

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระทางและไก่ไข่

EFFECTS OF ORGANIC ACIDS SUPPLEMENTATION IN
BROILERS AND LAYERS

เจษฎา รัตนวุฒิ

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2549

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระทางและไก่ไข่

EFFECTS OF ORGANIC ACIDS SUPPLEMENTATION IN
BROILERS AND LAYERS

เจษฎา รัตนวุฒิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์

โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์

ชื่อเรื่อง
ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระทางและไก่ไข่

โดย
เจษฎา รัตนวุฒิ

พิจารณาเห็นชอบโดย

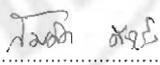
ประธานกรรมการที่ปรึกษา


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา)
วันที่ 22 เดือน 7 ค.ศ. 2549

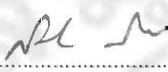
กรรมการที่ปรึกษา


.....
(อาจารย์ ดร.วิรัชศักดิ์ ปรกดี)
วันที่ 22 เดือน 11 ค.ศ. 2549

กรรมการที่ปรึกษา


.....
(อาจารย์ ดร.สมคิด ดิจริง)
วันที่ 22 เดือน 11 ค.ศ. 2549

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรวมศิริ)
วันที่ 22 เดือน 11 ค.ศ. 2549

โครงการบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)
ประธานคณะกรรมการ โครงการบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 25 มิ.ย. 2549

ชื่อเรื่อง	ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระตังและไก่ไข่
ชื่อผู้เขียน	นายเจษฎา รัตนวุฒิ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระตังและไก่ไข่ ประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 เป็นการเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระตัง โดยใช้ไก่กระตังพันธุ์รอส 308 คณะเพศ จำนวน 210 ตัว อายุ 1 สัปดาห์ แบ่งเป็น 7 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว สุ่มไก่กระตังให้ได้รับอาหารทดลอง 7 ชนิด คือ อาหารควบคุม, อาหารควบคุมเสริมยาฟลาโวมัยซิน, อาหารควบคุมเสริมกรดอินทรีย์ 0.2, 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์, อาหารควบคุมเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำดื่มชนิดที่ 1 และ 2 ในระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ ระหว่างการทดลองมีอาหารและน้ำให้กินอย่างเต็มที่ ผลการทดลองปรากฏว่า ไก่กระตังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 7 ชนิด มีปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยการเสริมกรดอินทรีย์ช่วยปรับปรุงอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหาร และการเสริมกรดอินทรีย์ทำให้จำนวนเชื้ออี. โคไลและเชื้อซาลโมเนลลาในมูลต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

การทดลองที่ 2 เป็นการเสริมกรดอินทรีย์ในไก่ไข่ โดยใช้ไก่ไข่พันธุ์ฮิวบราวน์ อายุ 72 สัปดาห์ จำนวน 175 ตัว แบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม ๆ ละ 5 ซ้ำ ๆ ละ 5 ตัว สุ่มไก่ไข่ให้ได้รับอาหารทดลอง 7 ชนิด เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ให้อาหารวันละ 110 กรัม/วัน และให้น้ำอย่างเต็มที่ ผลการทดลองปรากฏว่า ไก่ไข่ทดลองมีปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และจำนวนเชื้ออี. โคไลและเชื้อซาลโมเนลลาในมูลและบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และการเสริมกรดอินทรีย์สามารถใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะได้ โดยการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตไข่มากที่สุด และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีที่สุด แต่การเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำ ทำให้สมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ลดลง ($P < 0.01$)

Title	Effects of Organic Acids Supplementation in Broilers and Layers
Author	Mr. Jassada Ruttanavut
Degree of	Master of Science in Animal Production
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr.Narin Thongwittaya

ABSTRACT

The study on the effects of organic acids in broilers and layers was conducted in 2 experiments.

1st experiment. A total of 210 one-week-old Ross 308 variety birds were divided into 7 groups, each comprised of 3 replications of 10 birds: control, flavomycin-supplemented diet, organic acid-supplemented diets (0.2, 0.4 and 0.6% organic acid), and organic acid solution supplement in drinking water (type 1 and type 2). Feed and water were supplied *ad libitum* for 5 weeks. The results showed that feed intake, average daily gain, feed conversion ratio were significantly different ($P < 0.05$). Average daily gain and feed conversion ratio of broilers fed by organic acid-supplemented were much better than the control group. Organic acids supplementation were found to reduce *E. coli* and *Salmonella sp.* in faeces at a highly significant level ($P < 0.01$).

2nd experiment. Similarly, 175 seventy-two week old Isa Brown layers were randomly divided into 7 groups, each comprised of 5 replications of 5 birds. Birds were fed 110 g/b/d while water was supplied *ad libitum* for 6 weeks. Results showed that feed intake, egg production and feed conversion ratio were highly significant different ($P < 0.01$). Egg production and feed conversion ratio of hens fed with organic acid (0.2%) in diet were much better than other groups. But hens fed with organic acid solution in water had the lowest productive performance ($P < 0.01$). Total *E. coli* and *Salmonella sp.* counted in faeces and egg shell of organic acids-fed hen were less than the control group ($P < 0.01$) thus suggesting that organic acids can serve as substitute for antibiotics.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลอง ตลอดจนช่วยสนับสนุนทุนวิจัย วัสดุอุปกรณ์ สำหรับใช้ในการดำเนินงาน จนกระทั่งงานทดลองสำเร็จ และได้ตรวจทานแก้ไขจนได้วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.วีรศักดิ์ ปรกดี กรรมการที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สมคิด ดีจริง กรรมการที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ความกรุณารับเข้าศึกษางานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทดลอง ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สาขาสัตว์ปีกและสาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเจียม คุณแม่แจก รัตนวุฒิ ที่ได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียน อบรม สั่งสอน และเอื้ออาทรด้วยดีมาโดยตลอด ขอขอบคุณทุก ๆ คนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

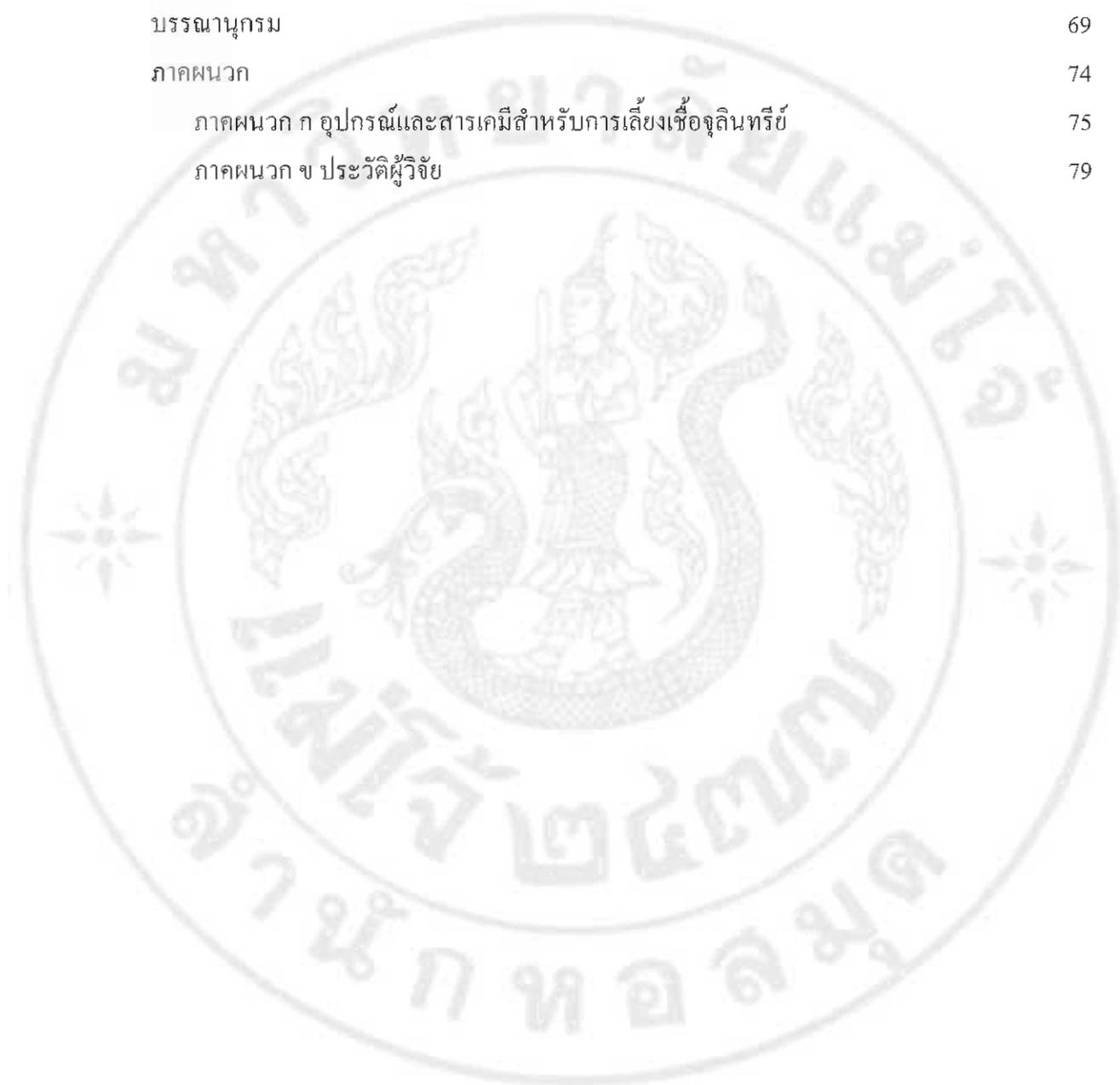
เกษญา รัตนวุฒิ

กันยายน 2549

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
อักษรย่อและสัญลักษณ์	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
โรคติดเชื้ออี.โคไล	4
โรคซาลโมเนลโลซิส	5
กรดอินทรีย์	6
ชนิดของกรดอินทรีย์	8
คุณสมบัติทางกายภาพของกรดคาร์บอกซิลิก	8
การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารสัตว์	9
กลไกการทำงานของกรดอินทรีย์ที่เสริมในอาหาร	10
การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิต	13
ข้อจำกัดของการใช้กรดอินทรีย์	20
ฟลาโวมัยซิน	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	23
สถานที่ทำการทดลอง	23
การทดลองที่ 1 การเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระหวง	23
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองไก่กระหวง	23
การทดลองที่ 2 การเสริมกรดอินทรีย์ในไก่ไข่	26
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองไก่ไข่	26

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	29
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	68
บรรณานุกรม	69
ภาคผนวก	74
ภาคผนวก ก อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	75
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย	79



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเรียกชื่อ สูตร โครงสร้าง น้ำหนักโมเลกุล และค่า pKa ของกรดอินทรีย์บางชนิด	7
2	คำจำเพาะในการใช้กรดของวัตถุดิบอาหารบางชนิด	11
3	ผลของการใช้กรดฟูมาริกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (Soy-Protein Concentrate) และเคซีน	14
4	ส่วนประกอบของวัตถุดิบในอาหารทดลองไก่กระตัง	25
5	ส่วนประกอบของวัตถุดิบในอาหารทดลองไก่ไข่	27
6	ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารทดลอง	29
7	ผลของกรดอินทรีย์ต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กระตัง	32
8	ผลของกรดอินทรีย์ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่กระตัง	34
9	ผลของกรดอินทรีย์ต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระตัง	36
10	ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลไก่กระตัง	39
11	ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลไก่กระตัง	43
12	ผลของกรดอินทรีย์ต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่ไข่	46
13	ผลของกรดอินทรีย์ต่อผลผลิตไข่เฉลี่ย	49
14	ผลของกรดอินทรีย์ต่อน้ำหนักไข่เฉลี่ย	52
15	ผลของกรดอินทรีย์ต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่	55
16	ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่ไข่	58
17	ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคไลบนผิวเปลือกไข่	60
18	ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่ไข่	63
19	ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่	65

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การแตกตัว (Ionization) ของกรดอินทรีย์	7
2	ลักษณะโคโลนีของเชื้ออี.โคไลบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB-agar	66
3	ลักษณะโคโลนีของเชื้อซาลโมเนลลาบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SS-agar	67



อักษรย่อและสัญลักษณ์

อักษรย่อ	ย่อมาจาก
ก.	กรัม
กก.	กิโลกรัม
มก.	มิลลิกรัม
มล.	มิลลิลิตร
EE	Ether extract
kcal	Kilocalory
kg	Kilogram
ME	Metabolizable energy
Meq	Milli-equivalent
pH	ความเป็นกรด-ด่าง
ppm	Part per million

บทที่ 1

บทนำ

อุตสาหกรรมไก่กระทงและอุตสาหกรรมไก่ไข่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทย เนื่องจากเป็นสินค้าหมวดปศุสัตว์ที่นำเงินตราต่างประเทศเข้าสู่ประเทศสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์จากปศุสัตว์ชนิดอื่นๆ สินค้าเนื้อไก่ ไข่ไก่และผลิตภัณฑ์ เป็นสินค้าส่งออกที่มีการเติบโตสูง เนื่องจากความต้องการในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันผู้ส่งออกของไทยยังได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อขยายการส่งออก โดยหันมาผลิตและส่งออกสินค้าที่ใช้กรรมวิธีการผลิตที่ซับซ้อนมากขึ้น มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแทนการส่งออกในรูปแบบเนื้อไก่ชำแหละแช่แข็งและไข่ไก่สดเพียงอย่างเดียว จนทำให้สินค้าแปรรูปจากเนื้อไก่และไข่ไก่กลายเป็นสินค้าส่งออกที่มีศักยภาพประเภทหนึ่ง

ปัจจุบันผู้บริโภคได้คำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์โปรตีนจากสัตว์เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ อีกทั้งพฤติกรรมผู้บริโภคโปรตีนจากสัตว์ในบางประเทศก็มีความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อโรค เช่น การนิยมบริโภคไข่ไก่สดในประเทศญี่ปุ่น จึงทำให้ประเทศผู้นำเข้าสินค้าผลิตภัณฑ์จากสัตว์ กำหนดมาตรการต่าง ๆ ขึ้นมา เช่น การไม่รับสินค้าที่ปนเปื้อนเชื้อซาลโมเนลลา (*Salmonella*) การประกาศห้ามใช้สารปฏิชีวนะหลายชนิดในอาหารสัตว์ จนกระทั่งปัจจุบัน มีสารปฏิชีวนะเพียง 2 ชนิด ที่ยังไม่ถูกห้ามใช้ คือ แบมเบอร์มัยซิน (*Bambermycin*) หรือ ฟลาโวมัยซิน (*Flavomycin*) และ อวิรามัยซิน (*Aviramycin*) ซึ่งมีแนวโน้มที่จะถูกประกาศห้ามใช้ต่อไปในอนาคต (กรรณิการ์, 2545) แรงผลักดันที่มีผลอย่างมากต่อวงการปศุสัตว์ทั่วโลก คือ ข้อกำหนดของสหภาพยุโรป (EU) ในเรื่องการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต ซึ่งกำหนดไว้ว่า ในปี 2549 อาหารสัตว์ทั้งหมดต้องไม่มียาปฏิชีวนะเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต (กองบรรณาธิการ, 2545ก)

ได้มีการศึกษาหาแนวทางเลือกใหม่ ๆ เพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ โดยการใช้กรดอินทรีย์ (*Organic acids*) ที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคให้ลดลง ช่วยส่งเสริมการย่อยอาหารให้ดีขึ้น และลดระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะพักและกระเพาะอาหาร (กรรณิการ์, 2545) นอกจากนี้กรดอินทรีย์ยังไม่ก่อให้เกิดสารตกค้าง ไม่มีระยะเวลาปลอดยาและไม่ทำให้เกิดการดื้อยา (บริษัท ออกด้า เมมโมเรียล จำกัด, 2546) การทดลองครั้งนี้จึงสนใจที่จะศึกษาถึงผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคไล (*E. coli*) และเชื้อซาลโมเนลลา (*Salmonella sp.*) และสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงและไก่ไข่

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ

1. ศึกษาผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระທงและไก่ไข่
2. ศึกษาผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคลิ และเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่กระທงและไก่ไข่
3. ศึกษาผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคลิ และเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ไก่
4. เพื่อเป็นแนวทางในการใช้กรดอินทรีย์สำหรับการเลี้ยงสัตว์ปีกในอนาคตต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากผลการวิจัยคาดว่าจะเกิดประโยชน์ดังนี้ คือ

1. ทราบถึงผลของการใช้กรดอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการผลิต และจำนวนเชื้ออี. โคลิ และเชื้อซาลโมเนลลา ในไก่กระທงและไก่ไข่
2. เกิดความรู้ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อการวิจัยและพัฒนา สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้กรดอินทรีย์ในไก่กระທง ไก่ไข่และสัตว์ชนิดอื่น ๆ ต่อไป
3. เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตไก่กระທงและไก่ไข่ ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ปลอดภัย ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และแก้ปัญหาการกีดกันทางการค้า
4. เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคที่จะได้บริโภคผลผลิตจากสัตว์ที่ปราศจากสารตกค้าง

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของไก่มีมากมายทั้งชนิดและจำนวน ในไก่ที่มีอายุน้อยมักมีจำนวนชนิดของแบคทีเรียที่อาศัยในลำไส้ น้อย แต่ก็ยังไม่มีภาวะสมดุลในลำไส้ จนกระทั่งไก่มีอายุได้ประมาณ 3 - 6 สัปดาห์ แบคทีเรียในลำไส้จึงเข้าสู่ภาวะสมดุล การเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในลำไส้ของไก่อายุน้อยมักจะมีมากกว่าไก่อายุมาก เนื่องจากสภาวะความเป็นกรด-ด่างอยู่ในสภาวะที่สูง เพราะสร้างกรดแลคติกและกรดไขมันอื่น ๆ ได้จำนวนน้อย จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นมีผลทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *E. coli* สามารถที่จะเจริญเติบโตได้ดีในลำไส้ของสัตว์อายุน้อยและยังมีปัจจัยเสริมอื่น ๆ เช่น การย่อยได้ของสารอาหารในลำไส้ของไก่ ซึ่งไก่อายุน้อยการทำงานของระบบย่อยอาหารยังไม่สมบูรณ์ อีกทั้งยังมีสารอาหารที่ไก่ไม่มีเอนไซม์ที่จะช่วยย่อยสารอาหารให้ดูดซึมได้ ทำให้มีอาหารเหลือสำหรับการเจริญของแบคทีเรียในลำไส้ได้ สารอาหารที่ย่อยไม่ได้โดยตัวสัตว์มีผลในการรบกวนภาวะสมดุลในลำไส้ โดยสารอาหารส่วนที่ย่อยไม่ได้ มักจะเป็นสารอาหารกลุ่มน้ำตาลที่ไม่ใช่น้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส ซึ่งเป็นน้ำตาลกลุ่มที่ไก่ย่อยไม่ได้ เนื่องจากสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่มีเอนไซม์ที่ช่วยในการย่อย และน้ำตาลกลุ่มที่ย่อยไม่ได้มักจะละลายน้ำและมีผลในการขัดขวางการดูดซึมของสารอาหารอื่นอีกด้วย น้ำตาลที่ย่อยไม่ได้เหล่านี้เรียกว่า น้ำตาลหลายโมเลกุล ที่ไม่ใช่แป้งและสามารถละลายน้ำได้ (Water-soluble viscous non-starch polysaccharides, NSP) พบมากในวัตถุดิบที่มาจากพืช

การที่มี NSP ในอาหารจะมีผลต่อแบคทีเรียในลำไส้ โดยทำให้แบคทีเรียในลำไส้ (*E. coli*, *Clostridium sp.* และ Enterococci) เปลี่ยนแปลงไป และเชื่อว่า NSP ในอาหาร ลดการย่อยและดูดซึมสารอาหาร และยังมีผลทำให้สารอาหารค้างอยู่ในลำไส้และผ่านทางเดินอาหารไปอย่างช้า ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดการหมักของสารอาหารในช่องทางเดินอาหารมากขึ้น ทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีตามมา และเป็นที่ยอมรับกันว่าแบคทีเรียมีผลต่อการนำสารอาหารไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมัน ซึ่งในการย่อยไขมัน น้ำดีเป็นส่วนสำคัญ โดยน้ำดีจะรวมตัวกับไขมันและทำให้ไขมันแตกตัวได้ดีในรูปของไมเซลล์ (Micelle) ซึ่งเป็นขบวนการสำคัญในการย่อยไขมัน แบคทีเรียจำนวนมากในลำไส้สามารถที่จะลดขบวนการดังกล่าว หรือก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับขบวนการของน้ำดี การเพิ่มการทำงานของแบคทีเรียในลำไส้เล็กจะมีผลทำให้การทำงานของน้ำดีลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ไขมันถูกย่อยและดูดซึมได้น้อยลง อย่างไรก็ตามกรดไขมันสายสั้น (Short chain fatty acid) และกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) สามารถที่จะดูดซึมได้ในรูปอิสระ ซึ่งแบคทีเรียจะไม่มีผลในการลดการดูดซึม

