

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การผลิตสุกรหรือที่เรียกว่า “สุกรหลุม”
2. คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยสุกรหลุม)
3. การนำปุ๋ยสุกรหลุมไปใช้ประโยชน์

มีรายละเอียดของการศึกษาในแต่ละส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 : สุกรหลุม มี 2 การทดลอง ดังนี้

1.1 การทดลองที่ 1 การหาจำนวนสุกรที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหนึ่งหลุม

สมรรถภาพการผลิตสุกร

อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษา

1. คอกสุกรขนาดคอกละ 2×3 เมตร ก่อด้วยอิฐบล็อก โดยพื้นที่ของแต่ละคอกขุดลึกลงไปจากระดับพื้นปกติ 1.0 เมตร เป็นพื้นที่ซีเมนต์ จำนวน 3 คอก
2. สุกรสายพันธุ์ลูกผสม 3 สายเลือด (ดูรอก x ลาร์จไวท์- แลนด์เรซ) จำนวน 60 ตัว
3. อาหารทดลองสุกร 3 ระยะ คือ ระยะสุกรเล็ก สุกรรุ่น และสุกรขุน โดยเป็นอาหารแบบผสมเอง
4. วัสดุรองพื้นใช้ไบโอไธแห่ง ก้านยาสูบ วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว แกลบ มูลวัวแห้ง และรำละเอียด
5. อุปกรณ์ให้น้ำ และรางอาหาร จำนวนคอกละ 2 และ 1 ชุด ตามลำดับ
6. เครื่องชั่งขนาด 60 และ 200 กก. สำหรับชั่งอาหาร วัสดุรองพื้น และน้ำหนักสุกร
7. ถังพลาสติกใส่อาหารขนาดบรรจุอาหารได้ถังละ 20 กก. จำนวน 3 ถัง
8. เทอร์โมมิเตอร์ชนิดแท่งแก้วขนาด 100 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) สำหรับบันทึกอุณหภูมิวัสดุรองพื้น

วิธีการศึกษา

ใช้สุกรสายพันธุ์ลูกผสม 3 สายเลือด (ครอก x ลาร์จไวท์-แลนค์เรซ) ช่วงน้ำหนัก 15 กก. เป็นต้นไป จำนวน 60 ตัว โดยมีเพศผู้ต่อนและเพศเมียอย่างละครึ่ง แบ่งออกโดยสุ่มเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้สุกรจำนวน 3 ตัว/คอก (ความหนาแน่น 2.0 ตร.ม./ตัว)

กลุ่มที่ 2 ใช้สุกรจำนวน 5 ตัว/คอก (ความหนาแน่น 1.2 ตร.ม./ตัว)

กลุ่มที่ 3 ใช้สุกรจำนวน 7 ตัว/คอก (ความหนาแน่น 0.8 ตร.ม./ตัว)

คอกสุกรแต่ละคอกมีขนาด 2x3 เมตร มีที่ให้น้ำอัตโนมัติทุกคอก คอกละ 2 จุด ซึ่งติดตั้งให้มีระดับต่างกันประมาณ 1 ฟุต และมีที่ให้อาหารซึ่งเป็นรางยาวคอกละ 1 ชุด โดยสุกรสามารถกินได้อย่างเต็มที่ อาหารที่ใช้แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะสุกรเล็ก สุกรรุ่น และสุกรขุน ซึ่งมีระดับโปรตีน 18, 16 และ 14% ตามลำดับ โดยแต่ละระดับมี ME 3.2 กิโลแคลอรี/ก. (kcal/g) เท่ากันทุกระยะ

วัสดุรองพื้นก้นหลุมของแต่ละคอก ประกอบด้วย (ตารางที่ 15)

ชั้นที่ 1 (ล่างสุด) ใส่ไบลาไยแห้ง ให้มีความหนาประมาณ 30 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของไบลาไยแห้ง ตามลำดับ

ชั้นที่ 2 ใส่ก้านยาสูบ ให้มีความหนาประมาณ 30 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของก้านยาสูบ ตามลำดับ

ชั้นที่ 3 ใส่วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว ให้มีความหนาประมาณ 30 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของวัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว ตามลำดับ

ชั้นที่ 4 ใส่แกลบ (ปิดหน้าหลุม) ให้มีความหนาประมาณ 10 ซม.

