



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์)

ปริญญา

การผลิตสัตว์	สัตว์บาล
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง ผลของการใช้หญ้าขนสดและต้นข้าวโพดฝักอ่อนสับเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิต โคอินทรีย์ในระยะสุดทำย	
Effect of Fresh Paragrass and Baby Corn Stover Chop as Roughage Source on Fattening Performance, Carcass Quality and Production Cost of Organic Beef	
นามผู้วิจัย นายชุตินรงค์ เนตรพระ	
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(รองศาสตราจารย์สุริยะ สะวานนท์, Ph.D.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(อาจารย์พัลลภ ตั้งตระกูลทรัพย์, Ph.D.)
หัวหน้าภาควิชา	(รองศาสตราจารย์เนรมิตร สุขมณี, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการใช้หญ้าขนสดและต้นข้าวโพดฝักอ่อนสับเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อสมรรถภาพการผลิต
คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิต โคอินทรีย์ในระยะสุดท้าย

Effect of Fresh Paragrass and Baby Corn Stover Chop as Roughage Source on Fattening
Performance, Carcass Quality and Production Cost of Organic Beef

โดย

นายชุตติพงษ์ เนตรพระ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์)

พ.ศ. 2556

ชุดพิมพ์ศ เนตรพระ 2556: ผลของการใช้หญ้าขนสดและต้นข้าวโพดฝักอ่อนสับเป็น แหล่งอาหารหยาบต่อสมรรถภาพการผลิตคุณภาพซาก และต้นทุนการผลิต โคอินทรีย์ใน ระยะสุดท้าย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์) สาขาการผลิตสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สุริยะ สะวานนท์, Ph.D. 95 หน้า

วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อดูผลของการใช้หญ้าขนสด ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดสับและ ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักสับต่อสมรรถภาพการผลิต โคขุน ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ปริมาณกรด ไขมัน Conjugated Linoleic Acid (CLA) และคอเลสเตอรอลในเนื้อโคที่เลี้ยงในระบบอินทรีย์ โดยใช้โคพันธุ์กำแพงแสนน้ำหนักเฉลี่ย 315.47 ± 27.07 กิโลกรัม แบ่งออกเป็นสามกลุ่มการ ทดลอง แต่ละกลุ่มมีจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ปัจจัยศึกษา ประกอบด้วยอาหารหยาบ 3 ประเภท คือ หญ้าขนสด ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสับสด และต้นข้าวโพด ฝักอ่อนสับหมัก โดยให้กินอาหารหยาบเต็มที่ และเสริมด้วยอาหารข้นอินทรีย์ 4 กิโลกรัมต่อตัวต่อ วัน เป็นระยะเวลา 120 วัน เพื่อประเมินสมรรถภาพการผลิต และต้นทุนการผลิต ทำการเก็บ ตัวอย่างเนื้อส่วน *Longissimus dorsi* และ *Supraspinatus* เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน และคอเลสเตอรอล จากผลการทดลองพบว่าการใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดสับหรือหมักมีผลต่อ ประสิทธิภาพการผลิตที่ดี โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าโคกลุ่มที่ใช้หญ้าขนสด ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามลักษณะซากและความเข้มข้นของกรดไขมัน CLA ในเนื้อ *Longissimus dorsi* และ *Supraspinatus* ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ เนื้อโคขุนที่ใช้อาหารผสมเสร็จพบว่าปริมาณ CLA และ PUFA ในเนื้อ *Longissimus dorsi* ของ กลุ่มที่เลี้ยงในระบบอินทรีย์สูงกว่าเนื้อโคขุนที่ใช้อาหารผสมเสร็จ และพบว่าในเนื้อโคอินทรีย์มี ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อ *Longissimus dorsi* ต่ำกว่าเนื้อโคขุนทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อ เปรียบเทียบผลกำไรของโคเนื้ออินทรีย์พบว่าผลกำไรในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อนทั้งสด และหมักมีกำไรสูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าขนสดประมาณ 1,000-1,500 บาทต่อตัว โดยกำไรจาก การเลี้ยงโคอินทรีย์ของหญ้าขนสด ข้าวโพดฝักอ่อนสดสับและข้าวโพดฝักอ่อนหมักสับ มีกำไร เท่ากับ 2,809.64, 3,759.28 และ 4,431.38 บาทต่อตัว ตามลำดับ

Chutipong Netpra 2013: Effect of Fresh Paragrass and Baby Corn Stover Chop as Roughage Source on Fattening Performance, Carcass Quality and Production Cost of Organic Beef. Master of Science (Animal Production), Major Field: Animal Production, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Associate Professor Suriya Sawanon, Ph.D. 95 pages.

The objective was studied the effects of fresh grass and baby corn stover chop on fattening performance, carcasses quality, economic return, Conjugated Linoleic Acid (CLA) and cholesterol content of *Longissimus dorsi*, and *Supraspinatus* muscle in organic beef. The twelve of Kamphaeng Saen steer (initial body weight 315.47 ± 27.07 kg) were used in the experiment and divided into three groups with four replications. The experimental design was completely randomized design (CRD) comprised of 3 treatments (fresh para grass (PG), fresh baby corn stover chop (FC) and baby corn stover silage chop (SC) fed *ad libitum*) and organic concentrate supplementation 4 kg/day in each groups. The results showed that the FC and SC fed affected on performance by increasing ADG compared to the PG fed ($P < 0.05$). However, the carcass characteristics and CLA concentration in *Longissimus dorsi* and *Supraspinatus* muscle had non significant difference between treatments ($P > 0.05$). In addition the result showed that CLA and PUFA in *Longissimus dorsi* muscle of organic meat higher than normal meat. In the other hand, cholesterol content of normal meat was higher than that of organic meat. However economic return was increasing in baby corn stover fed compared to the grass fed between 1,000 – 1,500 bath/head. The profit from organic beef production in PG, FC and SC were 2,809.64, 3,759.28 and 4,431.38 bath/head respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุริยะ สะวานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้โอกาส และให้ความช่วยเหลือทางด้านการศึกษา การวางแผนงานวิจัยและ เงินทุน ตลอดจนคำปรึกษาแนะนำในด้านการทดลอง เรียบเรียง ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่อง ต่างๆในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ ดร. พัลลภ ตั้งตระกูลทรัพย์ ที่ กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในด้านการทดลอง เรียบเรียง ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ใน วิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณอาจารย์วเทพ ชมภูนิคย์ นักวิชาการเกษตร (ชำนาญการ พิเศษ) ที่ให้คำปรึกษาด้านพืชอาหารสัตว์อินทรีย์

ขอขอบพระคุณ หัวหน้าศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบัน สุวรรณวาทกิจเพื่อการค้ำควาและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่สนับสนุนสถานที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง รวมถึงเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความ ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ขอขอบคุณสหกรณ์โคเนือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสนจำกัดและเจ้าหน้าที่ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างเนื้อโคในครั้งนี้ เจ้าหน้าที่ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์กำแพงแสน เจ้าหน้าที่ ห้องปฏิบัติการฟักยเคมี ศูนย์วิจัยและปฏิบัติการเรือนเพาะปลูกทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ทุกๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ผลการทดลอง ในครั้งนี้ และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ปรริญาโทและน้องๆ ภาควิชาสัตวบาลทุกท่าน ที่คอย ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจจนงานวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณทุนวิจัยมหาดัฒิต โครงการ เชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย (Window I) ของสำนักงานสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สาขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2553

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว สำหรับกำลังใจ และโอกาสใน การศึกษาตลอดมาจนกระทั่งเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์และสำเร็จการศึกษาใน ระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต และขอขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ ประสาทวิชา และอบรมสั่งสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันจนทำให้ข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษา

ชุตติพงษ์ เนตรพระ

พฤษภาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	30
ผลและวิจารณ์	37
สรุปและข้อเสนอแนะ	48
สรุป	48
ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	50
ภาคผนวก	59
ภาคผนวก ก มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ : ปลูกสัตว์อินทรีย์ (มกอช., 2554)	60
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์กรดไขมัน คอเลสเตอรอลและผลการวิเคราะห์ ปริมาณกรดไขมัน	77
ภาคผนวก ค ข้อมูลซาก	94
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	96

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาของต้นข้าวโพดฝักอ่อน และต้นข้าวโพดหวานสด ต้นข้าวโพดหมัก และหญ้าขนสด	13
2	อัตราส่วนของกรดไขมันในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ระเพาะรวม	23
3	สูตรอาหารชั้นที่ใช้ในการทดลอง	27
4	การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาที่ใช้ในการทดลอง	32
5	องค์ประกอบทางโภชนาของอาหารที่ใช้ในการทดลอง	37
6	ผลการใช้ต้นข้าวโพดหมัก ต้นข้าวโพดสดและหญ้าขนสดต่อสมรรถภาพการผลิตของโคเนื้ออินทรีย์	39
7	พลังงานรวมและปริมาณโปนตินรวมที่โคได้รับต่อวัน	41
8	การใช้หญ้าขนสด ต้นข้าวโพดสดและหมักต่อลักษณะซากโคเนื้ออินทรีย์	42
9	ปริมาณกรดไขมันและกรดไขมัน CLA ในกล้ามเนื้อสันนอก (<i>Longissimus dorsi</i>) ของโคเนื้ออินทรีย์เปรียบเทียบกับ โคเนื้อขุน TMR	44
10	ปริมาณกรดไขมันและกรดไขมัน CLA ในกล้ามเนื้อสะบักไหล่ (<i>Supraspinatus</i>) ของโคเนื้ออินทรีย์	45
11	ปริมาณไขมันทั้งหมดในกล้ามเนื้อสันนอก (<i>Longissimus dorsi</i>) และกล้ามเนื้อสะบักไหล่ (<i>Supraspinatus</i>) ของโคเนื้ออินทรีย์และโคเนื้อขุน TMR	45
12	ปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอก (<i>Longissimus dorsi</i>) และกล้ามเนื้อสะบักไหล่ (<i>Supraspinatus</i>) ของโคเนื้ออินทรีย์และโคขุน TMR	46
13	ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคเนื้ออินทรีย์	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า	
ก1	ระยะเวลาปรับเปลี่ยนเป็นปศุสัตว์อินทรีย์ ตามชนิดสัตว์	65
ข1	ปริมาณกรดไขมันของกล้ามเนื้อสันนอก	90
ข2	ปริมาณกรดไขมันของกล้ามเนื้อสะบักไหล่	91
ข3	ปริมาณกรดไขมันและกรดไขมัน CLA ในกล้ามเนื้อสันนอก (<i>Longissimus dorsi</i>) ของโคเนื้ออินทรีย์และโคขุน TMR	92
ข4	ปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอก (<i>Longissimus dorsi</i>) และกล้ามเนื้อสะบักไหล่ (<i>Supraspinatus</i>) ของโคเนื้ออินทรีย์และโคขุน TMR	93
ข5	ปริมาณไขมันทั้งหมดในกล้ามเนื้อสันนอก (<i>Longissimus dorsi</i>) และกล้ามเนื้อสะบักไหล่ (<i>Supraspinatus</i>) ของโคเนื้ออินทรีย์และโคเนื้อขุน TMR	93
ค1	เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายนอกและอวัยวะภายในของโคในแต่ละกลุ่มทดลอง	95

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างของกรดไขมัน CLA และ linoleic acid	18
2 กลไกการสังเคราะห์กรดไขมัน CLA โดยกระบวนการ biohydrogenation หรือ endogenous Synthesis	20
ภาพผนวกที่	
ข1 องค์ประกอบของเครื่อง Gas Chromatography	78
ข2 ตัวอย่างการสกัดไขมันขณะตั้งทิ้งไว้รอการแยกชั้นหลังจากเติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร	82
ข3 การปั่นตัวอย่างเนื้อด้วยเครื่อง homogenizer	89
ข4 การเก็บตัวอย่างที่สกัดได้ในขนาด vial ที่มีฝาปิดแล้วพันด้วยพาราฟิล์ม ป้องกันการระเหย	89

ผลของการใช้หญ้าขนสดและต้นข้าวโพดฝักอ่อนล้าเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อ
สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตโคอินทรีย์ในระยะสุดท้าย

Effect of Fresh Paragrass and Baby Corn Stover Chop as Roughage Source on Fattening Performance, Carcass Quality and Production Cost of Organic Beef

คำนำ

การเกษตรของประเทศไทยในปัจจุบันเป็นระบบที่มีการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมาก มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสิ้นเปลือง และก่อให้เกิดมลภาวะจากการสะสมของสารพิษ การทำเกษตรทางเลือกใหม่เพื่อปรับปรุง พื้นฟู และรักษาความสมดุลของระบบนิเวศของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับพัฒนาคุณภาพชีวิตและสุขภาพอนามัยที่ดี ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค ตลอดจนสร้างผลิตภัณฑ์สินค้าเกษตรปลอดสารพิษ ระบบเกษตรที่แก้ไขปัญหานี้ได้คือ ระบบเกษตรอินทรีย์ การทำเกษตรอินทรีย์โดยเฉพาะปศุสัตว์อินทรีย์เป็นการผลิตที่จะทำให้คนมีความอุดมสมบูรณ์ พืชมีสุขภาพดี งามงาม สัตว์กินพืชที่ปราศจากสารพิษทำให้สุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง มีผลให้ผู้บริโภคมีสุขภาพที่ดีด้วย อีกทั้งผู้บริโภคยังให้ความสำคัญต่อการปนเปื้อนของสารเคมีหรือสารตกค้างในอาหารมากขึ้น โดยผู้บริโภคจำนวนมากหันมาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มาจากการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ ที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์มีข้อจำกัดหลายอย่างที่จะต้องมีการตรวจสอบอย่างเข้มงวด มีผลทำให้กระบวนการผลิตมีความยากลำบากมากขึ้นและส่งผลกระทบต่อต้นทุนที่เพิ่มขึ้นของผู้ผลิตด้วย แต่อย่างไรก็ตามสินค้าที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นด้วย

เนื้อโคอินทรีย์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่มีความห่วงใยในสุขภาพ โดยการบริโภคอาหารที่หลีกเลี่ยงสารเคมีตกค้าง เช่น สารเร่งเนื้อแดง สารกระตุ้นการเจริญเติบโต ฮอร์โมน และยาปฏิชีวนะต่าง ๆ เป็นต้น แต่ในกระบวนการผลิตโคเนื้ออินทรีย์นั้นมีความยากลำบากและใช้พื้นที่มาก เนื่องจากกระบวนการผลิตอาหารสำหรับโคทุกกระบวนการต้องมาจากการเพาะปลูกพืชในระบบเกษตรอินทรีย์และอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของหน่วยงานตรวจสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อินทรีย์เท่านั้น ดังนั้นผู้ผลิตจำเป็นต้องหาวิธีเพื่อที่จะลดต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงโคให้ต่ำที่สุด แนวทาง

หนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตคือ การนำผลพลอยได้จากการทำเกษตรอินทรีย์มาประยุกต์ใช้ เช่น การนำต้นข้าวโพดที่เหลือจากการปลูกข้าวโพดอินทรีย์ มาใช้เป็นอาหารหยาบในการขุนโคเนื้อ เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพอากาศที่เหมาะสมในการปลูกข้าวโพดหวานและข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ และสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีจึงทำให้มีต้นข้าวโพดใช้สำหรับเลี้ยง โคอินทรีย์ และยัง สามารถเก็บรักษาในรูปแบบของการหมักได้อีกด้วย



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลของการใช้ หญ้าขนสด ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดสับและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักสับเป็นแหล่งอาหารหยาบในการเลี้ยงโคเนื้ออินทรีย์ระยะสุดท้ายต่อสรรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและต้นทุนการผลิต

2. ศึกษาผลของการใช้ หญ้าขนสด ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดสับและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักสับต่อปริมาณกรดไขมัน Conjugated Linoleic Acid (CLA) และคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) และเนื้อสะบักไหล่ (*Supraspinatus*)

การตรวจเอกสาร

ปศุสัตว์อินทรีย์

ปศุสัตว์อินทรีย์ (Organic livestock) เป็นระบบการผลิตปศุสัตว์ที่มีความสัมพันธ์กลมกลืนระหว่างผืนดิน พืช และสัตว์ที่เหมาะสม เป็นไปตามความต้องการทางสรีระวิทยาและพฤติกรรมสัตว์ ที่ทำให้เกิดความเครียดต่อตัวสัตว์น้อยที่สุด ส่งเสริมให้สัตว์มีสุขภาพดี เน้นการป้องกันโรค โดยการจัดการฟาร์มที่ดี หลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมีสังเคราะห์ต่างๆ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548)

การผลิตโคเนื้อในระบบเกษตรอินทรีย์

ปัจจุบันระบบการเกษตรของโลกอยู่ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบเกษตรเชิงเดี่ยวหรือเกษตรเคมี มาสู่การเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากวิกฤติโลก ด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม เช่น ดิน น้ำเสื่อมโทรมและมลพิษ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง รวมทั้งรสนิยมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนไป มีความห่วงใยต่อสุขภาพและการเลือกซื้ออาหารที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ได้แก่ อาหารปลอดภัย การผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมสวัสดิภาพสัตว์ ยกตัวอย่าง เช่น มาตรฐาน ThaiGAP, GLOBALGAP, GMP, HACCP, ISO 14001, ORGANIC FOOD เป็นต้น ทำให้ผู้ผลิตต้องปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากประเทศในแถบซีกโลกตะวันตกมีการรณรงค์การผลิตและการบริโภคสินค้าภายในประเทศ และนโยบายของรัฐสนับสนุนการทำเกษตรอินทรีย์และเกษตรกรรมยั่งยืนมากขึ้น ในการติดฉลากสินค้า ผู้บริโภคมักสับสนกับคำว่า “ธรรมชาติ” และ “อินทรีย์” ซึ่งหลายคนเข้าใจว่ามีความหมายเหมือนกัน

ผลผลิตอินทรีย์ (Organic Product) มีความหมายที่เป็นสากลมีกฎ ระเบียบรองรับที่ชัดเจน และมีระบบการตรวจรับรองที่อำนวยความสะดวกทางการค้าและสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคที่สามารถใช้ติดฉลากสินค้าได้ การผลิตในระบบนี้ไม่เพียงแต่ไม่ใช้ยาหรือเคมีสังเคราะห์เท่านั้น ยังเป็นระบบการผลิตที่มีหลักปรัชญาเป็นองค์รวมของ สุขภาพ สิ่งแวดล้อม สังคม และจริยธรรมต่อสรรพสิ่ง โดยต้องเลี้ยงสัตว์อย่างเอาใจใส่ ป้องกันการเกิดโรคด้วยการส่งเสริมให้สัตว์มีสุขภาพดี ลดความเครียด ไม่กักขังสัตว์ตลอดเวลา ปล่อยตามพฤติกรรมธรรมชาติของสัตว์แต่ละชนิด มีโรงเรือน

ที่เหมาะสม ระบายอากาศได้ดี ไม่ใช้ยาปฏิชีวนะ ฮอร์โมนสังเคราะห์ ตลอดจนสารกระตุ้นการเจริญเติบโต ร่วมกับการให้อาหารสัตว์อินทรีย์ และปลอดจากการใช้วัตถุพิษที่มาจากกระบวนการตัดต่อพันธุกรรม และการจัดการใช้มูลสัตว์ที่ก่อมลพิษ (จินตนา, 2552)

ผลผลิตธรรมชาติ (Natural Product) เป็นระบบการผลิตที่มีความหมายกว้างและไม่มีการเปรียบเทียบที่เป็นคำนิยามที่ชัดเจนรองรับ เป็นการสร้างความแตกต่างของสินค้าที่เหนือกว่าสินค้าปกติทั่วไปในระบบฟาร์มอุตสาหกรรม เป็นเกษตรกรรมทางเลือกใหม่ เช่น การไม่ใช้ยาปฏิชีวนะ สารสังเคราะห์เร่งการเจริญเติบโต หรือผลพลอยได้จากสัตว์ (เนื้อกระดูกป่น) ด้วยการเลี้ยงสัตว์ที่ไม่หนาแน่น ปล่อยให้สัตว์ได้อยู่กินแบบธรรมชาติมากที่สุด เป็นต้น เพื่อตอบสนองผู้บริโภคที่ใส่ใจต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นในการเริ่มต้นพัฒนาสินค้าปศุสัตว์ที่มีคุณภาพสูงขึ้น การสร้างเอกลักษณ์ของสินค้าเป็นผลผลิตธรรมชาติจึงเป็นการเริ่มต้นพัฒนาก่อนที่จะเป็นสินค้าอินทรีย์ ซึ่งมีมาตรฐานการผลิตที่สูง และมีข้อกำหนดเชิงโครงสร้างในการหาอาหารสัตว์อินทรีย์ได้อย่างพอเพียงสำหรับการตรวจรับรองแบบสมัครใจว่าสินค้าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ มี 3 แนวทาง คือ

1. การตรวจยืนยันโดยผู้ประกอบการ (First party verification) เช่นกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเกษตรอินทรีย์เป็นผู้ตัดสินใจใช้มาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง มีระบบตรวจประเมินกันเองภายในกลุ่มและผู้บริโภคยอมรับ โดยมีห่วงโซ่การตลาดแบบขายตรง เช่น ตลาดนัดสีเขียว เป็นต้น

2. การตรวจยืนยันโดยผู้ซื้อ (Second party verification) บริษัทกำหนดให้ผู้จัดหาสินค้าต้องปฏิบัติตามมาตรฐานที่บริษัทกำหนด และเป็นผู้ควบคุมตรวจสอบว่าผู้จัดหาสินค้าได้ปฏิบัติตามมาตรฐานจริง

3. การตรวจยืนยันโดยหน่วยงานอิสระ (Third party certification) บริษัทกำหนดให้ผู้จัดหาสินค้าปฏิบัติตามมาตรฐานที่บริษัทกำหนด เช่นมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ แต่ให้หน่วยงานอิสระที่ไม่มีส่วนได้เสียเป็นผู้ตรวจสอบว่าผู้ผลิตมีกระบวนการผลิตเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน (จินตนา, 2552)

มาตรฐานการเลี้ยงโคเนื้อในระบบเกษตรอินทรีย์ (Organic Beef Production Standard)

ปัจจุบันในประเทศไทยมีผู้ให้การรับรองมาตรฐานโคเนื้ออินทรีย์อยู่ 2 หน่วยงาน คือ

1) หน่วยงานของเอกชน โดยมีมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ของสำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.)

2) หน่วยงานของรัฐบาล โดยมีมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ(มกอช.) โดยผู้ให้การรับรองสินค้าปศุสัตว์อินทรีย์ ตามมาตรฐาน มกอช. คือกรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ภาคผนวก ก.)

