สรุปผลการทดลอง

กากสบู่ดำซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลที่นำมาจากวิจัยสบู่ดำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และโรงผลิตไบโอดีเซล จังหวัดชลบุรี เมื่อนำไปผ่านกระบวนการลดสารพิษด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง ๑๖ วิธี พบว่า วิธีที่สามารถลดสารฟอร์บอลเอสเทอร์ได้ตั้งแต่ ๘๓% ขึ้นไป คือ การนึ่งเป็นเวลา ๔๐ นาที แล้วล้างด้วยเมทธานอลหรือน้ำปูนใสและน้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้เพราะเกษตรกรมักมีถัง (หม้อ) นึ่งอาหารในครัวเรือนอยู่แล้ว รวมทั้งอาจใช้วิธีการต้มเป็นเวลา ๔๐ นาที (นับจากน้ำเดือด) แล้วล้างด้วยเมทธานอลหรือน้ำปูนใสและน้ำ จะลดได้ ๙๑.๘-๙๘.๕% อย่างไรก็ดี การนำกากสบู่ดำไปผ่านการ autoclave สามารถลดสารยับยั้งทริปซินลงได้ ๘๒-๙๓% ในขณะที่การนำไปต้มหรือนึ่งเป็นเวลา ๔๐ นาที แล้วล้างด้วยเมทธานอลและน้ำ ช่วยลดลงได้เพียง ๔๗-๖๔% เท่านั้น

องค์ประกอบทางเคมี (คิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง) ของกากสบู่ดำที่ไม่ผ่านการลดสารพิษและผ่านการลดสารพิษทุกวิธี มีปริมาณใกล้เคียงกัน ยกเว้นไขมัน กล่าวคือ มีโปรตีน ๒๖-๓๒% ไขมัน ๕-๒๗% เยื่อใย๒๑-๒๗% และเถ้า ๕-๘%

การย่อยได้ที่แท้จริงของโภชนะส่วนใหญ่ในกากสบู่ดำที่ผ่านการลดสารพิษด้วยวิธีการนึ่งเมื่อใช้ไก่เป็นสัตว์ทดลองมีค่า ๖๒-๗๓% ยกเว้นไขมันที่ย่อยได้ต่ำเพียง ๕๘% ส่วนพลังงานใช้ประโยชน์แบบปรากฏ และแบบแท้จริงที่ศึกษาโดยวิธีกรอกปาก มีค่าเท่ากับ ๒.๑๕ และ ๒.๔๕ kcal/g DM ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาโดยการแทนที่อาหารแล้วใช้สมการถดถอยทำนายมีค่าเพียง ๒.๒๖ และ ๒.๓๓ kcal/g DM ตามลำดับ เมื่อนำไปศึกษาในสุกรโตเต็มที่ พบว่า ค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ โปรตีน ไขมัน และ NFE ลดลงเมื่อใช้กากสบู่ดำแบบต้มแทนที่อาหารฐาน แต่ค่าการย่อยได้ของเยื่อกลับพบว่าดีขึ้น ในขณะที่ค่าพลังงานย่อยได้แบบปรากฏและพลังงานย่อยได้แบบแท้จริงเมื่อใช้กากสบู่ดำแบบต้มที่ระดับ ๕% มีเท่ากับ ๒.๙๐ และ ๓.๑๙ kcal/g ตามลำดับ

การใช้กากสบู่ดำในอาหารไก่เนื้อทุกระดับ (๕-๒๐% ของสูตรอาหาร) ทำให้สมรรถภาพการผลิต (น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราแลกน้ำหนัก) ด้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังทำให้ไก่มีอาการข้อขาบวม ไม่สามารถเดินไปกินน้ำและอาหารได้ เป็นเหตุให้อัตราการตายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในทุกระดับของการใช้กากสบู่ดำด้วย ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสารพิษที่มีอยู่หลายชนิด รวมทั้งความไม่น่ากินของกากสบู่ดำ ดังจะเห็นได้จากปริมาณอาหารที่กินลดลง สำหรับคุณภาพซาก พบว่ามีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ซาก เนื้ออก และเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง แต่สัดส่วนของเครื่องในเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมกาก

สบู่ดำ ดังนั้นระดับของกากสบู่ดำที่สามารถใช้ในไก่เนื้อคือ ๕% สามารถใช้ได้โดยต้นทุนการผลิตไม่สูง

