

การใช้ของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์^{1/} Utilization of Waste from Production Process for Growing Maize^{1/}

ผู้ทำสัมมนา
อาจารย์ที่ปรึกษา

นางสาวสุภาวิณี นวลทอง^{2/}
อาจารย์ ดร.ภาษิตา ทุ่นศิริ^{3/}

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่ประสบปัญหาผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด และต้นทุนในการผลิตที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้ลดลง ดังนั้นการสัมมนาในครั้งนี้จึงได้ศึกษา รวบรวม และอภิปราย เกี่ยวกับการใช้ของเหลือใช้จากกระบวนการผลิต เพื่อนำมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตที่มีราคาสูงขึ้น ซึ่งของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตนั้นสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ ทั้งนี้มีการใช้ของเหลือใช้จากกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการผลิตเอทานอล กระบวนการผลิตผงชูรส กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ และกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ มาใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตามการใช้ของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตควรใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี จึงจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีได้ การใช้ของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตร่วมกับปุ๋ยเคมีนั้นส่งผลให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาและเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อระยะเวลาผ่านไป ทำให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ การนำของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีจึงส่งผลทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งมีราคาสูงชันลงได้ ทำให้เกษตรกรสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยเคมีลง ซึ่งการใช้ประโยชน์ของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นและลดต้นทุนในการผลิตให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์; ผลพลอยได้; วัสดุเหลือใช้

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก ในปี พ.ศ. 2564 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 6.9 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 4.9 ล้านตัน และผลผลิตเฉลี่ย 711 กก./ไร่ เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมทั้งประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2564 ประมาณ 1.33 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปรับตัวสูงขึ้นจากปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบอาหารสัตว์ (คณะกรรมการพัฒนาคุณภาพข้อมูลปริมาณการผลิตสินค้าเกษตร, 2565; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) โดยมีราคาสูงขึ้นประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ จากปี พ.ศ. 2564 จากความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตมีไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ ดังนั้น การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้นด้วยต้นทุนการผลิตที่ลดลงหรือเท่าเดิม จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้กับเกษตรกร ซึ่งอาจดำเนินการได้โดยการเลือกใช้อัตราปุ๋ยที่เหมาะสม นอกจากการเพิ่มผลผลิตแล้ว การลดต้นทุนให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นอีกประเด็นที่ได้รับความสนใจซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้ผลพลอยได้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรที่ปราศจากการปนเปื้อนของโลหะหนักมาเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชทดแทนปุ๋ยเคมี จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำเอาวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตต่างๆ ได้แก่ กากตะกอนยีสต์และน้ำวีเนสจากกระบวนการผลิตเอทานอล อามิ-อามิจากกระบวนการผลิตผงชูรส ซี๊เจ้าลอยจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ และกากตะกอนจากกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ (รุจิกร และคณะ, 2563; ธนสมณท์ และคณะ, 2561; Ferdous et al., 2020) มาใช้เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารและทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นสัมมนานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออภิปรายวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรและการใช้ประโยชน์ของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตดังกล่าวในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ความสำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2565)

การผลิตปี 2560/61 - 2564/65 เนื้อที่เพาะปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 6.58 ล้านไร่ ในปี 2560/61 เป็น 6.89 ล้านไร่ ในปี 2564/65 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.07 ต่อปี เนื่องจากราคาที่เกษตรกรขายได้จูงใจให้เกษตรกรขยายเนื้อที่ปลูกทดแทนอ้อยโรงงาน และมันสำปะหลังบางส่วน ประกอบกับภาครัฐมีนโยบายส่งเสริมการปลูกข้าวโพดฤดูแล้งหลังนา เพื่อเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ในประเทศ ตั้งแต่ในช่วงปี 2559/60 - 2561/62 สำหรับผลผลิตต่อไร่มีแนวโน้มลดลงร้อยละ 1.76 ต่อปี โดยเฉพาะในปี 2562/63 ที่เหลือเพียง 646 กิโลกรัมต่อไร่ ลดลงมากที่สุดในรอบ 5 ปี เนื่องจากประสบปัญหาภัยแล้งและหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดระบาด ส่งผลให้ผลผลิตในภาพรวมปรับตัวลดลงจาก 4.82 ล้านตัน ในปี 2560/61 เป็น 4.78 ล้านตัน ในปี 2564/65 หรือลดลงประมาณ 0.70 เปอร์เซ็นต์ ต่อปี