มาตรฐานโคเนื้ออินทรีย์ มกท. (สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2008)

1. หลักการ

เน้นการจัดการความสัมพันธ์ระหว่าง พื้นที่ พืช และสัตว์ ให้สอดคล้องกัน โดยคำนึงถึงความต้องการทางกายภาพพื้นฐานของสัตว์ รวมถึงการให้อาหารคุณภาพดีที่ผลิตจากระบบเกษตรอินทรีย์

2. การจัดการทั่วไป

2.1 ห้ามใช้สารเคมีทุกชนิดในการเลี้ยงสัตว์ รวมถึง ยาปฏิชีวนะ และฮอร์โมนสังเคราะห์ทุกชนิด

2.2 การจัดการพื้นที่ฟาร์มและพื้นที่เลี้ยงสัตว์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มกท. ข้อ 1. การจัดการฟาร์มโดยรวม ข้อ 2. การผลิตพืชอินทรีย์ ข้อ 4. การแปรรูปและการปฏิบัติ หลังการเก็บเกี่ยวและ ข้อ 6. ความเป็นธรรมในสังคม

2.3 จัดให้สัตว์มีสภาพแวดล้อม สิ่งอำนวยความสะดวก อัตราการเลี้ยง และขนาดฝูง ที่เหมาะสมกับความต้องการพื้นฐานของสัตว์นั้น ๆ ได้แก่ มีพื้นที่ให้เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ จัดหาอาหาร น้ำ อากาศ และแสงธรรมชาติให้แก่สัตว์ จัดให้มีที่พักหรือร่มเงาสำหรับกันฝน แดด ลม สัตว์ที่อยู่รวมฝูงต้องไม่ถูกเลี้ยงแยกต่างหากจากฝูง วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนหรือสัตว์ และสามารถป้องกันไม่ให้สัตว์ได้รับอันตรายจากสัตว์คู่อื่น

2.4 ในพื้นที่ฟาร์มต้องมีทุ่งหญ้า หรือ พื้นที่เปิดโล่งให้สัตว์ได้ออกกำลังกาย

2.5 ไม่อนุญาตให้ผูกล่ามสัตว์ทุกชนิดไว้ตลอดเวลา

2.6 จำนวนสัตว์ที่ปล่อยในทุ่งหญ้าหรือพื้นที่คอกขุนทั้งในหลังคาโรงเรือนและลานปล่อยนอกชายคา ต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับพื้นที่ และระวังไม่ให้เกิดมลภาวะต่อดินและน้ำ โดยโคเนื้อ ต้องมีพื้นที่คอกไม่น้อยกว่า 12 ตารางเมตรต่อตัว

2.7 ในกรณีที่เลี้ยงปล่อยในทุ่งหญ้าตลอดเวลา ต้องมีแหล่งน้ำสะอาดและที่พักรับแดดกันแดดกันฝนเพียงพอ โดยโคเนื้อต้องมีพื้นที่ทะเล่ไม่น้อยกว่า 1 ไร่ต่อตัว

2.8 ในกรณีที่มีโรงเรือนหรือคอกสัตว์ ต้องมีน้ำสะอาด อาหาร และพื้นที่ว่างให้สัตว์สามารถนอนหมุนตัว ทำความสะอาดร่างกายและเคลื่อนไหวได้ปกติ พื้นคอกต้องไม่เป็นโคลนตม

2.9 ดูแลและปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบการผลิตพืชอาหารสัตว์ในระยะยาว เพื่อพัฒนาให้เป็นการผลิตแบบยั่งยืน

2.10 สัตว์ทุกชนิดที่เลี้ยงในพื้นที่เดียวกัน ต้องเลี้ยงในระบบเกษตรอินทรีย์เท่านั้น

2.11 ในกรณีที่ต้องการเลี้ยงสัตว์ในระบบทั่วไปไปร่วมกับระบบอินทรีย์ ผู้ผลิตต้องแจ้งมาตรการป้องกันการปะปนกันให้ มกท. ทราบ และต้องแยกระบบการจัดการ รวมถึงระบบเอกสารออกจากกัน

2.12 ต้องมีการจัดการของเสียภายในฟาร์ม โดยนำมาหมุนเวียนใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษจากการปนเปื้อนของไนเตรทและแบคทีเรียในดินและน้ำ

3. ระยะเวลาปรับเปลี่ยน

3.1 การเลี้ยงสัตว์ในระบบอินทรีย์ต้องผ่านระยะปรับเปลี่ยนโดยผลผลิตที่ได้จากสัตว์ที่เลี้ยงในช่วงระยะปรับเปลี่ยนนี้จะยังไม่สามารถจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์ได้

3.2 ผลผลิตจากสัตว์ที่เลี้ยงในระบบอินทรีย์ จะจำหน่ายเป็น "ผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์" ได้หลังจากพื้นที่การผลิตและสัตว์ผ่านระยะปรับเปลี่ยนแล้ว

3.3 ระยะเวลาปรับเปลี่ยนของโคเนื้อ มีระยะปรับเปลี่ยน 12 เดือน

3.4 พื้นที่การผลิต และสัตว์ อาจปรับเปลี่ยนเป็นอินทรีย์พร้อมกันได้ ขึ้นกับข้อกำหนดเรื่องระยะปรับเปลี่ยนของพื้นที่และสัตว์แต่ละชนิด

3.5 สำหรับฟาร์มที่มีการเลี้ยงในระบบทั่วไปมาก่อน ต้องผ่านระยะปรับเปลี่ยนอย่างน้อย 1 ครั้ง จึงจะสามารถจำหน่ายผลผลิตเป็นอินทรีย์ได้

4. แหล่งที่มาของสัตว์

4.1 เลือกใช้พันธุ์สัตว์ที่ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น แข็งแรงและสามารถต้านทานโรคได้ดี

4.2 สัตว์ต้องได้รับการดูแลในระบบอินทรีย์ตั้งแต่แรกเกิด ในกรณีที่ทำพันธุ์สัตว์อินทรีย์ไม่ได้เนื่องจากในพื้นที่แถบนั้นเพิ่งเริ่มมีการเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ อนุโลมให้ใช้สัตว์จากแหล่งทั่วไปได้ โดยกำหนดอายุของลูกสัตว์ที่จะนำเข้ามาเลี้ยง โดยลูกโคเนื้อ อายุไม่เกิน 8 เดือนและหย่านมแล้ว ในกรณีนี้ เกษตรกรต้องมีแผนในการจัดหาหรือผลิตลูกสัตว์อินทรีย์สำหรับเลี้ยงในฟาร์มของตนเอง

4.3 ในกรณีที่ต้องนำเข้าพ่อแม่พันธุ์จากแหล่งทั่วไป เข้ามาทดแทนหรือเพิ่มเติมสามารถนำเข้าได้ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสัตว์โตเต็มวัยชนิดนั้นในแต่ละปี ทั้งนี้ มกท. อาจอนุญาตให้นำเข้าพ่อแม่พันธุ์จากแหล่งทั่วไปได้มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่มีเหตุผลจำเป็น

เช่น เกิดภัยธรรมชาติร้ายแรงหรือเหตุที่ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ ต้องการขยายฟาร์ม เพิ่มประเภทการผลิตของสัตว์ชนิดนั้น และกรณีฟาร์มมีจำนวนสัตว์น้อยกว่า 10 ตัว

5. พันธุ์และการขยายพันธุ์

- 5.1 เลือใช้พันธุ์สัตว์ที่สามารถขยายพันธุ์ได้ในสภาพแวดล้อมปกติ
- 5.2 อนุญาตให้ใช้วิธีผสมเทียม
- 5.3 ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีย้ายฝากตัวอ่อนและโคลนนิ่ง
- 5.4 ไม่อนุญาตให้ใช้ฮอร์โมนกระตุ้นการตกไข่และกระตุ้นการคลอดลูก เว้นแต่เป็นการรักษาสัตว์เป็นราย ๆ ไป โดยอยู่ภายใต้การดูแลของสัตวแพทย์

6. การจัดการกับตัวสัตว์

- 6.1 ไม่อนุญาตให้มีการจัดการกับอวัยวะของสัตว์
- 6.2 มกท. อาจอนุญาตให้จัดการกับอวัยวะของสัตว์ได้ ในกรณีที่เป็นประโยชน์ต่อการรวมฝูงและสุขภาพของสัตว์ ดังนี้
 - 6.2.1 การตอนโคที่อายุไม่เกิน 12 เดือน ต้องใช้กิมตอนโคโดยเฉพาะเท่านั้น
 - 6.2.2 อนุญาตให้ทำลายเขาโคที่มีอายุไม่เกิน 2 เดือน
 - 6.2.3 การทำเครื่องหมายประจำตัวสัตว์ ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีตีเบอร์ร้อน

7. อาหาร

7.1 อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ ต้องเป็นผลิตผลที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มกท.

7.2 ในกรณีที่อาหารอินทรีย์ในท้องถิ่นมีไม่เพียงพอทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ หรือในพื้นที่ที่เพิ่งเริ่มต้นทำเกษตรอินทรีย์ อาจอนุญาตให้ใช้วัตถุดิบอาหารทั่วไปได้ในสัดส่วนไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง

7.3 โคต้องได้รับอาหารหยาบทุกวัน เฉลี่ยอย่างน้อย 60 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง

7.4 อาหารสัตว์ที่ผลิตขึ้นใช้ในฟาร์มที่อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน ให้นำรวมเป็นอาหารสัตว์อินทรีย์ได้ แต่ไม่อนุญาตให้นำไปจำหน่ายโดยอ้างว่าเป็นอาหารสัตว์อินทรีย์

7.5 ไม่อนุญาตให้ใช้สารดังต่อไปนี้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ ได้แก่

7.5.1 ของเหลือทิ้งหรือสิ่งที่ได้จากการฆ่าและสัตว์ชนิดเดียวกัน

7.5.2 ผลพลอยได้จากสัตว์ทุกชนิด เช่น ผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์

7.5.3 สิ่งขับถ่ายทุกชนิด

7.5.4 อาหารที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย (เช่น เฮกเซน) หรือ การเติมสารเคมีตัวช่วย

7.5.5 กรดอะมิโนสังเคราะห์

7.5.6 ยูเรียและสารประกอบไนโตรเจนสังเคราะห์

7.5.7 สารสังเคราะห์กระตุ้นการเจริญเติบโต

7.5.8 สารสังเคราะห์กระตุ้นความอยากอาหาร

7.5.9 สารกันบูด ยกเว้นกรณียใช้เป็นสารช่วยแปรรูป

7.6 อนุญาตให้ใช้วิตามิน แร่ธาตุรอง และสารเสริมที่เป็นสารจากแหล่งธรรมชาติได้ ทั้งนี้ มกท. อาจอนุโลมให้ใช้วิตามิน แร่ธาตุ และสารเสริมที่เป็นสารสังเคราะห์ได้ เฉพาะในกรณีที่ผู้ประกอบการไม่สามารถหาจากแหล่งธรรมชาติได้เพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพ

7.7 อนุญาตให้ใช้สารเสริมและสารช่วยกรรมวิธีการผลิตหญ้าหมัก เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา และเอนไซม์ ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอาหาร เช่น กากน้ำตาล เป็นต้น

7.8 อนุญาตให้ใช้สารสังเคราะห์ต่อไปนี้ เช่น กรดอะซิติค ฟอรั่มิก และโพรพิออนิก รวมถึงวิตามินและเกลือแร่ เฉพาะในกรณีที่เกิดสภาพอากาศแปรปรวนผิดปกติ

7.9 ลูกของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมต้องได้รับน้ำนมแม่ หรือน้ำนมที่ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์จากแม่สัตว์ชนิดเดียวกัน และการหย่านมต้องทำเมื่อ ลูกโคอายุไม่น้อยกว่า 3 เดือน

7.10 กรณีที่หาน้ำนมอินทรีย์ไม่ได้ อาจอนุโลมให้ใช้น้ำนมจากแหล่งทั่วไปได้ และเฉพาะในกรณีฉุกเฉิน อาจให้สารแทนนมหรือสารอื่นทดแทน แต่ต้องไม่มีสารปฏิชีวนะ สารปรุงแต่งสังเคราะห์ หรือ สิ่งที่ได้จากการฆ่าเชื้อสัตว์ชนิดเดียวกัน เป็นส่วนประกอบ

7.11 อาหาร ส่วนผสมอาหาร สารปรุงแต่ง และสารช่วยแปรรูปในอาหารสัตว์ทุกชนิด ต้องไม่มาจากกระบวนการทางพันธุวิศวกรรม

แหล่งอาหารหยابและผลพลอยได้จากการทำเกษตรอินทรีย์

1. ข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* Var. *saccharata* Bailey มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาเหนือ (สุรพล, 2536) ข้าวโพดหวานเป็นข้าวโพดที่เกิดจากการกลายพันธุ์จากข้าวโพดไร่ หรือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปลูกเพื่อรับประทานฝักสด ลักษณะของข้าวโพดหวานถูกควบคุมด้วยยีนด้อยหลายกลุ่ม เช่น กลุ่ม sugary(su) อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 4, shrunken 2 (sh2) อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 3 และยีน brittle(bt) อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 5 ข้าวโพดหวานจัดอยู่ใน subspecies *saccharata* ความหวานของข้าวโพดเกิดจากอิทธิพลของยีนบนโครโมโซมดังกล่าว ซึ่งมีอิทธิพลในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงน้ำตาล เด็กทรินในรูปสารละลายไปเป็นแป้ง ดังนั้นจึงทำให้มีน้ำตาลซูโครส และเด็กทรินในเมล็ดสูง เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ ข้าวโพดหวานจึงเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เป็นพืชที่ได้รับการส่งเสริมด้านการผลิต เพื่อบริโภคในประเทศและการส่งออกในรูปของฝักสด แช่แข็ง และการนำไปแปรรูป ในโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูป เป็นข้าวโพดหวานกระป๋อง ซุปข้าวโพดกระป๋อง เป็นต้น (รังสฤษดิ์, 2546)

2. ข้าวโพดฝักอ่อน

ข้าวโพดฝักอ่อนมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* Linn. เป็นพืชผักอุตสาหกรรมและส่งออกที่สำคัญของประเทศ การส่งออกมีทั้งการแปรรูปบรรจุกระป๋อง การส่งออกฝักสด และการแช่แข็ง ซึ่งมีแนวโน้มการตลาดที่สดใส ประเทศไทยสามารถทำรายได้จากข้าวโพดฝักอ่อน เป็นมูลค่ามากกว่าพันล้านบาทต่อปี สำหรับเกษตรกรแล้วข้าวโพดฝักอ่อนนับเป็นฝักที่นิยมปลูก

เนื่องจากมีเทคโนโลยีการผลิตที่ไม่ยุ่งยากมีระบบตลาดที่สะดวกและมั่นคงพอควร ไม่ต้องใช้สารเคมีอันตรายและเป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น โดยมีอายุตั้งแต่วันปลูกถึงวันเก็บเกี่ยวประมาณ 45-50 วัน และมีช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวเพียง 7-10 วัน ดังนั้น ตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวฝักอ่อนหมด จะใช้เวลาเพียง 60-70 วันเท่านั้น เกษตรกรสามารถปลูกได้ปีละ 4-5 ครั้ง ซึ่งสามารถปลูกเป็นพืชหลักที่ทำรายได้ที่ดี (ทิพย์ และวารุณี, 2532)

นอกจากนี้เกษตรกรยังมีรายได้จากการขายต้นข้าวโพด เปลือก ไหมและช่อดอกตัวผู้ โดยสามารถนำไปใช้เลี้ยงโคได้เป็นอย่างดี ผู้เลี้ยงโคจะรับซื้อต้นสดจากแปลงข้าวโพดที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวแล้วในราคาไร่ละ 300-1000 บาท สำหรับช่อดอกตัวผู้ที่ถอดทิ้ง ขายได้ในราคา 100-200 บาทต่อไร่ต่อครั้ง ต้นข้าวโพดสดและเปลือกมีคุณค่าทางอาหาร โดยเฉพาะโปรตีนที่เป็นประโยชน์ถึงร้อยละ 13.2 และมีเยื่อใย สูงถึงร้อยละ 34.8 ซึ่งคุณค่าทางอาหารดังกล่าวมีค่าสูงกว่าคุณค่าทางอาหารที่ได้จากหญ้าขนสด และยังช่วยให้ระบบย่อยอาหารของโคทำงานดีขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2534)

3. หญ้าขน

หญ้าขน (Para หรือ Mauritius grass : *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf) เป็นหญ้าที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปแอฟริกา และในทวีปอเมริกาใต้ แพร่กระจายอย่างกว้างขวางในเขตร้อนและร้อนชื้นทั่วโลก ปัจจุบันกลายเป็นพืชที่เจริญอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่ลุ่มมีน้ำท่วมขังเป็นบางครั้ง

หญ้าขนเป็นหญ้าที่มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบหลายปี มีไหลที่เจริญแผ่เลื้อยไปบนผิวดินและสามารถแตกรากตามข้อที่ติดผิวดินได้ดีและรวดเร็ว อาจเลื้อยไปได้ยาว 1-3 เมตรจากต้นหลัก ความสูงของทรงพุ่ม 60-150 เซนติเมตร ตัวใบแผ่แบนมากกว่า และมีสีเขียวอ่อน ตัวใบมีขนาดยาว 10-30 เซนติเมตรกว้าง 0.6-2 เซนติเมตร หญ้าขนไม่ค่อยออกดอกจึงแทบจะผลิตเมล็ดไม่ได้เลย การขยายพันธุ์ต้องใช้ส่วนของลำต้น หรือไหล ตัดให้เป็นท่อนมีขนาดยาว 15-20 เซนติเมตร หรือ 2-3 ข้อ

หญ້าขนชอบสภาพอากาศข่มขื้น มีฝนตกชุก สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ซึ่งมีน้ำท่วมขังได้ แต่ก็สามารถทนแล้งได้พอประมาณ มีความน่ากิน ทนทานต่อการเหยียบย่ำและแกะเล็มของสัตว์ได้ดี (สายันท์, 2530)

การปลูกหญ້าขน โดยการหว่านท่อนพันธุ์แล้วไถพรวนกลบ หรือปิดค้ำเป็นหลุมใน ระยะ 1-2 เมตร ในสภาพความชื้นเพียงพอหญ້าขนจะสามารถปกคลุมพื้นดินได้ภายในเวลาประมาณ 2 เดือน ให้ผลผลิต น้ำหนักแห้ง 0.5-5 ตันต่อไร่ มีโปรตีนเฉลี่ย 7.47 เปอร์เซ็นต์ (จิระชัย, 2549)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อน และต้นข้าวโพดหวานสด ต้นข้าวโพดหมัก และหญ້าขนสด

องค์ประกอบของเคมี (% วัตถุแห้ง)	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อน	ต้นข้าวโพด หวาน	ต้นข้าวโพด หมัก	หญ້าขน สด
วัตถุแห้ง	18.32	26.09	25.37	20.69
โปรตีนรวม	8.91	6.65	9.13	7.47
โปรตีนไหลผ่าน	1.60	1.00	1.83	1.12
ไขมัน	2.53	2.25	3.01	2.86
เยื่อใยในรูปผนังเซลล์	58.64	63.55	55.59	63.36
เยื่อใยในรูปลิกโนเซลลูโลส	29.62	38.81	31.47	38.68
ลิกนิน	4.61	5.43	2.86	3.61
โปรตีนในรูปผนังเซลล์	0.54	1.47	0.75	0.71
โปรตีนในรูปลิกโนเซลลูโลส	1.96	4.99	3.30	2.74
เถ้า	6.02	6.17	5.99	13.66
แคลเซียม	0.32	0.21	0.27	0.77
ฟอสฟอรัส	0.18	0.10	0.24	0.32
โภชนะย่อยได้	55.6	47.3	62.5	48.1
พลังงานสุทธิ (แคลอรี/กรัม)	124.2	103.9	141.1	105.8

ดัดแปลงมาจาก : จิระชัย (2549)

เนื้อโค

เนื้อโคจัดว่าเป็นแหล่งของสารอาหาร โปรตีนที่มีคุณภาพดีของคนไทยมาเป็นเวลาช้านาน โปรตีนในเนื้อโคเป็นโปรตีนที่มีค่าทางชีวภาพสูง (high biological value) เนื่องจากมีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วนสำหรับมนุษย์เพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตอย่างเป็นปกติและมีการพัฒนาของสมองอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของสารอาหารรอง ได้แก่ วิตามินเอ, วิตามินบี 6, วิตามินบี 12, วิตามินดี, วิตามินอี, ธาตุเหล็ก (Scollan *et al.*, 2006) โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินบี 12 ที่พบในปริมาณน้อยในอาหารชนิดอื่น

1. คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อโค

1.1 โปรตีน

โปรตีนในเนื้อโคส่วนใหญ่มาจากกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (กองโภชนาการ, 2544) เนื้อโคดิบมีปริมาณโปรตีน 20.3 กรัมต่อ 100 กรัมของส่วนที่บริโภคได้ โดยปริมาณนี้อาจแปรผันได้ในเนื้อโคสายพันธุ์ต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของปริมาณไขมันในเนื้อโคแต่ละสายพันธุ์ ค่าสารอาหารโปรตีนที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai Recommended Daily Intakes : Thai RDI) มีค่าเท่ากับ 50 กรัม โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี (กองโภชนาการ, 2543) จึงนับได้ว่าเนื้อโคให้ปริมาณโปรตีนแก่มนุษย์ได้ค่อนข้างสูง นอกจากนี้เนื้อโคยังมีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วนตามความต้องการของร่างกายมนุษย์ กรดอะมิโนจำเป็นหมายถึงกรดอะมิโนทั้ง 8 ชนิด ที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองได้ ได้แก่ isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan, และ valine โปรตีนในเนื้อโคมีประโยชน์ต่อการสร้างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อในนักกีฬาหรือผู้ป่วยหลังการผ่าตัด เนื้อโคเป็นแหล่งสำคัญของโปรตีนที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ (biological activity) สูงถึงร้อยละ 28.7 ของค่าเฉลี่ยทั่วไปของอาหาร (Chizzolini *et al.*, 1999) โดยปกติแล้วสัดส่วนของปริมาณโปรตีนในเนื้อโคที่มาจากชิ้นส่วนที่แตกต่างกันและมีปริมาณไขมันที่แตกต่างกันย่อมแตกต่างกัน

1.2 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตมีอยู่ในเนื้อสัตว์เพียงร้อยละ 1 หรือต่ำกว่านี้ (Higgs *et al.*, 2000) ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไกลโคเจนและกรดแลกติก ซึ่งไกลโคเจนสะสมอยู่ในตับเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเนื้อสัตว์จึงมีปริมาณไกลโคเจนต่ำมาก (ชัยณรงค์, 2529)

1.3 ไขมัน

ไขมันในเนื้อโคจกว่ามีความผันแปรมากที่สุด ขึ้นอยู่กับว่าเป็นชิ้นส่วนของซาก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันที่ห่อหุ้มหรือปะปนอยู่ในเนื้อว่ามีมากน้อยเพียงใด กองโภชนาการ (2544) รายงานว่าเนื้อโคส่วนสันในมีปริมาณไขมัน ร้อยละ 3.26 เช่นเดียวกับโปรตีนที่ปริมาณนี้อาจแปรปรวนได้ในเนื้อโคสายพันธุ์ต่างๆอย่างเช่นเนื้อโคพันธุ์ต่างประเทศมีปริมาณไขมันร้อยละ 2.50 (Chizzolini *et al.*, 1999) กรดไขมันในเนื้อโคส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันประเภทอิ่มตัว โดยเฉพาะกรดไขมันปาล์มมิติกและกรดไขมันสเตียริก ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในปริมาณสูงคือ กรดไขมันโอเลอิก กองโภชนาการ (2550) ได้รายงานถึงปริมาณกรดไขมันและโคเลสเตอรอลในเนื้อโคส่วนสันในว่ามีองค์ประกอบของกรดไขมัน ดังนี้ คือ มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมดร้อยละ 36.59 กรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียว ร้อยละ 48.62 และกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง ร้อยละ 7.53 ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวที่มีในเนื้อโคส่วนสันในประกอบด้วย กรดไขมันไมริสติก (myristic acid; C14:0) ร้อยละ 2.08, กรดไขมันปาล์มมิติก (palmitic acid; C16:0) ร้อยละ 18.56 และกรดไขมันสเตียริก (stearic acid; C18:0) ร้อยละ 15.67 กรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียวประกอบด้วยกรดไขมันปาล์มมิโตเลอิก (palmitoleic acid; C16:1, n-7) ร้อยละ 3.95, กรดไขมันโอเลอิก (oleic acid; C18:1, n-9) ร้อยละ 44.08 และกรดไขมันกอนโดอิก (gondoic acid; C20:1, n-9) ร้อยละ 0.59 ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งประกอบด้วยกรดไขมันลิโนเลอิก (linoleic acid; C18:2, n-6) ร้อยละ 3.34, กรดไขมันแอลฟา-ลิโนเลนิก (α -linolenic acid; C18:3, n-3) ร้อยละ 0.30, กรดไขมันอะราชิโดนิก (arachidonic acid; C20:4, n-6) ร้อยละ 2.71, กรดไขมันอีโคซะเพนทาอีนอิก (eicosapentaenoic acid, EPA; C20:5, n-3) ร้อยละ 0.47 และกรดไขมันโดโคซะเพนทาอีนอิก (docosapentaenoic acid, DPA; C22:5, n-3) ร้อยละ 0.44 ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด ส่วนคอเลสเตอรอลพบ 55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเนื้อโคส่วนสันใน จะเห็นได้ว่าเนื้อโคส่วนสันในเป็นแหล่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียว โดยเฉพาะกรดไขมัน

โอเลอิกซึ่งมีปริมาณถึงร้อยละ 40 นอกจากนี้ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวน้อยกว่าร้อยละ 50 ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวที่มีปริมาณมากในเนื้อแดง คือ กรดไขมันปาล์มิติกและกรดไขมันสเตียริก กรดไขมันไมริสติกจัดเป็นกรดไขมันที่มีผลในการเพิ่มระดับของคอเลสเตอรอลในเลือดถึง 4 เท่าของกรดไขมันปาล์มิติก แต่ในเนื้อโคมีปริมาณกรดไขมันไมริสติกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Higgs *et al.*, 2000) จากความสัมพันธ์ระหว่างไขมันที่บริโภคและโรคที่เกิดจากการดำรงชีวิต (lifestyle diseases) โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคหัวใจและหลอดเลือด นำไปสู่การพัฒนาข้อแนะนำที่จำเพาะเจาะจงของ WHO ที่ให้บริโภคไขมันทั้งหมด < ร้อยละ 15-30, กรดไขมันอิ่มตัว < ร้อยละ 10, กรดไขมัน โอเมก้า-6 (n-6 PUFA) < ร้อยละ 5-8, กรดไขมัน โอเมก้า-3 (n-3 PUFA) < ร้อยละ 1-2 และ กรดไขมันทรานส์ (trans fatty acid) < ร้อยละ 1 ของพลังงานที่ได้รับทั้งหมด ตามลำดับ (WHO, 2003) นอกจากนี้ยังแนะนำให้ลดการบริโภคกรดไขมันอิ่มตัวและเพิ่มการบริโภคกรดไขมันโอเมก้า-3 เนื่องจากกรดไขมันโอเมก้า-3, EPA (20:5, n-3) และ DHA (22:6, n-3) มีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงของโรคหัวใจ มีความจำเป็นต่อสมอง การพัฒนาด้านการมองเห็นของตัวอ่อน และช่วยบำรุงรักษาระบบประสาท (Calder, 2004 และ Leaf *et al.*, 2004) และอาจมีบทบาทในการลดการเป็นมะเร็ง โรคอ้วน และโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (type 2 diabetes)

Conjugated Linoleic Acid (CLA)

