เข้าสู่กระแสโลหิตได้โดยตรงและจะเข้าสู่หลอดเลือดดำพอร์ทัล (portal vein) และเข้าสู่ตับเพื่อนำไปใช้ในการสร้างพลังงานให้กับตับ โดยกรดไขมันสายปานกลาง (medium chain fatty acid) สามารถสร้างพลังงานได้อย่างรวดเร็ว โดยพบว่าเมื่อเสริมกรดไขมันสายปานกลางในอาหารสัตว์แรกเกิด สามารถเพิ่มทั้งขนาดและปริมาณของเซลล์เยื่อผนังลำไส้ให้มีการสร้างเซลล์ทดแทนใหม่ให้สมบูรณ์ขึ้น มีการรายงานว่าการเสริมกรดไขมันสายปานกลางในหนูทำให้ความยาวของวิลไล (villi length) และความลึกของครีปท์ (crypt depth) เพิ่มขึ้น (Galluser *et al.*, 1993) สอดคล้องกับ Takase and Goda (1990) ที่รายงานว่าการเสริมกรดไขมันสายปานกลางมีผลต่อพัฒนาการของเยื่อผนังลำไส้ และเอนไซม์ย่อยอาหารของหนูตะเภาได้เพิ่มขึ้นอีกทั้งมีรายงานจาก อัจฉรา และคณะ (2557) ว่าการเสริมสับแซกในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 300 มก./กก. มีผลให้ไก่เนื้อมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ในผลสับแซกมีกรดอินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะกรดไฮดรอกซีซิตริก แอซิด (hydroxycitric acid) นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์อื่น ๆ อีกด้วย ไม่ว่าจะเป็น กรดซิตริก (citric acid) กรดโดเดคาโนอิก (dodecanoic acid) กรดออกตาดีคาโนอิก (octadecanoic acid) และกรดเพนตาดีคาโนอิก (pentadecanoic acid) ซึ่งมีบทบาทกระตุ้นการกินอาหารของไก่เนื้อ จึงมีผลให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันของไก่เนื้อเพิ่มขึ้น

กลไกการทำงานของกรดอินทรีย์

1. ช่วยให้กระเพาะและลำไส้มีความเป็นกรดที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ของอาหารมากที่สุด โดยทั่วไปการทำงานของน้ำย่อยหรือเอนไซม์ (enzyme) ในระบบทางเดินอาหารนั้นจะขึ้นอยู่กับการเป็นกรด-ด่างของส่วนต่าง ๆ ในระบบทางเดินอาหาร ดังนั้นการที่ระบบทางเดินอาหารมีสภาพเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมกับน้ำย่อยนั้น ๆ ก็จะทำให้กระบวนการย่อยอาหารเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ (Chapman, 1988) ทำให้ความเป็นกรดในกระเพาะแท้ อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานของ

เอนไซม์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอนไซม์เปปซิน (pepsin) และช่วยให้การสลายโครงสร้างของโปรตีนเป็นไปอย่างสมบูรณ์ บทบาทของสารที่ให้ความเป็นกรดในกรณีนี้จำเป็นอย่างยิ่งในสัตว์ระยะเล็ก เช่น ลูกไก่ที่มีการพัฒนาระบบทางเดินอาหารยังไม่สมบูรณ์ โดยทั่วไปวัตถุดิบอาหารจะมีคุณสมบัติในการจับยึด H^+ ดังนั้นความเป็นกรดในกระเพาะจากกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ที่ผลิตโดยกระเพาะเอง อาจจะถูกจับยึดโดยอาหารได้ ทำให้เหลือ H^+ ในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อการสลายโครงสร้างโปรตีนและกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ได้ การเสริมสารที่ให้ความเป็นกรดลงไปให้อาหารสัตว์ระยะเล็กจึงเป็นการช่วยปรับให้อาหารเมื่ออยู่ในระบบทางเดินอาหารมีความสามารถในการจับ H^+ ได้น้อยลง ช่วยให้กระเพาะมีสภาวะความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม และปรับให้สภาวะความเป็นกรด-ด่างในลำไส้ที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานน้ำย่อยจากตับอ่อนและลำไส้เล็กกล่าวคือมีสภาพที่เป็นกรดอ่อน ๆ ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของอาหารไม่ว่าจะเป็นโปรตีน แป้ง และไขมันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (เสกสม, 2547)

