บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดหมักของเกษตรกร

จากการศึกษาการผลิตข้าวโพดหมักของนายเกรียงศักดิ์ ทองคำอยู่บ้านเลขที่ 10/11 หมู่ที่ 6 ตำบลบึงซำอ้อ อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นผู้นำชุมชนและทำการผลิตข้าวโพดหมักซึ่งเป็นโครงการที่เคยได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานการเกษตรอำเภอหนองเสือ ซึ่งในพื้นที่บริเวณคลองแปด อำเภอหนองเสือ มีผู้ผลิตข้าวโพดหมักเพื่อจำหน่ายเพียง 1-2 ราย พบว่ามีขั้นตอนดำเนินการดังนี้ (ภาพผนวก ก 1)

1. สำรวจแปลงข้าวโพดหวานของเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงที่มีการปลูกข้าวโพดหวานเพื่อส่งผลผลิตขายโดยจะนัดวันเก็บผลผลิตกับเจ้าของสวน

2. เดินทางไปยังแปลงข้าวโพดที่เก็บผลผลิตแล้ว พร้อมเครื่องมือประกอบด้วยเรือบรรทุกต้นข้าวโพด เครื่องสับข้าวโพด กระสอบปุ๋ย มีด เชือกมัดปากถุง เป็นต้น

3. ตัดต้นข้าวโพดโดยตัดสูงจากพื้นประมาณ 5-10 เซนติเมตร แล้วขนต้นข้าวโพดลงเรือลำเลียงมายังเครื่องสับ โดยต้องมีบริเวณวางเครื่องสับและวางต้นข้าวโพดที่ตัดมา

4. นำต้นข้าวโพดเข้าเครื่องสับโดยตั้งใบมีดของเครื่องสับที่ตัดแล้วมีขนาดยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร

5. บรรจุใส่กระสอบปุ๋ยที่มีถุงพลาสติกหนารองชั้นในอีก 1 ชั้น กระสอบละ 25 กิโลกรัม ใช้น้ำหนักตัวของผู้กรอกใส่ถุงนั่งกดทับ 2-3 ครั้งให้อากาศออก แล้วใช้มือบิดปากถุงเป็นเกลียวใช้เชือกรัดปากถุงให้แน่นและกองทิ้งไว้ที่แปลงข้าวโพด 2-3 วัน เพื่อให้เจ้าของฟาร์มโคนมหรือโคเนื้อมารับซื้อที่แปลง ในราคากระสอบละ 30 บาท ทั้งนี้ ผู้ผลิตต้องรับคืนในกรณีที่ข้าวโพดหมักเน่าเสียต้องชดใช้ให้กับลูกค้า โดยมีต้นทุนในการผลิตต่อกระสอบดังนี้

ตารางที่ 4.1

ต้นทุนในการผลิตข้าวโพดหมักของเกษตรกร

ลำดับที่	รายการ	ต้นทุน/ถุง (บาท)
1.	ค่าวัตถุดิบต้นข้าวโพด	6
2.	ค่าแรงคนงาน	10
3.	ค่ากระสอบและเชือก	3
4.	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง/ค่าเสื่อมราคา	3
รวมต้นทุน (บาท/ถุง)		22
กำไร (บาท/ถุง)		8

คนงาน 5 คน สามารถผลิตข้าวโพดหมักได้วันละ 100-150 ถุง และปริมาณผลผลิตจะขึ้นอยู่กับปริมาณของต้นข้าวโพดที่มีและความยากง่ายในการเคลื่อนย้ายต้นข้าวโพดและประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ผลการทดลอง

