เทคโนโลยีชีวภาพด้านการดัดแปลงพันธุกรรมพืชเพื่อเป็นอาหารสัตว์

Biotechnology in genetically modified plant as animal feeds

อนุสรณ์ เชิดทอง[1*]

Anusorn Cherdthong[1*]

บทนำ

วัตถุดิบอาหารสัตว์ (feedstuff) เป็นปัจจัยที่สำคัญในการให้ผลผลิตสัตว์ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพบว่าอาหารสัตว์มีการขาดแคลนและไม่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิตสัตว์ ซึ่งปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตอาหารสัตว์ลดลงคือโรค เช่น โรคราสนิม โรคใบจุดสีน้ำตาลในข้าวโพด และโรคเมล็ดสีม่วงในถั่วเหลือง เป็นต้น หรือแมลง เช่น ตั๊กแตน แมลงวัน แมลงหวี่ขาว ล้วนแต่เป็นศัตรูพืชที่เข้ามาทำลายผลผลิตวัตถุดิบอาหารสัตว์ นอกจากนี้พื้นที่เพาะปลูกมีพื้นที่น้อยลงเนื่องจากปัจจุบันมีการสร้างสิ่งปลูกสร้างเพิ่มมากขึ้น ปัญหาเหล่านี้จึงส่งผลให้ผลผลิตอาหารสัตว์ลดลง ดังนั้นจึงควรมีการหาแนวทางแก้ไข เพื่อเพิ่มผลผลิตอาหารสัตว์ให้มีความเพียงพอต่อความต้องการผลิตสัตว์เพิ่มมากยิ่งขึ้น เช่น การหาแหล่งเพาะปลูกที่มีความเหมาะสมต่อวัตถุดิบอาหารสัตว์หรือการจัดการแหล่งน้ำสำรองเพื่อใช้ในการเพาะปลูกและประเด็นที่สำคัญ คือ การปรับปรุงพันธุกรรมของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งวิธีการเหล่านี้ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มผลผลิตอาหารสัตว์ให้มีความเพียงพอต่อปริมาณการผลิตสัตว์ที่เพิ่มสูงขึ้นได้ สำหรับการเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพของพืชที่เป็นวัตถุดิบของอาหารสัตว์ โดยใช้เทคโนโลยีการดัดแปลงพันธุกรรมพืชนั้น นอกจากจะทำให้ได้ทางเลือกของแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ยังถือเป็นการสนองต่อความต้องการผลผลิตสัตว์สำหรับบริโภคของประชากรมนุษย์ที่เพิ่มขึ้นได้ ตัวอย่างบางประเทศที่มีการศึกษาการนำใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ผ่านการดัดแปลงพันธุกรรม เช่น สหรัฐอเมริกา อิตาลี ไอร์แลนด์ โปแลนด์ และเยอรมนี เป็นต้น (Scholtz et al., 2010; Walsh et al., 2012; Swiatkiewicz et al., 2013; Tudiscoa et al., 2015) อย่างไรก็ตามการนำใช้เทคโนโลยีการดัดแปลงพันธุกรรมพืชอาหารสัตว์ ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิจัยเพิ่มเติม ตลอดทั้งประเมินถึงความเป็นไปได้ในการนำใช้และพิจารณาข้อกฎหมายของแต่ละประเทศด้วย

ความสำคัญของการดัดแปลงพืชพันธุกรรม (genetically modified plant, GMP)

ในอดีตนักปรับปรุงพันธุ์พืช ไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์มากนัก เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง อาทิเช่น ต้นทุนค่าใช้จ่ายสูง ปริมาณอาหารสัตว์มีมากเพียงพอ และยังขาดความก้าวหน้าทางวิทยาการ เป็นต้น อย่างไรก็ตามปัจจุบันพบว่าเนื่องจากปัญหาต่างๆ ทางด้านอาหารสัตว์ได้เกิดขึ้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยนักปรับปรุงพันธุ์พืชอาหารสัตว์ เข้ามาเป็นผู้ขับเคลื่อนในด้านนี้

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Tropical Feed Resources Research and Development Center (TROFREC), Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

* Corresponding author: anusornc@kku.ac.th

(Tudisco et al., 2015) สำหรับปัญหาที่พบเกี่ยวข้องกับพืชอาหารสัตว์ คือ มีองค์ประกอบทางโภชนะต่ำ (โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน และแร่ธาตุ เป็นต้น) มีองค์ประกอบของสารยับยั้ง สารพิษ หรือเยื่อใยในปริมาณสูง ปริมาณผลผลิตพืชอาหารสัตว์ต่ำ ไม่ทนทานต่อโรค แมลงและวัชพืช เป็นต้น (Bonneau and Laarveld, 1999) จากประเด็นที่กล่าวมาเบื้องต้น นักปรับปรุงพันธุ์พืช จึงได้หาแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงพืชอาหารสัตว์ให้ดีขึ้น โดยเทคโนโลยีที่ได้นำเข้ามาใช้ คือ การดัดแปลงพันธุกรรมพืช (genetically modified plant, GMP) พืชอาหารสัตว์ที่นิยมทำพืชดัดแปลงพันธุกรรม ได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวโพด และเมล็ดฝ้าย เป็นต้น สำหรับเทคโนโลยีการดัดแปลงสารพันธุกรรมหรือ DNA ของสิ่งมีชีวิต (recombinant DNA technology) ถือว่าเป็นเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ (modern biotechnology) ประเภทหนึ่ง เทคโนโลยีนี้อาศัยการดัดแปลงพันธุกรรม (genetic modification technique) หรือพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) ซึ่งพันธุวิศวกรรมจัดได้ว่า เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต และมีขั้นตอนการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆ ทางพันธุกรรมทำได้การแยกเซลล์พืชที่ต้องการดัดแปลงพันธุกรรมให้เป็นเซลล์เดี่ยว และจากนั้นต้องทำการเลี้ยงเซลล์พืชให้อยู่ในสภาพปลอดเชื้อแล้วจึงจำท่อน DNA หรือยีนที่ควบคุมคุณสมบัติที่ต้องการ ได้แก่ ความต้านทานต่อโรคและแมลง ยากำจัดวัชพืชและสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับพืชอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มระยะเวลาที่พืชสดใหม่ เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีมาใช้ให้ประสบผลสำเร็จในการดัดแปลงพันธุกรรมควรพิจารณาจากกลไกของยีนที่ต้องการปรับปรุง เช่น การแยกยีน การเลือกพาหะ การถ่ายฝากยีนเข้าสู่พืช เป็นต้น และทำการเพาะเลี้ยงพืชดัดแปลงพันธุกรรมให้เจริญเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งมีการแสดงออกของยีนที่ดีและสามารถสู่ลูกหลาน ทั้งนี้จึงทำให้พืชที่ดัดแปลงพันธุกรรมเหมาะกับการเพาะปลูก และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น มีความต้านทานต่อโรคและแมลงและยังทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม สำหรับตัวอย่างพืชวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ที่มีการดัดแปลงพันธุกรรม เพื่อวัตถุประสงค์หลายด้าน เช่น ทนทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืชกลุ่ม glyphosate กลุ่ม phosphinothricin ทนทานต่อหนอนและแมลง ได้แสดงไว้ใน Table 1

