รายงานผลการวิจัย

เรื่อง **การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพจากลำไยตกเกรด**

Organic-Fertilizer Production from Waste of Ethanol and Biogas Process Of Low Grade Longan

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : **การสร้างมูลค่าเพิ่มลำไยตกเกรด**

Increase Value-Added of Low Grade Longan

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย **ประจำปี 2554**

จำนวน 300,000 บาท

หัวหน้าโครงการ **อภิชาติ สวนคำกอง**

ผู้ร่วมโครงการ **รศ. ดนุวัติ เพ็งอ้น**

ประกิต โก๊ะฐงเนิน

ธเนศ ไชยชนะ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

8 / พ.ค. / 2555

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ง
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการวิจัย	23
สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก	40

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สมดุลมวลของการผลิตและปริมาณผลิตภัณฑ์เมื่อใช้วัตถุดิบ 1 ตัน 4
ตารางที่ 2 ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้ในการเกษตรปัจจุบัน 9
ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์จากแหล่งต่างๆ 10
ตารางที่ 4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของ DDG ที่ผ่านกระบวนการผลิต เอทานอลและแก๊สชีวภาพ 23
ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของปุ๋ยมาตรฐานกับปุ๋ยจากลำไยคกเกรด 25
ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลองปลูกข้าวโพดพันธุ์ หวานแม่โจ้ 84 F1 26
ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบน้ำหนักโดยเฉลี่ยของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 28
ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์ ความหวาน (Brix) ของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 30
ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 จากการทดลอง 30
ตารางที่ 10 เปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักต่อฝักของข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง 32
ตารางที่ 11 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Two-way ANOVA without replication ของน้ำหนักต่อฝัก ข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง ($\alpha = 0.05$) 32
ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง 33
ตารางที่ 13 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Two-way ANOVA without replication ของการเจริญเติบโต ของข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง ($\alpha = 0.05$) 33
ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในส่วนของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร 34
ตารางที่ 15 การคิดต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 34
ตารางที่ 16 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 35

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กากมันสำปะหลังจากกระบวนการผลิตเอทานอล 4
ภาพที่ 2 แผนการดำเนินการทดลองการผลิตปุ๋ยอัดเม็ดจากลำไยตกเกรด 16
ภาพที่ 3 ปริมาณของ Distiller's Dried Grains (DDG) จากลำไยตกเกรด 17
ภาพที่ 4 สภาพของ Distiller's Dried Grains (DDG) ที่ทำการหมักก่อนการอัดเม็ด 18
ภาพที่ 5 ต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์จากลำไยตกเกรด 18
ภาพที่ 6 ต้นแบบเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์จากลำไยตกเกรด 19
ภาพที่ 7 การไถคราดเพื่อเตรียมแปลงเพาะปลูกข้าวโพด 21
ภาพที่ 8 จำนวนข้าวโพดที่จะต้องทำการถอนแยก 21
ภาพที่ 9 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดในช่วง 28 – 30 วัน 22
ภาพที่ 10 ลักษณะของ DDG ก่อนระเหยไล่ความชื้นและหลังไล่ความชื้น 24
ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 ในระยะเวลา 60 วัน 26
ภาพที่ 12 จำนวนแถวต่อฝักและความยาวของฝักของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 27
ภาพที่ 13 น้ำหนักฝักและจำนวนเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 27
ภาพที่ 14 ลักษณะของฝักข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 ที่ยังไม่แกะเปลือก 28
ภาพที่ 15 การเปรียบเทียบขนาดของข้าวโพดที่ใช้ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยลำไยอัดเม็ด และไม่ใช้ปุ๋ยชนิดใด 29
ภาพที่ 16 ลักษณะของการเรียงตัวของเม็ดข้าวโพดหวานสองสีพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 29

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตเอทานอล และแก๊สชีวภาพจากลำไยตกเกรด

Organic-Fertilizer Production from Waste of Ethanol and Biogas Process Of Low Grade Longan

อภิชาต สวนคำกอง[1] ดนุวัติ เพ็งอ้น[2] ประกิต โก๊ะสูงเนิน[3] และชเนศ ไชยชนะ[4]

Aphichart Suankamkong,[1] Danuwat Pengoun,[2] Prakit Kosungnoun[3] And Tauate Chaichana[4]

[1]คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

[2]สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

[3]มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อ.ร้องกวาง จ.แพร่

[4]ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพ พบว่า ระยะเวลาในกระบวนการหมักที่สั้นจะทำให้มีการย่อยสลายของลำไยตกเกรดที่ไม่สมบรูณ์ โดยค่าการย่อยสลายที่สมบรูณ์จะดูจากค่า Organic Matter (OM) ซึ่งเท่ากับ 48.54% โดยระยะเวลาการหมักในถังไบโอแก๊สประมาณ 6 เดือน ซึ่งค่าต่างๆของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรดที่ผลิตได้อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานปุ๋ยกำหนด ในกระบวนการทดลองนั้นได้นำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดไปทดสอบควบคู่กับปุ๋ยเคมี โดยนำไปปลูกข้าวโพดพันธ์หวานแม่โจ้ 84 F1 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Random Complete Block Design (RCBD) และใช้แผนการวิเคราะห์แบบ Two-way ANOVA Without Replication และใช้การวิเคราะห์แบบ Two-way ANOVA without Replication ซึ่งพบว่า น้ำหนักของข้าวโพดและการเจริญเติบโตในแต่ละแปลงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% โดยในอนาคตกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพ อาจเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดต้นทุนในส่วนของการใช้ปุ๋ยเคมีได้ภายหลังจากกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ

คำสำคัญ : ปุ๋ยอินทรีย์ การย่อยสลายที่สมบรูณ์

Abstract

After the production of ethanol and biogas for the low grade longans, there are residues from each process that need to be dealt with. This study mainly concerns about recycling those wastes for organic fertilizer production. The test compares between organic and chemical fertilizer on the growth of the sweet corn (Maejo 84 F1). The experimental method is based on the Random Complete Block Design (RCBD) and the two-way ANOVA Without Replication is applied for the result analysis. It was found that the weight of the sweet corn is significantly different (95%) when using low grade longan organic and chemical fertilizer where the organic one favors the growth of the sweet corn. The result shows that organic fertilizer produced from the low grade longan waste can become the alternative way to reduce the cost of using chemical fertilizer in the future.

Key word : Organic fertilizer, RCBD, ANOVA

คำนำ

ลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคเหนือ โดยเฉพาะในกลุ่มจังหวัดล้านนา ได้แก่จังหวัด เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง เชียงราย พะเยา และแม่ฮ่องสอน ซึ่งในปี พ.ศ. 2552 คาดว่าจะมีผลผลิตลำไยสดออกสู่ตลาดไม่ต่ำกว่า 600,000 ตัน ซึ่งเมื่อลำไยมีผลผลิตมากจะทำให้ราคาผลผลิตลำไยตกต่ำ ซึ่งปัญหาดังกล่าวเคยเกิดวิกฤติมาแล้วในปี 2548 ซึ่งจะเห็นว่าลำไยเกรด AA เหลือเพียงกิโลกรัมละ 12 บาท และลำไยตกเกรดตั้งแต่ เกรด B ลงไปเหลือ เพียง 2.50 บาท และเกรด C เพียง 50 สตางค์เท่านั้น ซึ่งลำไยตกเกรด (เกรด C) เกษตรกรไม่นิยมนำไปขายเนื่องจากไม่คุ้มค่าในการรวบรวมและขนส่ง และพ่อค้าคนกลางไม่สามารถนำไปอบแห้งได้ ส่วนมากจึงทิ้งอยู่ภายในสวนของเกษตรกร นอกจากนั้นแล้วลำไยเกรด AA, A , B ที่แตกขณะขนส่ง ผู้รับซื้อ/เกษตรกร ก็จะทิ้งอยู่ที่จุดรับซื้อ หรือโรงอบ เป็นจำนวนมาก ดังนั้นถ้าได้มีการศึกษาวิจัยในการที่จะนำลำไยตกเกรดเหล่านี้มาพัฒนาเป็นพลังงานทดแทนและหาแนวทางการเพิ่มมูลค่า ก็จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มรายได้ของชาวสวนลำไยได้ ในกระบวนการผลิตเอทานอลโดยการหมักจะเกิดน้ำส่า ซึ่งเมื่อนำมากรองและนำน้ำส่าที่ได้ไปกลั่นในกระบวนการผลิตเอทานอลแล้ว จะมีกากเหลือจากกระบวนการ ซึ่งจัดเป็นผลพลอยได้ที่สำคัญและเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นวัสดุธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการหมัก โดยมีการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ มีน้ำตาลและเซลยีสต์ผสมอยู่ ดังนั้นกากจึงอุดมไปด้วยโปรตีน เส้นใย รวมทั้งวิตามิน และเกลือแร่ที่เกิดจากกระบวนการทำงานของเอนไซน์และยีสต์ กากที่ได้เมื่อผ่านกระบวนการทำให้แห้งโดยใช้ความร้อน หรือการตากแดดจะมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลทองและมีกลิ่นหอม ซึ่งในต่างประเทศเรียกว่า Distiller's Dried Grains (DDG) จากการศึกษาวิจัย พบว่า อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลที่ใช้วัสดุธรรมชาติเป็นวัตถุดิบ ในหลายประเทศ มีการนำ DDG ที่ได้ไปแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ หรือปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยอินทรีย์ โดยการเติมเชื้อจุรินทรีย์ที่เหมาะสมลงไป แล้วนำไปอัดเป็นเมล็ด จะได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพสูง สำหรับตัวอย่างการผลิตปุ๋ยอัดเม็ด ในต่างประเทศพบว่าในการใช้วัตถุดิบ 1 ตัน จะได้ DDG ถึง 750 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 1.3.1 สำหรับการผลิตเอทานอลโดยใช้มันสำปะหลังจะให้กากแห้งที่นำไปผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดได้ประมาณ 84-89 กก./มันเส้น 1 ตัน

ภาพที่ 1 กากมันสำปะหลังจากกระบวนการผลิตเอทานอล

ตารางที่ 1 สมดุลมวลของการผลิตและปริมาณผลิตภัณฑ์เมื่อใช้วัตถุดิบ 1 ตัน

ผลผลิต	ปริมาณ (กิโลกรัม)
แอลกอฮอร์	250
*กากและเส้นใย *ยีสแห้ง *น้ำกากส่า	750

* รวมเรียกว่า Distiller's Dried Grains Soluble (นิรนาม, 2553)

คุณลักษณะของปุ๋ยอัดเม็ด ประกอบด้วย

- ปลอดภัยต่อตัวผู้ใช้ และ สิ่งแวดล้อม
- การอัดเม็ดเมื่อผสมกับแกลบและขี้เลื่อยในอัตราส่วนต่าง ซึ่งจะสามารถช่วยลดกลิ่นและการสูญเสีย ไนโตรเจนในปุ๋ย ช่วยรักษาคุณค่าปุ๋ยและสิ่งแวดล้อม
- การอัดเม็ดสามารถผสมปุ๋ยเคมีจะ ช่วยลดภาระการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมาก และชะลอการปลดปล่อยปุ๋ยเคมี มิให้เกิดการสูญเสีย จึงช่วยลด ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ครึ่งหนึ่ง
- ช่วยให้สามารถเก็บปุ๋ยอินทรีย์ได้นานขึ้น เพราะเมื่อตากแห้งเหลือความชื้นประมาณ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์จะไม่มีเชื้อราเกิดขึ้น ที่จะสาเหตุทำให้เกิด กลิ่นเหม็น
- เกษตรกรสามารถทำได้เองโดยใช้อุปกรณ์ที่ หาได้ง่าย เพราะมีจำหน่ายทั่วไป เป็นการส่งเสริมให้ เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้น
- การนำเอาวัสดุเหลือใช้มาอัดเม็ดแล้วใช้ ประโยชน์เป็นปุ๋ย เป็นการกำจัดปัญหามลภาวะ และ เป็นวิธีการใช้ทรัพยากรที่เหมาะสมและคุ้มค่า

ดังนั้นจากการประเมินปริมาณปุ๋ยอินทรีย์จากกระบวนการผลิตเอทานอน และแก๊สชีวภาพ โดยใช้ลำไยตกแกรดจำนวน 1 ตัน จะสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกาก DDG ที่เหลือได้ 750 กิโลกรัม หรือประมาณ 1,950 บาท/ตัน ของลำไยตกเกรด (พิจารณาที่ราคาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 2,600 บาท/ตัน)

วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย

- เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มมูลค่าลำไยตกเกรดด้วยการนำมาพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด
- เพื่อประเมินศักยภาพและต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากที่เหลือจากกระบวนการผลิต เอทานอล และแก๊สชีวภาพจากลำไยตกเกรด โดยมีขอบเขตของโครงการวิจัย ดังนี้

ในกระบวนการทดลองการผลิตปุ๋ยอินทรียอัดเม็ดจากกากที่เหลือจากกระบวนการผลิตเอทานอลและก๊าซชีวภาพจากลำไยตกเกรด แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 การประเมินศักยภาพด้านวัตถุดิบ (DDG) ที่เหลือจากกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพ

- การประเมินศักยภาพด้านวัตถุดิบ (DDG) ที่เหลือจากกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพ ประกอบไปด้วย
- ปริมาณ Distillers Dried Grain (DDG) ที่ได้จากกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพจากลำไยตกเกรด

ส่วนที่ 2 ประเมินศักยภาพในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ประกอบไปด้วย

