

## อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนการผลิตสุกรหรือที่เรียกว่า “สุกรหลุม”
2. ส่วนคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ และการนำไปใช้ประโยชน์

มีรายละเอียดของการศึกษาในแต่ละส่วน ดังนี้

**ส่วนที่ 1 : สุกรหลุม มี 2 การทดลอง**

**การทดลองที่ 1 การหาจำนวนสุกรที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหนึ่งหลุม**

**อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษา**

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

**วิธีการศึกษา**

ใช้สุกรสายพันธุ์ลูกผสมช่วงน้ำหนัก 15 กก. เป็นต้นไป จำนวน 60 ตัว โดยมีเพศผู้ตอนและเพศเมียอย่างละครึ่ง 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 14)

ชั้นที่ 1 (ล่างสุด) ใส่ใบลำไยแห้ง ให้มีความหนาประมาณ 30 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของใบลำไยแห้ง 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 14. รายละเอียดการใส่วัสดุรองพื้นในแต่ละชั้น

ชั้นที่	ชนิดวัสดุรองพื้น <sup>1/</sup>	ความหนา (ซม.)
1 (ล่างสุด)	ใบลำไยแห้ง	30
2	ก้านยาสูบ	30
3	วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว	30
4 (บนสุด)	แกลบ	10

<sup>1/</sup> มีการโรยรำละเอียดและมูลวัวแห้งในอัตราส่วน 1 และ 10% ของวัสดุรองพื้นในแต่ละชั้น ยกเว้นชั้นบนสุด ใส่เฉพาะแกลบเท่านั้น

ทั้งนี้หลังจากที่ปล่อยสุกรลงเลี้ยงแล้ว จะทำการกลับวัสดุรองพื้นทุก 15 วัน จนเสร็จสิ้นการทดลอง และในระหว่างการทดลองมีการเติมแกลบเพิ่มเมื่อวัสดุรองพื้นยุบตัวลง

เนื่องจากคอกสุกรทดลองมีอย่างจำกัด การศึกษาครั้งนี้จึงทำครั้งละซ้ำ โดยทำทั้งหมด 4 ซ้ำ แบ่งเป็นสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียอย่างละ 2 ซ้ำ รายละเอียดของส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการของสูตรอาหารทดลองในระยะสุกรเล็ก รุ่น และขุน แสดงไว้ในตารางที่ 15

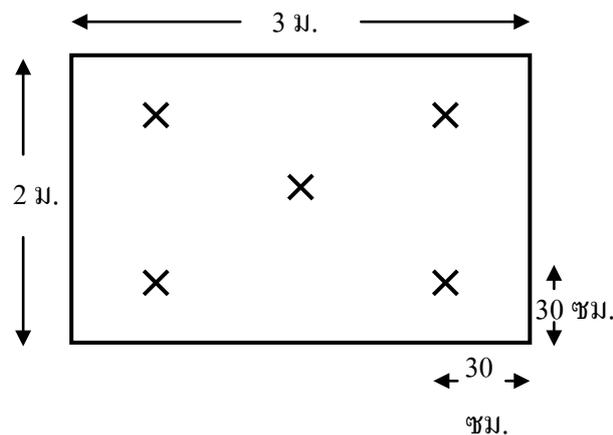
ตารางที่ 15. ส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองสุกรช่วงน้ำหนัก 15-90 กิโลกรัม

ช่วงน้ำหนักตัว (กก.)	15-30	30-60	60-90
ระดับโปรตีนในอาหาร (%)	18	16	14
<b>ส่วนประกอบของวัตถุดิบ:</b>			
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 <sup>1/</sup>	0.25	0.25	0.25
<b>รวม</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>องค์ประกอบทางเคมีโดยการคำนวณ (% สภาวะที่ใช้เลี้ยง)</b>			
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

<sup>1/</sup> หน่วย มก./กก. อาหาร (ยกเว้นที่ระบุ); กลุ่มวิตามิน: เอ 1.2 MIU, อี 1.2, เค<sub>3</sub> 0.15, บี<sub>1</sub> 0.15, บี<sub>2</sub> 0.2, บี<sub>12</sub> 0.0015, ไนอะซิน 1.5, กรดแพนโทธิค 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

### การบันทึกข้อมูล

- บันทึกน้ำหนักตัวสุกรเมื่อเริ่มทดลอง และเมื่อเปลี่ยนสูตรอาหารที่น้ำหนักตัวประมาณ 30, 60 กก. และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (น้ำหนักตัว 90 กก.)
- บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และที่เหลือจากการกินในแต่ละระยะของสุกร โดยบันทึกเป็นรายคอก
- บันทึกจำนวนวันที่เลี้ยง
- บันทึกอุณหภูมิวัดตรงพื้นทุกวัน โดยวัดที่ความลึกประมาณ 30 ซม. บันทึก 5 จุดของคอก คือ มุมคอกทั้ง 4 มุม ห่างจากผนังคอก 30 ซม. และตรงกลางคอก ตลอดระยะการทดลอง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิวัดตรงพื้นในคอกสุกร

- บันทึกน้ำหนักตัววัดตรงพื้นเมื่อเริ่มต้น ใส่เพิ่มเมื่อมีการขุบตัว และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง รวมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างวัดตรงพื้นที่อายุการเลี้ยงของสุกร 45 และ 90 วัน เพื่อนำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีและอนุรักษ์ศาสตร์ต่อไป

### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RBD) โดยมีเพศเป็น block สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มใช้วิธี Duncan's new multiple range test ตามที่บ่งไว้โดยกัลยา (2542) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

**การทดลองที่ 2 : การเลี้ยงแบบย้ายคอก โดยลดจำนวนสุกรต่อคอกลงในช่วงท้ายของการเลี้ยง**

**อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษา**

ใช้เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ยกเว้น

1. ใช้สุกรจำนวน 48 ตัว แบ่งออกโดยสุ่มเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 16 ตัว
2. วัสดุรองพื้นคอก แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ประกอบด้วย

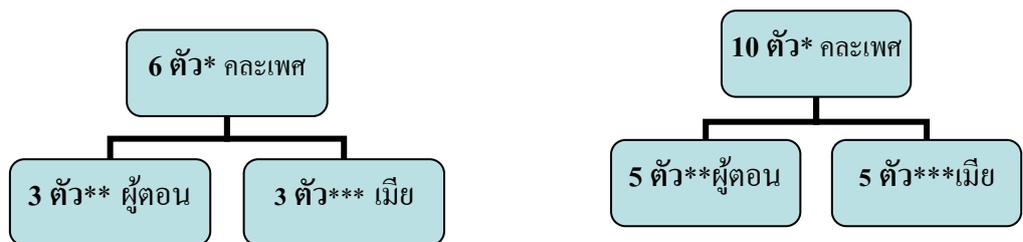
ชนิดที่ 1 ใช้เศษผักจากมูลนิธิโครงการหลวง วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว แกลบ มูลวัวแห้ง และรำละเอียด

ชนิดที่ 2 ใช้ต้นไมยราบตัดเป็นท่อน ฟางข้าว (หญ้า) แกลบ มูลวัวแห้ง และรำละเอียด

ชนิดที่ 3 ใช้ใบไม้แห้ง (ตีให้เป็นผงก่อน) ต้นเบญจมาศตัดเป็นท่อน แกลบ มูลวัวแห้ง และรำละเอียด

**วิธีการศึกษา**

นำสุกรพันธุ์ลูกผสม 3 สายเลือด (คอรอค x ลาร์จไวท์- แลนด์เรซ) จำนวน 48 ตัว แบ่งออกเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 16 ตัว โดยในแต่ละซ้ำ ช่วงแรกเลี้ยงจำนวนคอกละ 6 และ 10 ตัว แบบคละเพศ ส่วนในช่วงท้ายลดความหนาแน่นของการเลี้ยงลงครึ่งหนึ่ง คือ ใส่จำนวนคอกละ 3 และ 5 ตัว แบบแยกเพศ ตามลำดับ (ภาพที่ 7)



**ภาพที่ 7** แผนผังการจัดจำนวนสุกรที่เลี้ยงในแต่ละหลุมและชนิดของวัสดุรองพื้นที่ใช้

(\* วัสดุรองพื้นชนิดที่ 1, \*\*วัสดุรองพื้นชนิดที่ 2, \*\*\*วัสดุรองพื้นชนิดที่ 3)

การจัดการเลี้ยงดู สุตรอาหารทดลอง การบันทึกข้อมูล และการวิเคราะห์ผลทางสถิติทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ส่วนของวัสดุรองพื้นคอกแบ่งออกเป็น 3 ชนิด (ตารางที่ 16) ดังนี้

### ๑ ชนิดที่ 1

ชั้นที่ 1 (ล่างสุด) ใส่เศษผักจากมูลนิธิโครงการหลวง ให้มีความหนาประมาณ 40 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของปริมาณเศษผัก ตามลำดับ

ชั้นที่ 2 ใส่วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว ให้มีความหนาประมาณ 40 ซม. โรยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของปริมาณวัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว ตามลำดับ

ชั้นที่ 3 ใส่แกลบ (ปิดหน้าหลุม) ให้มีความหนาประมาณ 20 ซม.

วัสดุรองพื้นชนิดที่ 1 ใช้กับสุกรน้ำหนักตัวช่วง 15-60 กก.

### ๑ ชนิดที่ 2

ชั้นที่ 1 (ล่างสุด) ใส่ต้นไมยราบตัดเป็นท่อน ให้มีความหนาประมาณ 40 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของปริมาณต้นไมยราบ ตามลำดับ

ชั้นที่ 2 ใส่ฟางข้าว (หญ้า) ให้มีความหนาประมาณ 40 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของปริมาณฟางข้าว ตามลำดับ

ชั้นที่ 3 ใส่แกลบ (ปิดหน้าหลุม) ให้มีความหนาประมาณ 20 ซม.

### ๑ ชนิดที่ 3

ชั้นที่ 1 (ล่างสุด) ใส่ใบไม้แห้ง (ดีให้เป็นผงก่อน) ให้มีความหนาประมาณ 40 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของปริมาณใบไม้แห้ง ตามลำดับ

ชั้นที่ 2 ใส่ต้นเบญจมาศตัดเป็นท่อนให้มีความหนาประมาณ 40 ซม. จากนั้นโรยด้วยรำละเอียดและมูลวัวแห้งอย่างละ 1 และ 10% ของปริมาณต้นเบญจมาศ ตามลำดับ

ชั้นที่ 3 ใส่แกลบ (ปิดหน้าหลุม) ให้มีความหนาประมาณ 20 ซม.

วัสดุรองพื้นชนิดที่ 2 และ 3 ใช้กับสุกรน้ำหนักตัวช่วง 60-90 กก.

