บทที่ 1
บทนำ

จากการที่ตลาดการบริโภคเนื้อสุกรเริ่มมีการพัฒนาโดยการที่ผู้บริโภค โดยเฉพาะผู้ชำแหละและค้าเนื้อสุกร ได้ให้ความสำคัญกับซากสุกรมากขึ้น ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความน่ารับประทานและเป็นสิ่งจูงใจในการเลือกซื้อ ลักษณะซากที่ผู้ชำแหละและผู้ค้าเนื้อสุกรต้องการคือ การมีปริมาณเนื้อแดงสูง ส่วนผู้บริโภคโดยตรงก็ต้องการจะเน้นที่มันสันหลังบาง สีของเนื้อแดงเข้มกว่าปกติ และสำหรับผู้ที่มีปัญหาระดับไขมันในเลือดสูงได้มองว่าไขมันแทรกกล้ามเนื้อเป็นสาเหตุของโรคเส้นเลือดอุดตัน ดังนั้นลักษณะของเนื้อสุกรในตลาดปัจจุบันส่วนใหญ่จึงมีมันบาง (สามชั้น) เนื้อสีเข้ม ปราศจากไขมันแทรกกล้ามเนื้อ เมื่อนำมาปรุงอาหารจะมีลักษณะแข็ง ขาดความนุ่ม ความหอม จากความต้องการที่ผิดทางของผู้บริโภค และความต้องการเพิ่มกำไรให้มากขึ้นของผู้ชำแหละและค้าเนื้อสุกรนี่เองที่เป็นต้นเหตุให้ผู้เลี้ยงสุกรต้องหันมาใช้สารสังเคราะห์คล้ายฮอร์โมนที่มีชื่อเรียกโดยรวมว่า เบต้า-อะดรีเนอจิค อะโกนิสท์ (β-adrenergic agonist) หรือเรียกสั้นๆ ว่า เบต้า-อะโกนิสท์ (β-agonist) ตัวอย่างเช่น แรคโตปามีน (ractopamine) แอล-644, 969 (L-644, 969) เคลนบิวเทอรอล์ (clenbuterol) ไดมาเทอรอล์ (cimaterol) เป็นต้น ซึ่งสารกลุ่มนี้มีสูตรโครงสร้างคล้ายกับฮอร์โมน อีพิเนฟริน (epinephrine) และนอร์อีพิเนฟริน (norepinephrine) ที่ร่างกายผลิตขึ้น ดังแสดงใน Figure 1 (Beermann, 1993; Turner, 1966)

ฮอร์โมนอีพิเนฟรินและนอร์อีพิเนฟรินเป็นฮอร์โมนที่สำคัญของร่างกาย ซึ่งมีผลโดยตรงต่อระบบประสาทซิมพาเตติก (symparthetic nervous system) จะออกฤทธิ์โดยจับกับตัวรับสัญญาณอะดรีเนอจิค (adrenergic receptor) ที่อยู่บนเนื้อเยื่อเซลล์ทุกเซลล์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ตัวรับสัญญาณอะดรีเนอจิคชนิดเบต้า (β-adrenergic receptor) และ ตัวรับสัญญาณอะดรีเนอจิคชนิดแอลฟา (α-adrenergic receptor) จากรายงานของ Norman and Litwack (1997) และ Malkinson (1975) ผลของฮอร์โมนทั้งสองตัวต่อเซลล์หรืออวัยวะเป้าหมายจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวรับสัญญาณที่ถูกกระตุ้น เช่น ถ้ากระตุ้นตัวรับสัญญาณอะดรีเนอจิคชนิดเบต้า จะมีผลทำให้ไซคลิคอะดีโนซีน โมโนฟอสเฟต (cyclic adenosine monophosphate, cAMP) เพิ่มขึ้น เป็นต้น ซึ่งจะมีผลต่อระบบการทำงานต่างๆ ของร่างกาย ฮอร์โมนอีพิเนฟรินจะหลั่งออกมาเมื่อเกิดความเครียด หรือเมื่อระดับกลูโคสในเลือดต่ำ ผลของฮอร์โมนอีพิเนฟรินที่มีต่อร่างกาย เช่น กระตุ้นการสลายไกลโคเจน (glycogenolysis) ในตับ (Norman and Litwack, 1997) และกล้ามเนื้อ (Ever, 1989) ทำให้ระดับน้ำตาล