ลักษณะทางกายภาพ

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวโพดหมัก พบว่า ต้นข้าวโพดหมักที่ผลิตเองและผลผลิตจากเกษตรกร (ทรีตเมนต์ที่ 1-5) มีกลิ่นหอมเปรี้ยว ไม่มีกลิ่นเน่าเสียและไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ สีของต้นข้าวโพดหมักมีสีเขียวอ่อนค่อนไปทางสีน้ำตาล จากการสังเกตลักษณะโครงสร้างจะพบว่ามีใบและลำต้นที่สับครบ รอยสับไม่เละ ไม่มีเมือกลื่น ไม่เปื่อยยุ่ย ซึ่งสอดคล้องกับบุญเสริม (2539) ที่รวบรวมคุณสมบัติที่ดีของพืชหมักไว้ว่า พืชหมักที่ดีต้องปราศจากกลิ่นเน่าเสีย มีกลิ่นหอมเปรี้ยว สีของพืชหมักมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก ลักษณะโครงสร้างมีใบมีก้านครบ ไม่เปื่อยยุ่ย เป็นลักษณะของพืชหมักที่สูญเสียโภชนะน้อยและตรงกับรายงานของ ชาญชัย (2521) ที่รายงานว่า พืชหมักที่ดีควรมีสีเขียวแกมเหลือง มีกลิ่นหอมของกรด ไม่เน่าเหม็น กลิ่นไม่ฉุน พืชหมักที่มีกลิ่นฉุนสัตว์ไม่ชอบกินถ้ามีกลิ่นแอมโมเนียแสดงว่าพืชหมักนั้นสูญเสียคุณค่าทางอาหาร นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นข้าวโพดหมักในกลุ่มที่ใช้ฝุ่นข้าวโพดเป็นสารเสริม(ทรีตเมนต์ที่ 2 และ 4) เมื่อใช้มือสัมผัสจะมีความชื้นน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากฝุ่นข้าวโพดสามารถดูดซับของเหลวที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักได้จะสามารถทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารและป้องกันปัญหาการเกิดมลพิษทางน้ำได้ในกรณีที่ผลิตพืชหมักในปริมาณมาก ๆ และมีการปล่อยของเหลวที่เกิดขึ้นลงสู่แหล่งน้ำ จากรายงานของ O'Kiely (1991) พบว่า การผลิตหญ้าหมัก ทำให้มีของเหลวเกิดขึ้น 300 ลิตรต่อตัน หากของเหลวดังกล่าวไหลลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้มีค่าบีโอดี 50,000 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร (Pitt, 1993)

ความเป็นกรด-ด่าง

จากการศึกษาพบว่าในการผลิตต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่มีการเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ หรือกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ หรือการเสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ และกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 3.57-3.62 และพบต้นข้าวโพดหมักที่ผลิตโดยเกษตรกรมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3.47; $p<0.05$) เมื่อเทียบกับต้นข้าวโพดหมักกลุ่มอื่น ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกรมปศุสัตว์ (2544) ที่รายงานว่า หญ้าหมักที่ดีมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 3.5 – 4.2 ดังนั้นข้าวโพดหมักทุกกลุ่มในการทดลองนี้มีคุณสมบัติของพืชหมักที่ดี มีปริมาณกรดแลคติคค่อนข้างสูง (Ely, 1982) กรดชนิดนี้มีความแรงกว่ากรดอินทรีย์ชนิดอื่นในพืชหมัก เมื่อมีกรดแลคติคสูงจึงทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ (Muck, 1996) และสามารถหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ประเภทอื่นก่อนที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อพืชหมัก แล้วจะทำให้พืชหมักมีคุณภาพคงที่ตลอดไป (Skerman และ Riverro, 1990) และ หากพืชหมักที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 5.1 จัดว่าเป็นพืชหมักที่มีคุณภาพเลว (Church, 1986)

แอมโมเนียไนโตรเจน

การเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ การเสริมกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ และการเสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์และกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$; 5.10, 6.44, 5.44 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (7.29 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด) ดังแสดงในตารางที่ 4.2 จากรายงานของ Mahanna (1993) พบว่าคุณสมบัติของข้าวโพดหมักที่ดีมีเปอร์เซ็นต์แอมโมเนียไนโตรเจนน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด

ขณะที่ Seglar (2003) ระบุค่ามาตรฐานของปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในข้าวโพดหมักมีค่าน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด การใช้สารเสริมทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวในการทดลองนี้ทำให้คุณภาพของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักดีขึ้น โดยลดการย่อยสลายโปรตีนเป็นแอมโมเนีย การสูญเสียคุณค่าทางโภชนะในต้นข้าวโพดฝักอ่อนจึงลดลง ผลการศึกษานี้ยังพบว่ากลุ่มที่เสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด (ทรีตเมนต์ 2 และ 4) ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักน้อยกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยกากน้ำตาล (ทรีตเมนต์ 3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเสริมฝุ่นข้าวโพดทำให้ความชื้นของพืชหมักลดลง เมื่อความชื้นของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักลดลงส่งผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโปรตีนลดลง จึงเป็นเหตุให้ลดการสลายโปรตีนและการปลดปล่อยแอมโมเนีย (McDonald, 1981) อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ใกล้เคียงกับ Browne และคณะ (2005) และ Meeske และ Basson (1998) ที่พบว่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของข้าวโพดหมักเท่ากับ 5.2-5.6 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด

การสูญเสียวัตถุแห้ง

จากการศึกษา พบการสูญเสียวัตถุแห้งของข้าวโพดหมักแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบการผลิตต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่เสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ (ทรีตเมนต์ 2) มีการสูญเสียวัตถุแห้งน้อยที่สุด คือ 8.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่เสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์และกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ (ทรีตเมนต์ 4) และกลุ่มควบคุม (12.56 และ 14.52 เปอร์เซนต์ตามลำดับ) ขณะที่ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่เสริมด้วยกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียวัตถุแห้งมากที่สุด คือ 16.80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2) Muller และ Green (1987) แนะนำพืชที่จะนำมาหมักควรมีความชื้นเพียง 60-66 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันการสูญเสียโภชนะไปกับของเหลวที่เกิดจากกระบวนการหมัก หากพืชมีความชื้นสูงกว่า 70 เปอร์เซนต์จะพบการสูญเสียโภชนะไปกับของเหลวดังกล่าวมาก จึงทำให้เกิดการสูญเสียวัตถุแห้งมาก นอกจากนี้ Weiss (1996) ยังกล่าวว่าหากมีการจัดการที่เหมาะสมในการผลิตพืชหมักจะมีการสูญเสียวัตถุแห้งจากกระบวนการหมักเพียง 10-15 เปอร์เซ็นต์ หากการจัดการไม่ดีหรือไม่เหมาะสมจะทำให้มีการสูญเสียวัตถุแห้งมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการผลิตต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่เสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์มีการสูญเสียวัตถุแห้งน้อยที่สุดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ เป็นผลเนื่องมาจากฝุ่นข้าวโพดช่วยลดความชื้นของพืชก่อนที่จะทำการหมัก

ปริมาณวัตถุแห้ง

จากการศึกษาพบว่า ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่เสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ และที่เสริมร่วมกับกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณวัตถุแห้งสูงสุด (30.34 และ 30.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) รองลงมาคือ ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่เสริมด้วยกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มควบคุม คือ 25.58 และ 25.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) ขณะที่ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ผลิตโดยเกษตรกรมีวัตถุแห้งน้อยที่สุด ($P< 0.05$) คือ 23.04 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2)

Cullison (1975) แนะนำพืชหมักควรจะมีวัตถุแห้ง 25-35 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ McDonald (1981) แนะนำพืชหมักมีวัตถุแห้ง 30 เปอร์เซ็นต์หรือมากกว่าทำให้ปฏิกิริยาของแบคทีเรีย *Clostridium sp.* ลดน้อยลง เนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีความชื้นสูง นอกจากนี้ McCullough, (1975) รายงานว่า พืชที่นำมาหมักที่มีความชื้นสูงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ จะได้พืชหมักที่เปรี้ยวมากและมีการสูญเสียโภชนะออกไปกับของเหลวซึ่งจะเจือจางกรดที่แบคทีเรียสร้างออกมาด้วย ดังนั้นการศึกษานี้จึงชี้ให้เห็นว่า ฝุ่นข้าวโพดช่วยดูดซับความชื้นและเพิ่มปริมาณวัตถุแห้ง และสามารถปรับปรุงคุณภาพของข้าวโพดหมักได้ นอกจากนี้การเสริมฝุ่นข้าวโพดน่าจะเป็นประโยชน์มากหากใช้เป็นสารเสริมในการผลิตข้าวโพดหมักที่ใช้ต้นข้าวโพดที่มีอายุน้อยมาเป็นวัตถุดิบ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตต้นข้าวโพดเนื่องจากการผลิตต้นข้าวโพดในช่วงระยะฝักอ่อนไปจนถึงระยะเมล็ดเป็นแป้งมีต้นทุนที่สูงในการดูแลรักษา

อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับรายงานของสายขิมและนวลมณี (2535) ที่ผลิตข้าวโพดหมักโดยเสริมใบกระถิน 10 เปอร์เซ็นต์ มีวัตถุแห้ง 32.40 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ไม่เสริมมีวัตถุแห้ง 25.55 เปอร์เซ็นต์ ส่วน สตางค์ (2543) ได้หมักเปลือกและซังข้าวโพดเสริมด้วยมันเส้นหรือรำในอัตรา 16 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีวัตถุแห้งประมาณ 30-31 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่นฤมลและคณะ (2544) ได้ทำการหมักต้นข้าวโพดที่เมล็ดเป็นแป้ง 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีวัตถุแห้ง 30.06 เปอร์เซ็นต์

อินทรียวัตถุ

ปริมาณอินทรียวัตถุในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ทำการศึกษามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่มีการใช้สารเสริม (ควบคุม) เสริมฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ เสริมกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ เสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์และกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ และต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ผลิตโดยเกษตรกร มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 92.88, 93.05, 92.96, 92.70 และ 92.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ นฤมลและคณะ (2544) ที่พบว่าการใช้ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หมักมีค่าอินทรียวัตถุเท่ากับ 94.62 เปอร์เซ็นต์ และใกล้เคียงกับ Browne และคณะ (2005) ที่พบว่า ข้าวโพดหมักมีอินทรียวัตถุเท่ากับ 95.43 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่าที่รายงานโดย Meeske และ Basson (1998) ซึ่งผลิตข้าวโพดหมักเสริมด้วยแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติคพบอินทรียวัตถุเพียง 88.8 เปอร์เซ็นต์