นอกจากนี้แบคทีเรียในลำไส้มีผลต่อลักษณะของโครงสร้างของเซลล์ผนังลำไส้ ซึ่งเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ในการดูดซึมสารอาหาร โดยแบคทีเรียแต่ละชนิดจะมีผลที่เกิดกับโครงสร้างของเซลล์ผนังลำไส้แตกต่างกันไป เช่น แบคทีเรีย โคลิฟอร์ม (Coliform) และคลอสตริเดียม (Clostridium) ทำให้ผนังเซลล์ที่ดูดซึมอาหารของไก่ไม่มีจำนวนลดลง ทำให้การดูดซึมอาหารน้อยลง อิทธิพลของแบคทีเรียต่อผนังลำไส้มีผลต่อการจับตัวเป็นกลุ่มของแบคทีเรีย (Colonization) และจะมีผลต่อสุขภาพและการทนได้ของไก่ ส่วนใหญ่แบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้จะจับอยู่บริเวณที่จับ (Receptor) หรือผิวลำไส้ โดยแบคทีเรียหลาย ๆ ชนิด จะมีการแย่งจับที่บริเวณที่จับ (Receptor) เรียกว่า Competitive exclusion วิธีการนี้มักจะป้องกันการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค (Pathogenic bacteria) การที่แบคทีเรียที่มีประโยชน์เข้ามาจับและแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนในลำไส้ พบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างการทำงานของแบคทีเรียและระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายสัตว์ ซึ่งอิทธิพลของแบคทีเรียที่มีต่อภูมิคุ้มกันขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรีย จากข้อมูลที่กำลังมาข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า แบคทีเรียในลำไส้มีผลต่อการย่อยและการดูดซึมอาหารของไก่ นอกจากนี้ยังมีผลต่อสุขภาพอีกด้วย แบคทีเรียที่มีประโยชน์ในลำไส้ยังสามารถป้องกันการเจริญของแบคทีเรียที่ก่อโรคได้ โดยจับตัวที่ผนังลำไส้และก่อให้เกิดภูมิคุ้มกันที่บริเวณลำไส้ ผลของแบคทีเรียที่มีต่อการย่อยและการดูดซึมอาหารขึ้นอยู่กับการทำงานของแบคทีเรีย ดังนั้นการใช้สารทดแทนยาปฏิชีวนะ ควรจะเลือกสารที่สามารถลดจำนวนแบคทีเรียที่เป็นโทษ และเป็นสารที่สามารถเพิ่มจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในลำไส้ (ฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ออลเวท จำกัด, 2544ก และ 2544ข)

การศึกษาถึงค่าความเป็นกรด-ด่างในทางเดินอาหารของสัตว์ปีกชนิดต่าง ๆ พบว่า สภาวะในทางเดินอาหารส่วนต่าง ๆ ของไก่ค่อนข้างเป็นกรด โดยที่กระเพาะปัสสาวะมีค่ากรด-ด่าง 4.5, กระเพาะจริง 4.4, กระเพาะบด 2.6, ลำไส้เล็กส่วนต้น 5.7 - 6.1, ลำไส้เล็กส่วนกลาง 5.8 - 5.9, ลำไส้เล็กส่วนท้าย 6.3 - 6.4, ลำไส้ใหญ่ หรือทวารหนัก 6.3 และที่ไส้ติ่ง 5.7 ส่วนน้ำคือน้ำอยู่ในช่วง 5.0 - 6.8 ข้อมูลบางแห่งสรุปว่าลำไส้ใหญ่มีสภาพค่อนข้างเป็นด่าง ทั้งนี้ค่าความเป็นกรด-ด่างยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น การอดอาหารมีผลทำให้สภาพในลำไส้ค่อนข้างเป็นกรด แม้ว่าสภาพความเป็นกรด-ด่างในลำไส้มีได้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร แต่การให้ไ้กินเกลือของด่าง (Basic salts) จะมีผลต่อการเพิ่มค่ากรด-ด่างขึ้นได้ (เพิ่มศักดิ์, 2546)

โรคติดเชื้อ อี. โคไล (*Escherichia coli*)

เป็นโรคติดเชื้อที่มีความสำคัญ และก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมากในอุตสาหกรรมเลี้ยงไก่ โดยเฉพาะในไก่กระตัง ซึ่งสาเหตุเกิดจาก *Escherichia coli* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ และสามารถพบเชื้อนี้ได้ทั้งในลำไส้ของสัตว์ทั่วไป Harry and Hemsley (1969) ได้

ตรวจพบอี. โคไลซีโรไทป์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic serotype) ประมาณ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์ ของแบคทีเรียที่พบในลำไส้ของไก่ปกติ และอาจพบหลายซีโรไทป์ที่ถุงหุ้มหัวใจ (Pericardial sac) โรคนี้สามารถพบได้ในไก่ทุกอายุ แต่มักเกิดความเสียหายรุนแรงในไก่อายุ 4 - 5 สัปดาห์ ขณะที่ Barbour *et al.* (1985) กล่าวว่าพบโรคนี้ในไก่ช่วงอายุ 6 - 10 สัปดาห์ และสามารถทำให้เกิดโรคในไก่เล็กและตัวอ่อนในไข่ฟักได้ โดยพบอัตราการตายระหว่าง 5 - 10 เปอร์เซ็นต์ เชื้ออี. โคไลสามารถพบได้หลายซีโรไทป์ แต่ซีโรไทป์ที่เป็นตัวก่อโรคในไก่ ได้แก่ O1, O2, O35 และ O78 แต่จากการแยกเชื้อจากไก่ที่ป่วยเป็นโรคในประเทศไทยพบ O78 มากที่สุด (12.5%) การติดเชื้อ อี. โคไลในไก่มีความสำคัญในการเป็นตัวแทรกซ้อนของโรกระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ โดยเฉพาะโรคติดเชื้อเอ็ม. จี. (*Mycoplasma gallicepticum*) ซึ่งเกรียงศักดิ์ และคณะ (2529) ได้ทำการศึกษาตรวจหาเชื้ออี. โคไล และมีโคพลาสมา และสรุปสาเหตุของกลุ่มอาการและรอยโรคของถุงลมอักเสบในไก่กระหว่งว่าเกิดจากเชื้อ อี. โคไล เพียงอย่างเดียว

เกรียงศักดิ์ และนิทัศน์ (2536) รายงานไว้ว่าฟาร์มไก่กระหว่งที่มีปัญหาของโรคติดเชื้อ อี. โคไล เพียงอย่างเดียวมีสูงถึง 54 ฟาร์มจาก 64 ฟาร์ม พบการระบาดของโรค เอ็ม. จี. เพียงอย่างเดียว 1 ฟาร์ม ส่วนนอกนั้นไก่เกิดเป็นโรคอื่น จึงสรุปว่ากลุ่มอาการและรอยโรคดังกล่าวมีสาเหตุมาจากเชื้อ อี. โคไล เพียงอย่างเดียว

โรคติดเชื้อ อี. โคไล สามารถป้องกันและรักษาด้วยยาปฏิชีวนะที่มีผลต่อแบคทีเรียแกรมลบหรือยาที่ออกฤทธิ์กว้าง แต่การใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาซ้ำหลายครั้ง จะเป็นผลให้เชื้อ อี. โคไล ต้านยานั้น ซึ่งพบการต้านยาเกิดขึ้นทุก ๆ การแบ่งตัวของเชื้อที่ $10^6 - 10^8$ ครั้ง จากการรวบรวมผลการทดสอบความไวของเชื้อ อี. โคไล ที่แยกได้จากไก่ โดยนิวัต และคณะ (2538) พบว่า 80% ต้านยา nalidixic acid, oxolinic acid, sulfamethoxazole+trimethoprim, sulfadiazine, tetracycline, chlortetracycline, doxycycline, kanamycin, novobiocin และ erythromycin

โรคซาลโมเนลโลซิส (Salmonellosis)

เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อซาลโมเนลลาที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่อุตสาหกรรมเลี้ยงไก่ทั่วโลก เชื้อซาลโมเนลลาสายพันธุ์ที่สำคัญและพบมากที่สุด คือ *Salmonella enteritidis* ซึ่งไก่สามารถเป็นโรคนี้ได้ทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง ความเสียหายในลูกไก่มักพบเป็นแบบเฉียบพลัน มีอัตราการตายสูง ไก่ที่รอดตายจะแคระแกร็น การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ และเป็นพาหะของโรค ในไก่ใหญ่ที่เป็นโรคหรือเป็นพาหะของโรคพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ไข่ลดลง เปอร์เซ็นต์การฟักออกของไข่ลดลง และมีการแพร่เชื้อโรคผ่านไข่ ทั้งยังสามารถทำให้เกิดการติดเชื้อและเป็นโรคได้ในคนและในสัตว์ แม้ว่าจะได้รับเชื้อในปริมาณเล็กน้อยก็ตาม โรคซาลโมเนลโลซิส

จัดอยู่ในกลุ่มของโรคสัตว์ติดคน (Zoonosis) ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะไก่เป็นแหล่งแพร่เชื้อที่สำคัญ (นนทชัย และคณะ, 2541)

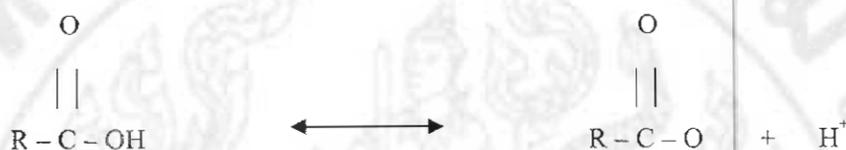
ในประเทศไทยคนที่ป่วยด้วยโรคอุจจาระร่วงที่มีสาเหตุมาจากเชื้อซาลโมเนลลามีมากขึ้น สาเหตุส่วนหนึ่งมาจากอาหารที่รับประทาน ได้แก่ เนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ การปนเปื้อนของเชื้อซาลโมเนลลาเป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุข และเป็นปัญหาที่ส่งผลต่อการส่งออกเนื้อไก่ไปยังต่างประเทศอีกด้วย (Boonmar *et al.*, 1999) การควบคุมและป้องกันเชื้อซาลโมเนลลาต้องปฏิบัติหลายอย่างร่วมกัน โดยใช้ความละเอียด ถี่ถ้วนและถูกต้อง เช่น มีการจัดการฟาร์มที่ดี มีการจัดการโรงพักที่ดี การใช้วัคซีน การใช้วิธียับยั้งโดยใช้แบคทีเรีย (Competitive exclusion) และการใช้สารยับยั้ง (Salmonella inhibitor) เช่น กรดอินทรีย์ มีรายงานการทดลองใช้กรดอินทรีย์ในวิธีการและรูปแบบต่าง ๆ ในการควบคุมเชื้อซาลโมเนลลา เช่น การทดลองใช้กรดอินทรีย์ฆ่าเชื้อที่เปลือกไข่เพื่อป้องกันการติดเชื้อ นอกจากนี้มีการทดลองให้ไก่กินน้ำผสมกรดอินทรีย์เพื่อลดต่อระดับของคลอสเตรดียมในเลือด และการศึกษาการใช้ความร้อนและกรดโพรพิโอนิก (Propionic acid) ทำลายเชื้อซาลโมเนลลาในอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ อนึ่งการเลี้ยงไก่เป็นอุตสาหกรรม การใช้กรดอินทรีย์ผสมในอาหารจะเป็นการสะดวกกว่าการใช้ผสมในน้ำ (นนทชัย และคณะ, 2541)

กรดอินทรีย์ (Organic acids)

กรดอินทรีย์ (Organic acids) คือ สารประกอบที่มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_nH_{2n}O_2$ โดยที่ n เริ่มตั้งแต่ 1, 2, 3, และมีสูตรทั่วไปเป็น R-COOH เมื่อเอาหมู่อัลคิล (Alkyl) ออกจะเหลือ -COOH ซึ่งเป็นหมู่อิทธิพลของกรดอินทรีย์ เรียกว่า หมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl group) หรือหมู่คาร์บอกซิลิก (Carboxylic acid) กรดคาร์บอกซิลิกในสารละลายน้ำจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และทำปฏิกิริยากับเบสแก่ให้น้ำกับเกลือ โครงสร้างของกรดอินทรีย์ประกอบด้วยหมู่คาร์บอนิล ($C=O$, Carbonyl) ที่ก่อกันกับหมู่อไฮดรอกซิล ($-OH$, Hydroxyl) ซึ่งรวมกันเรียกว่า หมู่คาร์บอกซิล กรดอินทรีย์เป็นสารประกอบมีขั้ว (Polar compound) สามารถก่อกันระเหยไฮโดรเจนกับน้ำได้ ทำให้กรดอินทรีย์สามารถละลายน้ำได้ (พรพรรณ, 2540)

กรดอินทรีย์มีคุณสมบัติเป็นกรด (Acidity) เมื่ออยู่ในสารละลายน้ำ กรดจะแตกตัวให้ไฮออน เรียกการเกิดไฮออนไนเซชัน (Ionization) การแตกตัวของกรดอินทรีย์จะแตกต่างจากการแตกตัวของกรดอนินทรีย์ เช่น ไฮโดรคลอริก (HCl) ที่แตกตัวได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นกรดแก่ (Strong acid) ขณะที่กรดอินทรีย์เป็นกรดอ่อน (Weak acid) จะแตกตัวได้ไม่หมด โดยการแตกตัวจะอยู่ในสมดุลระหว่างกรดอินทรีย์ คาร์บอกซิลเลทแอนไอออน และโปรตอน ดังแสดงในภาพที่ 1 กรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จะให้ความเป็นกรดแตกต่างกัน ขึ้นกับสภาวะความเป็นกรด-ด่างที่ปรากฏ

ในขณะนั้น ทั้งนี้กรดชนิดต่าง ๆ จะมีค่าที่กำหนดความสามารถในการปลดปล่อยความเป็นกรด (ไฮโดรเจนไอออน, H^+) ออกมา เรียกว่าค่า pKa (ตารางที่ 1) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกความเป็นกรดที่สารที่ให้ความเป็นกรดแต่ละชนิดจะปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนออกมาในปริมาณครั้งหนึ่ง (ถ้าค่า pKa ของกรดอินทรีย์ที่แตกตัวมีค่าต่ำกว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย จะแตกตัวได้สูง ถ้าค่า pKa ของกรดอินทรีย์ที่แตกตัวมีค่าสูงกว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย จะแตกตัวได้ต่ำ) จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า กรดบางชนิดมีค่า pKa เพียงค่าเดียว แต่บางชนิดมีค่า pKa มากกว่า 1 ค่า ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถของกรดในการปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนออกมา ในช่วงความเป็นกรด-ด่างที่หลากหลายออกไป (กรรณิการ์, 2545)



ภาพที่ 1 การแตกตัว (Ionization) ของกรดอินทรีย์
ที่มา: พงษ์ทิพย์ และชนานิช (2534)

ตารางที่ 1 การเรียกชื่อ สูตร โครงสร้าง น้ำหนักโมเลกุล และค่า pKa ของกรดอินทรีย์บางชนิด

ชื่อสามัญ	สูตรโครงสร้าง	น้ำหนักโมเลกุล	ค่า pKa
Formic acid	HCO_2H	46.03	3.74
Acetic acid	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	60.05	4.74
Propionic acid	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$	74.08	7.84
Fumaric acid	$\text{HO}_2\text{CCH}_2\text{CO}_2\text{H}$	116.07	3.03 (pKa1) 4.47 (pKa2)
Lactic acid	$\text{CH}_3\text{CHOHCO}_2\text{H}$	90.08	3.86
Citric acid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{C}(\text{OH})\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	192.12	3.06 (pKa1) 4.74 (pKa2) 5.40 (pKa3)

ที่มา: พรพรรณ (2540)

กรดคาร์บอกซิลิก (Carboxylic acids) เป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ รวมทั้งพบได้ในสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แบคทีเรีย นอกจากนี้กรดคาร์บอกซิลิกยังสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้จากสารอินทรีย์

ชนิดของกรดอินทรีย์ (กองบรรณาธิการ, 2545ก และ 2545ข)

กรดอินทรีย์สามารถแบ่งได้เป็นหลายชนิด หากแบ่งตามจำนวนของคาร์บอน มี 3 ชนิด คือ

1. กรดอินทรีย์สายสั้น มีคาร์บอนน้อยกว่า 6 ตัว เช่น กรดฟอร์มิก (Formic acid) กรดอะซิติก (Acetic acid) และกรดโพรพิโอนิก (Propionic acid)
2. กรดอินทรีย์ชนิดสายกลาง มีคาร์บอน 7 - 16 ตัว
3. กรดอินทรีย์ชนิดสายยาว มีคาร์บอนมากกว่า 16 ตัว

คุณสมบัติทางกายภาพของกรดคาร์บอกซิลิก (Physical properties of carboxylic acid) (พรพรรณ, 2540)

กรดคาร์บอกซิลิกที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ๆ จะมีกลิ่นค่อนข้างเหม็น เช่น กรดบิวทาโนอิก (Butanoic acid) มีกลิ่นเนยหืน กรดที่เป็นโซ่ตรง (Straight chain) มี C_6 , C_8 และ C_{10} จะมีกลิ่นเหม็นเหมือนกลิ่นแพะ กรดคาร์บอกซิลิก ที่มี $C_1 - C_{10}$ เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง สำหรับกรดที่มีคาร์บอนอะตอมสูงกว่าจะมีสภาพเป็นของแข็งคล้ายขี้ผึ้ง

1. จุดเดือด (Boiling point) และจุดหลอมเหลว (Melting point) พบว่า กรดคาร์บอกซิลิกที่มีมวลโมเลกุลน้อย เช่น กรดฟอร์มิกและกรดอะซิติก จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงผิดปกติ ทั้งนี้เนื่องจากกรดดังกล่าวเกิดพันธะไฮโดรเจน และมีแรง van der Waals สูงมาก เมื่อมวลโมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกเพิ่มขึ้นจุดเดือดจะเพิ่มขึ้น โดยทุก ๆ CH_2 ที่เพิ่มขึ้น จุดเดือดจะเพิ่มขึ้นประมาณ 20 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบจุดเดือดของกรดคาร์บอกซิลิกกับแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลเท่ากัน จุดเดือดของกรดจะสูงกว่ามาก

2. ความหนาแน่น (Density solubility) กรดคาร์บอกซิลิกที่มี $C_1 - C_4$ ละลายน้ำได้ดี เพราะว่ามีมวลโมเลกุลมีขั้วมากกว่า กรดคาร์บอกซิลิกที่มีคาร์บอนตั้งแต่ C_6 ขึ้นไปจะไม่ละลายน้ำ เพราะว่ามีมวลโมเลกุลที่มีโซ่ยาวมาก ๆ เป็นโมเลกุลมีขั้วน้อยมากจึงละลายได้ดีในสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารสัตว์

การนำเอากรดอินทรีย์มาใช้เสริมในอาหารสัตว์มีจุดประสงค์ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคให้ลดลง ช่วยส่งเสริมการย่อยอาหารให้ดีขึ้น และลดระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะพักและกระเพาะอาหาร (กรรณิการ์, 2545) และกรดอินทรีย์ไม่ก่อให้เกิดสารตกค้าง ไม่มีระยะเวลาปลอดภัยและไม่ทำให้เกิดการดื้อยา (บริษัท ออกต้า เมมโมเรียล จำกัด, 2546)

ชนิดของกรดอินทรีย์ที่นิยมใช้ในการผสมอาหารสัตว์และอาหารมนุษย์ คือ

1. กรดซิตริก (Citric acid) เป็นกรดอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นของแข็ง สามารถละลายน้ำได้ พบในผลไม้จำพวกส้ม ปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ผสมในอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิตและช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ จากข้อมูลการทดลองที่ศึกษาการเสริมกรดซิตริกในอาหารลูกสุกรช่วงอายุ 20 - 30 วัน เช่น การเสริมกรดซิตริกที่ระดับ 10 - 20 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ช่วยให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรดีขึ้น นอกจากกรดซิตริกจะช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตแล้ว กรดซิตริกยังจัดเป็นสารตัวกลางที่สำคัญชนิดหนึ่งในวิถี tricarboxylic acid cycle และยังพบว่ามีการใช้กรดซิตริกเป็น chelating agent ของแร่ธาตุเพื่อช่วยเพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุในลำไส้ (กรรณิการ์, 2545)

2. กรดฟอร์มิก (Formic acid) มีลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีสี พบในนม ผึ้ง และแมลงบางชนิด นิยมใช้ผสมอาหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มการย่อยได้ของอาหาร โปรตีนให้สูงขึ้น และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้ออี. โคไล ฝ่ายทะเบียนและมาตรฐานอาหารสัตว์ กองควบคุมอาหารสัตว์ ได้กำหนดให้ใช้เป็นวัตถุประเภทสารเสริมในอาหารสำเร็จรูปได้ในอัตราส่วนไม่เกิน 2% ในอาหาร ข้อควรระวังในการใช้ คือ กรดฟอร์มิก เป็นกรดที่มีฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรง และมีกลิ่นฉุนมาก อีกทั้งไม่มีคุณค่าทางอาหารเลย การนำมาใช้ต้องพิจารณาให้ดี และการใช้ในปริมาณสูงเกินไปจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูง (กรรณิการ์, 2545)

3. กรดฟูมาริก (Fumaric acid) เป็นกรดที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งสัตว์และจุลินทรีย์สามารถสร้างได้เองจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของสัตว์ หรือขบวนการหมักย่อยของจุลินทรีย์ ได้มีการนำเอากรดฟูมาริกมาใช้ผสมในอาหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มการย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร โปรตีน ลดระดับความเป็นกรด-ด่างในระบบทางเดินอาหาร มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้ออี. โคไล นอกจากนั้นกรดฟูมาริกยังสามารถใช้เป็นแหล่งให้พลังงานสำหรับสัตว์ได้ มีรายงานว่า สุกรสามารถใช้กรดฟูมาริกเป็นแหล่งพลังงานได้ โดยพบว่าการเมตาบอลิซึมกรดฟูมาริกจะให้พลังงานทั้งหมด 11.5 MJ/kg. (กรรณิการ์, 2545)

4. กรดโพรพิโอนิก (Propionic acid) เป็นกรดอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เพื่อการปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตของสุกรหลังหย่านม แต่กรดโพรพิโอนิกเป็นกรดที่มีกลิ่นฉุนมาก และมีฤทธิ์