2. ช่วยในการควบคุมสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร โดยการเสริมกรดลงในอาหารสัตว์ทำให้สภาพแวดล้อมในทางเดินอาหารไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์ก่อโรคต้องการสภาพแวดล้อมที่เป็นกลางหรือเป็นด่างสำหรับการเจริญเติบโต อีกทั้งกรดอินทรีย์ยังสามารถแทรกซึมผ่านผนังเซลล์และทำลายแบคทีเรียบางกลุ่มได้ นอกจากนี้คุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อก่อโรคแล้วการเพิ่มความเป็นกรดในระบบทางเดินอาหารยังช่วยให้เปปซิน (pepsin) ทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลให้การย่อยโปรตีนในกระเพาะอาหารดีขึ้น (Marinho *et al.*, 2007) อีกทั้งสารที่ให้ความเป็นกรดจะไม่มีส่วนในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ นอกจากนี้ในบางกรณีสารที่ให้ความเป็นกรดยังสามารถที่จะทำลายจุลินทรีย์กลุ่มที่เป็นโทษได้อีกด้วยโดยการควบคุมสภาวะความเป็นกรด-ด่างในระบบทางเดินอาหารช่วงลำไส้เล็กเชื่อมต่อกับลำไส้ใหญ่ให้มีความเป็นกรดอ่อน ๆ ซึ่งเหมาะสมกับการดำรงชีพและขยายเผ่าพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ เช่น

แลคโตบาซิลลัสและมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการอาศัยอยู่ของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษเช่น อี โคไล และซัลโมเนลล่าซึ่งสอดคล้องกับ Ivan (2003) รายงานว่า การใช้กรดอินทรีย์มีอิทธิพลต่อสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ระบบทางเดินอาหารที่มีความสมดุลที่ดีจะมีจุลินทรีย์แกรมบวกมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่จะเป็นแลคโตบาซิลลัสกรดอินทรีย์มี pH ต่ำจะมีผลโดยตรงในการต่อต้านแบคทีเรียแกรมลบโดยทำลายเนื้อเยื่อของเซลล์แบคทีเรียที่ pH ประมาณ 3.5-4.0 โดยกรดซิตริก กรดฟอสฟอริก กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) และกรดแลคติก สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้ออี โคไล ที่ pH 5.0 ส่วนกรดโพธิ์อินิกจะกีดกันการเจริญเติบโตของเชื้อราและป้องกันการสร้างตัวของสารพิษจากเชื้อรา สำหรับกรดฟอริกและกรดแลคติกสามารถลด pH ของระบบทางเดินอาหารโดย กรดจะช่วยทำให้ pH ในระบบทางเดินอาหารมีความคงตัวและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อโรค

การแทรกซึมของกรดอินทรีย์เช่นกรดอะซิติก กรดโพธิ์อินิก และกรดแลคติก เข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ก่อโรค และเมื่อกรดอินทรีย์อยู่ในเซลล์ที่มีสภาวะความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกลางก็จะทำให้กรดเหล่านี้ปลดปล่อย H^+ ออกมาทำให้ภายในเซลล์จุลินทรีย์มีสภาวะความเป็นกรดมากขึ้นและต้องการพลังงานมากขึ้นในการขับ H^+ ออกมา นอกจากนี้กรดที่ปลดปล่อย H^+ ออกมาแล้วจะอยู่ในรูปแอนไอออน ซึ่งจะไปรบกวนการสังเคราะห์สารพันธุกรรม (DNA) ที่จำเป็นในการขยายเผ่าพันธุ์ของจุลินทรีย์จะเห็นได้ว่ากลไกของสารที่ให้ความเป็นกรดในส่วนนี้ช่วยทำให้จุลินทรีย์กลุ่มที่เป็นโทษมีการสูญเสียพลังงานอย่างมากอาจถึงขั้นทำให้เซลล์ตายได้ และยังสามารถที่จะไปรบกวนระบบในการขยายเผ่าพันธุ์ ทำให้สามารถควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้เป็นอย่างดีภาพที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับ Chapman (1988) ได้รายงานว่าการเพิ่มความเป็นกรดให้อาหารให้มากกว่าค่าความเป็นกรดในกระเพาะอาหารจะป้องกันการเจริญเติบโตและการขยายของจุลินทรีย์อีโคไล และสนับสนุนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่เป็นประโยชน์เพื่อสร้างกรดแลคติกในกระเพาะอาหารด้วยสอดคล้องกับ Rot and Kirchgessner (1989) ซึ่งรายงาน

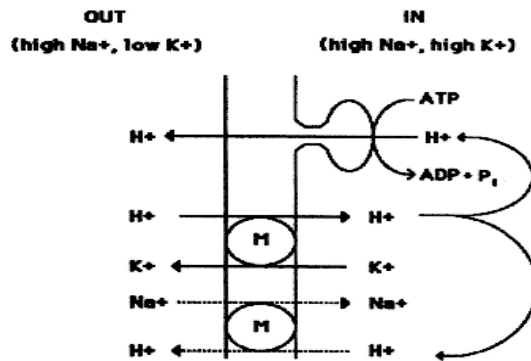


Figure 2 Mechanism of matter transport in microorganism (Risley *et al.*, 1991)

ว่า กรดอินทรีย์สามารถแทรกผ่านผนังเซลล์เข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอินทรีย์สายโซ่สั้นที่มีลักษณะคล้ายกรดไขมัน (fatty acid) เช่น กรดฟอร์มิกกรดแลคติก เป็นต้น