- ศึกษารูปแบบการเตรียม DDG เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ต
- วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของ DDG อาทิ เช่น ลักษณะของ DDG สีความร่วนซุย การจับตัวกันเป็นก้อน
- วิเคราะห์คุณสมบัติธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ต

ส่วนที่ 3 การศึกษาการนำปุ๋ยอินทรีย์ DDG จากกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพจากลำไยตกเกรด ไปใช้งานเปรียบเทียบกับปุ๋ยชนิดอื่น

ส่วนที่ 4 เสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกระบวนการผลิตเอทานอลและก๊าซชีวภาพ จากลำไยตกเกรด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ทราบศักยภาพและต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกากที่เหลือจากกระบวนการผลิตกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพ ของลำไยตกเกรด
- เกษตรกรมีช่องทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าของลำไยตกเกรด
- ลดการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตร โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากลำไยตกเกรด
- สร้างองค์ความรู้ให้แก่เกษตร ในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรที่ด้อยคุณภาพ
- สามารถนำเสนอบทความทางวิชาการระดับประเทศหรือนานาชาติ

การตรวจเอกสาร

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizer) หรือ ปุ๋ยหมัก (อังกฤษ: Compost) คือ ปุ๋ยที่ได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุทางชีวเคมีโดยจุลินทรีย์กลุ่มใช้ออกซิเจน (Aerobic Microorganisms) จนเป็นประโยชน์ต่อพืช

ข้อเด่นของปุ๋ยอินทรีย์ที่เหนือกว่าปุ๋ยเคมี คือ ปุ๋ยอินทรีย์มีอินทรีย์วัตถุ มีธาตุอาหารรอง และจุลธาตุที่จำเป็นต่อจุลินทรีย์ดินและพืช ที่ปุ๋ยเคมีไม่มี นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ยังทำให้ดินมีสภาพเป็นกลาง ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างยาวนานจะทำให้ดินมีสภาพเป็นกรดซึ่งมีผลทำให้มีการละลายแร่ธาตุที่ไม่พึงประสงค์ออกมาให้แก่รากพืช เช่น อะลูมิเนียม ทำให้พืชมีลักษณะแคระแกร็นและเป็นโรคง่าย

มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2551 กำหนดว่า ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้และจะจำหน่ายต้องมีอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 20 มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร มีค่าไนโตรเจนไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 มีค่าฟอสฟอรัส (P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 และมีค่าโพแทสเซียม (K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 (นิรนาม, 2552)

ปุ๋ยอินทรีย์กับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดิน

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารของพืช เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ได้จากปุ๋ยอินทรีย์จะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน เมื่ออินทรีย์วัตถุย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ แร่ธาตุอาหารพืชเหล่านั้นจะถูกปลดปล่อยออกมาสะสมอยู่ในดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูก แม้ว่าปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้จากการย่อยสลายของสารอินทรีย์จะมีน้อยก็ตาม แต่พืชก็สามารถนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่องโดยจะค่อย ๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกและอินทรียวัตถุเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กและเป็นจำนวนมาก เช่น Polyphenol groups, Simple organic acids และ Carboxylic groups เป็นต้น เมื่อเกิดกระบวนการการแตกตัวของประจุใดธาตุหนึ่งขึ้น จะทำให้เกิดประจุลบขึ้นอย่างมากมายที่บริเวณพื้นที่ผิวอินทรียวัตถุ มีผลทำให้ธาตุอาหารพืชที่ใส่ลงไปในดินในรูปปุ๋ยวิทยาศาสตร์หรือธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดินตามธรรมชาติที่มีประจุบวกถูกดูดซับไว้ไม่ให้สูญเสียไปโดยการชะล้าง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชเป็นไปได้ดียิ่งขึ้น และเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ปุ๋ยอินทรียังช่วยลดความรุนแรงของความเค็มในดินเนื่องจากดินเค็มมีปริมาณเกลือละลายน้ำได้มากจนเป็นอันตรายต่อพืช โดยเฉพาะได้รับพิษจากธาตุ

ที่เป็นส่วยประกอบของเกลื่อที่ละลายออกมา เช่น ธาตุโซเดียมและคลอไรด์ นอกจากนี้ธาตุโซเดียมที่มีปริมาณมากจะมีผลทำให้โครงสร้างของดินไม่ดี อนุภาคของดินจะฟุ้งกระจาย และมีลักษณะดินแน่นในเวลาต่อมา รากพืชจะชอนไชหาอาหารได้ยาก และความเค็มยังมีผลทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารอื่นๆ เช่น โบรอน สังกะสี เป็นต้น แนวทางการจัดการดินเค็มจำเป็นต้องใช้หลายวิธี เช่นการล้างดิน การเลือกปลูกพืชที่เหมาะสม หรือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ตลอดจนการใช้อินทรียวัตถุต่าง ๆ เช่น แกลบหรือฟางข้าว ดินเค็มที่ได้รับอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินดีขึ้น รวมทั้งปริมาณน้ำในดินมีมากขึ้นและปริมาณโซเดียมถูกดูดซับอยู่บริเวณพื้นที่ผิวอินทรีย์วัตถุ ช่วยลดระดับความเค็มลงพืชจึงสามารถเจริญเติบโตได้ (ยงยุทธ, 2536)

<u>ปุ๋ยอินทรีย์กับการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพของดิน</u>

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน และเนื่องจากการแปรสภาพของธาตุอาหารพืชในดินส่วนใหญ่เป็นผลจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ที่ต้องการใช้พลังงานและธาตุอาหารจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ รวมทั้งการเปลี่ยนรูปของสารอนินทรีย์ในดินจากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ในกรณีของสารอินทรีย์ที่ผสมคลุกเคล้าอยู่ในดิน จะถูกย่อยสลายโดยแอนไซม์ของจุลินทรีย์ ซึ่งผลที่ได้จากการย่อยสลายคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ต่าง ๆ สารประกอบที่เป็นเมือก (Slimy materiak) ธาตุอาหารต่าง ๆ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น เมื่อรวมกับน้ำใต้ดินจะเกิดกรดคาร์บอนิกทั้งกรดคาร์บอนิกและกรดอินทรีย์จะช่วยละลายธาตุพืชบางชนิดในดินให้เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก และแมงกานิส เป็นต้น (รัชนีพรและธัญวรรณ์ม, 2549) ทั้งนี้ปุ๋ยอินทรีย์ยังสามารถช่วยควบคุมโรคพืชในดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุที่ใส่ลงไปในดินในรูปของปุ๋ยหมักจะมีผลช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดิน และเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มมากขึ้นเหล่านี้จะมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมปริมาณและกิจกรรมของเชื้อรา ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคพืชที่อาศัยอยู่ในดิน เช่น จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินจะสามารถลดความรุนแรงของเชื้อ *Macrophomina phaseolina* ซึ่งเป็นสาเหตุโรค *Charcoal rot* และเชื้อ *Rhizoctonia solani* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเน่าคอดินในถั่ว

ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยในการแปรรูปธาตุอาหารพืชในดินให้มีประโยชน์มากขึ้น เมื่อจุลินทรีย์ในดิน ได้รับธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้นก็จะสามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ (รัชนีพรและธัญวรรณ์ม, 2549) ดังนี้ คือ

กระบวนการ Nitrification เป็นการแปรสภาพของสารอินทรีย์ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์บางชนิดในดิน เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปอนุมูลแอมโมเนียม (NH_4) ซึ่งเป็นรูปที่พืช

นำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก ให้อยู่ในรูปของไนไตรตและไนเตรต ซึ่งพืชนำไปใช้ได้ง่ายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ Nitrifying bacteria เช่น Nitrosomonas sp. และ Nitrbacter sp.

กระบวนการทำลายสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์บางชนิดจะผลิดกรดละลายธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ กรด Lactic, Citric, Succinic และ Glycolic ซึ่งสามารถละลายหินฟอสเฟสให้อยู่ในสภาพที่ละลายน้ำได้จุลินทรีย์พวกนี้ ได้แก่ *Pseudomonas* sp. *Arthrobacter* sp., *Flavobacterium* sp., *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp., *Streptomyces* sp., และ *Sclerotium* sp.

กระบวนการตรึงไนโตเจนในอากาศ จุลินทรีย์ดินบางชนิดมีความสามารถพิเศษในการตรึงก๊าซไนโตเจนให้มีประโยชน์แก่พืช เนื่องจากก๊าซไนโตเจนที่มีอยู่ในบรรยากาศประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรงจุดอินทรีย์ที่สามารถตรึงไนโตเจน ได้มีทั้งประเภทพึ่งอาหารกับสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น แบคที่เรียพวก *Rhizobium* sp., *Azospirillum Beijernkia* sp., *Clostrifidium* sp. และประเภทที่ตรึงไนโตรเจนโดยอิสระ เช่น *Azotobacter* sp., และ *Clostridium* sp., รวมทั้งพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน(Blue-green algae) ก็สามารถตรึงไนโตเจนจากอากาศได้

ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของฮิวมัสกับการพัฒนาและการเจริญเติบโตของพืช

การดูดใช้ไนโตเจนของพืชจากการใช้สารสกัดกรดฮิวมิกและการใช้กรดฟลูวิก มีผลทำให้พืชสามารถดูดไนโตเจนได้มากขึ้นการดูดใช้ประจุของธาตุอาหารของพืชได้แก่ ธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม และทองแดง สารฮิวมัสสามารถกระตุ้นและยับยั้งการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร น้ำหนักโมเลกุล และ Functiomal groups ในสารฮิวมัส โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัดส่วนของ Carboxyl และ OH group ซึ่งอิทธิพลดังกล่าวจะมีผลในระยะต้นกล้ามากกว่าระยะอื่นของพัฒนาการเจริญเติบโตของพืช สารฮิวมัสสามารถเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ ช่วยป้องกันการเกิดคลอโรซิส (ใบเหลือง) ในพืชอันเป็นผลต่อเนื่องจากการที่รากถูกกระตุ้นให้ดูดซับธาตุเหล็ก แล้วเคลื่อนที่ไปยังส่วนของใบมีผลต่อการลำเลียงอาหารในเซลล์ของพืช โดยพบว่าการใช้สารฮิวมัสช่วยส่งเสริมการพัฒนาของระบบท่อลำเลียง(Vascular system) ในมะเขือเทศ และ Sugar beet ซึ่งทำให้ธาตุอาหารพืชเคลื่อนย้ายได้มากขึ้น

นอกจากอินทรียวัตถุจะมีผลต่อสมบัติของดินดังกล่าวแล้ว อินทรียวัตถุยังมีบทบาทหน้าที่สำคัญต่อพืช กล่าวคือสารอินทรีย์บางชนิดมีผลโดยตรงต่อการเจริญและการให้ผลผลิตของพืชตลอดจนช่วยส่งเสริมการดูดใช้ธาตุอาหารบางชนิดของพืช การยกระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดินสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด เป็นต้น การใช้

ปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวเหล่านี้ควรใช้ร่วมกับปุ๋ยวิทยาศาสตร์เพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพื่อการเพิ่มผลผลิตของพืชในระยะยาว (รัชนีพร, 2544)

ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์

ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้ในการเกษตรปัจจุบัน ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหาร มีจุดเด่นและจุดด้อยที่แตกต่างกันไป ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2 ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้ในการเกษตรปัจจุบัน (ศักดิ์สิทธิ์, 2547)

ชนิดของปุ๋ยหมัก	เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืช		
	N	P_2O_5	K_2O
ปุ๋ยหมักจากหญ้าแห้ง	1.23	1.26	0.76
ปุ๋ยหมักจากใบจามจุรี	1.45	0.19	0.49
ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว	0.85	0.11	0.76
ปุ๋ยหมักจากผักตบชวา+มูลสุกร	1.85	4.81	0.79

จากตารางที่ 2 ปุ๋ยหมักจากหญ้าแห้ง จะมีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืช N P_2O_5 K_2O เท่ากับ 1.23, 1.26 และ 0.76 % ในส่วนของปุ๋ยหมักจากผักตบชวา+มูลสุกร มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืช N P_2O_5 K_2O เท่ากับ 1.85, 4.81 และ 0.79 %

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์จากแหล่งต่างๆ (ศักดิ์สิทธิ์, 2547)

องค์ประกอบทางเคมี	มูลโค	มูลไก่	กากตะกอนอ้อย
pH (1:2.5)	9.06	8.96	8.37
OM (%)	46.59	69.29	26.41
Total N (%)	1.96	1.99	1.01
Available P (%)	0.68	0.49	0.58
Total K(%)	4.03	2.76	1.21
Exchangeable K (%)	2.17	1.8	0.27
Exchangeable Na (%)	1.07	0.25	0.01
Exchangeable Ca (%)	0.09	0.13	0.41
Exchangeable Mg (%)	0.19	0.17	0.15
CEC ($cmolkg^{-1}$)	46.22	62.49	36.91
Total Fe (%)	0.218	0.143	1.173
Total Mn (%)	0.041	0.034	0.108
Total Cu (%)	0.003	0.003	0.003
Total Zn (%)	0.016	0.025	0.011
Total bacteria (cell/1g dry)	$1.87x10^7$	$3.11x10^7$	$1.17x10^7$
Total fungi (cell/1g dry)	$3.0x10^5$	$3.91x10^5$	$9.1x10^5$
Total actinomycete(cell/1g dry)	$2.42x10^7$	$4.84x10^7$	$2.49x10^7$

ลักษณะของปุ๋ยอัดเม็ดที่ดี (กรณ์ทิมา, 2549)

ปัญหาหลักของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยในปัจจุบัน ส่วนมากเป็นเรื่องของสมบัติทางกายภาพ เช่น จับตัวกันเป็นก้อน (Caking) มีฝุ่นฟุ้ง(Dustiness) ลื่นไหลไม่คล่อง(Poor flowability) เม็ดปุ๋ยแยกตัว (Segregation) และปุ๋ยชื้นง่าย เป็นต้น โดย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของปุ๋ยผสมแบบไม่เป็นเนื้อเดียวกันมีดังนี้

มาตรฐานของตะแกรง

ตะแกรงที่ใช้ในแต่ละประเทศมีระบบแตกต่างกัน เช่น มาตรฐานสหรัฐ (U.S. standard) ไทเลอร์ (Tyler) ,คานาดา อังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน และอิตาลี ตารางที่1 แสดงการเปรียบเทียบเบอร์ตะแกรง (Sieve number) กับขนาดช่องเปิด (Opening, มิลลิเมตร) ของชุดตะเกรงมาตรฐานสหรัฐอเมริกา (U.S. standard series) และชุดตะแกรงไทเลอร์(Tyler series)

ในการเลือกตะแกรงเพื่อใช้ในการวิเคราะห์นั้น ควรเลือกชุดที่มีจำนวนตะแกรงมากพอ เพื่อให้ครอบคลุมขนาดเม็ดปุ๋ยที่มีอยู่ในตัวอย่าง ด้วยที่ตะแกรงเบอร์ใดเบอร์หนึ่งไม่มีตัวอย่างค้างอยู่มากเกินไป ดังนั้นในการวิเคราะห์ขนาดของเม็ดปุ๋ย ถ้าใช้มาตรฐานของ

สหรัฐอเมริกา ก็ควรใช้ชุดซึ่งประกอบด้วยตะแกรงขนาด 4, 6, 8 ,10, 14, 18, และ 30 เมช หากใช้ระบบอื่นก็ให้คลอบคุมขนาดที่ใกล้เคียงกันนี้ ในกรณีของการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อใช้ในการผสมแบบศูกเคล้าต้องมีตะแกรงขนนาด 8 เมช (2.38 มม.) ไว้ด้วยเสมอ เพื่อใช้เปรียบเทียบการเข้ากันของขนาดเม็ดปุ๋ย (degree of size matching) ชนิดหนึ่งกับแม่ปุ๋ยชนิดอื่นที่นำมาผสมกัน

ความแข็งของเม็ดปุ๋ย (Granule hardness)

เม็ดปุ๋ยควรมีความแข็งเพียงพอที่จะรับแรงซึ่งการทำในขณะโยกย้าย ถ่ายเท คลุกเคล้าหรือกดทับโดยเม็ดปุ๋ยไม่แตกหรือสึกกร่อนเป็นผง ความทนทานของแม่ปุ๋ยต่อแรงที่มากระทบจำแนกได้เป็น 3 แบบคือ 1) ความแกร่งของเม็ดปุ๋ย (Granule crushing strength) 2) ความทนทานต่อความสึกกร่อนเมื่อขัดถู(Resistance to abrasion หรือ Sloughing) และ 3) ความทนทานต่อการกระแทก (Impact resistance) หากแม่ปุ๋ยมีความแข็งของเม็ดต่ำเกินไป เมื่อมีการโยกย้าย ถ่ายเท คลุกเคล้าหรือกดทับ จะทำให้เม็ดปุ๋ยแตกหรือกร่อน ขนาดของเม็ดปุ๋ยจึงเล็กขนาดเดิมที่ได้หลังการผลิต การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแม่ปุ๋ยดังกล่าว จะมีผลต่อกระทบต่อคุณภาพของปุ๋ยผสมที่ได้จากแม่ปุ๋ยเหล่านั้น

ความแกร่งของเม็ดปุ๋ย(Crushing strength) (ประภาสและคณะ, 2545)

วิธีการที่ง่ายที่สุดในการทดสอบความแกร่งของเม็ดปุ๋ย ก็คือ การวัดความทนต่อแรงกดของแต่ละเม็ด ซึ่งทำได้หลายลักษณะนับจากวิธีง่าย ๆ เช่น ใช้นิ้วมือกด จนถึงวิธีที่วัดโดยละเอียดด้วยใช้เครื่องมือที่พัฒนาเพื่อการนี้ โดยเฉพาะ

- วิธีกดด้วยนิ้วมือ การทดสอบโดยใช้นิ้วมือกดนั้นให้ถือหลักเกณฑ์ดังนี้ ถ้าบีบให้แตกได้ด้วยหัวแม่มือและนิ้วชี้ แสดงว่าอ่อน (Soft) ถ้ากดด้วนนิ้วชีขนพื้นแข็งให้แตกได้ แสดงว่าแข็งปานกลาง(Medium hardness) และถ้ากดตามวิธีในข้อ (2) แล้วไม่แตกแสดงว่าแข็ง (Hard)

- มีพิกัดไม่น้อยกว่า 7 กก. นำเม็ดปุ๋ยที่จะทดสอบมาว่างบนกึ่งกลางของจานแล้วใช้แท่งโลหะปลายเรียบกดลงบนเม็ดปุ๋ย ค่อย ๆ เพิ่มแรงกดจนกระทั่งเม็ดแตกแล้วบันทึกน้ำหนักที่ใช้กด

- ใช้ Compression tester โดยนำเม็ดปุ๋ยไปวางบนแป้นแล้วโยกคันบังคับ เพื่อกดแท่งโลหะลงไปบนเม็ดปุ๋ยนั้น ค่อย ๆ เพิ่มแรงกดจนกระทั่งเม็ดแตกแล้วบันทึกน้ำหนักที่ใช้กด

ความหนาแน่นรวม (Bulk density)

ความหนาแน่นรวมของปุ๋ย หมายถึงน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของปุ๋ยซึ่งเรียงตัวตามปกติ (Bulk ferilizer) ข้อมูลนี้มีความจำเป็นสำหรับการออกแบบกระสอบบรรจุปุ๋ยและโรงเก็บ ประเมินจำนวนเที่ยวของการขนส่งด้วยรถบรรทุก การปรับอัตราการปล่อยปุ๋ยออกจากเครื่องหว่าน ตลอดจนผลต่อการแยกตัวของปุ๋ยเคมีผสมแบบไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ความหนาแน่นของปุ๋ยมี 2 ค่า คือ ความหนาแน่นเมื่อเทปุ๋ยลงตามปกติ ซึ่งเม็ดปุ๋ยจะเรียงตัวโปรงตามธรรมชาติ (Packed density หรือ Tappen density)

ความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติ (Critical relative humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติ ของปุ๋ยคือ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศค่าหนึ่ง ซึ่งสูงกว่านี้ปุ๋ยนั้นจะดูดความชื้นจากอากาศ แต่ถ้าต่ำกว่านี้ปุ๋ยจะไม่ดูดความชื้นจากอากาศบริเวณนั้น ที่อุณหภูมิซึ่งกำหนดให้ (เช่น 30 องศาเซลเซียส) ปุ๋ยชนิดใดมีความชื้นสำพัทธ์วิกฤติสูงถือว่าดี เพราะนั้นสามารถเก็บ โยกย้าย ถ่ายเทหรือเปิดใช้ในสภาพที่อากาศชื้นได้ โดยปุ๋ยไม่ดูดความชื้นจนหนืดหรือจับตัวกันเป็นก้อน

การทบทวนวรรณกรรม / สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

ประภาส ช่างเหล็ก (2545) ได้ทำการทดลองใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูตร 9 ผลผลิตหัวมันสด ปริมาณแป้งและน้ำหนักต้นและใบสดเฉลี่ยของมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าพันธุ์กับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร 9 ในมันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์ พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตำรับทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร 9 อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15 -15 -15 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ ทำให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 6,182 กก.ต่อไร่ เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 1 (Control) ให้ผลผลิตต่ำสุดเพียง 3,327 กก.ต่อไร่ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูตร 9 ไม่ทำให้ปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธ์แตกต่างกัน โดยพันธ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ห้วยบง 60 (25.4% และ 25.2%) ส่วนน้ำหนักต้นและใบสดเฉลี่ยพันธุ์ห้วยบง 60 มีแนวโน้มให้น้ำหนักต้นและใบสดเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ *50* (3,644 และ 3,526 กก.ต่อไร่ตามลำดับ)

รัชนีพรและธัญวรรณ์ (2550) ได้ทำการทดลองผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พบว่า วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ส่วนใหญ่มีปริมาณไนโตรเจนสูง เช่น เปลือกถั่วลิสง รำละเอียด มูลสุกร มูลไก่ และมูลค้างคาว และเมื่อจะทำการอัดเม็ดนั้นจะต้องบดให้ละเอียดและคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยมีส่วนผสม ดังนี้ มูลสุกรและมูลไก่ 20% มูลค้างคาว 4% เปลือกถั่วลิสงบด 18% รำละเอียด 32% แกลบดำ 6% และใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานในการ

อัดเม็ด โดยมีปริมาณไนโตรเจน 1.75% ฟอสฟอรัส 1.66% โพแทสเซียม 1.01% ค่าความเป็นกรด เป็นด่างเท่ากับ 6.3 และค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 3.4 dS/m

ศักดิ์สิทธิ์ (2547) ได้ศึกษาการปล่อยแก๊สมีเทนจากข้าวนาปีที่มีการจัดการน้ำ มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดร่วมกับปุ๋ยเคมี เปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างปริมาณแก๊สมีเทนกับหน่วยผลผลิตข้าว ผลการทดลองพบว่า การจัดการน้ำทั้ง 2 แบบ มีปริมาณการปล่อยแก๊สมีเทนตลอดฤดูทั้งหมด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มี Total Methane Emission เท่ากับ 16.47 – 24.95 กรัมมีเทนต่อตารางเมตร ส่วนปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด มีการปล่อยแก๊สมีเทนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รัชนีพร (2544) ได้ศึกษาการพัฒนาปุ๋ยอนินทรีย์อัดเม็ดเพื่อการปลูกผัก โดยศึกษาการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี โดยทดลองปลูกคะน้าในกระถาง ทำการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 การทดลอง 5 ซ้ำ พบว่าวัสดุที่มีศักยภาพ ได้แก่ มูลค้างคาว, รวงไซ, ขี้เหล็ก, จามจุรี และเปลือกถั่วเขียว ส่วนสารเชื่อมที่มีความเหมาะสมต่อการอัดเม็ด พบว่า กากน้ำตาล, ว่านหางจระเข้, แป้งมัน, และอ้อย เป็นวัสดุที่สามารถใช้เป็นสารเชื่อมได้ และส่วนสุดท้าย คือ การผสมสูตรและการอัดเม็ด พบว่า สูตรปุ๋ยที่ได้จากวัสดุสูตรผสมสารเชื่อมแต่ละตัว ในอัตรา 30 % ของน้ำหนักวัสดุผสม สูตรที่ 16 (จามจุรี + มูลค้างคาว + กากน้ำตาล) ให้ความแข็งแรงในวัสดุผสมมากที่สุด ซึ่งการนำปุ๋ยพืชสดประเภทไม้ยืนต้นสามารถที่จะนำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดแทนปุ๋ยเคมีได้ และมีผลทำให้คุณสมบัติด้านเคมีและกายภาพของดิน ได้รับการปรับปรุงไปด้วยอีกทางหนึ่ง

อุไรวรรณ (2545) ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์กากตะกอนของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลสำหรับเป็นปุ๋ยอินทรีย์และสารปรับปรุงดิน พบว่าเมื่อทดลองปลูกข้าวโพดหวานที่ปลูกในสิ่งทดลองที่ผสมกากตะกอนเสีย 1 % มีการเจริญเติบโตดีกว่าข้าวโพดหวานที่ปลูกในสิ่งทดลองที่ผสมกากตะกอนเสีย 4 %

ถาวร (2550) ได้ศึกษาการจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกข้าว โดยใช้วัสดุปูน ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ในชุดดินระแงะ พบว่า ข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด คือ 487 กก. ต่อไร่ เพิ่มขึ้น 222.60 เปอร์เซ็นต์ โดยคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง พบว่าเปลี่ยนแปลงไปโดยแตกต่างกันชัดเจน โดยค่าพีเอชก่อนการทดลองอยู่ที่ 4.5 ภายหลังการทดลองอยู่ที่ 4.8 – 5.7 ค่าแคลเซียมเพิ่มขึ้นถึง 5 %

ทวิช (2548) ได้ศึกษาผลกระทบของปุ๋ยอินทรีย์ – เคมี ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 0 1 2 และ 4 กิโลกรัมต่อต้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารพืช ความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ย ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และในส่วนของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์

ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า ปุ๋ยหมักทั้ง 3 ชนิดส่งเสริมให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

กรณ์ติมา (2549) ได้ทำการทดลองใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และการจัดการเศษพืชสดเพื่อการผลิตข้าวโพดหวาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยอินทรีย์และ เศษเหลือพืช พบว่า ดินที่ทำการทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากผลผลิตฝักปอกเปลือก เปรียบเทียบภายในแปลงปลูกเดียวกันระหว่างรอบการปลูกและภายในรอบการปลูกเดียวกันระหว่างแปลงปลูก แสดงแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมีและเศษเหลือพืชไว้ในแปลงทำให้ได้น้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงกว่าและมีผลตกค้างในรอบการปลูกต่อมา