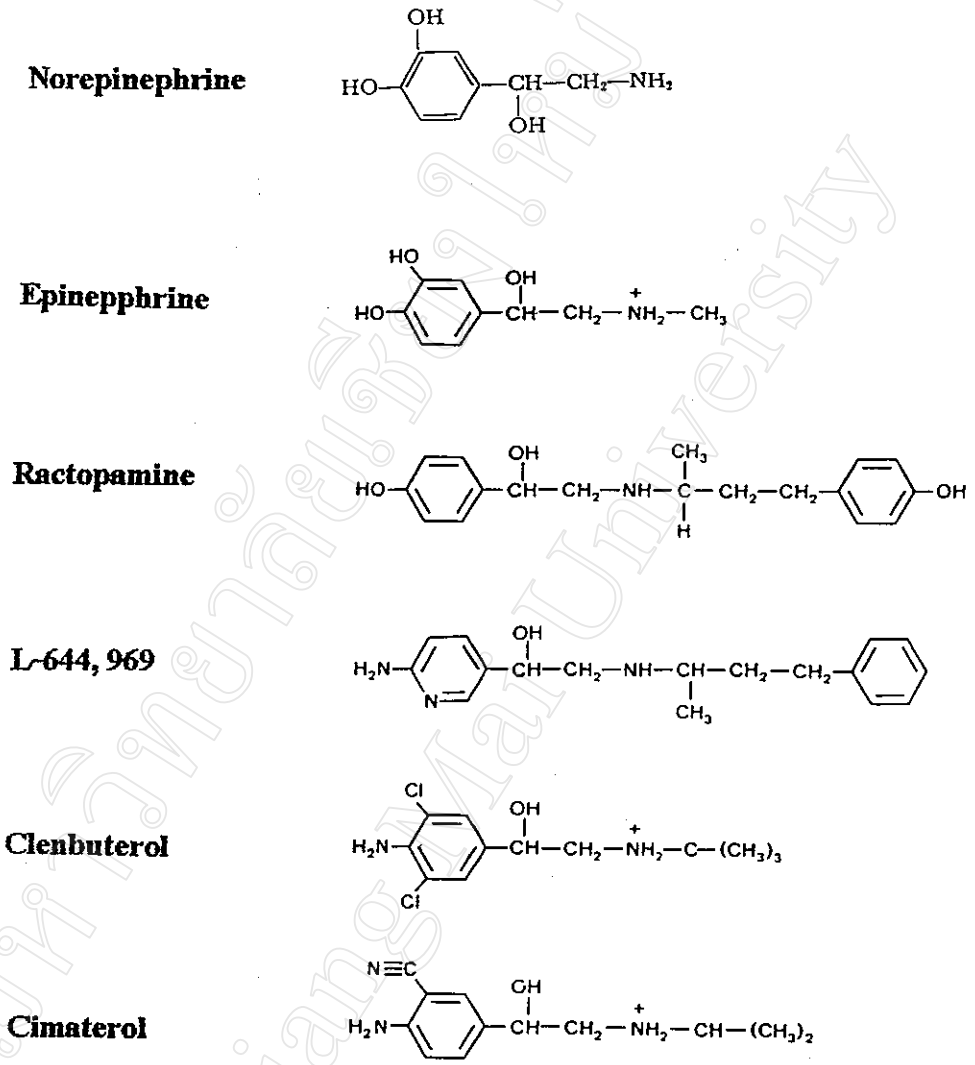

Figure 1 Chemical structure of epinephrine, norepinephrine and β-adrenergic agonists (Beermann, 1993; Turner, 1966).

ในเลือดเพิ่มขึ้น กระตุ้นการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ เพิ่มการไหลเวียนของเลือด (Turner, 1966) ขยายหลอดลมเพื่อช่วยให้ระบบหายใจดีขึ้น (พันทิพา และคณะ, 2541) Turner (1966) พบว่าเมื่อฉีดฮอร์โมนอีพิเนฟรินให้กับคนปกติ จะทำให้เกิดอาการกระวนกระวาย หงุดหงิด และรู้สึกอ่อนล้า ส่วนฮอร์โมนนอร์อีพิเนฟริน จะมีผลต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรท ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้น ควบคุมความดันเลือด เป็นต้น (Turner, 1966) เนื่องจากเบต้า-อะโกนิสท์มีโครงสร้างคล้ายกับฮอร์โมนอีพิเนฟรินและนอร์อีพิเนฟริน จึงทำให้มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนทั้งสองตัว ดังนั้นการทำงานของเบต้า-อะโกนิสท์ก็จะเกี่ยวข้องกับตัวรับสัญญาณอะดรีเนอจิคด้วยเช่นกัน โดย