โปรตีน

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 7.39 เปอร์เซ็นต์ พบการเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % และการเสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์กับกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยมีค่าเท่ากับ 8.18 และ 8.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเสริมกากน้ำตาลเพียงอย่างเดียว ทำให้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักมีปริมาณโปรตีน 7.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ขณะที่ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ผลิตโดยเกษตรกรมีปริมาณโปรตีนสูงสุด ($p<0.05$) ซึ่งเท่ากับ 10.8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2) การเสริมฝุ่นข้าวโพดในการผลิตต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าที่รายงานโดยบุญล้อมและคณะ (2544) และรายงานโดยฉันทนาและคณะ (2543) ซึ่งพบโปรตีนของข้าวโพดหมักเท่ากับ 7.9 เปอร์เซ็นต์ และยังมีค่าใกล้เคียงกับวลัยกานต์และวรรณา (2541) ที่พบโปรตีนของข้าวโพดหมักมีค่าเท่ากับ 8.2 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักในการศึกษาในครั้งนี้ที่มีการเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ ที่เสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์กับกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ และที่ผลิตโดยเกษตรกรมีปริมาณโปรตีนเพียงพอต่อการดำรงชีพของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ที่ระบุโดย สายัณห์ (2540) คือ 8-10 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำค่าโปรตีนที่ได้ในการศึกษาในครั้งนี้ดังกล่าวข้างต้นมาคำนวณเป็นปริมาณโปรตีนในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักน้ำหนักสด (ตารางที่ 4.3) พบว่า กลุ่มที่เสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่เสริมร่วมระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ และกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 2.48 และ 2.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และมากกว่า ($p<0.05$) ปริมาณโปรตีนของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่เป็นผลผลิตจากเกษตรกร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.34 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณโปรตีนไม่ต่างกันทางสถิติ (1.91 และ 1.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ ดังนั้นการใช้ฝุ่นข้าวโพดเป็นสารเสริมนอกจากจะช่วยเพิ่มปริมาณวัตถุแห้งในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักแล้วยังสามารถช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนอีกด้วย

พลังงาน (Gross energy)

ในการผลิตต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่เสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ ที่เสริมด้วยกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ และที่เสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นของข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์และกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณพลังงานไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งเท่ากับ 4,381.38, 4,343.10 และ 4,343.80 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ แต่น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่ใช้สารเสริม (กลุ่มควบคุม) และกลุ่มที่เป็นผลผลิตของเกษตรกร ที่ให้ค่าพลังงานเท่ากับ 4,477.31 และ 4,447.43 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ค่าพลังงานดังกล่าวข้างต้นที่ได้จากการศึกษานี้ใกล้เคียงกับ Kirkland และ Patterson (2006) ที่พบว่า ข้าวโพดหมักที่อายุต่างกัน (ต้นอ่อนและต้นแก่) มีพลังงานเท่ากับ 4,495.23 และ 4,359.52 แคลอรีต่อกรัม ในขณะที่ Browne และคณะ (2005) พบว่า ข้าวโพดหมักมีค่าพลังงาน 4,464.28 แคลอรีต่อกรัม และจากการศึกษาครั้งนี้พบค่าพลังงานของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักทุกกลุ่มสูงกว่าข้าวโพดหมักของ นฤมล และคณะ (2544) ซึ่งมีค่าพลังงานเท่ากับ 4,239.00 แคลอรีต่อกรัม และพบต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักกลุ่มที่ไม่ใช้สารเสริมมีค่าใกล้เคียงกับเสาวลักษณ์และคณะ (2543) ที่หมักต้นข้าวโพดหวานหลังเก็บฝักโดยไม่ใช้สารเสริมซึ่งมีค่าพลังงานเท่ากับ 4,480.00 แคลอรีต่อกรัม