### ตารางที่ 16. รายละเอียดการใส่วัสดุรองพื้นแต่ละชนิดในแต่ละชั้น

ชั้นที่	วัสดุรองพื้น <sup>1/</sup>			ความหนา (ซม.)
	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3	
1 (ล่างสุด)	เศษผัก	ต้นไมยราบ	ใบไม้แห้ง	40
2	วัสดุเพาะเห็ด	ฟางข้าว	ต้นเบญจมาศ	40
3 (บนสุด)	แกลบ	แกลบ	แกลบ	20

<sup>1/</sup> มีการโรยรำละเอียดและมูลวัวแห้งในอัตราส่วน 1 และ 10% ของวัสดุรองพื้นในแต่ละชั้น ยกเว้นชั้นบนสุด ใส่เฉพาะแกลบเท่านั้น

หลังจากปล่อยสุกรลงเลี้ยงบนวัสดุรองพื้นแล้ว จะมีการกลับวัสดุรองพื้นทุก 15 วัน รวมทั้งควบคุมความชื้นไม่ให้แห้งหรือชื้นเกินไป ทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

## ส่วนที่ 2 : คุณสมบัติของวัสดุรองพื้นคอก ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม และการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืช

การดำเนินการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้จากการเลี้ยงสุกรหลุม โดยทดสอบอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในพื้นที่ดอน ก่อนที่จะทำการผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ - ชีวภาพ และทดสอบหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมอีกครั้ง ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

### การเลือกพื้นที่ทำการทดลอง

ใช้พื้นที่ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมในพื้นที่บริเวณด้านหน้าโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ - ชีวภาพ ของสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหิระในแปลงที่ได้ปรับเปลี่ยนมาทำระบบเกษตรอินทรีย์แล้วเป็นเวลา 3 ปี ซึ่งคุณสมบัติของดินที่ใช้ก่อนทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในระดับที่เหมาะสม และมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูง ตลอดจนปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ที่ละลายได้ และปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ดังมีรายละเอียดในตารางที่ 17

ตารางที่ 17. คุณสมบัติของดินในแปลงก่อนการทดสอบอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม กับข้าวโพดฝักอ่อน

คุณสมบัติ	พื้นที่แปลงทดลอง
pH	5.67
EC (ds/m)	0.02
OM (%)	1.82
N (%)	0.09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	58
K <sub>2</sub> O (ppm)	75

### การเตรียมปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุม

ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมที่ใช้ในการทดลอง เตรียมจากการทำปุ๋ยหมักที่นำมาจากการเลี้ยงสุกรสามสายพันธุ์ คือ ลาร์จไวท์ แลนด์เรซ และคูรอก จำนวน 6 ตัว ในขนาดคอกกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร และลึก 1 เมตร โดยสัดส่วนของเศษวัสดุที่ใช้รองคอกพื้นสุกรหลุมประกอบด้วย เศษผัก 693 กิโลกรัม วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว 712 กิโลกรัม และแกลบ 145 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าเข้ากันโดยมีการให้รำข้าว 1% เพื่อเพิ่มแหล่งไนโตรเจนให้กับจุลินทรีย์ และมูลวัวแห้ง 10% เพื่อเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ cellulose decomposer และด้านบนสุดโรยทับด้วยแกลบดิบปิดหน้าหนา 20 เซนติเมตร และใส่เพิ่มเติมอีก 2 ครั้งที่ระยะ 30 วัน และ 50 วัน เพื่อดูดซับความชื้นของน้ำ รวมจำนวน 127 กิโลกรัม (ตารางที่ 25) ในระหว่างการหมักทำการกลับกองเศษวัสดุทุกๆ 15 วัน จนได้เศษวัสดุที่พร้อมเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ เมื่อเลี้ยงสุกรบนวัสดุรองคอกนาน 90 วัน ซึ่งมีคุณสมบัติตามตารางที่ 31 โดยปุ๋ยที่ได้มีธาตุอาหารหลักของพืชสูงกว่าปุ๋ยหมักทั่วไปตามข้อกำหนดของกรมวิชาการเกษตรที่ระบุว่ามีไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 1.0% ฟอสฟอรัส 0.5% และโพแทสเซียม 0.5% (ราชกิจจานุเบกษา, 2550) แต่ปุ๋ยที่ได้จากการใช้วัสดุรองพื้นคอกดังกล่าวมีไนโตรเจน 2.11% ฟอสฟอรัส 2.54% และโพแทสเซียม 1.76% นอกจากนั้นยังมีค่าดัชนีความงอก (Germination index; GI) มากกว่า 80% (ตารางที่ 31) เป็นไปตามข้อกำหนดทางวิชาการว่า เป็นปุ๋ยหมักที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงนำมาทดสอบหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2551

### แผนการทดลอง และดำรับการทดลอง

ทำการทดสอบอัตราปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมที่หมักได้ในระยะ 90 วัน กับข้าวโพดฝักอ่อนในแปลงย่อย ขนาด 1.6 x 5.0 ตารางเมตร ปลูกในระยะระหว่างต้น และแถว 30 x 40 เซนติเมตร ซึ่งปุ๋ยที่ใช้ใส่แบบรองพื้นเพียงครั้งเดียว โดยทำการคลุกกลบดินก่อนหยอดเมล็ดข้าวโพดทุกดำรับ ทำการพูนโคนต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก และถอยยอดเมื่ออายุ 50 วันหลังปลูก ตามลำดับ โดยได้วางแผนการทดลองแบบ RBD ทำ 3 ซ้ำ และมีดำรับการทดลอง 6 ดำรับ ดังนี้

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

สำหรับวิธีการจัดการดูแลตลอดการทดลอง ใช้วิธีการบริหารศัตรูพืชโดยยึดหลักการปลูกพืชระบบเกษตรอินทรีย์ และกำจัดวัชพืชด้วยวิธีการถางด้วยจอบร่วมกับการถอนด้วยมือ

#### การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

#### สถานที่ทำการวิจัยและเก็บข้อมูล

1. ห้องปฏิบัติการ และฟาร์มสุกรภาควิชาสัตวศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปฐพีและอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. แปลงทดลองพืชไร่ สถานีวิจัยและศูนย์ฝักอบรมการเกษตรแม่เหียะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### ส่วนที่ 1 : สุกรหลุม

#### การหาจำนวนสุกรที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหนึ่งหลุม (การทดลองที่ 1)

##### สมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากผลการทดลองในช่วงสุกรน้ำหนักตัว 15-30 กก. ปรากฏว่า ทุกกลุ่ม (เลี้ยงแบบ 3, 5 และ 7 ตัว/คอก) ให้ผลไม่แตกต่างกันในทางสถิติ อย่างไรก็ตามการเลี้ยงแบบใช้สุกร 3 ตัว/คอก มีอัตราการเจริญเติบโต และปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าคอก 5 และ 7 ตัว (487.8 vs. 430.9 และ 381.8 ก. และ 1.02 vs. 0.95 และ 0.84 กก. ตามลำดับ) ส่งผลให้อัตราแลกน้ำหนักของคอกที่เลี้ยง 3 ตัวมีค่าต่ำกว่าคอก 5 และ 7 ตัว รวมทั้งใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงให้น้ำหนัก 30 กก. น้อยกว่าประมาณ 3 และ 7 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

สำหรับผลการศึกษาในสุกรช่วงน้ำหนัก 30-60 และ 60-90 กก. ขณะนี้ได้ทำเสร็จสิ้นไปแล้วจำนวน 3 และ 2 ซ้ำ ซึ่งยังคงเหลือค้างอีก 1 และ 2 ซ้ำ ตามลำดับ จึงไม่สามารถนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติได้ อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลผลการศึกษาในเบื้องต้นดังกล่าว พอจะสรุปโดยย่อได้ว่าการเลี้ยงสุกรโดยใช้จำนวน 7 ตัว/คอก มีแนวโน้มของน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน การกินอาหารได้เฉลี่ยต่อวัน น้อยกว่าคอก 5 และ 3 ตัว ตามลำดับ จึงส่งผลให้อัตราแลกน้ำหนักมีแนวโน้มดีน้อยกว่ารวมทั้งใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงที่นานกว่า ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการมีพื้นที่ต่อตัวน้อยกว่า (ตารางที่ 19 และ 20)

เมื่อพิจารณาตลอดระยะเวลาการทดลอง (น้ำหนักตัวสุกร 15-90 กก.) ผลแสดงในตารางที่ 21 ซึ่งเป็นผลในเบื้องต้นยังอยู่ในระหว่างการทดลอง (ข้อมูลเฉลี่ยมาจาก 2 ซ้ำ) จากข้อมูลข้างต้นพอจะชี้ให้เห็นว่า การเลี้ยงสุกรแบบ 7 ตัว/คอกหรือเท่ากับใช้พื้นที่เลี้ยง 0.8 ตารางเมตร/ตัว สุกรมีการเจริญเติบโตไม่ดี กินอาหารได้ไม่มาก อัตราแลกน้ำหนักค่อนข้างสูง และยังทำให้มีสุกรตายเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเลี้ยงแน่น สุกรอยู่อย่างแออัด รวมทั้งการใช้วัสดุรองพื้นกันหลุม (การทำปุ๋ยหมัก) ทำให้มีความร้อนเกิดขึ้น (ข้อมูลของอุณหภูมิวัสดุรองพื้น แสดงไว้ในภาพที่ 8) การเลี้ยงแบบ 3 ตัว/คอก หรือเท่ากับใช้พื้นที่เลี้ยง 2.0 ตารางเมตร/ตัว ให้สมรรถภาพการผลิตสุกรดีที่สุดที่ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเพียง 139 วัน อย่างไรก็ตามการเลี้ยงแบบ 5 ตัว/คอก หรือเท่ากับใช้พื้นที่เลี้ยง 1.2 ตารางเมตร/ตัว ซึ่งเป็นอัตราปกติที่ใช้กันทั่วไปของฟาร์มการค้า มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.52 กก. กินอาหารได้เฉลี่ย 1.34 กก./วัน อัตราแลกน้ำหนักเท่ากับ 2.60 และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 148-149 วัน มีค่าสูงกว่าการเลี้ยงในฟาร์มการค้าเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

พันธุกรรมของสุกร โดยสุกรที่ใช้ทดลองในครั้งนี้เป็นสายพันธุ์ที่คัดเลือกและปรับปรุงขึ้นเองโดย  
 ภาควิชาสัตวศาสตร์ มิได้นำสายเลือดจากต่างประเทศเข้ามาใช้ จึงให้ผลด้านสมรรถภาพการผลิตต่ำ  
 กว่าเล็กน้อย นอกจากนี้เนื่องจากเลี้ยงบนคอกหมูหลุมจะมีความร้อนจากการหมักวัสดุรอง  
 พื้น โดยในช่วงแรกๆ (ประมาณ 10 สัปดาห์) มีอุณหภูมิ 40-50 °C (ภาพที่ 8) อาจเป็นอุปสรรคต่อ  
 การกินอาหารได้และการเจริญเติบโตของสุกร

ตารางที่ 18. สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่เลี้ยงบนคอกปุ๋ยอินทรีย์ (สุกรหลุม) ช่วงน้ำหนัก 15-30  
 กก. ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 18%, 3.2 kcal ME/g (Exp 1)<sup>1/</sup>

จำนวนสุกร/คอก	3 ตัว			5 ตัว			7 ตัว		
	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย
น้ำหนักสุกร (กก.)									
- เริ่มต้น	15.30	15.00	<b>15.15</b>	15.45	15.05	<b>15.25</b>	15.25	15.00	<b>15.13</b>
- สิ้นท้าย	30.25	30.25	<b>30.25</b>	30.30	29.50	<b>29.90</b>	30.05	29.60	<b>29.83</b>
- เพิ่ม	14.95	15.25	<b>15.10</b>	14.85	14.45	<b>14.65</b>	14.80	14.60	<b>14.70</b>
-ADG (ก.)	467.19	508.33	<b>487.76</b>	450.00	412.86	<b>430.88</b>	379.49	384.21	<b>381.82</b>
ปริมาณอาหารที่กิน (กก.)									
- ทั้งหมด	30.83	32.50	<b>31.67</b>	33.00	31.30	<b>32.15</b>	33.57	31.00	<b>32.29</b>
- เฉลี่ย/วัน	0.96	1.08	<b>1.02</b>	1.00	0.89	<b>0.95</b>	0.86	0.82	<b>0.84</b>
อัตราแลกน้ำหนัก	2.06	2.13	<b>2.10</b>	2.22	2.17	<b>2.19</b>	2.27	2.12	<b>2.20</b>
จำนวนวันที่เลี้ยง	32.00	30.00	<b>31.00</b>	33.00	35.00	<b>34.00</b>	39.00	38.00	<b>38.50</b>