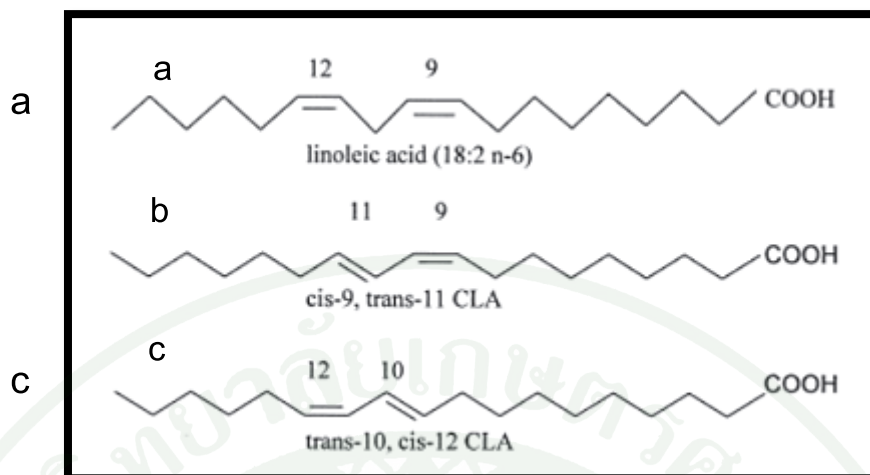
กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง หรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid; PUFA) มีคุณสมบัติในการเคลื่อนที่ได้ดีในตัวกลางระหว่างชั้นฟอสโฟลิปิดไบเลเยอร์ (Phospholipid bilayer) ของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มีความยืดหยุ่นและสลายให้พลังงานได้เร็ว นอกจากนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสามารถกระตุ้นกรดน้ำดีและเพิ่มประสิทธิภาพของ LDL receptor ทำให้คอเลสเตอรอลเข้าเซลล์ได้ดีเป็นการลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด (ซีราภรณ์, 2553 อ้างถึง นัยนา, 2546) จึงถือได้ว่าเป็นกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมัน CLA ที่พบในผลผลิตจากสัตว์เคี้ยวเอื้อง กรดไขมัน CLA เป็นสารตัวกลางที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปของกรดไขมันลิโนเลอิก (linoleic acid) (C18:2) เป็นกรดไขมันสเตียริก (stearic acid C18:0) แบบไม่สมบูรณ์โดยจุลินทรีย์ *Butyrivibrio fibrisolven* (Kepler and Tove, 1967) และจุลินทรีย์ชนิดอื่นจากกระเพาะรูเมน (Kritchevsky, 2000) ผลิตภัณฑ์จากโคเนื้อที่มีปริมาณกรดไขมัน CLA เฉลี่ย 0.46 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด (Dhiman *et al.*, 2005) สำหรับสัตว์กระเพาะเคี้ยวมีปริมาณกรดไขมัน CLA เพียง

เล็กน้อยเท่านั้น มีค่าเฉลี่ย 0.16 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด จึงทำให้กรดไขมัน CLA มีอีกชื่อที่เรียกว่า ruminic acid (ธีราภรณ์, 2553 อ้างถึง Kramer *et al.*, 1998)

การบริโภคกรดไขมัน CLA มากกว่า 3.4 กรัมต่อวัน จะส่งผลดีต่อสุขภาพผู้บริโภค (Gaulhier *et al.*, 2002) โดยกรดไขมัน CLA มีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้านการเกิดมะเร็ง (anticarcinogen) โดยยับยั้งการพัฒนาของเซลล์มะเร็ง (Ip *et al.*, 1999) มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยกรดไขมัน CLA จะเข้าไปเป็นองค์ประกอบของฟอสโฟลิปิดในเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้สามารถป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ (Ha *et al.*, 1990) ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจตีบและแข็งตัว (atherosclerosis) โดยการลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ (Lee *et al.*, 1990) มีผลต่อฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และเพิ่มระดับอินซูลิน ทำให้การสังเคราะห์ไขมันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มวลของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Henrietta *et al.*, 2000) บรรเทาอาการของโรคเบาหวาน (Sebedio *et al.*, 1999) ลดการขยายตัวของเซลล์พรีอะดิพocyte (preadipocyte) ลดการสะสมไขมัน (Du *et al.*, 2002) และลดมวลไขมันในร่างกาย จึงช่วยป้องกันการเกิดโรคอ้วน (Evans *et al.*, 2000) สนับสนุนการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพเมตาบอลิซึมของกระดูก (Ip *et al.*, 1999)

1. โครงสร้างของกรดไขมัน CLA

กรดไขมัน CLA คือกลุ่มของกรดไขมันที่พบตามธรรมชาติในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะน้ำมันและเนื้อที่ได้มาจากสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งถูกค้นพบครั้งแรกโดย Pariza และคณะ ในปี 1987 โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับ carcinogenic ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ grilled beef (Wahle *et al.*, 2004) กรดไขมัน CLA เป็นกลุ่มของกรดไขมันที่มีโครงสร้างลักษณะผสม มีความแตกต่างในกลุ่มของ linoleic acid จะขึ้นอยู่กับชนิดและการจัดตำแหน่งของพันธะ โดยปรกติ PUFA จะมีตำแหน่งของพันธะเดี่ยวซึ่งเป็น unconjugated แต่เมื่อพันธะคู่อยู่ห่างกันหนึ่งคาร์บอนอะตอมที่มีพันธะเดี่ยวจะเรียกว่า conjugated และโครงสร้างของกรดไขมัน CLA *cis*-9, *tran*-11 และ *tran*-10, *cis*-12 isomer (ภาพที่ 1)



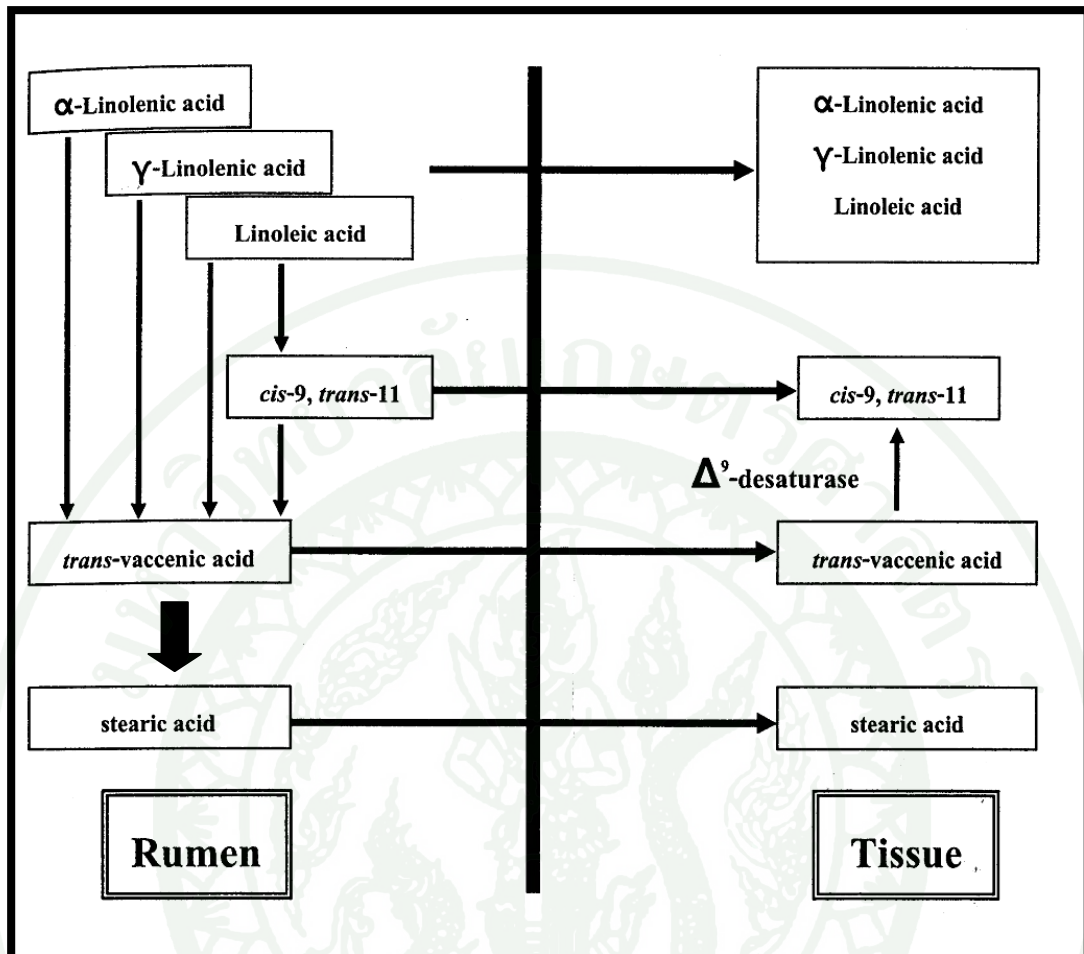
ภาพที่ 1 a. โครงสร้างของกรดไขมัน linoleic acid (18:2 n-6), b. โครงสร้างของกรดไขมัน CLA *cis-9, trans-11*, c. โครงสร้างของกรดไขมัน CLA *trans-10, cis-12* isomer
ที่มา: Bauman *et al.* (1999)

2. การสังเคราะห์กรดไขมัน CLA

กรดไขมัน CLA ที่พบในผลผลิตจากสัตว์เคี้ยวเอื้อง เป็นสารตัวกลางที่เกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนรูปของกรดไขมันลิโนเลอิก (linoleic acid; C18:2) เป็นกรดไขมันสเตียริก (stearic acid; C18:0) โดยจุลินทรีย์ *Butyrivibrio fibrisolvens* (Kepler and Tove, 1967) และจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่อยู่ในกระเพาะรูเมน (Kritchevsky, 2000) และการสังเคราะห์กรดไขมัน CLA เกิดขึ้นได้จากกระบวนการ biohydrogenation ของ PUFA ในกระเพาะรูเมน และการเกิด denaturation ของ *trans*-fatty acid ใน adipose tissue และ mammary gland โดยกรดไขมัน CLA ในกระเพาะรูเมน จะเป็นสาร intermediate ที่เกิดขึ้นระหว่างการเกิดกระบวนการ biohydrogenation ของ กรดไขมัน linoleic (C 18:2) จนได้เป็น steric acid (C 18:0) และภายในเซลล์กรดไขมัน CLA จะสังเคราะห์จาก *trans-11 vaccinic acid* (C 18:1) (TVA) ซึ่งเป็นสาร intermediate จากกระบวนการ biohydrogenation โดยออกซิเจนไนซม์ Δ^9 -desaturase (ภาพที่ 2) (Dhiman *et al.*, 2005)

3. Ruminal biohydrogenation

ไขมันที่เป็นองค์ประกอบในอาหารหยาบจะประกอบด้วย glycolipids และ phospholipids ซึ่ง กรดไขมันส่วนใหญ่คือกลุ่มของ unsaturated fatty acid ที่สำคัญได้แก่กรดไขมัน linoleic (C 18:2) และกรดไขมัน linolenic (C 18:3) ส่วนไขมันที่เป็นองค์ประกอบของเมล็ดพืช น้ำมัน (seedoil) ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารข้น คือ พวกร triglycerides ประกอบด้วยกรดไขมัน linoleic และกรดไขมัน oleic (*cis*-9 C18:1) เมื่อสัตว์เคี้ยวเอื้องกินอาหารดังกล่าวเข้าไป อาหารจำพวกไขมันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 กระบวนการภายในกระเพาะรูเมน ขั้นแรกไขมันจากพืชหรือ triglycerides ที่ถูก esterified แล้ว จะถูก hydrolyzed ที่พันธะ ester linkages อย่างรวดเร็วโดยเอนไซม์ lipase ของจุลินทรีย์ (microbial lipases) ได้เป็น free fatty acid และในขั้นที่ 2 คือ unsaturated free fatty acid จะถูก hydrogenated อย่างรวดเร็ว โดยกลุ่มจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนจนได้ผลผลิตสุดท้ายเป็น saturated fatty acid โดย *cis*-9, *trans*-11 CLA isomer เป็นสาร intermediate ชนิดแรกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ biohydrogenation ของกรดไขมัน linoleic (C 18:2) โดยการทำงานของเอนไซม์ linoleate isomerase (ภาพที่ 2) ผลิตโดยจุลินทรีย์ *Butyrivibrio fibrisolvens* และแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ในส่วนของ *cis*-9, *trans*-11 CLA isomer จะถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็น *trans*-11 C 18:1 (vaccenic acid) และ C 18:0 (stearic acid) ตามลำดับอย่างรวดเร็ว ส่งผลทำให้ถูกดูดซึมไปใช้ประโยชน์ในลำไส้เล็กได้ ซึ่งก็คล้ายกับการเกิด biohydrogenation ของกรดไขมัน linoleic (C 18:2), FA α and γ -C 18:3 ซึ่งเป็น unsaturated fatty acid ที่พบมากในอาหารหยาบจะเกิดขึ้นภายในกระเพาะรูเมน (ภาพที่ 2) สำหรับขั้นตอนแรกและขั้นตอนที่ 2 ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเร็ว ขณะที่ขั้นตอนสุดท้ายจะเกิดขึ้นช้า ดังนั้น *cis*-9, *trans*-11 CLA และ *trans*-11 กรดไขมัน vaccenic ที่ผ่านจากการเกิดกระบวนการ biohydrogenation อย่างสมบูรณ์ จะถูกดูดซึมไปใช้โดยลำไส้เล็ก และส่งเข้าไปใน milk fat และเนื้อ (Buaman *et al.*, 1999; Dhiman *et al.*, 2005)



ภาพที่ 2 กลไกการสังเคราะห์กรดไขมัน CLA โดยกระบวนการ biohydrogenation หรือ endogenous synthesis

ที่มา: Dhiman *et al.*, (2005)

เนื้อโคเป็นแหล่งที่สำคัญแหล่งหนึ่งของกรดไขมันโอเมก้า-3 สำหรับมนุษย์ ดังนั้นการบริโภคเนื้อโคก็เท่ากับได้รับกรดไขมันโอเมก้า-3 โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันแอลฟา-ลิโนเลนิก ซึ่งสามารถสร้าง EPA และ DHA ผ่าน elongation-desaturation pathway ของกรดไขมันโอเมก้า-3 ได้อย่างเพียงพอ (Williams *et al.*, 2006) นอกจากนี้เนื้อโคและนมยังเป็นแหล่งของกรดไขมัน CLA (Ritzenthaler *et al.*, 2001) Dannenberger และคณะ (2004) ได้รายงานว่าในเนื้อโคมีกรดไขมัน CLA ทั้งหมด 10 isomer และกรดไขมัน CLA *cis*-9, *trans*-11 มีประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมัน CLA ทั้งหมด ซึ่งพบว่าช่วยต้านการเกิดเนื้องอกและมะเร็ง (De la Torre *et al.*, 2001) และการเกิดหลอดเลือดแข็งตัว (Lock *et al.*, 2005 and Valeille *et al.*, 2005)

Nuernberg และคณะ (2005) ทำการศึกษาการขุนโคเพศผู้พันธุ์ German Holstein และ German Simmental ด้วยหญ้าและพืชอาหารสัตว์ เปรียบเทียบกับการขุนด้วยอาหารชั้น พบว่าการขุนด้วยหญ้าและพืชอาหารสัตว์มีผลในการเพิ่มกรดไขมัน CLA ; cis-9, trans-11 ที่ไขมันในกล้ามเนื้อสัตว์จาก 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 0.75เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง polyunsaturated fatty acid (PUFA) ต่อกรดไขมันอิ่มตัว saturated fatty acid (PUFA:SFA, C18:2 + C18:3) : (C14:0 + C16:0 +C18:0) (Scollan *et al.*, 2006) จากรายงานของ French และ คณะ (2000) พบว่าเมื่อขุนโคด้วยหญ้า เนื้อโคมีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน และกรดไขมัน โอเมก้า-3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้อัตราส่วนของ PUFA:SFA เพิ่มขึ้น และอัตราส่วนของ n-6:n-3 ลดลง นอกจากนี้ Razminowicz และ คณะ (2006) ยังยืนยันว่าโคเพศผู้ที่ขุนด้วยหญ้าและพืชอาหารสัตว์ เนื้อโคที่ได้จะมีกรดไขมัน โอเมก้า-3 สูง และมีผลทำให้อัตราส่วนของ n-6:n-3 ต่ำกว่า 2 ส่วนโคที่ขุนด้วยข้าวโพดและอาหารชั้นมีผลในการเพิ่มปริมาณของกรดไขมันลิโนเลอิกและลดปริมาณของกรดไขมันลิโนเลนิก จึงส่งผลให้อัตราส่วนของ n-6:n-3 มีค่าสูงขึ้น โดยสรุปคือโภชนาการของอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อโค ขณะที่ทั้งโภชนาการและพันธุกรรมมีผลต่อปริมาณไขมันในเนื้อโค นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณของกรดไขมัน โอเมก้า-3 และกรดไขมัน CLA ในเนื้อโค และลดกรดไขมันอิ่มตัว มีผลร่วมกันต่อการเพิ่มอัตราส่วนของ PUFA:SFA และลดอัตราส่วนของ n-6:n-3 (Scollan *et al.*, 2006)

เนื้อโคมีคอเลสเตอรอลเป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงและมีปริมาณแปรปรวนขึ้นกับสายพันธุ์ของโค ถ้าเป็นเนื้อโคส่วนสันในจะมีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียวสูง (monounsaturated fatty acid, MUFA) กว่ากรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid, SFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (polyunsaturated fatty acid, PUFA) สำหรับเนื้อโคพื้นเมืองของไทยซึ่งเลี้ยงด้วยหญ้านั้นมีปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ประมาณร้อยละ 75-76, 20-21, 1-1.2 และ 0.84-1.63 ตามลำดับ เนื้อโคพื้นเมืองมีจุดเด่นตรงที่มีปริมาณไขมัน (< ร้อยละ 1) ต่ำกว่าเนื้อโคขุนพันธุ์บราห์มัน (ร้อยละ 1.40-1.87) และ เนื้อโคโพนยางคำ (ร้อยละ 3.97-4.30) ที่เป็นพันธุ์ลูกผสมสายพันธุ์ต่างประเทศ นอกจากนี้ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อโคพื้นเมือง (30.05-39.02 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ยังต่ำกว่าเนื้อโคโพนยางคำ (50.06-89.41 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ดังนั้นถ้าบริโภคเนื้อโคในปริมาณที่เท่ากัน จะได้รับไขมัน พลังงาน และคอเลสเตอรอลจากเนื้อโคพื้นเมืองต่ำกว่าเนื้อโคขุน

4. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์กรดไขมัน CLA ในเนื้อโค

4.1 พันธุ์โค

พันธุ์คือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณกรดไขมัน CLA ในเนื้อโค โคเนื้อแต่ละพันธุ์ จะมีความสามารถในการสะสมและเปลี่ยนกรดไขมัน CLA ในเนื้อเยื่อและกระเพาะรูเมนที่แตกต่างกัน เช่นผลการศึกษาของ Dance และคณะ (2009) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงโคจำนวน 5 พันธุ์ที่แตกต่างกัน แล้วนำมาหาปริมาณของกรดไขมัน CLA ในเนื้อในส่วน of เนื้อเยื่อชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (Subcutaneous adipose tissue) ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันในส่วน of กรดไขมัน CLA ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณของกรดไขมัน โดยเฉพาะในส่วน of กรดไขมันลิโนเลอิก และกรดไขมัน วัคซินิก ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ และส่งผลต่อปริมาณของกรดไขมัน CLA นอกจากนี้ในส่วน of กล้ามเนื้อสันนอกของ โคเนื้อที่มีพันธุ์ที่แตกต่างกันก็ยังส่งผลต่อปริมาณของกรดไขมัน CLA ในเนื้อโคด้วย (Moreno *et al.* 2008; Warren *et al.* 2008) จากการทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับผลของสายพันธุ์โคที่มีต่อการสะสมและองค์ประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อ พบว่าโคลูกผสมระหว่างพันธุ์ Arberdeen Angus กับ Holstein Friesian มีการสะสมของกรดไขมันและกรดไขมัน CLA ในเนื้อ มากกว่าสายพันธุ์ Holstein Friesian (Warren *et al.* 2008)

4.2 วัตถุดิบอาหารหยาบ

ไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้อง จะได้จากอาหารหยาบ เมล็ดพืช และน้ำมันที่เสริมในสูตรอาหาร ดังนั้นองค์ประกอบไขมันในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมีทั้งหมดประมาณ 3-7 เปอร์เซ็นต์ วัตถุแห้งซึ่ง fatty acid profile ของอาหารหยาบบางชนิดที่รายงานไว้ใน ตารางที่ 2 ประกอบด้วย linoleic acid (C18:2) และ หรือ linolenic acid (C18:3) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่สำคัญที่พบในอาหารหลายชนิด หญ้ามีกรดไขมันที่มี C18:3 สูงประมาณ 48-56 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันทั้งหมด ส่วนข้าวโพดหมักและหญ้ามักมีกรดไขมันที่มี C18:2 ในสัดส่วนร้อยละ 40.9-56 ของกรดไขมันทั้งหมดและ C 18:3 สัดส่วน 46.2-56 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันทั้งหมด (Buaman *et al.*, 1999; Dhiman *et al.*, 2005)

ตารางที่ 2 อัตราส่วนของกรดไขมันในวัตถุดิบอาหารสัตว์

อาหารสัตว์	ปริมาณกรดไขมัน (% ของกรดไขมันทั้งหมด)							
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	อื่นๆ
หญ้าสด	0.5	19.2	0.2	1.6	2.2	20.4	55.9	0.0
หญ้าโคสเวอ	0.5	22.9	0.3	3.4	3.6	21.1	48.2	0.0
หญ้าสดผสมถั่วสด	1.5	20.0	1.2	2.6	4.2	18.9	51.6	0.0
หญ้าหมัก	5.4	24.0	0.6	2.9	6.3	14.5	46.2	0.0
ข้าวโพดหมัก	1.1	15.2	0.5	3.5	18.9	40.9	6.1	13.8
ถั่วอัลฟัลฟาแห้ง	1.2	22.9	0.4	4.0	4.9	18.1	23.5	25.0
ข้าวบาร์เลย์	0.0	27.9	0.9	1.5	20.5	43.3	4.3	1.9
เมล็ดข้าวโพด	0.0	16.3	0.0	2.6	30.9	47.8	2.3	0.0
ข้าวโอ๊ต	0.0	22.1	1.0	1.3	38.1	34.9	2.1	0.5
ข้าวสาลี	0.0	20.0	0.7	1.3	17.5	55.8	4.5	0.2
ถั่วเหลือง	0.0	11.0	0.0	3.8	23.3	54.5	5.9	1.5
ถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน	0.0	14.5	0.0	3.8	19.5	53.2	9.1	0.0
เมล็ดฝ้ายสกัดน้ำมัน	0.0	23.4	0.5	2.2	16.5	57.4	0.0	0.0

ดัดแปลงมาจาก : Dhiman *et al.*, (2005)

4.3 การเสริมไขมัน

การเสริมไขมันคือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกรดไขมัน CLA ในเนื้อโค โดยเฉพาะใน ส่วนของไขมันจากเมล็ดธัญพืช (อาณัติ, 2550) Noci และคณะ (2005) ได้ทำการทดลองหาระดับ ของการเสริมเมล็ดทานตะวันในโคพันธุ์ Holstein Friesian ที่ระดับ 0, 5.5 เปอร์เซ็นต์ และ 11 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ระดับของกรดไขมัน CLA ในกลุ่มที่เสริมที่ 11 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดไขมัน CLA สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริมถึง 109 เปอร์เซ็นต์ (0.91 กับ 0.43 กรัม ต่อไขมัน 100 กรัม) สอดคล้องกับงานทดลองของ Aharoni *et al.* (2005) ที่ได้ทำการเสริมน้ำมันถั่วเหลือง

3.3 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองไขมันเต็มเอ็กซ์ทราค 18 เปอร์เซ็นต์ ก็พบว่าปริมาณกรดไขมัน CLA สูงกว่ากลุ่มควบคุมเช่นกัน เนื่องจากเมล็ดธัญพืชเหล่านี้จะมีปริมาณของกรดไขมันลิโนเลอิก (C18:2n-6) อยู่มาก ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดไขมัน CLA ในกระเพาะรูเมน ทำให้ปริมาณกรดไขมัน CLA ในเนื้อโคเพิ่มขึ้น (Noci *et al.*, 2005)

4.4 อายุ

Warren และคณะ (2008) ได้ทำการทดลองวัดปริมาณของกรดไขมัน CLA ในเนื้อโคพันธุ์ Aberdeen Angus และพันธุ์ Holstein Friesian ที่มีการฆ่าแหละที่อายุที่แตกต่างกัน คือ 14, 19 และ 24 เดือน ซึ่งพบว่าปริมาณกรดไขมัน CLA เท่ากับ 7.1, 13.5 และ 27.3 มิลลิกรัม ต่อกล้ามเนื้อ 100 กรัม ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของ vaccenic acid และกรดไขมัน ลิโนเลอิกที่เพิ่มขึ้นด้วย

4.5 ส่วนของกล้ามเนื้อโค

Lorenzen และคณะ (2007) ได้ทำการทดลองหาปริมาณของกรดไขมัน CLA ในเนื้อโคจำนวน 3 ส่วนของกล้ามเนื้อ คือ *Longissimus lumborum* , *Semimembranosus* และ *Triceps brachii* พบว่า มีปริมาณกรดไขมัน CLA ไม่มีความต่างกันทางสถิติ คือ 6.15, 6.80 และ 7.17 มิลลิกรัมต่อไขมัน 1 กรัม ตามลำดับ แต่เมื่อนำไปประกอบอาหารพบว่า ที่ส่วน *Triceps brachii* มีปริมาณกรดไขมัน CLA มากกว่าอีกสองกลุ่ม คือ 6.08 มิลลิกรัมต่อไขมัน 1 กรัม

