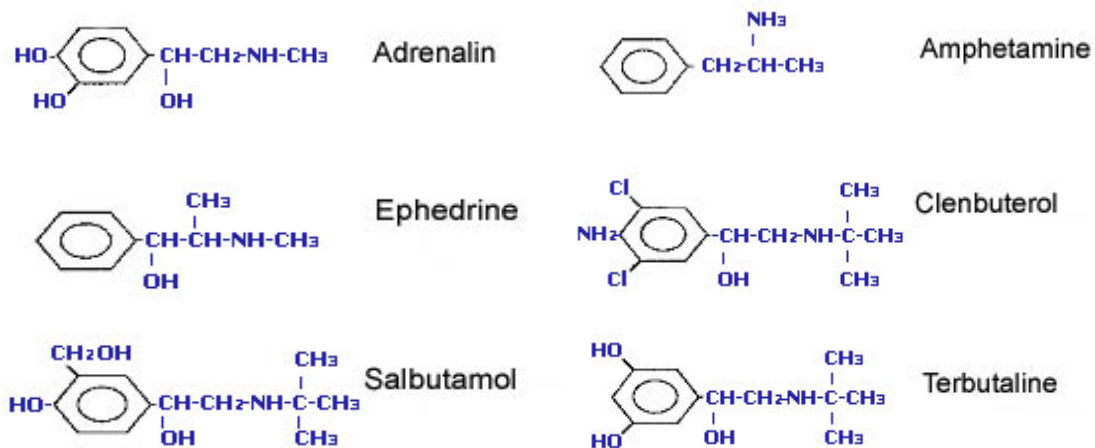


บทที่ 20

สารเร่งเนื้อแดง

20.1 สารเบต้าอะโกนิสต์

สารเร่งเนื้อแดงเป็นสารในกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ (beta-agonists) จัดอยู่ในกลุ่มของ adrenaline drug หรือ sympathomimetic amine เช่นเดียวกับ adrenaline, amphetamine (ยาบ้า) และ Ephedrine (ยาอี) ดังภาพที่ 20.1 สารทั้งหมดนี้มีโครงสร้างหลักทางเคมีที่เหมือนกันจะแตกต่างกันบ้างในส่วนที่เป็น side chain สารในกลุ่ม sympathomimetic ทั้งหมดสามารถออกฤทธิ์ต่อระบบของร่างกายได้คล้ายคลึงกัน เช่น กระตุ้น adrenergic nerves หรือ postganglionic sympathetic กระตุ้นการทำงานของหัวใจและระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system; CNS) สามารถทำให้เส้นเลือดที่ไปยังผิวหนังและ mucous membrane เกิดการหดตัว ทำให้หลอดลมใหญ่ (bronchi) และเส้นเลือดที่ไปยังกล้ามเนื้อคลายเกิดการขยายตัว และส่งผลให้เมแทบอลิซึมของร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยการนำเลือดจากอวัยวะที่ไม่จำเป็นและไม่มีความจำเป็นในการทำงานในขณะนั้นมาใช้เพื่อใช้เป็นพลังงาน



ภาพที่ 20.1 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม Adrenaline Drug

ที่มา: ยุพดี (2541)

สารเบต้าอะโกนิสต์

สารเบต้าอะโกนิสต์เป็นสารเคมีที่มีโครงสร้างคล้ายสารสื่อประสาท (neurotransmitters) มีฤทธิ์คล้ายการกระตุ้นของสารสื่อประสาทในระบบประสาทอัตโนมัติส่วน sympathetic ที่ตัวรับเบต้า (β -receptors)

ตัวรับเบต้าเป็นตัวรับของสารสื่อประสาทจำพวกแคททีโคลามีน (catecholamine) (ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต) สารเหล่านี้ทำหน้าที่รวมตัวกับสารสื่อประสาท (อะดรีนาลีน นอร์อะดรีนาลีน และโดปามีน) ที่มีอยู่ในร่างกายแล้วทำให้เกิดการทำงานตามปกติของร่างกาย ถ้าสารเหล่านี้รวมตัวกับสารที่มากกระตุ้น (agonist) จะเกิดผลเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา แบบเดียวกับสารสื่อประสาท ถ้ารวมตัวกับสารที่มายับยั้ง (antagonist) อาจมีผลทำให้เกิดผลแบบเดียวกับสารสื่อประสาทหรือตรงกันข้ามก็ได้