<sup>1/</sup> ทุกกลุ่มให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ADG = Average daily gain (น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน)

ไม่มีสุกรตายในทุกกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 19. สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่เลี้ยงบนคอกปุ๋ยอินทรีย์ (สุกรหลุม) ช่วงน้ำหนัก 30-60 กก. ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 16%, 3.2 kcal ME/g (Exp 1; ข้อมูลเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ)

จำนวนสุกร/คอก	3 ตัว			5 ตัว			7 ตัว		
	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย
น้ำหนักสุกร (กก.)									
- เริ่มต้น	29.50	30.25	<b>29.88</b>	29.60	29.50	<b>29.55</b>	29.60	29.16	<b>29.38</b>
- สิ้นท้าย	60.80	60.90	<b>60.85</b>	60.40	61.50	<b>60.95</b>	60.20	63.00	<b>61.60</b>
- เพิ่ม	31.30	30.65	<b>30.98</b>	30.80	32.00	<b>31.40</b>	30.60	33.84	<b>32.22</b>
-ADG (ก.)	549.12	547.32	<b>548.22</b>	488.89	533.33	<b>511.11</b>	456.72	520.62	<b>488.67</b>
ปริมาณอาหารที่กิน (กก.)									
- ทั้งหมด	68.33	75.00	<b>71.67</b>	78.00	81.50	<b>79.75</b>	84.28	76.42	<b>80.35</b>
- เฉลี่ย/วัน	1.20	1.34	<b>1.27</b>	1.24	1.36	<b>1.30</b>	1.26	1.18	<b>1.22</b>
อัตราแลกน้ำหนัก	2.18	2.45	<b>2.32</b>	2.53	2.55	<b>2.54</b>	2.75	2.26	<b>2.51</b>
อัตราการตาย <sup>1/</sup> (ตัว)	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	1/14	<b>0.25/7</b>
จำนวนวันที่เลี้ยง	57.00	56.00	<b>56.50</b>	63.00	60.00	<b>61.50</b>	67.00	65.00	<b>66.00</b>

<sup>1/</sup> จำนวนที่ตายต่อจำนวนสุกรที่เลี้ยงในแต่ละกลุ่ม/เพศ

ADG = Average daily gain (น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน)

ตารางที่ 20. สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่เลี้ยงบนคอกปุ๋ยอินทรีย์ (สุกรหลุม) ช่วงน้ำหนัก 60-90 กก. ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 14%, 3.2 kcal ME/g (Exp 1; ข้อมูลเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ)

จำนวนสุกร/คอก	3 ตัว			5 ตัว			7 ตัว		
	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย
น้ำหนักสุกร (กก.)									
- เริ่มต้น	60.80	60.00	<b>60.40</b>	58.30	61.60	<b>59.95</b>	60.20	60.14	<b>60.17</b>
- สิ้นท้าย	91.20	89.70	<b>90.45</b>	89.50	93.10	<b>91.30</b>	91.60	90.33	<b>90.97</b>
- เพิ่ม	30.40	29.70	<b>30.05</b>	31.20	31.50	<b>31.35</b>	31.40	30.19	<b>30.80</b>
-ADG (ก.)	573.58	594.00	<b>583.79</b>	624.00	562.50	<b>593.25</b>	541.38	494.92	<b>518.15</b>
ปริมาณอาหารที่กิน (กก.)									
- ทั้งหมด	83.33	80.00	<b>81.67</b>	80.30	94.00	<b>87.15</b>	80.29	80.00	<b>80.14</b>
- เฉลี่ย/วัน	1.57	1.60	<b>1.58</b>	1.61	1.68	<b>1.64</b>	1.38	1.31	<b>1.35</b>
อัตราแลกน้ำหนัก	2.74	2.69	<b>2.72</b>	2.57	2.98	<b>2.78</b>	2.56	2.65	<b>2.60</b>
อัตราการตาย <sup>1/</sup> (ตัว)	0	0	<b>0</b>	2/10	0	<b>0.5/5</b>	1/14	1/14	<b>0.5/7</b>
จำนวนวันที่เลี้ยง	53.00	50.00	<b>51.50</b>	50.00	56.00	<b>53.00</b>	58.00	61.00	<b>59.50</b>

<sup>1/</sup> จำนวนที่ตายต่อจำนวนสุกรที่เลี้ยงในแต่ละกลุ่ม/เพศ

ADG = Average daily gain (น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน)

ตารางที่ 21. สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่เลี้ยงบนคอกปุ๋ยอินทรีย์ (สุกรหลุม) ตลอดระยะเวลาการทดลอง (น้ำหนัก 15-90 กก.; Exp 1)

จำนวนสุกร/คอก	3 ตัว			5 ตัว			7 ตัว		
	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย
น้ำหนักสุกร (กก.)									
- เริ่มต้น	15.30	15.0	<b>15.15</b>	15.45	15.05	<b>15.25</b>	15.25	15.00	<b>15.13</b>
- สุดท้าย	91.20	89.70	<b>90.45</b>	89.50	93.10	<b>91.30</b>	91.60	90.33	<b>90.97</b>
- เพิ่ม	75.90	74.70	<b>75.30</b>	74.05	78.05	<b>76.05</b>	76.35	75.33	<b>75.84</b>
-ADG (ก.)	0.54	0.55	<b>0.54</b>	0.51	0.52	<b>0.52</b>	0.47	0.46	<b>0.47</b>
ปริมาณอาหารที่กิน (กก.)									
- ทั้งหมด	182.50	187.50	<b>185.00</b>	191.30	206.80	<b>199.05</b>	198.14	187.42	<b>192.78</b>
- เฉลี่ย/วัน	1.29	1.38	<b>1.33</b>	1.31	1.37	<b>1.34</b>	1.21	1.14	<b>1.17</b>
อัตราแลกเปลี่ยนน้ำหนักร	2.40	2.51	<b>2.46</b>	2.57	2.63	<b>2.60</b>	2.60	2.48	<b>2.54</b>
อัตราการตาย <sup>1/</sup> (ตัว)	0	0	<b>0</b>	2/10	0	<b>0.5/5</b>	1/14	2/14	<b>0.75/7</b>
จำนวนวันที่เลี้ยง	142	136	<b>139</b>	146	151	<b>148.5</b>	164	164	<b>164</b>

<sup>1/</sup> จำนวนที่ตายต่อจำนวนสุกรที่เลี้ยงในแต่ละกลุ่ม/เพศ

ADG = Average daily gain (น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน)

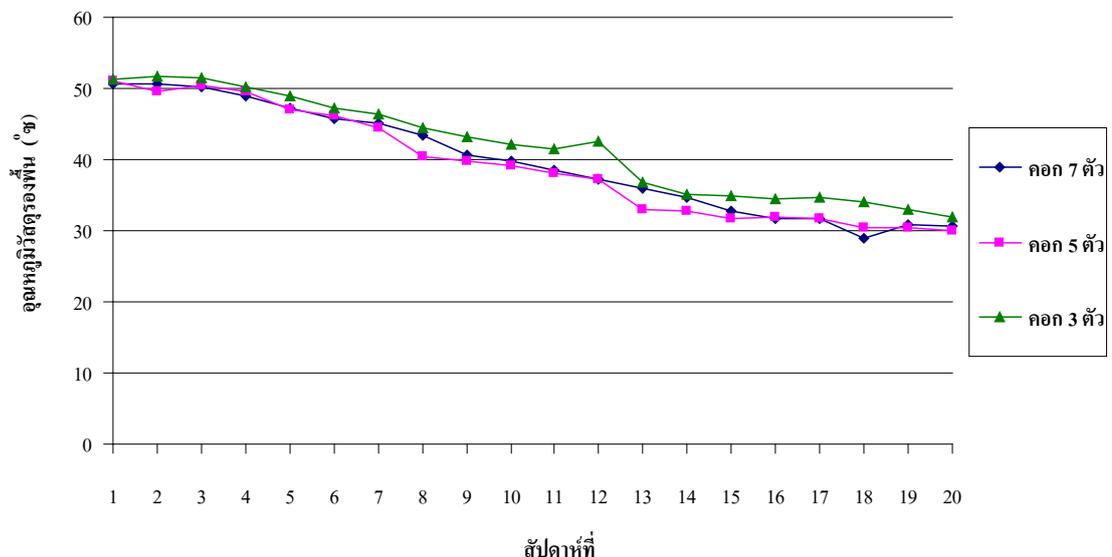
### ปริมาณการใช้วัสดุรองพื้นและปุ๋ยหมักอินทรีย์ที่ได้

จากขนาดของพื้นคอกสุกร 2x3 ตารางเมตร ลึก 1 เมตร (6 ลูกบาศก์เมตร) ปรากฏว่าได้ใส่ใบลำไยแห้ง จำนวน 200 กก. ก้านยาสูบที่สับเป็นท่อนแล้วจำนวน 300 กก. และวัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว โดยนำมาจากการเพาะเห็ดและถุงพลาสติกที่ห่อหุ้มออก นำไปย่อยด้วยเครื่องบดไม่ให้จับเป็นก้อน จำนวน 300 กก. โดยทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาใส่เป็นชั้นๆ ให้มีความหนาชั้นละ 30 ซม. นอกจากนี้ยังใส่รำละเอียดและมูลวัวแห้งในอัตราส่วน 1 และ 10% ของวัสดุรองพื้นแต่ละชั้น เพื่อให้เป็นธาตุอาหาร แหล่งไนโตรเจน และเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ Cellulose decomposer รวมทั้ง 3 ชั้นเป็นจำนวน 8 และ 80 กก. ตามลำดับ จากนั้นนำแกลบ (ดิบ) มาใส่ปิดหน้าหลุมให้มีความหนาประมาณ 10 ซม. อีกจำนวน 160 กก. รวมปริมาณวัสดุรองพื้นที่ใส่ในครั้งแรกนี้ทั้งหมดเท่ากับ 1,048 กก. เมื่อปล่อยสุกรลงไปเลี้ยงบนวัสดุรองพื้นที่ใส่ลงไปข้างต้น ปรากฏว่าวัสดุรองพื้นดังกล่าวได้ยุบตัวลงไป จึงได้นำแกลบมาใส่เพิ่มอีก 3 ครั้ง จำนวน 330 กก. รวมใช้วัสดุรองพื้นก้นหลุมทั้งหมด 1,378 กก./คอก (ตารางที่ 22)

หลังจากได้เสร็จสิ้นการเลี้ยงสุกรบนหลุมที่ใส่วัสดุเศษเหลือดังกล่าว ซึ่งเท่ากับได้ผ่านการหมัก รวมทั้งยังได้ส่วนมูลและปัสสาวะจากสุกรปลงไปด้วย ทำให้ได้ปุ๋ยหมัก (ปุ๋ยอินทรีย์หมูลุม) ดังแสดงในตารางที่ 22 ปรากฏว่าในคอกที่เลี้ยงสุกรจำนวน 7 ตัว/คอกได้ปุ๋ยมากที่สุด (2,508 กก.) ส่วนการเลี้ยงแบบ 3 และ 5 ตัว/คอก ได้ปริมาณปุ๋ยต่างกันไม่มากนัก (2,253 vs. 2,287 กก. ตามลำดับ) ทั้งนี้ปุ๋ยที่ได้ดังกล่าวข้างต้นมีความชื้นประมาณ 55-61%