3. กรดอินทรีย์ที่เสริมลงไปจะแสดงผลเหมือนเป็นสารเกาะยึด (chelating agents) กรดอินทรีย์จะจับกับประจุบวกของแร่ธาตุ (Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}) อยู่ในรูปโมเลกุลของสารประกอบที่มีการย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้นในลำไส้เล็ก (Bolduan, 1999)

4. กรดอินทรีย์บางชนิดทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่สำคัญในวิถีการสร้างพลังงาน และมีบทบาทโดยตรงในขบวนการเมแทบอลิซึม

5. กลไกการทำงานของกรดอินทรีย์ต่อเชื้อราโดยปกติเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะความเป็นกรด-ด่าง ค่อนข้างแน่นอน ซึ่งเชื้อราจะเจริญเติบโตได้ดีที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.5-5.5 หากค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าที่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราโดยตรง (Ricke, 2003) ซึ่งกรดอินทรีย์มีผลทำให้ค่า pH ในทางเดินอาหารลดลง

ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในลำไส้สัตว์ปีก

Chapman (1988) รายงานว่า ในระบบทางเดินอาหารของไก่นั้นจะประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายชนิดอาศัยอยู่ในกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ โดยเฉพาะในลำไส้ใหญ่ จุลินทรีย์จะเกาะจับอยู่บริเวณเยื่อผิว (epithelium) เยื่อเมือก (mucous) ในลำไส้ หรืออาศัยอยู่ในร่องระหว่างวิลไล (crypts) โดยที่เชื้อจุลินทรีย์

ต่าง ๆ จะมาจากการแพร่เชื้อจากแม่ไก่ จากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นจากน้ำและอาหารที่ได้รับในแต่ละวัน จำนวนประชากรและการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารไก่นั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเหมาะสมของระดับความเป็นกรดต่างของลำไส้ ระบบสรีรวิทยาของตัวสัตว์ การขยายพันธุ์ที่ต่างกัน และระบบภูมิคุ้มกันภายในตัวสัตว์ โดยปกติพบว่าจะมีปริมาณของจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่จะมีมากกว่าในกระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก ซึ่งจุลินทรีย์ที่พบในระบบทางเดินอาหารสามารถแบ่งตามผลของสุขภาพสัตว์ได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1. ประเภทที่ก่อให้เกิดโรค (pathogenic microflora) จัดเป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่สามารถทำให้เกิดโรคในสัตว์ได้ เช่น อี โคไล ซัลโมเนลล่า เป็นต้น

ลักษณะทั่วไปของ อี โคไล จัดเป็นแบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae เซลล์มีรูปร่างเป็นแท่งสั้นๆ ขนาดเล็ก ย้อมติดสีแกรมลบ มีแคปซูลบาง ๆ หุ้มเซลล์ไว้ เคลื่อนที่โดยใช้ peritrichous flagella ซึ่ง อี โคไล เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่เป็นสาเหตุของอาการท้องเสียในคนและสัตว์ โดยที่ อี โคไล จะเกาะที่ผนังลำไส้ และสร้างสารพิษออกมาทำลายเซลล์เยื่อผนังลำไส้ ทำให้เกิดอาการป่วยได้ และสามารถจำแนกเชื้อ อี โคไล ที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

1.1 เอนเทอโรท็อกซีจีนิก อี โคไล (Enterotoxigenic *E. coli*) เป็น อี โคไล ชนิดที่ก่อให้เกิดปัญหาท้องเสียได้ตั้งแต่อ่อน ๆ จนรุนแรงมาก การก่อโรคเชื้อจะยึดเกาะผนังลำไส้ โดยใช้ส่วนของพริมเปีย จับกับตำแหน่งที่จำเพาะเจาะจงบริเวณเซลล์ลำไส้ของลำไส้เล็ก

ส่วนต้น จากนั้นเชื้อ อี โคไล จะหลั่งสารพิษซึ่งมีสองชนิด ได้แก่ Heat labile toxin และ Heat stable toxin โดยสารพิษทั้งสองชนิดนี้จะมีผลกระตุ้นให้ลำไส้หลั่งสารน้ำออกมาในทางเดินอาหารมากขึ้น และลดการดูดกลับของน้ำจากลำไส้อีกด้วย

1.2 เอนเทอโรอินเวซีฟ อี โคไล (*Enteroinvasive E. coli*) เป็นเชื้อ อี โคไล ที่มีความใกล้เคียงกับเชืโชซิเจลล่า (shigella) เชื้อชนิดนี้จะไชเข้าสู่เซลล์ จากนั้นจะทำการเพิ่มจำนวนภายในเซลล์ของลำไส้ และก่อให้เกิดการอักเสบของผนังลำไส้ได้ เชื้อจะก่อให้เกิดการท้องเสียร่วมกับการเกิดไข้ โดยที่เชื้อจะไม่สร้างสารพิษจำพวก LT-Toxin, ST-Toxin, Shiga like toxin