จะออกฤทธิ์กระตุ้นตัวรับสัญญาณอะดรีเนอจิคชนิดเบต้าที่เซลล์เมมเบรน (Warriss, 2000) Ricks *et al.* (1984a) อ้างโดย Evers (1989) เสนอขั้นตอนการทำงานของเบต้า-อะโกนิสท์ โดยเบต้า-อะโกนิสท์จะกระตุ้นเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) เพิ่มการนำกรดไขมัน มาใช้เป็นแหล่งพลังงานแทนการใช้กรดอะมิโน และกระตุ้นกล้ามเนื้อ โดยลดการสลายและ/หรือเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีน ทำให้กล้ามเนื้อโครงร่าง (skeletal muscle) มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยสรุปเบต้า-อะโกนิสท์จะลดการสะสมไขมัน (Warriss, 2000; Beermann, 1993) โดยลดการสังเคราะห์ไขมัน (lipogenesis) และเพิ่มการสลายไขมัน (lipolysis) (Cardoso and Stock, 1998) นอกจากนี้เบต้า-อะโกนิสท์ยังเพิ่มการสะสมโปรตีน (Beermann, 1993) โดยลดอัตราการสลายตัวของโปรตีน (Warriss, 2000; Wood *et al.*, 1992) รายงานของ Baker *et al.* (1984b) อ้างโดย Evers (1989) พบว่า การเสริมเคลนบิวเทอรอล์ในอาหารแกะ จะทำให้แกะมีคุณภาพซากดีขึ้น เช่นเดียวกับ Beermann (1993) ซึ่งรายงานว่าการเสริมเบต้า-อะโกนิสท์ในอาหารสุกร จะทำให้สุกรมีคุณลักษณะทางเศรษฐกิจดีขึ้น เช่น มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเพิ่มขึ้น มันสันหลังบางลง ดังนั้นเมื่อเกษตรกรนำเบต้า-อะโกนิสท์มาเสริมในอาหารสุกร จึงเป็นการเร่งขบวนการเมตะบอลิซึมในสุกร ร่างกายจะเพิ่มการสะสมไนโตรเจนได้มากขึ้น ทำให้มีปริมาณเนื้อแดงมากขึ้น น้ำหนักซากสูงขึ้น เนื้อสุกรมีสีแดงคล้ำหรือสีม่วงคล้ำ ดังแสดงใน Figure 2 นอกจากนี้สารนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มการกระจายตัวของไขมัน (repartitioning agent) จึงเป็นเหตุให้ไขมันกระจายตัวได้มากขึ้น ความหนาไขมันสันหลังจะลดลง น้ำหนักซากเพิ่มขึ้น ในบางกรณีทำให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราแลกเนื้อดีขึ้น แต่ผลและการทำงานของเบต้า-อะโกนิสท์จะไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ และปริมาณเบต้า-อะโกนิสท์ที่ใช้ (Beermann, 1993)