4.6 วิธีการเลี้ยง

ได้มีการศึกษาถึงวิธีการเลี้ยงที่มีอิทธิพลต่อปริมาณกรดไขมัน CLA โดยพบว่า การเลี้ยงโดยใช้พืชอาหารสัตว์ หรือปล่อยให้โคแทะเล็มในแปลงหญ้า จะทำให้ปริมาณของกรดไขมัน CLA เพิ่มขึ้น เช่นรายงานการศึกษาของ Realini และคณะ (2004) ที่พบว่า การปล่อยโคพันธุ์ Uruguayan แทะเล็มในแปลงหญ้า จะมีปริมาณกรดไขมัน CLA เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ให้ อาหารข้น (0.41 และ 0.23 มิลลิกรัมต่อไขมัน 1 กรัม) สอดคล้องกับการทดลองของ Yang และคณะ (2002) ที่ได้ปริมาณกรดไขมัน CLA 0.22 และ 0.06 มิลลิกรัมต่อไขมัน 1 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่

การทดลองของ Alfaia และคณะ (2009) ได้ทดลองถึงวิธีการเลี้ยงโคที่แตกต่างกันคือ การปล่อยแพะ
เล็ม และการเสริมอาหารชั้น ซึ่งพบว่าค่าของกรดไขมัน CLA ที่ได้มีค่าเท่ากับ 5.14 และ 2.65
มิลลิกรัมต่อไขมัน 1 กรัม ตามลำดับ



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนเพศผู้ตอน อายุประมาณ 2 ปี ที่ได้จากการเลี้ยงในระบบปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าอินทรีย์ หลังจากทำการหย่านมที่อายุประมาณ 6-8 เดือน ตอนโคเพศผู้ อายุ 1 ปี ปล่อยโคเลี้ยงในแปลงหญ้าตลอด 24 ชั่วโมง และมีน้ำสะอาดให้กินเต็มที่ตลอดเวลา จนกระทั่งโคมีน้ำหนักตัว 300 - 350 กิโลกรัม หลังจากนั้นคัดเลือกโคที่มีสุขภาพดี มาเลี้ยงขุนในระยะสุดท้าย

2. อาหารทดลอง

อาหารทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามประเภทของอาหารหยาบ โดยโคทุกกลุ่มจะได้รับอาหารชั้นอินทรีย์สูตรเดียวกัน (ตารางที่ 3) ปริมาณวันละ 4 กิโลกรัมเท่ากันทุกวัน และให้อาหารหยาบกินอย่างเต็มที่ โดยอาหารทดลองกลุ่มที่ 1 ให้หญ้าสดอินทรีย์ อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 ให้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์สดสับ และอาหารทดลองกลุ่มที่ 3 ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์หมักสับ

3. โรงเรือนทดลองและอุปกรณ์ในการเลี้ยงโคอินทรีย์ในระยะสุดท้าย

3.1 โรงเรือนทดลองเป็นโรงเรือนเปิด พื้นคอนกรีต หลังคากระเบื้อง โดยเลี้ยงโคในคอกขังเดี่ยว ขนาด 3 x 4 ตารางเมตร คอกละ 1 ตัว มีรางอาหารอยู่ด้านหน้าของแต่ละคอก และมีอ่างสำหรับใส่น้ำสะอาดด้านท้ายคอกให้กินตลอดเวลา

3.2 อุปกรณ์ทำความสะอาดคอก เช่น ไม้กวาด สายน้ำ พลับ เป็นต้น

3.3 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบลูกตุ้มขนาด 250 กิโลกรัม และ ขนาด 20 กิโลกรัม

3.4 เครื่องผสมอาหารแบบแวนอน ขนาด 400 กิโลกรัม

3.5 อุปกรณ์การสับ การหมักและการเก็บรักษาต้นข้าวโพด ได้แก่ เครื่องสับต้นข้าวโพดถุงพลาสติกสำหรับบรรจุต้นข้าวโพด เชือกมัดปากถุง

ตารางที่ 3 สูตรอาหารชั้นที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	กิโลกรัม
มันสำปะหลังอินทรีย์แห้ง	57
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	32
กากน้ำตาล	10
เกลือ	0.5
พรีมิกซ์*	0.5
รวม	100

*ส่วนประกอบใน 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามิน เอ 2,160,000 หน่วยสากล, วิตามิน ดี 3 400,000 หน่วยสากล, วิตามิน อี 5,000 หน่วยสากล, แมงกานีส 8.5 กรัม, สังกะสี 6.4 กรัม, เหล็ก 8.0 กรัม, ทองแดง 1.6 กรัม, โคบอลต์ 320 มิลลิกรัม, ไอโอดีน 800 มิลลิกรัม, แมกนีเซียม 16 กรัม, ซีลีเนียม 32 มิลลิกรัม (AGROMIX BEEF (NO. 46) บริษัท อโกรไทย จำกัด)

4. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

4.1 อุปกรณ์การวิเคราะห์ค่าทางเคมีของอาหารทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมีและโภชนาของอาหารทดลอง โดยวิธี Proximate analysis และหาค่าพลังงาน โดยใช้เครื่อง Bomb Calorimeter (PARR 1261, USA)

4.2 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างเนื้อโควิเคราะห์คุณภาพซากและผลผลิตของเนื้อโคขุน

4.2.1 เครื่องชั่งลูกตุ้มสำหรับชั่งน้ำหนักโคมีชีวิตขนาด 1,000 กิโลกรัม เครื่องชั่งดิจิทัลสำหรับชั่งน้ำหนักซากขนาด 500 กิโลกรัม

4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการชำแหละซากโค มีดและเลื่อยสำหรับเก็บตัดชิ้นเนื้อตัวอย่าง

4.2.3 เครื่องวัดค่าสีของเนื้อรุ่น Konica Minolta CR 400 (KONICA MINOLTA SENSING, INC. Osaka, Japan)

4.2.4 ตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกบริเวณซี่โครงคู่ที่ 11-12 ของ Rib set ที่ตัดแต่งกระดูก เอ็นพังผืด และไขมัน และเนื้อสะบักไหล่ (*Supraspinatus*)

4.2.5 ถุงพลาสติกใสที่ใช้เก็บตัวอย่างเนื้อโค

4.2.6 เครื่อง vacuum เก็บตัวอย่างเนื้อในสุญญากาศ

4.2.7 ตู้แช่แข็งควบคุม อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมกรดไขมันและคอเลสเตอรอล

4.3.1 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

4.3.2 เครื่องบดเนื้อแบบ Blender

4.3.3 เครื่องบดตัวอย่างแบบ Homogenizer

4.3.4 ภาชนะแก้ว

4.3.5 กระดาษกรอง Whatman No.1

4.3.6 Micro pipette

4.3.7 เครื่อง rotary evaporator

4.3.8 Vortex mixer

4.3.9 Water Bath

4.3.10 ขวดเก็บตัวอย่าง (Vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร

4.3.11 ตู้เย็นควบคุม อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

4.4 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมันและปริมาณคอเลสเตอรอล

4.4.1 เครื่อง Gas chromatography (CHROMPACK; CP9001)

4.4.1.1 กรดไขมันใช้คอลัมน์ WCOT FUSED SILICA 50 m × 0.25 mm ID COATING CP-SIL 88 TAILOR MADE FAME (CHROMPACK; Cat.no. 7488)

4.4.1.2 คอเลสเตอรอลใช้คอลัมน์ Heliflex@ AT-1ms capillary column (Part No. AT 15880) ความยาว 15 เมตร

4.4.2 สารเคมีที่ใช้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการสกัดกรดไขมันและคอเลสเตอรอล ได้แก่ chloroform, methanol, ก๊าซไนโตรเจน

4.4.3 สารเคมีที่ใช้ในการทำ Fatty Acid Methyl Ester (FAME) ได้แก่ internal standard (C17:0), hexane, methanol, กรดซัลฟูริก 5 เปอร์เซ็นต์, sodium sulfate anhydrous

4.4.4 สารเคมีที่ใช้ในการทำ Saponification ของคอเลสเตอรอล ได้แก่ ethanol 95 เปอร์เซ็นต์, สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 50 เปอร์เซ็นต์

4.4.5 สารเคมีที่ใช้ในการทำ Extract unsaponification matter ของคอเลสเตอรอล ได้แก่ petroleum ether, dimethylformamide (DMF), hexamethyldisilazane (HMDS), trimethylchlorosilane (TMCS) และ 5 α -cholestane

วิธีการ

1. การจัดการและการเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

1.1 การจัดการเลี้ยงดูโคเนื้ออินทรีย์ในระยะสุดท้าย

หลังจากการย้ายโคทดลองจากแปลงหญ้าจำนวน 12 ตัว เข้ามาเลี้ยงในคอกเดี่ยว (3 x 4 เมตร) โคทุกตัวได้รับการถ่ายพยาธิทั้งภายนอกและภายใน (ไอโวนเมค-เอฟ) และทำวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยไทป์รวม ทำการเลี้ยงโคในระยะปรับตัวด้วยหญ้าขนแบบตัดให้กินสดอย่างเต็มที่เป็นเวลา 60 วัน เพื่อให้น้ำหนักโคที่คัดเลือกมาใกล้เคียงกันก่อนทำการแบ่งกลุ่มทดลอง หลังจากโคผ่านการปรับน้ำหนัก ทำการสุ่มเพื่อแบ่งโคเพศผู้ตอนออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 4 ตัว โดยโคทดลองจะได้รับการเลี้ยงในระยะสุดท้ายด้วยอาหารหยาบอินทรีย์แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ได้รับหญ้าขนตัดสดให้กินอย่างเต็มที่
- กลุ่มที่ 2 ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดสับให้กินอย่างเต็มที่
- กลุ่มที่ 3 ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักให้กินอย่างเต็มที่

โคทุกกลุ่มการทดลองได้รับการเสริมอาหารชั้นอินทรีย์ที่มีโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ปริมาณ 4 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน อาหารชั้นอินทรีย์เป็นอาหารที่ผสมใช้เองภายในฟาร์ม โดยทำการผสม 2 สัปดาห์ต่อครั้ง จากนั้นให้โคได้ปรับตัวเข้ากับอาหารทดลองโดยค่อยๆเพิ่มอาหารทดลอง (อาหารหยาบ) ให้กับโคในอัตราเพิ่มวันละ 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่ให้ แล้วให้โคได้รับอาหารทดลองอย่างเต็มที่ พร้อมกันนี้ก็เสริมอาหารชั้นวันละ 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน ซึ่งในระยะปรับอาหารทดลองนี้ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 15 วัน และหลังจากปรับอาหารทดลองครบกำหนดแล้วจะเข้าสู่ช่วงการทดลองและเก็บข้อมูล ด้วยอาหารทดลองเป็นเวลา 120 วัน

การจัดการทั่วไป เช่น เปิดไฟให้แสงสว่างกับโคในช่วงเวลากลางคืน และล้างทำความสะอาดพื้นคอกโดยการเก็บมูลใส่กระสอบเพื่อนำไปใส่ในแปลงหญ้าอินทรีย์เดือนละหนึ่งครั้ง

2. การเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการผลิต

2.1 การชั่งน้ำหนักโคทดลอง

ทำการชั่งน้ำหนักโคเริ่มต้นการทดลองหลังจากการปรับอาหารทดลองแล้ว จากนั้นชั่งน้ำหนักโคในวันที่ 60 และวันที่ 120 ของทดลอง ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักโคแบบคานขนาด 1,000 กิโลกรัม โดยการชั่งน้ำหนักทุกครั้งจะทำการชั่งน้ำหนักก่อนการให้อาหารมือเช้า เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณอัตราการเจริญเติบโต

2.2 การบันทึกปริมาณอาหารของโคทดลอง

ในระหว่างการเก็บข้อมูลโคได้รับอาหารวันละ 2 มื้อ คือในมือเช้าเวลาประมาณ 7.00 – 8.00 น. และในมือเย็นเวลาประมาณ 16.00 – 17.00 น. โดยในตอนเช้าก่อนให้อาหารมือเช้าทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่เหลือในรางอาหารของแต่ละวัน และทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวัน (อาหารหยาบ และอาหารข้น) เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณการกินได้ต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ทำความสะอาดรางอาหารทุกเช้าหลังชั่งน้ำหนักอาหารเหลือและล้างทำความสะอาดอ่างน้ำดื่มท้ายคอกทุกเดือนตลอดการทดลอง

2.3 การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหาร

สุ่มตัวอย่างอาหาร ทั้งอาหารหยาบ และอาหารข้น สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบก่อนให้และส่วนที่เหลือจากการกินของโคทดลองทุก ๆ 30 วัน และตัวอย่างอาหารข้นทุก ๆ 30 วัน เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนา โดยวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาต่าง ๆ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาที่ใช้ในการทดลอง

รายการที่วิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์
ความชื้น	Drying Method (A.O.A.C. 1990 น.125 ข้อ 7.003)
โปรตีน	Semiautomated Method (A.O.A.C. 1990 น.127)
ไขมัน	Indirect Method (A.O.A.C. 1990 น.132 ข้อ 7.056)
เถ้า	Official Final Action Method (A.O.A.C. 1990 น.125)
เยื่อใย	Asbestos-Free Method (A.O.A.C. 1990 น.134)
NDF	van Soest <i>et al.</i> , 1991
ADF	van Soest <i>et al.</i> , 1991
พลังงานรวม	Analytical Methods for Oxygen Bombs

3. การเก็บข้อมูลและการศึกษาคุณภาพซากของโค

หลังจากสิ้นสุดกระบวนการขุนตามระยะเวลาที่กำหนด 4 เดือน จะทำการแปรสภาพโคทดลองทุกตัวตามวิธีการแปรสภาพที่ถูกต้องตามหลักสากล (ชัยณรงค์, 2529) และตัดแต่งซากโคตามแบบสากล (มัทนา, 2551) เพื่อศึกษาลักษณะซาก และชั่งน้ำหนักซาก ทำการบันทึกข้อมูล ได้แก่ น้ำหนักก่อนเข้าฆ่าหลังจากอดอาหาร 18 ชั่วโมง น้ำหนักซากอุ่น (Hot carcass weight) เปอร์เซ็นต์ซาก (Dressing percentage) เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต (KPH percent) น้ำหนักเครื่องใน และเปอร์เซ็นต์เครื่องใน ตามวิธีของ สัตยชัย (2547)

จากนั้นนำซากไปบ่มในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นทำการเก็บชิ้นส่วนกล้ามเนื้อสันนอกบริเวณซี่โครงคู่ที่ 11-12 ของ Rib set เพื่อนำไปการศึกษาคุณภาพเนื้อ โดยการเลื่อนผิวหนังของเนื้อเพื่อให้เนื้อสัมผัสกับอากาศเป็นเวลา 45 นาที และจึงนำไปวัดค่าสีของเนื้อด้วยเครื่อง Minolta Chromameter CR-400

หลังจากบ่มซากที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ทำการวัดปริมาณไขมันแทรกตามมาตรฐานของ มกอช. 6001 – 2547 (จุฑารัตน์ และ ญาณิน, 2548) และทำการเก็บตัวอย่าง

ชิ้นเนื้อบริเวณสะบักไหล่และเนื้อสันนอกตัดส่วนของเอ็นและไขมันบริเวณรอบ ๆ ชิ้นเนื้อออก ตัดแบ่งออกเป็น 2 ชิ้นย่อย แล้วนำเนื้อแต่ละชิ้นเก็บในถุงสุญญากาศชนิด Polyvinyl Chloride (PVC) และนำตัวอย่างดังกล่าวไปเก็บไว้ที่ตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำเนื้อทั้ง 2 ส่วน ที่แบ่งออกเป็น 2 ชิ้นดังกล่าวไปวิเคราะห์หาปริมาณ คอเลสเตอรอลจำนวน 1 ชิ้น และอีก 1 ชิ้นนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมัน และปริมาณของกรดไขมัน CLA ในเนื้อ

ทำการเก็บชิ้นเนื้อโคขุนในระบบทั่วไป (เนื้อสันนอก) เพศผู้ตอนอายุเฉลี่ย 2 ปี ระยะเวลาการขุนนาน 210 วัน เลี้ยงโดยใช้อาหารผสมเสร็จ (TMR) โปรตีนรวม 10.63 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเสริมด้วยกระถินหมัก 3 กิโลกรัมต่อวัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ คอเลสเตอรอล องค์ประกอบของกรดไขมัน และปริมาณของกรดไขมัน CLA ในเนื้อสันนอก ด้วยวิธีเดียวกันกับการเก็บเนื้อโคในกลุ่มทดลอง

3.1 เปอร์เซ็นต์ซาก (Carcass percentage)

ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ซาก (ตัดส่วนหัว หนั่ง และนำอวัยวะภายในออกทั้งหมด) เป็นตัวบ่งชี้ผลผลิตแบบหยาบๆ เพราะน้ำหนักซากเป็นน้ำหนักรวมของเนื้อแดง ไขมัน เอ็น ฟังคีด กระดูก ไม่ได้บอกรายละเอียดถึงปริมาณเนื้อแดง ไขมัน กระดูกหรือเอ็น ข้อมูลจึงผันแปรมากขึ้นอยู่กับการระเหยของน้ำออกจากตัวสัตว์ขณะชั่งก่อนฆ่า และปริมาณอาหารหรือสิ่งบรรจุอื่นๆ ในอวัยวะย่อยอาหาร การคำนวณเปอร์เซ็นต์ซาก สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{น้ำหนักซากเย็น}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

น้ำหนักซากเย็น หมายถึง น้ำหนักซากที่ผ่านการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

น้ำหนักมีชีวิต หมายถึง น้ำหนักสัตว์ที่ชั่งก่อนแปรสภาพหลังจากกักไว้ โดยอดอาหารเป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา

3.2 การวัดไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Marbling Score)

ไขมันแทรกภายในมัดกล้ามเนื้อ ทำให้เนื้อนุ่มขึ้น เนื่องจากไขมันแทรกระหว่างเซลล์ ทำให้แรงยึดระหว่างเซลล์ของกล้ามเนื้อน้อยลง และไขมันเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นขณะเคี้ยวเนื้อ ทำให้เกิดความชุ่มภายในปากและรู้สึกว่เนื้อนุ่มขึ้น เกิดรสชาติ และเพิ่มความน่ารับประทาน ถ้าเนื้อที่มีคุณภาพสูงส่วนมากจะมีไขมันแทรกสูง จะวัดในเนื้อสันนอก โดยทำการประเมินจากการสะสมของไขมันแทรกอยู่ในกล้ามเนื้อบนพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก ระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 12 และ 13 โดยกำหนดคะแนนระดับไขมันแทรก ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6001-2547) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2547) โดยใช้ trained committee อย่างน้อย 3 คนในการประเมิน ดังนี้

ระดับไขมันแทรกที่ 5	มาก
ระดับไขมันแทรกที่ 4	ปานกลาง
ระดับไขมันแทรกที่ 3	น้อย
ระดับไขมันแทรกที่ 2	น้อยมาก
ระดับไขมันแทรกที่ 1	ไม่มีเลย

4. การวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอล องค์ประกอบของกรดไขมัน และกรดไขมัน CLA ในเนื้อโค

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมัน (Fatty Acid) และปริมาณกรดไขมัน CLA ในเนื้อโค

ทำการเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 11-12 และกล้ามเนื้อบริเวณสะบักไหล่ ของโคแต่ละตัว ทำการสกัดไขมันจากตัวอย่างเนื้อที่บดละเอียดแล้วตัวอย่างละ 3 กรัม ตามวิธีของ Folch และคณะ (1957) จากนั้นเตรียมกรดไขมันให้อยู่ในรูปของ methylation (Fatty acid methyl ester, FAME) ตามวิธีของ Folch และคณะ (1975) และทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography (ภาคผนวก ข)

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อโค

ทำการเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกบริเวณซี่โครงคู่ที่ 11-12 และกล้ามเนื้อบริเวณสะบักไหล่ของโคแต่ละตัว ทำการสกัด Saponification และ Extract unsaponification โดยนำตัวอย่าง เนื้อที่บดละเอียดแล้วตัวอย่างละ 4 กรัม ตามวิธี ของ Will และ Greenfield (1984) จากนั้นฉีดส่วนที่สกัดเสร็จแล้ว 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง Gas Chromatography เพื่อทำการพามาตรฐาน และฉีดส่วนที่สกัดเสร็จแล้วของตัวอย่าง 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง Gas Chromatography เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาพื้นที่ใต้กราฟของ 5α -cholesterol และคอเลสเตอรอลในเนื้อโค

5. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SAS 9.0) โดยใช้แบบหุนทางสถิติดังต่อไปนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อ	Y_{ij}	=	ค่าสังเกตที่ได้จากหน่วยทดลองที่ j กลุ่มทดลองที่ i
	μ	=	ค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งหมด
	τ_i	=	อิทธิพลเนื่องจากกลุ่มทดลองที่ i (i = 1, 2, 3)
	ε_{ij}	=	ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

โดยข้อมูลค่าสังเกตที่นำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัย (กลุ่มทดลอง) ได้แก่

5.1 สมรรถภาพการผลิต ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีด

5.2 คุณภาพซากของโคขุน ได้แก่ น้ำหนักซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซาก น้ำหนักเครื่องใน เปอร์เซ็นต์เครื่องในและชิ้นส่วนตัดแต่งซากโคขุน รวมถึงลักษณะสีของเนื้อ

5.3 ปริมาณ กรดไขมัน คอเลสเตอรอล และปริมาณของกรดไขมัน CLA ในเนื้อ

6. สถานที่ทำการวิจัย

6.1 ทำการเลี้ยงโคทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

6.2 ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลองและของเนื้อ ณ ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

6.3 ทำการแปรสภาพ ตัดแต่งและวิเคราะห์คุณภาพเนื้อโค ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ สถาบันวิจัยสุวรรณวาทกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

6.4 วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ และปริมาณคอเลสเตอรอล ณ ห้องปฏิบัติการฝ่ายชีวเคมี ศูนย์วิจัยและปฏิบัติการเรือนปลูกพืชทดลอง (Central Laboratory) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

7. ระยะเวลาการทำวิจัย

เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2554

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาสมรรถภาพการผลิต

1.1 คุณค่าทางโภชนาในอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาต่างๆ ในอาหารทดลองแต่ละชนิดซึ่งแสดงในตารางที่ 5 พบว่าอาหารชั้นอินทรีย์มีปริมาณ โปรตีนเท่ากับ 13.93 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในวัตถุดิบอาหารใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มถึง 32 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของอาหารหยาบหญ้าขนสด มีปริมาณ โปรตีนต่ำกว่าต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดและหมัก ซึ่งมีค่าโปรตีนเท่ากับ 5.14, 6.32 และ 7.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 5) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าหญ้าขนสดมีปริมาณเยื่อใย สูงถึง 34.49 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณวัตถุแห้ง 33.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าต้นข้าวโพดฝักอ่อนทั้งสองกลุ่ม ด้วยเหตุนี้จะทำให้การย่อยเยื่อใยของหญ้าขนสดเป็นไปได้ช้ากว่าต้นข้าวโพดฝักอ่อน อาจส่งผลถึงการกินได้ต่อวัน น้ำหนักกระเพาะรวมและอัตราการเจริญเติบโตของโค ค่าพลังงานที่วิเคราะห์ได้ในอาหารชั้นมีค่าพลังงานเท่ากับ 4,585.27 แคลอรีต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และในอาหารหยาบทั้งสามชนิดมีค่าพลังงานใกล้เคียงกันที่ประมาณ 4,200 แคลอรีต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางโภชนาของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางโภชนา (%)	อาหารชั้น	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด	ต้นข้าวโพด
			ฝักอ่อนสด	ฝักอ่อนหมัก
			-----เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง-----	
วัตถุแห้ง	94.65	33.34	26.60	23.05
โปรตีน	13.93	5.14	6.32	7.19
ไขมัน	6.30	2.30	2.65	3.32
ถั่ว	5.56	6.77	6.66	7.70
เยื่อใย	3.10	34.49	26.61	30.80
Neutral detergent fiber (NDF)	-	69.65	57.48	63.97
Acid detergent fiber (ADF)	-	42.84	33.52	38.67
พลังงานรวม (แคลอรี/ก.ก น.น. แห้ง)	4,585.27	4,213.46	4,185.99	4,225.73

1.2 ปริมาณการกินได้ในรูปวัตถุแห้งต่อวัน

เมื่อพิจารณาการกินได้ของอาหารหยาบต่อวันของโคทั้งสามกลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยเฉพาะกลุ่มที่กินต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดซึ่งมีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบต่อวันสูงกว่ากลุ่มอื่น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่กินข้าวโพดฝักอ่อนสดและหมักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่งผลให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งต่อวันและปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบตลอดการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่กินหญ้าขนสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้เพราะต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดมีความสดและน่ากินกว่าโดยสังเกตจากพฤติกรรมการกินของโค จึงทำให้ปริมาณการกินได้สูง ในส่วนของกลุ่มหญ้าขนสดที่การกินได้ในรูปวัตถุแห้งต่อวันและตลอดการทดลองน้อยกว่ากลุ่มอื่นนั้นสาเหตุหนึ่งเนื่องจากหญ้ายาขนมีลักษณะฟามกินเนื้อที่ในกระเพาะรูเมน อยู่ในกระเพาะรูเมนนาน และการย่อยเป็นไปได้ช้าเนื่องจากมีเยื่อใยสูง (Varga *et al.*, 1998) ในส่วนของปริมาณการกินได้ของอาหารข้นไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากโคทุกตัวกินอาหารข้นหมดทุกมื้อ ทำให้ทราบได้ว่าสูตรอาหารข้นอินทรีย์สูตรนี้ไม่มีผลต่อการกินได้ของโค