ผลที่เกิดจากการกระตุ้นตัวรับเบต้าที่อวัยวะต่าง ๆ

การกระตุ้นตัวรับเบต้าที่อวัยวะต่าง ๆ มีผลดังนี้

1. หัวใจและหลอดเลือด - ทำให้หัวใจเต้นเร็วและแรงขึ้น เพิ่มความต้องการออกซิเจน หลอดเลือดขยาย ลดแรงต้านทานของหลอดเลือด
2. ปอดและทางเดินหายใจ - ทำให้ขยายหลอดลม (เบต้า₂) กล้ามเนื้อเรียบคลายตัว
3. ตับ - ทำให้ตับมีการสลายไกลโคเจน มีผลให้ไกลโคเจนในเลือดสูง
4. ตับอ่อน - เพิ่มการหลั่งอินซูลิน
5. กล้ามเนื้อลาย - ทำให้สลายกลัยโคเจน เพิ่มปริมาณ K^+ ทำให้ตัวสั่น
6. เนื้อเยื่อไขมัน - สลายไขมันมากขึ้น
7. กระเพาะปัสสาวะ - ลดการหดรัดตัว

การนำสารเบต้าอะโกนิสต์มาใช้มีอยู่ 2 ชนิดคือ ซาลบูตามอล (salbutamol) และ เคลนบูเทรอล (clenbuterol) ซึ่งเป็นสารเคมีที่นำมาใช้ในการผลิตยารักษาโรคมนุษย์ สารเคลนบูเทรอลมีฤทธิ์แรงกว่าซาลบูตามอล 20 เท่า สารเหล่านี้มีสรรพคุณในการขยายหลอดลม รักษาโรคหอบหืด และช่วยให้กล้ามเนื้อคลายตัว แต่อาจมีผลข้างเคียงคือ ทำให้มีอาการกล้ามเนื้อสั่น หัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ กระวนกระวาย วิงเวียน ปวดศีรษะ

ดังนั้นจึงห้ามใช้ยากลุ่มนี้กับผู้ที่ เป็นโรคหัวใจและต้องใช้ด้วยความระมัดระวังในผู้ที่มีความดันโลหิตสูง ผู้ป่วยโรคเบาหวาน และผู้ป่วย Hyperthyroidism ปัจจุบันพบว่าการลักลอบใช้สารเบต้าอะโกนิสต์เป็น สารเร่งเนื้อแดงในสุกร วัว และสัตว์ปีก เพื่อช่วยทำให้สัตว์ที่เลี้ยงเพื่อบริโภคเหล่านี้มีการสะสมไขมันลดลง มีการเจริญเติบโตและกระตุ้นเนื้อแดงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหากได้รับสารตกค้างปริมาณมากอาจเกิดอาการหัวใจเต้นผิดปกติ นอนไม่หลับ คลื่นไส้ อาเจียน

20.2 การใช้สารเบต้าอะโกนิสต์ผสมในอาหารสุกร

การใช้สารเบต้าอะโกนิสต์เป็นสารปรับซากผสมในอาหารสุกร มีผลดังนี้

1. มีการสะสมไขมันลดลง โดยกระตุ้นการผลิต cyclic 3', 5'adenosine monophosphate (cAMP) เกิดการสลายไขมัน
2. มีการกระตุ้นเนื้อแดงให้เพิ่มมากขึ้น โดยขบวนการของ cAMP ไปสลายไกลโคเจน เพิ่มกลูโคสในกระแสเลือดเพื่อให้พลังงาน รวมทั้งพลังงานจากการสลายไขมันได้พลังงานจำนวนหนึ่ง ร่างกายสามารถนำพลังงานเหล่านี้มาใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน
3. มีการเจริญเติบโตดีขึ้น

ก. เคลนบูเทอรอล (Clenbuterol)

เคลนบูเทอรอลเป็นตัวแรกที่มีการศึกษาและนำมาใช้เป็นสารปรับซากใน พ.ศ.2523 มีชื่อการค้าว่า LENDOL พ.ศ.2533 ประเทศสเปนรายงานถึงปัญหาจากการบริโภคตับโคที่ปนเปื้อนเคลนบูเทอรอลในผู้ป่วยจำนวน 130 คน ทำให้เกิดอาการกระวนกระวาย กล้ามเนื้อเกร็ง ตัวสั่น หัวใจเต้นเร็ว ปวดศีรษะอย่างรุนแรง และเจ็บปวดกล้ามเนื้อภายหลังบริโภค 15 นาที-6 ชั่วโมง อาการคงอยู่นาน 90 นาทีถึง 6 วัน ผู้ป่วยมีระดับยาในเลือดต่ำแต่ในปัสสาวะสูงมาก