ปริมาณการผลิตและพื้นที่การเพาะปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมของโลก

การเพาะปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยในระหว่างปี ค.ศ.1996-2014 พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น 3-4% ต่อปี หรือ 6.3 ล้านแฮกแตร์ โดยในปี ค.ศ.2014 มีพื้นที่เพาะปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมทั่วโลกทั้งหมด 181.5 ล้านแฮกแตร์ (Figure 1) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการปลูกพืชดังกล่าวในช่วงที่ผ่านมา 19 ปี กำลังได้รับความนิยมมากขึ้น และเป็นไปได้ว่าในอนาคตอาจจะมีการเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกมากขึ้นอีก สำหรับประเทศที่เพาะปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมมากที่สุด 6 ลำดับแรก แสดงดัง Figure 2 โดยประเทศที่เพาะปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมมากที่สุดในโลก คือ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งคิดเป็น 40% ส่วนประเทศบราซิล และอาเจนติน่า มีพื้นที่การเพาะปลูกรองลงมา คือ 23 และ 14% ตามลำดับ ในขณะที่ประเทศในภูมิภาคเอเชียนั้นพบว่าประเทศอินเดียมีพื้นที่เพาะปลูกสูงที่สุด และรองลงมาคือ ประเทศจีน (James, 2014) สำหรับชนิดและสัดส่วนของพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีการปลูกทั่วโลก แสดงดัง Figure 3 และ 4 โดยพบว่า ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ 49% รองลงมาได้แก่ ข้าวโพด ฝ้าย และแคโนล่า ที่สัดส่วน 30, 14 และ 5% ตามลำดับ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการเพาะปลูกระหว่างพืชดัดแปลงและพืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมนั้น จะเห็นได้ว่า ในพื้นที่การเพาะปลูกถั่วเหลือง 111 ล้านแฮกแตร์ จะมีการปลูกถั่วเหลืองดัดแปลงพันธุกรรมมากถึง 82% ส่วน 12% จะเป็นการปลูกถั่วเหลืองไม่ดัดแปลงพันธุกรรม ส่วนฝ้ายดัดแปลงพันธุกรรมมีการปลูกมากถึง 68% จากพื้นที่การปลูก 37 ล้านแฮกแตร์

อย่างไรก็ตามพบว่า พื้นที่การเพาะปลูกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมนั้น ยังมีสัดส่วนที่ต่ำกว่าการปลูกข้าวโพดที่ไม่ดัดแปลง คือ 30% จากพื้นที่การเพาะปลูก 184 ล้านแฮกแตร์ (James, 2010)

เทคโนโลยีด้านการการดัดแปลงพืชพันธุกรรม (Genetically modified plant, GMP)

เทคโนโลยีด้านการดัดแปลงพืชพันธุกรรม เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ซึ่งจะมีเทคนิคในการถ่ายฝากยีนเข้าสู่พืช เพื่อให้พืชนั้นสามารถแสดงออกในลักษณะตามที่ต้องการได้ (Swiatkiewicz et al., 2014) โดยเทคนิคเหล่านี้จะทำการส่งถ่ายสารพันธุกรรมจากภายนอก เช่น อาศัยยีนจากแบคทีเรียเพื่อเข้าสู่ภายในเซลล์ของพืช และทำให้สารพันธุกรรมจากภายนอกสามารถแทรกตัวเข้าสู่จีโนม (genome) หรือ DNA ของพืชชนิดที่ต้องการได้ แล้วทำให้เกิดการแสดงออกในลักษณะที่ยีนที่แทรกตัวเข้าไป ซึ่งการสอดแทรกนี้ต้องมีความเสถียร โดยสามารถผ่านขั้นตอนของการแบ่งเซลล์แบบไมโตซีส และไมโอซีส รวมทั้งยังสามารถที่จะถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนั้นต่อไปยังรุ่นลูกรุ่นหลานได้อีกด้วย พืชดัดแปลงพันธุกรรมซึ่งถูกโอนถ่ายยีนเข้าไปนี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า transgenic plants