ในการกักกร่อนรุนแรงมาก การเลือกใช้จำเป็นต้องระมัดระวัง เพราะการเสริมในระดับที่สูงเกินไป อาจมีอันตรายต่อตัวสัตว์ โดยทั่วไปนิยมนำไปผสมในวัตถุดิบอาหารเพื่อป้องกันเชื้อราหรือลดการเกิดเชื้อราในช่วงการเก็บรักษา (กรรณิการ์, 2545)

5. กรดแลคติก (Lactic acid) เป็นกรดอินทรีย์ ที่ช่วยในการเพิ่มรสชาติ และช่วยป้องกันการเน่าเสียในอาหารหมักดองและในผลิตภัณฑ์นม โดยทั่วไปสามารถพบกรดแลคติกในร่างกายของคน สัตว์ พืช และจุลินทรีย์ กรดแลคติกถูกตรวจพบเป็นครั้งแรกในนมเปรี้ยว โดยนักเคมีชาวสวีเดน เมื่อปี ค.ศ. 1780 ซึ่งทำให้ทราบว่ากรดแลคติกเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ จากการสำรวจการผลิตกรดแลคติกทั่วโลก ประมาณกันว่ามีอยู่ถึง 50,000 ตันต่อปี โดยปริมาณ 2 ใน 3 ส่วนที่ผลิตได้มาจากกระบวนการหมัก ส่วนที่เหลือได้จากกระบวนการทางเคมี กรดแลคติกที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยใช้กรดแลคติกทำหน้าที่เป็นตัวปรับสภาพความเป็นกรดในอาหาร เพื่อให้เกิดรสชาติของความเปรี้ยวของอาหารและเครื่องดื่ม ตลอดจนการใช้ในอาหารแปรรูปและผลิตภัณฑ์ขนมอบ กรดแลคติกยังถูกใช้เป็นสารกันบูดเพื่อป้องกันการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์อาหารได้ (สาโรจน์, 2544)

นอกจากกรดอินทรีย์ดังกล่าวมาแล้ว ยังมีกรดอินทรีย์ชนิดอื่นที่ถูกนำมาใช้ผสมในอาหาร เช่น กรดอะซิติก กรดซอร์บิก เป็นต้น การใช้กรดอินทรีย์ในอาหาร มักจะใช้กรดอินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งผสมในอาหาร หรืออาจใช้กรดหลายชนิดผสมรวมกัน เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และ การใช้สะดวกขึ้น นอกจากนั้น สารที่ให้ความเป็นกรดบางชนิดนิยมใส่เกลือของกรดลงไปควบคู่กับตัวกรดด้วย เช่น กรดซิตริกร่วมกับโซเดียมซิเตรท หรือกรดฟอสฟอริกร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต เป็นต้น เพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมปริมาณไฮโดรเจนไอออนที่เกิดขึ้น (Buffering capacity) จากการศึกษาที่ผ่านมา นอกจากจะใช้กรดอินทรีย์ในอาหารแล้ว ยังมีการเสริมกรดอนินทรีย์บางชนิด เช่น กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid) และกรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) เป็นต้น (กรรณิการ์, 2545) โดยกรดไม่มีผลในการต่อต้านสารอาหารหรือทำให้อาหารเป็นพิษ (หมอหนู่ม, 2534)

กลไกการทำงานของกรดอินทรีย์ที่เสริมในอาหาร

1. กรดอินทรีย์ เมื่อเสริมในอาหารจะช่วยปรับให้สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกระเพาะลดลง ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของอาหารมีประสิทธิภาพมากขึ้น (กรรณิการ์, 2545) ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในขบวนการย่อยโปรตีน เนื่องจากเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยโปรตีนจะทำงานได้ดีในสภาพความเป็นกรด-ด่าง

ประมาณ 2.0 นอกจากนี้การเสริมกรดอินทรีย์ยังมีผลทำให้เชื้อแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวยับยั้ง (Competitive exclusion) บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดี (Liu, 2001)

2. กลไกการทำงานของกรดอินทรีย์ คือ เมื่อเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร ในทันทีที่กรดแตกตัวจะได้ H^+ ซึ่งจะไปเกาะกับ acid binding receptor ของวัตถุดิบอาหาร ทำให้กรดเกลือในกระเพาะไม่สามารถเข้าเกาะกับ receptor ของอาหารได้ ซึ่งหมายความว่าสามารถลดค่าจำเพาะในการใช้กรด (Acid binding capacity) ที่สร้างจากกระเพาะอาหารลงได้ จึงทำให้ปริมาณกรดเกลือมีเพียงพอไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ผลจากการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารที่ทำให้ค่าจำเพาะในการใช้กรดลดลง โดยการขัดขวางการรวมตัวของกรดเกลือกับวัตถุดิบอาหารนี้เรียกว่า anti-buffering effect (กรรณิการ์, 2545) ค่าจำเพาะในการใช้กรด เป็นค่าหนึ่งที่วัดความสามารถในการย่อยได้ของอาหาร โดยอาหารที่กินเข้าไปจะรวมกับกรด (โดยเฉพาะ H^+ อิสระ) เพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของอาหารให้เหมาะแก่การย่อยได้ เรียกค่าส่วนของอาหารที่ไปรวมกับกรดเพื่อให้เหมาะสมกับการย่อยว่า ค่าจำเพาะในการใช้กรด (Acid binding capacity หรือ Buffering capacity) อาหารที่มีโปรตีนสูง เช่น อาหารสัตว์ระยะแรก พบว่า มีค่าจำเพาะในการใช้กรดสูงด้วยกัน โดยค่านี้จะแปรผันตามปริมาณโปรตีนในอาหาร ซึ่งนมผง ปลาป่น ถั่วเหลือง มีค่าจำเพาะในการใช้กรดสูงกว่าธัญพืชประมาณ 3 - 6 เท่า โดยค่านี้มีหน่วยเป็น Meq./kg. (Milli-equivalent/kilogram) ซึ่งหมายถึงปริมาณกรดเกลือที่เสริมในอาหารจำนวน 1 กิโลกรัม ที่ทำให้ pH มีค่าลดลงไปที่ pH 3 ในเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าจำเพาะในการใช้กรดของวัตถุดิบอาหารบางชนิด

วัตถุดิบ	ค่าจำเพาะในการใช้กรด (Meq./kg.) ¹⁾
ซีวาร์เลย์	200 – 300
ข้าวโพด	160 – 200
กากถั่วเหลือง	850 – 1,200
ปลาป่น	1,500 – 1,900
หางนมผง	1,200 – 1,500
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	6,500 – 7,500
หินปูน	ประมาณ 20,000

¹⁾ Meq./kg. ซึ่งสูงก็ยังมีความต้องการใช้กรดเพิ่มขึ้น

ที่มา: ชรินทร์(2539)

3. กรดสามารถออกฤทธิ์ต่อจุลชีพต่าง ๆ ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม กลไกการออกฤทธิ์ทางตรง เช่น กรดฟอร์มิกยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของยีสต์และแบคทีเรีย กรดซอร์บิกยับยั้งการทำงานในขบวนการสร้างกรดซิตริก (Citric acid cycle) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างพลังงาน มีผลทำให้จุลชีพสูญเสียพลังงาน นอกจากนี้ยังยับยั้งการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์และขบวนการออกซิเดชันของกรดไขมัน ส่วนกรดโพรพิโอนิกจะขัดขวางการขนส่งสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และต่อต้านอะลานิน (Alanine) กรดแต่ละชนิดมีผลต่อการยับยั้งจุลชีพแต่ละชนิดมากน้อยแตกต่างกันไป เช่น กรดฟอร์มิกและกรดอะซิติกจะมีผลต่อยีสต์และแบคทีเรีย กรดโพรพิโอนิกและกรดซอร์บิกมีผลต่อทั้งยีสต์ รา และแบคทีเรีย กรดเบนโซอิก (Benzoic acid) มีผลต่อยีสต์และแบคทีเรีย นอกจากนี้ยังสามารถออกฤทธิ์ทางอ้อมต่อจุลชีพได้ เนื่องจากเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วง pH 1.5 - 10.0, ยีสต์เจริญเติบโตได้ในช่วง pH 1.5 - 9.0, แลคโตบาซิลลัสเจริญเติบโตได้ในช่วง pH 2.5 - 8.0 และแบคทีเรียในลำไส้ เช่น อี. โคลิ, ซาลโมเนลลาเจริญเติบโตได้ดีในช่วง pH 4.5 - 8.0 ดังนั้นการใช้สารให้ความเป็นกรดในอาหาร ทำให้จุลชีพต่าง ๆ ในระบบทางเดินอาหารไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เช่น ที่ pH น้อยกว่า 1.5 ยีสต์และเชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนแบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ pH น้อยกว่า 4.0 เพื่อลดการติดเชื้อจากภายนอกตัวสัตว์ สามารถใส่กรดลงในอาหารสัตว์, วัตถุดิบอาหารสัตว์, ขบวนการผลิต, น้ำดื่ม และสามารถใช้ป้องกันการเติบโตของจุลชีพต่าง ๆ ที่อยู่ตามผนังและวัสดุรองพื้น สำหรับการออกฤทธิ์แบบจำเพาะภายในร่างกายสัตว์เมื่อสัตว์กินเข้าไป กรดอินทรีย์จะช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์สามารถเจริญได้ดี ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการเลิกใช้ยาปฏิชีวนะในอนาคต (กองบรรณาธิการ, 2545ก และ 2545ข) มีรายงานว่า กรดอินทรีย์สามารถแทรกผ่านผนังเซลล์ (Cell wall) เข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอินทรีย์สายโซ่สั้นที่มีลักษณะคล้ายกับกรดไขมัน (Fatty acid) เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดแลคติก การเข้าสู่ภายในเซลล์ของแบคทีเรียที่มีสภาพเป็นกลาง มีผลทำให้กรดอินทรีย์มีการแตกตัวได้แอนไอออน ($R-COO^-$) และโปรตอน (H^+) ทำให้สภาวะภายในเซลล์ของแบคทีเรียมี H^+ อยู่มาก แบคทีเรียจะต้องใช้พลังงานมากในการกำจัด H^+ ออกจากเซลล์ บางครั้งมีผลทำให้แบคทีเรียตายได้ นอกจากนี้ส่วนของแอนไอออนของกรดจะไปรบกวนการสังเคราะห์สารพันธุกรรม (DNA) ที่จำเป็นในการขยายเผ่าพันธุ์ของจุลินทรีย์ ทำให้สามารถควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในกลุ่มที่เป็นโทษ (करणิการ์, 2545)

การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิต

วิบูลย์ (2540) รายงานว่า การเติมกรดฟูมาริกในอาหารที่ระดับ 0, 2 และ 3% จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกรเพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น โดยพบว่าในกลุ่มที่ใช้กากถั่วเหลือง ลูกสุกรจะตอบสนองสูงสุดที่ระดับกรดฟูมาริก 3% ส่วนในกลุ่มที่ใช้นมผง ลูกสุกรจะตอบสนองที่ระดับกรดฟูมาริก 2% เท่านั้น จึงทำการทดลองซ้ำเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ว่า ลูกสุกรที่ได้รับอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองจะตอบสนองต่อกรดฟูมาริกได้ดีกว่าการใช้นมในอาหาร เนื่องจากลูกสุกรย่อยโปรตีนจากกากถั่วเหลืองได้ยากกว่าโปรตีนจากนม จึงเห็นผลในการตอบสนองต่อกรดฟูมาริกของอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองได้ชัดเจนกว่า ต่อมาได้ใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (Soy-protein concentrate) เปรียบเทียบกับโปรตีนจากนมโดยตรงคือเคซีน (Casein) สรุปได้ว่า อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อของลูกสุกรดีขึ้นจากการเติมกรดฟูมาริก 3% ในอาหาร และพบว่าชนิดของอาหารและกรดฟูมาริกมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ลูกสุกรในกลุ่มที่ได้รับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น มีอัตราการตอบสนองต่อกรดฟูมาริกได้ดีกว่า (กลุ่มที่เติมกรดมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 174 กรัมต่อวัน เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เติมกรดมีอัตราการเจริญเติบโตเพียง 123 กรัมต่อวัน หรือมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 51 กรัมต่อวัน) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้โปรตีนเคซีนด้วยกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 ในการทดลองดังกล่าวได้มีการเติม Sodium bicarbonate ในอาหารลูกสุกรในกลุ่มที่ใช้โปรตีนเคซีนอีกกลุ่มหนึ่ง เพื่อดูผลของการปรับสภาพอาหารให้เป็นกลาง (Neutralization ของกรด) เป็นที่น่าสนใจว่า ลูกสุกรมีการตอบสนองเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมสารคาร์บอเนตในอาหาร โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเป็น 198 กรัมต่อวัน และ วิบูลย์ (2540) ได้ทำการทดลองซ้ำถึงผลของสารคาร์บอเนตดังกล่าว และได้อธิบายไว้ว่าสารคาร์บอเนตมีส่วนช่วยปรับระดับกรดที่มากเกินไป (Correction of a metabolic acid load, H⁺)

Falkowshi and Aherne (1984) ทดลองเสริมกรดฟูมาริกและกรดซิตริกที่ระดับ 1 และ 2% ในอาหารลูกสุกร พบว่า การเสริมกรดฟูมาริกและกรดซิตริกทั้งสองระดับ มีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกสุกรดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่กินมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าลูกสุกรที่ได้รับอาหารที่เสริมกรดฟูมาริกและกรดซิตริกทั้งสองระดับ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น และมีปริมาณอาหารที่กินต่ำลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการทดลองของ Henry *et al.* (1985) ที่รายงานว่าการเสริมกรดฟูมาริกที่ระดับ 15 กรัมต่อกิโลกรัม ในอาหารลูกสุกรอายุ 10 วัน ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$)

Patten and Waldroup (1988) ได้ทำการทดลองเสริมกรดฟูมาริกและแคลเซียมฟออสเฟตในอาหารไก่กระตัง โดยเสริมกรดฟูมาริกที่ระดับ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5% และใช้แคลเซียมฟออสเฟตที่

ระดับ 0, 0.72, 1.48, 2.20 และ 2.89% ในไก่กระทงเพศผู้อายุ 1 – 21 วัน พบว่า การเสริมกรดฟูมาริกที่ระดับ 0.5 และ 1.0% มีผลช่วยปรับปรุงน้ำหนักตัว แต่ไม่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร และยังพบว่า การผสมแคลเซียมฟอสเฟตในระดับที่มากกว่า 0.72% มีผลทำให้น้ำหนักตัวและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารลดลง และยังมีการทดลองเสริมแคลเซียมฟอสเฟตที่ระดับ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5% ในไก่กระทงเพศผู้และเพศเมีย โดยเลี้ยงจนถึง 49 วัน พบว่าการเสริมแคลเซียมฟอสเฟตที่ระดับ 0.5 และ 1.0% ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร แต่การเสริมที่ระดับ 1.5% มีผลทำให้น้ำหนักตัวที่อายุ 49 วัน ของเพศเมียลดลง ส่วนเพศผู้ไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 3 ผลของการใช้กรดฟูมาริกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (Soy-protein concentrate) และเคซีน

	แหล่งโปรตีน				SEM ^{1/}	
	ถั่วเหลือง		เคซีน			
กรดฟูมาริก (%)	0	3	0	3	3	
โซเดียมไบคาร์บอเนต (%)	0	0	0	0	2.74	
0 – 2 สัปดาห์						
น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม)	123	174	148	169	198	13.3
ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม)	306	322	330	352	348	16.4
อัตราส่วนของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่ออาหารที่กิน	0.41	0.53	0.46	0.48	0.57	0.02
0 – 4 สัปดาห์						
น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม)	298	311	292	330	315	11.7
ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม)	580	598	578	621	592	19.5
อัตราส่วนของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่ออาหารที่กิน	0.51	0.52	0.50	0.53	0.53	0.01

^{1/}SEM = Standard error of the means.

ที่มา: วิบูลย์ (2540) โดยน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มทดลอง = 7.4 กิโลกรัม ทดลองเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ใช้กรดฟูมาริกเติมลงในอาหาร 3% และใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตเติมลงในอาหาร 2.74%

Skinner *et al.* (1991) ได้ทดลองเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่กระตังที่ระดับ 0, 0.125, 0.25 และ 0.50% ตั้งแต่อายุ 1 – 49 วัน พบว่า การเสริมที่ระดับ 0.125% ทำให้ไก่กระตังมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ส่วนในกลุ่มอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน ในด้านปริมาณอาหารที่กิน พบว่า การเสริมที่ระดับ 0.125 และ 0.50% ทำให้ไก่กระตังกินอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนในไก่กระตังเพศผู้ พบว่า การเสริมที่ระดับ 0.125 และ 0.25% มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณอาหารที่กิน ไม่มีความแตกต่างกัน และการเสริมกรดฟูมาริกไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก ไชมันในช่องท้อง และอัตราการตายของไก่

Giesting *et al.* (1991) ได้ทำการเปรียบเทียบการเสริมกรดฟูมาริกที่ระดับ 0, 2 และ 3% ในอาหารลูกสุกรที่มีอายุ 28 วัน พบว่า การเสริมกรดฟูมาริกที่ระดับ 3% ให้ผลตอบสนองในด้านสมรรถภาพการผลิตสูงสุด โดยเฉพาะในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการทดลอง

Isobe *et al.* (2000) ได้ทดลองเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.25, 0.5 และ 1.0% พบว่า การเสริมที่ระดับ 1.0% ทำให้จำนวนเชื้อ *Salmonella enteritidis* ในไข่ตั้งมีแนวโน้มลดลงหลังจากใช้เสริม 3 วัน และจะไม่พบหลังจากเสริม 7 และ 14 วัน นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมกรดฟูมาริกทำให้ตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella enteritidis* ในไข่หลังการเสริม 3 – 7 วัน และพบว่า การเสริมกรดฟูมาริกไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และผลผลิตไข่

เนาวรัตน์ (2541) รายงานการทดลองเลี้ยงลูกสุกร 32 ตัว โดยการให้อาหารที่มีกรดฟูมาริกเสริมในระดับต่าง ๆ คือ 0, 1, 2 และ 3% เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า สามารถใช้กรดฟูมาริกผสมในอาหารสุกรได้ 1%

Thongwittaya and Isobe (2004a) ได้ทดลองเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่กระตังที่ระดับ 0, 0.5, 1.0 และ 2.0% ที่อายุ 1 วัน ถึง 35 วัน พบว่า ปริมาณอาหารที่กิน ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีข้อสังเกตว่า ในสัปดาห์ที่ 5 การเสริมที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 2.0% มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินเพิ่มขึ้น ส่วนผลต่อน้ำหนักตัวนั้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าการเสริมที่ระดับ 2.0% ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ในด้านอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตนั้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าการเสริมที่ระดับ 2.0% จะให้ผลดีที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมกรดฟูมาริกไม่มีผลต่อคุณภาพซากและอัตราการตายของไก่ และมีข้อเสนอแนะว่าการเสริมกรดฟูมาริกจะให้ผลดีในด้านสมรรถภาพการผลิต เมื่อใช้ที่ระดับ 2.0% และอายุของไก่กระตังมากกว่า 28 วัน

Thongwittaya and Isobe (2004b) ได้ทดลองเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.5, 1.0 และ 2.0% พบว่า น้ำหนักไข่ที่ได้ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าการเสริมกรดฟูมาริก ทำให้น้ำหนักไข่เพิ่มขึ้น ในด้านผลผลิตไข่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิต พบว่า การเสริมกรดฟูมาริกที่ระดับ 2.0% จะให้ผลดีที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบกับสารเสริมในระดับอื่น ๆ และพบว่า การเสริมกรดฟูมาริก ไม่มีผลทำให้น้ำหนักตัวมวลงของไข่ ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการตาย และคุณภาพของเปลือกไข่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$)

Eckel *et al.* (1992) ได้เสริมกรดฟอร์มิกในอาหารสุกรหย่านม ที่ประกอบด้วย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวโอ๊ต มันสำปะหลัง กากถั่วเหลือง ปลาป่น หางนมผง และไขมัน ในระดับ 6, 12 และ 18 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร พบว่ามีผลทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 23, 31 และ 29% ตามลำดับ

Ravidam and Kornegay (1993) รายงานการทดลองเกี่ยวกับการเสริมกรดซิตริก 14 การทดลอง ที่ทดสอบเกี่ยวกับผลตอบสนองของลูกสุกรต่อการใช้กรด โดยทุกการทดลองใช้ลูกสุกรอายุ 20 - 30 วัน และรายงานไว้ว่าสามารถใช้กรดซิตริกได้ในปริมาณที่สูง อาจใช้ได้สูงถึง 14% โดยใช้หลังการหย่านม กรดจะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารถึง 11% จึงสรุปได้ว่า กรดซิตริกมีผลทำให้การเจริญเติบโตดีขึ้น เนื่องจากทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น

พรรณทิพา (2541) ได้รายงานผลการทดลองเลี้ยงสุกร 32 ตัว โดยใช้อาหารที่มีกรดซิตริกในระดับต่าง ๆ กัน คือ 0, 20, 30 และ 40 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า การใช้กรดซิตริกผสมในอาหารลูกสุกร 20 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร จะช่วยให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีขึ้น

Cole *et al.* (1968) รายงานผลของการเสริมกรดแลคติกที่ระดับ 0.8% ในน้ำ พบว่า ลูกสุกรหย่านมมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถลดจำนวนเชื้อ อี. โคไล ในลำไส้เล็กได้อีกด้วย ทำนองเดียวกัน Easter (1988) รายงานว่า การเสริมกรดอินทรีย์สามารถลดจำนวนเชื้ออี. โคไลในทางเดินอาหาร และลดเปอร์เซ็นต์การตายของลูกสุกรอีกด้วย