### อุณหภูมิวัสดุรองพื้นคอกสุกร

จากการสุ่มวัดอุณหภูมิของวัสดุรองพื้นก้นหลุมของแต่ละคอกจำนวน 5 จุด ที่อยู่ลึกลงไปประมาณ 1 ฟุต โดยบันทึกทุกวัน จากนั้นนำมาเฉลี่ยเป็นรายสัปดาห์ ผลแสดงในภาพที่ 8 ปรากฏว่าในช่วง 3-4 สัปดาห์แรก อุณหภูมิของวัสดุรองพื้นขึ้น ไปสูงถึง 50 °C แสดงให้เห็นว่า ในช่วงแรกนี้เกิดกระบวนการหมัก จนวัสดุเกิดการย่อยสลายแล้วอุณหภูมิจึงลดลง โดยลดลงอย่างรวดเร็วมาก ในคอกที่เลี้ยงแบบ 5 และ 7 ตัว ส่วนคอกที่เลี้ยงแบบ 3 ตัวอุณหภูมิจะลดลงช้ากว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ มูลและปัสสาวะที่ได้จากสุกรจำนวนดังกล่าวน้อยกว่าแบบ 5 และ 7 ตัว กระบวนการย่อยสลายจึงเกิดได้ช้ากว่า



ภาพที่ 8 อุณหภูมิวัสดุรองพื้นคอกสุกร (Exp 1)

(ข้อมูลสัปดาห์ที่ 1-12 มาจากการทดลอง 4 ซ้ำ ส่วนสัปดาห์ที่ 13-20 มาจาก 2 ซ้ำ)

ตารางที่ 22. ปริมาณวัสดุรองพื้นที่ใส่ตลอดระยะเวลาการทดลอง และปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้เมื่อเลี้ยงสุกรตั้งแต่ 15-90 กก. ด้วยจำนวนสุกรต่อคอกต่างกัน (ข้อมูลจากการทดลอง 1 ซ้ำ)

จำนวนสุกรต่อคอก (ตัว)	3	5	7
<b>ปริมาณวัสดุรองพื้นที่ใส่ (กก.)</b>			
เมื่อเริ่มต้น			
- ใบลำไยแห้ง	200	200	200
- ก้านยาสูบ	300	300	300
- วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว	300	300	300
- แกลบ	160	160	160
- มูลวัวแห้ง	80	80	80
- รำละเอียด	8	8	8
รวม	1,048	1,048	1,048
ระหว่างการทดลอง			
- แกลบ	330	330	330
รวม	330	330	330
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>1,378</b>	<b>1,378</b>	<b>1,378</b>
<b>ปริมาณปุ๋ยที่ได้ (กก.)</b>			
- น้ำหนักเมื่อตากแห้ง (กก.)	2,253	2,287	2,508
- น้ำหนักเมื่ออบแห้ง (% DM)	1,007	1,001	1,368
- ความชื้น (%)	55.3	56.2	61.0

DM = Dry matter

การเลี้ยงแบบย้ายคอกโดยลดจำนวนสุกรต่อคอกลงในช่วงท้ายของการเลี้ยง (การทดลองที่ 2)

สมรรถภาพการผลิตของสุกร (ข้อมูลจาก 1 ซ้ำ)

เมื่อทำการเลี้ยงสุกร โดยในช่วงระยะสุกรเล็กและรุ่นได้ใส่จำนวนสุกรต่อคอกในอัตราที่มาก คือ จำนวนคอกละ 6 และ 10 ตัว หรือเทียบเท่ากับเลี้ยงสุกรในพื้นที่ที่มีความหนาแน่น 1.0 และ 1.7 ตัว/ตารางเมตร (หรือเท่ากับ 1.0 และ 0.6 ตารางเมตร/ตัว ตามลำดับ) หลังจากนั้นจะนำไปเลี้ยงในคอกที่มีวัสดุรองพื้นใหม่พร้อมกับลดจำนวนตัวต่อคอกลง หรือเท่ากับให้มีพื้นที่เลี้ยงมากขึ้น ผลปรากฏว่า ในช่วงน้ำหนักตัวระหว่าง 15-30 กก. (สุกรระยะเล็ก) การเลี้ยงที่จำนวน 6 ตัวต่อคอก มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 478.3 ก./วัน อัตราการแลกน้ำหนักเท่ากับ 2.0 ส่วนการเลี้ยงจำนวน

10 ตัวต่อคอก มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย 438.6 ก./วัน อัตราการแลกน้ำหนักเท่ากับ 2.08 ผลข้างต้นนี้ยังไม่ได้วิเคราะห์ผลทางสถิติ

ส่วนระยะเวลาในการเลี้ยงสุกรให้ได้น้ำหนัก 30 กก. พบว่า การเลี้ยงที่จำนวนคอกละ 6 ตัวใช้เวลา 30 วัน ส่วนคอก 10 ตัวใช้เวลา 35 วัน แสดงให้เห็นว่าคอกที่เลี้ยงสุกรจำนวน 6 ตัวใช้เวลาในการเลี้ยงน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นในการเลี้ยงน้อยกว่า ทำให้สุกรเจริญเติบโตได้เร็วกว่านั่นเอง

สำหรับผลการทดลองในช่วงน้ำหนัก 30-60 กก. ปรากฏว่า คอกที่เลี้ยง 6 ตัว มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 782.1 ก. อัตราการแลกน้ำหนัก 2.55 ส่วนคอกที่เลี้ยง 10 ตัว มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยวันละ 737.8 ก. อัตราการแลกน้ำหนัก 2.57 ระยะเวลาในการเลี้ยงสุกรให้มีน้ำหนักถึง 60 กก. (จาก 30 กก.) คอกที่เลี้ยง 6 ตัว ใช้เวลา 39 วัน ในขณะที่คอกที่เลี้ยง 10 ตัว ใช้เวลา 41 วัน แตกต่างกันเพียง 2 วันเท่านั้น แสดงให้เห็นว่า ในช่วงแรก (สุกรระยะเล็กและรุ่น) สามารถเพิ่มจำนวนสุกรต่อหน่วยพื้นที่ให้มากขึ้นได้ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการทำปุ๋ยอินทรีย์โดยการใส่วัสดุเศษเหลือต่างๆ ลงไปรองพื้นคอกสุกร รวมทั้งยังจะได้มูลสุกรผสมในปุ๋ยหมักดังกล่าวเพิ่มขึ้นอีก ทำให้ได้สัดส่วนธาตุอาหาร (N, P และ K) สำหรับพืชเพิ่มขึ้นด้วย ดังตารางที่ 23

หลังจากสุกรมีน้ำหนักตัวถึง 60 กก. แล้ว ได้นำสุกรย้ายไปเลี้ยงในคอกที่มีวัสดุรองพื้น (ก้นหลุม) ชนิดใหม่พร้อมปลดจำนวนสุกรต่อคอกให้น้อยลงครึ่งหนึ่ง ซึ่งจะมีความหนาแน่นของพื้นที่เลี้ยงเท่ากับ 0.5 และ 0.8 ตัวต่อตารางเมตร (หรือเท่ากับ 2.0 และ 1.2 ตารางเมตร/ตัว ตามลำดับ) รวมทั้งมีการเลี้ยงแบบแยกเพศจนถึงน้ำหนัก 90 กก. (สุกรระยะขุน) ผลปรากฏว่า การเลี้ยงแบบ 5 ตัว/คอก มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันต่ำกว่าเลี้ยงแบบ 3 ตัว/คอกเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานขึ้นอีก 7 วัน (70 vs. 63 วัน ตามลำดับ) โดยมีอัตราการแลกน้ำหนักใกล้เคียงกันมาก (3.59 vs. 3.58 ตามลำดับ) ทั้งนี้เพราะการเลี้ยงแบบ 5 ตัว/คอก สุกรทดลองกินอาหารน้อยกว่าแบบ 3 ตัว/คอก เฉลี่ยถึงวันละเกือบ 200 กรัม ดังตารางที่ 24 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในแต่ละเพศ ผลปรากฏว่า สุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตและความสามารถในการกินอาหารได้มากกว่าเพศเมีย ไม่ว่าจะเลี้ยงแบบ 3 หรือ 5 ตัว/คอก สอดคล้องกับสมภพ (2542) ที่ระบุว่า เป็นผลมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศ โดยสุกรเพศผู้จะมีปริมาณเนื้อแดงมากกว่าเพศเมียและเพศผู้ตอน เพศผู้มีฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) ซึ่งกระตุ้นให้มีการสะสมไขมันในโตรเจนเพื่อสร้างเป็นโปรตีนหรือเนื้อเยื่อในร่างกายมากขึ้น รวมทั้ง ภัทรพกา และคณะ (2550) ก็ได้รายงานไว้ว่า สุกรเพศผู้ตอน มีแนวโน้มด้านสมรรถภาพการผลิตที่ดีกว่าเพศเมีย โดยเฉพาะในด้านอัตราการแลกน้ำหนักรวม ซึ่งความแตกต่างนี้มีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 23 สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่เลี้ยงบนคอกปุ๋ยอินทรีย์ (สุกรหลุม) ช่วงน้ำหนัก 15-30 และ 30-60 กก. ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 18 และ 16% ตามลำดับ โดยมีพลังงาน 3.2 kcal ME/g เท่ากัน (ข้อมูลจากจำนวน 1 ซ้ำ; Exp 2)

จำนวนสุกรต่อคอก (ตัว)	6	10
<b>● ช่วงสุกร นน. 15-30 กก.</b>		
น้ำหนักสุกร (กก.)		
- เริ่มต้น	14.90	14.85
- สิ้นสุด	29.25	30.20
- เพิ่ม	14.35	15.35
- ADG (ก.)	478.33	438.57
ปริมาณอาหารที่กิน (กก.)		
- ทั้งหมด	28.75	32.00
- เฉลี่ย/วัน	0.95	0.91
อัตราแลกเปลี่ยนน้ำหนัก	2.00	2.08
จำนวนวันที่เลี้ยง	30	35
<b>● ช่วงสุกร นน. 30-60 กก.</b>		
น้ำหนักสุกร (กก.)		
- เริ่มต้น	29.25	30.20
- สิ้นสุด	59.75	60.25
- เพิ่ม	30.50	30.25
- ADG (ก.)	782.05	737.80
ปริมาณอาหารที่กิน (กก.)		
- ทั้งหมด	78.00	77.85
- เฉลี่ย/วัน	2.00	1.89
อัตราแลกเปลี่ยนน้ำหนัก	2.55	2.57
จำนวนวันที่เลี้ยง	39	41

ตารางที่ 24. สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่เลี้ยงบนคอกปุ๋ยอินทรีย์ (สุกรหลุม) ช่วงน้ำหนัก 60-90 กก. เมื่อได้รับอาหารที่มีโปรตีน 14%, 3.2 kcal ME/g (Exp 2)

จำนวนสุกรต่อคอก	3 ตัว			5 ตัว		
	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย	ผู้ตอน	เมีย	เฉลี่ย
น้ำหนักสุกร (กก.)						
- เริ่มต้น	60.33	59.17	<b>59.75</b>	60.20	59.0	<b>59.60</b>
- สุดท้าย	90.66	90.33	<b>90.50</b>	90.40	90.25	<b>90.33</b>
- เพิ่ม	30.33	31.16	<b>30.75</b>	30.20	31.25	<b>30.73</b>
- ADG (ก.)	514.07	458.28	<b>486.18</b>	487.10	400.64	<b>443.87</b>
ปริมาณอาหารที่กิน(กก.)						
- ทั้งหมด	106.66	113.33	<b>110.00</b>	108.00	108.00	<b>108.00</b>
- เฉลี่ย/วัน	1.81	1.66	<b>1.74</b>	1.74	1.38	<b>1.54</b>
อัตราแลกน้ำหนัก	3.52	3.64	<b>3.58</b>	3.58	3.60	<b>3.59</b>
จำนวนวันที่เลี้ยง	59	68	<b>63</b>	62	78	<b>70</b>