ปี 2559 - 2563 ความต้องการใช้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 7.82 ล้านตัน ในปี 2559 เป็น 8.34 ล้านตัน ในปี 2563 หรือเพิ่มขึ้น 1.82 เปอร์เซ็นต์ ต่อปี เนื่องจากความต้องการใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้น ตามการขยายตัวของการเลี้ยงปศุสัตว์ และในปี 2564 ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีปริมาณ 8.38 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 8.34 ล้านตัน ในปี 2563 ประมาณ 0.48 เปอร์เซ็นต์

การนำเข้า ปี 2559 - 2563 การนำเข้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปริมาณ 0.12 ล้านตัน มูลค่า 678.19 ล้านบาท ในปี 2559 เป็นปริมาณ 1.59 ล้านตัน มูลค่า 8,687.96 ล้านบาท ในปี 2563 หรือเพิ่มขึ้น 103.09 และ 105.63 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับ เนื่องจากผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ยังผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ ตามการขยายตัวของภาคการเลี้ยงปศุสัตว์ที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องนำเข้าวัตถุดิบอื่น เช่น ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ และ DDGS (กากข้าวโพดที่เหลือจากขบวนการผลิตเอทานอล) มาใช้ทดแทนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในสูตรอาหารสัตว์บางส่วนด้วย ทั้งนี้ ผู้นำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับผู้นำเข้าทั่วไป ที่นำเข้าภายใต้กรอบ ความตกลงเขตการค้าเสรีอาเซียน (ASEAN Free Trade Area: AFTA) จะนำเข้าได้ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - สิงหาคม ของทุกปี อัตราภาษีนำเข้าร้อยละ 0 ปี 2564 คาดว่าการนำเข้ามีปริมาณ 1.85 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปริมาณ 1.59 ล้านตัน ในปี 2563 หรือเพิ่มขึ้น 16.35 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์

ปัญหาที่พบจากการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ส่วนใหญ่ปัญหาจากการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เกิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกและด้วยภัยธรรมชาติที่เกษตรกรต้องเผชิญในแต่ละปี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ปลูกไม่เหมาะสม พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 49 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในพื้นที่ป่าและประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเขตเหมาะสมน้อยและไม่เหมาะสม ส่งผลทำให้ปริมาณผลผลิตต่อไร่อยู่ในเกณฑ์ต่ำ ปัจจุบันภาครัฐมีนโยบายทวงคืนพื้นที่ป่า และภาคเอกชนมีมาตรการไม่รับซื้อข้าวโพดเลี้ยง

สัตว์ในพื้นที่ไม่มีเอกสารสิทธิ/พื้นที่ป่า ซึ่งอาจส่งผลให้การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ดังกล่าวมีแนวโน้มลดลง ดังนั้นหากไม่มีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหรือส่งเสริมการปลูกในพื้นที่ที่เหมาะสมอื่นๆ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อาจจะขาดแคลน เพิ่มขึ้นสำหรับภาคอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของไทย

2) ปัญหาภัยธรรมชาติ พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งประเทศอยู่นอกเขตชลประทานและอาศัยน้ำฝนในการเพาะปลูกเพียงอย่างเดียว การเกิดปัญหาภัยแล้งและภาวะฝนทิ้งช่วง ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก

ซึ่งปัญหาในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่งผลกระทบต่อรายรับของเกษตรกร ถึงแม้ว่าต้นทุนการผลิตจะคงเดิม ด้านการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตจึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร เช่น การจัดการธาตุอาหารพืชด้วยการใช้ปุ๋ยจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ราคาไม่สูงมากนัก

วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเอทานอล

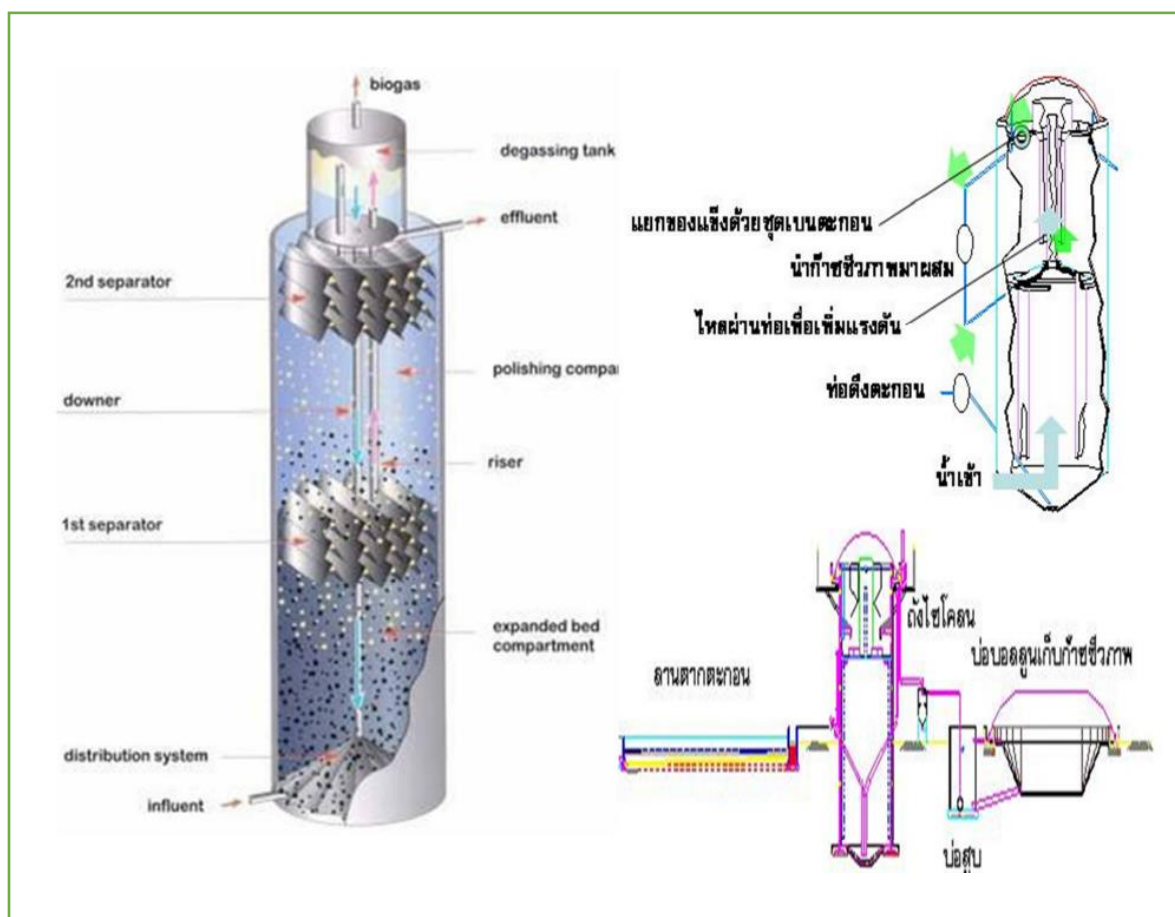
เอทานอล เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากการหมักพืช เพื่อเปลี่ยนแปลงจากพืชเป็นน้ำตาล แล้วเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ เมื่อทำให้เป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 95% โดยการกลั่นเรียกว่า เอทานอล (Ethanol) ที่นำไปผสมในน้ำมันเพื่อใช้เติมเครื่องยนต์เป็นแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ตั้งแต่ 99.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ในกระบวนการผลิตเอทานอล นอกจากได้จะเอทานอลเป็นผลิตภัณฑ์หลักแล้ว ยังเกิดผลิตภัณฑ์รองหรือผลพลอยได้อีกหลายๆผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฟิวเซลอยล์ และอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีของเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตด้วย เช่น น้ำเสียจากกระบวนการกลั่น กากที่ออกจากขั้นตอนการหมักและขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ เป็นต้น ซึ่งส่วนต่างๆ เหล่านี้หากปล่อยไปสู่สิ่งแวดล้อมจะก่อให้เกิดมลภาวะได้ เพื่อเป็นการช่วยรักษาสีสิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตลดลง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์รองและของเสียขึ้น อาทิ กระบวนการกำจัดน้ำกากส่า โดยการแปรรูปเป็นปุ๋ยชีวภาพ อาหารสัตว์ หรือก๊าซชีวภาพ กระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการทำให้บริสุทธิ์และแปรรูปไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น น้ำอัดลม น้ำโซดา น้ำแข็งแห้ง เครื่องมือดับเพลิง เป็นต้น กระบวนการกำจัดฟิวเซลอยล์ โดยการแปรรูปไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแล็กเกอร์ผสมทำกาว น้ำหอมบางชนิดบางชนิด ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช และอื่นๆ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลโดยกระบวนการหมักจากวัตถุดิบทางการเกษตร สามารถแบ่งตามกลุ่มพืชผลทางการเกษตรได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาล เช่น อ้อยน้ำตาล และหัวผักกาดหวาน การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลัง (รวมทั้งมันเส้น) ธัญพืช และมันฝรั่ง เป็นต้น การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส ส่วนมากวัตถุดิบกลุ่มนี้จะเป็นผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร เช่น ฟางข้าว กากอ้อย ชังข้าวโพด และของเสียจากอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ เป็นต้น