อาวุธ และอนุชา (2536) ได้ทดลองเสริมกรดฮิวมิกในอาหารไก่กระທงที่ระดับ 0, 0.01, 0.05 และ 0.1% และสรุปไว้ว่า การเสริมกรดฮิวมิกที่ระดับ 0.1% ทำให้ไก่กระທงมีประสิทธิภาพการผลิตดี ที่สุด รวมทั้งมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุด จึงทำการทดลองเปรียบเทียบการเสริมกรดฮิวมิกในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 0.1 และ 0.25% และพบว่า อัตราการเจริญเติบโตมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า กลุ่มที่เสริมกรดฮิวมิกที่ระดับ 0.25% มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด คือ 49.82 กรัมต่อวัน ซึ่งใกล้เคียงกับกลุ่มที่เสริมกรดฮิวมิกที่ระดับ 0.1% คือ 49.81 กรัมต่อวัน ส่วนกลุ่มที่ไม่เสริมจะมีอัตราการเจริญเติบโตเพียง 48.53 กรัมต่อวัน จากข้อมูลที่ได้เป็นการชี้ให้เห็นว่าการเสริมกรดฮิวมิก มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของไก่กระທงสูงขึ้น (หทัยรัตน์, 2536; ชัยยา, 2536) นอกจากนี้การเสริมกรดฮิวมิกยังมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้

อาหารของไก่กระตังมีค่าดีกว่าไม่เสริม โดยกลุ่มที่เสริมกรดฮิวมิกที่ระดับ 0.25% ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด คือ 1.88 ซึ่งดีกว่ากลุ่มที่เสริมกรดฮิวมิกที่ระดับ 0 และ 0.1% อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 1.99 และ 1.95 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดฮิวมิกที่ระดับ 0.1% มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมกรดฮิวมิกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) การเสริมกรดฮิวมิกอาจมีผลกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร จึงมีผลทำให้มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น น้ำหนักสุดท้ายหรือน้ำหนักส่งตลาดของกลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดฮิวมิกในอาหารที่ระดับ 0.1 และ 0.25% มีค่าเท่ากัน คือ 2.83 กิโลกรัม สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริม (น้ำหนัก 2.76 กิโลกรัม) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ราคาอาหารของกลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดฮิวมิกจะสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม แต่กลุ่มที่เสริมกรดฮิวมิกจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม แต่เมื่อคำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของอาหารสูตรต่าง ๆ พบว่า การเสริมกรดฮิวมิกมีแนวโน้มที่จะทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่ำลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

อาวุธ และคณะ (2540) ได้ทำการทดลองเสริมกรดฮิวมิกในระดับ 0, 0.1, 0.2 และ 0.3% ต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่นและขุน (30 - 90 กิโลกรัม) ผลการทดลองพบว่า ในระยะสุกรรุ่น การเสริมกรดฮิวมิกในระดับ 0.3% มีผลช่วยปรับปรุงอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ส่วนในสุกรขุนพบว่าการเสริมกรดฮิวมิกมีผลต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่กลุ่มที่มีการเสริมในระดับ 0.2% มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมดีที่สุด

Giesting and Easter (1991) ได้ศึกษาการเสริมกรดโพธิโอนิกที่ระดับ 1, 2 และ 3% ในอาหารสุกร พบว่า ทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรดีขึ้น โดยให้ผลตอบสนองสูงสุดต่ออัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ระดับการเสริม 3% ในอาหาร และเมื่อศึกษาการใช้กรดโพธิโอนิก กรดฟูมาริก และกรดซิตริก ในอาหารสุกรที่ประกอบด้วย ข้าวโพด กากถั่วเหลือง วิตามิน และแร่ธาตุ พบว่ากรดอินทรีย์แต่ละชนิดสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของสุกรให้ดีขึ้น ยกเว้นกรดโพธิโอนิกที่ทำให้การกินอาหารและการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากเป็นกรดที่มีกลิ่นแรง แต่รายงานของ Bolduan *et al.* (1988) พบว่า สุกรมีการพัฒนาการเจริญเติบโตเมื่อมีกรดโพธิโอนิกในระดับ 10 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร

ในปี 1970 มีการทดลองของ บริษัท บีเอเอสเอฟ ที่ทดลองเสริมกรดโพธิโอนิก 3% ในอาหาร เพื่อทำลายเชื้อซาลโมเนลลาในอาหารผสมและวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยผสมกรด

โพรฟิโอนิก 1.5% ในอาหาร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อซาลโมเนลลาในวัตถุดิบอาหารที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อ โดยพบว่า การเสริมกรดโพรฟิโอนิกจะช่วยป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อซาลโมเนลลาในอาหารได้ โดยปริมาณความเข้มข้นของกรดโพรฟิโอนิกที่ใช้ขึ้นอยู่กับระดับของการปนเปื้อนของเชื้อซาลโมเนลลา (จัตพร และอริศศักดิ์, 2539)

นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารสัตว์สามารถลดปริมาณของเชื้อราได้ด้วย โดย Crenshaw *et al.* (1986) ได้รายงานผลการเสริมกรดซอร์บิก 3 ระดับ คือ 0, 0.05 และ 0.1% ในอาหารสุกรหย่านมที่มีความชื้น 4 ระดับ คือ 16.4, 17.3, 18.7 และ 21.3% พบว่า ประสิทธิภาพการใช้อาหารจะดีขึ้นเมื่อระดับของกรดซอร์บิกในอาหารเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มว่าอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น อีกทั้งพบการเกิดของเชื้อราน้อยลง แม้จะเก็บอาหารนานถึง 7 วัน

กรรมิการ์ (2545) รายงานการทดลองเสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์และกรดอินทรีย์รวมในอาหารสุกรหย่านม พบว่า ในช่วงอายุ 4 - 6 สัปดาห์ สุกรหย่านมมีอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ยาปฏิชีวนะ แต่พบว่ามี ความแตกต่างในช่วงอายุ 6 - 10 สัปดาห์ และ 4 - 10 สัปดาห์ โดยการเสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์และกรดอินทรีย์รวม สามารถช่วยปรับปรุงอัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกรเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่เสริมยาปฏิชีวนะ นอกจากนี้พบว่า การเสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์รวม มีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในกลุ่มแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus*) และไบฟิโดแบคทีเรีย (*Bifidobacteria*) โดยพบว่า ปริมาณแลคโตบาซิลลัสในมูลของสุกรมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม และปริมาณของ อี. โคไล มีค่าลดลง

Krause *et al.* (1994) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลของกรดอินทรีย์แต่ละชนิด คือ กรดฟูมาริก กรดมาลิก และกรดซิตริก ที่ระดับ 2.5% ในอาหารไก่เพศผู้อายุ 8 วัน จนถึงไก่รุ่น และได้เสริมกรดอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนต 2.5% (โดยใช้ กรดฟูมาริก 2.3%, กรดมาลิก 1.9% และกรดซิตริก 1.4%) พบว่า การใช้กรดฟูมาริกร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนต ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและปริมาณการกินอาหารลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้กรดฟูมาริกเพียงอย่างเดียว ส่วนการใช้กรดมาลิกและกรดซิตริกร่วมกับการเสริมโซเดียมไบคาร์บอเนต พบว่าสามารถทำให้อัตราการเจริญเติบโตและปริมาณการกินอาหารเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีการเสริม ส่วนการใช้กรดอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับ 2.5% โดยที่ไม่มีการเสริมโซเดียมไบคาร์บอเนต พบว่า กลุ่มที่ใช้กรดฟูมาริกมีอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณการกินอาหารสูงกว่ากลุ่มที่ใช้กรดมาลิกหรือกรดซิตริก

นัทธี และคณะ (2546) ได้ทดลองเสริมกรดอินทรีย์รวมในน้ำสำหรับไก่กระทงอายุ 1 - 40 วัน โดยแบ่งไก่กระทงออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมไม่ให้เชื้อซาลโมเนลลา และกลุ่มทดลองให้เชื้อซาลโมเนลลา โดยเสริมกรดอินทรีย์รวมที่ระดับ 0, 0.05 และ 0.1% พบว่า ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ให้เชื้อซาลโมเนลลาและเสริมกรดอินทรีย์รวม 0.1% ลดปริมาณเชื้อซาลโมเนลลาได้ดีที่สุดที่อายุ 10 และ 20 วัน ส่วนที่อายุ 30 และ 40 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนในกลุ่มทดลองที่ให้เชื้อซาลโมเนลลา พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์รวม 0.1% มีผลในการลดปริมาณเชื้อซาลโมเนลลาได้ดีที่สุดที่อายุ 30 และ 40 วัน ส่วนที่อายุ 10 และ 20 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมกรดอินทรีย์รวม 0.05 และ 0.1% ในไก่กระทงทั้ง 2 กลุ่ม จะทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกรดอินทรีย์รวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Byrd *et al.* (2001) ได้ศึกษาถึงการใช้กรดอินทรีย์ผสม (0.5% กรดอะซิติก, 0.1% กรดแลคติก) ผสมน้ำให้ไก่กิน พบว่า จำนวนเชื้อ *Salmonella typhimurium* ในกระเพาะพักของไก่ที่ได้รับกรดมีจำนวนลดลงจากเดิม 52.40% และการใช้กรดแลคติกจะให้ผลดีที่สุด

Russell (2002) รายงานว่า การใช้กรดแลคติกผสมน้ำให้ไก่กระทงกินในช่วง feed withdrawal period และก่อนการขนส่ง ช่วยลดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในทางเดินอาหารส่วนต้น ลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนที่อยู่ภายในลำไส้ที่อาจออกมาหลังจากการฆ่าแล่และซาก และเพิ่มจำนวนแบคทีเรียชนิดที่สามารถผลิตกรดแลคติกให้มีจำนวนมากขึ้นด้วย และลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาที่ถูกขับออกมาขณะขนส่งก่อนถึงโรงฆ่า

Miller (1987) กล่าวว่า สมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงที่เลี้ยงในโรงเรือนที่ปราศจากเชื้อโรค มีการจัดการดี และมีความหนาแน่นเหมาะสม การใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโต เช่น โปรไบโอติก กรดอินทรีย์ สารปฏิชีวนะ ให้ผลต่อสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโต

การเสริมกรดอินทรีย์สามารถปรับสภาพความเป็นกรดของวัตถุดิบอาหารและระบบทางเดินอาหารของสัตว์ได้อย่างรวดเร็ว การใช้กรดเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดในกระเพาะอาหารได้อย่างสมดุลนั้น จะมีผลทำให้สุขภาพของสัตว์มีปัญหาลดน้อยลง ในลูกสุกรพบว่า เมื่อมีการเสริมกรดอินทรีย์ในสูตรอาหาร จะมีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ เช่น อี. โคไล และซาลโมเนลลา ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ลดจำนวนลง และมีผลทำให้ลดอาการท้องเสียในลูกสุกรลงได้ ประโยชน์ของการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร พบว่า สามารถลด pH ในกระเพาะอาหาร ซึ่งจะมีผลทำให้การทำงานของน้ำย่อยพวก proteolytic enzyme มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และกักเก็บน้ำย่อยให้อยู่ในกระเพาะได้นานขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้การย่อยได้ของโปรตีนเพิ่มขึ้น หรืออาจมีผลทำให้ผนังลำไส้ดีขึ้น และในขณะเดียวกันสามารถกระตุ้นการหลั่งน้ำย่อยจากตับอ่อนมาก

ยิ่งขึ้น เพื่อมาเสริมประสิทธิภาพในการย่อย การดูดซึม และการกักเก็บ โภชนะหรือสารอาหารต่างๆ ได้เพิ่มขึ้น (Khajareem and Khajareem, 2004)

วิธีการเลือกใช้กรดอินทรีย์เสริมในอาหารสัตว์

การตัดสินใจเลือกใช้กรดควรพิจารณาว่า สารนั้นต้องมีค่าความเป็นกรด (Acid value) สูง ประกอบด้วยกรดอินทรีย์หลายชนิดรวมกัน มีการทดลองและทดสอบยืนยันว่าใช้ได้ผล ในการใช้ ต้องคำนวณโดสที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่าการลงทุน นอกจากนี้สารให้ ความเป็นกรดนั้นจะต้องมีฤทธิ์การทำงานที่กว้าง คือ นอกจากการควบคุมจุลินทรีย์ที่เป็นโทษต่อ ร่างกายแล้ว ยังต้องช่วยกระตุ้นการย่อยได้ของสัตว์อีกด้วย มีความคงตัวไม่ย่อยสลายได้ง่าย ปลดปล่อยและสะดวกในการใช้ ผลิตจากบริษัทที่มีชื่อเสียงและไว้ใจได้ (กองบรรณาธิการ, 2545ก)

นอกจากนี้การใช้กรดอินทรีย์ชนิดเดียวจะไม่สามารถควบคุมจุลินทรีย์ในระบบทางเดิน อาหารของสัตว์ได้ทั้งหมด เนื่องจากกรดอินทรีย์แต่ละชนิดมีความสามารถหรือคุณสมบัติในการ ออกฤทธิ์ต่อส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินอาหารแตกต่างกันออกไป แต่การใช้กรดอินทรีย์รวมจะ ช่วยควบคุมจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารได้อย่างครอบคลุม (กองบรรณาธิการ, 2545ข)

กรดอินทรีย์ที่ได้มีการศึกษาและวิจัยจนได้ผลและเป็นที่ยอมรับในการเสริมในอาหารสัตว์ ได้แก่ กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดแลคติก กรดบิวทริก กรดซอร์บิก กรดทูมาริก และกรดซิตริก กรดบางชนิดอาจจะมีจำหน่ายในรูปของเกลือต่าง ๆ เช่น โซเดียม โปแตสเซียม หรือ แกลเซียม ข้อดีของการเสริมกรดในรูปของเกลือ คือ อดกลั่นระคายเคือง ง่ายต่อการใช้และการเก็บ ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์หลายชนิดรวมกันเป็นที่ยอมรับกันอย่าง แพร่หลายในการเสริมฤทธิ์กัน (Synergistic effect) และราคาไม่แพงจนเกินไป (Khajareem and Khajareem, 2004) การเติมกรดอินทรีย์ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ โดยอาหารที่มี ส่วนประกอบของโปรตีนจากพืชสูงจะได้ผลดี (วิบูลย์, 2540)

ข้อจำกัดของการใช้กรดอินทรีย์

จากรายงานข้างต้นจะเห็นว่า การใช้กรดอินทรีย์มีผลดีต่อการเลี้ยงไก่และสุกรในหลายด้าน ด้วยกัน อย่างไรก็ตามการที่จะใช้กรดอินทรีย์ให้เกิดประสิทธิภาพ ยังมีข้อจำกัดบางประการที่จะต้อง พิจารณา คือ

1. การเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำ ทำให้ไ้แก่กระตงกินน้ำลดลง เนื่องจากน้ำมี H^+ ซึ่งจะมีรส เปรี้ยว ตามปกติจะใช้ที่ระดับ 1 : 1,000 (นนทชัย และคณะ, 2541) การเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำเกิน

ระดับที่กำหนด เช่น 3 - 4 ซีซีต่อลิตร จะทำให้ไก่กระตักน้ำลดลงมาก เนื่องจากน้ำมีความเป็นกรดสูงเกินไป (บริษัท ออกค้ำ เอมโมเรียล จำกัด, 2546)

2. การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารสัตว์ ไม่ควรเกิน 1% ในสูตรอาหาร เนื่องจากมีผลต่อความนำกินของอาหาร (แอนนา, 2542)

ฟลาโวมัยซิน (Flavomycin)

สารปฏิชีวนะ (Antibiotics) คือสารที่ผลิตจากจุลินทรีย์ มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์กลุ่มที่เป็นโทษ นำมาใช้ในอาหารสัตว์สำหรับใช้รักษาหรือป้องกันโรค เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต ฟลาโวมัยซิน (Flavomycin) หรือฟลาโวฟอสโฟไลพอล (Flavophospholipol) หรือแบมเบอร์มัยซิน (Bambermycin) จัดเป็นสารปฏิชีวนะที่ถูกนำมาใช้ผสมในอาหารเพื่อเร่งการเจริญเติบโต จัดอยู่ในกลุ่ม non-ionophore antibiotic มีโครงสร้างเป็นฟอสโฟไกลโคลิพิด (Phosphoglycolipid) เป็นสารโมเลกุลใหญ่ ลักษณะโครงสร้างมีคุณสมบัติที่สามารถทำให้เกิดไอออนได้ (Heteropolar) สามารถแยกสกัดได้จาก *Streptomyces bambergiensis*, *Streptomyces ghanensi*, *Streptomyces ederensis* และ *Streptomyces geysiriensis* เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในสัตว์ โดยออกฤทธิ์ต่อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ในการป้องกันการติดเชื้อจากจุลินทรีย์ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ โดยฟลาโวมัยซินจะเข้าขัดขวางการสังเคราะห์ murenin ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ของแบคทีเรีย ทำให้ผนังเซลล์ถูกทำลายและทำให้เซลล์ของแบคทีเรียแตก (กรรณิการ์, 2545)

Food and Drug Administration (FDA) ได้แนะนำให้ผสมฟลาโวมัยซินในอาหารไก่ที่ระดับ 1 - 3 กรัมต่อตันอาหาร (มาลินี, 2525) จะช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสัตว์ได้ ปัจจุบันฟลาโวมัยซินเป็นสารปฏิชีวนะที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป (EU) ให้ใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในอาหารสัตว์ได้ ทั้งนี้เพราะฟลาโวมัยซินค่อนข้างปลอดภัยจากการใช้ เนื่องจากเป็นสารโมเลกุลใหญ่ ดูดซึมยาก จากการศึกษาทางจุลกายวิภาควิทยา พบว่า ฟลาโวมัยซินไม่สามารถดูดซึมได้และจะถูกขับออกมากับมูล จึงลดปัญหาการตกค้างในเนื้อสัตว์ และเป็นยาที่ไม่ถูกใช้ในการรักษาคน จึงลดปัญหาการดื้อยาในคน และจากการศึกษาทางเภสัชวิทยาและพิษวิทยาในหนูทดลอง ที่ทำการฉีดฟลาโวมัยซินเข้าเส้นเลือดและผสมในอาหารให้หนูกิน พบว่า ระดับที่มีผลทำให้หนูตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LD₅₀) เท่ากับ 1,400 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม สำหรับกรณีฉีดเข้ากระแสเลือด และเท่ากับ 2,000 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในกรณีผสมในอาหาร ทางสถาบัน European and US standards ยังให้การ

รับรองว่าไม่เป็นสารในกลุ่มก่อกลายพันธุ์ (Mutagenic) และสารก่อมะเร็ง (Carcinogenic) ดังนั้น
ฟลาโวมัยซินจึงค่อนข้างปลอดภัยในการใช้ผสมอาหาร (กรรณิการ์, 2545)



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

สถานที่ทำการทดลอง

1. สาขาสัตว์ปีก ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
3. ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การทดลองที่ 1 การเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระตัง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองไก่กระตัง

1. ไก่กระตังอายุ 1 วัน จำนวน 210 ตัว
2. คอกไก่ขนาด 1.5 x 1.5 ตารางเมตร จำนวน 21 คอก
3. กรดอินทรีย์ชนิดผสมในอาหารของบริษัทเอกชน
4. กรดอินทรีย์ชนิดผสมในน้ำของบริษัทเอกชน
5. สารปฏิชีวนะฟลาโวมัยซิน (Flavomycin)
6. อาหารทดลอง ประกอบด้วยอาหาร 7 ชนิด ดังนี้

ชนิดที่ 1 อาหารควบคุม

ชนิดที่ 2 อาหารควบคุม + ฟลาโวมัยซิน 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร

ชนิดที่ 3 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2%

ชนิดที่ 4 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4%

ชนิดที่ 5 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6%

ชนิดที่ 6 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ชนิดที่ 1 ในน้ำ 0.1%

ชนิดที่ 7 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ชนิดที่ 2 ในน้ำ 0.1%

(ระดับกรดอินทรีย์ที่ใช้ ยี่ระดับที่บริษัทแนะนำเป็นหลัก)

7. เครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับชั่งอาหารและไก่

8. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนาแบบ Proximate analysis

9. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจหาเชื้อ อี. โคไล และเชื้อซาลโมเนลลา

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

การทดลองใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) (Cochran and Cox, 1957) การศึกษาผลของการเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระทง ไก่กระทง พันธุ์รอส 308 คณะเพศ อายุ 7 วัน จำนวน 210 ตัว ในช่วงอายุ 1 สัปดาห์แรก ไก่ได้รับการเลี้ยงและกกรวมกัน ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ โดยแบ่งไก่ออกเป็น 7 กลุ่ม (Treatment) แต่ละกลุ่มมี 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

2. อาหารและการให้อาหาร

ไก่กระทงจะได้รับอาหารอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) โดยให้อาหารวันละ 3 เวลา คือ 07.00, 12.00 และ 17.00 น. และได้รับน้ำตลอดเวลา

อาหารทดลองแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4 โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะไก่เล็ก (Starter) ประกอบด้วยโปรตีน 23% พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 kcal ME/kg ใช้เลี้ยงไก่ทดลองตั้งแต่อายุ 1 - 21 วัน มีส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ตามความต้องการของไก่กระทง (NRC, 1994)

ระยะไก่ใหญ่ (Grower) ประกอบด้วยโปรตีน 20% พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 kcal ME/kg ใช้เลี้ยงไก่ทดลองตั้งแต่อายุ 22 - 42 วัน มีส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ตามความต้องการของไก่กระทง (NRC, 1994)

ในช่วงอายุ 35 - 42 วัน อาหารสูตรที่ 2 (สูตรควบคุม + ฟลาโวมัยซิน) จะไม่มีการเสริมฟลาโวมัยซินในอาหาร เนื่องจากต้องการให้มีสภาพการเลี้ยงเช่นเดียวกับการเลี้ยงไก่เพื่อการค้าที่มีจากรงการใช้อยู่ประมาณ 7 - 10 วัน ก่อนส่งตลาด

3. การให้แสงสว่าง

ในช่วงอายุ 7 - 14 วัน ทำการกกลูกไก่และให้แสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง และในช่วงอายุ 14 - 28 วัน ให้แสงสว่างวันละ 20 ชม. หลังจากนั้นให้แสงสว่างตลอด 24 ชม.