เมื่อนำค่าพลังงานที่ได้ในการศึกษาในครั้งนี้ดังกล่าวข้างต้นมาคำนวณเป็นปริมาณพลังงานในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักน้ำหนักสด (ตารางที่ 4.3) พบว่า แต่ละกลุ่มมีค่าพลังงานต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นกลุ่มที่เสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่เสริมร่วมระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ และกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์มีพลังงานเท่ากับ 1,329.55 และ 1,318.35 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มากกว่า ($p<0.05$) กลุ่มควบคุม (1,115.06 แคลอรีต่อกรัม) กลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ (1,110.14 แคลอรีต่อกรัม) และกลุ่มที่เป็นผลผลิตจากเกษตรกร (1,024.98 แคลอรีต่อกรัม) ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นว่าการใช้ฝุ่นข้าวโพดเป็นสารเสริมนอกจากจะช่วยเพิ่มปริมาณวัตถุแห้งและโปรตีนในต้นข้าวโพด ฝักอ่อนหมักแล้ว ยังสามารถช่วยเพิ่มพลังงานอีกด้วย ดังนั้นหากต้องการอาหารหยาบหมักที่มีโปรตีนและพลังงานสูงมากขึ้นควรใช้ฝุ่นข้าวโพดเป็นสารเสริม

ตารางที่ 4.2

ปริมาณโภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่เสริมและเสริมฝุ่นข้าวโพด กากน้ำตาล หรือเสริมร่วมกัน และข้าวโพดหมักจากเกษตรกร

โภชนะ	ทรีตเมนต์					CV	F-Test
	1	2	3	4	5		
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	3.62[a]	3.57[a]	3.58[a]	3.58[a]	3.47[b]	1.021	**
แอมโมเนียไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด)	7.29[a]	5.10[d]	6.44[b]	5.44[c]	2.8[e]	2.62	**
การสูญเสียวัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	14.52[b]	8.03[d]	16.80[a]	12.56[c]	-	7.20	**
วัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	25.80[b]	30.34[a]	25.58[b]	30.35[a]	23.04[c]	1.148	**
อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	92.88	93.05	92.96	92.70	92. 66	0.316	ns
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	7.39[c]	8.18[b]	7.35[c]	8.28[b]	10.8[a]	2.598	**
พลังงาน (GE, แคลอรี/กรัมวัตถุแห้ง)	4477.31[a]	4381.38[b]	4356.10[b]	4343.80[b]	4447.43[a]	0.948	**

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ทรีตเมนต์ 1 กลุ่มควบคุม ทรีตเมนต์ 2 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 % ทรีตเมนต์ 3 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยกากน้ำตาล 1 %

ทรีตเมนต์ 4 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 % ร่วมกับกากน้ำตาล 1% ทรีตเมนต์ 5 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ผลิตโดยเกษตรกร

ตารางที่ 4.3

ปริมาณโปรตีน พลังงาน ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่เสริมและเสริมฝุ่นข้าวโพด กากน้ำตาลหรือเสริมร่วมกันและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักจากเกษตรกร (น้ำหนักสด)

โภชนะ (น้ำหนักสด)	ทรีตเมนต์					CV	F-Test
	1	2	3	4	5		
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	1.91[c]	2.48[a]	1.87[c]	2.51[a]	2.34[b]	2.778	**
พลังงาน (GE, แคลอรี/กรัม)	1155.06[b]	1329.55[a]	1110.14[c]	1318.35[a]	1024.98[d]	1.451	**

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ทรีตเมนต์ 1 กลุ่มควบคุม ทรีตเมนต์ 2 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 % ทรีตเมนต์ 3 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยกากน้ำตาล 1 %
ทรีตเมนต์ 4 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 % ร่วมกับกากน้ำตาล 1% ทรีตเมนต์ 5 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ผลิตโดยเกษตรกร

การย่อยได้ของโภชนะ

การย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่มีการใช้สารเสริม (กลุ่มควบคุม) ที่เสริมฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ ที่เสริมกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ และที่เสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์และกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบว่ามีค่าการย่อยได้วัตถุแห้งเท่ากับ 49.93, 49.61, 50.57 และ49.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการย่อยได้อินทรียวัตถุมีค่าเท่ากับ 47.85, 48.14, 48.83 และ47.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักดังกล่าวข้างต้นมากกว่าต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ผลิตโดยเกษตรกร ($p<0.05$) ซึ่งมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุ 47.54 และ 46.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าการย่อยโปรตีนของข้าวโพดหมักทุกกลุ่มที่ทำการศึกษามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งพบค่าอยู่ในช่วง 62.67-65.37 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 สาเหตุที่ข้าวโพดหมักของเกษตรกรมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุต่ำที่สุดน่าจะเกิดจากกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ให้ดี เช่น การดูดอากาศ การบรรจุถุง ระยะเวลาในการหมัก ซึ่งจะมีผลกระบวนการหมักเกิดขึ้นได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาของ นฤมลและคณะ (2544) ได้หมักต้นข้าวโพดหวานที่ตัดเมื่อระยะเมล็ดแป้ง 50 เปอร์เซ็นต์ แล้วศึกษาหาการย่อยได้ตลอดทางเดินอาหาร (Total tract)ในโคนมลูกผสมที่อยู่ในระยะนมแห้งแต่ไม่ท้อง พบว่า มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีน 61.14, 65.19 และ 49.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ Mustafa และคณะ (2003) รายงานการย่อยได้ของวัสดุเหลือใช้จากข้าวโพดหวานและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หมักโดยวิธีถุงในล่อนในกระเพาะหมักของโคนมพบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 55.00 และ 58.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบการย่อยได้ของโปรตีน 80.10 และ 67.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