เคลนบูเทอรอลเป็นยาที่ใช้อย่างผิดกฎหมายมากที่สุดในสหรัฐอเมริกา มีการใช้กันมากในสัตว์เศรษฐกิจ เช่น สุกร ไก่ วัว สารนี้เป็น anabolic agent ทำให้สัตว์มีกล้ามเนื้อมากโดยไม่ต้องออกกำลังกาย ใช้ในสัตว์ที่ต้องการโชว์ (show animals) ให้ดูลำสัน สุกรมีส่วนของเนื้อแดงต่อมันเพิ่มขึ้นและเนื้อมีสีแดงยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการแอบนำ

แคลนบูเทรอลมาใช้ในนักกีฬาโดยเฉพาะนักเพาะกาย ขนาด 20 ไมโครกรัม วันละ 3 ครั้ง หยุด 2 วัน แล้วให้ซ้ำนาน 6-8 สัปดาห์ มีผลข้างเคียงทำให้หัวใจเต้นเร็วแรง นอนไม่หลับ กล้ามเนื้อเกร็ง การทำงานของต่อมไทรอยด์เสียไปอย่างถาวร ทำให้นักกีฬานั้นสูญเสีย เมแทบอลิซึม ไม่ทนต่ออุณหภูมิหนาว และตายในที่สุด

ปัญหาของแคลนบูเทรอลในประเทศไทย มีการแอบผสมในอาหารสุกร มีชื่อการค้าว่า LENDOL ระบุว่า เป็นกากถั่ว กากงา มีการส่งยกเลิกการจำหน่าย พบปนเปื้อน อยู่ในเนื้อสุกรที่มาจากประเทศมาเลเซีย จึงมีการตรวจสอบเฝ้าระวังอยู่

การวิจัยแคลนบูเทรอลในอาหารสุกรน้ำหนัก 90-98 กิโลกรัมที่ระดับ 1.5 มิลลิกรัมต่อวัน เป็นเวลา 85 และ 90 วัน ก่อนชำแหละ พบว่า สุกรทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณ เนื้อแดงเพิ่มขึ้น และกลุ่มที่ให้สารจนถึงวันฆ่า 90 วัน มีไขมันลดลง แต่กลุ่มที่ให้สารเพียง 85 วันและหยุดให้สาร 5 วันก่อนฆ่าจะมีปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้นจนมีระดับเดียวกับกลุ่ม ควบคุม นอกจากนี้มีการใช้แคลนบูเทรอลในอาหารสุกรขุนที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อาหาร พบว่า อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ปรับปรุง คุณภาพซากโดยลดความหนาสันหลังและเปอร์เซ็นต์ไขมันในซากลง 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเพิ่มขึ้น 21 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ซากเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 20.1

ตารางที่ 20.1 ผลของแคลนบูเทรอลที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารสุกรต่อ สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก

ลักษณะ	ค่าเฉลี่ยของการตอบสนอง 1/	การปรับปรุง (เปอร์เซ็นต์)
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน	0.94	6
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.94	6
เปอร์เซ็นต์ซาก	1.01	7
ความหนาไขมันสันหลัง	0.93	7
เปอร์เซ็นต์ไขมันในซาก	0.92	8
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน	1.21	21

1/ ผลของการให้แคลนบูเทรอล/ผลของกลุ่มเปรียบเทียบ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Delrymple *et al.* (1984)

ข. ซาลบูตามอล (Salbutamol)

ซาลบูตามอลเป็นสารเบต้าอะโกนิสต์ในกลุ่ม sympathomimetic ที่ออกฤทธิ์โดยตรงและค่อนข้างเฉพาะต่อตัวรับเบต้า ทำให้มีฤทธิ์เป็น bronchodilator จึงถูกนำมาใช้ในการรักษาโรคหืด (asthma) โดยใช้ทั้งกรณี acute severe asthma และกรณี chronic asthma จึงใช้เป็นยาขยายหลอดลมที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันชื่อการค้าว่า VENTOLIN ในขนาด 8-10 มิลลิกรัมต่อวัน วันละ 2 ครั้ง นอกจากนี้ยังใช้ในการป้องกันการคลอดก่อนกำหนด