อุปกรณ์และวิธีการ

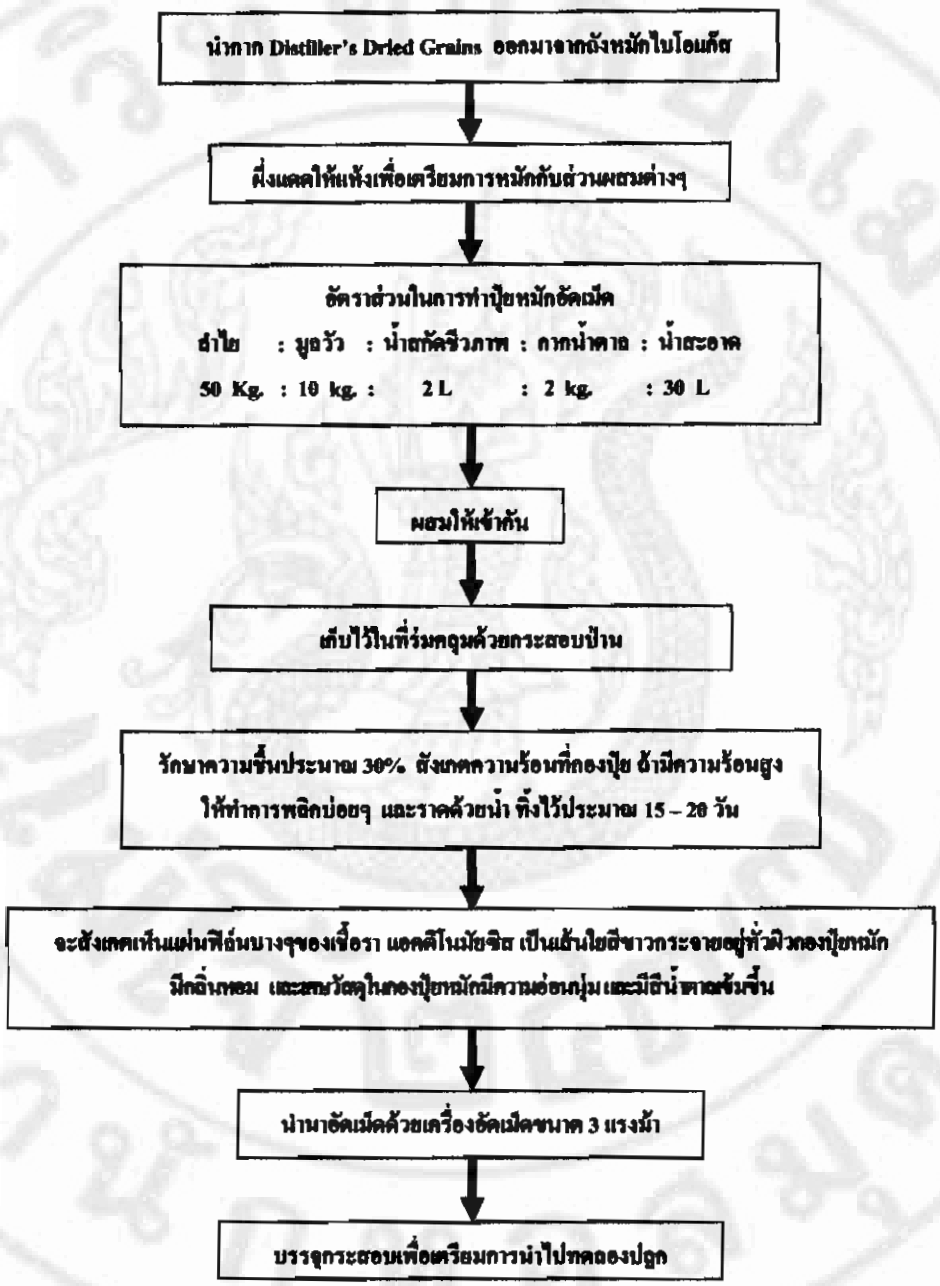
อุปกรณ์ในกระบวนการทดลอง

- เครื่องผสมปุ๋ยขนาด 3 แรงม้า จำนวน 1 เครื่อง
- เครื่องอัดเม็ดปุ๋ยขนาด 3 แรงม้า จำนวน 1 เครื่อง
- กากน้ำตาล
- น้ำสกัดชีวภาพ
- กระสอบป่าน

กระบวนการดำเนินการทดลอง

เนื่องจากกระบวนการหมักในถังไบโอแก๊สมีการหมักย่อยที่ไม่ค่อยจะสมบรูณ์ ดังนั้นในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดนั้น จะใช้น้ำหมักชีวภาพและกากน้ำตาลเข้าร่วม เพื่อกระตุ้นจุลินทรีย์ให้เกิดกระบวนการย่อยที่สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลดีต่อกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเป็นอย่างมาก โดยในกระบวนการอัดเม็ดปุ๋ยนั้นต้องการความเหนียวในการจับตัวกันของเม็ดปุ๋ย จึงต้องมีการเติมกากน้ำตาลเข้าร่วมด้วย โดยจากข้อจำกัดของกระบวนการย่อยนั้น จึงต้องมีการเพิ่มระยะเวลาการหมักปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้นประมาณ 15 – 20 วัน โดยมีการออกแบบการทดลองดังภาพที่ 3.1

แผนการทดลอง



ภาพที่ 2 แผนการดำเนินการทดลองการผลิตปุ๋ยอัดเม็ดจากฮำไยตกเกรด

การประเมินปริมาณ Distiller's Dried Grains (DDG)

ภาพที่ 3 ปริมาณของ Distiller's Dried Grains (DDG) จากฉำไยตกเกรด

จากภาพที่ 3 พบว่าลำไย 1 ตัน จะให้ปริมาณ DDG ประมาณ 800 กก.น้ำหนักแห้ง โดยพบว่า DDG ที่ได้นั้นจะมีลักษณะเป็นกากหยาบ มีสีน้ำตาลปนเหลืองเล็กน้อย และมีกลิ่นเหม็นอมเปรี้ยวปานกลาง

การศึกษารูปแบบการเตรียม DDG เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

ในการเตรียม DDG นั้นจะนำมูลสัตว์แห้ง ได้แก่ มูลของโคจำนวน 3 ส่วนผสมกับแกลบดำ (เผา) หรือขี้เถ้าแกลบแห้ง ตามด้วยรำละเอียดแห้ง อย่างละ 1 ส่วน จากนั้นนำอินทรีย์วัตถุอื่นๆ ได้แก่ แกลบดิบ เศษใบไม้ มาผสมรวมกันจำนวน 3 ส่วน เติมน้ำสกัดชีวภาพจำนวน 2 ลิตร ตามด้วยกากน้ำตาล จำนวน 2 กิโลกรัม และน้ำสะอาด จำนวน 200 ลิตร โดยราดลงส่วนผสมกับมูลสัตว์ แกลบดำ รำละเอียด และอินทรีย์วัตถุ คลุกเคล้าส่วนผสมเข้าด้วยกันให้ทั่ว รักษาความชื้นพอเหมาะประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ จับเป็นก้อนได้แต่ไม่ชื้นแฉะจนมีน้ำหยด กองปุ๋ยสูงประมาณ 30 เซนติเมตร เก็บไว้ในที่ร่มไม่ถูกแสงแดดและฝน คลุมกองปุ๋ยหมักด้วยกระสอบป่าน หรือผ้าพลาสติก ทิ้งไว้ 4-5 วัน ถ้ามีความร้อนสูงและเริ่มแห้งให้กลับกองปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อระบายความร้อน จากนั้นรดน้ำให้มีความชื้นพอเหมาะ

คลุมด้วยกระสอบป่านหรือผ้าพลาสติกไว้ตามเดิม ประมาณ 15-20 วัน ระหว่างนี้จะมีความร้อนสูง ซึ่งจะช่วยฆ่าเชื้อโรคและวัชพืชได้ อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักชีวภาพจะค่อยๆ เย็นลง และไม่มีกลิ่นเหม็น แต่จะมีฟิล์มบางๆ สีขาวหรือสีเทาของเชื้อรา แอคติโนมัยซิส เป็นเส้นใยสีขาวกระจายอยู่ทั่วผิวกองปุ๋ยหมักและมีกลิ่นหอม เศษวัสดุในกองปุ๋ยหมักมีความอ่อนนุ่ม และมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 สภาพของ Distiller's Dried Grains (DDG) ที่ทำการหมักก่อนการอัดเม็ด

<u>ต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์</u>

ภาพที่ 5 ต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์จากลำไยตกเกรด

ในกระบวนการผลิตปุ๋ยอัดเม็ดนั้น จะต้องมีการผสมองค์ประกอบต่างๆให้เข้ากัน ในการทดลองจึงได้ สร้างต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ดังรูปที่ 5 ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

ขนาดตัวถัง เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ซม. และมีความลึก 25 ซม.

น้ำหนักเครื่องต้นแบบ	150 กก. โดยประมาณ
ความจุถังป้อน	50 – 100 กก.
กำลังขับเคลื่อน	มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า 220 หรือ 380 V.
เวลาในการผสม	10 – 30 นาที

ต้นแบบเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์

ภาพที่ 6 ต้นแบบเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์จากลำไยตกเกรด

จากนั้นเมื่อได้ปุ๋ยที่ผ่านการผสมกันเป็นอย่างดีแล้ว ก็จะนำไปอัดเม็ดโดยเครื่องต้นแบบอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ ดังรูปที่ 6 มีคุณลักษณะดังนี้

ระบบ	ตัวอัด 1 ตัว ตัวบด 1 ตัว
ขนาด	60 x 122 x 130 ซ.ม
น้ำหนัก	150 กก. โดยประมาณ
กำลังการผลิต	100 - 200 kg / h
ความกว้างท่ออัด	เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว
ความจุถาดป้อน	60 –100 กก.
กำลังขับเคลื่อน	มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า 220 หรือ 380 V.

การวิเคราะห์คุณสมบัติธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

โดยส่งวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติกลาง (ประเทศไทย) อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาการนำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ผลิตจาก DDG ไปใช้งาน โดยนำไปทดลองปลูกกับข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 โดยมีวิธีการวางแผนการทดลองดังนี้

ใช้วิธีการทดลองแบบ RCBD

มี 3 สิ่งทดลอง (Treatments) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

แปลงที่ 1 การทดลองที่ 1	แปลงที่ 2 การทดลองที่ 1	แปลงที่ 3 การทดลองที่ 1
แปลงที่ 1 การทดลองที่ 2	แปลงที่ 2 การทดลองที่ 2	แปลงที่ 3 การทดลองที่ 2
แปลงที่ 1 การทดลองที่ 3	แปลงที่ 2 การทดลองที่ 3	แปลงที่ 3 การทดลองที่ 3
แปลงที่ 1 การทดลองที่ 4	แปลงที่ 2 การทดลองที่ 4	แปลงที่ 3 การทดลองที่ 4

โดย แปลงที่ 1 คือ Control (ไม่ใส่อะไรเลย)

แปลงที่ 2 คือ ใส่ปุ๋ยลำไยอัดเม็ด

แปลงที่ 3 คือ ใส่ปุ๋ยเคมี 46 – 0 – 0 และ 15 – 15 – 15

วิธีดำเนินการ

1. เตรียมพื้นที่ในการปลูก
   - ไถคราดเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก ดังภาพที่ 3.7
   - ยกร่องให้ได้ตามขนาดแปลงปลูก โดยแปลงจะมีขนาด 3x4 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 0.5 เมตร ระยะห่างระหว่างซ้ำ 1 เมตร

ภาพที่ 7 การไถคราดเพื่อเตรียมแปลงเพาะปลูกข้าวโพด

2. ปลูกข้าวโพด โดยมีระยะห่างระหว่างแถว 50 ซม. และระยะห่างระหว่างต้น 30 ซม. โดยหยอดเมล็ดหลุมละ 3 เมล็ด
3. หลังข้าวโพดงอก 7 – 10 วัน ทำการถอนแยกต้นข้าวโพด และกำจัดวัชพืช ดังรูปที่ 8

ภาพที่ 8 จำนวนข้าวโพดที่จะต้องทำการถอนแยก

4. หลังข้าวโพดงอก 14 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งแรก
5. หลังข้าวโพดงอก 28 – 30 วัน กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ดังรูปที่
6. ก่อนข้าวโพดเริ่มงอกเกสรตัวผู้ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3

ภาพที่ 9 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดในช่วง 28 – 30 วัน

7. รอเก็บเกี่ยวผลผลิต และในระหว่างที่รอเก็บเกี่ยวผลผลิต จะทำการเก็บข้อมูลดังนี้
   - วัดความสูงของต้นหลังงอก 7 วัน, 14 วัน, 30 วัน และหลังการงอกเกสรตัวผู้
   - ความสูงของฝัก
   - วัดเกสรตัวผู้บาน 50 %
   - วันออกไหม 50 %
   - น้ำหนักฝักทั้งเปลือก
   - น้ำหนักฝักปอกเปลือก

3.4 การประเมินประสิทธิภาพและต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

ทำการประเมินโดยการส่งตรวจคุณภาพปุ๋ยทางห้องปฏิบัติการ รวมถึงคุณภาพของสภาพดินที่ใช้ปลูก และทำการวิเคราะห์ต้นทุนทั้งหมด ภายใต้ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการดำเนินการทดลอง อาทิเช่น ความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร เครื่องมือชนิดต่างๆที่ใช้ในการทดลอง กำลังคน ค่าแรงต่างๆ และระยะเวลาในการผลิต