1.3 เอนเทอโรพาโทเจนิค อี โคไล (*Enteropathogenic E. coli*) เป็นสาเหตุของการเกิดท้องเสียโดยที่เชื้อ อี โคไล ไม่มีการสร้างสารพิษขึ้น การก่อโรคทำได้โดยการเข้ายึดเกาะกับผนังลำไส้โดยที่ไม่ใช้พริมเปีย แต่ใช้ intimin โดยการยึดเกาะจะมีลักษณะคล้ายกับที่เรียกว่า attaching and effacing กับเซลล์ ทำให้เซลล์ลำไส้ขาดวิลไลที่ใช้ในการดูดซึมร่วมกับการที่ผนังเซลล์มีความเปราะบางขึ้นด้วย

1.4 เอนเทอโรแอกริเกทีฟ อี โคไล (*Enteraggregative E. coli*) เป็นสาเหตุของการท้องเสีย โดยเชื้อจะเข้ายึดเกาะกับผนังเซลล์แล้วส่งผลให้มีการสร้างสารคัดหลั่งมากขึ้น อาจเพื่อช่วยในการยึดเกาะหรือทำให้เกิดการดูดซึมสารอาหารเสียไป จากนั้นเชื้อ อี โคไล จะสร้างสารพิษที่เรียกว่า EAST (Enteraggregative ST) toxin ทำให้เกิดการทำลายผนังเซลล์ลำไส้

1.5 เอนเทอโรฮีโมราจิก อี โคไล (*Enterohemorrhagic E. coli*) มีเพียงสายพันธุ์เดียว ได้แก่ ซีโรไทป์ O157:H7 ทำให้เกิดท้องเสียรุนแรง (ถ่ายมีเลือดปน) การก่อโรคมียังไม่ทราบแน่ชัด แต่การเกาะยึดกับผนังเซลล์คล้ายกับเอนเทอโรพาโทเจนิค อี โคไล แต่สามารถหลั่งสารพิษได้ และเป็นสารพิษประเภท Shiga toxin มีผลทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรง โดยพบว่า อี โคไล ที่ก่อให้เกิดปัญหาท้องเสียเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ เชื้ออี โคไล ในกลุ่ม เอนเทอโรท็อกซีจีนิค อี โคไล และเชื้อ อี โคไล ในกลุ่ม เอนเทอโรฮีโมราจิก อี โคไล มักเป็นตัวก่อให้เกิดปัญหาของโรคบวมนี้

1.6 เชื้อซัลโมเนลล่า เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่ง ไม่สร้างสปอร์ มีขนาด 0.7-1.5 ไมโครเมตร ยาว 2.0-5.0 ไมโครเมตร เจริญได้ดีทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนน้อยหรือไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) เคลื่อนที่ด้วยแฟลกเจลลาที่ยาวและมีอยู่รอบเซลล์ (peritrichous flagella) ยกเว้น *S. pullorum*, *S. gallinarum* และบางสายพันธุ์ไม่มีแฟลกเจลลา สร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) ยกเว้น *S. paratyphi*, *S. choleraesuis* สร้างกรดและก๊าซจากการหมักยอยน้ำตาลกลูโคส อุณหภูมิที่เจริญได้ 37-45 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิที่เจริญได้ดีที่สุดคือ 42 องศาเซลเซียส เจริญได้ในช่วง pH 4.5-9.0 (Chapman, 1988) ซัลโมเนลล่า เป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค (pathogen) เป็นแบคทีเรียในกลุ่ม enterobacteriaceae มีหลากหลายสายพันธุ์ ซึ่งเชื้อซัลโมเนลล่าทุก ๆ สายพันธุ์ทำให้เกิดโรคได้ทั้งในคนและสัตว์ซึ่งในปัจจุบัน *S. Enteritidis* มีบทบาทที่สำคัญที่สุดในการก่อปัญหาต่อสุขภาพของคนและสัตว์ โดย *S. enteritidis* สามารถเจริญอยู่ในอุณหภูมิต่ำของสัตว์แม่ไก่มากกว่าซีโรไทป์ (serotype) อื่น ๆ ที่ทดสอบ โดยแม่ไก่จะให้ไข่ได้ปกติและไม่แสดงอาการผิดปกติใด ๆ (Miyamoto et al., 1997) มีการปนเปื้อนเชื้อที่ไข่เกิดขึ้นได้ 2 ทาง คือ 1) เชื้อในระบบสืบพันธุ์ของแม่ไก่ผ่านเข้าไปในไข่ (vertical transmission) ทำให้ติดเชื้อในลูกไก่หรือคัพพะซึ่งการแพร่เชื้อผ่านไข่เป็นผลให้เกิดมีการติดเชื้อผ่านตู้ฟัก ลูกไก่ที่ฟักออกมาจะแพร่กระจายเชื้อยังลูกไก่ตัวอื่น ๆ ในโรงฟัก (Carson et al., 1994) และ 2) เชื้อจากสิ่งแวดล้อมภายนอกตัวแม่ไก่เกาะอยู่ที่เปลือกไข่ (horizontal contamination) (Cox et al., 1990) และอาจเกิดจากการที่ลูกไก่ติดเชื้อจากการกินอาหารและน้ำที่มีเชื้อซัลโมเนลล่าปนเปื้อน หรือรับเชื้อจากสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวไก่ทั้งทางตรงและทางอ้อม หรืออาจมีการติดเชื้อในขั้นตอนของการส่งไก่ไปยังโรงฆ่าได้