มีการลักลอบใช้ซาลบูตามอลในอาหารเลี้ยงสุกร แต่ยังไม่ได้ออกสรุปรูปแบบของความปลอดภัยต่อผู้บริโภค การวิจัยซาลบูตามอลขนาด 3 และ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในสุกรน้ำหนัก 68-95 กิโลกรัมเทียบกับกลุ่มไม่ให้อาหาร พบว่า สุกรที่ได้รับซาลบูตามอลมีรูปร่างค่อนข้างกำยำลำสัน กล้ามเนื้อเป็นมัด อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารดีกว่า ในระหว่างช่วงท้ายของการขุนสุกรกลุ่มที่ใช้ซาลบูตามอลมีอาการทางประสาทคือตัวสั่นเป็นพัก ๆ ตื่นตกใจง่าย และกระวนกระวายมากกว่าสุกรกลุ่มที่ไม่ให้อาหาร สุกรมีความเครียดปรากฏให้เห็นมาโดยตลอดโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงก่อนนำเข้าโรงงานฆ่าสัตว์ สุกรแสดงอาการตัวสั่น ตื่นตกใจง่าย หลังจากฆ่าและพบว่า ซากของสุกรเต็มไปด้วยเนื้อแดง ความหนาของไขมันสันหลังบาง มีชั้นไขมันหุ้มซากค่อนข้างบางผิดปกติ สีของเนื้อค่อนข้างเข้มกว่าปกติ มัดกล้ามเนื้อที่บริเวณรอยผ่าระหว่างขาหลังทั้ง 2 ข้างมีขนาดใหญ่จนมองเห็นปรีสันออกมา ปริมาณเนื้อแดงบริเวณสันหลัง ขา สะโพก และหัวไหล่สูง สีของเนื้อที่ได้ค่อนข้างแดงจัด ผิวหน้าของก้อนเนื้อแห้งกว่าปกติ หากใช้นิ้วแตะดูพบว่าไม่มีความชื้นของน้ำเนื้อตามปกติอยู่เลย ชั้นของไขมันโดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนเนื้อสามชั้นมีชั้นของไขมันบางมาก ไขมันชั้นที่ติดกับหนังหนาเพียง 0.5 เซนติเมตรหรือต่ำกว่า นอกจากนั้นชั้นไขมันระหว่างเนื้อแดงที่ลึกลงไปก็เป็นเพียงชั้นบาง ๆ จนแทบมองไม่เห็นว่ามีไขมันอยู่เลย ผลเหล่านี้เกิดจากสารเร่งเนื้อแดงทำให้กระบวนการภายในร่างกายของสุกรทำงานผิดปกติ มีการจัดสรรให้อาหารที่สุกรกินเข้าไปเกือบทั้งหมดแปลงไปเป็นโปรตีนสะสมอยู่ในรูปของเนื้อแดงสูงกว่าที่ถูกจัดสรรไปสร้างเป็นชั้นไขมันตามปกติทั่วไปเกิดผลข้างเคียงคือ สารเหล่านี้เข้าไปทำงานที่ส่วนตัวรับเบต้าของระบบประสาท จึงทำให้สุกรมีอาการเครียด ตื่นตกใจง่าย บางตัวอาจตกใจมากจนช็อกตายไปในระหว่างขนส่ง

ขณะที่กลุ่มที่ไม่ให้สารได้ซวกปกติคือ เนื้อมีสีชมพูอมเทา กล้ามเนื้อในซวกอยู่ในระดับปกติไม่เป็นมัด มีชั้นของไขมันหุ้มซวกหนาประมาณ 2.5 เซนติเมตรขึ้นไป

จากการวิจัยซวกตามอลในสุกรเพศเมียและเพศผู้ตอนจำนวน 96 ตัว น้ำหนัก 25-77 กิโลกรัม พบว่า อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น เพิ่มเปอร์เซ็นต์ซวกและลดระดับความหนาไขมันสันหลัง ดังตารางที่ 20.2

ตารางที่ 20.2 ผลของซวกตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซวก

ลักษณะ	ซวกตามอล (มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร)			
	0	2	4	8
อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัม/วัน)	0.70	0.75	0.76	0.77
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2.66	2.52	2.48	2.43
เปอร์เซ็นต์ซวก (เปอร์เซ็นต์)	74.20	75.40	75.60	76.40
ความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่งกระดูกซี่โครงคู่ที่ 10 (เซนติเมตร)	1.39	1.21	1.16	1.07

ที่มา : Cole *et al.* (1987)

ค. แรคโตพามีน (Ractopamine)

