

## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลอง

**ระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไลโปโปรตีนในเลือดสุกร (cholesterol, triglyceride and lipoprotein levels in swine serum)**

กลุ่มการทดลองประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารที่มีน้ำมันปลาทูน่า (crude oil) 1% ช่วงน้ำหนักตัว 30-100 กก. กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารที่มีน้ำมันปลาทูน่า 3% ที่น้ำหนักตัว 30-60 กก. และกลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารที่มีน้ำมันปลาทูน่า 3% ที่น้ำหนักตัว 80-100 กก. ซึ่งแต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็นเพศผู้ตอนและเพศเมียอย่างละเท่าๆ กัน พบว่า การเลี้ยงสุกรด้วยอาหารที่มีน้ำมันปลาทูน่าที่ระดับและช่วงระยะเวลาการเลี้ยงต่างๆ ไม่มีผลต่อองค์ประกอบต่างๆ ในเลือดของสุกร โดยเฉพาะไลโปโปรตีนประเภท HDL และ LDL ซึ่งมีแนวโน้มทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ และไลโปโปรตีนประเภท VLDL ลดลง เช่นเดียวกับปริมาณคอเลสเตอรอล แต่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า

**คุณภาพซากและเนื้อ (carcass and meat quality)**

อิทธิพลของกลุ่มอาหารทดลองต่อคุณภาพซาก ส่วนใหญ่แล้วไม่แตกต่างกัน ยกเว้นทำให้ซากมีไขมันหนาขึ้น และสุกรเพศผู้ตอนมีคุณภาพซากดีกว่าเพศเมีย เนื่องจากมีความหนาไขมันสันหลังมากกว่า และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงต่ำกว่าเพศเมีย

อาหารที่มีน้ำมันปลาทูน่าไม่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ โดยรวมของกล้ามเนื้อสันนอก และยังทำให้ค่าสี คะแนนการยอมรับโดยรวมจากการตรวจชิม และความสามารถในการอุ้มน้ำมีแนวโน้มดีกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะกลุ่มที่ 4 และ 2 แต่มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ และค่า TBA number สูงกว่ากลุ่มอื่น อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงสุกรด้วยน้ำมันปลาทูน่า (1-3%) ทำให้เกิดการสะสมของกรดไขมันโอเมก้า 3 (n-3 PUFA) โดยเฉพาะ EPA และ DHA มากขึ้น ขณะที่ n-6 PUFA น้อยกว่ากลุ่มควบคุม อัตราส่วนของกรดไขมันโอเมก้า 6 ต่อ โอเมก้า 3 (n-6 : n-3 PUFA) จึงลดลงเกือบ 50% โดยที่กลุ่มที่ 2 มีผลต่อการสะสม n-3 PUFA ใกล้เคียงกลุ่มที่ 4 แต่กลุ่มที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์ n-3 PUFA สะสมลดต่ำลง

สุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียมีคุณภาพเนื้อไม่แตกต่างกัน แต่สุกรเพศผู้ตอนมีแนวโน้มของความนุ่มของเนื้อมากกว่าเพศเมีย อีกทั้งมีเปอร์เซ็นต์ไขมันและปริมาณไตรกลีเซอไรด์สูงกว่าเพศ

เมีย ส่วนองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อ พบว่า สุกรเทศเมียมี PUFA สูง แต่ SFA ต่ำกว่า ทำให้มีอัตราส่วน PUFA : SFA สูงกว่าเพศผู้ อย่างไรก็ตาม สุกรเทศเมียก็มีทั้ง n-6 และ n-3 PUFA ที่สูงกว่า ทำให้มีอัตราส่วน n-6 : n-3 PUFA ใกล้เคียงกันกับเพศผู้ตอน