4. การเก็บตัวอย่างและการบันทึกข้อมูล

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่ไก่กระทงอายุ 7 วันจนถึงอายุ 42 วัน บันทึกข้อมูลน้ำหนักตัวของไก่กระทงก่อนเริ่มทำการทดลอง หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักทุกกลุ่ม ทุกสัปดาห์ และบันทึกข้อมูลปริมาณอาหารที่กิน โดยจดบันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในแต่ละวัน เพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลสดที่อายุ 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน โดยเก็บซ้ำละ 1 ตัว เพื่อนำไปวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อ อี. โคไล และเชื้อซาลโมเนลลา

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของวัตถุดิบในอาหารทดลองไก่กระตัง

วัตถุดิบ	อายุ (สัปดาห์)	
	0-3	4-6
ข้าวโพด	50.26	56.67
รำข้าว	10.00	10.00
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	26.59	20.88
น้ำมันพืช	2.80	2.00
ปลาป่น (๕7% โปรตีน)	8.00	8.00
หินฟูน	1.00	1.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต (18% ฟอสฟอรัส)	0.50	0.50
เกลือ	0.40	0.40
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.20	0.20
พรีมิกซ์ ^{1/}	0.25	0.25
คุณค่าทางโภชนาการจากการคำนวณ (%)		
โปรตีน	23.00	20.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Kcal ME/kg)	3,200	3,200
แคลเซียม	1.00	1.02
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.62	0.63
ไลซีน	1.27	1.13
เมทไธโอนีน+ซิสทีน	0.95	0.90

^{1/}บริษัท บี เอ เอส เอฟ (ประเทศไทย) จำกัด

5. การวิเคราะห์ทางเคมี

- 1) วิเคราะห์หาค่าประกอบทางโภชนาของอาหารทดลอง แบบ Proximate analysis และวิเคราะห์หาพลังงานโดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter ตามวิธีของ นรินทร์ (2545)
- 2) ตรวจสอบเชื้อ อี. โคไลและเชื้อซาลโมเนลลาตามวิธีของ นลิน และศรีกาญญา (2546)

การทดลองที่ 2 การเสริมกรดอินทรีย์ในไก่ไข่

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองไก่ไข่

1. ไก่ไข่อายุ 72 สัปดาห์ จำนวน 175 ตัว
2. กรดอินทรีย์ชนิดผสมในอาหารของบริษัทเอกชน
3. กรดอินทรีย์ชนิดผสมในน้ำของบริษัทเอกชน
4. สารปฏิชีวนะฟลาโวมัยซิน (Flavomycin) ที่ระดับ 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร
5. อาหารทดลอง ประกอบด้วยอาหาร 7 ชนิด ดังนี้

ชนิดที่ 1 อาหารควบคุม

ชนิดที่ 2 อาหารควบคุม + ฟลาโวมัยซิน 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร

ชนิดที่ 3 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2%

ชนิดที่ 4 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4%

ชนิดที่ 5 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6%

ชนิดที่ 6 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ชนิดที่ 1 ในน้ำ 0.1%

ชนิดที่ 7 อาหารควบคุม + กรดอินทรีย์ชนิดที่ 2 ในน้ำ 0.1%

(ระดับกรดอินทรีย์ที่ใช้ ยึดตามระดับที่บริษัทแนะนำเป็นหลัก)

6. เครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับชั่งอาหารไก่และไข่

7. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางโภชนาการ. Proximate

analysis

8. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจหาเชื้อ อี. โคไล และเชื้อซาลโมเนลลา

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) (Cochran and Cox, 1957) ศึกษาผลของการเสริมกรดอินทรีย์ในไก่ไข่ โดยทำในไก่ไข่ช่วงอายุ 72 - 78 สัปดาห์ จำนวน 175 ตัว แบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม (Treatment) แต่ละกลุ่มมี 5 ซ้ำ ๆ ละ 5 ตัว

2. อาหารและการให้อาหาร

ไก่ไข่จะได้รับอาหารตามคำแนะนำของพันธุ์ไก่ โดยให้อาหารวันละ 2 เวลา คือ 07.00 และ 16.00 น. จำนวนวันละ 110 กรัม/ตัว และได้รับน้ำตลอดเวลา อาหารทดลองมีระดับโปรตีน 16% พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2,900 Kcal ME/kg (NRC, 1994) รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของวัตถุดิบในอาหารทดลองไก่ไข่

วัตถุดิบ	%
ข้าวโพด	61.41
บดสายข้าว	3.00
รำข้าว	3.00
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	17.84
ปลาป่น (57% โปรตีน)	4.00
น้ำมันพืช	0.30
หินฟูน	8.60
โดแคลเซียมฟอสเฟต (18% ฟอสฟอรัส)	1.00
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.20
เกลือ	0.40
พรีมิกซ์ ^{1/}	0.25
คุณค่าทางโภชนาการจากการคำนวณ (%)	
โปรตีน	16.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Kcal ME/kg)	2,900
แคลเซียม	3.76
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.41
ไลซีน	0.85
เมทไธโอนีน+ซิสตีน	0.77

^{1/}บริษัท บี เอส เอฟ (ประเทศไทย) จำกัด

3. การให้แสงสว่าง

ให้แสงสว่างวันละ 14 ชั่วโมง

4. การเก็บตัวอย่างและการบันทึกข้อมูล

เริ่มทำการทดลองเมื่อไก่ไข่มีอายุ 72 สัปดาห์จนถึงอายุ 78 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลน้ำหนักตัวของไก่ไข่เมื่อเริ่มทำการทดลอง เพื่อจัดไก่ในแต่ละกลุ่มทดลองให้มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และบันทึกข้อมูลปริมาณอาหาร จำนวนไข่ และน้ำหนักไข่ โดยจดบันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้และเหลือในแต่ละวัน เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่

ทำการเก็บตัวอย่าง swab ไข่ไก่ และมูลสด ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4 และ 6 ของการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อ อี. โคไล และเชื้อซาลโมเนลลา โดยเก็บซ้ำละ 1 ตัว

5. การวิเคราะห์ทางเคมี

(1) วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง แบบ Proximate analysis และวิเคราะห์หาพลังงาน โดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter ตามวิธีของนรินทร์ (2545)

(2) ตรวจสอบเชื้อ อี. โคไล และเชื้อซาลโมเนลลาตามวิธีของนลิน และศรีกาญจนา (2546)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 นำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนตามวิธี Analysis of variance โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลทางสถิติเพื่อประเมินผลข้อมูลจากการวิจัยโปรแกรม Sirichai Statistics 6.00 (Sirichai, 2003) ในระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) ถ้าผลการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%) จะทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Duncan, 1955)

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

องค์ประกอบทางโภชนาของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารทดลองไก่กระทงและไก่ไข่แสดงไว้ในตารางที่ 6 พบว่าอาหารทดลองมีค่าทางโภชนาต่าง ๆ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยมีโปรตีนสูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณเล็กน้อย

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารทดลอง

คุณค่าทางโภชนา (%)	ไก่กระทง 0 - 3 สัปดาห์	ไก่กระทง 4 - 6 สัปดาห์	ไก่ไข่
ความชื้น	7.55	9.52	7.05
โปรตีน	23.71	20.11	16.67
ไขมัน	7.05	8.19	4.05
เยื่อใย	4.50	5.13	4.51
เถ้า	3.42	6.58	3.61
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก	53.77	50.47	64.11
แคลเซียม	1.05	1.12	3.67
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.72	0.85	0.51
พลังงานรวม (แคลอรี/กรัม)	4,640	4,620	3,840

ราคาของยาฟลาโวมัยซินและกรดอินทรีย์

- ยาฟลาโวมัยซิน มีราคา 2,000 บาท/กิโลกรัม ถ้าใช้ในอาหารที่ระดับ 2.5 ppm (ระดับป้องกันโรค) ดังนั้น ในอาหาร 1 กิโลกรัม จะมีต้นทุนเพิ่มขึ้น 0.005 บาท
- กรดอินทรีย์ชนิดผสมในอาหาร มีราคา 140 บาท/กิโลกรัม ถ้าใช้ในอาหารที่ระดับ 0.2, 0.4 และ 0.6% ดังนั้น ในอาหาร 1 กิโลกรัม จะมีต้นทุนเพิ่มขึ้น 0.28, 0.56 และ 0.84 บาท ตามลำดับ
- กรดอินทรีย์ชนิดละลายในน้ำดื่ม มีราคา 270 บาท/ลิตร ถ้าใช้ละลายในน้ำดื่มที่ระดับ 0.1% ดังนั้น ในน้ำดื่ม 1 ลิตร จะมีต้นทุนเพิ่มขึ้น 0.27 บาท

การทดลองที่ 1 การเสริมกรดอินทรีย์ในไก่กระทอง

สมรรถภาพการผลิตของไก่กระทอง

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทอง แสดงไว้ในตารางที่ 7 ปรากฏว่า ในช่วงอายุ 2 - 4 สัปดาห์ ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซินกินอาหารเฉลี่ยมากที่สุด คือ 77.14 กรัม/วัน รองลงมาคือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ซึ่งมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย 76.66, 76.51, 76.03, 75.87, 75.55 และ 75.40 กรัม/วัน ตามลำดับ

ผลการทดลองในช่วงอายุ 5 - 6 สัปดาห์ ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 154.28 กรัม/วัน รองลงมาคือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6 และ 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ซึ่งมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย 153.57, 150.76, 149.29, 148.81, 145.95 และ 141.67 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และไก่กลุ่มควบคุม, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2%, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และไก่กลุ่มควบคุม กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลการทดลองในช่วงอายุ 2 - 6 สัปดาห์ ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 107.33 กรัม/วัน รองลงมาคือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6 และ 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่กลุ่ม

ควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ซึ่งมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย 106.66, 106.21, 105.71, 104.86, 104.67 และ 102.19 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% ไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน, ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลของกรดอินทรีย์ต่อปริมาณอาหารที่กินของไก่กระທงที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ไม่แตกต่างกับไก่กลุ่มควบคุม แต่มีแนวโน้มว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำ กินอาหารได้มากกว่าไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ซึ่ง Thongwittaya and Isobe (2004a) ได้รายงานไว้ว่า ระดับของกรดฟูมาริกที่เสริมในอาหารไก่กระທงไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน Skinner *et al.* (1991) รายงานไว้ว่า ระดับการเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่กระທงเพศผู้ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน นอกจากนี้ Eckel *et al.* (1992) ได้รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟอร์มิกในระดับที่เหมาะสมไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินของลูกสุกรหย่านม แต่ถ้าเพิ่มกรดฟอร์มิกมากกว่าระดับที่เหมาะสม จะทำให้การกินอาหารลดลง

ตารางที่ 7 ผลของกรดอินทรีย์ต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กระทง (กรัม/ตัว/วัน)¹

กลุ่ม	อายุไก่ทดลอง (สัปดาห์)							
	2	3	4	5	6	2-4	5-6	2-6
ควบคุม	48.09	67.14	91.43	140.48	157.14	75.55	148.81 ^{AB}	104.86 ^{AB}
ฟลาโวแม็กซิน	48.57	68.09	96.19	147.62	144.29	77.14	145.95 ^{BC}	104.67 ^{AB}
เสริมกรดใน อาหาร 0.2%	47.62	68.57	92.86	128.57	154.76	75.87	141.67 ^C	102.19 ^B
เสริมกรดใน อาหาร 0.4%	49.52	70.00	91.90	153.43	148.10	76.51	150.76 ^{AB}	106.21 ^A
เสริมกรดใน อาหาร 0.6%	48.57	68.57	90.48	150.00	157.14	75.40	153.57 ^A	106.66 ^A
น้ำ ชนิดที่ 1	49.05	69.05	93.34	146.67	151.90	76.66	149.29 ^{AB}	105.71 ^A
น้ำ ชนิดที่ 2	48.09	69.05	92.38	152.38	156.19	76.03	154.28 ^A	107.33 ^A
SEM	0.74	2.22	2.58	6.37	4.23	0.56	2.07	0.96
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

¹ ตัวอักษรที่อยู่ในสควมเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่กระทง แสดงไว้ในตารางที่ 8 ปรากฏว่า ในช่วงอายุ 2 - 4 สัปดาห์ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวแม็กซินมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 45.74 กรัม/วัน รองลงมาคือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% และ

ไก่อกลุ่มควบคุม ซึ่งมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 45.42, 44.23, 43.93, 43.51, 43.28 และ 42.80 กรัม/วัน ตามลำดับ

ผลการทดลองในช่วงอายุ 5 - 6 สัปดาห์ ปรากฏว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 77.14 กรัม/วัน รองลงมาคือ ไก่ที่ได้รับการเสริมยาฟลาโวไมด์ซิน ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่อกลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ซึ่งมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 76.90, 76.07, 75.83, 73.81, 72.97 และ 70.57 กรัม/วัน ตามลำดับ

ผลการทดลองในช่วงอายุ 2 - 6 สัปดาห์ ปรากฏว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยไก่ที่ได้รับการเสริมยาฟลาโวไมด์ซินมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 58.20 กรัม/วัน รองลงมาคือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่อกลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ซึ่งมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 56.97, 56.87, 56.78, 56.39, 54.87 และ 54.59 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมยาฟลาโวไมด์ซิน, ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2, 0.4 และ 0.6% และไก่อกลุ่มควบคุม มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมยาฟลาโวไมด์ซิน กับ ไก่อกลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลของกรดอินทรีย์ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นให้ผลเป็นไปในทางเดียวกับปริมาณอาหารที่กิน โดยน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าของไก่อกลุ่มควบคุม ถึงแม้ว่าจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าการใช้กรดอินทรีย์มีแนวโน้มช่วยให้ไก่กระตือรือร้นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีขึ้น แต่ไก่อกลุ่มที่เสริมกรดอินทรีย์ข้างต้น มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้ยาฟลาโวไมด์ซิน แสดงให้เห็นว่าการใช้กรดอินทรีย์มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวใกล้เคียงกับการใช้ยาฟลาโวไมด์ซิน ถึงแม้ว่าจะยังน้อยกว่าการใช้ยาฟลาโวไมด์ซินก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากอาหารทดลองมีองค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาะเท่ากัน ไก่ที่กินอาหารมากกว่าจึงมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าสอดคล้องกับ Skinner *et al.* (1991) ที่รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟลูมาริกในอาหาร ไก่อกระตือรือร้นจะทำ

ให้ได้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น Patten and Waldroup (1988) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟูมาริกและแคลเซียมฟอสมทในอาหารไก่กระตังมีผลช่วยปรับปรุงน้ำหนักตัว หทัยรัตน์ (2536); ชัยยา (2536) กล่าวไว้ว่า การเสริมกรดฮิวมิคในอาหารไก่กระตังมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น Ravidam and Kornegay (1993) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดซิตริก มีผลทำให้การเจริญเติบโตดีขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น วิบูลย์ (2540) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟูมาริกในอาหารลูกสุกร จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น พรรณทิพา (2541) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดซิตริกในอาหารลูกสุกรจะช่วยทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น และกรรณิการ์ (2545) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดอินทรีย์ร่วมช่วยปรับปรุงอัตราเจริญเติบโตของลูกสุกร และมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่เสริมสารปฏิชีวนะ

ตารางที่ 8 ผลของกรดอินทรีย์ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่กระตัง (กรัม/ตัว/วัน)¹

กลุ่ม	อายุไก่ทดลอง (สัปดาห์)							
	2	3	4	5	6	2-4	5-6	2-6
ควบคุม	38.17	50.00	40.24	71.76	74.19	42.80	72.97	54.87 ^B
ฟลาโวมัยซิน	37.69	50.95	48.57	78.09	75.71	45.74	76.90	58.20 ^A
เสริมกรดในอาหาร 0.2%	37.21	51.91	42.67	61.24	79.91	43.93	70.57	54.59 ^B
เสริมกรดในอาหาร 0.4%	37.69	50.95	44.05	81.28	70.38	44.23	75.83	56.87 ^{AB}
เสริมกรดในอาหาร 0.6%	37.21	50.95	41.67	73.09	79.05	43.28	76.07	56.39 ^{AB}
น้ำ ชนิดที่ 1	38.17	50.00	48.09	73.76	73.86	45.42	73.81	56.78 ^{AB}
น้ำ ชนิดที่ 2	38.17	50.00	42.38	76.76	77.52	43.51	77.14	56.97 ^{AB}
SEM	0.67	1.00	1.97	4.43	2.43	0.76	1.81	0.73
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

¹ ตัวอักษรที่อยู่ในสควมเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 9 ผลของกรดอินทรีย์ต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง¹

กลุ่ม	อายุไก่ทดลอง (สัปดาห์)							
	2	3	4	5	6	2-4	5-6	2-6
ควบคุม	1.26	1.34	2.28	1.96	2.12 ^A	1.78	2.04	1.89 ^A
ฟลาโวนอยด์	1.29	1.34	1.98	1.89	1.91 ^B	1.68	1.90	1.77 ^C
เสริมกรดใน อาหาร 0.2%	1.28	1.32	2.19	2.12	1.94 ^B	1.74	2.03	1.85 ^{AB}
เสริมกรดใน อาหาร 0.4%	1.32	1.38	2.10	1.90	2.11 ^A	1.74	2.00	1.84 ^{AB}
เสริมกรดใน อาหาร 0.6%	1.31	1.34	2.17	2.06	1.99 ^{AB}	1.75	2.02	1.86 ^{AB}
น้ำ ชนิดที่ 1	1.29	1.38	1.95	1.99	2.06 ^{AB}	1.68	2.02	1.81 ^{BC}
น้ำ ชนิดที่ 2	1.26	1.38	2.18	1.99	2.01 ^{AB}	1.75	2.00	1.85 ^{AB}
SEM	0.03	0.03	0.08	0.06	0.03	0.03	0.03	0.01
ANOVA	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*

¹ ตัวอักษรที่อยู่ในสมบ่งเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ผลของกรดอินทรีย์ต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มว่า การเสริมกรดอินทรีย์ช่วยให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีกว่าไก่กลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ อวูธ และอนุชา (2536) ซึ่งได้รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฮิวมิคในอาหารไก่กระทงมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าการไม่เสริม เนื่องจากกรดฮิวมิคอาจมีผลกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร พรรณทิพา (2541) รายงานไว้ว่า การใช้กรดซิตริกผสมในอาหารถูกสุกรจะทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีขึ้น นัทธี และคณะ (2545) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดอินทรีย์รวมในน้ำในไก่กระทงจะทำให้อัตราการเปลี่ยน

อาหารเป็นผลผลิตดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์อย่างชัดเจน และ Ravidam and Kornegay (1993) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดซิตริกจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกสุกรเพิ่มขึ้น 11% แต่ Patten and Waldroup (1988) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟูมาริกและแคลเซียมฟอสมท์ในอาหารไก่กระตังไม่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร

ผลการตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในมูลของไก่กระตัง

อิทธิพลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนจุลินทรีย์ในมูล แสดงไว้ในตารางที่ 10 และ 11 พบว่า ที่อายุ 14 วัน ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นของการทดลอง จำนวนเชื้ออี.โคไลและเชื้อซาลโมเนลลาในมูลมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่หลังจากมีการเสริมกรดอินทรีย์และทำการตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้กรดอินทรีย์มีจำนวนเชื้ออี.โคไลและเชื้อซาลโมเนลลาคต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

เชื้ออี.โคไล

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่กระตัง แสดงไว้ในตารางที่ 10 พบว่า

- ที่อายุ 21 วัน จำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่กระตัง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซินลดจำนวนเชื้ออี.โคไลได้มากที่สุดคือ 3.76% รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี.โคไลได้ 3.45, 3.31, 2.31, 2.02, 1.59 และ 0.14% ตามลำดับ โดยจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่จำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกกลุ่ม กับไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 กลุ่ม ไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน, จำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 กลุ่ม กับไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน, และจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่กลุ่มควบคุม กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

- ที่อายุ 28 วัน จำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่กระตัง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซินลดจำนวนเชื้ออี.โคไลจากอายุ 14

วัน ได้มากที่สุดคือ 18.67% รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี. โคไลได้ 17.75, 17.58, 17.53, 17.29, 15.17 และ 15.11% ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด, และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่จำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% กับของไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 กลุ่ม, และของไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 กลุ่ม กับของไก่ที่ได้รับการเสริมยาฟลาโวมัยซิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

- ที่อายุ 35 วัน จำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่กระทง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่ที่ได้รับการเสริมยาฟลาโวมัยซินลดจำนวนเชื้ออี. โคไลจากอายุ 14 วัน ได้มากที่สุดคือ 18.38% รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี. โคไลได้ 18.10, 17.60, 17.29, 17.15, 15.40 และ 15.17% ตามลำดับ โดยผลทางสถิติเป็นเช่นเดียวกับที่อายุ 28 วัน