แรคโตพามีนเป็นสารเบต้าอะโกนิสต์ที่ได้รับการจดทะเบียนให้ใช้เป็นสารปรับซวกในอเมริกา มีการพยายามขอจดทะเบียนในประเทศไทย มีรายงานการใช้ยานี้มากมาย มีผลต่อการส่งออกเนื้อสัตว์ ยานี้ได้ผลต่อสัตว์ประเภทโคมากกว่าสุกรมากกว่าไก่ ตามลำดับ จากการศึกษาแรคโตพามีนในสุกรขุนเพศเมียที่ได้รับอาหารแบบจำกัดที่ระดับ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารและระดับโปรตีนต่าง ๆ กัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตต่อวันเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับโปรตีนในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น การสะสมเนื้อแดงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับโปรตีนในสูตรอาหารต่ำกว่า 14.2 เปอร์เซ็นต์ แต่จะมีความสัมพันธ์กันที่ระดับโปรตีนสูงกว่า 14.2 เปอร์เซ็นต์ การสะสมไขมันลดลงมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับโปรตีนสูงขึ้นแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโดยการเสริมแรคโตพามีน ดังนั้นการเสริมแรคโตพามีนควรเพิ่มระดับโปรตีนในสูตรอาหารให้สูงขึ้นเพื่อเพิ่มการสะสมเนื้อแดงสูงสุด ตารางที่ 20.3

ตารางที่ 20.3 ผลของแรคโตพามีนและระดับโปรตีนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรขุนเพศเมียที่ได้รับอาหารแบบจำกัด

ลักษณะ	แรคโตพามีน มก./กก.	ระดับโปรตีนในสูตรอาหาร (%)						นัยสำคัญ 1/		
		8.3	11.2	14.2	17.1	20.1	23.0	R	DP	RxDP
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	0	474	569	590	621	639	659	ns	**	ns
	20	479	553	624	654	694	678			
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0	4.19	3.51	3.41	3.23	3.14	3.09	ns	**	ns
	20	4.27	3.64	3.24	3.03	2.90	2.95			
การสะสมเนื้อแดงในซาก (กรัม/วัน)	0	61	82	90	99	87	89	**	**	ns
	20	61	89	96	111	111	115			
การสะสมไขมันในซาก (กรัม/วัน)	0	189	176	147	149	169	131	ns	*	ns
	20	182	161	148	154	174	150			

1/ ^{ns} p>0.05, * P<0.05, ** P<0.01 R = Ractopamine, DP = diataly protein

ที่มา : ดัดแปลงจาก Dunshes (1991)

20.3 ปัญหาจากการตกค้างของสารเบต้าอะโกนิสต์ในสุกร

สุกรที่ได้รับสารเบต้าอะโกนิสต์ในอาหารจะตรวจพบการตกค้างของสารเร่งเนื้อแดงตกค้างอยู่ในเนื้อที่มีปริมาณตั้งแต่เล็กน้อยไปจนถึงปานกลาง นอกจากนี้ยังพบในปัสสาวะด้วยเช่นกัน การตกค้างสารเร่งเนื้อแดงในสุกรที่ส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ตับ ไต เนื้อ และไขมัน

การตกค้างของสารเบต้าอะโกนิสต์ทำให้เกิดปัญหาคือ

1. แพ้ยาล
2. ผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นจากยา หรือสารเมแทโบไลต์ของยา
3. การตอบสนองของตัวรับในระบบประสาทซิมพาเทติกเปลี่ยนแปลงไป
4. เกิดการกลายพันธุ์
5. สารก่อมะเร็ง

20.4 การสังเกตการปนเปื้อนสารเร่งเนื้อแดงในเนื้อสุกร

การปนเปื้อนสารเร่งเนื้อแดงในเนื้อสุกร สังเกตได้ดังนี้

1. สุกรที่ยังมีชีวิตอยู่จะเห็นมัดกล้ามเนื้ออ่อนนุ่มเตนกว่าปกติ โดยเฉพาะบริเวณ สะโพกหรือบริเวณหัวไหล่ สันหลัง ถ้าได้รับยาสูงมาก ๆ สุกรจะมีอาการสันอยู่ตลอดเวลา
2. เนื้อจะมีสีแดงคล้ำกว่าปกติ
3. เนื้อที่หั่นทิ้งไว้จะมีลักษณะเนื้อค่อนข้างแห้ง แต่สุกรปกติเมื่อหั่นทิ้งไว้จะพบ น้ำซึมออกมาบริเวณผิว
4. เนื้อสามชั้น สุกรปกติมีเนื้อแดง 2 ส่วนต่อมัน 1 ส่วน (33 เปอร์เซ็นต์) แต่สำหรับสุกรใช้สารเร่งเนื้อแดงมีปริมาณเนื้อสูงถึง 3 ส่วนต่อมัน 1 ส่วน (25 เปอร์เซ็นต์) นั่นคือ มีเนื้อแดงมากกว่ามัน



ภาพที่ 20.2 เนื้อสุกรที่ปนเปื้อนสารเร่งเนื้อ