นอกจากนี้ Magalhaes และคณะ (2010) รายงานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หมักมีค่าของการย่อยได้ของโปรตีนตลอดทางเดินอาหารของโคสาว 77.30 เปอร์เซ็นต์ และ บุญล้อมและคณะ (2544) ประเมินการย่อยได้อินทรียวัตถุของข้าวโพดหมักในกระเพาะรูเมนโดยวิธีการวัดปริมาตรแก๊สมีค่าเท่ากับ 63.16 เปอร์เซ็นต์

เสาวลักษณ์และคณะ (2543) ได้หมักต้นข้าวโพดหวานหลังเก็บฝักแล้วศึกษาหาการย่อยได้ตลอดทางเดินอาหารในโคนมลูกผสมที่อยู่ในระยะนมแห้ง พบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้ง

อินทรียวัตถุ และโปรตีน 65.5, 69.0 และ 66.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สตางค์ (2543) ได้รายงานว่า เปลือกและซังข้าวโพดหวานหมัก ปรับวัตถุแห้งด้วยรำข้าว ปรุงแต่งด้วยฟอร์มาลิน โดยได้ทดลองกับโคนมในระยะนมแห้ง มีค่าการย่อยได้ตลอดทางเดินอาหาร ของ วัตถุแห้ง, อินทรียวัตถุและโปรตีน 58.50, 63.43 และ 56.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับแต่เมื่อวัดการย่อยได้โดยวิธีวัดปริมาณแก๊สพบการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ 52.38 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าค่าการย่อยได้ของข้าวโพดหมักในรายงานต่าง ๆ มีความแปรปรวนพอสมควร ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากพันธุ์ข้าวโพด สภาพการปลูก การบำรุงรักษา อายุการตัด สัตว์ทดลอง รวมทั้งวิธีการประเมินของการย่อยได้ของข้าวโพดหมัก

ตารางที่ 4.4

การย่อยได้ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่เสริมและเสริมฝุ่นข้าวโพด กากน้ำตาลหรือเสริมร่วมกันและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักจากเกษตรกร

การย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	ทรีทเมนต์					CV	F-Test
	1	2	3	4	5		
วัตถุแห้ง	49.93[a]	49.61[a]	50.57[a]	49.45[a]	47.54[b]	1.694	**
อินทรียวัตถุ	47.85[a]	48.14[a]	48.83[a]	47.95[a]	46.16[b]	1.745	**
โปรตีน	64.03	65.37	64.59	64.88	62.67	5.028	ns

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ทรีตเมนต์ 1 กลุ่มควบคุม ทรีตเมนต์ 2 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 % ทรีตเมนต์ 3 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยกากน้ำตาล 1 %
ทรีตเมนต์ 4 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 % ร่วมกับกากน้ำตาล 1% ทรีตเมนต์ 5 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ผลิตโดยเกษตรกร