ตารางที่ 15 รายละเอียดการใส่วัสดุรองพื้นในแต่ละชั้น

ชั้นที่	ชนิดวัสดุรองพื้น ^{1/}	ความหนา (ซม.)
1 (ล่างสุด)	ไบลาไยแห้ง	30
2	ก้านยาสูบ	30
3	วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว	30
4 (บนสุด)	แกลบ	10

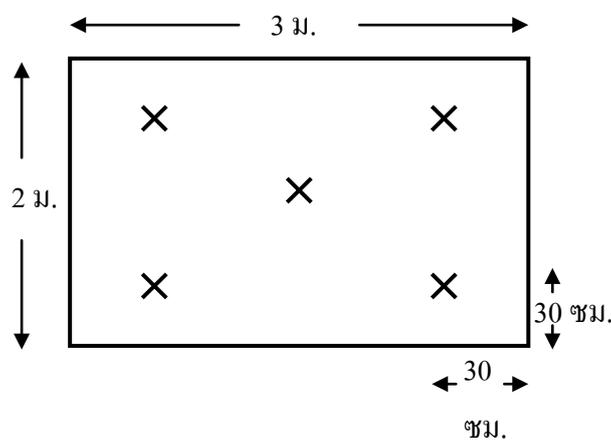
^{1/} มีการโรยรำละเอียดและมูลวัวแห้งในอัตราส่วน 1 และ 10% ของวัสดุรองพื้นในแต่ละชั้น ยกเว้นชั้นบนสุด ใส่เฉพาะแกลบเท่านั้น

ทั้งนี้หลังจากที่ปล่อยสุกรลงเลี้ยงแล้ว จะทำการกลับวัสดุรองพื้นทุก 15 วัน จนเสร็จสิ้นการทดลอง และในระหว่างการทดลองมีการเติมแกลบเพิ่มเมื่อวัสดุรองพื้นยุบตัวลง

เนื่องจากคอกสุกรทดลองมีอย่างจำกัด การศึกษาครั้งนี้จึงทำครั้งละซ้ำ โดยทำทั้งหมด 4 ซ้ำ แบ่งเป็นสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียอย่างละ 2 ซ้ำ รายละเอียดของส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาของสูตรอาหารทดลองในระยะสุกรเล็ก รุ่น และขุน แสดงไว้ในตารางที่ 16

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกน้ำหนักตัวสุกรเมื่อเริ่มทดลอง และเมื่อเปลี่ยนสูตรอาหารที่น้ำหนักตัวประมาณ 30, 60 กก. และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (น้ำหนักตัว 90 กก.)
- บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และที่เหลือจากการกินในแต่ละระยะของสุกร โดยบันทึกเป็นรายคอก
- บันทึกจำนวนวันที่เลี้ยง
- บันทึกอุณหภูมิวัสดุรองพื้นทุกวัน โดยวัดที่ความลึกประมาณ 30 ซม. บันทึก 5 จุดของคอก คือ มุมคอกทั้ง 4 มุม ห่างจากผนังคอก 30 ซม. และตรงกลางคอก ตลอดระยะเวลาการทดลอง ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิวัสดุรองพื้นในคอกสุกร

- บันทึกน้ำหนักตัววัสดุรองพื้นเมื่อเริ่มต้น ใส่เพิ่มเมื่อมีการยุบตัว และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง รวมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุรองพื้นที่อายุการเลี้ยงของสุกร 45 และ 90 วัน เพื่อนำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติต่อไป

ตารางที่ 16 ส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองสุกรช่วงน้ำหนัก 15-90 กิโลกรัม

ช่วงน้ำหนักตัว (กก.)	15-30	31-60	61-90
ระดับโปรตีนในอาหาร (%)	18	16	14
ส่วนประกอบของวัตถุดิบ:			
ปลายข้าว	13.30	-	-
ข้าวโพด	37.40	56.40	61.30
รำละเอียด	23.00	23.00	25.00
กากถั่วเหลือง (44% CP)	23.00	17.00	10.50
ปลาป่น (60% CP)	1.00	1.00	1.00
ไคแคลเซียมฟอสเฟต (14% P)	0.70	0.50	0.20
หินฟูน	1.00	1.50	1.50
เกลือ	0.35	0.35	0.25
สารผสมล่วงหน้า ^{1/}	0.25	0.25	0.25
รวม	100.00	100.00	100.00
องค์ประกอบทางเคมีโดยการคำนวณ (% สภาพที่ใช้เลี้ยง)			
โปรตีน	18.00	16.00	14.00
ME (kcal/g)	3.20	3.20	3.20
เยื่อใย	5.27	5.60	5.52
ไขมัน	4.58	5.54	5.89
แคลเซียม	0.73	0.86	0.78
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.41	0.39	0.33
เมทไธโอนีน	0.33	0.33	0.30
ไลซีน	1.21	1.22	1.09
ราคาอาหาร (บาท/กก.) ^{2/}	10.65	9.85	9.16