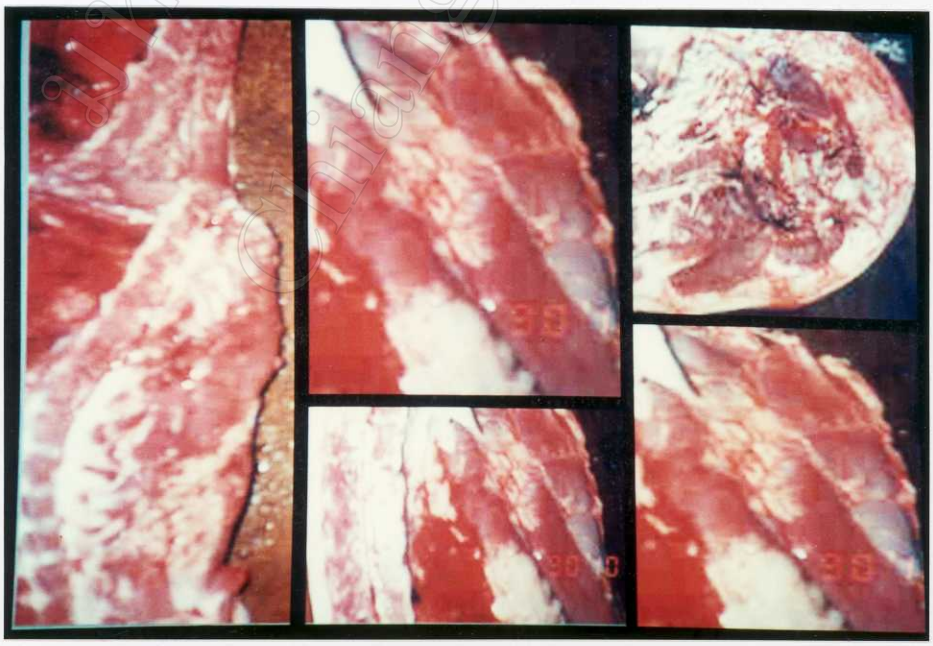

Figure 2 Pork colour which used salbutamol.

เนื่องจากเบต้า-อะโกนิสท์สามารถปรับปรุงคุณลักษณะทางเศรษฐกิจได้เป็นอย่างดี จึงทำให้เป็นที่นิยมใช้กันมากในกลุ่มผู้เลี้ยงสุกร ประกอบกับความเข้าใจผิดของผู้บริโภคที่คิดว่าเนื้อที่มีสีแดงกว่าเป็นเนื้อที่คุณภาพดีกว่า จึงทำให้กลุ่มผู้เลี้ยงสุกรจำเป็นต้องใช้เบต้า-อะโกนิสท์เพื่อผลทางการตลาดของตัวเอง และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยที่ไม่ทราบว่าการบริโภคเนื้อสุกรที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมเบต้า-อะโกนิสท์นั้นอาจเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง เนื่องจากสารกลุ่มนี้บางตัวจะไปจับกับโปรตีนด้วยโควาเลนท์บอนด์ (covalent bond) ส่งผลให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) ของเซลล์ (พันทิพา และคณะ, 2541; Murray *et al.*, 1996) ปริมาณของ cAMP ที่เพิ่มขึ้นจะกระตุ้น cAMP-dependent protein kinase ซึ่งจะทำให้เมตาบอลิซึมของเซลล์เสียสมดุล เซลล์อาจเกิดการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว เกิดทูเมอร์เซลล์ (tumer cell) ทำให้เซลล์เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งมีโอกาสเกิดมะเร็งได้ (Murray *et al.*, 1996) Liu *et al.* (1947) รายงานว่าความถี่ของโครโมโซม (chromosomes) ที่ผิดปกติจะเพิ่มขึ้น เมื่อสุกรกินอาหารที่เสริมเบต้า-อะโกนิสท์ ความถี่ของโครโมโซมที่ผิดปกติจะมีความสัมพันธ์กับระดับของเบต้าอะโกนิสท์ที่เสริมในอาหาร และที่ระดับ 25 ppm พบความถี่ของโครโมโซมที่ผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญ ในหนู พบว่าความหนาแน่นของตัวรับสัญญาณอะดรีเนอจิคชนิดเบต้า 2 (β_2-adrenergic receptor) ในกล้ามเนื้อโครงร่าง (skeletal muscle) ลดลง เมื่อได้รับไดมาเทอรอล์ (Kim *et al.*, 1992) และเคลนบิวเทอรอล์ (Huang *et al.*, 2000) สำหรับการใช้เบต้า-อะโกนิสท์รักษาโรคหืด (asthema) จะทำให้ตัวรับสัญญาณอะดรีเนอจิคที่เนื้อเยื่อปอดลดลง (Huang *et al.*, 2000) หลายๆ รายงานของประเทศสเปน พบว่าเบต้าอะโกนิสท์เป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง (ชัยณรงค์, 2543) นอกจากนี้ยังทำให้คุณภาพเนื้อลดลงด้วย Wood *et al.* (1992) รายงานว่าเบต้า-อะโกนิสท์ทำให้เนื้อสุกรเหนียวขึ้น และลดการทำงานของเอนไซม์แคลเพน (calpain enzymes) ในเนื้อแกะ Warriss (2000) รายงานว่าเบต้า-อะโกนิสท์บางตัวจะทำให้เนื้อมีสีคล้ำและไม่สดใส (darker and duller) และลดปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (intramuscular fat) ทำให้เนื้อเหนียวขึ้นภายหลังการปรุงอาหาร และอาจลดคุณภาพเนื้อด้านอื่นๆ ด้วย