ปริมาณโภชนะของข้าวโพดก่อนหมัก

จากการประเมินปริมาณโภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมัก หลังจากใส่สารเสริมตามทรีตเมนต์ที่ 1 ถึง 4 พบว่า ปริมาณวัตถุแห้งของข้าวโพดแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่เสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ มีวัตถุแห้งสูงสุดคือ 30.36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่เสริมฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (30.36 และ 25.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ขณะที่ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักกลุ่มที่ไม่ใช้สารเสริม(ควบคุม) มีปริมาณวัตถุแห้งก่อนหมักต่ำที่สุด คือ 24.95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุ โปรตีนและเถ้าของต้นข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมักทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบปริมาณอินทรียวัตถุ 92.86-93.32 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโปรตีน 8.59-9.06 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.5) จะเห็นได้ว่าการใช้ฝุ่นข้าวโพดเสริมในการผลิตข้าวโพดหมักเป็นการส่งเสริมให้วัตถุดิบมีความชื้นที่เหมาะสมก่อนหมักโดยมีความชื้น 67-70 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบปริมาณโภชนะที่ประเมินก่อนหมักและหลังหมักในการทดลองครั้งนี้พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4.1-4.4) ยกเว้นค่าโภชนะโปรตีนที่เพิ่มขึ้นมากหลังหมัก 1.5-1.6 เปอร์เซ็นต์ (17-18 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในต้นข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมัก) จากการใช้ฝุ่นข้าวโพดเป็นสารเสริม (ทรีตเมนต์ 2 และ 4) และปริมาณวัตถุแห้งที่ลดลงเล็กน้อยหลังหมัก 2.26 เปอร์เซ็นต์ (6 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณวัตถุแห้งที่มีอยู่ในต้นข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมัก) จากใช้ฝุ่นข้าวโพดร่วมกับกากน้ำตาลเป็นสารเสริม (ทรีตเมนต์ 4) ดังนั้นการใช้สารเสริมดังกล่าวนอกจากสามารถรักษาคุณภาพของพืชหมักให้คงสภาพใกล้เคียงกับพืชก่อนหมักแล้ว ยังช่วยเพิ่มค่าโภชนะโปรตีนอีกด้วย การผลิตต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่มีสารเสริมฝุ่นข้าวโพดนอกจากจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ สามารถเก็บรักษาคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ไว้ใช้ในฤดูกาลที่ขาดแคลน

ตารางที่ 4.5

โภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมักที่ไม่เสริมและเสริมฝุ่นข้าวโพด กากน้ำตาล หรือเสริมร่วมกัน

โภชนะ (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	ทรีตเมนต์				CV	F-Test
	1	2	3	4		
วัตถุแห้ง	24.95[d]	30.36[b]	25.54[c]	32.61[a]	1.356	**
อินทรียวัตถุ	92.86	93.32	92.96	93.32	0.310	ns
โปรตีน	8.59	9.06	8.85	8.90	2.492	ns

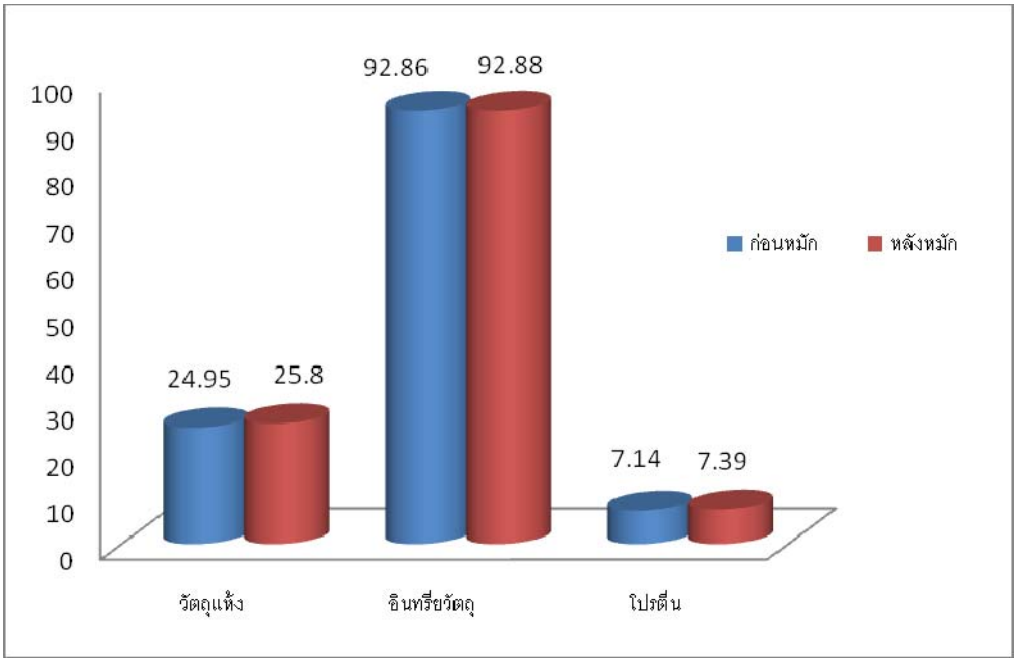
ค่าเฉลี่ยในแนวนอนตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ทรีตเมนต์ 1 กลุ่มควบคุม ทรีตเมนต์ 2 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 % ทรีตเมนต์ 3 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยกากน้ำตาล 1 %

ทรีตเมนต์ 4 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 % ร่วมกับกากน้ำตาล 1% ทรีตเมนต์ 5 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ผลิตโดยเกษตรกร