### คุณภาพไขมัน (fat quality)

การทดสอบอิทธิพลของอาหารที่มีน้ำมันปลาคุณภาพไขมันด้านต่างๆ ของไขมันสันหลังสุกร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งค่าความแข็ง จุดหลอมเหลว ปริมาณคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ส่วนค่าการหืนนั้น ไขมันสันหลังของกลุ่มที่ 2 และ 4 มีแนวโน้มของการหืนเพิ่มสูงขึ้น และไขมันสันหลังของสุกรในกลุ่มที่ 2 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์ n-3 PUFA สูงกว่ากลุ่มที่ 3 และ 1 ตามลำดับ แต่กลุ่มที่ 1 กลับมี PUFA ทั้งหมด โดยเฉพาะ n-6 PUFA สูงที่สุด ทำให้อัตราส่วนของ PUFA : SFA และ n-6 : n-3 PUFA ของสุกรกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มน้ำมันปลาคุณภาพ และการศึกษาอาหารที่มีน้ำมันปลาคุณภาพ ทำให้เปอร์เซ็นต์ n-3 PUFA ในไขมันสันหลังลดลง

สุกรเพศผู้ตอนมีแนวโน้มของความแข็งไขมันสันหลังมากกว่าเพศเมีย แต่มี PUFA ทั้งประเภท n-6 และ n-3 PUFA รวมทั้ง PUFA : SFA ต่ำกว่าเพศเมีย อย่างไรก็ตาม เมื่อคิดเป็นอัตราส่วน n-6:n-3 PUFA แล้ว สุกรเทศผู้ตอนมีอัตราส่วนนี้ต่ำกว่าเพศเมียเล็กน้อย

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า น้ำมันปลาเกรด crude oil เหมาะนำมาใช้ผลิตเนื้อสุกรโอเมก้า 3 เพื่อการค้า เพราะให้ผลต่อการสะสม EPA และ DHA ได้ดีกว่าแหล่งจากพืช และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเกรด semi-refined ที่มีราคาสูงกว่าหลายเท่าตัว โดยที่สุกรเพศผู้ตอนมีคุณภาพเนื้อและไขมันใกล้เคียงกับสุกรเพศเมีย แม้มีคุณภาพซากด้อยกว่าเพศเมียเล็กน้อย แต่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว และระบบการผลิตสุกรในปัจจุบัน มีการแบ่งโปรแกรมอาหารออกเป็นระยะๆ ดังนั้นการเลือกเลี้ยงสุกรเพศผู้ตอน ด้วยอาหารน้ำมันปลาปริมาณสูง ที่ 3% ของสูตรอาหารในระยะท้ายการขุน ที่ช่วงน้ำหนักตัวประมาณ 80-100 กก. ให้ผลดีทั้งด้านคุณภาพเนื้อและไขมันเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการผลิตเชิงเศรษฐกิจ เพราะเป็นวิธีที่ง่ายในการจัดการด้านอาหารมากกว่าการใช้ปริมาณน้ำมันปลาในระดับต่ำ (1%) แต่ต้องเลี้ยงตลอดระยะเวลาการขุน ซึ่งต้องจัดการกับสูตรอาหารหลายระยะ

## ข้อเสนอแนะ

### การนำไปใช้เพื่อการผลิตเชิงเศรษฐกิจ

1. การประกอบสูตรอาหาร ควรปรับสูตรอาหารให้มีทั้งพลังงานและปริมาณไขมันใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งการทดลองนี้สูตรผสมน้ำมันปลาพุนามีไขมันสูง หากมีการปรับลดไขมันลงให้ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมอาจช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ ซึ่งแม้การทดลองนี้สูตรอาหารมีเปอร์เซ็นต์ไขมันที่แตกต่างกัน แต่มีพลังงานในอาหารใกล้เคียงกัน ผลการทดลองที่ได้อยู่ในเกณฑ์เป็นที่พอใจ ประกอบกับมีการดำเนินการทดลองในลักษณะของการผลิตจริงจึงสามารถนำไปใช้ในได้จริง หรือสามารถใช้เป็นแนวทางในประยุกต์ใช้หรือปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นต่อไป
2. การผสมอาหารสำหรับการทดลองนี้ กระทำโดยใช้เครื่องมือผสมอาหารของโรงงานผลิตขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงผสมน้ำมันปลาลงในอาหารได้ทั่วถึง หากต้องอาหารผสมด้วยมือ ควรมีการผสมน้ำมันปลากับสื่อก่อน แล้วจึงนำสื่อนั้นผสมกับอาหารอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ไขมันปลากระจายได้อย่างทั่วถึง
3. การใช้แหล่งอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง มักเกิดการออกซิเดชันของกรดไขมันในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้มีการสูญเสียของกรดไขมัน และเกิดปัญหาการหืนของอาหารได้ ดังนั้นสามารถเติมวิตามินอีลงในอาหารให้สูงกว่าระดับปกติได้ เพื่อลดการออกซิเดชันดังกล่าว
4. ระยะเวลาในการเก็บอาหารไว้ไม่ควรให้นานเกินไป เพื่อลดการหืนของไขมันและรักษาคุณภาพของอาหาร