วิธีการดัดแปลงพันธุกรรมพืช เริ่มต้นจากการตัดท่อนดีเอ็นเอ หรือยีนที่ให้ลักษณะตามต้องการจากดีเอ็นเอผู้ให้ (donor DNA) โดยใช้เอ็นไซม์จำเพาะ (restriction enzyme) ซึ่งเอ็นไซม์นี้จะตัดยีนที่ลำดับเบสจำเพาะด้วย ขณะเดียวกันก็เตรียมพาหะ (vector) โดยใช้เอ็นไซม์ชนิดเดียวกันตัด เพื่อให้ลำดับเบสภายหลังการตัดในดีเอ็นเอพาหะ มีความสอดคล้อง (complementary) กับลำดับเบสตรงจุดตัดของยีนที่ต้องการ ขั้นต่อมาจึงทำการเชื่อมดีเอ็นเอที่ต้องการเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ โดยใช้เอ็นไซม์ไลเกส (ligase enzyme) จะมาให้ได้ดีเอ็นเอสายพันธุ์ผสม (recombinant DNA) ซึ่งโมเลกุลดังกล่าวจะเป็นตัวกลางในการถ่ายสารพันธุกรรมที่ต้องการเข้าสู่ยีนในพืชได้ โดยแสดงขั้นตอนต่างๆ ดัง Figure 5 สำหรับเทคโนโลยีชีวภาพด้านการดัดแปลงพันธุกรรมพืช อาจกล่าวสรุปได้คือ การแยกเซลล์จากพืชและเลี้ยงให้อยู่ในสภาพปลอดเชื้อ (ในรูปคัลลัสหรือโปรโตพลาส) ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมการก่อนที่จะดัดแปลงหรือสอดแทรกยีนที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการ จากนั้นสร้างหรือชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมภายนอกหรือภายในโครโมโซมเพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของยีน (manipulation) ให้ได้ลักษณะตามต้องการแล้วทำการคัดเลือดเซลล์ที่แสดงลักษณะที่ต้องการไว้ และท้ายสุดคือต้องขยายจำนวนเซลล์เหล่านั้น แล้วกระตุ้นให้เจริญเป็นต้นที่สมบูรณ์

ขั้นตอนการนำยีนที่สนใจเข้าสู่พืช

โดย Figure 6 ได้แสดงภาพรวมของกระบวนการดัดแปลงพันธุกรรมของพืช ซึ่งจะทำให้พืชที่ได้มีลักษณะตามต้องการ เช่น ทนต่อการเข้าทำลายของแมลง เป็นต้น ในการนำยีนที่เราสนใจเข้าสู่พืช จะต้องมีพาหะ (vector) นำพายีนที่เราสนใจเข้าสู่พืช ต้องมีการรวมตัวกัน (incorporation) ระหว่างยีนภายนอกและโครโมโซมของพืช ต้องมีการรวมตัวกัน (incorporation) อย่างคงที่ และผ่านขั้นตอน transcription และ translation และสุดท้ายต้องมีการถ่ายทอดยีนนั้นโดยผ่านขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสและไมโอซิส พาหะที่ใช้นำยีนเข้าสู่พืชโดยทั่วไปแล้วพาหะที่ใช้ในการนำยีนเข้าสู่เซลล์พืช คือ พลาสมิด (plasmid) ซึ่งเป็น DNA ที่อยู่นอกโครโมโซม พบในแบคทีเรียหลายชนิด โครงสร้างเป็นวงแหวนเกลียวคู่ มักมียีนซึ่งกำหนดการสร้างเอนไซม์ หรือสารที่มีประโยชน์กับแบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียมีคุณสมบัติพิเศษ เช่น ทำให้มีความต้านทานต่อ antibiotic พลาสมิดที่ใช้เป็นพาหะอาจเป็น Ti plasmid ซึ่งพบใน *Agrobacterium tuemefaciens* หรือ Ri plasmid ซึ่งพบใน *A. rhizogenes* ในการส่งถ่ายยีนที่สนใจเข้าสู่พืชนั้น ส่วนของยีนที่ส่งถ่ายไปต้องมีส่วนที่เรียกว่า โปรโมเตอร์ (promoter) อยู่ในส่วนของยีนนั้นๆ ด้วย นอกจากนี้ยังต้องมียีนเครื่องหมาย (selectable marker) และยีนรายงานผล (reporter gene หรือ screenable marker) อยู่ด้วย

เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบผลสำเร็จของการส่งถ่ายยีน วิธีการในการถ่ายฝากยีนเข้าสู่พืชสามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีการหลักๆ คือ

1) การถ่ายฝากยีนโดยตรง (direct gene transfer) เช่น การถ่ายฝากยีนโดยใช้เครื่องยิงอนุภาค (particle gun) การถ่ายฝากยีนโดยใช้เข็มฉีด (microinjection) การถ่ายฝากยีนโดยใช้กระแสไฟฟ้า (eletroporation) เป็นต้น ซึ่งมีขั้นตอนเริ่มต้นจากการเตรียม Ti plasmid ซึ่งเป็นยีนที่มีลักษณะที่ต้องการเช่น ความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะ โรค หรือแมลง เป็นต้น จากนั้นนำยีนบรรจุลงในเครื่องยิงอนุภาค (particle gun) ซึ่งจะใช้แรงดันจากแก๊สฮีเลียมเพื่อยิงอนุภาคเข้าสู่เซลล์พืชด้วยความเร็วประมาณ 500 เมตร/วินาที โดยยีนจะสามารถแทรกผ่านผนังเซลล์พืชเข้าสู่ภายในเซลล์พืช จากนั้นนำเซลล์พืชมาเพาะเลี้ยงโดยวิธีแคลลัส เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์หรือขยายพันธุ์ให้มีจำนวนมาก แล้วย้ายชิ้นพืชออกเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสำหรับเพาะเลี้ยงชักนำยอด เพื่อเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้เป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ นำพืชไปปลูกจะได้พืชที่เจริญเติบโตที่มีลักษณะใหม่ที่ต้องการเช่น ทนทานต่อ โรค และแมลง

2) การถ่ายฝากยีนโดยใช้พาหะ (vector-mediated gene transfer) เช่น การถ่ายฝากยีนโดยใช้แบคทีเรีย Agrobacterium (Agrobacterium-mediated gene transfer) เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันถือเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการที่จะสร้างพืชแปลงพันธุ์เมื่อเทียบกับวิธีส่งถ่ายยีนโดยวิธีตรง เป็นวิธีการที่ง่ายเมื่อเทียบการส่งถ่ายยีนโดยวิธีตรง ซึ่งต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง นอกจากนี้อาจใช้ส่วนของพืชส่วนใดก็ได้ไม่จำเป็นต้องใช้โพรโทพลาสต์หรือเซลล์เหมือนวิธีตรง ซึ่งการส่งถ่ายยีนสู่พืชโดยใช้ Agrobacterium ส่วนของพืชที่ใช้อาจเป็น ใบ ก้านใบ ปล้อง หรือใบเลี้ยง ส่วนพืชแปลงพันธุ์ที่ได้จะมีความคงที่ของยีนซึ่งไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง และที่สำคัญคือค่าใช้จ่ายถูกเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีส่งถ่ายยีนโดยวิธีตรง อย่างไรก็ตาม การถ่ายฝากยีนโดยใช้แบคทีเรีย Agrobacterium อาจมีความยุ่งยากในการกำจัด Agrobacterium รวมทั้ง Agrobacterium แต่ละสายพันธุ์ (strain) จะเจาะจงกับพืชแต่ละชนิด ซึ่งเป็นการยุ่งยากในการหา Agrobacterium ที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด เป็นต้น

การใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically modified plant, GMP) ในการเลี้ยงสัตว์

ปัจจุบันในหลายประเทศ ได้มีการนำพืชดัดแปลงพันธุกรรมมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์สำหรับการเลี้ยงสัตว์หลายชนิด เช่น สัตว์ปีก สุกร และสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เช่น ถั่วเหลือง เมล็ดข้าวโพด หรือเมล็ดฝ้าย เป็นต้น ซึ่งผลการศึกษาวิจัยนั้นพบว่า พืชดัดแปลงพันธุกรรมสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์ได้ โดยไม่ส่งผลกระทบในทางลบต่อตัวสัตว์ ทั้งในด้านของการตอบสนองของภูมิคุ้มกันและค่าโลหิตวิทยา สมรรถนะการสืบพันธุ์ และ สมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์

การใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically modified plant, GMP) ต่อระบบภูมิคุ้มกันและค่าโลหิตวิทยา

จาก Table 2 แสดงผลของการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมในสูตรอาหารต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกันและค่าโลหิตวิทยา ซึ่ง Tudisco et al. (2015) ได้ทำศึกษากับแม่แพะพบว่า การให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม คือ กากถั่วเหลือง (MON -40-3-2) ที่ระดับ 20% ในอาหาร ส่งผลกระทบต่อการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันและค่าโลหิตวิทยาที่ลดลง เช่น IgG ในนมน้ำเหลือง ของกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีค่า IgG เท่ากับ 39.0±4.3 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมโดยมีค่า IgG เท่ากับ 22.7±4.4 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และค่า IgG ในซีรั่ม ของกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีค่า IgG เท่ากับ 31.2±6.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม มีค่า IgG เท่ากับ 18.0±2.9 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ทั้งนี้เหตุผลของการเสริมพืชดัดแปลงพันธุกรรม แล้วส่งผลกระทบต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกัน IgG ที่ลดลงนั้น ยังไม่สามารถอธิบาย

เหตุผลได้ ซึ่งตรงกันข้ามกับ Swiatkiewicz et al. (2013) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมคือ กากถั่วเหลือง (MON -40-3-2) ที่ระดับ 4% ร่วมกับเมล็ดข้าวโพด (MON 810) ที่ระดับ 5% ในสูตรอาหารสุกร พบว่าการให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมไม่ส่งผลกระทบต่อการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันและค่าโลหิตวิทยา เช่น จำนวนเม็ดเลือดแดง (red blood cell, RBC) ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 6.41 ± 0.36 (×เซลล์/ลิตร) ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 6.96 ± 0.4 (× เซลล์/ลิตร) ค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงในเลือด (haematocrit, HCT) ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 0.66 ± 0.14 ลิตร/ลิตร ในขณะที่กลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 0.62 ± 0.14 ลิตร/ลิตร และค่า haemoglobin concentration (HGB) ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 10.65 ± 1.08 มิลลิโมล/ลิตร ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 11.2 ± 1.46 มิลลิโมล/ลิตร และค่าร้อยละของเม็ดเลือดขาว (lymphocyte percentage, Lym) ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 49.0 ± 3.14 % ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 51.0 ± 5.13% นอกจากนี้ยังสอดคล้อง Bednarek et al. (2013) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรม คือ เมล็ดข้าวโพด (MON810) ที่ระดับ 5% ร่วมกับกากถั่วเหลือง (MON-40-30-2) ที่ระดับ 4% ในสูตรอาหารโคนม ไม่ส่งผลกระทบต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกันและค่าโลหิตวิทยา ได้แก่ จำนวนเม็ดเลือดขาว (lymphocyte, LYM) ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 7.73±2.44 ×เซลล์/ลิตร ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 7.25±1.3 ×เซลล์/ลิตร นอกจากนี้ยังมีค่าร้อยละของเม็ดเลือดขาว (lymphocyte percentage, LYM) ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 64.00±13.7% และกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม มีค่าเท่ากับ 53.95±12.4% ผลของการเสริมพืชดัดแปลงพันธุกรรม แล้วไม่ส่งผลกระทบต่อการตอบสนองของภูมคุ้มกันและค่าโลหิตวิทยานั้นอาจหมายความได้ว่าการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์

การใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically modified plant, GMP) ต่อสมรรถนะสืบพันธุ์ของสัตว์

จาก **Table 3** แสดงผลของการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมในสูตรอาหารที่มีผลต่อสมรรถนะสืบพันธุ์ของสัตว์ ซึ่งผลทดลองพบว่า Swiatkiewicz et al. (2013) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมในแม่สุกรคือ กากถั่วเหลือง (MON -40-3-2) ที่ระดับ 4% ในอาหารแม่สุกรตั้งท้อง และที่ระดับ 14% ในอาหารสุกรเลี้ยงลูกร่วมกับเมล็ดข้าวโพด (MON 810) ที่ระดับ 5% ในอาหารสุกรตั้งท้องและ ที่ระดับ 8% ในอาหารสุกรเลี้ยงลูก ผลทดลองพบว่าการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรม ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์ของสัตว์ เช่น น้ำหนักแม่สุกรช่วงระยะการผสมพันธุ์ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมแม่สุกรมีน้ำหนัก 225 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 225.5 กิโลกรัม และน้ำหนักแม่สุกรในช่วงการตั้งท้อง 100 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 266.3 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 267.7 กิโลกรัม และน้ำหนักแม่สุกรหลังลูกสุกรหย่านมในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 245.2 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 246.7 กิโลกรัม สอดคล้องกับ Walsh et al. (2012) ได้รายงานว่า การให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมแก่แม่สุกร คือ เมล็ดข้าวโพด (MON810) ที่ระดับ 86.55% ในอาหารสุกรตั้งท้อง และที่ระดับ 74·42% ในอาหารสุกรเลี้ยงลูกสุกร ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์ของแม่สุกร ได้แก่ น้ำหนักตัวในระยะผสมพันธุ์ ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 164.3 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 165.2 กิโลกรัม และน้ำหนักแม่สุกรในช่วงการตั้งท้อง 56 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 193.8 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 197.8 กิโลกรัม และน้ำหนักแม่สุกรในช่วง