ภาพที่ 4.1

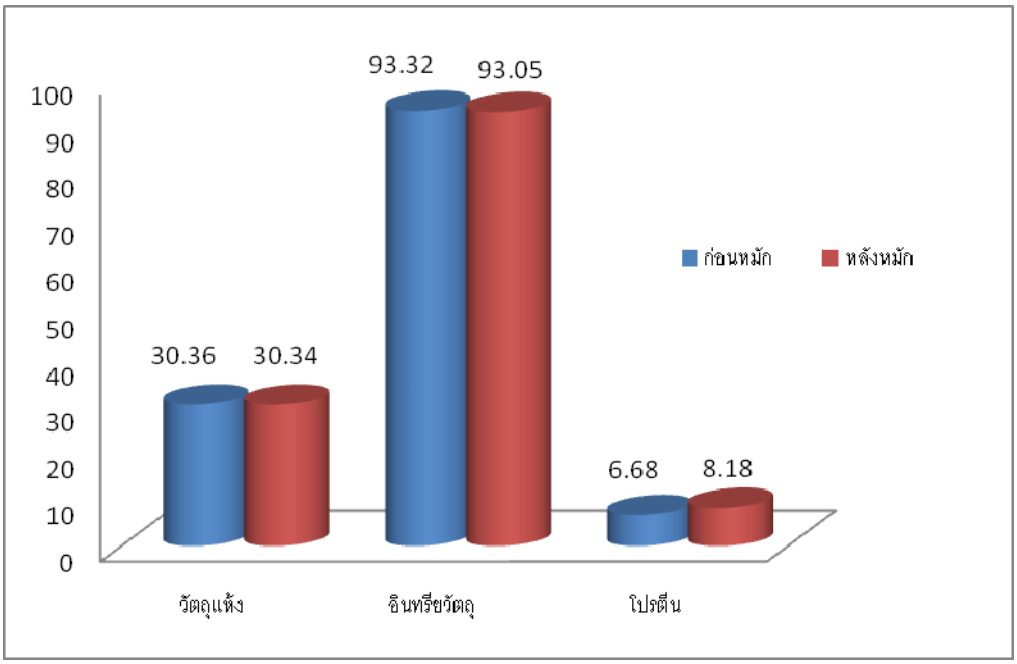
เปรียบเทียบปริมาณโภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมักและหลังหมัก (กลุ่มควบคุม)



ภาพที่ 4.2

เปรียบเทียบปริมาณโภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมักและหลังหมัก

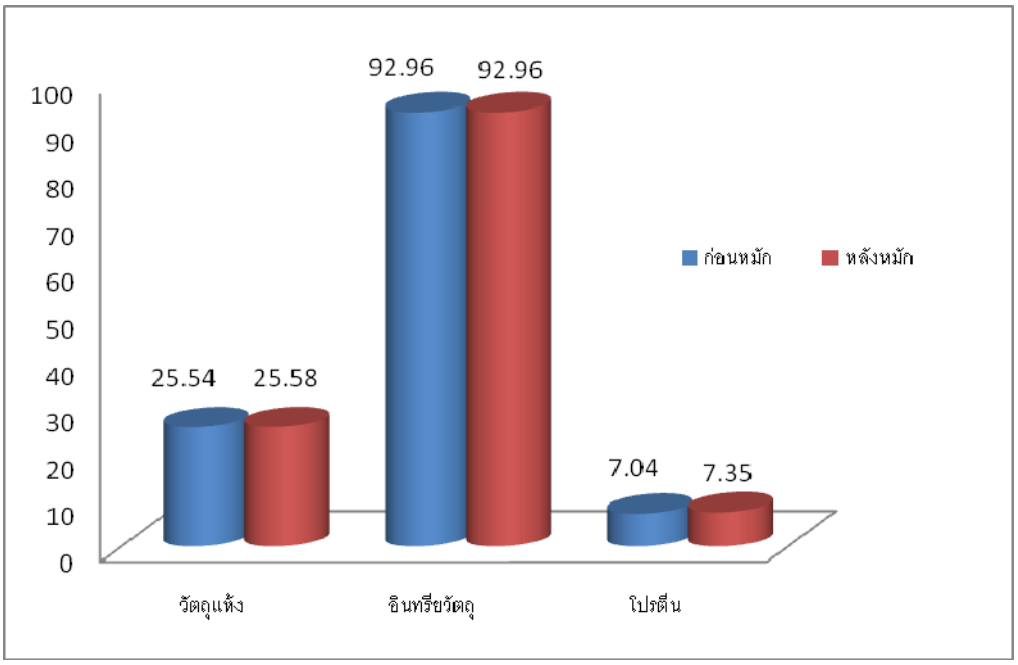
(เสริมฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 4.3

เปรียบเทียบปริมาณโภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมักและหลังหมัก

(เสริมกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 4.4

เปรียบเทียบปริมาณโภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมักและหลังหมัก

(เสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์และกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์)