ในกรณีของไก่ไข่ การใช้กากสบู่ดำในอาหารทุกระดับ ส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตไข่ (ผลผลิตไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และน้ำหนักตัว) รวมถึงผลด้านคุณภาพไข่ (น้ำหนักไข่ และความหนาเปลือกไข่) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในทุกระดับของการใช้กากสบู่ดำ (๕-๒๐% ของสูตรอาหาร) โดยผลนี้สามารถเห็นได้ชัดตั้งแต่สัปดาห์ที่ ๒ เมื่อไก่ได้รับอาหารผสมกากสบู่ดำ แต่สีไข่แดงมีความเข้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมกากสบู่ดำ ซึ่งระดับที่สามารถใช้ได้ในไก่ไข่ได้คือ ที่ระดับ ๕% ในสูตรอาหารโดยไม่ผลต่อต้นทุนการผลิต

ปริมาณสารฟอร์บอลเอสเทอร์ที่ตกค้างในเนื้อไก่มีจำนวน ๐.๐๐๑-๐.๑๘๙ มก./ก. ส่วนในไข่แดง และไข่ขาวมีจำนวน ๐.๐๐๔-๐.๐๓๕ และ ๐.๐๐๐๒-๐.๐๒๓ มก./ก. โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มระดับกากสบู่ดำในอาหาร ซึ่งปริมาณนี้อาจไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะมีค่าต่ำกว่าระดับที่มีรายงานว่าหนูทดลองสามารถทนได้ อีกทั้งการผ่านความร้อนก่อนบริโภค (ปรุงสุก) อาจช่วยทำลายสารพิษลงได้อีกระดับหนึ่ง

อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตทั้งในกรณีของไก่เนื้อ และไก่ไข่แล้ว พบว่าการใช้กากสบู่ดำไม่ได้ช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร แต่กลับทำให้ต้นทุนต่อหน่วยน้ำหนักของผลผลิตสูงขึ้น

สำหรับผลการศึกษาการใช้กากสบู่ดำเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสุกร ขณะนี้อยู่ในช่วงระยะสุกรขุน งานยังไม่สิ้นสุด

จากข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า กากสบู่ดำที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก ซึ่งมีกระจายตามชนบททั่วไป สามารถแนะนำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์แบบพื้นบ้านใช้ได้ในระดับไม่เกิน ๕% ของสูตรอาหาร โดยใช้วิธีการนึ่งหรือต้มเป็นเวลา ๔๐ นาที ร่วมกับการใช้ 92% เมทธานอลหรือน้ำปูนใสและน้ำเป็นตัวชะล้างสารพิษที่มีในกากสบู่ดำ

สรุปผลการทดลอง

กากสบู่ดำซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลที่นำมาจากหน่วยวิจัยสบู่ดำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และโรงผลิตไบโอดีเซล จังหวัดชลบุรี เมื่อนำไปผ่านกระบวนการลดสารพิษด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง ๑๖ วิธี พบว่า วิธีที่สามารถลดสารฟอร์บอลเอสเทอร์ได้ตั้งแต่ ๘๓% ขึ้นไป คือ การนึ่งเป็นเวลา ๔๐ นาที แล้วล้างด้วยเมทธานอลหรือน้ำปูนใสและน้ำจนหมดกลิ่น เป็นวิธีที่สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ เพราะเกษตรกรมักมีถัง (หม้อ) นึ่งอาหารในครัวเรือนอยู่แล้ว รวมทั้งอาจใช้วิธีการต้มเป็นเวลา ๔๐ นาที (นับจากน้ำเดือด) แล้วล้างด้วยเมทธานอลหรือน้ำปูนใสและน้ำ จะลดได้ ๙๑.๘-๙๘.๕% นอกจากนี้ การนำกากสบู่ดำไปผ่านการ autoclave สามารถลดสารยับยั้งทริปซินลงได้ ๘๒-๙๓% ในขณะที่การนำไปต้มหรือนึ่งเป็นเวลา ๔๐ นาที แล้วล้างด้วยเมทธานอลและน้ำ ช่วยลดลงได้เพียง ๔๗-๖๔% เท่านั้น

องค์ประกอบทางเคมี (คิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง) ของกากสบู่ดำที่ไม่ผ่านและผ่านการลดสารพิษทุกวิธี มีปริมาณใกล้เคียงกัน ยกเว้นไขมัน กล่าวคือ มีโปรตีน ๒๖-๓๒% ไขมัน ๕-๒๗% เยื่อใย๒๑-๒๗% และเถ้า ๕-๘%