ผลการวิจัย

การประเมินศักยภาพด้านวัตถุดิบ

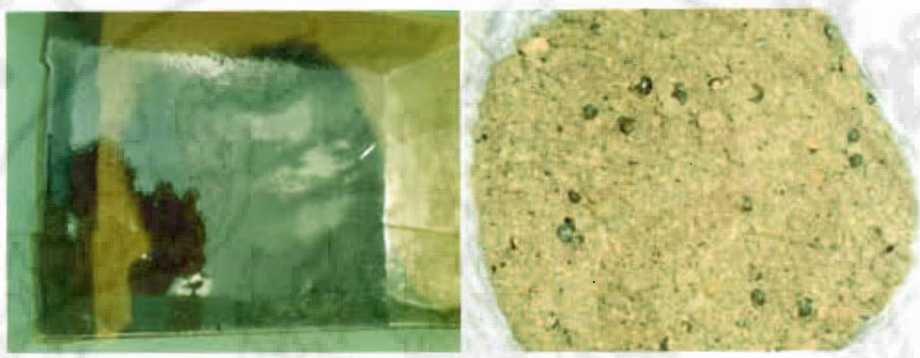
การประเมินศักยภาพด้านวัตถุดิบ (DDG) ที่เหลือจากกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพ โดยพบว่า จากอัตราส่วนการหมัก มูลโค 5 กก. : กากลำไย 20 กก. : น้ำ 15 ลิตร (1:4:3) หมักในถัง 500 ลิตร ได้ปริมาณ มูลโค 62.5 กก. : กากลำไย 250 กก. : น้ำ 187.5 ลิตร

แต่เมื่อนำมาหาน้ำหนักแห้ง พบว่า เหลืออยู่ที่ 220.74 กก. ซึ่งจะเป็นปริมาณ DDG ทั้งหมดที่ได้จากกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพ

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของ DDG ที่ผ่านกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพ

การตรวจสอบ	วิธีตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ
ความชื้น	In house method AOAC (2005)	13.55 % โดยน้ำหนัก
สารระเหย	ASTM D 3175	76.98 % โดยน้ำหนัก
เถ้า	In house method AOAC (2005)	3.93 % โดยน้ำหนัก
คาร์บอนคงที่	ASTM D 3175	5.54 % โดยน้ำหนัก
N	In house method AOAC (2005)	1.17 % โดยน้ำหนัก
S	In house method AOAC (2005)	0.04 % โดยน้ำหนัก
TS	AOAC (2005), 920.151	845.3 mg/L
TVS	In house method modified from AOAC (2005), 922.10 And APHA – AWWA (2005)	608.7 mg/L
TSS		161.1 mg/L
TVSS		161.0 mg/L
สี, ลักษณะปรากฏ	ตาเปล่า	สีน้ำตาลออกเหลือง เหลวปนหยาบ
กลิ่น	ประสาทสัมผัส	มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวออกฉุนเล็กน้อย
น้ำหนักแห้งที่ได้	เครื่องชั่ง	220.74 Kg.

จากตารางที่ 4 พบว่า DDG ที่ได้จะมีลักษณะค่อนข้างเหลวปนหยาบเมื่อยังไม่ทำการระเหยเอาน้ำออก ดังรูปที่ 4.4.1 แต่เมื่อนำ DDG ไประเหยเอาน้ำออก ดังภาพที่ 10 กลับพบว่า DDG ที่ได้จะมีลักษณะหยาบไม่เป็นผงและมีสีน้ำตาลอ่อน โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 13.55% โดยน้ำหนัก มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 1.17% โดยน้ำหนัก ปริมาณซัลเฟอร์เท่ากับ 0.04% โดยน้ำหนัก ปริมาณ Fixed Carbon เท่ากับ 5.54% โดยน้ำหนัก และในส่วนของสารระเหยต่างๆ จะเท่ากับ 76.98% โดยน้ำหนัก



ภาพที่ 10 ลักษณะของ DDG ก่อนระเหยไล่ความชื้นและหลังไล่ความชื้น

จากตารางที่ 5 พบว่า ปุ๋ยลำไยตกเกรดมีค่าการย่อยสลายที่แสดงออกทางผลของค่า Organic Matter เท่ากับ 48.54% โดยน้ำหนัก ซึ่งค่ามาตรฐานระบุไว้ที่ไม่ต่ำกว่า 20% โดยน้ำหนัก แสดงว่าระบบการหมักนั้นสามารถที่จะย่อยสลายสารอินทรีย์ได้เป็นอย่างดีในระดับหนึ่ง ค่าพีเอชเท่ากับ 3.94 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานในช่วง 5.5 – 8.5 อาจเป็นเพราะกระบวนการย่อยสลายยังไม่สมบูรณ์ดี ถ้าใช้ระยะเวลาในการหมักนานขึ้นค่าพีเอชที่ได้อาจจะอยู่ในระดับความเป็นกลาง คือในช่วงของ 7.0 -7.5 อัตราส่วนของ C/N เท่ากับ 6:1 โดยมาตรฐานระบุไว้ที่ไม่เกิน 20:1 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และธาตุอาหารหลัก N P K ที่ตรวจพบมีค่าเท่ากับ 4.84, 0.52 และ 1.50% โดยน้ำหนัก ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับมาตรฐาน ในส่วนของ สารหนู แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท ตรวจไม่พบ และขนาดของเม็ดปุ๋ยที่ได้เท่ากับ 0.7 x 0.5 มม. โดยอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของปุ๋ยมาตรฐานกับปุ๋ยจากลำไยตกเกรด (นิรนาม, 2553)

รายการตรวจสอบ	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์	ปุ๋ยลำไยตกเกรด
Organic Matter (OM)	ไม่ต่ำกว่า 20% โดยน้ำหนัก	48.54% โดยน้ำหนัก
pH	5.5 – 8.5	3.94*
C/N	ไม่เกิน 20:1	6:1
EC	ไม่เกิน 10 ds/m	3.95 ds/m
N	ไม่น้อยกว่า 1% โดยน้ำหนัก	4.84% โดยน้ำหนัก
P	ไม่น้อยกว่า 0.5% โดยน้ำหนัก	0.52% โดยน้ำหนัก
K	ไม่น้อยกว่า 0.5% โดยน้ำหนัก	1.50% โดยน้ำหนัก
NaCl	ไม่เกิน 1%	0.03% โดยน้ำหนัก
Moisture	ไม่เกิน 30%	28.6%
สารหนู	ไม่เกิน 50 mg/kg	ตรวจไม่พบ
แคดเมียม	ไม่เกิน 5 mg/kg	ตรวจไม่พบ
ทองแดง	ไม่เกิน 500 mg/kg	ตรวจไม่พบ
ตะกั่ว	ไม่เกิน 500 mg/kg	ตรวจไม่พบ
ปรอท	ไม่เกิน 2 mg/kg	ตรวจไม่พบ
ขนาดของเม็ดปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มม.	0.7 x 0.5 มม.

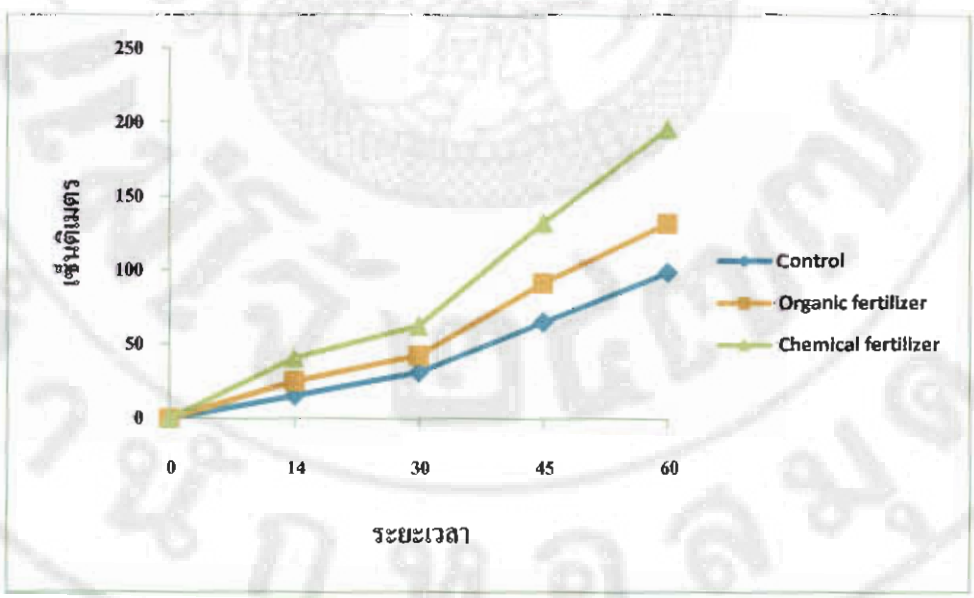
จากตารางที่ 6 ตัวอย่างดินที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวโพดนั้นได้มาจากพื้นที่ของหมู่บ้านวังป้อง ต.เหมืองแก้ว อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่ โดยนำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เท่ากับ 6.13 ปริมาณ Organic matter เท่ากับ 1.53 % ปริมาณไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 0.076, 56 และ 139% ตามลำดับ ส่วนธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดง มีค่าเท่ากับ 2,040, 228, 2, 23, 34, และ 6 ppm ตามลำดับ ซึ่งการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินจะช่วยให้โครงสร้างของดินดี ชุ่มน้ำและระบายน้ำดีอย่างสม่ำเสมอ ผลผลิตสูง และเปอร์เซ็นต์ฝักมาตรฐาน สูง (รัชนีพร, 2554)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลองปลูกข้าวโพดพันธุ์ หวานแม่โจ้ 84 F1

ดิน	pH	%OM	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%Zn	%Mn	%Fe	%Cu
มาตรฐานดิน	กรดเล็กน้อย	ปานกลาง	ต่ำ	สูงมาก (ppm)	สูงมาก (ppm)	สูง(ppm)	ปานกลาง (ppm)	สูง (ppm)	สูง (ppm)	สูง (ppm)	สูง (ppm)
	6.1- 6.5	1.5 - 2.5	0.02 -0.08	> 45	> 120	2,000 - 4,000	120 - 360	> 1.0	> 2.5	> 4.5	> 1.0
ผลการทดลอง	6.13	1.53	0.076	56	139	2,040	228	2	23	34	6

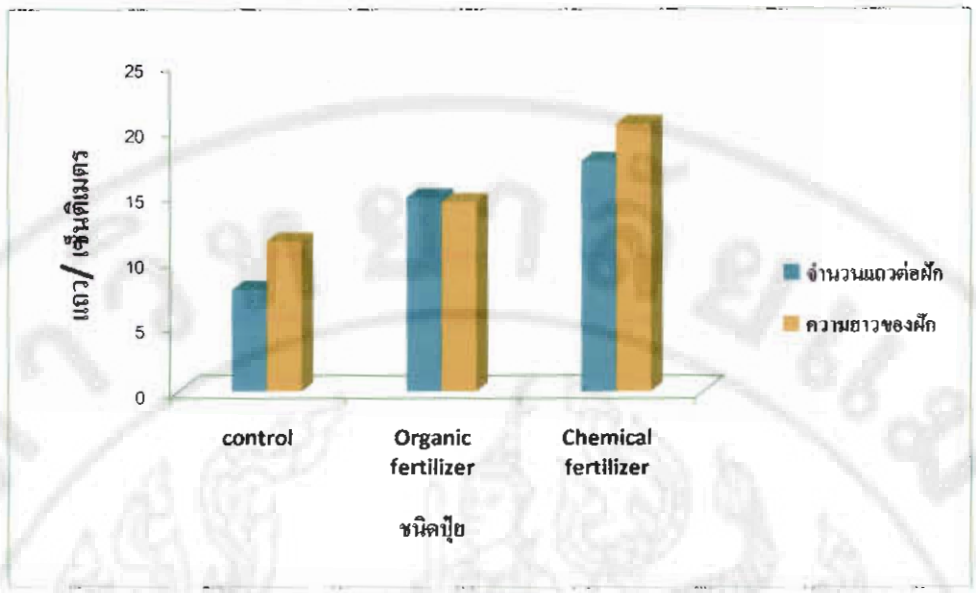
การนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจาก DDG ในกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพไปใช้งานโดยนำไปทดลองปลูกข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1

โดยมีการวางแผนการทดลองดังนี้ ใช้การทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 3 สิ่งทดลอง(Treatment) คือ แปลงควบคุม (Control) ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใดเลย, แปลงปุ๋ยอินทรีย์จากลำไย และแปลงปุ๋ยเคมี ทำการทดลองอย่างละ 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตในช่วงระยะเวลา 60 วัน แปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด รองลงมา คือแปลงที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากลำไยตกเกรด และลำดับสุดท้าย คือแปลงควบคุม คือไม่ได้ใส่ปุ๋ยชนิดใดเลย ดังแสดงในภาพที่ 11