ปริมาณพลังงานและโปรตีนที่ได้รับต่อวันในอาหารข้นแต่ละกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) เนื่องจากโคกินอาหารข้นหมดทุกวันทำให้ได้รับอาหารข้นเท่ากันทุกตัว โดยมีค่าพลังงานและโปรตีนที่ได้รับในอาหารข้น ประมาณ 17.30 เมกะแคลอรีและ 525.00 กรัม วัตถุแห้งต่อวันตามลำดับทุกกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 7) แต่พลังงานรวมและพลังงานจากอาหารหยาบที่ได้รับต่อวันนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของอาหารหยาบ (ตารางที่ 6) ซึ่งส่งผลให้ค่าพลังงานที่ได้รับต่อวันในข้าวโพดฝักอ่อนสดนั้นสูงกว่ากลุ่มอื่น เนื่องจากการกินได้ต่อวันในกลุ่มที่กินข้าวโพดฝักอ่อนสดนั้นมีปริมาณการกินได้สูงกว่ากลุ่มอื่น ($P < 0.05$) (ตารางที่ 6) นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนที่ได้รับต่อวันในกลุ่มที่กินหญ้าขนสด ต่ำกว่ากลุ่มที่กินข้าวโพดฝักอ่อนสดและข้าวโพดฝักอ่อนหมัก ($P < 0.01$) ซึ่งมีค่าโปรตีนที่ได้รับต่อวันเท่ากับ 178.57 ± 4.65 , 274.76 ± 28.21 และ 276.54 ± 15.88 กรัมวัตถุแห้งต่อวันตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์จากค่าทางโภชนาของอาหารหยาบทั้งสามชนิดพบว่าโปรตีนในหญ้ายาขนสดมีปริมาณน้อยกว่าข้าวโพดฝักอ่อนทั้งสองกลุ่ม (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 6 ผลการใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมัก ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดและหญ้านสดต่อสมรรถภาพการผลิตของโคเนื้ออินทรีย์

ปัจจัย	หญ้านสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนหมัก	P-value
จำนวนโคทดลอง (ตัว)	4	4	4	
จำนวนวันที่ทำการทดลอง	120	120	120	
----- กิโลกรัมต่อตัว -----				
น้ำหนักเริ่มต้นทดลอง	313.75±32.97	308.00±24.51	315.00±36.96	0.9470
น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	426.00±38.52	438.75±18.43	448.75±35.44	0.6187
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น	112.25±10.24 ^A	130.75±6.34 ^B	133.75±5.68 ^B	0.0067
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน	0.93±0.11 ^a	1.09±0.08 ^b	1.12±0.07 ^b	0.0267
อัตราการแลกน้ำหนัก(วัตถุแห้ง)	7.91±0.93	7.39±0.87	6.86±0.59	0.2395
----- กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัว -----				
ปริมาณวัตถุแห้งที่กินต่อวัน	7.25±0.10 ^a	8.03±0.44 ^b	7.64±0.25 ^{ab}	0.0147
ปริมาณอาหารชั้นที่กินต่อวัน	3.79±0.00	3.79±0.00	3.78±0.01	0.4053
ปริมาณอาหารหยาบที่กินต่อวัน	3.46±0.10 ^a	4.24±0.44 ^b	3.86±0.25 ^{ab}	0.0160
ปริมาณอาหารชั้นที่กิน	460.00±15.30	453.37±13.25	452.55±11.59	0.7021
ปริมาณอาหารหยาบที่กิน	462.15±39.63 ^a	508.65±59.65 ^b	462.15±39.63 ^{ab}	0.0465

หมายเหตุ ^{A,B} อักษรกำกับที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

^{a, b} อักษรกำกับที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$), ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.3 อัตราการเจริญเติบโตของโค

โคอินทรีย์ที่ได้รับอาหารหยาบทั้ง 3 กลุ่มทดลอง มีอัตราการแลกน้ำหนัก น้ำหนักเริ่มต้นการทดลองและน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ของโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นแหล่งอาหารหยาบสูงกว่าโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าขนสด ($P<0.05$) และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลองของกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับหญ้าขนสด ($P<0.01$) (ตารางที่ 6) ในขณะที่โคที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดมีการกินได้ในปริมาณที่สูงกว่าโคที่ได้รับหญ้าขนสด เนื่องจากหญ้าขนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นหญ้าที่ได้จากการตัดโดยใช้เครื่องฟ่น ทำให้หญ้าขามีดินปนมาด้วยและมีความชื้นสูง ทำให้ความน่ากินและคุณภาพของหญ้าขนอินทรีย์ไม่ดีเท่าต้นข้าวโพดฝักอ่อน จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนทั้งแบบสับให้กินสด หรือแบบหมักจะไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของโคอินทรีย์ในระยะสุดท้าย แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่เลี้ยงโคอินทรีย์สามารถนำเอาต้นข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์มาใช้เลี้ยงโคได้ ไม่ว่าจะให้ในสภาพสดหรือหมักก็ตาม

2. การศึกษาลักษณะและคุณภาพซากของโคเนื้ออินทรีย์

2.1 ลักษณะของซากโค

เมื่อสิ้นสุดระยะการทดลอง โคแต่ละกลุ่มมี น้ำหนักซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต ไขมันช่องท้อง ไขมันตัดแต่งและไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อย่างไรก็ตามโคที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดหรือหมัก ลักษณะซากมีแนวโน้มที่ดีกว่าโคที่ได้รับหญ้าขนสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าโคที่กินหญ้าขนสด เมื่อพิจารณาที่ปริมาณของอวัยวะภายในพบว่าในกลุ่มที่กินหญ้าขนสดนั้นมีน้ำหนักอวัยวะภายในสูงกว่ากลุ่มที่กินข้าวโพดฝักอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สาเหตุอาจเนื่องมาจากหญ้าขนสดมีความฟามและย่อยได้ช้าจึงอยู่ในกระเพาะรูเมนนาน ทำให้กระเพาะรูเมนมีการขยายขนาดมากกว่าโคที่กินต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่สับให้สั้นและเล็กลงแล้ว ในขณะที่ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคทั้งสามกลุ่มมีน้อยมาก (ตารางที่ 8) เนื่องจากการเลี้ยงเน้นให้อาหารหยาบเป็นหลักและอาหารที่โคกินนั้น ถูกนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตในการสร้างเนื้อแดงเป็นส่วนใหญ่ และเหลือน้อยมากที่จะนำไปใช้ในการสะสมเป็นไขมันไว้ในกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 7 ปริมาณพลังงานรวมและปริมาณโปนตินรวมที่โคได้รับต่อวัน

ปัจจัย	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนหมัก	P-value
----- พลังงานรวมที่ได้รับ (เมกะแคลอรีต่อวัน)-----				
พลังงานจากอาหารหยาบ	14.59±0.42 ^a	17.77±1.85 ^b	16.30±1.07 ^{ab}	0.0184
พลังงานจากอาหารข้น	17.36±0.00	17.36±0.00	17.33±0.07	0.4053
พลังงานรวมที่ได้รับ	31.95±0.42 ^a	35.13±1.85 ^b	33.62±1.00 ^{ab}	0.0177
----- กรัมวัตถุแห้งต่อวัน-----				
โปรตีนจากอาหารหยาบ	177.94±5.12 ^A	268.22±27.87 ^B	277.26±18.25 ^B	0.0001
โปรตีนจากอาหารข้น	527.39±0.00	527.39±0.00	526.47±2.13	0.4053
โปรตีนรวมที่ได้รับ	705.33±5.12 ^A	795.61±27.87 ^B	803.73±16.04 ^B	0.0001

หมายเหตุ ^{A,B} อักษรกำกับที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

^{a, b} อักษรกำกับที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ,ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 ค่าสีของเนื้อ

ผลการศึกษาค่าสีของเนื้อค่า L^* , a^* และ b^* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของเนื้อโคทั้งสามกลุ่ม (ตารางที่ 8) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อสังเกตจาก ค่า b^* ซึ่งถ้ามีค่าเป็นบวกจะแสดงออกไปในทิศของสีเหลืองและมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อ ปริมาณไขมันหุ้มซาก (Page *et al.*, 2001) และพบว่าในกลุ่มโคที่กินข้าวโพดฝักอ่อนหมักมีค่า b^* ไปในทิศทางบวก ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณไขมันทั้งหมดในกล้ามเนื้อสันนอก (ตารางที่ 11) เป็นเนื้อชิ้นส่วนเดียวกันกับเนื้อที่วัดสี พบว่ากลุ่มที่กินข้าวโพดฝักอ่อนหมักมีปริมาณไขมันมากกว่ากลุ่มอื่น แต่อย่างไรก็ตามค่าของ b^* และปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อสันนอก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 8 ผลการใช้หญ้าขนสด ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักต่อลักษณะชากโคเนื้ออินทรีย์

ลักษณะ	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนหมัก	P-value
น้ำหนักชากสด (กก.)	219.50±15.07	238.00±19.10	247.25±25.45	0.2002
เปอร์เซ็นต์ชากสด (%)	51.63±2.02	54.19±2.42	55.03±1.61	0.1002
น้ำหนักชากเย็น (กก.)	215.40±14.93	233.58±18.84	242.85±25.02	0.1987
เปอร์เซ็นต์ชากเย็น (%)	50.66±1.96	53.18±2.37	54.05±1.58	0.0945
ปริมาณอวัยวะภายใน (%)	23.07±0.84 ^a	19.41±2.48 ^b	19.62±1.02 ^b	0.0185
ปริมาณไขมันในช่องท้อง (%)	0.54±0.15	0.67±0.26	0.58±0.26	0.7073
ปริมาณไขมันหุ้มไต (%)	1.25±0.32	1.48±0.46	1.73±0.44	0.3121
ปริมาณไขมันตัดแต่ง (%)	1.45±0.36	1.73±0.59	1.80±0.63	0.6430
หัว (%)	4.51±0.50	4.49±0.33	4.54±0.25	0.9795
หนัง (%)	6.51±0.74	6.61±0.56	6.69±0.29	0.9032
ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก	1.0±0.0	1.2±0.45	1.2±0.45	0.6186
L*	40.32±4.06	39.00±2.64	41.57±2.78	0.5521
a*	15.52±1.69	15.99±1.65	15.67±1.51	0.9166
b*	-0.22±0.97	-0.35±0.68	0.90±1.40	0.2355

หมายเหตุ ^{a, b} อักษรกำกับที่ต่างกัน ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 L* (Lightness) ความสว่างของสีเนื้อ L* = 0 มองเห็นเป็นสีดำ L* = 100 มองเห็นเป็นสีขาว
 a* (redness) ถ้า a* มีค่า + สีไปในทิศทางของสีแดง ถ้า a* มีค่า - สีไปในทิศทางของสีเขียว
 b* (yellowness) ถ้า b* มีค่า + สีไปในทิศทางของสีเหลือง ถ้า b* มีค่า - สีไปในทิศทางของสีน้ำเงิน

3. ผลการศึกษาปริมาณกรดไขมันและคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อโค

3.1 ปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อโค

ผลิตภัณฑ์จากสัตว์เคี้ยวเอื้องเป็นแหล่งของกรดไขมันอิ่มตัว (SFA) ที่สำคัญที่มนุษย์ได้รับจากอาหาร (Demeyer and Doreau, 1999) ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวที่ได้รับมักก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพ (ธีราภรณ์ 2553 อ้างถึง Kromhout *et al.*, 2002) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและหญ้าขนสดเป็นอาหารหยาบมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA) และอัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนและกรดไขมันอิ่มตัว (PUFA:SFA) สูงกว่าเนื้อโคขุนในระบบทั่วไป (ตารางภาคผนวกที่ ข3) เนื่องจากกลุ่มต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและหญ้าขนสดนั้น มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว (SFA) ต่ำกว่ากลุ่มเนื้อโคขุนในระบบทั่วไปทำให้ PUFA เพิ่มสูงขึ้นและทำให้ PUFA:SFA เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

เมื่อเปรียบเทียบโคเนื้อในระบบอินทรีย์กับโคเนื้อขุนในระบบทั่วไปพบว่า C18: 2 *n-6 cis* ในเนื้อโคอินทรีย์ทุกกลุ่มมากกว่าเนื้อโคขุนในระบบทั่วไป ($P < 0.01$) และปริมาณกรดไขมัน CLA ในเนื้อสันนอกของเนื้อโคอินทรีย์ทุกกลุ่มมากกว่าเนื้อโคขุนในระบบทั่วไป ($P > 0.05$) ขณะที่ปริมาณกรดไขมัน CLA ในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะบักไหล่ที่เลี้ยงในระบบอินทรีย์มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับรายงานผลการศึกษาของ ธีราภรณ์ (2553) ที่ใช้ใบกระถินทดแทนอาหารข้นในการเลี้ยงโคขุนระบบอินทรีย์ในระดับ 0, 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบกรดไขมัน CLA ในเนื้อสันนอก 0.48 ± 0.01 , 0.63 ± 0.02 และ 0.80 ± 0.01 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณกรดไขมัน CLA ในกล้ามเนื้อสันนอกมีปริมาณสูงกว่ากล้ามเนื้อสะบักไหล่ซึ่งแตกต่างกับรายงานของธีราภรณ์ ที่ในเนื้อสะบักไหล่มีปริมาณของกรดไขมัน CLA มากกว่าเนื้อสันนอก (ตารางที่ 9 และ 10) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบตามปริมาณไขมันทั้งหมด (ตารางภาคผนวกที่ ข5) พบว่าปริมาณไขมันทั้งหมดในเนื้อ 100 กรัม ของกลุ่มโคอินทรีย์น้อยกว่ากลุ่มโคขุน TMR (เลี้ยงโดยใช้อาหาร TMR โปรตีนประมาณ 10.63 ร่วมกับการเสริมด้วยกระถินหมัก) โดยเฉพาะกลุ่มที่ได้รับหญ้าขนสด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอาหารที่โภชนะสูงทำให้มีการสะสมปริมาณไขมันในเนื้อมากกว่าแต่ไม่ทำให้ปริมาณกรดไขมัน CLA และกรดไขมัน PUFA ในเนื้อสันนอกเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 9 ปริมาณกรดไขมันและกรดไขมัน CLA ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคเนื้ออินทรีย์

Fatty acid**	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด	ต้นข้าวโพด	P-value
		ฝักอ่อนสด	ฝักอ่อนหมัก	
Total SFA	49.24±2.39 ^a	48.42±1.54 ^a	53.33±1.73 ^b	0.0419
Total MUFA	42.64±1.61	43.63±2.04	41.40±2.16	0.4261
Total PUFA	7.49±1.21	7.30±3.41	4.57±1.21	0.2679
PUFA:SFA	0.15±0.03	0.15±0.08	0.09±0.02	0.2817
C18: 2 <i>n-6 cis</i>	6.86±1.14	6.16±2.33	4.13±0.94	0.1730
C18: 3 <i>n-3</i>	0.63±0.12	1.13±1.11	0.44±0.29	0.4683
<i>n-6 : n-3</i>	11.04±1.69	7.82±3.90	12.33±7.68	0.5641
CLA	0.63±0.55	0.64±0.18	0.70±0.05	0.9706

หมายเหตุ ^{a, b}อักษรกำกับที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ,ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** Fatty acid, % of total fatty acids

3.2 ปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อโค

จากการศึกษาพบว่าโคเนื้ออินทรีย์ทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอก ($P > 0.05$) และนอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโคอินทรีย์กับโคขุน TMR แล้วพบว่าปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อโคอินทรีย์มีปริมาณน้อยกว่าโคขุน TMR (ตารางภาคผนวกที่ ข4) เนื่องจากในเนื้อโคอินทรีย์มีปริมาณ PUFA มากซึ่งมีคุณสมบัติในการเคลื่อนที่ได้ดีในตัวกลางระหว่างชั้นฟอสโฟลิปิดไบเลเยอร์ (Phospholipid bilayer) ของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มีความยืดหยุ่น และสลายให้พลังงานได้เร็ว นอกจากนี้ยังสามารถกระตุ้นกรดน้ำดี และเพิ่มประสิทธิภาพของ LDL receptor ทำให้คอเลสเตอรอลเข้าเซลล์ได้ดีเป็นการลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด (นัยนา, 2546) และในกล้ามเนื้อสะบักไหล่พบว่ามีปริมาณคอเลสเตอรอล

มากกว่ากล้ามเนื้อสันนอกซึ่งแตกต่างจากรายงานของธีราภรณ์ (2553) ซึ่งกล้ามเนื้อสันนอกมีปริมาณคอเลสเตอรอลมากกว่ากล้ามเนื้อสะบักไหล่

ตารางที่ 10 ปริมาณกรดไขมันและกรดไขมัน CLA ในกล้ามเนื้อสะบักไหล่ของโคเนื้ออินทรีย์

Fatty acid**	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนหมัก	P-value
Total SFA	52.65±3.21	48.87±1.23	49.09±2.75	0.2037
Total MUFA	41.19±3.77	46.36±2.85	46.15±1.33	0.1141
Total PUFA	6.01±0.68	4.75±1.64	4.56±1.80	0.4674
PUFA:SFA	0.11±0.01	0.10±0.03	0.09±0.04	0.7454
C18: 2 <i>n-6 cis</i>	5.55±0.62	4.49±1.87	4.08±1.83	0.5290
C18: 3 <i>n-3</i>	0.46±0.06	0.26±0.24	0.48±0.05	0.2052
<i>n-6 : n-3</i>	12.00±0.30	5.88±5.34	8.73±4.26	0.2430
CLA	0.14±0.19	0.01±0.02	0.20±0.25	0.4691

หมายเหตุ ** Fatty acid, % of total fatty acids

ตารางที่ 11 ปริมาณไขมันทั้งหมดในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะบักไหล่ของโคเนื้ออินทรีย์

ตำแหน่งกล้ามเนื้อ	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนหมัก	P-value
	-----กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม-----			
เนื้อสันนอก	6.59±2.92	9.33±4.59	9.71±9.02	0.4711
เนื้อสะบักไหล่	7.24±3.73	6.70±3.89	7.16±3.07	0.9808

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 12 ปริมาณคอเลสเทอรอลในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะบักไหล่ของโคเนื้ออินทรี

ตำแหน่งกล้ามเนื้อ	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด		P-value
		ฝักอ่อนสด	ฝักอ่อนหมัก	
-----มิลลิกรัมต่อเนื้อ 100 กรัม-----				
เนื้อสันนอก	28.47±10.77	34.00±4.74	26.25±2.32	0.4237
เนื้อสะบักไหล่	51.85±14.10	46.83±2.51	47.69±10.29	0.8174

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ต้นทุนที่สูงที่สุดคือต้นทุนค่าพันธุ์โค ซึ่งเป็นโคที่มาจากการปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าอินทรีตั้งแต่อายุได้ 1-2 ปี ซึ่งคำนวณน้ำหนักโคก่อนที่จะเข้าการขุนระยะสุดท้ายมาคำนวณกับราคาโคของตลาดกลางโคเนื้อกำแพงแสน ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2553 ซึ่งราคาพันธุ์โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนอยู่ที่ราคา 60 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้มีต้นทุนค่าพันธุ์โคที่สูง ซึ่งมีราคาเฉลี่ยของทุกกลุ่มประมาณ 18,400-18,900 บาทต่อตัว (ตารางที่ 13) ในการทดลองนี้ได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหาร โดยคำนวณจากปริมาณการกินได้ของโคในแต่ละกลุ่มตลอดการทดลอง โดยใช้หญ้าขนตัดสดรวมค่าขนส่งกิโลกรัมละ 0.35 บาท และข้าวโพดฝักอ่อนสับทั้งสดและหมักจากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนของสถาบันสุวรรณวาทศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ราคา กิโลกรัมละ 1.20 บาท ดังนั้นต้นทุนค่าอาหารหยาบของกลุ่มที่กินข้าวโพดฝักอ่อนจึงมีต้นทุนสูงกว่ากลุ่มที่กินหญ้าขนสดประมาณ 4-5 เท่า แต่อย่างไรก็ตามผลกำไรจากการขุนโคในระยะสุดท้าย ในโคกลุ่มที่กินหญ้าขนสด ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักมีกำไรเท่ากับ 2,809.64, 3,759.28 และ 4,431.38 ต่อตัวตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่กินหญ้าขนสดและกลุ่มที่กินข้าวโพดฝักอ่อนทั้งสองกลุ่ม แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่กินข้าวโพดฝักอ่อนมีกำไรที่สูงกว่ากลุ่มที่กินหญ้าขนสดประมาณ 1,000 -1,500 บาทต่อตัว ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในกลุ่มที่กินหญ้าขนสดต่ำกว่ากลุ่มที่กินข้าวโพดฝักอ่อน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 13 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคเนื้ออินทรีย์

อาหาร	ราคา (บาท/กก.)	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนหมัก
<u>ต้นทุนค่าอาหาร</u>		----- (บาท/ตัว)-----		
ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	1.20	0	2,294.67	2,406.00
หญ้าขนสด	0.35	441.41	0	0
อาหารอื่น	12.2	5,929.20	5,843.80	5,833.13
ค่าอาหารรวม		6,370.61	8,138.47	8,239.13
ค่าโคเริ่มต้น*	60.00	18,825.00	18,480.00	18,900.00
ราคาขายซากโค**	130.00	28,005.25	30,377.75	31,570.50
กำไร		2,809.64	3,759.28	4,431.38

หมายเหตุ * ต้นทุนค่าโคเริ่มต้นคำนวณจากน้ำหนักโคก่อนเข้าการทดลอง (การขุนระยะสุดท้าย)

** ราคาขายซากโคให้กับสหกรณ์โคเนื้อ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม ปี พ.ศ. 2553

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

สมรรถภาพการผลิต

การศึกษาการเลี้ยงโคเนื้ออินทรีย์โดยใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดหรือต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารหยาบนั้น ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าการใช้หญ้าขนสด นอกจากนี้ยังไม่ส่งผลต่อการกินได้ทั้งต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดและหมัก แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรสามารถใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนฝักอ่อนอินทรีย์มาใช้เลี้ยงโคได้ ไม่ว่าจะในสภาพสดหรือหมัก

ลักษณะซาก

การศึกษาลักษณะซากของโคเนื้ออินทรีย์พบว่าเปอร์เซ็นต์ซากในกลุ่มที่กินต้นข้าวโพดฝักอ่อนทั้งสดและหมักมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่กินหญ้าขนสด ในขณะที่กลุ่มที่กินหญ้าขนสดมีน้ำหนักของอวัยวะภายในสูงกว่ากลุ่มที่กินต้นข้าวโพดฝักอ่อนทั้งสองกลุ่ม ($P>0.05$)

ปริมาณกรดไขมันและคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อสันนอกของเนื้อโคอินทรีย์ทุกกลุ่มมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (PUFA) และ PUFA: SFA สูงกว่าเนื้อโคขุนที่เลี้ยงในระบบทั่วไป ในขณะที่สัดส่วนของ C18: 2 *n-6 cis*, *n-6: n-3* และปริมาณกรดไขมัน CLA ในเนื้อโคอินทรีย์ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$)

ปริมาณกรดไขมันในเนื้อสะบักไหล่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมัน CLA กับเนื้อสันนอกแล้วเนื้อสันนอกมีปริมาณกรดไขมัน CLA มากกว่าเนื้อสะบักไหล่

ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อโคอินทรีย์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอกของเนื้อโคอินทรีย์ทุกกลุ่มมีปริมาณ

คอเลสเตอรอลน้อยกว่าเนื้อโคขุนในระบบทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสะบักไหล่แล้ว เนื้อสะบักไหล่มีปริมาณคอเลสเตอรอลน้อยกว่าเนื้อสันนอก

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ในการเลี้ยงโคเนื้ออินทรีย์ส่งผลที่ดีต่ออัตราการเจริญเติบโต และให้ผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคเนื้ออินทรีย์หรือมีกำไรสูงกว่าการเลี้ยงโคเนื้ออินทรีย์ที่ใช้หญ้าขนสดอยู่ระหว่าง 1,000 – 1,500 บาทต่อตัว ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าการใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนไม่ว่าจะในรูปแบบสดหรือหมักสามารถช่วยเพิ่มรายได้จากการเลี้ยงโคเนื้ออินทรีย์

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดในการทดลองต้องกำหนดระยะเวลาการตัดให้ดี เพราะการตัดต้นข้าวโพดฝักอ่อนนั้นจะต้องตัดยกแปลงเพื่อที่จะนำแปลงนั้นไปใช้ในการเพาะปลูกในรุ่นถัดไป หากปล่อยข้าวโพดฝักอ่อนยืนต้นในแปลงจะทำให้ผู้ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเสียโอกาสในการใช้แปลงปลูกอย่างคุ้มค่า นอกจากนี้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่ยืนต้นรอตัดในแปลงจะสูญเสียความชื้นไปอาจจะส่งผลต่อปริมาณโภชนะและความน่ากินของต้นข้าวโพดฝักอ่อนไปได้ อย่างไรก็ตามการนำไปใช้จริงเกษตรกรสามารถใช้ข้าวโพดฝักอ่อนหมักทดแทนเพื่อลดปัญหาเหล่านี้ไปได้

2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมัน CLA ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) ควรเพิ่มความเข้มข้นของตัวอย่างที่ฉีดเข้าไปในเครื่อง เพราะหากใช้ความเข้มข้นต่ำจะทำให้พีคของกราฟต่ำส่งผลให้การคำนวณเป็นไปได้ยาก

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2534. เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่องการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิต
ข้าวโพดฝักอ่อน. (อัครสำเนา)

กองโภชนาการ. 2543. ข้อปฏิบัติการกินอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีของคนไทย. กองโภชนาการ กรม
อนามัย กระทรวงสาธารณสุข. โรงพิมพ์ รสพ., กรุงเทพฯ.