^{1/} หน่วย มก./กก. อาหาร (ยกเว้นที่ระบุ); กลุ่มวิตามิน: เอ 1.2 MIU, อี 1.2, เค₃ 0.15, บี₁ 0.15, บี₆ 0.2, บี₁₂ 0.0015, ไนอะซิน 1.5, กรดแพนโทนิค 1.0, กรดโฟลิก 0.05, ไบโอดีน 0.003, โคลีนคลอไรด์ 15.0; กลุ่มแร่ธาตุ: เหล็ก 3.0, ทองแดง 0.6, แมงกานีส 6.0, สังกะสี 6.0, โคบอลต์ 0.004, ไอโอดีน 0.04, ซีลีเนียม 0.0085; สารแต่งกลิ่น 2.5 และสารถนอมคุณภาพอาหาร 0.625

^{2/} ราคา (บาท/กก.): ปลายข้าว 10.54, ข้าวโพด 8.20, รำละเอียด 7.09, กากถั่วเหลือง 16.97, ปลาป่น(60% CP) 36.51, ไคแคลเซียมฟอสเฟต (14% P) 5.75, หินฟูน 1.40, เกลือ 4.58, สารผสมล่วงหน้าสุกรรุ่น (ช่วงน้ำหนัก 15-60 กก.) 88.79, สารผสมล่วงหน้าสุกรขุน (ช่วงน้ำหนัก 60-90 กก.) 72.46

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RBD) โดยมีเพศเป็น block สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มใช้วิธี Duncan's new multiple range test ตามที่บ่งไว้ โดยกัลยา (2542) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

1.2 การทดลองที่ 2 : การเลี้ยงแบบย้ายคอกโดยลดจำนวนสุกรต่อคอกลงในช่วงท้ายของการเลี้ยง

1.2.1 สมรรถภาพการผลิตสุกร

อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษา

ใช้เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ยกเว้น

1. ใช้สุกรจำนวน 48 ตัว แบ่งออกโดยสุ่มเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 16 ตัว
2. วัสดุรองพื้นก้นหลุมของแต่ละคอกทั้งในช่วงสุกรน้ำหนักตัว 15-60 กก. (สุกรระยะเล็ก-รุ่น) และช่วงน้ำหนัก 60-90 กก. (สุกรระยะขุน) ซึ่งได้ลดจำนวนสุกรต่อคอกลงแล้ว ประกอบด้วย (ตารางที่ 17)

ชั้นที่ 1 ใส่ฟางข้าว ให้มีความหนาประมาณ 40 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของฟางข้าว ตามลำดับ

ชั้นที่ 2 ใส่วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว ให้มีความหนาประมาณ 40 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของวัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว ตามลำดับ

ชั้นที่ 3 ใส่แกลบ (ปิดหน้าหลุม) ให้มีความหนาประมาณ 20 ซม.

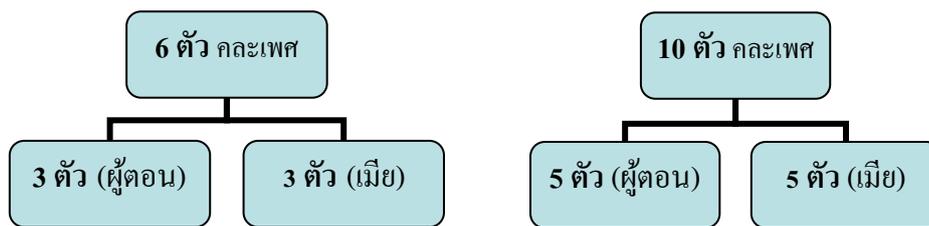
ตารางที่ 17 รายละเอียดการใส่วัสดุรองพื้นในแต่ละชั้น

ชั้นที่	ชนิดวัสดุรองพื้น ^{1/}	ความหนา (ซม.)
1 (ล่างสุด)	ฟางข้าว	40
2	วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว	40
3 (บนสุด)	แกลบ	20

^{1/} มีการโรยรำละเอียดและมูลวัวแห้งในอัตราส่วน 1 และ 10% ของวัสดุรองพื้นในแต่ละชั้น ยกเว้นชั้นบนสุด ใส่เฉพาะแกลบเท่านั้น