กากเหลือจากการผลิตก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนตามธรรมชาติ โดยแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic bacteria) ทำให้เกิดผลผลิตของก๊าซชีวภาพ

ปัจจุบันแหล่งวัตถุดิบสำหรับผลิตก๊าซชีวภาพที่มีศักยภาพของประเทศไทยนั้นมาจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรและการแปรรูป ได้แก่ อุตสาหกรรมแป้ง, อุตสาหกรรมสุราและเบียร์, อุตสาหกรรมอาหาร, อุตสาหกรรมปาล์ม, อุตสาหกรรมกระดาษ, อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมเอทานอล และจากฟาร์มปศุสัตว์ทั้งฟาร์มสุกร ฟาร์มโค และฟาร์มสัตว์อื่นๆ ซึ่งจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพทำให้ได้มาซึ่งกากตะกอนเหลือจากกระบวนการผลิต ดังภาพ



ที่มา : คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน

ภาพที่ 1 ลักษณะของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส

การผลิตผงชูรสในปัจจุบันนิยมหมักโดยใช้จุลินทรีย์เพื่อเปลี่ยนวัตถุดิบให้ได้ผลผลิตเป็นกรดกลูตามิก ซึ่งนำไปใช้ในการผลิตผงชูรส วัตถุดิบที่ใช้คือ

- Carbon ใช้ในการสร้าง Carbon frame ของกรดกลูตามิก carbon Source ที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้จะต้องอยู่ในรูปของกลูโคสซึ่งสามารถเตรียมได้จากการย่อยสลาย (hydrolyse) แป้งจากมันสำปะหลังมันฝรั่งแป้งข้าวสาลีแป้งข้าวโพดปัจจุบันนิยมใช้แป้งมันสำปะหลัง

- Nitrogen Source ใช้สร้าง amino group ซึ่ง nitrogen ได้แก่ urea, liquid ammonia, ammonium salt

- Growth factor ซึ่งมีความสำคัญต่อผลผลิตนิยมใช้ biotin

- เกลือแร่ที่ใช้เติมลงใน media ได้แก่ เกลือของพวก K, P, Mg, Fe, และ Mn เช่น K, PO, MnSO, MgSO., Fe (SO) ใช้ปริมาณเล็กน้อยคือ 0.2%

- Microorganism ได้แก่ yeast, mold, actinomyces และ bacteria ที่นิยมใช้คือ bacteria เพราะให้ผลผลิตมากกว่า 40% (ในรูปของ glucose)

สารละลายที่ได้จากการหมักเรียก “broth” นำมาแยกเซลล์ของจุลินทรีย์โดยการเหวี่ยงแล้วทำให้เข้มข้น เติมกรด HCl และเพิ่มความร้อนเพื่อให้เกิดการสลายตัวของ residue glucose และสารอื่น ๆ จากนั้นนำไปกรองก็จะได้ผลึกของกลูตามิกแอซิด (glutamic acid) นำผลึกที่ได้ไปละลายในน้ำอุ่นเพื่อแยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกปรับ pH เป็น 3.2 โดยใช้ NaOH หรือ NH₃ เพื่อตกผลึก glutamic acid เนื่องจากที่ pH 3.2 เป็น isoelectric point คือกรดกลูตามิกจะมีการละลายน้อยที่สุดเมื่อทำให้เกิดการตกผลึกผลึกที่ได้จะมีความบริสุทธิ์ 85% เรียก Crude glutamic acid crystals นำผลึกที่ได้ซึ่งมีน้ำประกอบอยู่ 10% มาทำให้เป็นกลางด้วย NaOH จะได้สารละลาย monosodium glutamate จากนั้นทำการฟอกสีด้วย active carbon และกรองเพื่อแยก active carbon ออกนำสารละลาย monosodium glutamate ที่ฟอกสีแล้วไปทำให้เข้มข้นใน vacuum evaporator ที่อุณหภูมิ 60 ° C เมื่อสารละลายถึงจุดอิ่มตัวจะเกิดการตกผลึกของ monosodium glutamate นำไปแยกโดยการ centrifuge อบให้แห้งด้วยลมร้อนและร้อนด้วยตะแกรงเพื่อแยกขนาดของผลึกก็ได้ผงชูรสตามต้องการ

วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษสรุปได้เป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การทำเยื่อกระดาษ การเตรียมน้ำเยื่อ

ขั้นตอนที่ 1 การทำเยื่อกระดาษ

เยื่อกระดาษสามารถพบได้ในต้นไม้ ต้นไม้ที่นิยมนำมาผลิตจะมีอายุ 3-5 ปี โดยในอดีตต้นไม้ที่นำมาผลิตกระดาษมักจะถูกตัดมาจากป่า แต่ในปัจจุบันต้นไม้ที่นิยมนำมาใช้เป็นต้นกระดาษ (ต้นไม้ที่ปรับแต่งพันธุกรรมจากต้นยูคาลิปตัส) จะนำมาเพาะเพาะเปลือก เพื่อนำไปผลิตเป็นเยื่อกระดาษต่อไป โดยเยื่อกระดาษสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ เยื่อกระดาษเชิงกลหรือเยื่อบด (Mechanical Pulp), เยื่อกระดาษเคมี (Chemical Pulp), เยื่อกระดาษกึ่งเคมี (Semi-chemical Pulp)

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมน้ำเยื่อ

การเตรียมน้ำเยื่อเพื่อให้กระดาษสามารถนำมาขึ้นรูปได้ โดยการนำเยื่อกระดาษไปบดเพื่อทำให้เส้นใยยึดเกาะกันได้ดีขึ้น จากนั้นผสมหรือใส่สารเติมแต่งชนิดต่างๆ และอาจมีการนำเยื่อไม้มากกว่า 1 ชนิดมาผสมเพื่อลดต้นทุนและเพื่อให้เหมาะสำหรับการนำไปใช้งาน โดยส่วนผสมที่ได้นี้เรียกว่า “น้ำเยื่อ” หรือ “สต็อก”

ขั้นตอนที่ 3 การทำให้เป็นแผ่นกระดาษ

น้ำเยื่อจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องทำเยื่อแห้ง เพื่อทำให้น้ำเยื่อแห้งและนำไปทำเป็นแผ่นกระดาษได้ โดยขั้นตอนการทำให้กระดาษขึ้นรูปเป็นแผ่นมีดังนี้

1. เมื่อเยื่อกระดาษมาถึงเครื่องทำเยื่อแห้ง จะมีตระแกรงแผ่นเล็ก ๆ รองเยื่อกระดาษเอาไว้ ส่งผลให้น้ำที่อยู่ในเยื่อกระดาษเล็ดลอกออกไปได้และทำให้เยื่อกระดาษแห้ง

2. หลังจากที่ยื่อกระดาษผ่านการกรองน้ำในเบื้องต้นแล้ว จะถูกลำเลียงเข้าสู่ส่วนที่ใช้รีดน้ำเพิ่มเติมโดยจะมีลูกกลิ้งขนาดใหญ่กดทับเพื่อรีดน้ำที่อยู่ในเยื่อกระดาษออกไปทั้งหมด และทำให้เยื่อกระดาษติดเป็นแผ่นไปในคราวเดียวกัน

3. เครื่องจะทำการซับน้ำอีกรอบหนึ่ง และหลังจากนั้นจะถูกนำเข้าเครื่องอบประมาณ 5-7 นาที เพื่อทำให้เยื่อกระดาษคงเหลือน้ำเอาไว้ประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักกระดาษทั้งหมด

4. หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการทั้งหมดก็จะได้เป็นแผ่นกระดาษขนาดใหญ่ รอการตกแต่งผิวและการตัดแบ่งเป็นลำดับต่อไป

การประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

วัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิต

จากการศึกษาผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ผสมจากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์แปซิฟิก 999 รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินบางประการ ได้ทำการศึกษาในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2557 (การปลูกครั้งที่ 1) และ ช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 (การปลูกครั้งที่ 2) ของรุจิกร และคณะ (2563) แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 8 ดำรับทดลอง ดังนี้

- | | |
|----|---|
| T1 | control |
| T2 | วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1000 กก./ไร่ |
| T3 | ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม อัตรา 1000 กก./ไร่ |

- T4 วัสดุอินทรีย์ผสม ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม อัตรา 500 กก./ไร่
- T5 วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2000 กก./ไร่
- T6 ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม อัตรา 2000 กก./ไร่
- T7 วัสดุอินทรีย์ผสม ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม อัตรา 1000 กก./ไร่
- T8 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