กองโภชนาการ. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางด้านโภชนาการของอาหารไทย. กองโภชนาการ กรม
อนามัย กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ

กองโภชนาการ. 2550. กรดไขมันและคอเลสเตอรอลในอาหารไทย. กองโภชนาการ กรมอนามัย
กระทรวงสาธารณสุข, โรงพิมพ์ รสพ., กรุงเทพฯ.

จินตนา อินทรมงคล. 2552. **Natural Meat vs Organic Meat**. แหล่งที่มา: [http://www.dld.go.th/
organic/knowledge/NaturalMeatVS_OrganicMeat.pdf](http://www.dld.go.th/organic/knowledge/NaturalMeatVS_OrganicMeat.pdf), 27 กรกฎาคม 2553.

จิระชัย กาญจนพฤทธิพงษ์. 2549. การจัดการฝูงโคนม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. **คุณภาพเนื้อโคภายใต้ระบบการผลิตและ
การตลาดของประเทศไทย**. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

จूरรัตน์ สัจจิตานนท์, ชะอ้อน สมเขาใหญ่, พูนศรี ศุภระรุจิ และชาญชัย มณีคุณย์. 2529. การศึกษา
ระยะปลูก และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตของหญ้าเนเปียร์. รายงานผลงานวิจัย
สาขาผลิตปศุสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2529. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ชัยณรงค์ กันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์**. พิมพ์ครั้งที่ 1 ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

ทิพย์ เลขะกุล. 2532. เมื่อคิดจะปลูกข้าวโพดฝักอ่อนควรทำอย่างไร. ใน การสัมมนาแนวทางการพัฒนาการผลิตการตลาดข้าวโพดฝักสดของประเทศไทย. กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2533. แนวทางพัฒนาข้าวโพด ฝักอ่อน. (อัครสำเนา)

ธีรารักษ์ ปัญญาบุญ. 2553. ผลของการเสริมกระดินต่อสมรรถภาพการผลิตโคขุน องค์ประกอบเมแทบอลิซึมของเลือดและปริมาณ Conjugated Linoleic Acid. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นัยนา บุญทิววัฒน์. 2546. ชีวเคมีทางโภชนาการ. ชิกม่าดีไซน์กราฟฟิก จำกัด, กรุงเทพ.

ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ และเถลิงศักดิ์ โนนทวงศ์. 2531. ผลผลิตของหญ้าพืชอาหารสัตว์ในท้องที่จังหวัดเพชรบุรี. รายงานประจำปี 2531 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงและสหกรณ์.

มัทนา ไอศหงส์. 2551. คู่มือการตัดแต่งเนื้อโคแบบโพนยางคำ. Amarin printing and publishing public company limited, กรุงเทพฯ.

รังสฤษฎ์ อรรถนวิริยวุฒิ. 2546. การวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนและความเสี่ยงของการผลิตข้าวโพดหวาน ภายใต้ระบบสัญญาข้อตกลงกรณีศึกษา จังหวัดกาญจนบุรี ปีการเพาะปลูก 2544/2545. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เรณู เทพประการ. 2542. การศึกษาการประเมินราคาใบกระดินยักษ์สด. สถาบันราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เรณู เทพประการ, สมคิด พรหมมา และกัลยา ธรรมพงษา. 2545. การพัฒนาอาหารข้นพื้นบ้านโดยนำใบกระดินยักษ์มาหมักเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์โคนมของเกษตรกร. สถาบันราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วิรัช สุขสรานู, ชิต ยุทธวรวิทย์ และพูนศรี ศุภระรุจิ. 2540. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2539. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงและสหกรณ์.

วรินทร์ดา ลำจวน. 2541. ผลของฤดูการและแหล่งของเบต้าแคโรทีนที่มีต่อความเข้มข้นของเบต้าแคโรทีนในพลาสมาของโคนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วารุณี ปรีรัมย์โนช. 2532. "การผลิตและรักษาคุณภาพข้าวโพดอ่อน" การสัมมนาแนวทางการพัฒนาการผลิตข้าวโพดฝักสดของประเทศไทย. กรมส่งเสริมการเกษตร.

สายันท์ ทัดศรี. 2530. พืชอาหารสัตว์ และหลักการทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์. บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ : 445 หน้า

สัญญาชัย จตุรสิทธา. 2547. การจัดการเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุรพล เข้าน้อง. 2536. อัตราและเวลาใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและอัตราปลูกที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวานบนดินชุดป่าช่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. **ปศุสัตว์อินทรีย์**. มกอช.9000-2548เล่ม 2. แหล่งที่มา: http://www.acfs.go.th/standard/download/organic_agriculture_part_2.pdf, 27 กรกฎาคม 2553.

สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. 2008. **มาตรฐานโคเนื้ออินทรีย์ มกท**. แหล่งที่มา: http://www.actorganic-cert.or.th/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=37&Itemid=70&lang=th, 27 กรกฎาคม 2553.

อาณัติ จันทร์ธีระติกุล. 2550. การเพิ่มกรดไขมันโอเมก้าสามและกรดคอนจูเกตเตตลิโนเลอิกในเนื้อโค. *ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มมส.* 26(1):88-97.

Aharoni, Y., A. Orlov, and A. Brosh. 2004. Effects of high-forage content and oilseed supplementation of fattening diets on conjugated linoleic acid (cla) and trans fatty acids profiles of beef lipid fractions. **Animal Feed Science and Technology.** 117: 43-60.

Alfaia, C. P. M., S. P. Alves, S. I. V. Martins, A. S. H. Costa, Cmgga Fontes, J. P. C. Lemos, R. J. B. Bessa, and J. A. M. Prates. 2009. Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. **Food Chemistry.** 114: 939-946.

AOAC. 1990. **Officail Methods of Analysis of Association of Officail Analytical Chemists.** 5th ed. Association of Officail Analysis Chemists, Inc., Virginia.

Bauman, D.E., Baumgard, L.H., Corl, B.A., Griinari, J.M. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proc. Am. Soc. Anim. Sci.** E30: 1-15.

Bessa, R.J., J. Santos-Silva, J.M. Ribeiro and A.V. Portugal, 2000. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livest. Prod. Sci.** 63: 201-211.

Boggs, D.L. and Merkel, R.A. 1981. **Live Animal Carcass Evaluation and Selection Manual.** Michigan State University, USA.

Calder, P.C. 2004. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease evidence explained and mechanisms explored. **Clin Sci.** 107:1-11.

- Chizzolini R, Zanardi E, Dorigoni V, Ghidini S. 1999. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. **Trends Food Sci Tech.** 10:119-28.
- Dance, L.J.E., K. R. Matthews, and O. Doran. 2009. Effect of breed on fatty acid composition and stearoyl-coa desaturase protein expression in the semimembranosus muscle and subcutaneous adipose tissue of cattle. **Livest Sci.** 125: 291-297.
- Dannenberger, D., Nuernberg, G., Scollan, N., Schabbel, W., Steinhart H. and Ender K. 2004. Effect of diet on the deposition of n-3 fatty acids, conjugated linoleic and C18:1 trans fatty acid isomers in muscle lipids of German Holstein bulls. **J. Agric Food Chem.** 52: 6607-15.
- De la Torre, A., Debiton, E., Juaneda, P., Durand, D., Micol, D., Peyron, A. and Scislowski V. 2006. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. **Meat Sci.** 73:258-68.
- Demeyer, D. and M. Doreau. 1999. Targets and procedures for altering ruminant milk and meat lipids. **Proc. Nutr. Soc.** 58:593-607
- Dhiman, T.R., Zaman, S., Olson, K.C., Bingham, H.R., Ure A.L., and Pariza, M.W. 2005. Influence of feeding soybean oil on conjugated linoleic acid content in beef. **J. Agric. Food Chem.** 53:684-689.
- French, P.C., Stanton, C., Lawless, F., O'Riordan, G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrated-based diets. **J. Anim Sci.** 78: 849-55.
- Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animals tissues. **J. Biol. Chem.** 226, 497-509

Gaullier, J.G., H. Johan, H. Kjeti, K. Knut, F. Hans, V. Hogne and O. Gudmundsen. 2002.

Human nutrition and metabolism: supplementation with conjugated linoleic acid for 24 months is well tolerated by reduce body fat mass in healthy overweight humans. **J. Nutr.** 135: 778-784

Higgs, J.D. 2000. The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality.

Trends Food Sci Tech. 11:85-9.

Ip, C., M. Singh and H.J. Thompson. 1994. Conjugated linoleic acid suppresses mammary

carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. **Cancer Res.** 54: 1212-1215.

Kepler, C. R. and S. B. Tove. 1967. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids: III. Purification

and properties of a linoleate delta-12-*cis*, delta-11-*trans*-isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. **J. Biol. Chem.** 242: 5686-5692

Kramer, G., P. W. Parodi, R. G. Jensen, M. M. Mossoba, M. P. Yurawecz and R.O. Addlof. 1998.

Ruminic acid: A proposal common name for major conjugate linoleic acid isomer found in natural products. **Lipids.** 33: 853 855.

Kritchevsky, D. 2000. Antimutagenic and some other effect of conjugated linoleic acid. **Br. J.**

Nutr. 83: 459-465

Kromhout, D., A. Menotti, H. Kesteloot and S. Sans. 2002. Prevention of coronary heart disease

by diet and lifestyle, evidence from prospective cross-cultural, cohort and intervention studies. **Circulation.** 105: 893-898

Leaf, A., Xiao, Y.F., Kang, J.X. and Billiam, G.E. 2003. Prevention of sudden cardiac death by n-

3 polyunsaturated fatty acids. **Pharmacol Ther.** 98:355-77.

- Lee, K.N., D. Kritchevsky and M.W. Pariza. 1990. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. **Atherosclerosis** 108: 19-25.
- Lock, A.L., Horne C.A.M., Baumann, D. and Salter, A.M. 2005. Butter naturally enriched in conjugated linoleic acid and vaccenic acid alters tissue fatty acids and improves the plasma lipoprotein profile in cholesterol-fed hamsters. **J. Nutr.** 135:1934-9.
- Lorenzen, C.L. 2007. Conjugated linoleic acid content of beef differs by feeding regime and muscle. **Meat Sci.** 75: 159-167.
- Moreno, T., M. G. Keane, F. Noci and A. P. Moloney. 2008. Fatty acid composition of m. *Longissimus dorsi* from holstein-friesian steers of new zealand and european/american descent and from belgian blue × holstein-friesian steers, slaughtered at two weights/ages. **Meat Sci.** 78: 157-169.
- Noci, F., F. J. Monahan, P. French and A. P. Moloney. 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. **J. Anim. Sci.** 83: 1167-117.
- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J. and Scollan, N. 2005. Effect of grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livest Prod Sci.** 94:137-47.
- Page, J.K., D.M. Wulf and T.R. Schwotzer. 2001. A Survey of Beef Muscle Color and pH. **J. Anim. Sci.** 73: 678-687.
- Pariza, M. W., Ha, Y. and Grimm, N. 1987. Anticarcinogens from fried ground beef heat altered derivatives of linoleic acid. **Carcinogenesis.** 8: 1881-1887.

- Razminowicz, R.H., Kreuzer, M. and Scheeder, M.R.L. 2006. Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. **Meat Sci.** 73:351-61.
- Realini, C.E., S.K. Duckett, G.W. Brito, M. Dalla Rizza and D. De Mattos. 2004. Effect of pasture vs. Concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of uruguayan beef. **Meat Sci.** 66: 567-577
- Ritzenthaler, K.L., McGuire, M.K., Falen, R., Schultz, T.D., Dasgupta, N. and McGuire M.A. 2001. Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. **J. Nutr.** 131: 1548-54.
- Schmid, A., Collomb, R., Sieber, R., and Bee, G. 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. **Meat Sci.** 72: 29-41.
- Scollan N, Hocquette JF, Nuernberg K, Dannenberger D, Richardson I, Moloney, A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Sci.** 74: 17-33.
- Vaille, K., Férézou, J., Amsler, G., Quignard-Boulangé, A., Parquet, M. and Grippo, D. 2005. A cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid rich oil reduce the outcome of atherogenic process in hyperlipidemic hamster. **Am J. Physiol Heart Circ Physiol.** 289:652-9.
- Van Soest, P., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. dairy Sci.** 74: 3583-3597.

- Varga, G.A., H.M. Dann and V.A. Isher. 1998. The use of fiber concentrations for ration formulation. **J. Dairy Sci.** 81: 3063-3074.
- Wahle, K.W.J., S.D. Heys, and D. Rotondo. 2004. Conjugated linoleic acids: Are they beneficial or detrimental to health?. **Progress in Lipid Research** 43: 553-587
- Warren, H.E. 2008. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. **Meat Sci.** 78: 256-269.
- WHO. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. **WHO technical report series 916**. Geneva.
- Will, R.B.H. and H. Greenfield. 1984. **Laboratory Instruction Manual for Composition Studies**. Department of Food Science and Technology, The University of New South Wales.
- Williams, C.M. and Burdge, G. 2006. Long-chain n-3 PUFA: plant V. marine sources. **Proceedings of the Nutrition Society.** 65:42-50.
- Yang, A., M.C. Lanari, M. Brewster, and R.K. Tume. 2002. Lipid stability and meat colour of beef from pasture and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. **Meat Sci.** 60:40-50.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ : ปศุสัตว์อินทรีย์ (มกอช., 2554)

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ : ปศุสัตว์อินทรีย์ (มกช.9000-2554)

1. หลักการของปศุสัตว์อินทรีย์

การผลิตปศุสัตว์อินทรีย์ ต้องเป็นไปตามหลักการดังนี้

1.1 ต้องอยู่บนพื้นฐานการจัดการให้มีความสัมพันธ์ที่ดีเกื้อกูลกันระหว่างผืนดิน พืช สัตว์ และให้ความสำคัญกับความต้องการทางสรีระของร่างกาย และพฤติกรรมของสัตว์ และจัดให้มีอาหารสัตว์อินทรีย์ที่มีคุณภาพอย่างเพียงพอ

1.2 ปศุสัตว์เป็นกิจกรรมหนึ่งที่สัมพันธ์กับผืนดิน สัตว์กินพืชต้องมีแปลงหญ้าทะเล็ม และปศุสัตว์อื่นต้องมีพื้นที่กลางแจ้งสำหรับออกกำลังกาย โดยอาจมีข่อยกเว้นได้ในกรณีจำเป็น เช่น ระยะเวลาท้องแก่ หรือระยะแรกเกิด สภาพอากาศไม่อำนวย หรือท้องถิ่นมีการจำกัดการปล่อยทะเล็ม ทั้งนี้ต่อคำนึงถึงสวัสดิภาพของปศุสัตว์ด้วย

1.3 ต้องรักษาระบบนิเวศท้องถิ่นและความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่การผลิต เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับพืชและที่อาศัยของแมลง และสัตว์ประจำถิ่นนั้น เช่น ป่า พุ่มไม้ แนวรั้วธรรมชาติ และหนองน้ำ

1.4 จำนวนปศุสัตว์ต้องพอเหมาะกับพื้นที่ โดยคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากพืชในฟาร์ม การจัดการธาตุอาหารที่สมดุล รักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ป้องกันการทำลายหน้าดิน ป้องกันการก่อกมลพิษต่อแหล่งน้ำ เช่น การหมุนเวียนใช้พื้นที่ ป้องกันการทะเล็มที่มากเกินไป และการกระจายมูลสัตว์อย่างเหมาะสม

1.5 การจัดการกับปศุสัตว์ ให้มุ่งเน้นการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ รักษาสุขภาพสัตว์ ป้องกันโรค หลีกเลี่ยงการใช้ยาเคมี ดูแลสวัสดิภาพของสัตว์ และการลดความเครียด รวมทั้งหลีกเลี่ยงการใช้ผลพลอยได้จากสัตว์เป็นอาหารสัตว์

1.6 การเลี้ยงปลุสัตว์หลายชนิดในพื้นที่เดียวกัน ให้เป็นไปตามมาตรฐานฉบับนี้ หากมีสัตว์ที่ไม่ได้เลี้ยงตามมาตรฐานนี้ในพื้นที่เดียวกัน ผู้ผลิตต้องจัดการแยกกระบวนการผลิตที่ชัดเจน ป้องกันการปนเปื้อนหรือปะปนที่ทำให้สูญเสียความเป็นอินทรีย์

1.7 การผลิตแบบคู่ขนาน ผู้ผลิตต้องแยกกระบวนการผลิตอย่างชัดเจน ป้องกันการปนเปื้อนหรือปะปนที่ทำให้สูญเสียความเป็นอินทรีย์

1.8 การจัดการในการผลิตสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ผลิตและผู้บริโภค (มกษ. 9000 เล่ม 2-2554)

2 ข้อกำหนดวิธีการผลิตปลุสัตว์อินทรีย์

2.1 แหล่งที่มาของสัตว์

2.1.1 การเลือกใช้นิต พันธุ์ สายพันธุ์ปลุสัตว์ และเทคนิคการขยายพันธุ์ปลุสัตว์ ให้เป็นไปตามหลักการของเกษตรอินทรีย์ ดังนี้

- (1) ความสามารถในการปรับตัวของสัตว์ในสภาพแวดล้อมการผลิต
- (2) ความสามารถในการต้านทานโรค โดยการเลือกชนิด พันธุ์ สายพันธุ์ปลุสัตว์ ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ทนทานต่อโรค

2.1.2 สัตว์ที่ใช้สำหรับการผลิตปลุสัตว์อินทรีย์ต้องมีลักษณะดังนี้

- (1) เกิดในฟาร์มที่มีการจัดการตามระบบเกษตรอินทรีย์
- (2) เกิดจากพ่อแม่พันธุ์ที่มีการจัดการตามระบบเกษตรอินทรีย์
- (3) สัตว์ต้องถูกเลี้ยงในระบบอินทรีย์ตลอดช่วงชีวิตของสัตว์
- (4) ไม่เปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงสัตว์ไปมาระหว่างการเลี้ยงระบบอินทรีย์และระบบที่ไม่ใช่อินทรีย์

2.1.3 หากจัดหาสัตว์ที่มีลักษณะตามข้อ 2.1.2 ไม่ได้ ให้ใช้สัตว์จากฟาร์มปศุสัตว์ทั่วไปได้ โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยรับรองก่อนในกรณีต่อไปนี้

(1) เพื่อขยายการผลิต หรือมีการเปลี่ยนแปลงการใช้พันธุ์สัตว์ในการผลิตที่ตอบสนองความต้องการของตลาด หรือเป็นสัตว์สายพันธุ์ใหม่ที่มีการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาด้วยวิธีธรรมชาติ

(2) เพื่อสร้างฝูงสัตว์ใหม่ ในกรณีที่มีอัตราการตายในฝูงสูงมาก

(3) เพื่อนำสัตว์เพศผู้มาใช้เป็นพ่อพันธุ์

(4) หากไม่มีการผลิตพันธุ์สัตว์จากระบบปศุสัตว์อินทรีย์เป็นการค้ามาก่อนในพื้นที่นั้น ให้ใช้สัตว์จากฟาร์มที่ไม่ได้จัดการตามระบบเกษตรอินทรีย์ได้ โดยสัตว์ที่นำเข้าฟาร์มควรมีอายุน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เช่น หลังหย่านม หรือตั้งแต่ออกจากไข่ไม่เกิน 3 วัน โดยผู้ผลิตต้องแสดงแผนระยะเวลาในการหาพันธุ์สัตว์จากระบบปศุสัตว์อินทรีย์มาใช้ในการผลิต

2.1.4 ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ของสัตว์ตามข้อ 4.1.3 จะรับรองเป็นปศุสัตว์อินทรีย์ได้ ต้องมีระยะการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตตาม ตารางผนวกที่ ก1

2.2 การปรับเปลี่ยนระบบการผลิตให้เป็นระบบปศุสัตว์อินทรีย์

2.2.1 การจัดการพื้นที่เพื่อใช้เลี้ยงปศุสัตว์อินทรีย์ ทั้งการปลูกพืชและพืชอาหารสัตว์ ต้องมีระยะปรับเปลี่ยน สำหรับพืชล้มลุก 12 เดือน และพืชยืนต้น 18 เดือน และดำเนินการตามที่กำหนดใน มกษ. 9000 เล่ม 1

2.2.2 ฟาร์มหรือพื้นที่การผลิตใดๆ ที่ได้รับการรับรองเป็นเกษตรอินทรีย์ เมื่อมีการนำสัตว์จากฟาร์มที่ไม่ได้รับการรับรองปศุสัตว์อินทรีย์มาใช้เพื่อการผลิต ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่จะวางขายเป็นสินค้าปศุสัตว์อินทรีย์ได้ จะต้องมีระยะการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตตามตารางผนวกที่ ก1 ในกรณีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ควรนำเข้าสู่สัตว์ทันทีหลังหย่านม ในกรณีสัตว์ปีกตั้งแต่ออกจากไข่หรืออายุไม่เกิน 3 วัน

2.2.3 หากพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์และสัตว์เข้าสู่ระยะการปรับเปลี่ยนพร้อมกัน เมื่อพื้นที่ได้รับการรับรองแล้วผลผลิตปศุสัตว์จะต้องผ่านระยะเวลาตามตารางที่ 1 จึงจะสามารถรับรองเป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์ได้

2.2.4 หน่วยรับรองระบบการผลิตปศุสัตว์อินทรีย์ สามารถปรับลดระยะการปรับเปลี่ยนและกำหนดวิธีการที่แตกต่างจากที่ระบุในมาตรฐานนี้ได้ ในกรณีต่อไปนี้

(1) แปลงหญ้าหรือพื้นที่ออกก้างสำหรับสัตว์อื่นที่ไม่ใช่สัตว์กินพืช ให้ลดระยะการปรับเปลี่ยนตามข้อ 2.2.1 ลงได้

(2) โค กระบือ ม้า แพะ แกะ จากระบบการเลี้ยงแบบปล่อยแปลง หรือ โคนม ในช่วงเริ่มการปรับเปลี่ยนระยะปรับเปลี่ยนลดลงได้ตามประวัติการใช้พื้นที่

2.3 อาหารสัตว์

2.3.1 อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ ต้องคำนึงถึงคุณภาพอาหารสัตว์ และควรใช้วัตถุดิบที่ผลิตจากฟาร์มตนเองมากที่สุด หรืออาจใช้วัตถุดิบจากพื้นที่อื่นๆ ได้ โดยวัตถุดิบนั้นต้องมีกระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับข้อกำหนดของเกษตรอินทรีย์ หรือเป็นวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งมาจากพื้นที่ที่ไม่เคยใช้ทำการเกษตรหรือไม่เคยใช้สารเคมีที่ห้ามใช้อย่างน้อย 3 ปี โดยผู้ผลิตต้องแสดงหลักฐานประกอบการพิจารณาต่อหน่วยรับรอง

2.3.2 ในระยะเริ่มดำเนินการปรับเปลี่ยน อาหารสัตว์ที่ใช้ต้องมีวัตถุดิบที่ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบแห้ง (dry matter) สำหรับสูตร

อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง และ 65 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบแห้งสำหรับสูตรอาหารสัตว์กระเพาะเดียว สำหรับอาหารที่ไม่ได้มาจากระบบเกษตรอินทรีย์ ต้องเป็นวัตถุดิบจากพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุตามธรรมชาติ

ตารางผนวกที่ ก1 ระยะการปรับเปลี่ยนเป็นปลุสตัดว์อินทรีย์ ตามชนิดสัตว์ (ข้อ 2.1.4 และ ข้อ 2.2.2)

ชนิดสัตว์	ระยะเวลาในการปรับเปลี่ยน
โค กระบือ	
- สำหรับการผลิตเนื้อ	- 12 เดือน และอย่างน้อย 3/4 ของช่วงชีวิตต้องถูกเลี้ยงอยู่ในระบบปลุสตัดว์อินทรีย์
- สำหรับการผลิตเนื้อลูกโค	- 6 เดือน ควรนำเข้าลูกโคทันทีหลังหย่านม และอายุไม่เกิน 6 เดือน
- สำหรับการผลิตนํ้านม	- 90 วัน เมื่อพ้นระยะนี้สามารถเรียกว่าเป็นนํ้านมอินทรีย์ระยะปรับเปลี่ยนได้ และหลังจากนี้อีก 6 เดือนจึงจะสามารถรับรองเป็นนํ้านมอินทรีย์ได้
แพะ แกะ	
- สำหรับการผลิตเนื้อ	- 4 เดือน
- สำหรับการผลิตนํ้านม	- 90 วัน เมื่อพ้นระยะนี้สามารถเรียกว่าเป็นนํ้านมอินทรีย์ระยะปรับเปลี่ยนได้ และหลังจากนี้อีก 6 เดือนจึงจะสามารถรับรองเป็นนํ้านมอินทรีย์ได้
สุกร	
- สำหรับการผลิตเนื้อ	- 4 เดือน
สัตว์ปีก	
- สำหรับการผลิตเนื้อ	- ตลอดอายุของการผลิต
- สำหรับการผลิตไข่	- 6 สัปดาห์