วิธีการศึกษา

นำสุกรพันธุ์ลูกผสม 3 สายเลือด (คูรอก x ลาร์จไวท์- แลนด์เรซ) จำนวน 48 ตัว เป็นเพศผู้ตอน 24 ตัว และเพศเมีย 24 ตัว แบ่งออกเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 16 ตัว โดยในแต่ละซ้ำ ช่วงแรกเลี้ยงจำนวนคอกละ 6 และ 10 ตัว แบบคละเพศที่มีเพศผู้และเพศเมียอย่างละครึ่ง ส่วนในช่วงท้ายลดความหนาแน่นของการเลี้ยงลงครึ่งหนึ่ง คือ ใส่จำนวนคอกละ 3 และ 5 ตัว แบบแยกเพศ ตามลำดับ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 แผนผังการจัดจำนวนสุกรที่เลี้ยงในแต่ละหลุม

การจัดการเลี้ยงดู สูตรอาหารทดลอง และการบันทึกข้อมูล ทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 หลังจากปล่อยสุกรลงเลี้ยงบนวัสดุรองพื้นแล้ว จะมีการกลับวัสดุรองพื้นทุก 15 วัน รวมทั้งควบคุมความชื้นไม่ให้แห้งหรือชื้นเกินไป ทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

1.2.2 คุณภาพซากของสุกร

เมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวถึง 90 กก. ทำการสุ่มจากแต่ละซ้ำมา 1 ตัว นำไปชำแหละที่โรงฆ่าของเทศบาลข้างกลาน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ จากนั้นทำการบันทึกน้ำหนักตัวมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซาก ความหนาไขมันสันหลัง ความยาวซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ซึ่งมีรายละเอียดการบันทึกและการคำนวณ ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ซาก (dressing percentage) คำนวณได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{(\text{น้ำหนักซากสด} - 3\% \text{ ของน้ำหนักซากสด}) \times 100}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}}$$

น้ำหนักมีชีวิต หมายถึง น้ำหนักสัตว์ที่ชั่งก่อนฆ่าหลังจากอดอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แต่มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา

น้ำหนักซากสด หมายถึง น้ำหนักซากสัตว์ภายหลังจากฆ่า โดยแยกเอาเลือดและอวัยวะภายในออกหมด ยกเว้นไตที่ยังคงติดอยู่กับซาก

ความหนาไขมันสันหลังหรือไขมันหุ้มซาก (back fat thickness) โดยใช้ back fat probe วัดความหนาไขมันสันหลัง 3 จุด คือ บริเวณซี่โครงซี่แรก ซี่โครงซี่สุดท้าย และที่บริเวณกระดูกเอว (lumbar vertebrae) ข้อสุดท้าย การวัดให้รวมผิวหนังด้วย นำ 3 ค่าดังกล่าวมาหาค่าเฉลี่ย

ความยาวซาก (carcass length) ได้จากการวัดจุดหน้าสุดของกระดูกสะโพก (itch bone) ถึงจุดหน้าสุดของกระดูกสันหลังโดยใช้สายวัด (ชัยณรงค์, 2529) ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 การวัดความยาวซากสุกร

พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (loin eye area) ตัดกล้ามเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงที่ 10 กับ 11 ตามขวาง ใช้กระดาษลอกลายวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก

เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง พิจารณาจาก การประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของซากสุกรจากน้ำหนักซากสด ความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน นำผลบวกของข้อมูลทั้งสามเปรียบเทียบจากตารางมาตรฐานการประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง

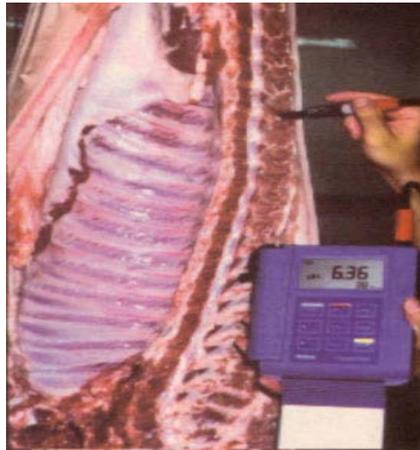
1.2.3 คุณภาพเนื้อของสุกร

- ค่าสีเนื้อ (Meat color measurement)

แยกกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ความหนาประมาณ 1 นิ้ว ใส่ถุงพลาสติกผืนึกปาก ถูเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมงหลังการตัดแต่ง จากนั้นนำเนื้อออกจากถุงวางในภาชนะเปิด เก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำออกจากตู้เย็นวัดค่าสีด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter โดยวัด 5 ตำแหน่ง บันทึกค่าเฉลี่ย L* : ความสว่างของเนื้อ (lightness) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-100, a* : แขนงของสีเขียวไปถึงสีแดง (red-green index) และ b* : แขนงของสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง (yellow-blue index)