วัสดุอินทรีย์ผสม (organic mixed material, OMM) ระหว่างกากตะกอน ยีสต์และน้ำวีเนส (อัตราส่วน 2 : 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) โดยซังกากตะกอนยีสต์ 2,000 กก. และตวงน้ำวีเนส 3,000 ลิตร ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และหมักทิ้ง ไว้ประมาณ 1 เดือน กระทั่งวัสดุผสมมีลักษณะเป็น โคลน จากนั้น ผึ่งให้แห้ง (air dry) บด และร่อนโดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 5 มม. ซึ่งผลการวิเคราะห์ทางเคมี แสดงไว้ในตารางที่ 1

ผลการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักผักทั้งเปลือกของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักผักทั้งเปลือกของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ (OMM1000+IFOMM-1000) นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักผักเปลือกเปลือกของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพด ที่ปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวหรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวมีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ (OMM1000+IFOMM-1000) นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวหรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดเพิ่มขึ้นโดยไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของวัสดุอินทรีย์ผสม

คุณสมบัติ	วัสดุอินทรีย์ผสม (OMM)	
	กากตะกอนยีส+น้ำวีเนส	อามิ-อามิ+ซีเถ้าลอย
pH (3:50)	4.77	7.93
EC 1:10 (dS/m)	8.32	10.84
Organic matter (%)	17.22	6.49
Total N (%)	0.91	0.96
Total P ₂ O ₅ (%)	0.31	1.03
Total K ₂ O (%)	0.54	1.01
Total Ca (%)	0.45	1.46
Total Mg (%)	0.61	0.77
Total Na (%)	0.88	1.92

ที่มา: ตัดแปลงจาก รุจิกร และคณะ (2563); ธนสมณท์ และคณะ (2561)

ตารางที่ 2 ผลการใช้วัสดุอินทรีย์ผสมจากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตัวรับการทดลอง	น้ำหนักรากพืชปลูก			น้ำหนักรากพืชปลูก		
	ปลูกครั้งที่ 1	ปลูกครั้งที่ 2	T-test	ปลูกครั้งที่ 1	ปลูกครั้งที่ 2	T-test
T1 = control	1,357.29 ^d	1,342.56 ^f	ns	1,154.45 ^e	1,126.40 ^e	ns
T2 = OMM ₁₀₀₀	1,552.61 ^d	1,574.48 ^e	ns	1,341.40 ^d	1,360.30 ^{de}	ns
T3 = IF _{OMM-1000}	1,826.34 ^c	1,885.49 ^d	ns	1,544.38 ^c	1,593.40 ^{cd}	ns
T4 = OMM ₅₀₀ +IF _{OMM-500}	2,212.46 ^a ^b	2,252.26 ^{bc}	ns	1,824.59 ^b	1,856.60 ^{ab}	ns
T5 = OMM ₂₀₀₀	2,161.54 ^b	2,185.43 ^c	ns	1,799.28 ^b	1,818.60 ^{bc}	ns
T6 = IF _{OMM-2000}	2,371.47 ^{ab}	2,384.65 ^{ab}	ns	2,008.53 ^a	2,019.50 ^{ab}	ns
T7 = OMM ₁₀₀₀ +IF _{OMM-1000}	2,401.42 ^a	2,483.26 ^a	*	2,010.40 ^a	2,078.60 ^{ab}	ns
T8 = IF _{DOA}	2,395.60 ^a	2,452.31 ^a	ns	2,049.63 ^a	2,097.70 ^a	ns
F-test	**	**		**	**	
CV (%)	17.82	15.37		15.99	18.3	

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, *,** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ

ที่มา: รุจิกร และคณะ (2563)

จากศึกษาผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส และซีเถ้าลอยต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์แปซิฟิก 999 รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินบางประการ ทำการศึกษาในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2555 (การปลูกครั้งที่ 1) และช่วงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2555-เดือน มีนาคม พ.ศ. 2556 (การปลูกครั้งที่ 2) ณ แปลงทดลองของภาควิชา ปฐพีวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. กำแพงแสน จ.นครปฐม ของรณศมณท์ และคณะ (2561) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 8 ดำรับ ทดลอง ดังนี้

T1	control
T2	วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1000 กก./ไร่
T3	ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม อัตรา 1000 กก./ไร่
T4	วัสดุอินทรีย์ผสม ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม อัตรา 500 กก./ไร่
T5	วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2000 กก./ไร่
T6	ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม อัตรา 2000 กก./ไร่
T7	วัสดุอินทรีย์ผสม ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม อัตรา 1000 กก./ไร่
T8	การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