#### ปริมาณการใช้วัสดุรองพื้นและปุ๋ยหมักอินทรีย์ที่ได้

จากขนาดของพื้นคอกสุกร 2x3 ตารางเมตร ลึก 1 เมตร (6 ลูกบาศก์เมตร) คอกที่เลี้ยงแบบ 6 ตัว/คอก ได้ใส่วัสดุรองพื้น คือ ใส่เศษผักจากมูลนิธิโครงการหลวง จำนวน 693 กก. วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้วโดยนำมาจากการเพาะเห็ดแครงถุงพลาสติกที่ห่อหุ้มออก นำไปย่อยด้วยเครื่องบดไม้ให้จับเป็นก้อน ใส่ลงไปจำนวน 712 กก. ส่วนคอกที่เลี้ยงแบบ 10 ตัว ใส่วัสดุรองพื้นทั้ง 2 ชนิดข้างต้น จำนวน 883 และ 717 กก. ตามลำดับ โดยทั้ง 2 ชนิดที่กล่าวมาใส่เป็นชั้นๆ ชั้นละ 40 ซม. ส่วนรำละเอียดและมูลวัวแห้งใส่ในอัตราส่วน 1 และ 10% ของวัสดุรองพื้นแต่ละชั้น เพื่อให้เป็นแหล่งอาหาร และเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้ง 2 ชั้นเป็นจำนวน 14, 141 กก. และ 16, 160 กก. ในคอกที่เลี้ยงแบบ 6 และ 10 ตัว/คอก ตามลำดับ จากนั้นนำแกลบมาใส่ปิดหน้าหลุมให้มีความหนาประมาณ 20 ซม. อีกจำนวน 145 กก. เท่ากันทั้งสองคอก รวมปริมาณวัสดุรองพื้นที่ใส่ทั้งหมดเท่ากับ 1,705 และ 1,921 กก. ในคอกที่เลี้ยงแบบ 6 และ 10 ตัว (ตารางที่ 25)

หลังจากได้เสร็จสิ้นการเลี้ยงสุกรบนหลุมที่ใส่วัสดุเศษเหลือดังกล่าว โดยเลี้ยงสุกรไปถึงน้ำหนักตัว 60 กก. ซึ่งเท่ากับได้ผ่านการหมัก รวมทั้งยังได้ส่วนมูลและปัสสาวะจากสุกรปกลงไปด้วย ทำให้ได้ปุ๋ยหมัก (ปุ๋ยอินทรีย์หมูลุม) ดังแสดงในตารางที่ 25 ปรากฏว่า ในคอกที่เลี้ยงสุกร

จำนวน 10 ตัว/คอก ได้ปุ๋ยมากกว่าแบบ 6 ตัว/คอก (1,122 vs. 776 กก. ตามลำดับ) ทั้งนี้ปุ๋ยที่ได้ดังกล่าวข้างต้นมีความชื้นประมาณ 52-54%

**ตารางที่ 25.** ปริมาณวัสดุรองพื้นคอกชนิดที่ 1 ที่ใส่ในคอกเลี้ยงสุกรช่วงน้ำหนัก 15-60 กก. และปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้เมื่อเลี้ยงสุกรด้วยจำนวนตัวต่อคอกต่างกัน (เลี้ยงแบบคละเพศ)

จำนวนสุกรต่อคอก (ตัว)	6	10
<b>ปริมาณวัสดุรองพื้นที่ใส่ (กก.)</b>		
<i>เมื่อเริ่มต้น</i>		
- เศษผักจากมูลนิธิโครงการหลวง	693	883
- วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว	712	717
- มูลวัวแห้ง	141	160
- รำละเอียด	14	16
- แกลบ	145	145
<b>รวม</b>	<b>1,705</b>	<b>1,921</b>
<i>ระหว่างการทดลอง</i>		
- แกลบ	127	275
<b>รวม</b>	<b>127</b>	<b>275</b>
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>1,832</b>	<b>2,196</b>
<b>ปริมาณปุ๋ยที่ได้ (กก.)</b>		
- น้ำหนักเมื่อตากแห้ง (กก.)	776	1,122
- น้ำหนักเมื่ออบแห้ง (% DM)	368	516
- ความชื้น (%)	52.5	54.0

DM = Dry matter

หลังจากสุกรมีน้ำหนักตัวถึง 60 กก. ได้ย้ายไปยังคอกที่มีวัสดุรองพื้นชนิดใหม่ โดยในคอกเพศผู้ จะใช้วัสดุรองพื้นชนิดที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยต้นไมยราบตัดเป็นท่อน หญ้าสด และฟางข้าวใส่เป็นชั้นๆ ปรากฏว่า ในพื้นที่ 6 ลูกบาศก์เมตรดังกล่าว ต้องใส่ไมยราบตัดเป็นท่อนจำนวน 101 กก. หญ้าสดจำนวน 124 กก. และฟางข้าวจำนวน 357 กก. โดยทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาใส่เป็นชั้นๆ ชั้นละ 30 ซม. รวมทั้งใส่รำละเอียดและมูลวัวแห้ง (อัตราส่วน 1 และ 10% ของวัสดุรองพื้นแต่ละชั้น)

อีกจำนวน 5.8 และ 57.5 กก. ตามลำดับ จากนั้นนำแกลบมาใส่ปิดหน้าหลุมให้มีความหนาประมาณ 10 ซม. อีกจำนวน 331 กก. รวมใช้ปริมาณวัสดุรองพื้นทั้งหมดเท่ากับ 976 กก. (ตารางที่ 26)

หลังจากได้เสร็จสิ้นการเลี้ยงสุกรบนหลุมที่ใส่วัสดุเศษเหลือดังกล่าว ซึ่งจะมีสุกรเพศผู้ตอนจำนวน 3 และ 5 ตัว/คอก โดยเลี้ยงในช่วงน้ำหนัก 60-90 กก. ปรากฏว่า ในคอกที่เลี้ยงสุกรจำนวน 5 ตัว/คอกได้ปุ๋ยมากกว่าการเลี้ยงแบบ 3 ตัว/คอก (698.5 vs. 539.5 กก.) โดยปุ๋ยที่ได้ดังกล่าวข้างต้นมีความชื้นประมาณ 45-51% (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26. ปริมาณวัสดุรองพื้นคอกชนิดที่ 2 ที่ใส่ในคอกสุกรเพศผู้ตอนช่วงน้ำหนักตัว 60-90 กก. และปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้เมื่อเลี้ยงสุกรด้วยจำนวนตัวต่อคอกต่างกัน

จำนวนสุกรเพศผู้ต่อคอก (ตัว)	3	5
<b>ปริมาณวัสดุรองพื้นที่ใส่ (กก.)</b>		
<i>เมื่อเริ่มต้น</i>		
- ต้นไม้รากลัดเป็นท่อน	101	101
- หญ้าสด	124	124
- ฟางข้าว	357	357
- มูลวัวแห้ง	57.5	57.5
- รำละเอียด	5.8	5.8
- แกลบ	331	331
<b>รวม</b>	<b>976</b>	<b>976</b>
<i>ระหว่างการทดลอง</i>		
- แกลบ	0	0
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>976</b>	<b>976</b>
<b>ปริมาณปุ๋ยที่ได้ (กก.)</b>		
- น้ำหนักเมื่อตากแห้ง (กก.)	539.5	698.5
- น้ำหนักเมื่ออบแห้ง (% DM)	264	386
- ความชื้น (%)	51.0	44.8

DM = Dry matter

สำหรับในคอกที่เลี้ยงสุกรเพศเมีย ซึ่งได้ใช้วัสดุรองพื้นชนิดที่ 3 ประกอบด้วย ใบลำไยแห้ง และเศษผักจากมูลนิธิโครงการ โดยใส่ให้มีความหนาชั้นละ 40 ซม. ปรากฏว่า ขนาดพื้นที่ 6 ลูกบาศก์ เมตรดังกล่าว ต้องใส่ใบลำไยจำนวน 314 กก. เศษผักจากมูลนิธิโครงการจำนวน 660 กก. และได้ใส่รำละเอียดกับมูลวัวแห้งในอัตราส่วน 1 และ 10% ของวัสดุรองพื้นแต่ละชั้น เพื่อให้เป็นแหล่งอาหาร และเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ Cellulose decomposer รวมจำนวน 9.7 และ 97.0 กก. ตามลำดับ จากนั้นใส่แกลบปิดหน้าหลุมให้มีความหนาประมาณ 20 ซม. อีกจำนวน 331 กก. รวมใช้ปริมาณวัสดุรองพื้นทั้งหมดเท่ากับ 1,412 กก. เท่ากันทั้งสองคอก (ตารางที่ 27)

หลังจากได้เสร็จสิ้นการเลี้ยงสุกรบนหลุมที่ใส่วัสดุเศษเหลือดังกล่าว ซึ่งเป็นสุกรเพศเมีย ช่วงน้ำหนักตัว 60-90 กก. ปรากฏว่า ในคอกที่เลี้ยงจำนวน 5 ตัว/คอกได้ปุ๋ยมากกว่าแบบ 3 ตัว/คอก (957 vs. 562 กก.) โดยปุ๋ยที่ได้ข้างต้นมีความชื้นประมาณ 48-50% (ตารางที่ 27)

ตาราง ที่ 27. ปริมาณวัสดุรองพื้นคอกชนิดที่ 3 ที่ใส่ในคอกสุกรเพศเมีย ช่วงน้ำหนักตัว 60-90 กก. และปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้เมื่อเลี้ยงด้วยจำนวนตัวต่อคอกต่างกัน

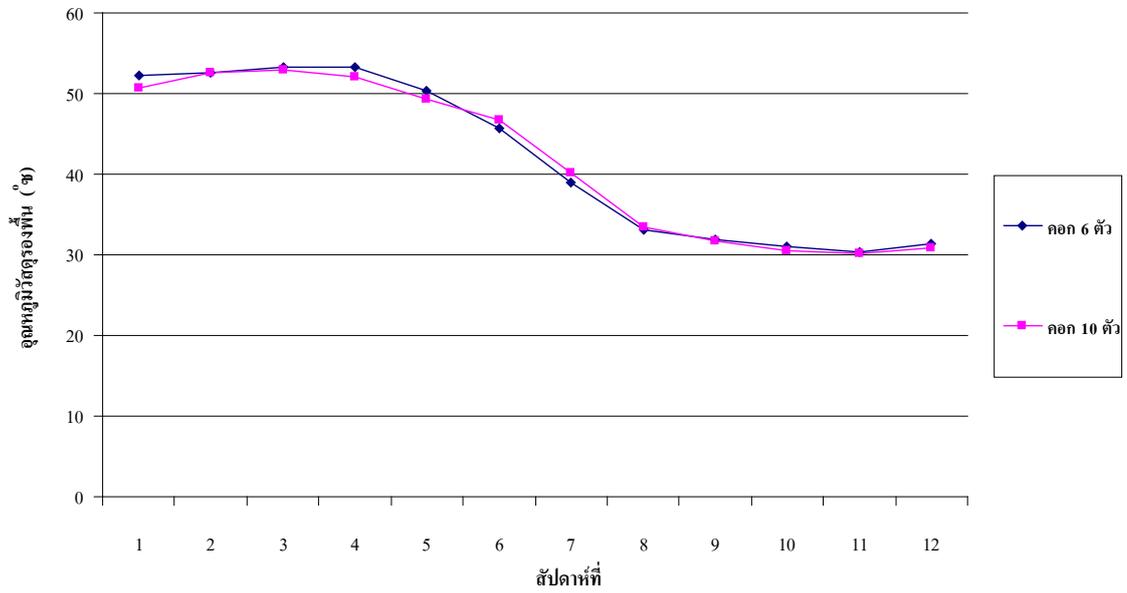
จำนวนสุกรเพศเมียต่อคอก (ตัว)	3	5
<b>ปริมาณวัสดุรองพื้นที่ใส่ (กก.)</b>		
<i>เมื่อเริ่มต้น</i>		
- ใบลำไยแห้ง	314	314
- เศษผักจากโครงการหลวง	660	660
- มูลวัวแห้ง	97	97
- รำละเอียด	9.7	9.7
- แกลบ	331	331
<b>รวม</b>	<b>1,412</b>	<b>1,412</b>
<i>ระหว่างการทดลอง</i>		
- แกลบ	0	0
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>1,412</b>	<b>1,412</b>
<b>ปริมาณปุ๋ยที่ได้ (กก.)</b>		
- น้ำหนักเมื่อตากแห้ง (กก.)	562	957
- น้ำหนักเมื่ออบแห้ง (% DM)	281	500
- ความชื้น (%)	50.0	48.8