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทดลองต่อยอด

1. นอกจากการวัดไลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือดแล้ว สามารถเก็บตัวอย่างเลือดวิเคราะห์กรดไขมันในเลือดเป็นระยะๆ เพื่อติดตามการตอบสนองของสูตรต่อการเปลี่ยนแปลงของอาหารได้อีกทาง
2. การวัดองค์ประกอบของไลโปโปรตีนในเลือด หากมีอุปกรณ์และเครื่องมือพร้อมสำหรับการวิเคราะห์ ควรวิเคราะห์จากเม็ดเลือดแดงเพราะเม็ดเลือดแดงเป็นตัวชี้วัดที่ดีในการบ่งบอกปริมาณ n-3 PUFA ที่กิน เนื่องจากไลโปโปรตีนชั้น bilayer ของเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง

สามารถบ่งบอกถึงองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อเยื่อได้ นอกจากนี้เม็ดเลือดแดงมีค่าครึ่งชีวิตที่ยาวกว่า EPA และ DHA ในซีรัม จึงสามารถใช้วัดผลระยะยาวได้ดี และไม่มีอิทธิพลจากการอดอาหารเข้ามาเกี่ยวข้อง มีการตอบสนองตามปริมาณที่ได้รับ รวมทั้งมีความแปรปรวนน้อยกว่าค่าในซีรัม (Harris and von Schacky, 2004) แต่การตรวจวัด n-3 PUFA ในซีรัมหรือพลาสมา เหมาะสำหรับวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่ตอบสนองต่อการกินในช่วงเวลาระยะสั้นๆ ส่วนการตรวจวัดโดยใช้การเก็บ (biopsies) เนื้อเยื่อไขมัน ใช้ตรวจวัดผลจากการกินเป็นช่วงระยะยาว เช่น หลายๆ เดือน หรือเป็นปี (Connor and Connor, 1997)

3. สามารถศึกษาเพิ่มเติมด้านการย่อยได้ของอาหารทดลอง เพื่อใช้เป็นข้อมูลร่วมในการอธิบายปริมาณกรดไขมันที่ได้รับและการใช้ประโยชน์ได้ของกรดไขมันให้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด
4. การประกอบสูตรอาหารสุกร หากสามารถควบคุมองค์ประกอบกรดไขมันต่างๆ ในอาหารได้ นอกเหนือจากองค์ประกอบเคมีเบื้องต้นของอาหาร จะทำให้สามารถวัดผลการสะสมกรดไขมันในเนื้อเยื่อได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และควรคำนึงถึงการออกซิเดชันของกรดไขมันที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาอาหารเช่นเดียวกัน
5. หากนำปัจจัยด้านปริมาณน้ำมันปลาและระยะเวลาทดสอบควบคู่กัน จะทำให้สามารถติดตามผลการสะสมของกรดไขมันได้ดียิ่งขึ้น และอาจเห็นได้ว่าเนื้อเยื่อสุกรมีจุดอิ่มตัวของการสะสมกรดไขมัน EPA และ DHA ในปริมาณเท่าใด และต้องใช้น้ำมันปลาทูน่าและระยะเวลาการเลี้ยงเท่าใด จึงจะสามารถสะสมกรดไขมันโอเมก้า 3 ได้คุ้มค่างับปริมาณน้ำมันปลาทูน่าที่ใช้มากที่สุด โดยไม่มีการสูญเสียของน้ำมันปลาทูน่าส่วนเกิน ซึ่งอาจสามารถนำไปเป็นเกณฑ์สำหรับการใช้น้ำมันปลาทูน่าในอาหารสุกรได้ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงคุณภาพเนื้อและไขมันนั้นด้วย