- ที่อายุ 42 วัน จำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่กระทง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ลดจำนวนเชื้ออี. โคไลจากอายุ 14 วัน ได้มากที่สุดคือ 17.82% รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับการเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี. โคไลได้ 17.58, 17.32, 16.86, 16.79, 15.32 และ 14.69% ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด และไก่ที่ได้รับการเสริมยาฟลาโวมัยซินมีจำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ทุกกลุ่มที่กล่าวมา กับไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม, และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร

0.2% กับไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 10 ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลไก่กระทง (\log_{10} -CFU/g)^{1/}

กลุ่ม	อายุไก่ทดลอง (วัน) ^{2/}									
	14	21	%	28	%	35	%	42	%	
ควบคุม	6.95	6.94 ^A	-0.14	5.90 ^A	-15.11	5.88 ^A	-15.40	5.91 ^A	-14.69	
ฟลาโวมัยซิน	6.91	6.65 ^D	-3.76	5.62 ^C	-18.67	5.64 ^C	-18.38	5.75 ^C	-16.79	
เสริมกรดใน อาหาร 0.2%	6.92	6.81 ^B	-1.59	5.87 ^A	-15.17	5.87 ^A	-15.17	5.86 ^B	-15.32	
เสริมกรดใน อาหาร 0.4%	6.94	6.78 ^B	-2.31	5.74 ^B	-17.29	5.75 ^B	-17.15	5.77 ^C	-16.86	
เสริมกรดใน อาหาร 0.6%	6.93	6.79 ^B	-2.02	5.70 ^B	-17.75	5.71 ^B	-17.60	5.73 ^C	-17.32	
น้ำ ชนิดที่ 1	6.94	6.71 ^C	-3.31	5.72 ^B	-17.58	5.74 ^B	-17.29	5.72 ^C	-17.58	
น้ำ ชนิดที่ 2	6.96	6.72 ^C	-3.45	5.74 ^B	-17.53	5.70 ^B	-18.10	5.72 ^C	-17.82	
SEM	0.02	0.01		0.02		0.01		0.01		
ANOVA	ns	**		**		**		**		

^{1/} ตัวอักษรที่อยู่ในสมรภูมิเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

^{2/} คำนวณเป็น % ของไก่อายุ 14 วัน โดย - = มีเชื้อลดลง

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

อิทธิพลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่กระทงที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ทุกกลุ่ม ดีกว่าของไก่กลุ่มควบคุม และจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด มีจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลไม่ต่างกับของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน แสดงให้เห็นว่าการใช้

กรดอินทรีย์ดังกล่าว สามารถทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ (ฟลาโวมัยซิน) สำหรับควบคุมเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่กระทงได้ สอดคล้องกับ Cole *et al.* (1968) ที่รายงานไว้ว่า การเสริมกรดแลคติกในน้ำสามารถลดจำนวนเชื้ออี. โคไลในลำไส้เล็กของลูกสุกรหย่านมได้ Easter (1988) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดอินทรีย์สามารถช่วยลดจำนวนเชื้ออี. โคไลในทางเดินอาหาร และลดเปอร์เซ็นต์การตายของลูกสุกรอีกด้วย และ กรรมธิการ (2545) รายงานไว้ว่า การเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์รวมในอาหารลูกสุกรหย่านม จะมีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในกลุ่มแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus*) และไบฟิโดแบคทีเรีย (*Bifidobacteria*) และมีผลทำให้จำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลลดลง

เชื้อซาลโมเนลลา

ผลการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่กระทง แสดงไว้ในตารางที่ 11 พบว่า

- ที่อายุ 21 วัน จำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่กระทง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซินลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาจากอายุ 14 วัน ได้มากที่สุดคือ 9.90% รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% และไก่กลุ่มควบคุม ซึ่งลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาได้ 8.70, 8.69, 8.33, 7.90, 6.40 และ 1.16% ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซินกับไก่กลุ่มอื่น ๆ, ไก่กลุ่มควบคุมกับไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

- ที่อายุ 28 วัน จำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่กระทง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาจากอายุ 14 วัน ได้มากที่สุดคือ 12.57% รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% และไก่กลุ่มควบคุม ซึ่งลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาได้ 11.84, 11.82, 11.78, 8.48,

อิทธิพลของกรดอินทรีย์ในการลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาที่อายุ 42 วัน พบว่า การใช้กรดอินทรีย์ในอาหารและในน้ำทุกกลุ่ม มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาไม่ต่างจากการใช้ยาฟลาโวมัยซิน และมีเชื้อซาลโมเนลลาในมูลน้อยกว่าของไก่กลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่ากรดอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองให้ผลในการลดเชื้อซาลโมเนลลาได้เช่นเดียวกับการใช้ยาฟลาโวมัยซิน และให้ผลดีกว่าการไม่เสริมอะไรเลย ซึ่งสอดคล้องกับ Byrd *et al.* (2001) ที่รายงานไว้ว่า การใช้กรดอินทรีย์ผสมน้ำให้ไก่กินจะทำให้จำนวนเชื้อ *Salmonella typhimurium* ในกระเพาะพักของไก่มีจำนวนลดลงจากเดิม 52.40% และเมื่อใช้กรดแลกติกจะให้ผลดีที่สุด Russell (2002) รายงานไว้ว่า การใช้กรดแลกติกผสมน้ำให้ไก่กระเทงกินในช่วง feed withdrawal period และก่อนการขนส่งจะช่วยลดความเป็นกรดค้าง (pH) ในทางเดินอาหารส่วนต้น และเพิ่มจำนวนแบคทีเรียชนิดที่สามารถผลิตกรดแลกติกให้มีจำนวนมากขึ้น เพื่อลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาที่อาจถูกขับออกมาขณะขนส่งก่อนถึงโรงฆ่า และนัทธิ และคณะ(2546) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดอินทรีย์รวมในน้ำในไก่กระเทง (สภาพการเลี้ยงปกติไม่ให้เชื้อซาลโมเนลลา) จะทำให้สามารถลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาได้ดีที่สุดที่อายุ 10 และ 20 วัน จากผลการทดลอง การงดใช้ยาฟลาโวมัยซินก่อนส่งตลาด 1 สัปดาห์ มีผลทำให้จำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ายาฟลาโวมัยซินจะลดเชื้อซาลโมเนลลาได้เฉพาะในช่วงที่ใส่ยาเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม Miller (1987) ได้รายงานไว้ว่า การใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโต เช่น ไบโพรไบโอติก กรดอินทรีย์ สารปฏิชีวนะ จะให้ผลต่อสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโต ถ้าไก่กระเทงนั้นเลี้ยงในโรงเรือนที่ปราศจากเชื้อโรค มีการจัดการดี และมีความหนาแน่นเหมาะสม

ตารางที่ 11 ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลไก่กระทง (\log_{10} -CFU/g)^{1/}

กลุ่ม	อายุไก่ทดลอง (วัน) ^{2/}								
	14	21	%	28	%	35	%	42	%
ควบคุม	5.19	5.13 ^A	-1.16	4.79 ^A	-7.71	4.80 ^A	-7.51	4.84 ^A	-6.74
ฟลาโวไมด์รีน	5.15	4.64 ^D	-9.90	4.54 ^B	-11.84	4.59 ^C	-10.87	4.64 ^B	-9.90
เสริมกรดใน	5.19	4.78 ^{BC}	-7.90	4.75 ^A	-8.48	4.76 ^{AB}	-8.29	4.62 ^B	-10.98
อาหาร 0.2%									
เสริมกรดใน	5.16	4.83 ^B	-6.40	4.74 ^A	-8.14	4.72 ^B	-8.53	4.60 ^B	-10.85
อาหาร 0.4%									
เสริมกรดใน	5.18	4.73 ^C	-8.69	4.57 ^B	-11.78	4.60 ^C	-11.20	4.63 ^B	-10.62
อาหาร 0.6%									
เสริมกรดใน	5.17	4.72 ^C	-8.70	4.52 ^B	-12.57	4.59 ^C	-11.22	4.59 ^B	-11.22
น้ำ ชนิดที่ 1									
เสริมกรดใน	5.16	4.73 ^C	-8.33	4.55 ^B	-11.82	4.58 ^C	-11.24	4.62 ^B	-10.47
น้ำ ชนิดที่ 2									
SEM	0.01	0.01		0.01		0.02		0.01	
ANOVA	ns	**		**		**		**	

^{1/} ตัวอักษรที่อยู่ในสคริปต์เดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

^{2/} ค่าลบเป็น % ของไก่อายุ 14 วัน โดย - = มีเชื้อลดลง

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากผลการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตขั้นสุดท้ายของไก่กระทงที่อายุ 42 วัน การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารควรรู้ใช้ที่ระดับ 0.4% และการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำควรรู้ใช้ที่ระดับ 0.1% เนื่องจากทำให้สมรรถภาพการผลิตดีที่สุด อีกทั้งยังสามารถลดทั้งเชื้ออี.โคไล และเชื้อซาลโมเนลลาได้ดีเทียบเท่ากับการใช้สารปฏิชีวนะ และมีความคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจอีกด้วย

การทดลองที่ 2 การเสริมกรดอินทรีย์ในไก่ไข่

สมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่ไข่ แสดงไว้ในตารางที่ 12 พบว่า ตลอดการทดลองปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่ไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังนี้

- สัปดาห์ที่ 1 ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากัน คือ 110 กรัม/วัน แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยน้อยกว่า คือ 102 และ 100 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทั้งหมด มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทั้ง 3 กลุ่ม กับไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 กับชนิดที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

- สัปดาห์ที่ 2 ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากัน คือ 110 กรัม/วัน แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยน้อยกว่า คือ 100 และ 94.2 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเหมือนกับในสัปดาห์ที่ 1

- สัปดาห์ที่ 3 ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากัน คือ 110 กรัม/วัน แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยน้อยกว่า คือ 97.1 และ 93.1 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเหมือนกับในสัปดาห์ที่ 1

- สัปดาห์ที่ 4 ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากัน คือ 110 กรัม/วัน แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับ

การเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยน้อยกว่า คือ 94.2 และ 91.4 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเหมือนกับในสัปดาห์ที่ 1

- สัปดาห์ที่ 5 ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากัน คือ 110 กรัม/วัน แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำ ชนิดที่ 1 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยน้อยกว่า คือ 93.1 และ 90.8 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเหมือนกับในสัปดาห์ที่ 1

- สัปดาห์ที่ 6 ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากัน คือ 110 กรัม/วัน แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยน้อยกว่า คือ 93.7 และ 91.4 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเหมือนกับในสัปดาห์ที่ 1

ผลการทดลองเสริมกรดอินทรีย์ต่อปริมาณอาหารที่กินของไก่ไข่ พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน แต่การเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำมีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Thongwittaya and Isobe (2004b) ที่รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่ไข่ถึง 2.0% ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน Isobe *et al.* (2000) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน Skinner *et al.* (1991) รายงานไว้ว่า ระดับการเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่กระต่ายเพศผู้ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และ Faikowshi and Aberne (1984) รายงานไว้ว่า ระดับของการเสริมกรดฟูมาริกและกรดซิตริกไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินของลูกสุกร แต่บริษัท ออกค้ำ เมมโมเรียล จำกัด (2546) รายงานไว้ว่า การใช้กรดอินทรีย์ในน้ำจะทำให้สัตว์กินน้ำลดลง เนื่องจากความเป็นกรดสูงเกินไป (รสเปรี้ยว) (นนทชัย และคณะ, 2541) Giesting and Easter (1991) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดโพธิ์อินิกในอาหารลูกสุกร จะทำให้ปริมาณอาหารที่กินลดลง เนื่องจากเป็นกรดที่มีกลิ่นแรง ดังนั้นกลุ่มที่เสริมกรดอินทรีย์ในน้ำกินอาหารลดลง อาจจะเนื่องมาจากไก่กินน้ำลดลงก็ได้

ตารางที่ 12 ผลของกรดอินทรีย์ต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่ไข่^{1/}

กลุ่ม	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย (กรัม/ตัว/วัน)					
	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่
	1	2	3	4	5	6
ควบคุม	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A
ฟลาโวมัซซิน	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A
เสริมกรดใน อาหาร 0.2%	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A
เสริมกรดใน อาหาร 0.4%	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A	110±0 ^A
เสริมกรดใน อาหาร 0.6%	100±1.0 ^C	94.2±0.01 ^C	93.1±0 ^C	91.4±0.1 ^C	90.8±0.03 ^C	91.4±0.1 ^C
น้ำ ชนิดที่ 1	102±0.1 ^B	100±1.0 ^B	97.1±0.1 ^B	94.2±0.1 ^B	93.1±0 ^B	93.7±0 ^B
น้ำ ชนิดที่ 2						
SEM	0.22	0.22	2.19	2.19	3.08	2.19
ANOVA	**	**	**	**	**	**

^{1/} ตัวอักษรที่อยู่ในสคริปต์เดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ผลผลิตไข่เฉลี่ย

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อผลผลิตไข่เฉลี่ย แสดงไว้ในตารางที่ 13 พบว่า ผลผลิตไข่เฉลี่ยของไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์หลังจากสัปดาห์ที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังนี้

- สัปดาห์ที่ 1 ปรากฏว่า ผลผลิตไข่เฉลี่ยที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัซซินให้ผลผลิตไข่มากที่สุด คือ 68.5% รองลงมาคือ ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริม

($P > 0.05$) แต่ผลผลิตไข่เฉลี่ยของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ กับไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด, และไก่กลุ่มควบคุม กับไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด ให้ผลผลิตไข่เฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

- สัปดาห์ที่ 6 ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ให้ผลผลิตไข่มากที่สุด คือ 71.4% รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ซึ่งให้ผลผลิตไข่เฉลี่ย 68.5, 68.5, 67.4, 62.8, 46.8 และ 44.5% ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% และไก่กลุ่มควบคุม, และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ให้ผลผลิตไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ผลผลิตไข่ของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.6% กับไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2, และไก่กลุ่มควบคุม กับไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ให้ผลผลิตไข่เฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ผลการทดลองเสริมกรดอินทรีย์ในไก่ไข่ต่อผลผลิตไข่เฉลี่ย พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ ให้ผลผลิตไข่ไม่ต่างกับของไก่ที่ได้รับอาหารผสมยาฟลาโวมัยซิน และดีกว่าไก่กลุ่มควบคุม ส่วนไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำให้ผลผลิตไข่ต่ำที่สุด และต่างกับกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งผลผลิตไข่ของไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ เนื่องจากไก่กินอาหารน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ และต่ำกว่าระดับปริมาณอาหารที่แนะนำโดยบริษัทผู้ผลิตพันธุ์ไก่ ซึ่งแนะนำให้อาหารวันละ 110 กรัม/วัน โดยระดับปริมาณอาหารที่บริษัทผู้ผลิตไก่แนะนำจะเป็นระดับที่ให้โภชนะกับไก่ที่เหมาะสมกับการผลิตไข่ของพันธุ์ไก่นั้น ๆ ทั้งในด้านผลผลิตไข่และต้นทุนค่าอาหาร และจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารช่วยทำให้ผลผลิตไข่เฉลี่ยสูงขึ้น ในขณะที่การเสริมยาฟลาโวมัยซินผลผลิตไข่เฉลี่ยไม่สูงขึ้น และไก่กลุ่มควบคุมให้ผลผลิตไข่ลดลง สอดคล้องกับ Thongwittaya and Isobe (2004b) ที่รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่ไข่มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตไข่สูงขึ้น แต่ Isobe *et al.* (2000) รายงานไว้ว่า ระดับของกรดฟูมาริกที่เสริมในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อผลผลิตไข่

ตารางที่ 13 ผลของกรดอินทรีย์ต่อผลผลิตไข่เฉลี่ย¹

กลุ่ม	ผลผลิตไข่เฉลี่ย (%)					
	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่
	1	2	3	4	5	6
ควบคุม	67.4±1.5	66.8±4.3 ^A	62.8±2.0 ^A	61.7±3.2 ^A	57.7±2.3 ^B	62.8±2.0 ^B
ฟลาโวมัยซิน	68.5±0	68.5±2.8 ^A	65.1±2.3 ^A	66.2±3.7 ^A	70.2±2.5 ^A	68.5±2.0 ^A
เสริมกรดใน อาหาร 0.2%	66.2±1.2	68.5±2.8 ^A	64.5±1.5 ^A	65.7±2.0 ^A	70.2±3.2 ^A	71.4±2.8 ^A
เสริมกรดใน อาหาร 0.4%	66.2±4.6	68.0±2.3 ^A	65.1±3.7 ^A	66.2±2.3 ^A	68.5±2.8 ^A	67.4±3.2 ^{AB}
เสริมกรดใน อาหาร 0.6%	66.8±4.3	66.2±1.2 ^A	64.5±1.5 ^A	66.2±1.2 ^A	67.4±3.2 ^A	68.5±2.0 ^A
เสริมกรดใน น้ำ ชนิดที่ 1	66.2±1.2	58.8±2.5 ^B	53.1±2.5 ^B	49.1±2.3 ^B	42.2±1.2 ^C	44.5±3.2 ^C
เสริมกรดใน น้ำ ชนิดที่ 2	67.4±3.2	60.0±3.5 ^B	56.0±3.2 ^B	52.5±3.2 ^B	46.2±2.3 ^C	46.8±3.2 ^C
SEM	1.27	1.32	1.14	1.22	1.18	1.22
ANOVA	ns	**	**	**	**	**

¹ ตัวอักษรที่อยู่ในสคริปต์เดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

น้ำหนักไข่เฉลี่ย

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อน้ำหนักไข่ แสดงไว้ในตารางที่ 14 พบว่า น้ำหนักไข่เฉลี่ยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังนี้

- สัปดาห์ที่ 1 ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซินให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยมากที่สุด คือ 62.4 กรัม/ฟอง รองลงมา คือ ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2, 0.4 และ 0.6% ไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมกรด

อินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ซึ่งมีน้ำหนักไข่เฉลี่ย 61.6, 60.8, 60.8, 60.8, 60.0 และ 58.4 กรัม/ฟอง ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

- สัปดาห์ที่ 2 ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยมากที่สุด คือ 63.2 กรัม/ฟอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ซึ่งมีน้ำหนักไข่เฉลี่ย 62.4, 61.6, 60.0, 60.0, 54.4 และ 52.8 กรัม/ฟอง ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ และไก่กลุ่มควบคุม, และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ และไก่กลุ่มควบคุม ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยแตกต่างกับไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- สัปดาห์ที่ 3 ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และ 0.4% ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยมากที่สุด คือ 60.0 กรัม/ฟอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ซึ่งมีน้ำหนักไข่เฉลี่ย 59.2, 57.6, 52.0 และ 47.2 กรัม/ฟอง ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเป็นเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 2

- สัปดาห์ที่ 4 ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยมากที่สุด คือ 64.0 กรัม/ฟอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2, 0.4 และ 0.6% ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ซึ่งมีน้ำหนักไข่เฉลี่ย 60.8, 60.8, 60.8, 56.8, 48.0 และ 44.8 กรัม/ฟอง ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ, และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่น้ำหนักไข่เฉลี่ยของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ กับไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด, และไก่กลุ่มควบคุม กับไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- สัปดาห์ที่ 5 ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยมากที่สุด คือ 64.0 กรัม/ฟอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ไก่ที่

ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ซึ่งมีน้ำหนักไข่เฉลี่ย 63.2, 61.6, 61.6, 52.8, 41.6 และ 38.4 กรัม/ฟอง ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเป็นเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 4

- สัปดาห์ที่ 6 บ่งชี้ว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยมากที่สุด คือ 64.0 กรัม/ฟอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ซึ่งมีน้ำหนักไข่เฉลี่ย 62.4, 61.6, 60.8, 54.4, 41.6 และ 40.8 กรัม/ฟอง ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเป็นเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 4 และ 5

ผลการทดลองเสริมกรดอินทรีย์ในไข่ต่อน้ำหนักไข่เฉลี่ย พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยไม่แตกต่างกับของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และดีกว่าไก่กลุ่มควบคุม ส่วนไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่ำที่สุด และแตกต่างกับกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งน้ำหนักไข่เฉลี่ยของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ เนื่องจากกินอาหารน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ ทำให้ได้รับโภชนะในอาหารต่ำกว่า จึงมีผลทำให้ขนาดของไข่เล็กลง ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Thongwittaya and Isobe (2004b) ที่ได้รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลทำให้น้ำหนักไข่ที่ได้แตกต่างกัน

ตารางที่ 14 ผลของกรดอินทรีย์ต่อน้ำหนักไข่เฉลี่ย^{1/}

กลุ่ม	น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)					
	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่
	1	2	3	4	5	6
ควบคุม	61.6±2.1	61.6±3.5 ^A	57.6±2.1 ^A	56.8±3.3 ^B	52.8±3.3 ^B	54.4±2.1 ^B
ฟลาโวนอยด์	62.4±2.1	62.4±2.1 ^A	60.0±4.0 ^A	64.0±0 ^A	64.0±0 ^A	61.6±2.1 ^A
เสริมกรดในอาหาร 0.2%	60.8±1.7	63.2±1.7 ^A	60.0±2.8 ^A	60.8±1.7 ^A	63.2±1.7 ^A	64.0±0 ^A
เสริมกรดในอาหาร 0.4%	60.8±1.7	60.0±2.8 ^A	59.2±1.7 ^A	60.8±1.7 ^A	61.6±2.1 ^A	62.4±2.1 ^A
เสริมกรดในอาหาร 0.6%	58.4±2.1	52.8±1.7 ^B	47.2±1.7 ^B	44.8±1.7 ^C	38.4±2.1 ^C	40.8±3.3 ^C
น้ำ ชนิดที่ 1	60.0±2.8	54.4±3.5 ^B	52.0±2.8 ^B	48.0±2.8 ^C	41.6±2.1 ^C	41.6±2.1 ^C
SEM	0.95	1.31	1.30	0.95	0.97	0.97
ANOVA	ns	**	**	**	**	**