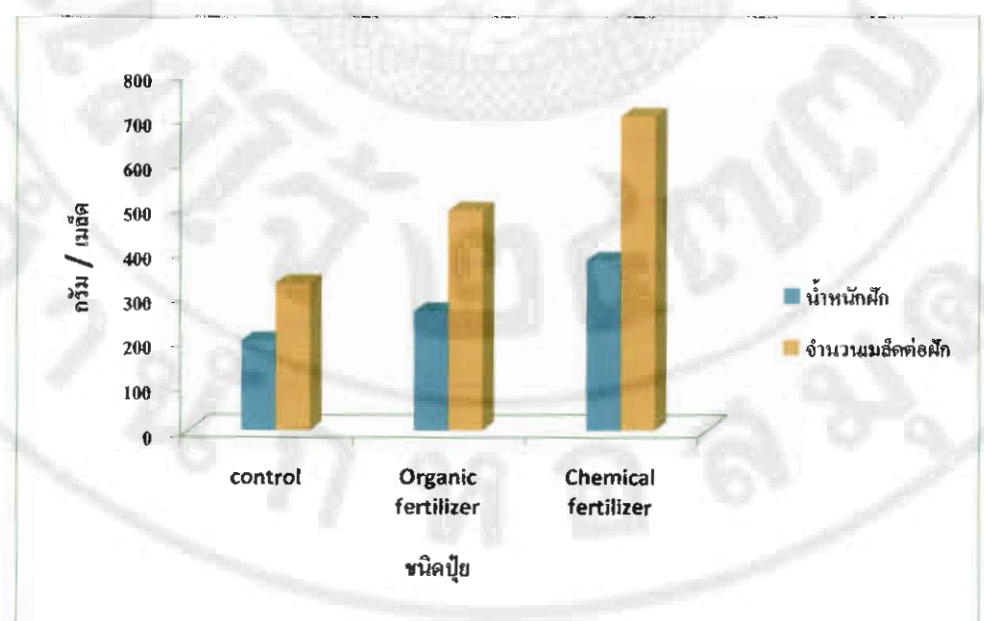
ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 ในระยะเวลา 60 วัน

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้



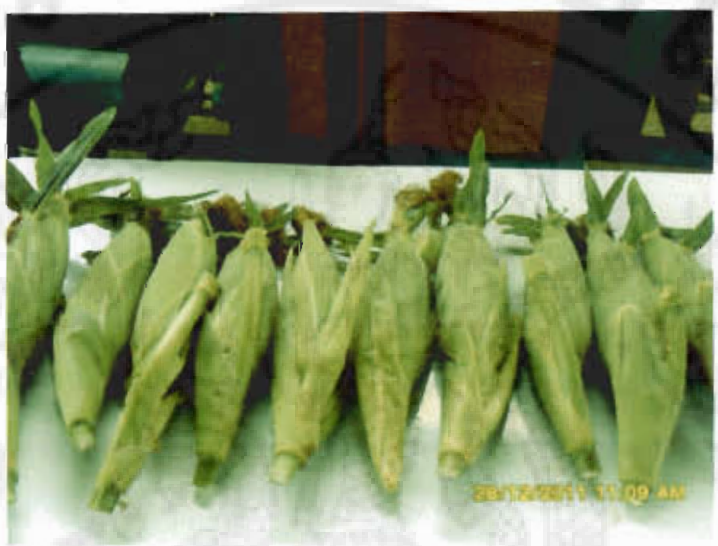
ภาพที่ 12 จำนวนแถวต่อฝักและความยาวของฝักของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1

จากภาพที่ 12 พบว่า แปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีในกระบวนการเพาะปลูกจะมีปริมาณของจำนวนแถวต่อฝักและความยาวของฝักสูงที่สุด รองลงมา คือแปลงที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากลำไยตกเกรด และลำดับสุดท้าย คือ แปลงควบคุม



ภาพที่ 13 น้ำหนักฝักและจำนวนเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1

จากภาพที่ 13 พบว่า แปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีในกระบวนการเพาะปลูกจะมีปริมาณของจำนวนเมล็ดและน้ำหนักฝักสูงที่สุด รองลงมา คือ แปลงที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากลำไยตกเกรด และลำดับสุดท้าย คือแปลงควบคุม จากภาพที่ 14 ซึ่งจากลักษณะทางกายภาพพบว่าเปลือกจะมีสีเขียวอ่อนหนา และฝักใหญ่ ซึ่งโดยรวมแล้วผลผลิตอยู่ในลักษณะที่สมบูรณ์ ไม่มีปัญหาของโรคและแมลงมารบกวน

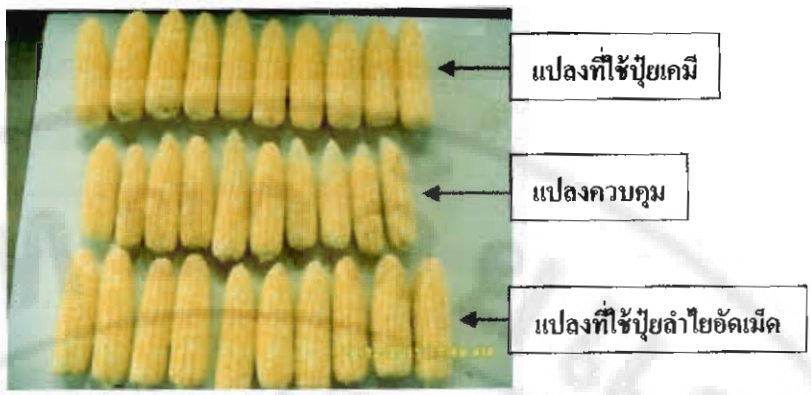


ภาพที่ 14 ลักษณะของฝักข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 ที่ยังไม่แกะเปลือก

จากตารางที่ 7 พบว่า ข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 จากแปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกนั้นจะมีน้ำหนักของฝักสูงที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ใช้ปุ๋ยลำไยอัดเม็ด และลำดับสุดท้าย คือ แปลงควบคุม โดยมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยเท่ากับ 366.5, 276.5 และ 171.5 kg. ตามลำดับ และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักโดยเฉลี่ยเท่ากับ 44.90 %, 33.90 % และ 20.99 % ตามลำดับ

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบน้ำหนักจากการสุ่มโดยเฉลี่ยของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1

	น้ำหนักฝัก+เปลือก	จำนวนเมล็ด	น้ำหนักฝัก	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
แปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมี	458.9 kg.	328.35	366.5 kg.	44.90%
แปลงที่ใช้ปุ๋ยลำไยอัดเม็ด	316.5 kg.	491.6	276.5 kg.	33.90%
แปลงที่ไม่ใช้ปุ๋ยชนิดใด	204 kg.	702.25	171.5 kg.	20.99%



ภาพที่ 15 การเปรียบเทียบขนาดของข้าวโพดที่ใช้ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยลำไยอัดเม็ด และไม่ใช้ปุ๋ยชนิดใด

จากภาพที่ 15 พบว่า ขนาดโดยรวมของฝักข้าวโพดที่ปอกเปลือกที่ใช้ปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรดนั้น มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ส่วนแปลงควบคุมเมื่อเทียบกันด้วยตาเปล่าแล้วพบว่าจะมีขนาดเล็กกว่าข้าวโพดที่มาจากแปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

[1] [2]

[3]

ภาพที่ 16 ลักษณะของการเรียงตัวของเม็ดข้าวโพดหวานสองสีพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1

จากภาพที่ 16 พบว่าลักษณะการเรียงตัวและขนาดของเม็ดข้าวโพดหวานสองสีพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 ที่ใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยลำไยอัดเม็ดนั้น มีลักษณะการเรียงตัวที่สวยงามขนาดเม็ดมีขนาดใหญ่สองสี โดยมีสีทองและสีขาว และในส่วนของแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใดเลยนั้นจะมีลักษณะการเรียงตัวของเม็ดที่ไม่ค่อยจะสม่ำเสมอ โดยขนาดของเม็ดจะมีลักษณะแคระแกร็นไม่สมบูรณ์เพราะขาดธาตุอาหารจำพวก P (ทวิช, 2548) โดยเฉลี่ยแล้ว พบว่าจำนวนเม็ดต่อฝักของข้าวโพดหวานสองสีพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 จากแปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยลำไยอัดเม็ด และแปลงไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใดเลยเท่ากับ 560, 480 และ 420 เม็ด ตามลำดับ

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์ ความหวาน (Brix) ของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1

	แปลงปุ๋ยเคมี	แปลงปุ๋ยลำไยอัดเม็ด	แปลงควบคุม(ไม่ใส่ปุ๋ย)
% ความหวาน(Brix)	10 brix	9.3 brix	7 brix

จากตารางที่ 8 พบว่าคุณสมบัติทางเคมีที่ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของข้าวโพดที่จะเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค นั่นก็คือความหวาน ซึ่งจะถูกวัดออกมาเป็นค่าของ % Brix โดยจะพบว่าแปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีและแปลงที่ใช้ปุ๋ยลำไยอัดเม็ดนั้นมีค่าความหวานเท่ากัน คือ 10 และ 9.3 % Brix และแปลงควบคุม(ไม่ใส่ปุ๋ย) จะมีค่าความหวานเท่ากับ 7 % Brix ซึ่งต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีและลำไยอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงว่าข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 นั้นต้องการธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีและปุ๋ยลำไยในการที่จะสร้างสารอาหารซึ่งก็คือคาร์โบไฮเดรตและวิตามินต่างๆ ที่จะทำให้ข้าวโพดเกิดความหวาน ถ้าพบว่าข้าวโพดหวานฝักสดมีรสชาติไม่หวานแสดงว่าดินในแปลงที่ปลูกข้าวโพดขาดธาตุโปแตสเซี่ยม (K) ซึ่งธาตุโปแตสเซี่ยมจะช่วยให้การสะสมน้ำตาลในเมล็ดดีขึ้น (กรณ์ฑิมา, 2549)

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 ที่ได้จากการทดลอง

การวิเคราะห์	แปลงควบคุม		แปลงใช้ปุ๋ยอินทรีย์		แปลงใช้ปุ๋ยเคมี	
	ดิบ	สุก	ดิบ	สุก	ดิบ	สุก
โปรตีน	1.96 %	2.1 %	2.8 %	3 %	3.4 %	4.3 %
ไขมัน	0.69 %	1.7 %	0.98 %	2.31 %	1.4 %	3.3 %
คาร์โบไฮเดรต	9.99 %	7.8 %	14.28 %	11 %	20.4 %	16.1 %
แคลเซียม	4.9 %	5.5 %	7%	7.7 %	10 %	11 %

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 พบว่า แปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณของ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และแคลเซียม สูงกว่าแปลง

แปลงที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์และแปลงควบคุม โดยทำการตรวจวิเคราะห์ในสภาวะที่สุกพบว่ามีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และแคลเซียม เท่ากับ 4.3, 3.3, 16.1 และ 11 % ตามลำดับ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

โดยใช้โปรแกรม Excel 2007 ในการวิเคราะห์ข้อมูล และวิเคราะห์ผลด้วย Two-way Analysis of Variance (ANOVA) การใช้แบบการทดลองลักษณะนี้เป็นการแยกผลของความแตกต่างของสภาพแวดล้อมออกจากผลของการทดลองที่ต้องการทดสอบ แต่ละบล็อกอาจมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป เช่น แสงอุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น ทำให้เกิดความแตกต่างกันของข้อมูลซึ่งจะไปรบกวนผลของการทดลอง ที่ต้องการศึกษา อย่างไรก็ตามเนื่องจากทุกบล็อกมีทั้งชุดควบคุมและชุดทดลองอยู่ด้วยกัน ดังนั้นทุกชุดจึงได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมือน ๆ กัน ซึ่งทำให้ความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากปัจจัยสภาพแวดล้อมเป็นแบบเดียวกัน และผลการทดลองที่ต้องทดสอบสามารถแยกออกจากกันได้ด้วยการใช้ Two - way ANOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูล RCBD (Random Complete Block Design) เป็นการออกแบบการทดลองที่ประกอบไปด้วยบล็อคที่ซ้ำ ๆ กัน โดยในแต่ละบล็อคจะประกอบด้วย ชุดควบคุม 1 ชุด และชุดทดลองต่าง ๆ อีกอย่างละ 1 ชุด ทั้งนี้จำนวนประชากรในแต่ละชุดการทดลองและชุดควบคุมในบล็อคจะต้องเท่ากัน (เช่นเมล็ดจำนวนต้นกล้า ฯลฯ) ในแต่ละบล็อกชุดการทดลองและชุดควบคุมจะถูกจัดวางในตำแหน่งต่าง ๆ โดยแบบสุ่มแต่ละบล็อก จะถูกกระจายไว้แบบสุ่มในแปลงทดลองหรือเรือนเพาะชำ

Two-way ANOVA Without Replication เป็นการวิเคราะห์ที่ใช้สำหรับการออกแบบการทดลองแบบ RCBD (นิรนาม, 2520) ซึ่งคำว่า Without replication ในทางสถิติหมายถึง ข้อมูลของแต่ละชุดการทดลองในแต่ละบล็อคหรือแถวมีเพียงค่าเดียว เช่น ข้อมูลสำหรับการทดลองเรื่องการงอก ซึ่งมีเพียงค่าของจำนวนเมล็ดที่งอกในถาด

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักต่อฝักของข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง

	Control	Organic fertilizer	Chemical fertilizer
R1	211.3	282.45	403.5
R2	204.25	272.65	389.5
R3	187.55	232.75	332.5
R4	196.9	276.85	395.5

หมายเหตุ **Colum = ชุดการทดลอง และ R1 – R4 เป็นจำนวนแถวหรือบล็อกในการทดลอง**

ตารางที่ 11 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Two-way ANOVA without replication ของน้ำหนักต่อฝักข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง ($\alpha = 0.05$)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	4089.60	3	1363.20	9.11	0.01185597	4.757
Columns	66509.73	2	33254.87	222.32	0.00000236	5.143
Error	897.50	6	149.58			
Total	71496.83	11				

จากตารางที่ 10 และ 11 สมมุติฐานหลัก (HO) คือ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักต่อฝักไม่มีความแตกต่าง และสมมุติฐานรอง (HA) คือ ค่าเฉลี่ยที่ได้แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ ในกรณีนี้โอกาสที่จะไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง (Colums) มีค่าเท่ากับ 0.000234 % ซึ่งแสดงว่ามีโอกาสของความแตกต่างสูงมากที่อย่างน้อยชุดการทดลอง 1 ชุด มีผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และในส่วนของชุดการทดลอง (Rows) โอกาสที่จะไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 1.18 % ซึ่งแสดงว่ามีโอกาสของความแตกต่างสูงมากที่อย่างน้อยชุดการทดลอง 1 ชุด มีผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เช่นกัน