- ค่าพีเอช (pH measurement)

วัดค่าพีเอชจากซากสุกรหลังฆ่า 45 นาที โดยวัดจากกล้ามเนื้อสันนอกที่ตัดระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 ด้วยเครื่อง pH-meter แฉงลึกลงไปประมาณ 1 ซม. ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การวัดค่าพีเอช

- ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity)

ชั่งน้ำหนักกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) (A) ห่อด้วยผ้าก๊อตเก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติกชนิดเย็น และให้ระดับผ้าก๊อตอยู่ห่างจากก้นถุงประมาณ 2 ซม. ผนึกปากถุงให้สนิทเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นในลักษณะแขวน ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมงหลังการตัดแต่ง นำชิ้นเนื้อออกจากถุงชั่งน้ำหนัก (B) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา (Drip loss) คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{Drip loss (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มซึ่งมี 2 กลุ่ม ใช้ค่า T-test ตามที่บ่งไว้โดยกัลยา (2542) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

อนึ่ง เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ได้ดำเนินการทดลองเบื้องต้น (ซักซ้อมเพื่อให้เกิดความคุ้นเคย) โดยใช้สุกร 3 สายเลือดที่ผลิตเองจากภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ เลี้ยงแบบย้ายคอกและลดจำนวน (ความหนาแน่นต่อคอก) ลงครึ่งหนึ่งในช่วงระยะสุกรขุน จำนวน 16 ตัว (ทำ 1 ซ้ำ) ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกับการทดลองที่ 1.2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น นำมาปรับปรุงสำหรับการทดลองจริง โดยได้ดำเนินการตั้งแต่เดือน พฤษภาคม จนถึง กันยายน 2551 ข้อมูลส่วนนี้ แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ 1 และ 2 หน้า 126

ส่วนที่ 2 : คุณสมบัติของวัสดุรองพื้นคอก ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม มี 2 การทดลอง ดังนี้

2.1 การทดลองที่ 1 : คุณสมบัติของวัสดุรองพื้นคอกและปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมจากการทดลองที่ 1.1

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุรองพื้นคอกจากการทดลองที่ 1.1 คือ ใบลำไยแห้ง ก้านยาสูบ วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว แกลบ มูลวัวแห้ง และรำละเอียด ก่อนเริ่มเลี้ยงเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างวัสดุรองพื้นระหว่างการเลี้ยง 2 ครั้ง คือ ที่ระยะเวลาเลี้ยง 45 และ 90 วัน โดยจะสุ่มเก็บตัวอย่างจาก 5 จุด ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร คลุกรวมกัน จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีตามตารางที่ 18

2.2 การทดลองที่ 2 : คุณสมบัติของวัสดุรองพื้นคอกและปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมจากการทดลองที่ 1.2

สุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุรองพื้นคอกก่อนเริ่มเลี้ยงจากการทดลองที่ 1.2 คือ ฟางข้าว วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว แกลบ มูลวัวแห้ง และรำละเอียด จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุรองพื้นในการเลี้ยงสุกรช่วงน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม ที่ระยะเวลาเลี้ยง 30 และ 45 วัน สำหรับในช่วงสุกรน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม หลังจากแยกเพศและย้ายมาเลี้ยงบนวัสดุรองพื้นคอกใหม่แล้ว ทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ ที่ระยะเวลาเลี้ยง 30 วัน และหลังจากนำสุกรออกจำหน่ายแล้ว เป็นเวลา 15 วัน (ระยะการหมักปุ๋ยอินทรีย์ 45 วัน) โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1

ตารางที่ 18 วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุรองพื้นคอกและปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม

ประเภท	วิธีการ
pH	ปุ๋ยอินทรีย์ : น้ำ อัตราส่วน 1 : 10 วัดด้วย pH meter
EC	ปุ๋ยอินทรีย์ : น้ำ อัตราส่วน 1 : 10 วัดด้วยเครื่อง Conductivity meter
Organic matter (OM)	ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ 0.1000 กรัม เติม 1N $K_2Cr_2O_7$ 10 มล. และ H_2SO_4 10 มล. เพื่อเร่งปฏิกิริยา ทิ้งไว้ข้ามคืน เติมน้ำกลั่น 100 มล. ไตเตรตด้วย $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ โดยใช้ O-phenanthroline ferrous 10 หยด เป็น indicator
Total N	ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ 0.1000 กรัม ใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้น ผสม salicylic acid ย่อยจนละลาย เติม Sodiumthiosulfate และ Catalyst Mixture ย่อยต่อจนสารละลายใส แล้วนำไปกลั่นโดยใช้ Boric acid เป็นตัวรับ และไตเตรต ด้วย H_2SO_4 เข้มข้น 0.02N
Total P	ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ 0.5000 กรัม เติม $HClO_4$ 10 มล. ย่อยที่อุณหภูมิ $240^\circ C$ จนใส กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 คูดสารละลายที่ได้ โดยให้เกิดปฏิกิริยากับ Molybdovanadate วัดด้วยเครื่อง UV-spectrophometer ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร
Total K	ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ 0.5000 กรัม เติม $HClO_4$ 10 มล. ย่อยที่อุณหภูมิ $240^\circ C$ จนใส กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 คูดสารละลายที่ได้ วัดหาปริมาณด้วยเครื่อง Flame Photometer
GI (Germination index)	ปุ๋ยหมัก : น้ำ อัตราส่วน 1:10 เขย่า 180 ครั้งต่อนาที นาน 1 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 คูดสารละลาย 3 มล. มาเพาะทดสอบกับถั่วเขียว และผักกาดเพื่อทดสอบการงอก

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2541)

ส่วนที่ 3 : การนำปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืช มี 3 การทดลอง ดังนี้

3.1 การทดลองที่ 1 : การใช้ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมในข้าวโพดฝักอ่อน

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้จากการเลี้ยงสุกรหลุมแบบย้ายคอกโดยลดจำนวนสุกรต่อคอกลงในช่วงท้ายของการเลี้ยง ซึ่งได้ทำการศึกษาเมื่อเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน 2551 ข้อมูลสมรรถภาพการผลิตของสุกรแสดงไว้ใน ตารางภาคผนวก ข ที่ 3 และ 4

การทดสอบอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในพื้นที่คอนกรีตครั้งนี้ ถือว่าเป็นการทดลองในเบื้องต้น ก่อนที่จะทำการผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ และทดสอบหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมอีกครั้ง โดยปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เตรียมจากเศษฝัก 693 กิโลกรัม วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว 712 กิโลกรัม และแกลบ 145 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าเข้ากัน โดยมีการใช้รำข้าว 1% เพื่อเพิ่มแหล่งไนโตรเจนให้กับจุลินทรีย์ และมูลวัวแห้ง 10% เพื่อเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ cellulose decomposer ส่วนด้านบนสุดโรยทับด้วยแกลบดิบปิดหน้าและใส่เพิ่มเติมอีก 2 ครั้งที่ระยะ 30 วัน และ 50 วัน เพื่อดูดซับความชื้นของน้ำ รวมจำนวน 127 กิโลกรัม รวมปริมาณวัสดุรองพื้นทั้งหมด 1,828 กิโลกรัม ในระหว่างการหมักทำการกลับกองเศษวัสดุทุกๆ 15 วัน จนได้เศษวัสดุที่พร้อมเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ เมื่อเลี้ยงสุกรบนวัสดุรองพื้นคอกนาน 90 วัน ซึ่งคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมดังกล่าว ผลแสดงไว้ในตารางภาคผนวก ข ที่ 2 จึงนำมาทดสอบจำนวน 150 กิโลกรัม เพื่อหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน โดยทดลองในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2551 มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

การเลือกพื้นที่ทดสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมใช้พื้นที่บริเวณด้านหน้าโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ ของสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหิยะในแปลงที่ได้ปรับเปลี่ยนมาทำระบบเกษตรอินทรีย์แล้วเป็นเวลา 3 ปี ซึ่งคุณสมบัติของดินที่ใช้ก่อนทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในระดับที่เหมาะสม และมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูง ตลอดจนมีปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ที่ละลายได้ และปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ดังรายละเอียดในตารางที่

ตารางที่ 19 คุณสมบัติของดินในแปลงก่อนการทดสอบอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม กับ ข้าวโพด
ฝักอ่อน

คุณสมบัติ	พื้นที่แปลงทดลอง
pH	5.67
EC (ds/m)	0.02
OM (%)	1.82
N (%)	0.09
P ₂ O ₅ (ppm)	58.00
K ₂ O (ppm)	75.00