วัสดุอินทรีย์ผสม (organic mixture material, OMM) ระหว่างอามิ-อามิและซีเถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) โดยดวงอามิ-อามิ 2,000 ลิตร และซีเถ้าลอย 2,000 กก. ผสม คลุกเคล้าให้เข้ากัน และหมักทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน จากนั้นผึ่งให้แห้ง (air dry) บดและร่อนโดยผ่าน ตะแกรงร่อนขนาด 5 มม. ซึ่งผลของสมบัติบางประการของวัสดุอินทรีย์ผสมก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 1

ผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ ปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่าทุกดำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวมีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพด เพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในดำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบ น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพด เพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในดำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุ อาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ (IFOMM-2000) และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM1000+IFOMM-1000)

นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวหรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวมีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 3 พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM1000+IFOMM-1000

ตารางที่ 3 ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส และซีเถ้าลอยต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักฝักทั้งเปลือก			น้ำหนักฝักปอกเปลือก		
	ปลูกครั้งที่ 1	ปลูกครั้งที่ 2	T-test	ปลูกครั้งที่ 1	ปลูกครั้งที่ 2	T-test
T1 = control	1,209.47 ^e	1,185.32 ^f	ns	1,008.42 ^d	986.92 ^e	ns
T2 = OMM ₁₀₀₀	1,984.67 ^d	2,013.58 ^e	ns	1,617.61 ^c	1,642.50 ^d	ns
T3 = IF _{OMM-1000}	2,008.42 ^{cd}	2,074.44 ^e	ns	1,666.35 ^c	1,721.28 ^d	ns
T4 = OMM ₅₀₀ +IF _{OMM-500}	2,202.69 ^{bc}	2,278.55 ^c	ns	1,814.55 ^{abc}	1,876.52 ^{bc}	ns
T5 = OMM ₂₀₀₀	2,110.60 ^{cd}	2,174.68 ^d	ns	1,746.60 ^{bc}	1,789.13 ^{cd}	ns
T6 = IF _{OMM-2000}	2,355.68 ^{ab}	2,451.45 ^b	ns	1,929.55 ^{ab}	2,005.01 ^b	ns
T7 = OMM ₁₀₀₀ +IF _{OMM-1000}	2,501.56 ^a	2,653.33 ^a	*	1,959.34 ^a	2,183.95 ^a	**
T8 = IF _{DOA}	2,335.62 ^{ab}	2,386.48 ^b	ns	1,888.46 ^{ab}	1,924.95 ^{bc}	ns
F-test	**	**		**	**	
CV (%)	16.44	18.93		16.88	14.72	

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, *,** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ

ที่มา: ธนศมณท์ และคณะ (2561)

Ferdous et al.(2020) ได้ทำการศึกษาการใช้สารละลายก๊าซชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยศึกษาการใช้ปุ๋ยชีวภาพมูลโคและปุ๋ยชีวภาพมูลไก่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในแปลงเกษตรกร เมืองลาหิรีห์ต เขตรังปูร์ ประเทศบังกลาเทศ ทำการทดลองแบบกระจาย โดยมีรายละเอียดตำรับการทดลองดังนี้

1. การศึกษาปุ๋ยชีวภาพมูลโค

1.1 ใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีตามการทดสอบดิน

1.2 ใส่ปุ๋ยมูลโค(5 t/ha)ร่วมกับปุ๋ยเคมี

1.3 ใส่สารละลายก๊าซชีวภาพมูลโค(5 t/ha)ร่วมกับปุ๋ยเคมี

2. การศึกษาปุ๋ยชีวภาพมูลโค

1) ใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีตามการทดสอบดิน

2) ใส่ปุ๋ยมูลไก่(3 t/ha)ร่วมกับปุ๋ยเคมี

3) ใส่สารละลายก๊าซชีวภาพมูลไก่ (3 t/ha)ร่วมกับปุ๋ยเคมี

จากการทดลองการใช้ปุ๋ยชีวภาพมูลโค เปรียบเทียบความสูงต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พบว่า ได้รับอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใส่สารละลายก๊าซชีวภาพมูลโค(5 t/ha) ร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่าความสูงต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิต มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยมูลโค(5 t/ha) ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีตามการทดสอบดินตามลำดับ และการทดลองการใช้ปุ๋ยชีวภาพมูลไก่ เปรียบเทียบความสูงต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พบว่า การใส่สารละลายก๊าซชีวภาพมูลไก่(3 t/ha) ร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่าให้ความสูงต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยมูลไก่(3 t/ha) ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีตามการทดสอบดินตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลของการใช้สารละลายก๊าซชีวภาพมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