DM = Dry matter

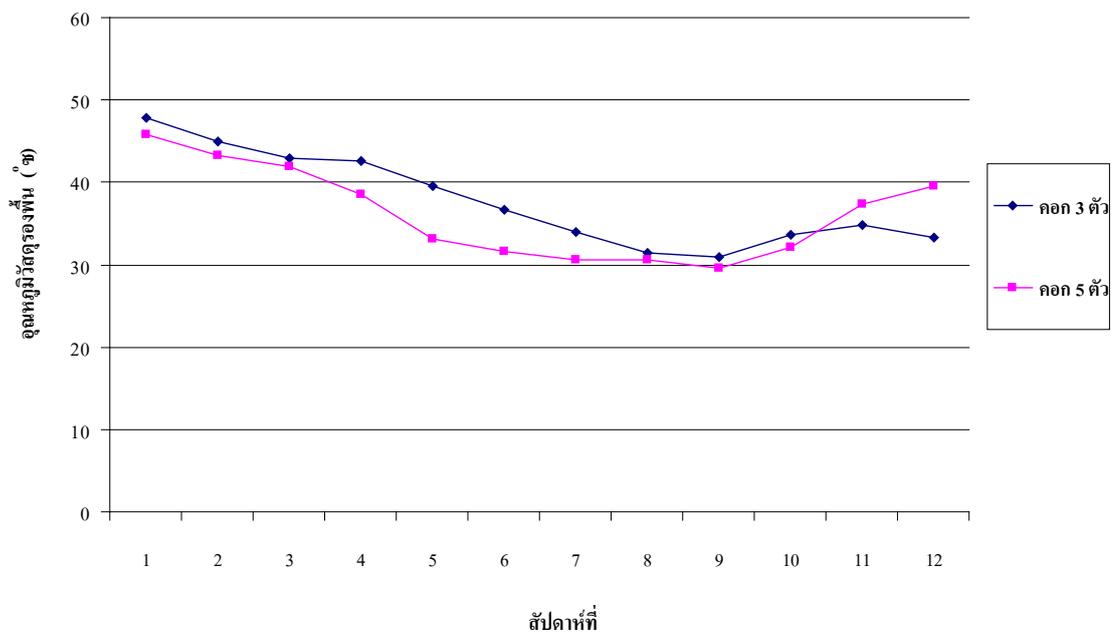
### อุณหภูมิวัสดุรองพื้นคอกสุกร

เมื่อทำการสุ่มวัดอุณหภูมิของวัสดุรองพื้นคอกสุกรหลุมของแต่ละคอก ซึ่งเป็นชนิดเศษพืชผัก วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว และแกลบจากจำนวน 5 จุด ที่อยู่ลึกลงไปจากระดับผิวหน้าของวัสดุรองพื้นประมาณ 1 ฟุต เมื่อเลี้ยงสุกรในช่วงน้ำหนัก 15-60 กก. ด้วยจำนวน 6 และ 10 ตัว/คอก ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิวัสดุรองพื้น แสดงในภาพที่ 9 ปรากฏว่า ในช่วง 5 สัปดาห์แรก หลังจากปล่อยสุกรลงไป อุณหภูมิของวัสดุรองพื้นสูงกว่า  $50^{\circ}\text{C}$  ซึ่งเป็นความร้อนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วัสดุที่ย่อยง่าย กระบวนการหมักจึงเกิดได้เร็วภายใน 5 สัปดาห์เท่านั้น จากนั้นอุณหภูมิของวัสดุรองพื้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว จนถึงสัปดาห์ที่ 8 อุณหภูมิจะคงที่ที่ประมาณ  $30^{\circ}\text{C}$  ตลอดไปจนเสร็จสิ้นการทดลอง นอกจากนี้ ยังพบว่า การเลี้ยงสุกรด้วยจำนวน 6 และ 10 ตัว/คอก ไม่ได้ทำให้อุณหภูมิของวัสดุรองพื้นแตกต่างกัน

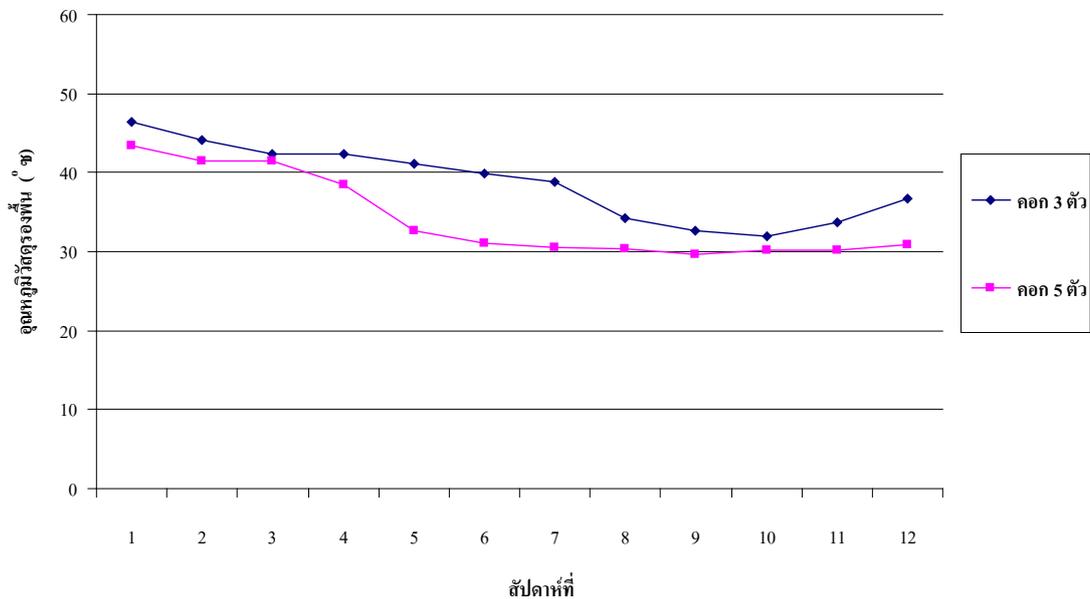
หลังจากสุกรมีน้ำหนักตัวถึง 60 กก. แล้ว ได้นำไปเลี้ยงในคอกใหม่ ซึ่งจะใช้วัสดุรองพื้นชนิดใหม่ด้วย โดยคอกที่เป็นเพศผู้ตอนจะใช้วัสดุรองพื้นชนิดต้นไมยราบตัดเป็นท่อน หญ้าสด ฟาง ข้าว และแกลบ ส่วนคอกเพศเมียใช้ชนิดใบลำไยแห้ง เศษผัก และแกลบ ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิวัสดุรองพื้นแสดงไว้ในภาพที่ 10 และ 11 ตามลำดับ ปรากฏว่า ในช่วง 3-4 สัปดาห์แรกเท่านั้น ที่อุณหภูมิของวัสดุรองพื้นสูงกว่า  $40^{\circ}\text{C}$  แต่ไม่ถึง  $50^{\circ}\text{C}$  ซึ่งต่างจากการเลี้ยงในระยะ 15-60 กก. อย่างไรก็ดี การเลี้ยงแบบ 5 ตัว/คอก ไม่ว่าจะเป็นเพศผู้ตอนหรือเพศเมีย จะมีอุณหภูมิของวัสดุรองพื้นต่ำกว่าแบบเลี้ยง 3 ตัว/คอก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจำนวนสุกรที่มีมากกว่า ได้ขุดคุ้ยวัสดุรองพื้นบ่อยกว่า ซึ่งถือว่าเป็นการช่วยกลับกองวัสดุรองพื้นไปในตัว ทำให้อากาศแทรกเข้าไปยังกองวัสดุได้ดีขึ้น จุลินทรีย์มีกิจกรรมมาก



ภาพที่ 9 อัตรารอดชีพของตัวในคอกสุกรช่วงน้ำหนัก 15-60 กก. (เลี้ยงแบบคละเพศ)



ภาพที่ 10 อัตรารอดชีพของตัวในคอกสุกร (เพศผู้) ช่วงน้ำหนัก 60-90 กก.



ภาพที่ 11 อุณภูมิจีวสุตรองพื้นคอกสุกร (เพศเมีย) ช่วงน้ำหนัก 60-90 กก.

ส่วนที่ 2 : ปุ๋ยวัสดุรองพื้น

คุณสมบัติของวัสดุรองพื้นคอก ปุ๋ยอินทรีย์ และการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืช

1. คุณสมบัติของวัสดุรองพื้นคอก

คุณสมบัติของวัสดุรองพื้นคอกที่ใช้ในการทดลองที่ 1 (การหาจำนวนสุกรที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสุกรหนึ่งหลุม) ซึ่งได้แก่ชนิดไบลาโย ก้านยาสูบ วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว แกลบ มูลวัวแห้ง และรำละเอียด มีสัดส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจน หรือ C/N ratio ต่ำกว่า 100 : 1 จึงจัดเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย ทั้งนี้มีคุณสมบัติทางเคมี และธาตุอาหารอื่นๆ ของวัสดุรองพื้นที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28. คุณสมบัติทางเคมี และธาตุอาหารของวัสดุรองพื้นคอกหมูหลุมในการทดลองที่ 1 (การหาจำนวนสุกรที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสุกรหนึ่งหลุม)

คุณสมบัติวัสดุรองพื้นคอก	มูลวัว	รำละเอียด	ใบลำไย	ก้านยาสูบ	วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว	แกลบ
ความเป็นกรด-ด่าง, pH	7.46	6.33	5.78	4.71	6.10	5.88
ค่าการนำไฟฟ้า, EC (dS/m)	2.13	1.22	1.38	10.40	1.69	1.13
อินทรีย์วัตถุ, OM (%)	21.86	81.88	58.15	64.44	63.35	53.59
ไนโตรเจนทั้งหมด, Total N (%)	1.60	3.17	2.17	2.31	1.94	0.57
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน, C/N (ratio)	7.93	14.98	15.64	23.66	58.94	54.53
ฟอสฟอรัสทั้งหมด P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	1.39	2.41	0.13	0.43	1.45	0.08
โพแทสเซียมทั้งหมด K <sub>2</sub> O (%)	1.31	1.88	0.68	5.70	1.19	0.80
แคลเซียม, Ca (%)	2.66	0.53	2.68	2.02	3.68	0.64
แมกนีเซียม, Mg (%)	0.85	1.04	0.97	0.71	1.00	0.12