การตั้งท้องของวันที่ 110 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 222.2 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 227.1 กิโลกรัม จากผลการทดลองพบว่าการให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะภาพการสืบพันธุ์ ทั้งนี้การใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมอาจจะสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิตและยังเป็นพืชที่ปราศจาก สารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีคุณสมบัติ ทนทานต่อโรค แมลง และศัตรูพืช ดังนั้นสัตว์จะไม่ได้รับสารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืชซึ่งตกค้างในวัตถุดิบอาหารสัตว์

การใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically modified plant, GMP) **ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต**

จาก Table 4 แสดงผลของการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมในสูตรอาหารที่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์ ซึ่งผลทดลองพบว่า Tudisco et al. (2015) ได้ทำการศึกษากับลูกแพะที่ได้รับน้ำนมจากแม่แพะ รายงานว่า การให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม คือ กากถั่วเหลือง (MON -40-3-2) ที่ระดับ 20% ในอาหารแม่แพะ ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่ลดลง เช่น น้ำหนักแรกเกิดของลูกแพะ ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 3.7±0.47 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 3.8±0.42 กิโลกรัม และน้ำหนักของลูกแพะอายุหลังจาก 30 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 9.4±0.5 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 8.2±0.6 กิโลกรัม และน้ำหนักซาก (carcass) ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนักซากเท่ากับ 7.1±0.5 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีน้ำหนักซาก เท่ากับ 6.2±0.4 กิโลกรัม ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การตัดแต่งซาก (dressing percentage) มีผลที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งซาก เท่ากับ 57.7±0.4% และกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม มีเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งซาก เท่ากับ 61.4±0.4% ทั้งนี้เหตุผลของการเสริมพืชดัดแปลงพันธุกรรม แล้วส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตสัตว์ที่ลดลง ซึ่งอาจเกิดขึ้นจาก IgG ในนมน้ำเหลืองที่ได้รับจากแม่แพะที่มีคุณภาพต่ำ จึงมีส่งผลต่อลูกแพะในด้านการอยู่รอดและการเจริญเติบโต เมื่อเปรียบเทียบกับลูกแพะกลุ่มที่ได้รับนมน้ำเหลืองจากพืชที่ไม่ได้ดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งตรงกันข้ามกับ Swiatkiewicz et al. (2013) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมในลูกสุกรคือ เมล็ดข้าวโพด (MON 810) ที่ระดับ 10% ร่วมกับกากถั่วเหลือง (MON -40-3-2) ที่ระดับ 26% ในอาหารลูกสุกร ซึ่งผลการทดลองพบว่าการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์ เช่น น้ำหนักลูกสุกรอายุ 1 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีน้ำหนัก 1.47 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 1.40 กิโลกรัม และน้ำหนักลูกสุกรหลังหย่านม อายุ 28 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีน้ำหนัก 7.16 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 7.20 กิโลกรัม และน้ำหนักลูกสุกรอายุ 84 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีน้ำหนัก 26.27 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 26.85 กิโลกรัม และค่าอัตราการเจริญเติบโต (average daily gain, ADG) ของลูกสุกรอายุ 1-84 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีค่า ADG เท่ากับ 299 กรัม/วัน ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีค่า ADG เท่ากับ 307 กรัม/วัน ซึ่งสอดคล้องกับ Walsh et al. (2011) ได้รายงานว่า การให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม คือ เมล็ดข้าวโพด (MON 810) ที่ระดับ 38.88% ในอาหารลูกสุกรไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์ ได้แก่ น้ำหนักลูกสุกรหลังหย่านมอายุ 30 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม มีน้ำหนัก 27.6 กิโลกรัม ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 26.0 กิโลกรัม และค่าอัตราการเจริญเติบโต (average daily gain, ADG)

ในลูกอายุ 0-30 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีค่า ADG เท่ากับ 567 กรัม/วัน ในขณะกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีค่า ADG เท่ากับ 620 กรัม/วัน จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต อย่างไรก็ตามการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมอาจจะสามารถช่วยลดต้นทุนในด้านราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ลงได้เนื่องจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมให้ผลผลิตที่สูงกว่าและมีต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยที่ต่ำกว่าพืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งตรงกันข้ามกับ Buzoianu et al. (2014) ได้รายงานว่าการให้พืชดัดแปลงพันธุกรรม คือ เมล็ดข้าวโพด (MON 810) ที่ระดับ 74.4% ในอาหารลูกสุกร มีผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์เพิ่มขึ้น เช่น น้ำหนักลูกสุกรอายุ 30 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 22.5 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมซึ่งมีน้ำหนัก 20.5 กิโลกรัม และน้ำหนักลูกสุกรอายุ 115 วัน ในกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีน้ำหนัก 108.1 กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมที่มีน้ำหนักเพียง 100.6 กิโลกรัม ส่วนอัตราการเจริญเติบโต (average daily gain, ADG) เมื่ออายุ 0-115 วัน กลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีค่า ADG เท่ากับ 877.6 กรัม/วัน ซึ่งมีค่ามากกว่าในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมมีค่า ADG เท่ากับ 822 กรัม/วัน สอดคล้องกับน้ำหนักซากกลุ่มที่ให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 87.5 กิโลกรัม ซึ่งมีค่ามากกว่าในกลุ่มที่ให้พืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรมคือ 78.6 กิโลกรัม ทั้งนี้เหตุผลของการเสริมพืชดัดแปลงพันธุกรรม แล้วส่งผลต่อการเพิ่มสมรรถนะการผลิตสัตว์ อาจเนื่องมาจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่นำมาเลี้ยงสัตว์นั้นมีคุณภาพที่สูงกว่าทั้งด้านของคุณค่าทางโภชนะ วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งเป็นผลมาจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีความทนทานต่อการเจาะทำลายของหนอนหรือแมลง และการเข้าทำลายของเชื้อโรคต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ไม่ได้ผ่านการดัดแปลงพันธุกรรมจำทำให้มีคุณภาพสูงกว่านั่นเอง (Piva et al., 2001)