	ความสูงต้น (cm)	จำนวนเมล็ด/ ฝัก	น้ำหนัก100 เมล็ด(g)	ผลผลิต (t/ha)
ตัวรับการทดลอง				
ใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีตามการทดสอบดิน	187.2 c	435.7 c	30.7bc	6.48 c
ใส่ปุ๋ยมูลโค(5 t/ha)ร่วมกับปุ๋ยเคมี	191.5b	435.7 c	32.2b	7.34b
ใส่สารละลายก๊าซชีวภาพมูลโค (5 t/ha)ร่วมกับปุ๋ยเคมี	196.0a	485.7a	35.1a	8.12a
T	**	**	*	**

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, *,** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ

ที่มา: Ferdous *et al.*(2020)

ตารางที่ 5 ผลของการใช้สารละลายก๊าซชีวภาพมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

	ความสูงต้น (cm)	จำนวนเถิด/ ฝัก	น้ำหนัก 100 เมล็ด(g)	ผลผลิต (t/ha)
ดำรับการทดลอง				
ใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีตามการทดสอบดิน	187.7 c	434.3 c	31.4bc	7.05 c
ใส่ปุ๋ยมูลไก่(3 t/ha)ร่วมกับปุ๋ยเคมี	190.5b	479.8b	32.7b	7.52b
ใส่สารละลายก๊าซชีวภาพมูลไก่(3 t/ha) ร่วมกับปุ๋ยเคมี	194.8a	491.8a	35.1a	8.28a
T	**	**	**	*

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, *,** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ

ที่มา: Ferdous *et al.*(2020)

สรุป

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบันกำลังเผชิญกับปัญหาผลผลิตที่ลดลง และต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นการลดต้นทุนในการผลิตและการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถแก้ไขปัญหาที่เผชิญได้ จึงมีการประยุกต์ใช้ผลพลอยได้จากภาคเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มาใช้กับการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และลดต้นทุนในการผลิต เนื่องจากวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตรมีปริมาณเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากและมีการนำไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย มีการประยุกต์ใช้ของเหลือจากกระบวนการผลิตในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ แต่ต้องใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตเป็นอินทรีย์วัตถุและจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาและเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อระยะเวลาผ่านไป ดังนั้น การใช้ของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตจึงช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตลง เกษตรกรสามารถใช้ของเหลือใช้จากบางกระบวนการผลิตเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารทดแทนปุ๋ยเคมีในการลดต้นทุนการผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงาน
ทดแทน ชุดที่5 พลังงานก๊าซชีวภาพ. แหล่งที่มา: <https://webkc.dede.go.th>. สืบค้นเมื่อวันที่
15 กรกฎาคม 2565.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงาน
ทดแทน ชุดที่7 เชื้อเพลิงเอทานอล. แหล่งที่มา: <https://webkc.dede.go.th>. สืบค้นเมื่อวันที่
24 กรกฎาคม 2565.
- คณะกรรมการพัฒนาคุณภาพข้อมูลปริมาณการผลิตสินค้าเกษตร.2565. ผลพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยง
สัตว์ ปี 2565(ปีเพาะปลูก 2565/2566).แหล่งที่มา: <https://www.oae.go.th/view/TH-TH>.
สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2565.
- ธนสมณท์ กุลการณย์เลิศ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2561. การใช้
ประโยชน์ผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อผลผลิตและองค์ประกอบ
ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 36: 40-49.
- บริษัท สุขสวัสดิ์ คอนกรีตตั้ง เซ็นเตอร์ จำกัด. 2565. จากไม้กระดาขสู่มือคุณ. แหล่งที่มา:
<http://www.fancypaper.co.th>. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2565.
- รุจิกร ศรีแมนม่วง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ชาลินี คงสุต และธีรยุทธ คล้าชื่น. 2563
การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.
วารสารแก่นเกษตร. 2 :293-304.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญ และแนวโน้มปี 2565. แหล่งที่มา:
<https://www.oae.go.th/view/TH-TH>. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2565.
- Ferdous, Hayat Ullah , Avishek Datta , Ahmed Attia , Amitava Rakshit & Samim Hossain
Molla. 2020. Application of Biogas Slurry in Combination with Chemical Fertilizer
Enhances Grain Yield and Profitability of Maize (Zea Mays L.). Communications in
Soil Science and Plant Analysis. DOI: 10.1080/00103624.2020.1844728