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง

	Control	Organic fertilizer	Chemical fertilizer
R1	98	130.76	186.8
R2	103.75	141.71	197.8
R3	99.62	140.54	196.7
R4	92.25	139.72	199.6

ตารางที่ 13 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Two-way ANOVA without replication ของการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง ($\alpha = 0.05$)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	140.2417	3	46.7472	2.7434	0.135353	4.757063
Columns	18946.94	2	9473.4725	555.9681	1.546E-07	5.143253
Error	102.2376	6	17.0396			
Total	19189.42	11				

จากตารางที่ 12 และ 13 สมมุติฐานหลัก (HO) คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่าง และสมมุติฐานรอง (HA) คือ ค่าเฉลี่ยที่ได้แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ ในกรณีนี้โอกาสที่จะไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง (Colums) มีค่าเท่ากับ 0.0000154 % ซึ่งแสดงว่ามีโอกาสของความแตกต่างสูงมากที่อย่างน้อยชุดการทดลอง 1 ชุด มีผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และในส่วนของชุดการทดลอง (Rows) โอกาสที่จะไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 1.35 % ซึ่งแสดงว่ามีโอกาสของความแตกต่างสูงมากที่อย่างน้อยชุดการทดลอง 1 ชุด มีผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เช่นกัน

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

จากตารางที่ 14 ในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรดนั้น มีต้นทุนคงที่เท่ากับ 160,000 บาทต่อปี และต้นทุนผันแปรเท่ากับ 61,265.64 บาทต่อปี

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในส่วนของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

ลำดับที่	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนผันแปร
1	เครื่องผสมและอัดเม็ดปุ๋ย 2 ชุด ราคา 120,000 บาท	ค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า 1,055.47 บาท/เดือน
2	ราคาในการตรวจสอบปุ๋ย 3,000 บาท	ค่าเชื้อเพลิง 1,000 บาท
3	ชุดถังหมักขนาด 500 ลิตร 10 ถัง ราคา 30,000 บาท	ค่าแรงในการผลิตเป็นปุ๋ยอัดเม็ด 5 วัน 1,700 บาท
4	ค่าบำรุงรักษา 2,000 บาท	EM + กากน้ำตาล ราคา 1,000 บาท
5	กะบะใส่ปุ๋ยขนาด 100 กก. 10 ใบ ราคา 5,000 บาท	ค่ากระสอบใบละ 7 บาท 50 ใบ ราคา 350 บาท
รวม / เดือน	-	5,105.47 บาท/เดือน
รวม / ปี	160,000 บาท	61,265.64 บาท / ปี

จากการวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ดังตารางที่ 15 พบว่า กากลำไยที่เหลือจากกระบวนการผลิตเอทานอลทั้งหมดเท่ากับ 2,400 กิโลกรัม จะได้ปุ๋ยทั้งหมด 76 กระสอบ บรรจุกระสอบละ 50 กิโลกรัม ราคาขายกระสอบละ 340 บาท (ขายกิโลกรัมละ 6.8 บาท) โดยมีต้นทุนเท่ากับ 1.34 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งจะผลิตได้ 45,600 กิโลกรัมต่อปี

ตารางที่ 15 การคิดต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

น้ำหนักวัตถุดิบ (กก.)	ปริมาณปุ๋ยที่ได้ (กระสอบ) / (เดือน)	ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท/กก.)	ราคาขายต่อหน่วย (บาท/กก.)	การผลิตได้ต่อปี (กก.)
2,400	76	1.34	6.8	45,600

จุดคุ้มทุนในการผลิตเท่ากับ 199,396.85 บาทต่อปี จุดคุ้มทุน(กก.) ในการผลิตเท่ากับ 29,323.07 กิโลกรัมต่อปี โดยมีกำไรในแต่ละปีเท่ากับ 110,683.148 บาท และระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 1.44 ปี

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

จุดคุ้มทุนในการผลิต (บาท / ปี)	จุดคุ้มทุนในการผลิต (กก. / ปี)	กำไร/ปี (บาท)	คืนทุนจริง (ปี)
199,396.85	29,323.07	110,683.148	1.44

จากการสำรวจตามท้องตลาดพบว่าราคาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจะอยู่ที่ 200 – 260 บาทต่อกระสอบ แต่ราคาปุ๋ยที่ได้จากการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์พบว่าราคาจะอยู่ที่ 340 บาทต่อกระสอบ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับปุ๋ยเคมีแล้วจะมีคุณภาพที่ใกล้เคียงกัน แต่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรดนั้นคุณภาพอาจจะด้อยกว่า แต่ก็ถือได้ว่าสามารถที่จะทดแทนและประหยัดต้นทุนลงไปได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งจากการทำการทดลองที่ผ่านมาสามารถที่จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรดเป็นปุ๋ยหลักในแปลงเกษตรได้ โดยใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยรองในกรณีที่ต้องการเสริมแร่ธาตุต่างๆที่ปุ๋ยหลักอาจจะมีน้อย โดยในอนาคตคาดว่าประชาชนจะหันมาให้ความสนใจในปุ๋ยลำไยอัดเม็ดไม่มากก็น้อย

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยคกเกรด พบว่า คุณภาพปุ๋ยที่ได้อยู่ในเกณฑ์ตามที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งเมื่อนำไปใช้งาน โดยนำไปปลูกข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 โดยใช้การทดลองในแปลงปลูกแบบ RCBD เปรียบเทียบกับแปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมี และแปลงที่ไม่ใช้ปุ๋ยชนิดใดเลย พบว่า คุณภาพของข้าวโพดที่ได้ในส่วนของน้ำหนัก แปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีจะสูงกว่า แปลงที่ใช้ปุ๋ยลำไยอัดเม็ด และแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใดเลย โดยจะอยู่ที่ระดับ 44.90, 33.90 และ 20.90% ตามลำดับ ในส่วนของความหวานที่วัดออกมาในรูปของเปอร์เซ็นต์ Brix แปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีจะสูงกว่า แปลงที่ใช้ปุ๋ยลำไยอัดเม็ด และแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใดเลย โดยจะอยู่ที่ระดับ 10, 9.3 และ 7% Brix ตามลำดับ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพดินที่เหมาะสมด้วย โดยที่หมู่บ้านวังป้องมีสภาพของดิน คือมีค่าพีเอชเท่ากับ 6.13 ค่า Organic Matter เท่ากับ 1.53 % และแร่ธาตุที่จำเป็น N P K ที่ระดับ 0.076 %, 56 ppm และ 139 ppm ตามลำดับ จากปัจจัยที่กล่าวมานั้น ถือว่าปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรดที่ผ่านกระบวนการหมักในระบบของไบโอแก๊สนั้น มีคุณภาพในระดับที่ใกล้เคียงกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ แก้ไขเพิ่มเติม โดยพระราชบัญญัติปุ๋ยฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550 โดยเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลอง Random Complete Block Design (RCBD) และใช้โปรแกรม Excel 2007 ในการวิเคราะห์ และใช้แผนการวิเคราะห์ คือ Two-way ANOVA Without Replication พบว่า ในส่วนของน้ำหนักต่อฝักข้าวโพดในแต่ละแปลงทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และในส่วนของการเจริญเติบโตของข้าวโพดในแต่ละแปลงทดลอง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เช่นกัน

จากตารางที่ 4.2 เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยลำไยตกเกรดกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า ค่า Organic Matter มีค่าเท่ากับ 48.54 % โดยน้ำหนัก ค่าพีเอชเท่ากับ 3.94 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) เท่ากับ 6:1 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.95 ds/m และค่าแร่ธาตุอาหารที่สำคัญ N P K เท่ากับ 4.84, 0.52 และ 1.50 % โดยน้ำหนัก ซึ่งทุกอย่างที่กล่าวมาแล้วนั้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ยกเว้นค่าพีเอชที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (5.5-8.5) คือ 3.94 ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการการย่อยสลายที่ยังไม่สมบรูณ์ ทั้งนี้ในการทดลองปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ 84 F1 จากการแบ่งแปลงปลูกทดลอง พบว่า การที่แปลงควบคุมได้รับเพียงแต่ธาตุอาหารจากดินในแปลงปลูกนั้น ไม่เพียงพอที่จะช่วยในการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดทำให้ได้ต้นข้าวโพดที่มีลักษณะแคระแกร็น ผลผลิตน้อย และไม่สมบรูณ์ ในส่วนของแปลงที่ใช้ปุ๋ยจากลำไยตกเกรด พบว่า การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดนั้นสูงกว่าในแปลงควบคุม ผลผลิตมีปริมาณสูง และสมบรูณ์กว่าแปลงควบคุม อาจเป็นผลมาจากแร่ธาตุอาหารที่ได้รับจากดินและธาตุอาหารจากปุ๋ยลำไยคกเกรดด้วย และในส่วนของแปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีนั้นมีการเจริญเติบโตสูงสุด ให้

ผลผลิตที่สูงและมีความสมบูรณ์กว่าปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด ซึ่งในความเป็นจริงแล้วปุ๋ยเคมีนั้นมีประสิทธิภาพสูงช่วยเร่งการเจริญเติบโตให้กับพืชทุกชนิดได้ โดยในการทดลองนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะช่วยเกษตรกรในเรื่องของการลดต้นทุนในการทำการเกษตร โดยหันมาใช้ปุ๋ยจากลำไยเป็นหลักควบคู่ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในปริมาณที่น้อยลง ซึ่งในอนาคตอาจจะมีการต่อยอดองค์ความรู้ในเรื่องนี้ต่อไป

ในส่วนการวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ได้แบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะคำนวณการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เชิงต้นทุนทั้งแบบคงที่และผันแปรพบว่ามีค่า 160,000 บาทต่อปีและ 61,265.64 บาทต่อปี ตามลำดับ ส่วนที่สองเป็นการคำนวณต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดพบว่ามีจุดคุ้มทุนที่ 1.44 ปี ซึ่งสภาวะการณ์จริงในปัจจุบันนั้นการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรดมีความเป็นไปได้สูง ที่จะทำให้เกษตรกรสามารถที่จะใช้ประโยชน์จากลำไยตกเกรดให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด ตามแนวทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียงของพระบามสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2553. Distillers Grain By – products. http://www.ddgs.umn.edu. (14 ธันวาคม 2554)

นิรนาม. 2552. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมวิชาการเกษตร. สืบค้นจาก. http://th.wikipedia.org/wiki. (10 พฤศจิกายน 2554)

ยงยุทธ โอสถสภา. 2536. ปุ๋ยเคมีการผลิตและการประเมินคุณภาพ. เอกสารเผยแพร่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.

รัชนีพร สุทธิภาศิลป์และธัญวรรณ์ ศรีเดชะกุล. 2549. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. เอกสารผลงานทางวิชาการ. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. จังหวัดเชียงใหม่.

รัชนีพร สุทธิภาศิลป์. 2544. การพัฒนาปุ๋ยอนิทรีย์อัดเม็ดเพื่อการปลูกผัก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์การเกษตร. มหาวิทยาลัยนเรศวร : จังหวัดพิษณุโลก.

ศักดิ์สิทธิ์ จรรยากรณ์. 2547. การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีที่ได้รับปุ๋ยอนิทรีย์ อัตเม็ดและปุ๋ยเคมี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาทรัพยากรการเกษตร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น : จังหวัดขอนแก่น.

กรณ์ฑิมา จุทอง. 2549. ผลของการจัดการปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีร่วมกันกับการจัดการเศษเหลือพืชที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดหวาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพมหานคร.

ประภาส ช่างเหล็ก, โอพาร ตัณฑวิรุฬห์, สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ, บุญร่วม จันทร์ชื่น และธงชัย มาลา. 2545. ผลของปุ๋ยอินทรีย์สูตร 9 ที่ได้จากวัสดุเหลือทิ้งของโรงงานผงชูรสที่มีต่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งในมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ (ปลายฤดูฝน). เอกสารผลงานทางวิชาการ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพ.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2545. การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลสำหรับเป็นปุ๋ยอินทรีย์และสารปรับปรุงดิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : จังหวัดสงขลา.

ถาวร มีชัย. 2550. การจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อการปลูกข้าวโดยใช้วัสดุปูน ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: จังหวัดสงขลา.

ทวิช ทำนาเมือง. 2548. ผลกระทบของปุ๋ยอินทรีย์ – เคมี ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาปฐพีศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพมหานคร.