แผนการทดลอง และตำรับการทดลอง

ใช้แปลงย่อย ขนาด 1.6 x 5.0 ตารางเมตร จำนวน 6 แปลง แต่ละแปลงปลูกต้นข้าวโพดฝักอ่อน ปลูกระยะระหว่างต้น และแถวเท่ากับ 30 x 40 เซนติเมตร ปุ๋ยที่ใช้ใส่แบบรองพื้นเพียงครั้งเดียว โดยคลุกกลบดินก่อนหยอดเมล็ดข้าวโพดทุกตำรับ ทำการพูนโคนต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก และถอดยอดเมื่ออายุ 50 วันหลังปลูก วางแผนการทดลองแบบ Randomized block design (RBD) ทำ 3 ซ้ำ และมีตำรับการทดลอง 6 ตำรับ ดังนี้

1. ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)
2. ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 1.0 ตัน/ไร่
3. ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 1.5 ตัน/ไร่
4. ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 2.0 ตัน/ไร่
5. ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 2.5 ตัน/ไร่
6. ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 3.0 ตัน/ไร่

สำหรับวิธีการจัดการดูแลตลอดการทดลอง ใช้วิธีการบริหารศัตรูพืชโดยยึดหลักการปลูกพืชระบบเกษตรอินทรีย์ และกำจัดวัชพืชด้วยวิธีการทางกายภาพร่วมกับการถอนด้วยมือ

การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. การเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อนได้สุ่มวัดในแถวที่ 2 และ 3 จำนวน 20 ต้นต่อซ้ำต่อต่อการทดลอง โดยวัดความสูงต้นจากโคนลำต้นจนถึงคอใบที่ระยะ 30 และ 55 วันหลังปลูก
2. ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนได้สุ่มเก็บในแถวที่ 2 และ 3 จำนวน 20 ต้นต่อซ้ำต่อการทดลอง เริ่มเก็บผลผลิตเมื่ออายุ 65 วัน โดยบันทึกผลผลิตในด้านน้ำหนักฝักสด และน้ำหนักฝักแห้งหลังปอกเปลือก ข้อมูลที่เก็บบันทึกได้นำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนของการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยหมักสุกรหลุมแต่ละต่อการทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อการทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

3.2 การทดลองที่ 2 : การใช้ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมที่ปรับปรุงคุณภาพในข้าวโพดฝักอ่อน

นำปุ๋ยอินทรีย์จากการทดลองที่ 3.1 จำนวน 1 ตันนำมาปรับปรุงคุณภาพโดยการเติมหินฟอสเฟตจำนวน 150 กิโลกรัม แร่เฟลด์สปาร์ จำนวน 50 กิโลกรัม คลุกให้เข้ากัน จากนั้นเติมกลุ่มจุลินทรีย์ที่เพิ่มประสิทธิภาพของธาตุอาหารหลัก 3 ชนิด ได้แก่ จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน 3 ชนิด คือ *Azospirillum sp.*, *Azotobactor sp.* และ *Beijerinckia sp.* จำนวนชนิดละ 8 ลิตร จุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัส จำนวน 2 กิโลกรัม จุลินทรีย์ละลายโพแทสเซียม จำนวน 8 ลิตร คลุกส่วนผสมทุกอย่างจนเป็นเนื้อเดียวกัน กองไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อให้มีปริมาณธาตุอาหารสูงขึ้น จากนั้นนำไปทดสอบหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

การเลือกพื้นที่ทดสอบ

ใช้พื้นที่บริเวณเดียวกับการทดลองที่ 3.1 คือ บริเวณด้านหน้าโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพของสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ในแปลงที่ได้ปรับเปลี่ยนมาทำระบบเกษตรอินทรีย์แล้วเป็นเวลา 3 ปี โดยคุณสมบัติของดินที่ใช้ก่อนทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 คุณสมบัติของดินในแปลงก่อนการทดสอบหาอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมที่ปรับปรุงคุณภาพกับข้าวโพดฝักอ่อน

คุณสมบัติ	พื้นที่แปลงทดลอง
pH	6.41
EC (ds/m)	0.08
OM (%)	1.12
N (%)	0.09
P ₂ O ₅ (ppm)	24.79
K ₂ O (ppm)	72.00

แผนการทดลอง และดำรับการทดลอง

ใช้แปลงทดสอบจำนวน 10 แปลง แต่ละแปลงมีขนาด 1.6 x 5.0 ตารางเมตร ปลูกต้นข้าวโพดฝักอ่อนให้มีระยะระหว่างต้น และแถวเท่ากับ 30 x 40 เซนติเมตร ปุ๋ยที่ใช้ใส่แบบรองพื้นจำนวนครึ่งหนึ่งของอัตราใช้ โดยทำการคลุกกลนดินก่อนหยอดเมล็ดข้าวโพดทุกดำรับ เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูกจึงทำการพูนโคนต้นข้าวโพดพร้อมกับใส่ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมหรือปุ๋ยเคมี (ตามกลุ่มทดลอง) แต่งหน้าจำนวนอีกครั้งหนึ่งของอัตราการใช้ วางแผนการทดลองแบบ Randomized block design ทำ 3 ซ้ำ และมีดำรับการทดลอง 10 ดำรับ ดังนี้

1. ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)
2. ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม 0.25 ตัน/ไร่
3. ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม 0.50 ตัน/ไร่
4. ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม 0.75 ตัน/ไร่
5. ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม 1.00 ตัน/ไร่
6. ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม 1.25 ตัน/ไร่
7. ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม 1.50 ตัน/ไร่
8. ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม 1.75 ตัน/ไร่
9. ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม 2.00 ตัน/ไร่
10. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ

สำหรับวิธีการจัดการดูแลตลอดการทดลอง การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.1

3.3 การทดลองที่ 3 : การใช้ปุ๋ยอินทรีย์สุกหลุมในแปลงของมูลนิธิโครงการหลวง

ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้จากการเลี้ยงสุกหลุมจากการทดลองที่ 1.2 (เลี้ยงแบบย้ายคอกลดความหนาแน่นของสุกหลุมครั้งหนึ่ง) แต่นำมาใช้ที่อายุการเก็บรักษาปุ๋ยที่ 90 วัน ซึ่งมีคุณสมบัติตามตารางที่ 48 นำมาทดสอบจำนวน 500 กิโลกรัม เพื่อหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นเปรียบเทียบกับการใช้ทดแทนปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นโปรแกรมปกติที่ทางมูลนิธิโครงการหลวงใช้ประจำ การทดลองนี้ทำในช่วงเดือนกันยายนถึงธันวาคม 2552

แผนการทดลอง และดำรับการทดลอง

ใช้ขุ่นสายพันธุ์ Beauty seedless อายุ 19 ปี ในแปลงย่อยขนาด 2.5 x 30 เมตร ปลูกให้มีระยะระหว่างต้น 3 เมตร จำนวน 10 ต้นต่อแถว ปุ๋ยที่ใช้ใส่รอบโคนต้นหลังการตัดแต่งกิ่ง วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำ 10 ซ้ำ (ต้น) มีดำรับการทดลอง 3 ดำรับ ดังนี้

1. ใส่ปุ๋ยคอก (มูลวัว) 10 กก./ต้น ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Control)
2. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สุกหลุม 10 กก./ต้น ร่วมกับปุ๋ยเคมี
3. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สุกหลุม 10 กก./ต้น

โดยการใช้ปุ๋ยเคมีในดำรับที่ 1 และ 2 จะแบ่งการให้ 4 ช่วง คือ

- เริ่มแตกตา หลังตัดแต่งกิ่ง 15 วัน ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 150 ก./ต้น และ 46-0-0 จำนวน 150 ก./ต้น ละลายน้ำรดต้น
- ช่วงติดผล ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 300 ก./ต้น ละลายน้ำรดต้น
- ช่วงผลอ่อนเปลี่ยนสี ให้ปุ๋ยสูตร 4-36-36 อัตราส่วน 100 ก./น้ำ 100 ลิตร ต้นละ 1 ลิตร ฉีดพ่นทางใบ
- ช่วงก่อนเก็บเกี่ยว ให้ปุ๋ยสูตร 13-0-46 จำนวน 150 ก./ต้น และ 0-0-50 จำนวน 150 ก./ต้น ละลายน้ำรดต้น

ส่วนปุ๋ยคอก ทางมูลนิธิโครงการหลวงหาซื้อจากฟาร์มวัวของเกษตรกรในท้องถิ่น

การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. บันทึกผลผลิตน้ำหนักผลสด จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนของการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยหมักสุกหลุมแต่ละตำรับที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตำรับโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

2. บันทึกความหวานของผลองุ่น โดยพิจารณาจากปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผล (Brix%) ด้วยเครื่องมือวัดความหวาน ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 เครื่องมือวัดความหวานและสเกลแสดงผล Brix%

สถานที่ทำการวิจัยและเก็บข้อมูล

1. ห้องปฏิบัติการ และฟาร์มสุกหลุมภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. แปลงทดลองพีชไร่ สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. แปลงองุ่น มูลินธิโครงการหลวงขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

ช่วงเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาการทดลอง 2 ปี (ตุลาคม 2550 – ธันวาคม 2552)