คุณสมบัติของวัสดุรองพื้นคอกที่ใช้ในการทดลองที่ 2 (การเลี้ยงแบบย้ายคอก โดยจะลดจำนวนสุกรต่อคอกลงในช่วงท้ายของการเลี้ยง) ในระยะสุกรเล็ก-รุ่นได้ใช้วัสดุรองพื้นชนิดเศษผัก วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้วและแกลบ ส่วนในระยะสุกรขุนได้ใช้วัสดุรองพื้นชนิดต้นไมยราบ หญ้าสด ฟางข้าว และแกลบสำหรับคอกสุกรเพศผู้ ส่วนคอกสุกรเพศเมียใช้ชนิดใบลำไย เศษผัก โครงการหลวง และแกลบ ผลจากวิเคราะห์ ปรากฏว่า วัสดุรองพื้นทุกชนิดที่นำมาใช้ดังกล่าว มีสัดส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจน หรือ C/N ratio ต่ำกว่า 100 : 1 จึงจัดว่าเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย เช่นเดียวกับที่ใช้ในการทดลองที่ 1 คุณสมบัติทางเคมี และธาตุอาหารอื่นๆ ของวัสดุรองพื้นที่ใช้ศึกษาในการทดลองที่ 2 นี้ รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 28 และ 29

ตารางที่ 29. คุณสมบัติทางเคมี และธาตุอาหารของวัสดุรองพื้นคอกหมูหลุมในการทดลองที่ 2 (การเลี้ยงแบบย้ายคอก โดยจะลดจำนวนสุกรต่อคอกลงในช่วงท้ายของการเลี้ยง)

คุณสมบัติวัสดุรองพื้นคอก	ฟางข้าว สับ	เศษผัก	ต้นไมยราบ	วัสดุเพาะเห็ดที่ ผ่านการใช้แล้ว	แกลบ
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.71	5.14	6.17	6.10	6.17
ค่าการนำไฟฟ้า EC (dS/m)	1.54	5.91	3.21	1.69	3.21
อินทรีย์วัตถุ, OM (%)	57.01	75.53	39.73	63.35	39.73
ไนโตรเจนทั้งหมด, Total N (%)	1.27	2.54	0.67	1.94	0.67
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน, C/N (ratio)	26.03	17.25	34.39	69.63	34.39
ฟอสฟอรัสทั้งหมด, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.20	0.67	0.12	0.01	0.12
โพแทสเซียมทั้งหมด, K <sub>2</sub> O (%)	1.20	3.77	1.73	1.19	1.73
แคลเซียม, Ca (%)	0.93	0.84	0.81	3.68	0.81
แมกนีเซียม, Mg (%)	0.23	0.30	0.23	1.00	0.23

## 2. คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์หมูหลุม

- จากคอกหมูหลุมที่เลี้ยงแบบไม่ย้ายคอก (Exp 1)

จากข้อมูลในตารางที่ 30 คุณสมบัติทางด้านเคมีของปุ๋ยอินทรีย์หมูหลุมแบบไม่ย้ายคอกที่อายุ 45 วันของการเลี้ยงหมูแบบ 3, 5 และ 7 ตัวต่อคอก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 8.22 ค่าการนำไฟฟ้า 3.76 dS/m อินทรีย์วัตถุ 52.39% ไนโตรเจนทั้งหมด 2.15% อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 15.05 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.97% โพแทสเซียมทั้งหมด 2.97% แคลเซียม 2.89% แมกนีเซียม 0.75% และมีค่าดัชนีการงอก (GI) อยู่ที่ 41.81% ซึ่งมีความต่ำกว่าค่ามาตรฐานการเป็นปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์ที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 80% (ราชกิจจานุเบกษา, 2550) โดยค่า GI ดังกล่าวสอดคล้องกับอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในช่วงการทดลองที่ระยะ 45 วันของการเลี้ยงหมูหลุม ที่พบว่ามีค่าสูงถึง 46.4 องศาเซลเซียส (ดังภาพที่ 8) ซึ่งเป็นตัวชี้ให้เห็นว่า ยังมีกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนที่ใช้รองคอกหมูหลุม ขณะที่คุณสมบัติทางด้านเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ในการเลี้ยงหมูหลุมแบบไม่ย้ายคอกของการเลี้ยงหมูหลุมที่ระยะอายุ 90 วัน พบว่ามีเพียงค่าแคลเซียม และ GI ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการเลี้ยงหมู 7 ตัวต่อคอก มีค่า GI ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่น้อยกว่า 80% แต่อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของการเลี้ยงหมูทำให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ไนโตรเจน

ทั้งหมด อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด และ แมกนีเซียมสูงกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าจำนวนหมูที่เลี้ยงต่อคอกเพิ่มขึ้น ทำให้การถ่ายมูลและ ปัสสาวะมีมาก จึงทำให้เกิดการย่อยสลายอินทรีย์คาร์บอนสูง ส่งผลให้มีธาตุอาหารของปุ๋ยเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 30)

ตารางที่ 30. คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์หมูลุมที่ระยะ 45 และ 90 วันหลังเลี้ยงหมูหลุมแบบไม่ย้าย คอกจำนวน 3, 5 และ 7 ตัวต่อคอก (Exp 1)

จำนวนหมู หลุม	pH	EC (ds/m)	OM (%)	N (%)	C/N ratio	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Ca (%)	Mg (%)	GI (%)
<b>ที่ระยะ 45 วัน</b>										
3 ตัว	8.12 <sup>a</sup>	2.91 <sup>a</sup>	52.35 <sup>a</sup>	1.70 <sup>a</sup>	17.93 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>	2.60 <sup>a</sup>	2.22 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	42.72 <sup>a</sup>
5 ตัว	8.44 <sup>a</sup>	3.77 <sup>a</sup>	52.30 <sup>a</sup>	2.11 <sup>a</sup>	14.42 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	3.26 <sup>a</sup>	2.54 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	39.35 <sup>a</sup>
7 ตัว	8.11 <sup>a</sup>	4.60 <sup>a</sup>	52.52 <sup>a</sup>	2.63 <sup>a</sup>	12.80 <sup>a</sup>	1.23 <sup>a</sup>	3.06 <sup>a</sup>	3.92 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	43.37 <sup>a</sup>
LSD(0.05)	1.63	2.25	12.03	1.54	5.69	0.75	0.60	3.94	0.47	7.40
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>8.22</b>	<b>3.76</b>	<b>52.39</b>	<b>2.15</b>	<b>15.05</b>	<b>0.97</b>	<b>2.97</b>	<b>2.89</b>	<b>0.75</b>	<b>41.81</b>
C.V.(%)	8.18	26.40	10.12	31.66	16.68	34.29	8.92	60.13	27.41	7.80
<b>ที่ระยะ 90 วัน</b>										
3 ตัว	8.14 <sup>a</sup>	2.79 <sup>a</sup>	48.76 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>	18.93 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	3.31 <sup>a</sup>	2.65 <sup>c</sup>	0.76 <sup>a</sup>	56.19 <sup>b</sup>
5 ตัว	8.34 <sup>a</sup>	2.86 <sup>a</sup>	49.88 <sup>a</sup>	2.24 <sup>a</sup>	15.31 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	3.01 <sup>a</sup>	3.11 <sup>b</sup>	0.74 <sup>a</sup>	61.90 <sup>b</sup>
7 ตัว	8.29 <sup>a</sup>	2.97 <sup>a</sup>	50.89 <sup>a</sup>	2.39 <sup>a</sup>	16.38 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	2.89 <sup>a</sup>	3.40 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	69.07 <sup>a</sup>
LSD(0.05)	0.32	0.58	2.12	0.21	3.23	0.18	0.25	0.21	0.24	5.91
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>8.26</b>	<b>2.87</b>	<b>49.84</b>	<b>2.25</b>	<b>16.87</b>	<b>0.51</b>	<b>3.01</b>	<b>3.05</b>	<b>0.79</b>	<b>62.38</b>
C.V.(%)	1.72	8.89	1.88	4.06	8.46	15.69	3.71	2.97	13.60	4.18

<sup>ab</sup> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

หมายเหตุ – วัสดุรองพื้นคอกที่ใช้ประกอบด้วย

ชั้นที่ 1 (ชั้นล่าง)	ใบลำไย 200 กก. มูลวัวแห้ง 20 กก. รำละเอียด 2 กก.
ชั้นที่ 2	ก้านยาสูบ 300 กก. มูลวัวแห้ง 30 กก. รำละเอียด 3 กก.
ชั้นที่ 3	ขี้เลื่อย 300 กก. มูลวัวแห้ง 30 กก. รำละเอียด 3 กก.
ชั้นที่ 4 (ชั้นบน)	เริ่มต้นแกลบ 160 กก. เติมเพิ่มอีก 300 กก.

- จากคอกหมูหลุมที่เลี้ยงแบบย้ายคอก โดยลดจำนวนสุกรต่อคอกในช่วงท้ายการเจริญเติบโต (Exp 2)

คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์หมูลุมนั้ระยะ 90 วันหลังใช้เป็นวัสดุรองคอกหมูจำนวน 6 ตัวต่อคอก มีดังรายละเอียดในตารางที่ 31 พบว่าคุณสมบัติทางด้านเคมีของปุ๋ยอินทรีย์การเลี้ยงหมูหลุม มีค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 7.43 ค่าการนำไฟฟ้า 2.19 dS/m อินทรีย์วัตถุ 45.05% ไนโตรเจนทั้งหมด 2.11% อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 12.38 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 2.54% โพแทสเซียมทั้งหมด 1.76% แคลเซียม 3.25% แมกนีเซียม 0.48% และมีค่าดัชนีการงอก (GI) อยู่ที่ 89.50% ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานการเป็นปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์ที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 80% (ราชกิจจานุเบกษา, 2550)

ตารางที่ 31 คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์หมูลุมนั้ระยะ 90 วันหลังใช้เป็นวัสดุรองคอกชนิดที่ 1 ในการเลี้ยงหมูจำนวน 6 ตัวต่อคอก (Exp 2)

ระยะการเลี้ยง	pH	EC (ds/m)	OM (%)	N (%)	C/N ratio	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Ca (%)	Mg (%)	GI (%)
ที่ 90 วัน	7.43	2.19	45.05	2.11	12.38	2.54	1.76	3.25	0.48	89.50

หมายเหตุ – วัสดุรองพื้นคอกชนิดที่ 1 ที่ใช้ประกอบด้วย

ชั้นที่ 1 (ชั้นล่าง) เศษผักโครงการหลวง 693 กก. มูลวัวแห้ง 70 กก. รำละเอียด 7 กก.

ชั้นที่ 2 วัสดุเพาะเห็ดที่ผ่านการใช้แล้ว 712 กก. มูลวัวแห้ง 71 กก. รำละเอียด 7 กก.

ชั้นที่ 3 (ชั้นบน) แกลบ 272 กก.