^{1/} ตัวอักษรที่อยู่ในสมมติเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ แสดงไว้ในตารางที่ 15 พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังนี้

- สัปดาห์ที่ 1 ปรากฏว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ดีที่สุดที่สุด คือ 2.43 รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2

และ 3.32 ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ, ไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2, และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และ 2 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ กับไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และ 2, และไก่กลุ่มควบคุม กับไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- สัปดาห์ที่ 6 ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ดีที่สุด คือ 2.40 รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ 2.46, 2.50, 2.53, 2.83, 3.15 และ 3.16 ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ, และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และ 2 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับ กับไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด, และไก่กลุ่มควบคุม กับไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ผลของการทดลองเสริมกรดอินทรีย์ในไก่ไข่ต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ พบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะและไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกระดับมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ดีกว่าไก่กลุ่มควบคุม เนื่องจากให้ผลผลิตไข่สูงกว่า ในขณะที่กินอาหารเท่ากัน แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ และกลุ่มควบคุม เนื่องจากกินอาหารน้อยกว่า ซึ่งอาวุธ และอนุชา (2536) ได้รายงานไว้ว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารไก่กระตังมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ Thongwittaya and Isobe (2004b) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟumaric ในอาหารไก่ไข่ ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ดีกว่า ส่วนวิบูลย์ (2540), Falkowski and Aherne (1984) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟumaric ในอาหารลูกสุกรทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น กรณีการ์ (2545) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารสัตว์ ช่วยลดจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ช่วยส่งเสริมการย่อยอาหาร ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของอาหารมี

ประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้กองบรรณาธิการ (2545ก และ 2545ข) ได้รายงานไว้ว่า กรดอินทรีย์จะช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์สามารถเจริญได้ดี

ตารางที่ 15 ผลของกรดอินทรีย์ต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่^{1/}

กลุ่ม	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ (กิโลกรัมอาหาร/กิโลกรัมไข่)					
	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่
	1	2	3	4	5	6
ควบคุม	2.50±0.1	2.50±0.2	2.67±0.1	2.72±0.17 ^{AB}	2.92±0.19 ^B	2.83±0.12 ^B
ฟลาโวมัยซิน	2.46±0.1	2.46±0.1	2.57±0.2	2.53±0.07 ^B	2.40±0 ^C	2.50±0.09 ^C
เสริมกรดในอาหาร 0.2%	2.53±0.1	2.43±0.1	2.57±0.1	2.53±0.07 ^B	2.43±0.07 ^C	2.40±0 ^C
เสริมกรดในอาหาร 0.4%	2.53±0.1	2.50±0.1	2.57±0.2	2.53±0.07 ^B	2.50±0.09 ^C	2.53±0.07 ^C
เสริมกรดในอาหาร 0.6%	2.53±0.1	2.53±0.1	2.60±0.1	2.53±0.07 ^B	2.50±0.09 ^C	2.46±0.09 ^C
น้ำ ชนิดที่ 1	2.43±0.1	2.49±0.1	2.81±0.1	2.85±0.11 ^A	3.32±0.19 ^A	3.15±0.27 ^A
น้ำ ชนิดที่ 2	2.44±0.2	2.58±0.2	2.62±0.2	2.76±0.17 ^A	3.14±0.16 ^{AB}	3.16±0.16 ^A
SEM	4.06	5.06	6.20	4.99	5.83	6.17
ANOVA	ns	ns	ns	**	**	**

^{1/} ตัวอักษรที่อยู่ในสมมุติเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01)

ผลการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์

เชื้ออี. โคไลในมูล

ผลการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่ไข่ แสดงไว้ในตารางที่ 16 พบว่า เมื่อเริ่มการทดลอง จำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่ทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าระหว่าง 6.79 – 6.83 \log_{10} -CFU/g ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียง 0.04 \log_{10} -CFU/g โดยจำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่กลุ่มควบคุมเท่ากับของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และต่ำกว่าของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ 0.6% และของไก่ที่เสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ผลหลังการทดลอง พบว่า จำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังนี้

- เมื่อทดลองได้ 14 วัน ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ลดจำนวนเชื้ออี. โคไลได้มากที่สุดคือ 2.63% รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี. โคไลได้ 2.34, 2.06, 2.05 และ 1.62% ตามลำดับ ส่วนไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี. โคไลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 0.44 และ 0.88% ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% มีจำนวนเชื้ออี. โคไลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม และจำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% กับ ไก่กลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- เมื่อทดลองได้ 28 วัน ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ลดจำนวนเชื้ออี. โคไลได้มากที่สุดคือ 6.16% จากเริ่มทดลอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี. โคไลได้ 3.82, 3.22, 3.22 และ 2.06% จากเริ่มทดลอง ตามลำดับ ส่วนไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี. โคไลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 0.14 และ 0.88% จากเริ่มทดลอง ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% มีจำนวนเชื้ออี. โคไลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่กลุ่มควบคุม กับไก่กลุ่มอื่น ๆ, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน กับไก่กลุ่มอื่น ๆ, ไก่ที่ได้รับ

อาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% กับไก่อกลุ่มอื่น ๆ, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 กับไก่อกลุ่มอื่น ๆ, และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 กับไก่อกลุ่มอื่น ๆ มีจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- เมื่อทดลองได้ 42 วัน ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ลดจำนวนเชื้ออี.โคไลได้มากที่สุดคือ 13.20% จากเริ่มทดลอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี.โคไลได้ 4.68, 4.12, 3.95 และ 2.50% จากเริ่มทดลอง ตามลำดับ ส่วนไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่อกลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี.โคไลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 0.14 และ 1.02% จากเริ่มทดลอง ตามลำดับ โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6%, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% และ 0.6%, และไก่อกลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่อกลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% กับไก่อกลุ่มอื่น ๆ, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% กับไก่อกลุ่มอื่น ๆ ยกเว้นไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ 0.6%, ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด กับไก่อกลุ่มอื่น ๆ ยกเว้นไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6%, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน กับไก่อกลุ่มอื่น ๆ มีจำนวนเชื้ออี.โคไลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากผลการทดลองเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารทุกกลุ่มยกเว้นไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% สามารถลดจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลได้ดีกว่าไก่อกลุ่มควบคุมที่จำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลเพิ่มขึ้น และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด สามารถลดจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูล และมีจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลไม่ต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซินในอาหาร แสดงให้เห็นว่าการเสริมกรดอินทรีย์ให้ผลดีว่าการไม่เสริม และการเสริมในอาหารที่ระดับ 0.6% และการเสริมในน้ำทั้ง 2 ชนิด มีผลเทียบเท่ากับการใช้ยาฟลาโวมัยซิน แต่การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารที่ 0.2% ไม่สามารถลดจำนวนเชื้ออี.โคไลในมูลได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Cole *et al.* (1968) ที่รายงานไว้ว่า การเสริมกรดแลคติกในน้ำสามารถลดจำนวนเชื้ออี.โคไลในลำไส้เล็กของลูกสุกรหย่านมได้ และ Easter (1988) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดอินทรีย์สามารถช่วยลดจำนวนเชื้ออี.โคไลในทางเดินอาหาร และลดเปอร์เซ็นต์การตายของลูกสุกรอีกด้วย

ตารางที่ 16 ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่ไข่^{1/}

กลุ่ม	จำนวนเชื้ออี. โคไลในมูลของไก่ไข่ (log ₁₀ -CFU/g) ^{2/}						
	วันที่ 0	วันที่ 14	%	วันที่ 28	%	วันที่ 42	%
ควบคุม	6.81±0.02 ^{AB}	6.87±0.01 ^A	+0.88	6.87±0.01 ^A	+0.88	6.88±0.01 ^A	+1.02
ฟลาโวมีซิน	6.81±0.01 ^{AB}	6.67±0.02 ^C	-2.05	6.39±0.04 ^E	-6.16	5.91±0.08 ^D	-13.2
เสริมกรดไน	6.79±0.02 ^B	6.82±0.01 ^B	+0.44	6.80±0.01 ^B	+0.14	6.80±0.01 ^A	+0.14
อาหาร 0.2%							
เสริมกรดไน	6.79±0.01 ^B	6.68±0.02 ^C	-1.62	6.65±0.02 ^C	-2.06	6.62±0.03 ^B	-2.50
อาหาร 0.4%							
เสริมกรดไน	6.83±0.02 ^A	6.67±0.02 ^C	-2.34	6.61±0.02 ^C	-3.22	6.56±0 ^{BC}	-3.95
อาหาร 0.6%							
เสริมกรดไน	6.79±0.02 ^B	6.65±0.03 ^C	-2.06	6.53±0.02 ^D	-3.82	6.51±0.02 ^C	-4.12
น้ำ ชนิดที่ 1							
เสริมกรดไน	6.83±0.02 ^A	6.65±0.02 ^C	-2.63	6.61±0.02 ^C	-3.22	6.51±0.03 ^C	-4.68
น้ำ ชนิดที่ 2							
SEM	9.00	1.03		1.13		2.05	
ANOVA	*	**		**		**	

^{1/} ตัวอักษรที่อยู่ในสคริปต์เดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

^{2/} ค่ารวมเป็น % ของวันที่เริ่มการทดลอง โดย + = มีเชื้อเพิ่มขึ้น, - = มีเชื้อลดลง

* ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01)

เชื้ออี. โคไลบนผิวเปลือกไข่

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคไลบนผิวเปลือกไข่ แสดงไว้ในตารางที่ 17 พบว่า จำนวนเชื้ออี. โคไลบนผิวเปลือกไข่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01) ดังนี้

- เมื่อทดลองได้ 14 วัน ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมีซิน ลดจำนวนเชื้ออี. โคไลบนผิวเปลือกไข่ได้มากที่สุดคือ 8.73% ของเริ่มการทดลอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหาร

เสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6, 0.4 และ 0.2% ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่ได้ 8.29, 7.69, 4.78, 4.14 และ 0.62% ของเริ่มการทดลอง ตามลำดับ ส่วนไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี.โคไลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 0.82% ของเริ่มการทดลอง โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6%, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด กับกลุ่มอื่น ๆ, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- เมื่อทดลองได้ 28 วัน ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ลดจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่ได้มากที่สุดคือ 8.29% ของเริ่มการทดลอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6, 0.4 และ 0.2% ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่ได้ 7.90, 7.48, 7.48, 2.90 และ 2.48% ของเริ่มการทดลอง ตามลำดับ ส่วนไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี.โคไลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 0.82% ของเริ่มการทดลอง โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6%, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% มีจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% และไก่กลุ่มควบคุม, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% กับไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- เมื่อทดลองได้ 42 วัน ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ลดจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่ได้มากที่สุดคือ 9.12% ของเริ่มการทดลอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6, 0.4 และ 0.2% ซึ่งลดจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่ได้ 8.31, 7.90, 7.69, 3.11 และ 2.48% ของเริ่มการทดลอง ตามลำดับ ส่วนไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้ออี.โคไลบนผิวเปลือกไข่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 0.62% ของเริ่มการทดลอง โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติเป็นเช่นเดียวกับที่อายุ 28 วัน

ผลการทดลองเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคไลบนผิวเปลือกไข่ พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์ช่วยลดจำนวนเชื้ออี. โคไลบนผิวเปลือกไข่ แต่ปริมาณที่ลดได้ยังไม่มากนัก และการใช้ยาฟลาโวมัยซินก็ให้ผลเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Khajarem and Khajarem (2004) ที่รายงานไว้ว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารลูกสุกรทำให้เชื้ออี.โคไลในมูลลดลง และ กรรณิการ์ (2545) รายงานไว้ว่า การเสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์รวมจะมีผลทำให้เชื้ออี. โคไลในมูลของลูกสุกรลดลง

ตารางที่ 17 ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้ออี. โคไลบนผิวเปลือกไข่^{1/}

กลุ่ม	จำนวนเชื้ออี. โคไลบนผิวเปลือกไข่ (log ₁₀ -CFU/g) ^{2/}							
	วันที่ 0	วันที่ 14	%	วันที่ 28	%	วันที่ 42	%	
ควบคุม	4.82±0.01	4.86±0.01 ^A	+0.82	4.86±0.02 ^A	+0.82	4.85±0.01 ^A	+0.62	
ฟลาโวมัยซิน	4.81±0.02	4.39±0.04 ^C	-8.73	4.43±0.04 ^C	-7.90	4.41±0.03 ^C	-8.31	
เสริมกรดในอาหาร 0.2%	4.83±0.01	4.80±0.01 ^A	-0.62	4.71±0.03 ^B	-2.48	4.71±0.03 ^B	-2.48	
เสริมกรดในอาหาร 0.4%	4.82±0.02	4.62±0.03 ^B	-4.14	4.68±0.03 ^B	-2.90	4.67±0.01 ^B	-3.11	
เสริมกรดในอาหาร 0.6%	4.81±0.01	4.58±0.03 ^B	-4.78	4.45±0.03 ^C	-7.48	4.44±0.03 ^C	-7.69	
เสริมกรดในน้ำ ชนิดที่ 1	4.81±0.02	4.44±0.03 ^C	-7.69	4.45±0.02 ^C	-7.48	4.43±0.05 ^C	-7.90	
เสริมกรดในน้ำ ชนิดที่ 2	4.82±0.02	4.42±0.03 ^C	-8.29	4.42±0.02 ^C	-8.29	4.38±0.04 ^C	-9.12	
SEM	7.66	1.51		1.61		1.61		
ANOVA	ns	**		**		**		

^{1/} ตัวอักษรที่อยู่ในสมรค์เดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

^{2/} ค่ารวมเป็น % ของวันที่เริ่มการทดลอง โดย + = มีเชื้อเพิ่มขึ้น, - = มีเชื้อลดลง

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่นัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

เชื้อซาลโมเนลลาในมูล

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่ไข่ แสดงไว้ในตารางที่ 18 พบว่า จำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลเมื่อเริ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่หลังจากทดลองได้ 14 วัน จำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังนี้

- เมื่อทดลองได้ 14 วัน ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัซซิน ลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลได้มากที่สุดคือ 8.42% ของเริ่มการทดลอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% ซึ่งลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลได้ 6.12, 5.35, 5.04, 0.92 และ 0.92% ของเริ่มการทดลอง ตามลำดับ ส่วนไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 0.15% ของเริ่มการทดลอง โดยไก่กลุ่มควบคุม ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4%, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัซซิน กับไก่กลุ่มอื่น ๆ, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% และไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- เมื่อทดลองได้ 28 วัน ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัซซิน ลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลได้มากที่สุดคือ 8.88% ของเริ่มการทดลอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.2% ซึ่งลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลได้ 6.89, 5.04, 4.89, 2.15 และ 1.50% ของเริ่มการทดลอง ตามลำดับ ส่วนไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 0.45% ของเริ่มการทดลอง โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4%, และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัซซิน กับไก่กลุ่มอื่น ๆ, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% กับไก่กลุ่มอื่น ๆ, ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% และไก่กลุ่มควบคุม, และไก่ที่ได้รับอาหาร

เสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% กับไก่อกลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- เมื่อทดลองได้ 42 วัน ปรากฏว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลได้มากที่สุดคือ 16.30% ของเริ่มการทดลอง รองลงมา คือ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 1 ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำชนิดที่ 2 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.2% ซึ่งลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลได้ 7.04, 5.35, 5.35, 2.77 และ 1.68% ของเริ่มการทดลอง ตามลำดับ ส่วนไก่อกลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 0.30% ของเริ่มการทดลอง โดยไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6%, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% และ 0.2% และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่อกลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน กับไก่อกลุ่มอื่น ๆ, ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% และไก่อกลุ่มควบคุม, ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่อกลุ่มควบคุม, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% กับไก่อกลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ผลการทดลองเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่ไข่ พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์ช่วยลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่ไข่ แต่ปริมาณที่ลดลงไม่มากนัก และการใช้ยาฟลาโวมัยซินก็ให้ผลเช่นเดียวกัน ส่วนไก่อกลุ่มควบคุมมีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลเพิ่มขึ้น การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารยังนานยิ่งช่วยลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลเช่นเดียวกับการใช้ยาฟลาโวมัยซิน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ จัตุพร และอริศศักดิ์ (2539) ที่รายงานไว้ว่า การเสริมกรดโพรพิโอนิกในอาหารผสมและวัตถุดิบอาหารสัตว์ จะช่วยป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อซาลโมเนลลาในอาหารได้ Isobe *et al.* (2000) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่ไข่ทำให้จำนวนเชื้อ *Salmonella enteritidis* ในไส้ติ่งมีแนวโน้มลดลง หลังจากเสริมไป 3 วัน และจะไม่พบเชื้อหลังเสริมไป 7 และ 14 วัน Byrd *et al.* (2001) รายงานไว้ว่า การใช้กรดอินทรีย์ผสมระหว่างกรดอะซิติกและกรดแลคติกผสมน้ำให้ไก่กิน จะทำให้จำนวนเชื้อ *Salmonella typhimurium* ในกระเพาะพักลดลง 52.40% และ Russell (2002) รายงานไว้ว่า การใช้กรดแลคติกผสมน้ำให้ไก่

กระทั่งกินในช่วง feed withdrawal period จะสามารถลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาที่อาจถูกขับออกมาขณะขนส่งก่อนถึงโรงฆ่าได้

ตารางที่ 18 ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่ไข่^{1/}

กลุ่ม	จำนวนเชื้อซาลโมเนลลาในมูลของไก่ไข่ (log ₁₀ -CFU/g) ^{2/}						
	วันที่ 0	วันที่ 14	%	วันที่ 28	%	วันที่ 42	%
ควบคุม	6.53±0.03	6.54±0.03 ^A	+0.15	6.56±0.02 ^A	+0.45	6.55±0.02 ^A	+0.30
ฟลาโวมีซิน	6.53±0.02	5.98±0.07 ^C	-8.42	5.95±0.05 ^E	-8.88	5.46±0.15 ^E	-16.3
เสริมกรดอิน อาหาร 0.2%	6.51±0.02	6.45±0.03 ^A	-0.92	6.41±0.02 ^B	-1.50	6.40±0.04 ^{AB}	-1.68
เสริมกรดอิน อาหาร 0.4%	6.49±0.02	6.43±0.03 ^A	-0.92	6.35±0.03 ^B	-2.15	6.31±0.04 ^{BC}	-2.77
เสริมกรดอิน อาหาร 0.6%	6.53±0.03	6.13±0.05 ^B	-6.12	6.08±0.05 ^D	-6.89	6.07±0.06 ^D	-7.04
เสริมกรดอิน น้ำ ชนิดที่ 1	6.54±0.03	6.21±0.04 ^B	-5.04	6.22±0.05 ^C	-4.89	6.19±0.07 ^{CD}	-5.35
เสริมกรดอิน น้ำ ชนิดที่ 2	6.54±0.02	6.19±0.05 ^B	-5.35	6.21±0.04 ^C	-5.04	6.19±0.06 ^{CD}	-5.35
SEM	1.35	2.57		2.30		4.20	
ANOVA	ns	**		**		**	

^{1/} ตัวอักษรที่อยู่ในสควมเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

^{2/} ค่าลบเป็น % ของวันที่เริ่มการทดลอง โดย + = มีเชื้อเพิ่มขึ้น, - = มีเชื้อลดลง

ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

เชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่

ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ แสดงไว้ในตารางที่ 19 พบว่า จำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่เมื่อเริ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ

($P > 0.05$) แต่หลังจากทดลอง 14 วัน จำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังนี้

- เมื่อทดลองได้ 14 วัน ปรากฏว่า ไก่กลุ่มควบคุมมีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาที่ผิวเปลือกไข่เพิ่มขึ้น 1.06% ของเริ่มการทดลอง ในไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.2% สามารถลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาได้ 16.88 และ 0.53% ของเริ่มการทดลอง ตามลำดับ ส่วนไก่กลุ่มอื่น ๆ ไม่สามารถตรวจพบเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด, ไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2 และ 0.4% และไก่กลุ่มควบคุม, และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4% กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% และไก่กลุ่มควบคุม มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- เมื่อทดลองได้ 28 วัน ปรากฏว่า ไก่กลุ่มควบคุมมีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาที่ผิวเปลือกไข่ลดลงเล็กน้อย คือ 3.71% ของเริ่มการทดลอง ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% สามารถลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาได้ 9.91% ของเริ่มการทดลอง ส่วนไก่กลุ่มอื่น ๆ ไม่สามารถตรวจพบเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด, และไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด กับไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

- เมื่อทดลองได้ 42 วัน ปรากฏว่า ไก่กลุ่มควบคุมมีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาที่ผิวเปลือกไข่ลดลงเล็กน้อย คือ 4.77% ของเริ่มต้นการทดลอง ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% สามารถลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาได้ 14.20% ของเริ่มต้นการทดลอง ส่วนไก่กลุ่มอื่น ๆ ไม่สามารถตรวจพบเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมยาฟลาโวมัยซิน ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำ

ทั้ง 2 ชนิด มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ไก่ทุกกลุ่มที่กล่าวมา กับไก่กลุ่มควบคุม และไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2%, และไก่กลุ่มควบคุม กับไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% มีจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 19 ผลของกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่^{1/}