2.3.3 ในกรณีที่พื้นที่การผลิตไม่สามารถจัดหาวัตถุดิบอาหารสัตว์อินทรีย์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ อาหารสัตว์ที่ใช้จะต้องมีวัตถุดิบที่ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบสำหรับอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง และ 80 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบสำหรับอาหารสัตว์กระเพาะเดียว โดยคำนวณจากความต้องการอาหารสัตว์ทั้งปี และต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยรับรองก่อน

2.3.4 หากผู้ผลิตสามารถแสดงรายละเอียดที่บ่งชี้ว่า ไม่สามารถจัดหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ตามที่กำหนดได้เนื่องจากเหตุสุดวิสัยใดๆ ก็ตาม เช่น การเกิดภัยธรรมชาติ สภาพอากาศไม่อำนวย สามารถใช้วัตถุดิบอาหารจากการผลิตแบบปกติได้ ในสัดส่วนและระยะเวลาที่หน่วยรับรองกำหนดเป็นกรณีไป

2.3.5 สูตรอาหารที่ใช้ ควรคำนึงถึง ความต้องการทางโภชนาของสัตว์ และทางสรีระของระบบย่อยอาหาร ดังนี้

(1) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมควรได้รับนมแม่ เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมตามชนิดสัตว์ เช่น โค กระบือ ไม่ต่ำกว่า 2 เดือน แพะ แกะ ไม่ต่ำกว่า 6 สัปดาห์ และสุกร ไม่ต่ำกว่า 4 สัปดาห์

(2) สัตว์กินพืช เช่น โค กระบือ แพะ แกะ หรือกระต่าย จะต้องได้รับอาหารหยาบในรูปสดแห้ง หรือหมักก็ได้เป็นหลัก อย่างน้อยต้องมีอาหารหยาบไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบของอาหารต่อวัน หรืออาจพิจารณาตามความเหมาะสมของฤดูกาลหรือระยะของการให้นม ทั้งนี้ต้องมีอาหารหยาบไม่ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ โดยผู้ผลิตจะต้องแสดงแผนการจัดการแปลงหญ้า การใช้ประโยชน์และการปล่อยแกะเล็มตลอดปีไว้ให้ตรวจสอบ

(3) ช่วงการเลี้ยงขุนของสัตว์ปีก ต้องการอาหารประเภทธัญพืชเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน

(4) ต้องจัดหาอาหารหยาบ ประเภทสด แห้ง หรือหมัก ให้สัตว์ปีกและสุกรทุกวัน

(5) การเลี้ยงสัตว์เลี้ยงเอื้อง ห้ามใช้อาหารหมักเพียงอย่างเดียวตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

2.3.6 มีน้ำสะอาดให้สัตว์กินอย่างเพียงพอ

2.3.7 วัตถุดิบอาหารสัตว์ ต้องเป็นไปตามหลักการ ดังนี้

(1) เป็นวัตถุติดหรือเป็นสารที่อนุญาตให้ใช้ ตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ.2525 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม และไม่ขัดกับหลักการของเกษตรอินทรีย์

(2) เป็นวัตถุติดหรือเป็นสารที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต สุขภาพ และสวัสดิภาพของสัตว์

(3) เป็นวัตถุติดหรือเป็นสารที่จำเป็นสำหรับความต้องการทางสรีระและพฤติกรรมสัตว์แต่ละชนิด ซึ่งมีต้นกำเนิดจากพืช แร่ธาตุธรรมชาติ หรือสัตว์

(4) วัตถุติดอาหารสัตว์ที่มีแหล่งกำเนิดจากพืชที่ไม่ได้ผลิตจากระบบการผลิตพืชอินทรีย์ สามารถใช้ได้ตามที่กำหนดในข้อ 2.3.2, 2.3.3 และ 2.3.4 และต้องไม่ผ่านกระบวนการทางเคมีใดๆ

(5) วัตถุติดอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นแหล่งแร่ธาตุ วิตามิน หรือสารตั้งต้นของวิตามิน (provitamin) ในสูตรอาหารต้องมีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ กรณียาเคแลนหรือเหตุสุดวิสัย สามารถใช้สารสังเคราะห์แทนได้แต่ต้องมีรายละเอียดของแหล่งที่มาและกระบวนการผลิตที่ชัดเจน

(6) ไม่ควรใช้วัตถุติดอาหารสัตว์ที่มีแหล่งกำเนิดจากสัตว์ ยกเว้น นมและผลิตภัณฑ์นม สัตว์น้ำ และผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ขึ้นกับกฎระเบียบของแต่ละประเทศ

(7) ห้ามใช้วัตถุติดอาหารสัตว์ที่มาจากผลพลอยได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น เนื้อมัน กระจุกปน เพื่อเป็นอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ยกเว้น นมและผลิตภัณฑ์นม

(8) ห้ามใช้สารประกอบไนโตรเจนสังเคราะห์ หรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen; NPN)

2.3.8 วัตถุที่เติมในอาหารสัตว์ และสารช่วยกรรมวิธีการผลิต (feed additives and processing aids) ต้องเป็นไปตามหลักการดังนี้

(1) สารที่ช่วยในการอัดเม็ด (binders) สารที่ช่วยไม่ให้เป็นก้อน (anti-caking agents) สารที่ช่วยให้แตกตัว (emulsifiers) สารที่ช่วยให้คงตัว (stabilizers) สารที่ช่วยให้ข้น (thickeners) สารที่ช่วยลดการตึงผิว (surfactants) และสารที่ช่วยให้เกิดการรวมตัว (coagulants) ต้องมาจากธรรมชาติ

(2) สารกันชื้นต้องมาจากธรรมชาติ

(3) สารถนอมอาหารต้องมาจากกรดธรรมชาติ

(4) สารปรุงแต่งสี กลิ่น รส และสารกระตุ้นความอยากอาหาร (appetite stimulants) ต้องมาจากธรรมชาติ

(5) ให้ใช้สารเสริมชีวนะ (probiotics) เอนไซม์ และจุลินทรีย์ได้

(6) ห้ามใช้ยาปฏิชีวนะ ยาต้านบิด ยาแผนปัจจุบัน สารเร่งการเจริญเติบโต หรือสารอื่นใดในอาหารสัตว์เพื่อวัตถุประสงค์ในการเร่งการเจริญเติบโตหรือเพิ่มผลผลิต

(7) สารเสริมในหญ้าหมักและสารช่วยกรรมวิธีการผลิต ต้องไม่เป็นสารที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม สารที่อนุญาตให้ใช้ ได้แก่ เกลือทะเล เกลือสินเธาว์ เอนไซม์ ยีสต์ หางนม น้ำตาลหรือผลพลอยได้จากน้ำตาล (เช่น กากน้ำตาล) น้ำผึ้ง

(8) แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติก อะซิติก ฟอรั่มิก และโพรปิโอนิก หรือกรดธรรมชาติอื่นๆ สามารถใช้ได้ในการฉีดยาเมื่อสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการหมัก และได้รับการรับรองจากหน่วยรับรองระบบการผลิตปศุสัตว์อินทรีย์

2.4 การจัดการด้านสุขภาพสัตว์

2.4.1 ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงการป้องกันโรค และลดความเครียด เพื่อให้สัตว์แข็งแรงมีภูมิคุ้มกันโรคโดยธรรมชาติ โดยต้องปฏิบัติตามหลักการดังนี้

(1) เลือกใช้พันธุ์สัตว์หรือสายพันธุ์ที่เหมาะสม ตามที่ระบุในข้อ 2.1.1

(2) มีการจัดการที่เหมาะสมตามความต้องการของสัตว์แต่ละชนิด เพื่อส่งเสริมให้สัตว์มีสุขอนามัยดี แข็งแรง มีความต้านทานโรค และป้องกันการติดเชื้อ

(3) มีการใช้อาหารอินทรีย์ที่มีคุณภาพ ร่วมกับการออกกำลังกาย และการปล่อยสัตว์แทะเล็ม และ/หรือให้สัตว์มีโอกาสสัมผัสกับสภาพภายนอกโรงเรือน เพื่อส่งเสริมภูมิคุ้มกันโรคตามธรรมชาติ

(4) เลี้ยงสัตว์ตามจำนวนที่เหมาะสมกับพื้นที่ ไม่ให้แออัดหรือส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์

(5) จัดระบบป้องกันความปลอดภัยทางชีวภาพอย่างเหมาะสม เช่น สุขอนามัยสัตว์ การทำวัคซีน การใช้สารสกัดชีวภาพ การกักแยกสัตว์ป่วย การกักกันสัตว์ก่อนนำเข้าฝูงใหม่ และการป้องกันพาหะนำโรคเข้าฟาร์มอย่างเหมาะสม เป็นต้น

2.4.2 ในกรณีที่สัตว์เจ็บป่วยหรือได้รับบาดเจ็บ ต้องให้การรักษาโดยทันที ถ้าจำเป็นให้แยกสัตว์ป่วยออกจากฝูงและจัดให้อยู่ในโรงเรือนที่เหมาะสม แม้ว่าผลการรักษานี้จะทำให้สัตว์ต้องพ้นจากสถานะของการเป็นปลูสัตว์อินทรีย์ก็ตาม และผู้ผลิตต้องจดบันทึกการรักษาอย่างละเอียดถึงชนิดของยา การให้ยา และการปฏิบัติระยะหยุดยา

2.4.3 การรักษาโรค ต้องเป็นไปตามหลักการ ดังนี้

(1) กรณีที่สัตว์เจ็บป่วยหรือได้รับบาดเจ็บ ให้เลือกใช้พืชสมุนไพร แร่ธาตุธรรมชาติ หรือการแพทย์ทางเลือก ก่อนการให้ยาแผนปัจจุบันหรือยาปฏิชีวนะ โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพและชนิดสัตว์

(2) หากการรักษาตามข้อ (1) ไม่ได้ผล ให้ใช้ยาแผนปัจจุบันหรือยาปฏิชีวนะได้ ภายใต้การดูแลของสัตวแพทย์ ระยะการหยุดให้ยาจะต้องเพิ่มเป็นสองเท่าของที่ระบุในเอกสารกำกับยา กรณีที่ไม่ได้ระบุไว้ให้มีระยะเวลาการหยุดให้ยาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง

(3) ในพื้นที่ที่เกิดโรคหรือสงสัยว่าเกิดโรค หรือมีปัญหาสุขภาพที่การจัดการตามหลักการ หรือยาที่อนุญาตให้ใช้ไม่สามารถควบคุมหรือรักษาโรคได้ รวมทั้งในกรณีที่ต้องปฏิบัติตามกฎหมายแล้วอนุญาตให้ใช้วัคซีน ยากำจัดปรสิตภายในและภายนอก หรือยารักษาโรคอื่นๆ ได้ตามความจำเป็นและมีระยะเวลาหยุดยาที่ชัดเจนกรณีสัตว์ได้รับการรักษาด้วยยาแผนปัจจุบัน และ/หรือ ยาปฏิชีวนะ เกิน 2 ครั้ง ภายใน 1 ปี หรือ 1 ครั้งสำหรับสัตว์ที่อายุไม่ถึง 1 ปี ผู้ผลิตต้องไม่นำมาจำหน่ายเป็นผลผลิตปศุสัตว์อินทรีย์ และสัตว์นั้นๆ จะต้องเข้าสู่ระยะปรับเปลี่ยนใหม่

(4) การรักษาด้วยฮอร์โมน ต้องอยู่ภายใต้การดูแลของสัตวแพทย์

2.4.4 ห้ามใช้ยาปฏิชีวนะ เพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันโรค

2.4.5 ห้ามใช้สารเร่งการเจริญเติบโตหรือสารอื่นใด ที่มีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือเพิ่มผลผลิต

2.5 การจัดการฟาร์ม การขนส่งสัตว์ และการฆ่าสัตว์

2.5.1 มีการดูแลและการจัดการในการเลี้ยงสัตว์อย่างเอาใจใส่ เป็นไปตามธรรมชาติมากที่สุด โดยคำนึงถึงหลักสวัสดิภาพสัตว์

2.5.2 ผู้ผลิตต้องวางแผนจัดการพื้นที่ ปลูกพืชเป็นอาหารสัตว์ในฟาร์มมากที่สุด หรือในเครือข่ายบริเวณใกล้เคียงและหมุนเวียนใช้ผลพลอยได้จากฟาร์ม การนำกลับมาใช้ใหม่เป็นอาหารสัตว์ เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหาร การกระจายมูลสัตว์อย่างเหมาะสม และเกิดความยั่งยืน

2.5.3 การขยายพันธุ์สัตว์ ให้เป็นไปตามหลักการดังนี้

(1) เลือกใช้พันธุ์สัตว์หรือสายพันธุ์ที่เหมาะสม ตามที่ระบุในข้อ 2.1.1

(2) ใช้วิธีการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ หากมีความจำเป็นให้ใช้วิธีการผสมเทียมได้

(3) ห้ามใช้วิธีการย้ายฝากตัวอ่อนและฮอร์โมนในการขยายพันธุ์สัตว์

(4) ห้ามใช้วิธีทางพันธุวิศวกรรมในการตัดแปรพันธุกรรมสัตว์

2.5.4 การเลี้ยงสัตว์ระบบอินทรีย์โดยทั่วไปไม่อนุญาตให้มีการผ่าตัดหรือการจัดการบางอย่างกับร่างกายสัตว์ยกเว้นในกรณีจำเป็นและไม่มีวิธีอื่นที่เหมาะสม ดังต่อไปนี้

(1) เพื่อป้องกันการต่อสู้กันหรือเพื่อป้องกันสวัสดิภาพของสัตว์หรือมนุษย์ เช่น การตัดหาง ตัดเขี้ยวตัดจะงอยปาก ตัดเขา และต้องขออนุญาตหน่วยรับรองก่อน

(2) เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต เช่น การตอนสุกรเพศผู้เพื่อลดกลิ่นในเนื้อสุกร

(3) เพื่อการทำเครื่องหมายสัตว์ ทำทะเบียนและปรับปรุงพันธุ์สัตว์ เช่น การติดเบอร์หู ห้ามใช้การประทับตราด้วยความร้อน

(4) เพื่อสุขภาพสัตว์ เช่น การรัดหางแกะทั้งนี้ต้องทำในช่วงอายุที่เหมาะสม โดยผู้ที่มีความชำนาญและไม่ให้สัตว์ทรมาน

2.5.5 สภาพแวดล้อมและที่อยู่อาศัยต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับพฤติกรรมของสัตว์ ดังนี้

(1) มีพื้นที่เพียงพอให้สัตว์ได้แสดงพฤติกรรมตามธรรมชาติของสัตว์อย่างอิสระ

(2) ควรเลี้ยงปล่อยรวมกันตามความเหมาะสมของชนิดและประเภทของสัตว์

(3) มีการป้องกันการเกิดพฤติกรรมผิดปกติ บาดเจ็บและโรค

(4) เตรียมความพร้อมในกรณีเกิดอุบัติเหตุหรือภาวะฉุกเฉิน เช่น ไฟไหม้ ไฟดับ เครื่องมือหยุดทำงาน

2.5.6 การขนส่งสัตว์ และผลิตผล

(1) ให้ดำเนินการด้วยความระมัดระวัง หลีกเลี่ยงการทำให้สัตว์เกิดความเครียด ตื่นกลัว บาดเจ็บ หรือทรมาน และห้ามใช้เครื่องกระตุ้นไฟฟ้า รวมทั้งยาหรือสารเคมีที่มีผลต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม เช่น ยากล่อมประสาท เพื่อเคลื่อนย้ายสัตว์

(2) การจัดการขนส่งสัตว์ต้องคำนึงถึงสวัสดิภาพสัตว์ ให้สัตว์เกิดความเครียดและทรมานน้อยที่สุด

(3) การจัดการขนส่งสัตว์ หรือผลิตผล เช่น นม ไข่ ต้องป้องกันการปะปนหรือปนเปื้อนผลิตผล ที่ไม่ได้มาจากระบบปศุสัตว์อินทรีย์ เช่น มีการชี้บ่งที่ชัดเจน

2.5.7 การฆ่าสัตว์

(1) ให้ปฏิบัติโดยให้สัตว์เกิดความเครียดและทรมานน้อยที่สุด ทั้งนี้ให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

(2) การจัดการตลอดการฆ่า การชำแหละ และการเก็บรักษา จะต้องมียุทธศาสตร์ป้องกันการปะปน ปนเปื้อนกับผลผลิตที่ไม่ใช่อินทรีย์ และสารเคมีที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในระบบปศุสัตว์อินทรีย์

2.6 โรงเรือนและการเลี้ยงปล่อย

2.6.1 โรงเรือนมีลักษณะที่เหมาะสมกับภูมิอากาศและสัตว์สามารถออกสู่พื้นที่ภายนอกได้

2.6.2 สภาพของโรงเรือนเหมาะสมกับสภาพและพฤติกรรมของสัตว์ ดังนี้

- (1) สัตว์สามารถเข้าถึงน้ำและอาหารได้ง่าย
- (2) สามารถกันแดด กันฝน สะอาด มีแสงสว่าง และการระบายอากาศตามธรรมชาติอย่างเพียงพอเพื่อให้สัตว์อยู่สบาย

2.6.3 หากจำเป็นต้องให้สัตว์อยู่ในโรงเรือนชั่วคราว ต้องมีพื้นที่เพียงพอในการเคลื่อนไหว หรือมีพื้นที่กลางแจ้งภายนอกคอก หากพิสูจน์ได้ว่ามีความจำเป็นต้องกักขัง สามารถทำได้ในกรณีดังนี้

- (1) กรณีที่อากาศไม่เหมาะสม เช่น ร้อนจัด หนาวจัด เกิดภัยธรรมชาติ
- (2) กรณีเพื่อความปลอดภัย และสุขภาพของสัตว์ เช่น ลูกสัตว์เกิดใหม่
- (3) กรณีเพื่อป้องกันการทำลายแหล่งน้ำ สิ่งแวดล้อม พืช และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น ฤดูปลูกหญ้าหรือแปลงหญ้ายังไม่สมบูรณ์
- (4) กรณีระงับการให้ผลผลิตสัตว์ เช่น สัตว์ขุนระยะสุดท้าย เลี้ยงแบบขังคอกได้ไม่เกิน 1/5 ของช่วงชีวิต หรือโคเนื้อไม่เกิน 3 เดือน สุกรไม่เกิน 2 เดือน
- (5) กรณีการเลี้ยงฝูงเล็กของเกษตรกรรายย่อย เช่น การเลี้ยงพ่อพันธุ์แยกขังเดี่ยว การเลี้ยงสุกรรวมฝูงในคอกที่มีวิศวกรรพพื้นที่ให้สัตว์ได้แสดงพฤติกรรม เป็นต้น

2.6.4 ขนาดของพื้นที่ในโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ ควรคำนึงถึง

- (1) ให้สัตว์อยู่สบาย เหมาะสมกับชนิด พันธุ์ สภาพ และอายุของสัตว์
- (2) เหมาะสมกับขนาดของฝูงและเพศของสัตว์
- (3) มีพื้นที่เพียงพอให้สัตว์เคลื่อนไหวตามธรรมชาติ

2.6.5 โรงเรือน คอก อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ต้องทำความสะอาด และ/หรือ ฆ่าเชื้อตามความเหมาะสมเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและการสะสมของเชื้อก่อโรค

2.6.6 สัตว์เลี้ยงเอื้องต้องได้รับการปล่อยเลี้ยงในแปลงหญ้า สัตว์อื่นต้องได้รับการปล่อยในพื้นที่กลางแจ้งเมื่ออากาศอำนวย

2.6.7 การเลี้ยงแบบปล่อยในพื้นที่เปิด ต้องมีที่กันแดดและฝน หรือป้องกันความแปรปรวนของภูมิอากาศอย่างเหมาะสมและเพียงพอ

2.6.8 การปล่อยสัตว์ทะเลในทุ่งหญ้าธรรมชาติหรือแปลงหญ้า ควรพิจารณาให้มีจำนวนที่เหมาะสมและไม่เกิดความเสียหายต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและแปลงหญ้า

2.6.9 การเลี้ยงปลูสัตว์แบบไล่ต้อนหรือในพื้นที่ป่าหรือพื้นที่สาธารณะ พื้นที่นั้นๆ ต้องไม่ใช่สารเคมีอย่างน้อย 3 ปี และความหนาแน่นของสัตว์ต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม หากมีปลูสัตว์ที่ไม่ขอการรับรองอยู่ในพื้นที่เดียวกัน ต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากหน่วยรับรองก่อน

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

2.6.10 ต้องมีพื้นที่ภายนอกโรงเรียนให้สัตว์ออกกำลังตามธรรมชาติ อาจมีขี้ยกเว้นในกรณีของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ หรือสัตว์ในระยะขุน

2.6.11 พื้นโรงเรียนต้องเรียบ ไม่ลื่น ปลอดภัยสำหรับสัตว์ ห้ามใช้พื้นสแลต กรณีที่จำเป็นให้ใช้พื้นสแลตบางส่วนได้

2.6.12 มีพื้นที่แห้ง สะอาด สำหรับให้สัตว์พักผ่อนที่เหมาะสมกับขนาดของสัตว์ และเป็นสิ่งก่อสร้างที่แข็งแรงวัสดุรองพื้นที่ใช้ต้องเพียงพอและสะอาด

2.6.13 ห้ามใช้คอกขังเดี่ยวหรือการผูกยืนโรงสำหรับ โรงเรียนลูกโค ยกเว้นได้รับอนุญาตจากหน่วยรับรอง

2.6.14 ให้แม่สุกรอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ยกเว้นในระยะท้ายของการตั้งท้อง และระยะให้นม

2.6.15 ห้ามเลี้ยงกระต่ายโดยขังกรง

สัตว์ปีก

2.6.16 ต้องเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติ มีพื้นที่ภายนอกเพียงพอสำหรับการออกกำลังกายของสัตว์

2.6.17 สำหรับเปิดหรือสัตว์ปีกที่มีพฤติกรรมชอบน้ำ ต้องมีแหล่งน้ำไว้ให้เพียงพอ

2.6.18 โรงเรือนสัตว์ปีกต้องมีพื้นแข็งที่คลุมด้วยวัสดุรองพื้น อาจเป็นแกลบ ฟาง ขี้เลื่อย ทรายหรือหญ้าและโรงเรือนไก่ไข่ เปิดไข่ต้องมีรังไข่เพียงพอสำหรับการวางไข่ มีคอนนอนสำหรับไก่ มีขนาดและการจัดวางเหมาะสมกับชนิดและพฤติกรรมของสัตว์

2.6.19 ห้ามใช้แสงไฟทดแทนแสงธรรมชาติ เพื่อเร่งผลผลิต

2.6.20 การเลี้ยงสัตว์ปีกระบบฟาร์มต้องมีการพักโรงเรือนอย่างเหมาะสม ก่อนนำสัตว์ปีกชุดต่อไปเข้าเลี้ยง

2.7 การจัดการของเสีย

การจัดการของเสียในบริเวณที่ใช้เลี้ยงสัตว์ ต้องมีหลักการดังนี้

2.7.1 ไม่ทำลายทรัพยากรดินและน้ำ

2.7.2 ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของไนเตรตและแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ในดิน

และน้ำ

2.7.3 ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดินที่เหมาะสม

2.7.4 หลีกเลี่ยงการเผาทำลายของเสีย และกิจกรรมอื่นที่ไม่สอดคล้องกับมาตรฐาน เกษตรอินทรีย์ ยกเว้นการเผาทำลายซากเพื่อควบคุมโรค

2.7.5 พื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดเก็บของเสีย เช่น บ่อหมัก ควร ออกแบบให้สามารถป้องกันการปนเปื้อนสู่ดินและแหล่งน้ำได้

2.7.6 การใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ในพื้นที่แปลงหญ้าหรือเกษตรกรรม ต้องอยู่ในปริมาณที่ เหมาะสม ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน

2.8 การจัดเก็บบันทึกข้อมูล

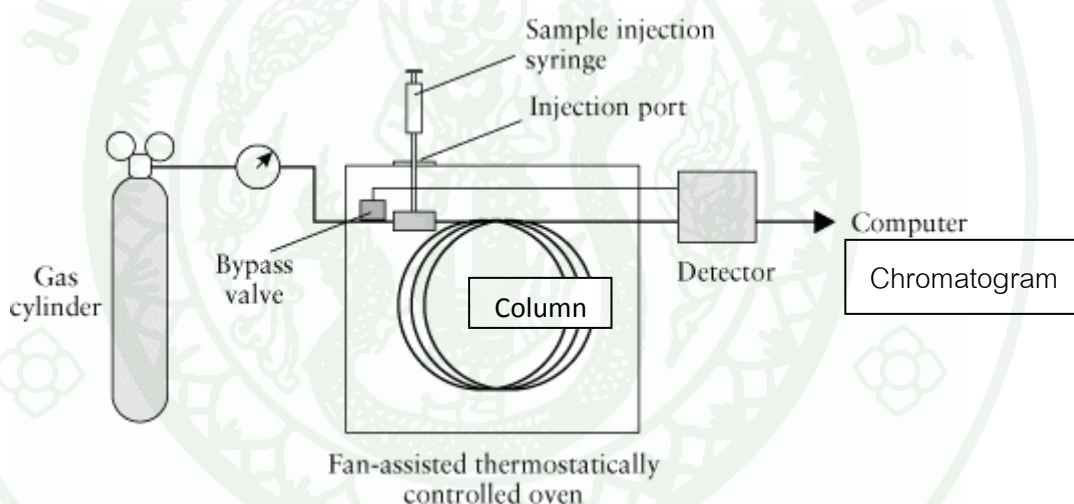
ผู้ผลิตต้องจัดเก็บบันทึกข้อมูลที่ครบถ้วนและทันเหตุการณ์ ตามที่หน่วยรับรอง กำหนด