จุดเด่นและจุดด้อยของเทคโนโลยีชีวภาพด้านการดัดแปลงพันธุกรรมพืชวัตถุดิบอาหารสัตว์

จุดเด่นการดัดแปลงพันธุกรรมพืชวัตถุดิบอาหารสัตว์ คือ สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพของพืชวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ ทั้ง ปริมาณโปรตีน พลังงาน หรือสารโภชนะที่เป็นประโยชน์อื่นๆ นอกจากนี้เทคโนโลยีชีวภาพด้านการดัดแปลงพันธุกรรมพืชยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดปริมาณสารยับยั้งโภชนะที่มีอยู่ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น phytate, เชื้อรา, tannins, saponins และปริมาณเยื่อใยในพืชอาหาสัตว์ จึงจะนำไปสู่การผลิตสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ (Buzoianu et al., 2014) นอกจากนี้ยังทำให้เกิดพืชสายพันธุ์ใหม่เพื่อให้มีความทนทานต่อการเกิดโรค หนอน แมลง วัชพืช และทนทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืช ประหยัดและลดอัตราการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และลดปริมาณการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เป็นต้น สำหรับการนำพืชที่ผ่านการดัดแปลงพันธุกรรมมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้น มีจุดเด่น คือ นอกจากจะสามารถเพิ่มสมรรถนะการให้ผลผลิตในตัวสัตว์แล้วยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะได้มาซึ่งแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีปริมาณมากพอสำหรับใช้ในการผลิตสัตว์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ (Walsh et al., 2011)

อย่างไรก็ตาม สำหรับจุดด้อยของการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมาเป็นวัตถุดิบในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ อาจจะมีข้อจำกัดบางประการ เช่น การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สัตว์ที่เลี้ยงด้วยพืชดัดแปลงพันธุกรรม กฎระเบียบข้อบังคับของแต่ละประเทศ ต้นทุนในการผลิตอาจสูงกว่าพืชที่ไม่ผ่านการดัดแปลงพันธุกรรม (James, 2014) นอกจากนี้หากพิจารณาตั้งแต่กระบวนการผลิตพืชอาหารสัตว์ที่ดัดแปลงพันธุกรรมนั้น อาจมีข้อด้อยบางประการ เช่น พืชดัดแปลงพันธุกรรมอาจสามารถทำลายแมลงที่ไม่ใช่ศัตรูพืช อาจทำให้แมลงศัตรูพืชดื้อสารกำจัดศัตรูพืชและทำให้กำจัดแมลงศัตรูพืชยากยิ่งขึ้น อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายชีวภาพและอาจทำให้เกิดสายพันธุ์ใหม่และทำให้สายพันธุ์เก่าสูญพันธุ์

อาจเกิดความเป็นพิษ หรือเกิดเชื้อโรค เช่น ไวรัสตัวใหม่ๆ ขึ้นได้ อาจความเสี่ยงอันเนื่องจากการผสมข้ามระหว่าง สปีชีส์ เช่น หญ้า กับข้าว อาจจะได้พืชพันธุ์ใหม่ที่ไม่ต้องการเกิดขึ้น นอกจากนี้ยีนที่นำมาศึกษานั้น อาจถูกส่งต่อไปสู่พืชชนิดอื่นๆ ที่ไม่ต้องการได้ อาจสามารถทำอันตรายต่อสภาพแวดล้อมที่คาดไม่ถึงเช่น เกี่ยวกับห่วงโซ่อาหารในธรรมชาติอาจเปลี่ยนแปลงไป ที่สำคัญ หากมีการทิ้งสารเคมี และเชื้อแบคทีเรียโดยไม่ระมัดระวังอาจทำให้แพร่กระจายไปสู่สภาพแวดล้อม ซึ่งอาจเป็นอันตรายทั้งต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

Table 1 Examples of commercially available genetically modified crops

Crop	Trait phenotype	Target gene	Company	Year	Trade name
Cotton	Resistance to glyphosate	CP4 epsps	Monsanto	1996	Roundup Ready®
Corn	Resistance to borer and insects	cry1Ab, pat	Syngenta	1996	YieldGard® Attribute®
	Resistance to corn rootworm	cry3Bb1	Monsanto	2003	YieldGard® Rootworm
	Resistance to glyphosate	Maize epsps	Monsanto	1998	Roundup Ready®
	Resistance to phosphinothricin	Pat	CropScience	1996	LibertyLink®
Soybean	Resistance to glyphosate	CP4 epsps	Monsanto	1996	Roundup Ready®
Alfalfa	Resistance to glyphosate	CP4 epsps	Monsanto	2005	Roundup Ready®

Source: Schwember (2008)

Table 2 Use of genetically modified plant in ration on immune response and blood biochemistry

Animals	Crops	Effects	Sources
Layer/ Broiler	Soybean HT*	No adversary affect on immune response and blood biochemistry	Bednarek et al. (2013)
Quail	Corn Bt**	No adversary affect on immune response	Scholtz et al. (2010)
Goat	Soybean GM (20 % in diet)	Reduced IgG of colostrum and serum	Tudisco et al. (2015)
Fattening goat	Cotton Bt	No adversary affect on blood biochemistry	Tripathi et al. (2011)
Swine	Corn GM+ Soybean GM (5 and 4 % in diet, respectively)	No adversary affect red blood cell, haematocrit, aemoglobin concentration, lymphocyte percentage	Swiatkiewicz et al. (2013)
Cow	Corn GM+ Soybean GM (5 and 4 % in diet, respectively)	No adversary affect lymphocyte, lymphocyte percentage : LYM (%)	Bednarek et al. (2013)