ถึงแม้ว่าจะมีการยืนยันถึงการถูกขจัดออกนอกเซลล์ได้เร็วเท่ากับอัตราการดูดซึมก็ตาม แต่ก็ยังพบการตกค้างของสารกลุ่มนี้ในไขมัน ตับ และไตสูง ด้วยเหตุนี้เนื้อสุกรที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารที่เติมกลุ่มเบต้า-อะโกนิสท์ จึงได้รับการปฏิเสธจากต่างประเทศที่มีมาตราฐานการดำรงชีวิตสูง เพราะยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าใช้แล้วปลอดภัย (พันทิพา และคณะ, 2451) องค์การอาหารและยาของประเทสหรัฐอเมริกา (food and drug association, FDA) ไม่อนุญาติให้ใช้สารเพิ่มการกระจายตัวในประเทศสหรัฐ (Cheek, 1999) ยกเว้นแรคโตปามีน ที่พึ่งได้รับการยอมรับให้ใช้เมื่อเร็วๆ นี้ (Sundlof, 2000) สำหรับประเทศไทยมีพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ (ฉบับที่ 2)

พ.ศ. 2542 ซึ่งประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 116 ตอนพิเศษ 41 ง ลงวันที่ 15 มิถุนายน 2542 (ปรีชา, 2542) โดยมีสาระสำคัญเกี่ยวกับเบต้า-อะโกนิสท์ คือ

ข้อ 1 ไม่อนุญาตให้นำเข้าเพื่อขายซึ่งอาหารสัตว์ทุกประเภทที่มีสารเคมีภัณฑ์กลุ่มเบต้า-อะโกนิสท์ (β-agonist) เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์

ข้อ 2 ห้ามใช้สารเคมีภัณฑ์กลุ่มเบต้า-อะโกนิสท์ (β-agonist) เป็นวัตถุที่เติมในอาหารสัตว์ในการผลิตอาหาร

แต่ปรากฏว่าปัจจุบันนี้ยังมีการลักลอบใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย เนื่องจากยังมีความเข้าใจที่ผิดและเห็นแก่ประโยชน์ส่วนตน รวมถึงบทลงโทษที่ไม่รุนแรง การดูแลและตรวจตราของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องทำได้ไม่ครอบคลุมทั้งหมด เนื่องจากขาดความร่วมมือที่ดีระหว่างผู้เลี้ยงสุกร ผู้ชำแหละสุกร และผู้บริโภค

ไวตามินอีและซี เป็นสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่มีในธรรมชาติ (natural antioxidants) มีคุณสมบัติปรับปรุงคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อได้อีกด้วย และผู้บริโภคให้การยอมรับโดยจะต้านการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เนื้อมีการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ เช่น กลิ่น สี รสชาติ คุณค่าทางอาหาร และเกิดสารประกอบที่เป็นพิษ ทำให้คุณภาพเนื้อลดลง ดังนั้นการใช้ไวตามินอีและซี ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการปรับปรุงคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อให้ดีขึ้น และปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ไวตามินอีและไวตามินซีมาปรับปรุงสีเนื้อแดงของสุกรขุน เพื่อหาทางออกให้กับผู้ใช้สารเร่งเนื้อแดง
2. เพื่อหาแนวทางเกี่ยวกับระดับการใช้ไวตามินอีและไวตามินซีที่เหมาะสม
3. เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสรรถนะการผลิต และคุณภาพเนื้อและซากด้านอื่นๆ เมื่อใช้ไวตามินอีและไวตามินซีในระดับสูง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิจัย

1. ผู้เลี้ยงสามารถใช้ไวตามินอีและไวตามินซีแทนการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตสังเคราะห์โดยเฉพาะกลุ่มสารคล้ายฮอร์โมน กลุ่มเบต้า-อะโกนิสท์ ซึ่งเป็นสารต้องห้าม

2. ปรับปรุงคุณภาพเนื้อสุกรในด้านความเสถียรของสี (colour stability) ให้ดีขึ้น และลดการสูญเสียน้ำ (drip loss) และเพิ่มอายุการเก็บได้นานขึ้น รวมทั้งช่วยทำให้เนื้อสดที่วางขายในตลาดสามารถอยู่ได้ทั้งวัน โดยมีสีคล้ำน้อยกว่าปกติ

3. แก้ปัญหาสารพิษตกค้างในเนื้อสุกร เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้บริโภคเนื้อสุกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University