2. ประเภทที่ไม่ก่อให้เกิดโรค (non-pathogenic microflora) เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของไก่ มีหน้าที่ในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นโทษไม่มีจำนวนมากเกินไป จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ที่พบมาก ได้แก่ แลคโตบาซิลลัส และไบฟิโดแบคทีเรีย (*Bifidobacteria*) (Chapman, 1988)

การใช้กรดอินทรีย์ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อโรค (ซัลโมเนลล่า) ในสัตว์ปีก

การเสริมสารให้ความเป็นกรดนอกจากจะช่วยลดจำนวนเชื้อก่อโรคเช่น *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* และ *Salmonella* sp. ลงได้แล้วยังทำให้จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria, LAB) ซึ่งถือว่าเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหารของไก่เนื้อมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น (Saki *et al.*, 2012; Hassan *et al.*, 2010) ส่งผลให้ไก่เนื้อใช้ประโยชน์จากอาหารได้มากขึ้นและมีอัตราการแลกน้ำหนักที่ดี (Ogunwole *et al.*, 2011) มีรายงานจาก Chansiripomchai *et al.* (2000) ว่าผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายกรดอินทรีย์ที่มีส่วนผสมของอนุพันธ์กรดซิตริก ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากสัตว์จำนวน 79 เชื้อในห้องทดลองพบว่า ที่ความเข้มข้น 1:250 สารละลายกรดอินทรีย์มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อซัลโมเนลล่าจำนวน 106-107 CFU/มิลลิลิตร ในแต่ละเชื้อได้สมบูรณ์ภายในเวลา 60 นาที สอดคล้องกับรายงานของวาริและคณะ (2545) รายงานว่า การใช้กรดอินทรีย์ผสมลงในน้ำดื่มในระดับ 50-100 ppm ให้ไก่กินทุกวันซึ่งเปรียบเทียบกับสมรรถภาพการผลิตของอายุไก่ที่ 30 และ 40 วัน พบว่าใช้กรดอินทรีย์ช่วยป้องกันและจำกัดเชื้อซัลโมเนลล่าออกจากร่างกายได้ดีกว่าไก่ที่ไม่ได้รับกรดอินทรีย์ และเป็นผลต่อเนื้อทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของไก่กระพงในดำนน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่อายุ 31-40 วันของไก่ ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้กรดอินทรีย์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Matho *et al.* (1997) รายงานว่า การนำกรดอินทรีย์ที่มีส่วนผสมของกรดซิตริกไปให้ไก่กินเพื่อลดจำนวนเชื้อ *S. enteritidis* ในกระเพาะพักของไก่ที่ป้อนเชื่นี้ไว้ก่อนหน้านี้ พบว่าส่งผลลดจำนวนเชื้อ *S. enteritidis* อีกทั้งมีการศึกษาถึงการใช้ส่วนผสมของกรดอินทรีย์ (0.5 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซิติก กรดแลคติก และกรดฟอริก) ผสมน้ำให้ไก่กินพบว่าจำนวนเชื้อ *S. Typhimurium* ในกระเพาะพัก (crop) ของไก่ที่ได้รับกรดมีจำนวนลดลงจากเดิม 52.4 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อใช้กรดแลคติกจะได้ผลดีที่สุด (Byrd *et al.*, 2001) การให้กรดแลคติกผสมน้ำกินในช่วงสุดท้ายของการเลี้ยงและก่อนการขนส่งนั้นเป็นการช่วยลดความเป็นกรดต่างของทางเดินอาหารส่วนต้น ลดปริมาณเชื้อที่อยู่ใน