การวิเคราะห์กรดไขมันและคอเลสเตอรอลในตัวอย่างเนื้อโคโดยเครื่อง Gas Chromatography

หลักการของ Gas Chromatography (คณิต, 2544)

Gas Chromatography (GC) เป็นเทคนิคสำหรับแยกสารตัวอย่างที่เป็นสารผสม โดยเปลี่ยนสารผสมให้เป็นไอที่อุณหภูมิหนึ่ง แล้วให้อิของสารเหล่านั้นผ่านเข้าไปยัง column ที่บรรจุด้วยเฟสคงที่ (stationary phase) โดยอาศัยการพาไปของเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) หรือ carrier gas องค์ประกอบของสารผสมที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่และการกระจายตัวผ่านเฟสคงที่ต่างกัน จะแยกออกจากกัน (คณิต 2544) โดยองค์ประกอบภายในเครื่อง GC แสดงให้เห็นในภาพภาคผนวกที่ ข1



ภาพผนวกที่ ข1 องค์ประกอบของเครื่อง Gas Chromatography

ที่มา: คัดแปลงมาจาก <http://www.kmitl.ac.th/sisc/GC-MS/main.html>

ในการวิเคราะห์ สารผสมตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าที่ sample injection port (ดังภาพภาคผนวกที่ ข1) สารผสมจะถูกให้ความร้อนจนกลายเป็นไอแล้วถูกพาเข้าไปใน column ด้วยเฟสเคลื่อนที่ องค์ประกอบของสารผสมจะแยกออกจากกันเมื่อเคลื่อนผ่าน column และถูกตรวจวัด โดย detector สัญญาณการตรวจวัดที่ได้จาก detector จะถูกบันทึกและแสดงออกมาในรูปแบบของ chromatogram

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

การวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วย GC ได้รับความนิยมนสูงมากโดยเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการหาปริมาณของสารมี 3 เทคนิคคือ

1. วิธี Normalization
2. วิธี External Standardization
3. วิธี Internal Standardization (ซึ่งใช้ในการทดลองครั้งนี้)

การวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วย internal Standardization method

เป็นวิธีที่ใช้หาปริมาณของสารได้ถูกต้องที่สุด แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้ internal standard โดยสารที่จะใช้เป็น internal standard นั้นต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. สารนั้นจะต้องมีคุณสมบัติคล้ายสารที่จะวิเคราะห์
2. สารนั้นต้องถูกชะออกจากคอลัมน์ทั้งหมด
3. สารนั้นต้องให้ peak ที่แยกอยู่ต่างหาก โดย peak จะไม่ซ้ำหรือเหลื่อมทับ peak อื่นๆ และอยู่ใกล้ peak ที่ต้องการหา
4. สารนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันในเนื้อโค (Folch *et al.*, 1975)

วิธีวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณกรดไขมัน (fatty acid)

การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณกรดไขมันในเนื้อโค ทำการสกัดไขมันตามวิธีของ Folch *et al.* (1957) จากนั้นเตรียมกรดไขมันให้อยู่ในรูป methylation ตามวิธีการของ Lounglawan *et al.* (2007) และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas chromatography

สารเคมี

1. Chloroform
2. Methanol
3. sodium hydroxide (NaOH)
4. 13เปอร์เซ็นต์ boron trifluoride (BF₃) in methanol
5. hexane
6. sodium sulfate anhydrous (Na₂SO₄)
7. internal standard C17:0
8. standard CLA (O5632, Sigma)
9. standard fatty acid methyl ester (Sigma)

Gas Chromatography condition

Technique	:	GC (Chrompack; CP9001)
Column	:	WCOT FUSED SILICA 50 m × 0.25 mm ID COATING CP- SIL88 TAILOR MADE FAME Cat. No. 19091J-433
Detector	:	Flame Ionized Detector (FID)
Carrier gas	:	Helium 100kPa
Solvent sample	:	Hexane
Temperature program	:	Injector temperature 270°C : Detector temperature 280°C
Oven temperature	:	50°C (20°C /min) → 140°C (5 min), (4°C /min) → 190°C (15 min), (10°C /min) → 210°C (5 min)
Inject	:	1.0 µl

1. การสกัดไขมันจากตัวอย่างเนื้อโค

1. ชั่งตัวอย่างเนื้อที่บดละเอียดแล้ว 3 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติม chloroform:methanol (2:1) 30 มิลลิลิตรแล้วนำไปผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง homogenizer เพื่อให้เกิดการสกัดที่สมบูรณ์
3. กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 บนกรวยกรองที่ต่อเข้ากับ separatory funnel
4. กรองตัวทำละลาย chloroform และ methanol ลงไปใน separatory funnel
5. นำเนื้อที่ผ่านการสกัดครั้งแรกมาสกัดต่อด้วย chloroform:methanol (2:1) 30 มิลลิลิตร อีกครั้งแล้วรวมสารละลายที่กรองทั้งสองครั้ง
6. เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษกรองเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ประมาณ 20 นาที (ภาพภาคผนวกที่ ข2)
7. เก็บชั้นล่างของสารละลายใน separatory funnel ใส่ใน round bottom flask แล้วนำไประเหยแห้งด้วย rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 นาที
8. หลังจากระเหยแห้งแล้วละลายด้วย chloroform 2 มิลลิลิตร
9. ชั่ง น.น. tube แล้วดูดสารละลายในข้อ 8 ใส่
10. ระเหยแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน
11. ชั่งน้ำหนักรวมเป็นน้ำหนักกรดไขมันแล้วนำไปทำ FAME เป็นขั้นตอนต่อไป



ภาพผนวกที่ ข2 ตัวอย่างการสกัดไขมันขณะตั้งทิ้งไว้รอการแยกชั้นหลังจากเติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร

2. วิธีเตรียม Fatty Acid Methyl Ester (FAME) (Lounglawan *et al.*, 2007)

1. นำไขมันที่สกัดได้ประมาณ 30 มิลลิกรัม ที่อยู่ในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตรเติมสารละลาย 0.5N NaOH ในเมทานอลลงในหลอดทดลองปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร
2. ฟนด้วยก๊าซไนโตรเจนเพื่อไล่อากาศแล้วปิดฝา แล้วนำไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เขย่า 1-2 ครั้ง
3. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. เติม C17:0 (2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ใน hexane) 1 มิลลิลิตร
5. เติม boron trifluoride ใน methanol 2 มิลลิลิตร
6. นำไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เขย่า 1-2 ครั้ง
7. หลังจาก methylation เสร็จสมบูรณ์ เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

8. หลังจากเติมน้ำกลั่นแล้วให้เติม hexane 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex นาน 1 นาที

9. hexane จะแยกชั้นอยู่ชั้นบน ทำการดูด hexane แล้วใส่ในหลอดที่มี Na_2SO_4 เพื่อดูดความชื้น

10. ถ้าไม่มีการแยกชั้นให้นำสารละลายใส่หลอด centrifuge ขนาด 40 มิลลิลิตร แล้วปั่นด้วยความเร็ว 2000xg ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เพื่อแยกชั้นของ hexane

11. ดูดสารละลาย hexane ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปใส่ใน vial ที่มีฝาปิดแล้วพันด้วย parafilm

12. นำสารละลายไปฉีดเข้าเครื่อง GC

3. การคำนวณปริมาณกรดไขมัน

$$\frac{\text{ปริมาณกรดไขมัน (มิลลิกรัมต่อกรัมของกรดไขมันทั้งหมด)}}{\text{เมื่อ}} = \frac{(A_x) \times (W_{is}) \times (CF_x) \times 1000}{(A_{is}) \times (W_s) \times (1.04)}$$

เมื่อ	A_x	=	พื้นที่ใต้พีคของกรดไขมันชนิดนั้น
	A_{is}	=	พื้นที่ใต้พีคของ internal standard
	W_{is}	=	น้ำหนัก (มิลลิกรัม) ของ internal standard ที่ใส่ลงในตัวอย่าง
	W_s	=	น้ำหนักของตัวอย่าง (มิลลิกรัม) ที่นำมาสกัดกรดไขมัน
	CF_x	=	ค่า theoretical detector correction หรือ $\frac{(A_{is}) \times (conc_x)}{(A_x) \times (conc_{is})}$

หมายเหตุ การคำนวณปริมาณกรดไขมันมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมของกรดไขมันทั้งหมด แต่ผลการทดลองนี้มีการเปลี่ยนแปลงหน่วยโดยการเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อโค (Will and Greenfield, 1984)

วิธีการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Will และ Greenfield, (1984) โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography

Gas Chromatography condition

Technique	:	GC (Chrompack; CP9001)
Colum	:	DB-1 (30 m×0.32 mm ID) Serial # 2384921
Detector	:	Flame Ionized Detector (FID)
Carrier gas	:	Helium, 10ml/min, Flow rate 10 cm/sec
Temperature program	:	Column limit temperature 350°C
	:	Injector temperature 310°C
	:	Detector temperature 325°C
	:	Oven initial temperature 305°C
Inlet	:	Split ratio 75:1
	:	Split flow 44.9 ml/min
Inject	:	1.0 µl

สารเคมี

1. สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์
2. dimethylformamide (DMF)
3. dimethyldichlorosilane (DMCS)
4. hexanemethyldisilazane (HMDS)
5. trimethylchlorosilane (TMCS)
6. n-heptane
7. ethanol ความเข้มข้น 90 เปอร์เซ็นต์
8. petroleum ether

9. methanol
10. isopropanol
11. สารละลายคอเลสเตอรอลมาตรฐาน (standard cholesterol solution)
12. สารละลาย 5 α -cholestane มาตรฐาน (internal standard 5 α -cholestane)

1. การเตรียมสารละลาย

1. 50 เปอร์เซ็นต์ KOH
 - ชั่ง KOH 50 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่ป้องกันแสงและเก็บในตู้เย็น
2. 10 เปอร์เซ็นต์ DMCS
 - เติม DMCS 10 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ที่มี Toluene 90 มิลลิลิตร
3. standard cholesterol solution ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร
 - ชั่ง standard cholesterol 0.5 กรัม ใส่ใน volumetric flask ที่มี isopropanol 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่ป้องกันแสงและเก็บในตู้เย็น
4. internal standard 5 α -cholestane solution ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร
 - หรือ 5 α -cholestane 100 มิลลิกรัม ใส่ใน volumetric flask ที่มี n-heptane 500 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่ป้องกันแสงและเก็บในตู้เย็น

2. การเตรียม silanized test tubes

- เติม methanol ลงในหลอดทดลองจนถึงปากหลอดที่ละหลอด
- อบแห้งใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
- นำหลอดออกมาทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
- เติม 10 เปอร์เซ็นต์ DMCS ในสารละลาย toluene ลงในหลอดทดลองที่ละหลอดจนถึงปลายหลอดและปิดฝาหลอดให้สนิท ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

- เติม 10 เปอร์เซ็นต์ DMCS ออกสามารถเก็บไว้ใช้ได้
- ล้างด้วย methanol อีก 2 รอบ แล้วเท methanol ออก
- อบให้แห้งในตู้อบ hot air oven ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
- นำหลอดทดลองมาใช้ได้
- หลังจากใช้ทุกครั้ง ล้างหลอดทดลองด้วยน้ำกลั่น 2 รอบ และ methanol 3 รอบ นำไปอบแห้ง ในตู้อบ hot air oven ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ก่อนนำกลับมาใช้ใหม่

3. การเตรียม standard cholesterol solution ความเข้มข้น 5 mg/ml

- คูดสารละลายคอเลสเตอรอลมาตรฐาน 0.4, 0.8, 1.2, และ 1.6 มิลลิลิตร ใส่ในขวดก้นกลม (ซึ่งจะมีความเข้มข้น 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ)
- ระเหยแห้งด้วย rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส
- เติม DMF 3 มิลลิลิตรและเขย่าให้เข้ากันประมาณ 30 วินาที (เพื่อละลายส่วนที่เหลือจากการระเหยออก)
- คูดสารละลาย DMF ออกมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน silanize test tube (ทำในตู้ดูดควัน)
- เติมสารละลาย HMDS 0.4 มิลลิลิตร และ TMCS 0.2 มิลลิลิตร ในทุกหลอด (ระวังควันสีขาวที่เกิดขึ้น)
- ปิดฝาหลอดทดลองให้แน่น เขย่าอย่างแรงประมาณ 30 วินาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 15 นาที
- เติมสารละลาย 5 α -cholestane มาตรฐาน 1 มิลลิลิตร
- เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองทุกหลอด เขย่าอย่างแรงประมาณ 1 นาที
- คูดสารละลายส่วนใส (ส่วนบน) ใส่ในขวด vial ประมาณ 1 มิลลิลิตร
- เก็บไว้ฉีดเข้าเครื่อง gas chromatography

- ฉีดส่วนที่สกัดเสร็จแล้ว 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง gas chromatography เพื่อทำการภาพมาตรฐาน

4. การเตรียมตัวอย่างเนื้อโคโนในการวิเคราะห์คอเลสเตอรอล

- สกัดตัวอย่างเนื้อโคโนที่บดแล้วจำนวน 4 กรัม ใส่ในหลอดทดลองที่มีฝาปิดและระเหยแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน

- เติม 95 เปอร์เซ็นต์ ethanol 4 มิลลิลิตร และ 50 เปอร์เซ็นต์ KOH 1 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดทดลองให้แน่น (ทำในตู้ดูดควัน)

- เขย่าหลอดทดลองอย่างแรงประมาณ 15 วินาที

- อุ้หลอดทดลองใน water bath ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ทำการ reflux 1 ชั่วโมง (เขย่าหลอดทดลองอย่างแรงประมาณ 15 วินาที ทุกๆ 15 นาที)

- นำหลอดทดลองออกจาก water bath ที่ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

- เติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร เติม petroleum ether 5 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรงประมาณ 15 นาที

- ทิ้งให้แยกชั้น ใช้ Pasteur pipette ดูดส่วนใส (ส่วนบน) ใส่ในขวดกั่นกลม (สกัดซ้ำด้วย petroleum ether 5 มิลลิลิตร 4 ครั้ง และแยกส่วนใสในขวดกั่นกลมไปเติม)

- ระเหยแห้งด้วย rotary evaporator ที่ 40 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

- เติม DMF 3 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากันประมาณ 30 วินาที

- ดูดสารละลาย DMF ออกมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน silanize test tube ทำในตู้ดูดควัน

- เติม HMDS 0.4 มิลลิลิตร เติม TMCS 0.2 มิลลิลิตร ในทุกหลอด (ระวังควันสีขาวที่เกิดขึ้น)

- ปิดฝาหลอดทดลองให้แน่นเขย่าอย่างแรงประมาณ 30 วินาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 15 นาที

- เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองทุกหลอด เขย่าอย่างแรงประมาณ 1 นาที

- เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองทุกหลอด เขย่าอย่างแรงประมาณ 1 นาที

- ดูดส่วนบน (ส่วนใส) ใส่ในขวด vial ประมาณ 1 มิลลิลิตร เก็บไว้ฉีดเข้าเครื่อง gas chromatography

- ฉีดส่วนที่สกัดเสร็จแล้ว 1 ไมโครลิตรเข้าเครื่อง gas chromatography เพื่อหาพื้นที่ใต้กราฟของ 5 α -cholestane และคอเลสเตอรอลของเนื้อโค

5. การคำนวณ

การคำนวณหาค่า Response Factor (RF)

$$\text{สูตรการหาค่า Response Factor (RF) (standard)} \longrightarrow \frac{\text{พื้นที่ของคอเลสเตอรอล}}{\text{พื้นที่ของ 5}\alpha\text{-cholestane} \times \text{ความเข้มข้นของคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)}}$$

การคำนวณหาปริมาณคอเลสเตอรอล

$$\text{สูตรการหาปริมาณคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเนื้อโค)} = \frac{\text{พื้นที่ของคอเลสเตอรอลในตัวอย่าง} \times 100}{\text{พื้นที่ของ 5}\alpha\text{-cholestane} \times \text{RF} \times \text{น้ำหนักตัวอย่างเนื้อ (กรัม)}}$$



ภาพผนวกที่ ข3 การปั่นตัวอย่างเนื้อด้วยเครื่อง homogenizer



ภาพผนวกที่ ข4 การเก็บตัวอย่างที่สกัดได้ในขวด vial ที่มีฝาปิดแล้วพันด้วยพาราฟิล์มป้องกันการระเหย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมัน

ตารางผนวกที่ ข1 ปริมาณกรดไขมันของกล้ามเนื้อสันนอก

Fatty acid**	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด		P-value
		ฝักอ่อนสด	ฝักอ่อนหมัก	
C10:0	0.05±0.08	0.07±0.07	ND	0.4288
C12:0	0.07±0.07 ^a	0.20±0.08 ^b	ND ^a	0.0170
C13:0	ND	0.07±0.07	ND	0.1555
C14:0	2.42±0.60 ^a	2.84±0.28 ^a	4.63±0.56 ^b	0.0036
C14:1	0.40±0.16 ^a	0.57±0.06 ^{ab}	0.70±0.12 ^b	0.0565
C15:0	0.38±0.16	0.54±0.36	0.32±0.13	0.5159
C16:0	28.10±2.30 ^a	27.97±2.23 ^a	33.71±2.10 ^b	0.0305
C16:1	2.69±0.22 ^a	3.89±0.78 ^b	3.81±0.33 ^b	0.0472
C18:0	18.09±0.94 ^a	16.24±0.96 ^{ab}	14.67±1.49 ^b	0.0311
C18:1 n9t	3.87±0.23 ^A	2.17±0.26 ^B	2.54±0.66 ^B	0.0068
C18:1 n9c	35.68±2.00	36.43±3.49	34.35±1.58	0.6117
C18:2 n6c	6.86±1.14	6.16±2.33	4.13±0.94	0.1730
C20:0	0.14±0.09	0.38±0.35	ND	0.1585
C20:1	ND	0.34±0.28	ND	0.0713
C18:3 n3	0.63±0.12	1.13±1.11	0.44±0.29	0.4683
CLA Cis9,Tran11	0.58±0.51	0.64±0.18	0.61±0.20	0.9732
CLA Tran10,Cis12	0.05±0.08	0	0.09±0.15	0.5872
C22:0	ND	0.11±0.20	ND	0.4219
C22:1	ND	0.23±0.41	ND	0.4219

หมายเหตุ ^{a, b} อักษรกำกับที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), ^{A, B} อักษรกำกับที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.05$), ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** Fatty acid, % of total fatty acids, ND = not detected

ตารางผนวกที่ ข2 ปริมาณกรดไขมันของกล้ามเนื้อสะบักไหล่

Fatty acid**	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด		P-value
		ฝักอ่อนสด	ฝักอ่อนหมัก	
C10:0	0.10±0.06	0.03±0.05	0.07±0.06	0.3612
C12:0	0.09±0.08	0.06±0.10	0.03±0.05	0.6626
C13:0	0.02±0.03	ND	ND	0.4219
C14:0	2.70±0.37	2.78±0.46	3.65±0.47	0.0679
C14:1	0.75±0.57	0.46±0.16	0.55±0.01	0.5988
C15:0	1.08±1.10	0.40±0.13	0.33±0.04	0.3597
C16:0	30.29±2.38	28.79±0.79	30.34±0.27	0.3924
C16:1	2.81±0.47	3.21±0.62	3.78±0.42	0.1456
C18:0	18.13±2.32	16.81±1.87	14.63±2.28	0.2160
C18:1 n9t	3.14±1.14	2.23±0.27	1.85±0.29	0.1471
C18:1 n9c	33.75±4.23	40.35±2.58	39.42±1.24	0.0667
C18:2 n6c	5.55±0.62	4.49±1.87	4.08±1.83	0.5290
C20:0	0.25±0.21	ND	0.02±0.04	0.4530
C20:1	ND	0.11±0.09	0.11±0.10	0.2354
C18:3 n3	0.463	0.263	0.477	0.2052
CLA Cis9,Tran11	0.02±0.04	0.01±0.02	0.20±0.25	0.2751
CLA Tran10,Cis12	0.120	ND	ND	0.4219
C22:0	ND	ND	ND	-
C22:1	0.75±1.30	ND	0.45±0.78	0.5995

หมายเหตุ ** Fatty acid, % of total fatty acids, ND = not detected

ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางผนวกที่ ข3 ปริมาณกรดไขมันและกรดไขมัน CLA ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคเนื้ออินทรีย์ และ โคขุน TMR

Fatty acid**	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพดฝัก		TMR*
		อ่อนสด	อ่อนหมัก	
Total SFA	49.24±2.39	48.42±1.54	53.33±1.73	53.54±5.24
Total MUFA	42.64±1.61	43.63±2.04	41.40±2.16	44.99±5.25
Total PUFA	7.49±1.21	7.30±3.41	4.57±1.21	1.48±0.02
PUFA:SFA	0.15±0.03	0.15±0.08	0.09±0.02	0.03±0.00
C18: 2 <i>n-6 cis</i>	6.86±1.14	6.16±2.33	4.13±0.94	1.48±0.02
C18: 3 <i>n-3</i>	0.63±0.12	1.13±1.11	0.44±0.29	ND
<i>n-6 : n-3</i>	11.04±1.69	7.82±3.90	12.33±7.68	ND
CLA	0.63±0.55	0.64±0.18	0.70±0.05	ND

หมายเหตุ *เลี้ยงโคโดยใช้อาหาร TMR โปรตีนประมาณ 10.63 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเสริมด้วย
กระถินหมัก

** Fatty acid, % of total fatty acids, ND = not detected

ตารางผนวกที่ ข4 ปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะบักไหล่ของโคเนื้ออินทรีและโคขุน TMR

ตำแหน่งกล้ามเนื้อ	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพดฝัก	ต้นข้าวโพดฝัก	TMR*
		อ่อนสด	อ่อนหมัก	
-----มีลลิกรัมต่อเนื้อ 100 กรัม-----				
เนื้อสันนอก	28.47±10.77	34.00±4.74	26.25±2.32	47.60±4.44
เนื้อสะบักไหล่	51.85±14.10	46.83±2.51	47.69±10.29	-

หมายเหตุ *เลี้ยงโคโดยใช้อาหาร TMR โปรตีนประมาณ 10.63 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเสริมด้วยกระดิ่งหมัก

ตารางผนวกที่ ข5 ปริมาณไขมันทั้งหมดในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะบักไหล่ของโคเนื้ออินทรีและโคเนื้อขุน TMR

ตำแหน่งกล้ามเนื้อ	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด	ต้นข้าวโพด	TMR*
		ฝักอ่อนสด	ฝักอ่อนหมัก	
-----กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม-----				
เนื้อสันนอก	6.59±2.92	9.33±4.59	9.71±9.02	14.42±1.10
เนื้อสะบักไหล่	7.24±3.73	6.70±3.89	7.16±3.07	-

หมายเหตุ *เลี้ยงโคโดยใช้อาหาร TMR โปรตีนประมาณ 10.63 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเสริมด้วยกระดิ่งหมัก



ตารางผนวกที่ ก1 เปรูร์เซ็นต์อวัยวะภายนอกและอวัยวะภายในของโคในแต่ละกลุ่มทดลอง

ปัจจัย	กลุ่มการทดลอง			P-value
	หญ้าขนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนสด	ต้นข้าวโพด ฝักอ่อนหมัก	
หัว	4.51±0.50	4.49±0.33	4.54±0.25	0.9795
ขาหน้าซ้าย	0.52±0.08	0.54±0.06	0.52±0.05	0.8340
ขาหน้าขวา	0.53±0.09	0.54±0.06	0.51±0.05	0.8210
ขาหลังซ้าย	0.56±0.10	0.61±0.07	0.56±0.06	0.5754
ขาหลังขวา	0.56±0.09	0.61±0.07	0.56±0.05	0.5738
อวัยวะสืบพันธุ์	0.22±0.07	0.19±0.04	0.17±0.04	0.5363
หนัง	6.51±0.74	6.61±0.56	6.69±0.29	0.9032
หาง	0.35±0.11	0.37±0.06	0.32±0.03	0.7497
หัวใจ	0.31±0.05	0.30±0.02	0.28±0.08	0.6977
ตับและถุงน้ำดี	1.19±0.05 ^a	1.02±0.06 ^b	1.14±0.07 ^a	0.0125
เนื้อขั้วตับ	0.17±0.02	0.20±0.03	0.18±0.02	0.3020
ม้าม	0.26±0.07	0.28±0.03	0.25±0.03	0.5735
ปอดและหลอดลม	1.14±0.30	0.96±0.08	1.10±0.21	0.5337
เครื่องใน	23.07±0.84 ^a	19.41±2.48 ^b	19.30±1.02 ^b	0.0185
ไต	0.18±0.02	0.15±0.02	0.17±0.02	0.1792

หมายเหตุ ^{a, b} อักษรกำกับที่ต่างกัน ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายชุตินพงศ์ เนตรพระ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	28 มกราคม 2529
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏ อีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ (2551)