การย่อยได้ที่แท้จริงของโภชนะส่วนใหญ่ในกากสบู่ดำที่ผ่านการลดสารพิษด้วยวิธีการนึ่งเมื่อใช้ไก่เป็นสัตว์ทดลองมีค่า ๖๒-๗๓% ยกเว้นไขมันมีค่าการย่อยได้ต่ำเพียง ๕๘% ส่วนพลังงานใช้ประโยชน์แบบปรากฏ และแบบแท้จริงที่ศึกษาโดยวิธีกรอกปาก มีค่าเท่ากับ ๒.๑๕ และ ๒.๔๕ kcal/g DM ตามลำดับ ในขณะที่การใช้วิธีแทนที่อาหารแล้วใช้สมการถดถอยทำนาย มีค่าเพียง ๒.๒๖ และ ๒.๓๓ kcal/g DM ตามลำดับ เมื่อนำไปศึกษาในสุกรโตเต็มวัย พบว่า ค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ โปรตีน ไขมัน และ NFE ลดลงเมื่อใช้กากสบู่ดำแทนที่อาหารฐาน แต่ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยกลับดีขึ้น สำหรับพลังงานย่อยได้แบบปรากฏและพลังงานย่อยได้แบบแท้จริงเมื่อใช้กากสบู่ดำแบบต้มที่ระดับ ๕% มีค่าเท่ากับ ๒.๙๐ และ ๓.๑๙ kcal/g ตามลำดับ

การใช้กากสบู่ดำในอาหารไก่เนื้อทุกระดับ (๕-๒๐% ของสูตรอาหาร) ทำให้สมรรถภาพการผลิต (น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราแลกน้ำหนัก) ด้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังทำให้ไก่มีอาการข้อขาบวม ไม่สามารถเดินไปกินน้ำและอาหารได้ เป็นเหตุให้อัตราการตายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในทุกระดับของการใช้กากสบู่ดำด้วย ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสารพิษที่มีอยู่หลายชนิด รวมทั้งความไม่น่ากินของกากสบู่ดำ ดังจะเห็นได้จากปริมาณอาหารที่กินลดลง สำหรับคุณภาพซาก พบว่ามีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ซาก เนื้ออก และเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง แต่สัดส่วนของเครื่องในเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมกาก

สบู่ดำ ซึ่งระดับกากสบู่ดำที่สามารถใช้ได้ในไก่เนื้อคือที่ระดับ ๕% โดยที่ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นไม่สูงมาก

ในกรณีของไก่ไข่ การใช้กากสบู่ดำในอาหารทุกระดับ ส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตไข่ (ผลผลิตไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และน้ำหนักตัว) รวมถึงผลด้านคุณภาพไข่ (น้ำหนักไข่ และความหนาเปลือกไข่) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในทุกระดับของการใช้กากสบู่ดำ (๕-๒๐% ของสูตรอาหาร) โดยผลนี้สามารถเห็นได้ชัดตั้งแต่สัปดาห์ที่ ๒ เมื่อไก่ได้รับอาหารผสมกากสบู่ดำ แต่สีไข่แดงมีความเข้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมกากสบู่ดำ ระดับของกากสบู่ดำที่สามารถใช้ได้ในไก่ไข่คือระดับ ๕% ซึ่งมีต้นทุนต่ำที่สุด แต่ให้ผลผลิตไม่ดี

ปริมาณสารฟอร์บอลเอสเทอร์ที่ตกค้างในเนื้อไก่มีจำนวน ๐.๐๐๑-๐.๑๘๙ มก./ก. ส่วนในไข่แดง และไข่ขาวมีจำนวน ๐.๐๐๔-๐.๐๓๕ และ ๐.๐๐๐๒-๐.๐๒๓ มก./ก. โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มระดับกากสบู่ดำในอาหาร ซึ่งปริมาณนี้อาจไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะมีค่าต่ำกว่าระดับที่มีรายงานว่าหนูทดลองสามารถทนได้ อีกทั้งการผ่านความร้อนก่อนบริโภค (ปรุงสุก) อาจช่วยทำลายสารพิษลงได้อีกระดับหนึ่ง

อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตทั้งในกรณีของไก่เนื้อ และไก่ไข่แล้ว พบว่าการใช้กากสบู่ดำไม่ได้ช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร แต่กลับทำให้ต้นทุนต่อหน่วยน้ำหนักของผลผลิตสูงขึ้น

สำหรับผลการศึกษาการใช้กากสบู่ดำเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสุกร ขณะนี้อยู่ในช่วงระยะสุกรขุน งานยังไม่สิ้นสุด

จากข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า กากสบู่ดำที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก ซึ่งมีกระจายตามชนบททั่วไป สามารถแนะนำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์แบบพื้นบ้านใช้ได้ในระดับไม่เกิน ๕% ของสูตรอาหาร โดยใช้วิธีการนึ่งหรือต้มเป็นเวลา ๔๐ นาที ร่วมกับการใช้ ๙๒% เมทธานอลหรือน้ำปูนใสและน้ำเป็นตัวชะล้างสารพิษที่มีในกากสบู่ดำ