กลุ่ม	จำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ (\log_{10} -CFU/g) ^{2/}						
	วันที่ 0	วันที่ 14	%	วันที่ 28	%	วันที่ 42	%
ควบคุม	3.77±0.18	3.81±0.1 ^A	+1.06	3.63±0.05 ^A	-3.71	3.59±0.1 ^A	-4.77
ฟลาโวไมด์ซิน	3.81±0.11	0 ^C	-100	0 ^B	-100	0 ^C	-100
เสริมกรดอิน อาหาร 0.2%	3.73±0.15	3.71±0.1 ^A	-0.53	3.36±0.32 ^A	-9.91	3.20±0.1 ^B	-14.20
เสริมกรดอิน อาหาร 0.4%	3.85±0.09	3.20±0.2 ^B	-16.88	0 ^B	-100	0 ^C	-100
เสริมกรดอิน อาหาร 0.6%	3.79±0.11	0 ^C	-100	0 ^B	-100	0 ^C	-100
น้ำ ชนิดที่ 1	3.76±0.15	0 ^C	-100	0 ^B	-100	0 ^C	-100
น้ำ ชนิดที่ 2	3.77±0.08	0 ^C	-100	0 ^B	-100	0 ^C	-100
SEM	0.07	4.94		6.98		4.48	
ANOVA	ns	**		**		**	

^{1/} ตัวอักษรที่อยู่ในสมรภเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

^{2/} ค่าความเป็น % ของวันที่เริ่มการทดลอง โดย + = มีเชื้อเพิ่มขึ้น, - = มีเชื้อลดลง

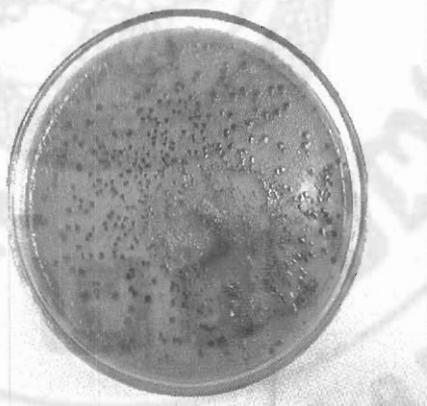
ns ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ผลการทดลองเสริมกรดอินทรีย์ต่อจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ พบว่า เมื่อเสริมยาฟลาโวมัยซิน เสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.4 และ 0.6% และเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำทั้ง 2 ชนิด ไป 28 วัน จะไม่พบเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ ส่วนการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร 0.2% สามารถลดจำนวนเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ได้เพียงเล็กน้อย ซึ่ง Isobe *et al.* (2000) รายงานไว้ว่า การเสริมกรดฟูมาริกในอาหารไก่ไข่ ทำให้ตรวจไม่พบเชื้อ *salmonella enteritidis* บนเปลือกไข่ หลังการเสริม 3 - 7 วัน อนึ่งจากผลการทดลองที่ตรวจไม่พบเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่หลังจากทดลอง 14, 28 และ 42 วัน อาจมีผลสืบเนื่องมาจากการเจือจางตัวอย่าง เนื่องจากมีการเจือจางเริ่มต้นที่ 100 เท่า ซึ่งถ้ามีการเจือจางตัวอย่างเริ่มต้นที่น้อยกว่านี้ อาจจะทำให้สามารถตรวจพบเชื้อซาลโมเนลลาบนผิวเปลือกไข่ได้

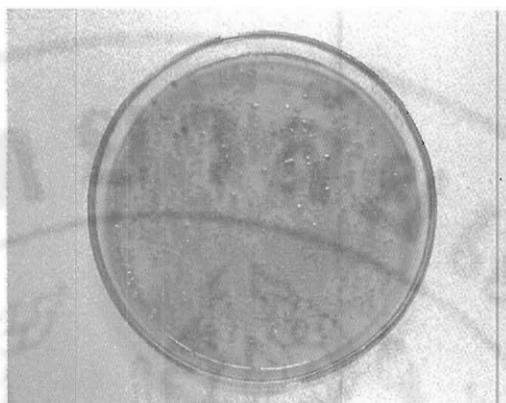
ลักษณะการเจริญของแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

ผลการเลี้ยงจุลินทรีย์ในไก่กระตังและไก่ไข่ พบว่า ลักษณะโคโลนีของเชื้ออี.โคไลบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB-agar โคโลนีจะมีสีเข้ม ตรงกลางโคโลนีมีสีเกือบดำ และผิวโคโลนีมีสีเขียว เหลืองเป็นเงาโลหะ (Metallic sheen) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะโคโลนีของเชื้ออี.โคไลบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB-agar

ลักษณะโคโลนีของเชื้อซาลโมเนลลาบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SS-agar มีลักษณะโคโลนีใส ไม่มีสี ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะโคโลนีของเชื้อซาลโมเนลลาบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SS-agar

จำนวนของแบคทีเรียและการแพร่กระจายของจุลินทรีย์จะมีความผันแปร ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น อายุสัตว์ ปริมาณอาหารที่สัตว์ได้รับ ชนิดของอาหาร ฯลฯ การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ความชื้น มีผลต่อจำนวนการแพร่กระจายตัวของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ ตำแหน่งของอวัยวะที่นำตัวอย่างมาตรวจ เช่น ในลำไส้แต่ละส่วนจะให้จำนวนของเชื้อต่างกัน รวมถึงวิธีการตรวจนับและชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต่างกันจะมีผลต่อการตรวจนับจำนวนเชื้อที่แตกต่างกันด้วย (Kenneth, 2000)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพอจะสรุปได้ดังนี้ คือ

1. การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารไก่กระตังที่ระดับ 0.4% และการใช้กรดอินทรีย์ชนิดละลายในน้ำดื่มทั้ง 2 ชนิดที่ระดับ 0.1% มีผลช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตทั้งอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังสามารถลดจำนวนเชื้ออี.โคไลและเชื้อซาลโมเนลลาในมูลได้ดีเทียบเท่ากับการใช้สารปฏิชีวนะ
2. การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0.2% จะทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ไม่แตกต่างกับการเสริมสารปฏิชีวนะ แต่หากมีความต้องการลดจำนวนเชื้ออี.โคไลและเชื้อซาลโมเนลลาให้ดียิ่งขึ้นก็ควรใช้กรดอินทรีย์ในอาหารที่ระดับ 0.4% ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตอีกด้วย
3. การเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำสำหรับไก่ไข่ มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่น้ำหนักไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิต เลวลง

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ พนาบุญเจริญ. 2545. ผลการเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์และกรดอินทรีย์รวมในอาหารสุกรหย่านม. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 87 น.
- กองบรรณาธิการ. 2545ก. กรดและการเลือกใช้กรดในอาหารลูกสุกร. สัตว์เศรษฐกิจ 20(445): 30-32.
- _____. 2545ข. กรดอินทรีย์ทดแทนยาปฏิชีวนะ. สัตว์เศรษฐกิจ 20(446): 65-67.
- เกรียงศักดิ์ สายธนู, โสมทัต วงศ์สว่าง และ สุรศักดิ์ ศิริโชคชัชวาล. 2529. โรคซี. อาร์. ดี. ในไก่ 1 สาเหตุของโรคมัยโคพลาสมา กัลลิเซพติคุม หรือ อี. โคไล. เวชสารสัตวแพทย์ 16: 131-143.
- เกรียงศักดิ์ สายธนู และ นิทัศน์ เพราแก้ว. 2536. โรคติดเชื้ออีเชอร์ริเชีย โคลิ ในระบบหายใจของไก่กระທง: ตอนที่ 1 ความชุกของโรค. เวชสารสัตวแพทย์ 23: 313-330.
- จตุพร อยู่นิยม และ อธิศักดิ์ เกลียงประดิษฐ์. 2539. การใช้กรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิกสำหรับควบคุมเชื้อซัลโมเนลลาในอาหารสัตว์และในผลิตภัณฑ์สัตว์. สัตว์เศรษฐกิจ 13(297): 47-50.
- ชรินทร์ เขียวจรัส. 2539. การใช้โปรไบโอติก เอ็นไซม์ และกรดอินทรีย์. สัตว์มวล 6(32): 34-37.
- ชัยยา ธงสินเจิด. 2536. การเปรียบเทียบการเสริมกรดอิมิกในอาหารเป็ดเนื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 31 น.
- นนทชัย ตั้งจิตวิทย์, มารุต เชียงเถียร, สมชาย ศิริเทพทรงกลด, จิโรจน์ ศศิปริชญ์, นิวัตร จันท์ศิริพรชัย และ ธวัช เล็กดำรงศักดิ์. 2541. การควบคุมเชื้อซัลโมเนลลาในไก่เนื้อโดยการใช้กรดอินทรีย์ในน้ำ. โครงการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์. กรุงเทพฯ: คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 27 น.
- นรินทร์ ทองวิทยา. 2545. ภูมิวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนะของอาหารสัตว์. เชียงใหม่: สาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 36 น.
- นลิน วงศ์นัตติยะ และ ศรีกาญจนา คล้ายเรือง. 2546. ภูมิปฏิบัติการจุลชีววิทยา. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 76 น.
- นัทธี อัจฉรินทร์, พริยา อุตมะ, วิชุดา ขวัญใจ, อินทิรา กระหม่อมทอง และ วารี นิยมธรรม. 2546. ประสิทธิภาพกรดอินทรีย์ในการควบคุมเชื้อซัลโมเนลลาในไก่กระທง. กรุงเทพฯ: คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 18 น.

- นิวัตร จันทรศิริพรชัย, จิโรจน์ ศศิปรีย์จันทร์ และ สมศักดิ์ ภัคภิญโญ. 2538. การทดสอบความไวของเชื้อ อี. โคลิ ที่แยกได้จากไก่ต่อยาปฏิชีวนะชนิดต่างๆ. เวชชสารสัตวแพทย์ 25: 275-283.
- เนาวรัตน์ ทองอนันต์. 2541. การเสริมกรดฟูมาริกในอาหารลูกสุกรหลังหย่านม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 18 น.
- บริษัท ออกค้ำ เมม โมเรียล จำกัด. 2546. แอซิด แลค ลิกวิด มิติใหม่ของอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เพื่อการส่งออกที่ปลอดสารปฏิชีวนะตกค้าง. กรุงเทพฯ: บริษัท ออกค้ำ เมม โมเรียล จำกัด. 18 น. (เอกสารฝึกอบรม).
- ฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ออลเวท จำกัด. 2544ก. ทางเลือกในการใช้ยาปฏิชีวนะในการเร่งการเจริญเติบโต ตอนที่ 1. สัตว์บก 8(96): 65-70.
- _____ . 2544ข. ทางเลือกในการใช้ยาปฏิชีวนะในการเร่งการเจริญเติบโต ตอนที่ 2. สัตว์บก 9(97): 75-76.
- พงษ์ทิพย์ โกเมศโสภา และ ธนาธิช เสือวรรณศรี. 2534. เคมีอินทรีย์พื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ยูไนเต็ทบุ๊คส์. 487 น.
- พรพรรณ รัตนาภินทร์. 2540. อินทรีย์เคมี. เชียงใหม่: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 229 น.
- พรณทิพา ราชประโคน. 2541. การศึกษาผลการเสริมกรดซิติริกในระดับต่าง ๆ กัน ในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของลูกสุกรหย่านม ถึง 30 กิโลกรัม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 26 น.
- เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ. 2546. โภชนศาสตร์สัตว์ปีก. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 382 น.
- มาลินี ลิ้มโกคา. 2525. การใช้ยาด้านจุลชีพในสัตว์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จรัสสินทวงศ์. 442 น.
- วิบูลย์ ลาภจตุพร. 2540. การใช้สารเพิ่มกรดในอาหารลูกสุกร. สุกรสาร 23(92): 17-22.
- สาโรจน์ ศิริสันสนียกุล. 2544. การผลิตกรดแลคติกในอุตสาหกรรม. วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี 28(158): 88-89.
- หทัยรัตน์ พงศ์พัฒนาการ. 2536. การเปรียบเทียบการเสริมกรดฮิวมิกในอาหารไก่กระທ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 31 น.
- หมอหนุ่ม. 2534. กรดปรับปรุงคุณภาพของสุกรได้อย่างไร. สัตว์เศรษฐกิจ 8(178): 42-45.
- อาวูธ คันโซมและ อนุชา แสงโสภณ. 2536. การเสริมกรดฮิวมิกในอาหารไก่กระທ. สัตว์เศรษฐกิจ 13(282): 42-47.

- อาวุธ ต้นโซ, นภาพันท์ ปิยะเสถียร และ รุจริน ลิ้มสุวานิช. 2540. ผลการเสริมกรดชีวมีคต่อ ลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรในระยะรุ่น และระยะขุน. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- แอนนา บรรพต. 2542. ผลการเสริมแอซิดแลคติกในอาหารสุกรหย่านม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 23 น.
- Barbour, E. K., N. H. Nabbut, S. W. Hinner and H. M. Al-Nakhli. 1985. Colisepticemia on Saudi Arabian poultry farms: Strain, biochemical reactions and drugs resistance. *Arab Gulf J. Sci. Res.* 3: 395-406.
- Bolduan, G., H. Jung, E. Schnabel and R. Schneiber. 1988. Effect of propionic and formic acid in piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutri.* 59: 143-149.
- Boonmar, S., C. Amataykul and A. Bangtrakulnonth. 1999. Predominant serovars of salmonella in broiler chickens in Thailand. *J. Kasetsart Science* 33(1): 75-79.
- Byrd, J. A., B. M. Hargis, D. J. Caldwell, R. H. Bailey, K. L. Herron, J. L. Meranolds, 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 broiler. *Poult. Sci.* 80: 278-283.
- Cochran, W. G. and G. M. Cox. 1957. *Experimental Designs*. New York: John Wiley and Sons.
- Cole, D. J. A., R. M. Beal and J. R. Luscombe. 1968. The effect on performance and bacterial for a lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pigs. *Vet. Rec.* 83: 459-464.
- Crenshaw, E. R., E. R. Peo, A. J. Lawis and N. R. Schneider. 1986. The effect of sorbic acid in high moisture sorghum grain diets on performance of weanling swine. *J. Anim. Sci.* 63: 833-837.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple-F tests. *Biometrics* 11: 1-42.
- Easter, E. A. 1988. Biochemical acid in gastrointestinal development. pp. 256-266. In J. P. Lyone (ed.). *Biotechnology in Feed Industry*. Illinois: Alltech Technical Publications.

- Eckel, B., M. Kirchgessner and F. X. Roth. 1992. Influence of formic acid on daily weight gain, feed intake, feed conversion rate and digestibility. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutri.** 67: 93-100.
- Falkowski, J. F. and F. X. Aherne. 1984. Fumaric acid and citric acid as feed additive for early weaned piglets. **J. Anim. Sci.** 58: 935-938.
- Giesting, D. W. and R. A. Easter. 1991. The effect of propionic acid, fumaric acid and citric acid addition on performance of starter pigs fed diets of different type. **J. Anim. Sci.** 69(1): 77-89.
- Giesting, D. W., M. A. Rood and R. A. Easter. 1991. Response of the starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diet with organic acid. **J. Anim. Sci.** 69: 1288-1294.
- Harry, E. G. and L. A. Hemsley. 1969. The association between the presence of septicemia strains of *Escherichia coli* in the respiratory and intestinal tracts of chickens and the occurrence of colisepticemia. **Vet. Rec.** 77: 35-40.
- Henry, R. W., D. W. Pickard and P. E. Hughes. 1985. Citric acid and fumaric acid as feed additive for early weaned piglets. **J. Anim. Prod.** 40: 505-509.
- Isobe, Y., T. Itoh and K. Nagara. 2000. Effect of fumaric acid for the restraint against excretion of *Salmonella enteritidis* on laying hen. **Kanto J. Anim. Sci.** 50(1): 30-34.
- Khajarearn, J. and S. Khajarearn. 2004. Efficacy of organic acids (Bolifor FA 2000S) in piglet feed. **Feed and Livestock** 1(4): 38-42.
- Krause, D. O., P. C. Harrison and R. A. Easter. 1994. Characterization of the nutritional interaction between organic acids and inorganic bases in the pig and chick. **J. Anim. Sci.** 72(5): 1257-1262.
- Kenneth, T. 2000. **The normal flora of animal.** [Online] Available <http://www.Bact.Wisc.Edulmicro.com/disease/normal/flora.html> (4 March 2005).
- Liu, Y. G. 2001. **Recent Development in Using Organic Acids for Animal Health and Nutrition.** Bangkok: Thaiwattana. 154 p.
- Michael, J. L. and E. P. Burton. 1995. **A Photographic Atlas for the Microbiology Laboratory.** New York: Mortor Publishing. 206 p.

- Miller, B. F. 1987. Acidified poultry diets and their implications for poultry industry. pp. 199-209. In **Biotechnology in the Feed Industry**. Kentucky: Alltech Technical Publications.
- NRC. 1994. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9thed. Washington, D.C: National Academy Press.
- Patten, J. D. and P. W. Waldroup. 1988. Use of organic acids in broiler diets. **Poult. Sci.** 67(8): 1178-1182.
- Ravidam, V. and E. P. Komegay. 1993. Acidification of weaner pig diets, A review. **J. Sci. Food Agric.** 62: 313-322.
- Unsrisong, S. 2003. **Sirichai statistics 6.00**. Chiang Mai: Maejo University.
- 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** October (2002): 28-45.
- Skinner, J. T., A. L. Izat and P. W. Waldroup. 1991. Research note: Fumaric acid enhances performance of broiler chickens. **Poult. Sci.** 70(6): 1444-1447.
- Thongwittaya, N. and Y. Isobe. 2004a. Effect of fumaric acid levels on productive performance of broilers. (not publicized)
- _____. 2004b. Effect of fumaric acid levels on productive performance of layer. (not publicized)



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

1. อาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อ

1.1 Eosin Methylene Blue agar (EMB agar)

Peptone	10.0	กรัม
Lactose	10.0	กรัม
K ₂ HPO ₄	2.0	กรัม
Eosin y	0.4	กรัม
Methylene blue	0.065	กรัม
Agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมให้เข้ากันปรับความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดหรือด่างเจือจางให้ได้ประมาณ

7.0 นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (นลิน และศรีกาญจนา, 2546)

1.2 Salmonella Shigella agar (SS agar)

Beef extract	5.0	กรัม
Lactose	10.0	กรัม
Bile salt mixture	8.5	กรัม
Sodium citrate	10.0	กรัม
Sodium thiosulphate	8.5	กรัม
Ferric citrate	1.0	กรัม
Brilliant green	0.00033	กรัม
Neutral red	0.025	กรัม
Agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมให้เข้ากันปรับความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดหรือด่างเจือจางให้ได้ประมาณ

7.0 นำไปต้มให้เดือด เป็นเวลา 1 นาที (Michael and Burton, 1995)

2. Maximum recovery diluent (MRD-broth) สารละลายสำหรับการเจือจาง (Dilution) เชื้ออี. โคไล และเชื้อซาลโมเนลลา (นลิน และศรีกาญจนา, 2546)

Sodium chloride	8.5	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

3. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
4. จานเลี้ยงเชื้อ (Plate)
5. ไปเปต (Pipet) ขนาด 10 มิลลิลิตร
6. ไปเปต (Pipet) ขนาด 1 มิลลิลิตร
7. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
8. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)

การนับเชื้อจุลินทรีย์ (Enumeration of microorganisms)

ใช้วิธีการทำ dilution plate count เป็นเทคนิคการทำให้เชื้อหรือตัวอย่างเจือจางลง (Dilution) ด้วย MRD-broth (Peptone 0.1% water) โดยทำการเจือจางเพิ่มครั้งละ 10 เท่า ตามลำดับ (Ten fold dilution) ตามวิธีของ Michael and Burton (1995)

วิธีการ

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับจุลินทรีย์แต่ละชนิด โดยชั่งส่วนผสมของอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด นำไปต้มจนละลายและนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 ซ. เป็นเวลา 15 นาที และนำมาเทลงในจานเลี้ยงเชื้อ (Plate) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2. ทำการเจือจางตัวอย่าง

- 2.1 ชั่งตัวอย่างหนัก 1 กรัม ใส่ในสารละลาย diluent โดยใช้ MRD-broth ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จะได้สารละลายเจือจางเท่ากับ 1:10 เขย่าให้เข้ากัน

- 2.2 ใช้ไปเปต คูดเชื้อที่เจือจาง 1:10 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ใน MRD-broth 9 มิลลิลิตร จะได้สารละลายเจือจางเท่ากับ 1:10² ทำการเจือจางต่อไปเรื่อย ๆ จนได้สารละลายเจือจางเท่ากับ 1:10⁵

3. ทำการ spread plate โดยใช้ไมโครปิเปตคูดสารละลายเจือจาง 1 มิลลิลิตร ใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด ในขั้นตอนการ spread plate เกือบเชื้อให้ทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยเชื้อจากมูลไก่ใช้สารละลายเจือจางที่ 10³-10⁵ ส่วนเชื้อจากผิวเปลือกไข่ใช้สารละลายเจือจางที่ 10²-10⁴

4. การบ่มเชื้อ

- 4.1 การบ่มเชื้ออี. โคไล บ่มที่ 35 ซ. ในสภาพที่มีออกซิเจน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

- 4.2 การบ่มเชื้อซาลโมเนลลา บ่มที่ 37 ซ. ในสภาพที่มีออกซิเจน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. การนับโคโลนี จะเลือกนับ plate ที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 30 – 300 โคโลนี แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณเชื้อ และรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีของเชื้อต่อตัวอย่าง 1 กรัม (Colony forming units/g, CFU)





ภาคผนวก ข
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายเจษฎา รัตนวุฒิ
เกิดเมื่อ	8 ธันวาคม 2521
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2540 วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2544 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คณะเกษตรศาสตร์บางพระ
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2544 บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)