*Herbicide-tolerant (HT), ***Bacillus thuringiensis* (*Bt*) gene

Table 3 Use of genetically modified plant in ration on reproductive performance

Animals	Crops	Effects	Sources
Swine	Corn GM+ Soybean GM (5 and 4% in diet, respectively)	No affect on body weight during before pregnant, 100 d pregnant and BW after piglet wean of sow	Swiatkiewicz et al. (2013)
Swine	Corn GM (86.55% in diet)	No affect on body weight during before pregnant, 56 and 110 d pregnant	Walsh et al. (2012)

Table 4 Use of genetically modified plant in ration on growth and production performance

Animals	Crops	Effects	Sources
Lamb	Soybean GM (20% in diet)	Improve birth weight, 30 d weight Decrease carcass weight but no affect on dressing percentage	Tudisco et al. (2015)
Piglet	Corn GM+ Soybean GM (10 and 26% in diet, respectively)	No adversary affect on 1 d birth BW, 28, 84 d BW and ADG	Swiatkiewicz et al. (2013)
Piglet	Corn GM (38.88% in diet)	No adversary affect on BW wean 30 d and ADG 0-30 d	Walsh et al. (2011)
Piglet	Corn GM (74.4% in diet)	Increase BW at 30, 115 d and ADG (1-115 d), carcass weight but no affect on dressing percent rate	Buzoianu et al. (2013)

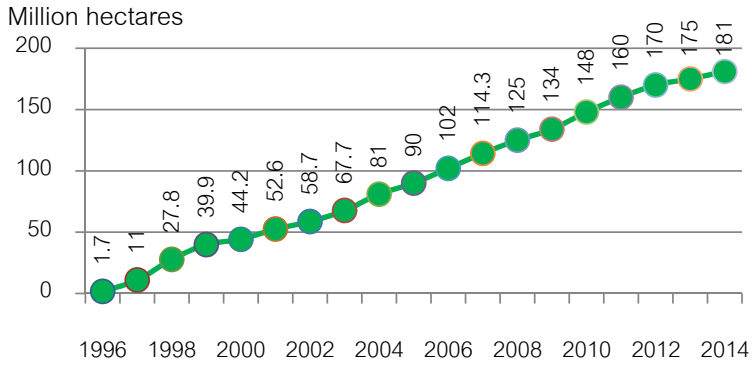


Figure 1 World planting area of genetically modified plant during 1996-2014

Source: James (2014)

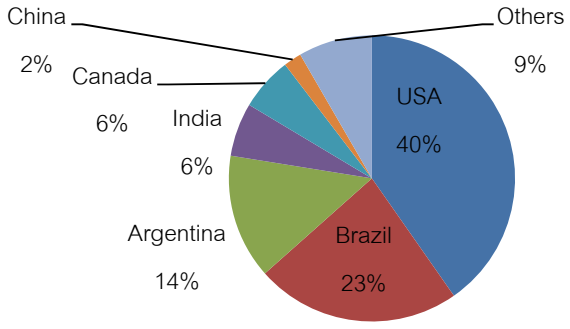


Figure 2 Distribution of genetically modified plant around the world

Source: James (2014)

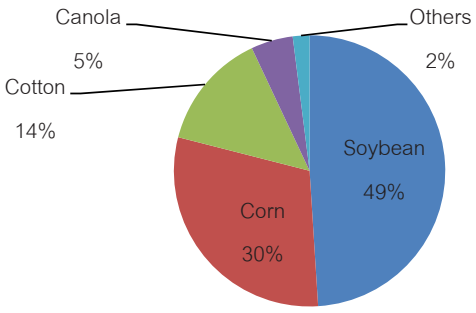


Figure 3 Types of genetically modified plant around the world

Source: James (2010)

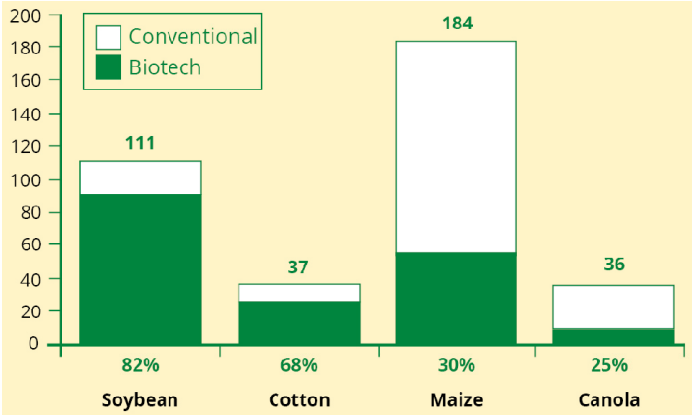


Figure 4 Proportion of genetically modified plant and convention around the world

Source: James (2014)

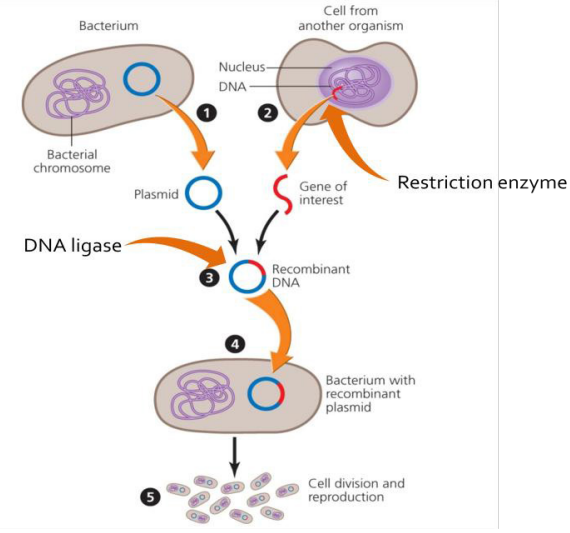


Figure 5 Recombinant DNA technology

Source: Encyclopædia Britannica Online (2016)