ลำไส้ที่อาจปนเปื้อนออกมาหลังจากการฆ่าและชำแหละ และเพิ่มจำนวนแบคทีเรียชนิดที่สามารถผลิตกรดแลคติกให้มีจำนวนมากขึ้นอีกด้วย เพื่อลดจำนวนเชื้อซัลโมเนลล่าที่อาจถูกขับออกมาขณะขนส่งก่อนถึงโรงฆ่า Russell (2002) รายงานถึงความสามารถในการลดค่าความเป็นกรดต่างที่กระเพาะพักได้มากกว่าที่ทางเดินอาหารส่วนล่าง โดยการเติมกรดฟอริกและกรดโพธิ์อินคลงในอาหารของแม่ไก่พันธุ์ (Thompson and Hinton, 1997) นอกจากนี้กรดอินทรีย์ที่ไก่ได้รับยังเป็นสารที่ช่วยลดระดับความเป็นกรดต่างของระบบทางเดินอาหารอีกด้วย และมีการศึกษาในหลอดทดลองพบว่าสภาวะที่ pH ลดลงในกระเพาะพักและกระเพาะจริงสามารถฆ่าซัลโมเนลล่าได้ (Cox *et al.*, 1990) มีการเสริมกรดฟอริกและกรดโพธิ์อินคที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่พบว่า สามารถลด pH ในลำไส้ต้นได้ (Waldroup *et al.*, 1995) เนื่องจากสภาวะ pH ที่ลดลงในลำไส้ต้นและมีการผลิตกรดไขมันระเหย (volatile fatty acid) ที่ถูกสร้างโดยแบคทีเรียที่ไม่อาศัยออกซิเจน (anaerobic) เพิ่มขึ้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อซัลโมเนลล่าได้ (Thompson and Hinton, 1997) สอดคล้องกับการทดลองที่เสริมกรดฟอริกและกรดโพธิ์อินคลงในอาหารที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ลดการเพิ่มจำนวนของเชื้อ *S. pollorum* ในกระเพาะพักและลำไส้ต้น (caecum) ได้ (Tarazi and Alshawabkeh, 2003) และสามารถฆ่า *Salmonella enteritidis* PT4 ในหลอดทดลองได้ (Thompson and Hinton, 1997) เช่นเดียวกับมีการเสริมกรดแลคติกผสมน้ำที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าลดจำนวนเชื้อ *S. typhimurium* ในกระเพาะพักได้และช่วยลด pH ของทางเดินอาหารส่วนต้นและเพิ่มจำนวนแบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดแลคติกมากขึ้น (Byrd *et al.*, 2001) สอดคล้องกับการทดลองของ สุริยะ (2549) รายงานว่า จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกมีแนวโน้มให้อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกน้ำหนักของสัตว์ดีขึ้น นอกจากนี้การเสริมกรดซิตริกสามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella enteritidis* ในกระเพาะพักได้เช่นกัน (Barnhart *et al.*, 1999) นอกจากนี้ ดวงใจและคณะ (2556) ทำการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารที่มีการลดระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ลดเมทไธโอเนนและไลซีนลงทั้ง 2 ระดับพบว่าส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตต่าง ๆ และ

คุณภาพซากของไก่เนื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่เสริมกรดอินทรีย์แต่จะพบว่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ดีขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกรดอินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นกรดบิวทีริก (butyric acid) ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่ระเหยได้ (volatile organic acid) มีคุณสมบัติเป็นกรดไขมันสายสั้นเสริมลงในอาหารไก่เนื้อในรูปของแคลเซียมบิวทีเรต (sodium butyrate) ซึ่งกรดไขมันสายสั้นนี้จะถูกนำไปใช้เป็นพลังงานโดยตรงให้กับเซลล์วิลโล (villi) ของไก่ทำให้เซลล์วิลโลมีการขยายขนาดและพื้นที่ในการสัมผัสกับสารอาหารต่างๆ ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Sharma *et al.* (1995) พบว่าการเสริมกรดบิวทีริกในอาหารไก่เนื้อนั้นจะไม่มีผลต่อปริมาณการกินอาหารของไก่แต่จะมีผลต่อการเพิ่มและขยายขนาดของเซลล์วิลโลในลำไส้เล็กของไก่โดยกรดอินทรีย์จะไปเป็นอาหารให้กับเซลล์ต่างๆ ในวิลโลทำให้มีการขยายขนาดและจำนวนเพิ่มมากขึ้นทำให้การดูดซึมสารอาหารต่างๆ ดีขึ้นใกล้เคียงกับสารโซ (2547) พบว่าการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารไก่นั้นควรเสริมในช่วงแรก ๆ ของช่วงอายุเนื่องจากระบบการย่อยอาหารของลูกไก่ยังพัฒนาไม่เต็มที่ทำให้เกิดการติดเชื้อและท้องเสียได้ง่ายการเสริมกรดอินทรีย์จึงไปช่วยให้เอนไซม์ในกระเพาะอาหารทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพช่วยป้องกันการท้องเสียและการติดเชื้อโรค, ต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนัก 1 กิโลกรัม และดัชนีการผลิตที่ดีที่สุด ($P < 0.05$) ในขณะที่ช่วง 22-35, 35-42 และ 1-42 วันพบว่าทุกกลุ่มทดลองมีสมรรถนะการผลิตต่าง ๆ ได้แก่ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก อัตราการเลี้ยงรอด ต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนัก 1 กิโลกรัมและดัชนีการผลิตไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อีกทั้งการเสริมกรดอินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม (PC, NC1, NC2) มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมกรดอินทรีย์

สรุป

การใช้กรดอินทรีย์ที่ระดับ 50-100 ppm ผสมลงในน้ำดื่มของไก่เนื้ออายุ 30 และ 40 วันทุกวันพบว่าช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลล่าได้และมีผลให้น้ำหนักตัวเฉลี่ยของไก่เนื้อเพิ่มขึ้น การใช้