นิรนาม. 2553. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550. www.agriinfo.doae.go.th/year52/knowledge/km_13-01-52.doc. (20 ตุลาคม 2554)

นิรนาม. 2550. เอกสารอ้างอิงการออกแบบการทดลองแบบ RCBD. หน่วยวิจัยฟื้นฟูป่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. www.forru.org/PDF_Files/rfrtfpdfth/rfrtfappendixth.pdf. (17 ตุลาคม 2554)

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวกที่.1 น้ำหนักฝักรวมเปลือกและน้ำหนักฝักของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 ที่ได้จากการสุ่มตรวจ

จำนวน	แปลงที่ใช้ปุ๋ยลำไย		แปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมี		แปลงควบคุม	
	น้ำหนักฝัก + เปลือก	น้ำหนักฝัก	น้ำหนักฝัก + เปลือก	น้ำหนักฝัก	น้ำหนักฝัก + เปลือก	น้ำหนักฝัก
1	320	280	500	380	250	190
2	300	260	450	360	210	180
3	310	275	430	370	200	150
4	320	270	460	370	140	160
5	340	290	480	360	210	170
6	310	275	450	380	200	160
7	300	270	460	370	210	180
8	325	280	440	350	220	175
9	330	280	469	365	200	180
10	310	285	450	360	200	170
เฉลี่ย	316.5	276.5	458.9	366.5	204	171.5

ตารางภาคผนวกที่ 2 การเจริญเติบโตของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 ที่ได้จากการสุ่มตรวจ

ลำดับ	ความสูง 14 วัน				ความสูง 30 วัน				ความสูง 45 วัน			
	แปลงควบคุม (Control)				แปลงควบคุม (Control)				แปลงควบคุม (Control)			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	8	15	14.5	19	35.1	36	29.5	30.5	70.6	74	62.5	68
2	9.6	14.5	29	16	32	37	34	32	64	70	68	65.3
3	13	9	24	17	34	29	27	33.3	67	64	67	64.4
4	5	30	23	25	33	31.6	25	29.4	66	62.8	69.1	63.1
5	10	14	14	23	30	27	32	34	64	64	72.2	64
6	11	25	9	15	31	33	34	36	62.6	70.5	61	65
7	19	27	18	9	29.4	32.5	29	31.5	62.8	60.4	60	71
8	10	8	19	7	27	31.4	33.5	38	70	63.6	60	61.4
9	9	11	33	11	25	24	28	35	60	61	71	59
10	11	10	14	7.5	31.5	29	35	27	63.3	59.5	69	58.5
x	10	16.35	19.7	14.9	30.8	31.05	30.7	32.67	65.0	64.9	65.98	63.97
ลำดับ	ความสูง 14 วัน				ความสูง 30 วัน				ความสูง 45 วัน			
	แปลงใช้ปุ๋ยอินทรีย์				แปลงใช้ปุ๋ยอินทรีย์				แปลงใช้ปุ๋ยอินทรีย์			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	10	15	30.5	18	47	45	43	41	94	95.2	82.8	100
2	15	19	29	29.5	43.3	43.3	42.5	39	86.6	90.1	91	99
3	20	32.5	18	31	45.5	42	41	38	90	91	93.5	98.3
4	17	23.5	16	17	43	44	42	41	84.6	94	95	101
5	19	27	23	16	42	46.5	42	42	84.5	92	98	98
6	25	29	41.5	21	41	43	42.5	39	84	89	93.1	93.5
7	30	18	31	22	42	40	41	42	84.5	91	89	91.1
8	41	26	31	25	46.6	38	45	42.5	93.6	87	87	93.5
9	31	39	28	19.5	40.6	42	43	43	84.8	94	94	87.5
10	30	27	30.5	31.4	42.3	46	46	41	81.3	89.5	95	91.3
x	23	25.6	27.8	23.0	43.33	42.98	42.8	40.85	86.7	91.2	91.84	95.32

ลำดับ	ความสูง 14 วัน				ความสูง 30 วัน				ความสูง 45 วัน			
	แปลงใช้ปุ๋ยเคมี				แปลงใช้ปุ๋ยเคมี				แปลงใช้ปุ๋ยเคมี			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	30	38	45	38	67.3	65	61.4	62	134	138	135.6	130.1
2	35	34	43	54	66.4	66.4	63.6	65.4	124	135	138.6	130
3	29	32.5	39	56.5	64.3	64	60	59.5	128	129	131	134.3
4	41	29.5	42.5	42	62	61	64.7	58	124	136	130.4	136.8
5	39	40	35.5	49	62	63	65	64	121	133	134	132.6
6	28	43	38	49	60	65.3	60.3	67.4	146	129	136.2	131.4
7	29	50	41	43.5	59	61.4	61.5	66	120	136	129.4	129.8
8	28	41	55	54.4	67	68.1	60	63	134	135	134	131
9	32	39	43	49	58	62	60	61.4	116	134	139.5	134
10	33	36	49	51.5	61	60	59	60.8	121	134	134.2	130.5
x	32	38.3	43.1	48.6	62.7	63.62	61.55	62.75	127	134	134.2	132.05
ลำดับ	ความสูง 60 วัน				ความสูง 60 วัน				ความสูง 60 วัน			
	แปลงควบคุม (Control)				แปลงใช้ปุ๋ยอินทรีย์				แปลงใช้ปุ๋ยเคมี			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	106	111	123	87	141.4	148.4	165	140	202	212	195	200
2	98	123	104	98	130.9	176	149.1	144.2	187	206	213	206
3	101	105	101	92	135.1	141	126.7	155.4	193	201	181	222
4	99	103	91.7	75	130.2	141	145.6	142.8	186	201	208	204
5	96	102	96	89.5	127.4	147	131.6	82.6	182	210	188	118
6	94	101	86.8	92	125.3	138	137.2	155.4	179	197	196	222
7	94.5	104	98.7	100	126.7	139.3	124.6	142.1	181	199	178	203
8	105	102	97	98	140.7	137	141.4	150.5	201	196	202	215
9	91.5	91.5	98	94	122.5	122	139.3	149.8	175	174	199	214
10	95	95	100	97	127.4	127.4	144.9	134.4	182	182	207	192
x	98	103.75	99.62	92.25	103.76	141.71	140.54	139.72	186.8	197.8	196.7	199.6

ตารางภาคผนวกที่ 3 น้ำหนักฝักของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84 F1 ที่ได้จากการสุ่มตรวจ

ลำดับ	น้ำหนักฝัก				น้ำหนักฝัก				น้ำหนักฝัก			
	แปลงควบคุม (Control)				แปลงใช้ปุ๋ยอินทรีย์				แปลงใช้ปุ๋ยเคมี			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	234	199	194	198	315	266	252	287	450	380	360	410
2	220	204.5	215	205	294	273	238	287	420	390	340	410
3	215	220	147	210	287	294	196	259	410	420	280	370
4	178	191	178	197	238	255.5	238	294	340	365	340	420
5	220	204	183.5	184	294	273	245	280	420	390	350	400
6	215	210	183	198	287	280	245	280	410	400	350	400
7	217	215.5	192	210	290.5	287	255.5	273	415	410	365	390
8	194	204.5	178	173	259	273	238	276.5	370	390	340	395
9	204	194.5	210	194	273	259	217	287	390	370	310	410
10	215	199.5	195	199	287	266	203	245	410	380	290	350
x	211	204.25	187.55	196.9	282.45	272.65	232.75	276.85	403.5	389.5	332.5	395.5
ลำดับ	จำนวนแถวต่อฝัก				จำนวนแถวต่อฝัก				จำนวนแถวต่อฝัก			
	แปลงควบคุม (Control)				แปลงใช้ปุ๋ยอินทรีย์				แปลงใช้ปุ๋ยเคมี			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	8	9	7	7	11	13	11	14	16	18	16	20
2	9	7	9	6	12	11	11	14	17	16	16	20
3	7	7	8	8	11	14	13	12	16	20	18	18
4	8	8	9	7	10	12	14	13	15	17	19	18
5	7	9	7	9	13	13	14	13	18	18	20	18
6	9	6	8	9	12	11	13	12	17	15	19	18
7	10	7	8	9	13	113	13	12	18	18	18	18
8	8	7	7	6	11	11	13	12	19	16	18	18
9	7	9	8	7	11	10	14	13	16	14	20	18
10	7	8	7	8	13	12	13	11	18	17	18	16
x	8	7.7	7.8	7.6	11.7	22	12.9	12.6	17	16.9	18.2	18.2

ตารางภาคผนวกที่ 4 จำนวนเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดพันธุ์หวานแม่โจ้ 84F1 ที่ได้จากการสุ่มตรวจ

ลำดับ	จำนวนเมล็ดต่อฝัก				จำนวนเมล็ดต่อฝัก				จำนวนเมล็ดต่อฝัก			
	แปลงควบคุม (Control)				แปลงใช้ปุ๋ยอินทรีย์				แปลงใช้ปุ๋ยเคมี			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	280	351	292	372	373	469	418	594	533	670	598	849
2	371	259	352	336	495	518	503	575	707	740	718	821
3	337	337	336	316	449	482	497	525	642	688	710	750
4	315	340	381	383	420	487	518	536	600	695	740	766
5	382	324	316	345	510	463	489	490	729	661	699	700
6	343	298	259	324	490	427	526	477	700	610	752	681
7	362	326	280	299	518	466	443	482	740	665	632	689
8	324	329	324	325	463	470	508	530	662	672	725	757
9	345	323	297	298	494	462	571	548	706	660	816	783
10	350	340	315	348	500	487	504	487	714	695	720	695
x	340.9	322.7	315.2	334.6	471.2	473.1	497.7	524.4	673.3	675.6	711	749.1
ลำดับ	ความยาวของฝัก				ความยาวของฝัก				ความยาวของฝัก			
	แปลงควบคุม (Control)				แปลงใช้ปุ๋ยอินทรีย์				แปลงใช้ปุ๋ยเคมี			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	10.5	11	9	10	15	14	15	14	21.5	20	21.5	20
2	10	9.5	8	11	15	14	15	14	21.5	20	19.5	20
3	11	8	8	9.5	16	15	14.2	14.3	21.5	21	20	20.5
4	9.8	9	7	8.4	14	15	13.3	14.3	20	20	21.5	20.5
5	10	9.5	7.5	9.5	15	13.2	14	13.3	22	18	21	19
6	11.5	10	8	10	16.4	14	15	14	21	19.5	21	19
7	10	11	9.5	8	14.6	12	14.7	14	20	17	22	20
8	90	9.5	11	8	15	14.5	15	14.7	22	20	20	21
9	11	9	9	8	14.3	14	15.4	15.5	21	21	20	21.5
10	9.5	10	11	9	14	15	14	14.5	20	21	20	20
x	18.33	9.65	8.8	9.14	14.93	14.07	14.56	14.26	21.05	19.75	20.65	20.15

การคิดค่าไฟฟ้าโครงการการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

เครื่องผสม	2	เครื่อง	(220 V, 18.5 A)	กำลังไฟฟ้าเท่ากับ	8,140	W
อัดเม็ดปุ๋ย	2	เครื่อง	(220 V, 18.5 A)	กำลังไฟฟ้าเท่ากับ	8,140	W

กำลังไฟฟ้า (วัตต์)ชนิดนั้นๆ x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า ÷1000 x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานใน 1 วัน = จำนวนหน่วยหรือยูนิต (http://www.student.chula.ac.th/~49718863/elec.htm) [1]

จาก [1] จะได้ว่า [(8,140 + 8.140) / 1,000] x 6 = 97.68 หน่วยหรือยูนิต

ใช้เวลาอัดเม็ดประมาณ 5 วัน (โดยคิดจากกำลังการผลิตของเครื่องผสมและเครื่องอัดเม็ด)

จะได้ว่า

กำลังไฟในการผลิตเท่ากับ 488.4 หน่วยหรือยูนิต Ans.

ตารางภาคผนวกที่ 5 วิธีคิด

หน่วยหรือยูนิต	คิดราคา	เท่ากับ (บาท)
35	-	85.21
115 หน่วยต่อไป	115 x 1.1236	129.21
250 หน่วยต่อไป	250 x 2.1329	533.22
ส่วนที่เกินกว่า 400 หน่วย	(488.4 - 400) x 2.4226	214.15
รวมเป็นเงิน	-	961.79

ตารางภาคผนวกที่ 6 การคำนวณค่า FT (ประมาณการ 5.45 สตางค์/เดือน)

หน่วยหรือยูนิต	คิดราคา	เท่ากับ (บาท)
488.4	488.4 x 0.05045	24.639
รวมเงิน	961.79 + 24.639	986.42
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	986.42 x (7/100)	69.050
รวมเป็นเงินค่าไฟที่เรียกเก็บ	-	1,055.47

การเผยแพร่องค์ความรู้

ในการเผยแพร่องค์ความรู้ในส่วนของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดนั้น ผู้เข้าร่วมรับฟังการบรรยายส่วนใหญ่มีความต้องการที่จะผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรดอยู่แล้ว แต่ขาดในเรื่องของการลงทุน อาทิเช่น เครื่องผสมและเครื่องอัดเม็ด โดยแต่ละหมู่บ้านในเขตตำบลป่าสักนั้นนิยมที่จะผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือทิ้ง เช่นเศษใบไม้กิ่งไม้ต่างๆ โดยนับว่าการบรรยายในวันนี้สามารถที่จะกระตุ้นให้ชาวบ้านที่มารับฟังการบรรยาย เกิดแนวความคิดในกระบวนการที่จะผลิตปุ๋ยจากกระบวนการหมักไบโอแก๊ส ซึ่งจะได้ประโยชน์กันทั้ง 2 ทาง

ภาพผนวกที่ 1 บรรยากาศการเข้าร่วมรับฟังการบรรยายการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรด

จากการเข้าร่วมรับฟังการบรรยาย ชาวบ้านส่วนใหญ่จะนำเอาองค์ความรู้ที่ได้ในครั้งนี้ ไปต่อยอด เพื่อที่จะช่วยในเรื่องของการลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของการใช้ปุ๋ยเคมี โดยจะนำปุ๋ยอินทรีย์จากลำไยตกเกรดมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในท้องตลาด โดยชาวบ้านในพื้นที่หวังเป็นอย่างยิ่งว่าทางศูนย์วิจัยพลังงานจะนำเอาองค์ความรู้ที่มีความสำคัญและเหมาะสมต่อชุมชนมาทำการเผยแพร่ให้ชาวบ้านได้รับทราบในอนาคตต่อไป