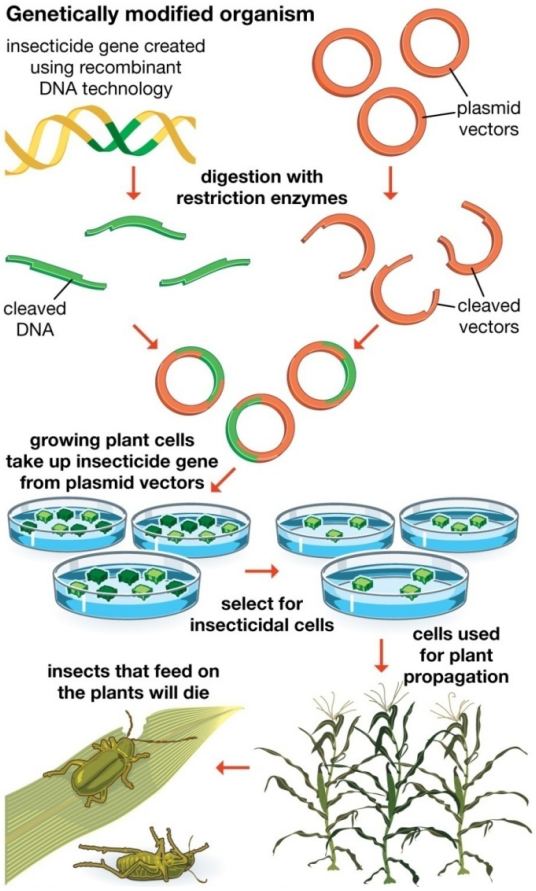


Figure 6 Biotechnology in genetically modified plant
Source: Encyclopædia Britannica Online (2016)

สรุป

วัตถุดิบอาหารสัตว์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสัตว์ แต่ในปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้การใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมจึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถนำมาใช้ในการผลิตสัตว์ ซึ่งพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีความทนทานต่อการเกิดโรค หนอน แมลง วัชพืช และทนทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืช จึงทำให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีปริมาณผลผลิตสูง และต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำกว่าพืชไม่ดัดแปลงพันธุกรรม จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมมีผลกระทบที่แตกต่างกันไป ทั้งผลกระทบต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกันและค่าโลหิตวิทยา สมรรถนะการสืบพันธุ์ สมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ดังนั้นในอนาคตควรที่จะมีการศึกษาเพื่อหาเหตุผลยืนยันผลกระทบหรือผลข้างเคียงของการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมต่อการให้ผลผลิตสัตว์ นอกจากนี้การใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมยังไม่เป็นที่ยอมรับในประเทศไทยซึ่งในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนนาดา เป็นต้น มีการยอมรับและศึกษาค้นคว้าการพืชดัดแปลงพันธุกรรมอย่างแพร่หลาย ดังนั้นจึงควรมีการแนะนำด้านการให้ความรู้และการเข้าใจเพื่อสร้างความยอมรับของผู้บริโภคต่อการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรม

คำขอบคุณ

บทความนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน (TROFREC) ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และกลุ่มวิจัยการผลิตโคเนื้อพื้นเมืองและกระบือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเนื้อ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

Bednarek, D., K. Dudek, K. Kwiatek, M. Swiatkiewicz, S. Swiatkiewicz, and J. Strzetelski. 2013. Effect of a diet composed of genetically modified feed components in pigs,cattle and poultry. Bull Vet. Inst. Pulawy. 57: 209-217.

Bonneau, M., and B Laarveld. 1999. Biotechnology in animal nutrition, physiology and health. Livest. Prod. Sci. 59: 223-241.

Buzoianu, S.G., M.C. Walsh, M.C. Rea, J.P. Cassidy, T.P. Ryan, R.P. Ross, G.E. Gardiner, and P.G. Lawlor.2013. Transgenerational effects of feeding genetically modified maize to nulliparous sows and offspring on offspring growth and health. J. Anim. Sci. 91: 318–330.

Encyclopædia Britannica Online. 2016. Recombinant DNA technology. Accessed: http://goo.gl/c07ozi. Accessed Feb. 1, 2016.

James, C. 2010. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010. ISAAA Brief No. 42. ISAAA. Ithaca, NY,

Piva, G., M. Morlacchini, A. Pietri, A. Piva, and G. Casadei. 2001. Performance of weaned piglets fed insectprotected (MON810) or near isogenic control corn. J. Anim. Sci. 79 (Suppl.1): 106 (Abstract).

Scholtz, N.D., I. Halle, S. Dänicke, G. Hartmann, B. Zur, and H. Sauerwein. 2010. Effects of an active immunization on the immune response of laying Japanese-quail (Coturnix coturnix japonica) fed with or without genetically modified Bacillus thuringiensis-maize. Poult. Sci. 89: 1122–1128.

Schwember, A.R. 2008. An update on genetically modified crops. Cien. Inv. Agr. 35: 231-250.

Swiatkiewicz, M., D. Bednarek, J. Markowski, E. Hanczakowska, and K. Kwiatek. 2013. Effect of feeding genetically modified maize and soybean meal to sows on their reproductive traits,haematological indices and offspring performance. Bull Vet. Inst. Pulawy. 57: 413-418.

Tripathi, M.K., D. Mondal, R. Somvanshi, and S.A. Karim. 2011. Haematology, blood biochemistry and tissue histopathology of lambs maintained on dietscontaining an insect controlling protein (Cry1Ac) in Bt-cottonseed. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 95: 545–555.

Tudiscoa, R., S. Calabròa, M.I. Cutrignellia, G. Moniellob, V. Grossia, M. Mastellonea, P. Lombardia, M.E. Peroa, and F. Infascelli. 2015. Genetically modified soybean in a goat diet: Influence on kidperformance. Small Rumin. Res. 126: 67–74.

Walsh, M.C., S.G. Buzoianu, G.E. Gardiner, M.C. Rea, R.P. Ross, and P.G. Lawlor. 2012. Effects of feeding Bt MON810 maize to sows during first gestation and lactation on maternal and offspring health indicators. Br. J. Nutr. 109: 873–881.

Walsh, M.C., S.G. Buzoianu, G.E. Gardiner, M.C. Rea, R.P. Ross, J.P. Cassidy, and P.G. Lawlor. 2011. Effects of short–term feeding of Bt MON810 maize on growth performance, organ morphology and function in pigs. Br. J. Nutr. 107: 364–371.