ส่วนผสมของกรดอินทรีย์ (0.5 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซิติก กรดแลคติกและกรดฟอรั่มิก) ผสมในน้ำดื่มให้ไก่เนื้อกินพบว่า มีผลให้จำนวนเชื้อ *S. typhimurium* ในกระเพาะพักลดลงจากเดิม 52.4 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อใช้กรดแลคติกผสมน้ำดื่มให้ไก่เนื้อกินในช่วงสุดท้ายของการเลี้ยงและก่อนการขนส่งไก่เนื้อสู่โรงฆ่า มีผลช่วยลดความเป็นกรดต่างของทางเดินอาหารส่วนต้น และลดปริมาณเชื้อที่อยู่ในลำไส้ได้ผลดีที่สุด สำหรับการเสริมกรดฟอรั่มิกและกรดโพธิโอนิกที่ระดับ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่ไข่พบว่าสามารถลด pH ในไส้ตัน และลดจำนวนของเชื้อ *S. pollorum* ในกระเพาะพักและไส้ตันได้และสำหรับการเสริมกรดแลคติกในน้ำดื่มของไก่เนื้อที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าช่วยลดจำนวนเชื้อ *S. typhimurium* ในกระเพาะพักนอกจากนี้การเสริมกรดซิตริกสามารถลดจำนวนเชื้อ *S. enteritidis* ในกระเพาะพักได้

เอกสารอ้างอิง

- ดวงใจ จงตามกลาง, ญัฐนันธ แสนทวี สุขอาณัติ จันทร-ธิระติกุล และ เยาวมาลย์ คำเจริญ. 2556. ประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากในไก่เนื้อ. เกษตร 41 ฉบับพิเศษ 127-32.
- วารี นิยมธรรม อินทวิกรม กระหม่อมทอง และ เกรียงศักดิ์ พูนสุข. 2545. ประสิทธิภาพของสารละลายกรดอินทรีย์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ หน้า 63-68. ใน: ประมวลรายงานสัมมนาทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการพัฒนาการเกษตรกรรมไทย. กาฬสินธุ์.
- ศักดิ์ชาย วงศ์เกียรติสุภาพ. 2543. ผลกระทบต่อปศุสัตว์ปลอดสารพิษสหภาพยุโรป. ธุรกิจอาหารสัตว์ 17(72): 37-52.
- สาโรจน์ คำเจริญ. 2547. อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 657 หน้า.
- สุริยะ สะวานนท์. 2549. ผลของการเสริมจุลินทรีย์อีเอ็มหรือจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติกในอาหารสุกรต่อ

- สมรรถภาพการผลิต การใช้ประโยชน์ได้ของ โภชนะ รวมทั้งปริมาณและคุณสมบัติของสิ่ง ขับถ่าย. วารสารเกษตร 22(3): 235-244.
- เสกสม อตมามงกุฎ. 2547. การใช้สารเสริมเพื่อช่วย ปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์ เอกสารประกอบการฝึกอบรมเทคนิคการผลิต อาหารสัตว์ขั้นสูง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม. 82 หน้า.
- อุดม กักพล ไสภณเชิงสำราญ และ อมร เพชรสม. 2547. อินทรีย์เคมี .จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 486 หน้า
- อัฉรา นิยมเดชา เปลื้อง บุญแก้ว และ มงคล คงเสน. 2557. ผลของการเสริมสั้มแซกในอาหารต่อ สมรรถภาพการผลิต และค่า pH ในทางเดิน อาหารของไก่เนื้อ. ในการประชุมวิชาการสัตว ศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 3 “ปศุสัตว์ไทย ไร้ พรมแดน” วันที่ 8-10 เมษายน 2557. หน้า 61.
- Bailey, J. S. and E. Berrang. 1994. Hatchery- acquired *Salmonella* in broiler chicks. Poultry Science 73: 1153-1157.
- Barnhart., E. T., D. J. Caldwell, M. C. Crouch, J. A. Byrd, D. E. Corrier and B. M. Hargis. 1999. Effect of lactose administration in drinking water prior to and during feed withdrawal on *Salmonella* recovery from broiler crops and ceca. Poultry Science 78: 211-214.
- Bolduan. G. 1999. Principle of acidification of piglets feed. Pig News and Information 9: 381-385.
- Byrd, J. A., B. M. Hargis, D. J. Caldwell, R. H. Bailey, K. L. Herron, J. L. McReynolds, R. L. Brewer, R. C. Anderson, K. M. Bischoff, T. R. Callaway, and L. F. Kubena. 2001. Effect of lactic acid administration in the drinking water during preslaughter feed withdrawal on *Salmonella* and *Campylobacter* contamination of broilers. Poultry Science 80:278-283.
- Carson, J. A., J. S. Bailey and N. A. Cox. 1994. Transmission of *Salmonella typhimurium* during hatching of broiler chicks. Avian Diseases 38: 583-588.
- Chansiripornchai, N., J. Sasipreyajan and T. Lekdumrongsak. 2000. Control of *Salmonella* infection. (Online) Available: <http://www.pioneer.netserv.chula.ac.th> (May 18, 2015).
- Chapman, J. D. 1988. Probiotics, acidifier and yeast culture : a place for natural additives in pig and poultry production, pp. 219-233. In: T. P. Lyon (ed.) Biotechnology in the Feed Industry. McGraw Hill Book Comp, Inc., New York.
- Cox, N. A., J. R. Bailey, J. M. Mauldin, and L. C. Blankenship. 1990. Research note: Presence and impact of *Salmonella* contamination in commercial broiler hatcheries. Poultry Science 69: 1606-1609.
- Freese, E., C. Sheu, and E. Galliers. 1973. Function of lipophylic acids as antimicrobial food additives. Nature 241: 321-325.
- Hassan, H. M. A., M. D. Mohamed, A. W. Youssef, and E. R. Hassan. 2010. Effect of using organic acids to substitute antibiotic growth promoters on performance and intestinal microflora of broilers. Asian-Austral. Journal of Animal Science 23: 1348-1353.
- Galluser, M., B. Crenischow, H. Dreyfus, F. Gosse, B. Guerols, J. Kachelhoffer, M. Doffoel and P. Raul. 1993. Comparison of different lipid substrates on intestinal. Journal of Animal Science 59: 2197-2203.
- Ivan, E. I. 2003. Microbiology epidemiology and parasitology. Poultry International. 42: 33-37.
- Marinho, M. C., M. M. Lordelo, L. F. Cunha and J. P. B. Freire. 2007. Microbial activity in the gut of piglets: I. Effect of prebiotic and probiotic supplementation. Livestock Science 108:

- 236-239.
- Matho, G., S. Himathongkham, H. Riemann and P. Kass. 1997. Destruction of *Salmonella* enteritidis in poultry feed by combination of heat and propionic acid. Poultry Science 41: 58-61.
- Miyamoto, T., E. Baba, M. Tanaka and K. Sasai. 1997. *Salmonella enteritidis* contamination of eggs from hens inoculated by vaginal, cloacal, and intravenous routes. Avian Diseases 41: 296-303.
- Odle, J. 1999. Medium-chain triglycerides: a unique energy source for neonatal pigs. Pig News Information 20: 25-32.
- Ogunwale, O. A., O. A. Abu and I. A. Adepoju. 2011. Performance and carcass characteristics of broiler finishers fed acidifier based diets. Pakistan Journal of Nutrition 10(7): 631-636.
- Partanen K., H. Siljander-Rasi, T. Alaviuhkola, K. Suomi and M. Fossi. 2002. Performance of growing-finishing pigs fed medium or high fibre diets supplemented with avilamycin, formic acid or formic acid-sorbate blend. Livestock Production Science 73: 139-152.
- Phillip, A. S., S. N. Talmadge, K. K. Linda, B. J. Zelpha and N. B. Joseph. 1982. Influence of temperature moisture and propionic acid on mold growth and toxin production on corn. Poultry Science 62: 491-423.
- Ricke, S. C. 2003. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. Poultry Science 82: 632-639.
- Risley, C. R., E. T. Kornegay, M. D. Lindemann and S. W. Weakl. 1991. Effects of organic acid with and without a microbial culture on performance and gastrointestinal tract measurements of weanling pigs. Journal of Animal Science 35: 259-270.
- Rot, F. X. and M. Kirchgessner. 1989. Organic acid application in feeds without antibiotics. Feed Mixture 8: 15-17.
- Russell, S. M. 2002. Intervention strategied for reducing *Salmonella* prevalence; reducing *Salmonella* prevalence on ready-to-cook chicken requires a multi-hurdle approach at all stages of live production and processing. WATT Poultry USA. 28-45.
- Saki, A. A., R. N. Harcini, E. Rahmatnejad and J. Salary. 2012. Herbal additives and organic acids as antibiotic alternatives in broiler chickens diet for organic production. African Journal of Biotechnology 11(8): 2139-2145.
- Sharma, R., U., Schumacher, V. Ronaasen and M. Coates. 1995. Rat intestinal mucosal responses to a microbial flora and different diets. Gut. 36: 209-214.
- Takase, S. and T. Goda. 1990. Effects of medium-chain triglycerides on brush border membrane-bound enzyme activity in rat small intestine. Journal of Nutrition 120: 969-976.
- Tarazi, Y. H. and K. Alshawabkeh. 2003. Effect of dietary formic and propionic acids mixture on limiting *Salmonella pullorum* in layer chicks. Asian-Australasian Journal of Animal Science 2003.16: 77-82.
- Thompson, J. L. and M. Hinton. 1997. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on *salmonellas* in the crops. British Poultry Science 38: 59-65
- Waldroup, A., S. Kaniawato and A. Mauromoustakos. 1995. Performance characteristics and microbiological aspects of broiler fed diets supplemented with organic acids. Journal of Food Protection 58: 482-489.