### 3. ผลการทดสอบการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์หมูลุมนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน

จากข้อมูลในตารางที่ 32 พบว่าข้าวโพดฝักอ่อนมีการตอบสนองต่อปริมาณของปุ๋ยหมักในด้านการเจริญเติบโต กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การใส่ปุ๋ยตั้งแต่ 1.5 ต้นต่อไร่ขึ้นไป ต้นข้าวโพดมีความสูงอยู่ในระดับเดียวกับการใส่ปุ๋ยในอัตราที่สูงกว่า คือ 2.0 - 3.0 ต้นต่อไร่ ทั้งความสูงเมื่อข้าวโพดมีอายุ 30 และ 55 วัน และมีแนวโน้มว่าที่ระยะเก็บเกี่ยวฝักอ่อน (55 วัน) ต้นข้าวโพดมีความสูงเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 12) สำหรับผลผลิตฝักอ่อนถึงแม้ว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในส่วนของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง แต่ก็มีแนวโน้มว่ามีผลผลิต

เพิ่มขึ้นเมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์การเพิ่มโดยน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก และที่ปอกเปลือกแล้วของข้าวโพดเพิ่มมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยตั้งแต่ 2.0 ต้นต่อไร่ขึ้นไป (ตารางที่ 33) นอกจากนี้ยังพบอีกว่าข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นมีความสมบูรณ์ทั้งขนาดและน้ำหนักต่อฝักสูงขึ้นด้วย (ภาพที่ 13)

**ตารางที่ 32** การเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อนที่ระยะ 30 และ 55 วันหลังปลูก เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์หมูลุมนในอัตราต่างกัน

อัตราการใช้ปุ๋ยรองพื้น (ตัน/ไร่)	ความสูงต้น (ซม.)	
	30 DAP	55 DAP
0 (Control)	44.72 <sup>c</sup>	109.63 <sup>c</sup>
1.0	53.30 <sup>bc</sup>	144.27 <sup>b</sup>
1.5	56.17 <sup>abc</sup>	150.38 <sup>ab</sup>
2.0	70.90 <sup>a</sup>	167.67 <sup>ab</sup>
2.5	62.58 <sup>ab</sup>	164.65 <sup>ab</sup>
3.0	69.07 <sup>ab</sup>	169.92 <sup>a</sup>
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>59.46</b>	<b>151.09</b>
C.V. (%)	12.49	7.20

ค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่  $P \leq 0.05$  ทดสอบ

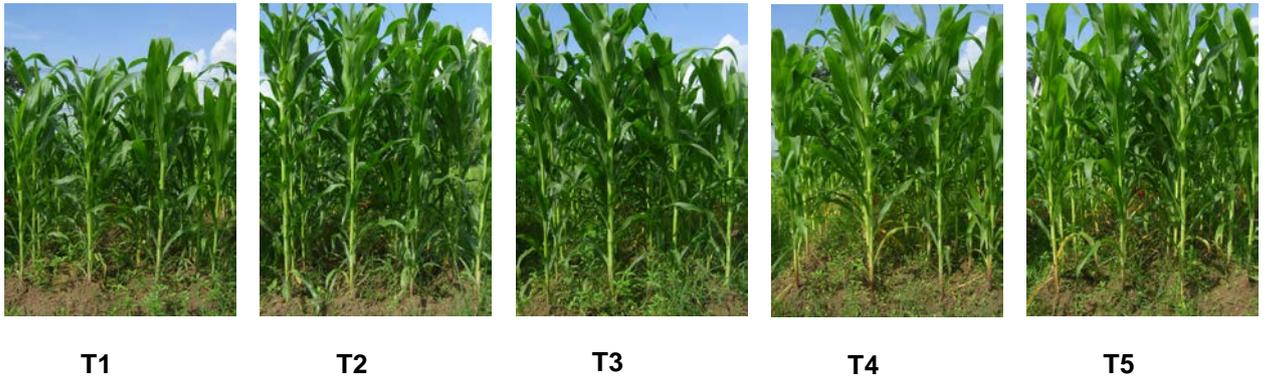
โดย Duncan's multiple range test (DMRT)

DAP = จำนวนวันหลังปลูก

ตารางที่ 33. ผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนที่ระยะเก็บเกี่ยวอายุ 65 วัน เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์หมูลุมในอัตราต่าง กัน

การใส่ปุ๋ย (ตัน/ไร่)	ผลผลิต (กรัม / ม <sup>2</sup> )							
	นน.สดฝัก	%	นน.สดฝักหลัง	%	นน.แห้งฝัก	%	นน.แห้งฝัก	%
	รวมเปลือก	เพิ่ม	ลอกเปลือก	เพิ่ม	รวมเปลือก	เพิ่ม	หลังลอกเปลือก	เพิ่ม
0	404.94 <sup>a</sup>	-	80.38 <sup>a</sup>	-	42.07 <sup>a</sup>	-	7.20 <sup>a</sup>	-
1.0	479.34 <sup>a</sup>	<b>18.37</b>	82.15 <sup>a</sup>	<b>2.20</b>	47.69 <sup>a</sup>	<b>13.35</b>	7.23 <sup>a</sup>	<b>0.40</b>
1.5	499.92 <sup>a</sup>	<b>23.47</b>	85.84 <sup>a</sup>	<b>6.79</b>	57.74 <sup>a</sup>	<b>37.25</b>	7.75 <sup>a</sup>	<b>7.60</b>
2.0	571.62 <sup>a</sup>	<b>41.16</b>	107.43 <sup>a</sup>	<b>33.65</b>	70.58 <sup>a</sup>	<b>67.77</b>	10.30 <sup>a</sup>	<b>43.06</b>
2.5	556.46 <sup>a</sup>	<b>37.42</b>	105.32 <sup>a</sup>	<b>31.03</b>	66.87 <sup>a</sup>	<b>58.95</b>	8.88 <sup>a</sup>	<b>23.33</b>
3.0	563.05 <sup>a</sup>	<b>39.04</b>	98.52 <sup>a</sup>	<b>22.57</b>	71.35 <sup>a</sup>	<b>69.60</b>	9.18 <sup>a</sup>	<b>26.39</b>
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>512.55</b>		<b>93.27</b>		<b>59.38</b>		<b>8.42</b>	
C.V. (%)	22.48		28.41		26.03		26.35	

ค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่  $P \leq 0.05$  ทดสอบโดย Duncan's news multiple range test (DMRT)



ภาพที่ 12 การเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อนเมื่ออายุ 50 วันหลังปลูก โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หมูหลุมในอัตราต่าง ๆ กัน



ภาพที่ 13 ผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนก่อนเปลือก (ก) และหลังเปลือก (ข)

- หมายเหตุ : T1 = ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)  
 T2 = ใส่ปุ๋ยรองพื้นในอัตรา 1.0 ตัน/ไร่  
 T3 = ใส่ปุ๋ยรองพื้นในอัตรา 1.5 ตัน/ไร่  
 T4 = ใส่ปุ๋ยรองพื้นในอัตรา 2.0 ตัน/ไร่  
 T5 = ใส่ปุ๋ยรองพื้นในอัตรา 2.5 ตัน/ไร่  
 T6 = ใส่ปุ๋ยรองพื้นในอัตรา 3.0 ตัน/ไร่

## สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาในปีที่ 1 (ปี 2551) สามารถสรุปผลโดยย่อได้ดังนี้

1. การเลี้ยงแบบไม่ย้ายคอก (Exp 1) จำนวนสุกรที่เหมาะสมต่อคอกขนาด 2 x 3 ม. คือ 3-5 ตัว หากใช้ 7 ตัว/คอก จะมีผลทำให้สมรรถภาพการผลิต (อัตราการเจริญเติบโต การกินอาหารได้ อัตราการแลกน้ำหนัก และระยะเวลาในการเลี้ยง) ดีกว่าการเลี้ยงแบบ 3 และ 5 ตัว/คอก
2. การเลี้ยงแบบย้ายคอก (Exp 2) โดยในระยะสุกรเล็ก-รุ่น (น้ำหนัก 15-60 กก.) เลี้ยงแบบขังแน่น จากนั้นระยะสุกรขุน (น้ำหนัก 60-90 กก.) ลดจำนวนสุกรต่อคอกลงครึ่งหนึ่ง คือจำนวน 3 และ 5 ตัว/คอกที่มีขนาดพื้นที่คอกละ 6 ตารางเมตร สามารถนำไปใช้ขยายผลส่งเสริมให้เกษตรกรได้
3. คุณสมบัติทางด้านเคมีของปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมที่ระยะ 45 และ 90 วัน ของการเลี้ยงหมูแบบไม่ย้ายคอก (Exp 1) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นค่าแคลเซียม และ GI ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเลี้ยงแบบ 7 ตัว/คอก มีค่าทั้ง 2 สูงกว่า 3 และ 5 ตัว/คอก ส่วนคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการเลี้ยงแบบขังแน่นในช่วงสุกรเล็ก-รุ่น (Exp 2) ขนาด 6 ตัว/คอก ที่ระยะการเลี้ยง 90 วัน มีค่า GI สูงกว่าค่ามาตรฐาน (89.5 vs. 80.0% ตามลำดับ) ซึ่งแสดงว่า ปุ๋ยอินทรีย์มีการย่อยสลายที่สมบูรณ์แล้ว
4. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สุกรหลุมรองพื้นในอัตรา 2 ตัน/ไร่ขึ้นไป มีส่วนช่วยให้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนมีความสูงเพิ่มขึ้น รวมทั้งให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจนเป็นที่น่าพอใจ

## เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2542. คู่มือการจัดการฟาร์มสุกรเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม.
- กัลยา วาณิชย์บัญชา. 2542. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for Windows. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 256 น.
- ทะนงศักดิ์. 2548. เทคนิคการเลี้ยงหมูหลุม. วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ, ฉบับที่ 5/2548.
- ธิดิ จันทรมินทร์. 2539. ผลของอาหารชั้นผสมน้ำต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรรุ่นและสุกรขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 231 น.
- ธีรวัฒน์ กิมลูน. 2541. การเลี้ยงสุกรไทยพื้นเมืองที่หมู่บ้านห้วยงูสิงห์ อำเภอทุ่งหัวช้าง จังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 98 น.
- ธำรงค์ดี พลบำรุง. 2539. การเลี้ยงสุกร. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพมหานคร
- บุญลือ เผือกส่อง. 2536. การผลิตและการจัดการสุกร. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 239 น.
- ประภาส มหินชัย, สุรศักดิ์ โสภณจิตร และสายพิน เจริญสนองกุล. 2547. ลักษณะทางเศรษฐกิจบางประการของสุกรพื้นเมืองภาคเหนือที่เลี้ยงในศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่. รายงานวิจัยเสนอต่อมูลนิธิโครงการหลวง เชียงใหม่, 189 น.
- ป्लीโรจน์ ปลื้มสำราญ. 2527. ฮอร์โมนของการสืบพันธุ์, การผสมเทียมโค กระบือ สุกร. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่. 195 น.
- พงศธร อุ้นจิตต์วรธนะ. 2535. การใช้ซีโอไลท์ปรับปรุงน้ำเสียและของเสียจากฟาร์ม. *สุกรสาร*. 18(72): 47-52.
- พรธนิภา สินะนนท์. 2524. ผลของระดับโปรตีนและพลังงานในอาหารต่อลักษณะและคุณสมบัติของสุกร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 115 น.
- พัชรินทร์ ดำรงกิตติกุล. 2538. มลภาวะจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง : เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและผลิตพลังงานในการเลี้ยงสุกร. หน้า 1-9, สยามพรีนติ้ง. เชียงใหม่.

- ไพจิตร อินตรา. 2535. สมรรถภาพการผลิตของสุกรสาวพันธุ์ที่สำคัญๆ ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 158 น.
- ภัทรพกา ใจปิ่นตา. 2550. ผลของระดับโปรตีน พลังงานในอาหารและเพศที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรพื้นเมืองและลูกผสมพื้นเมือง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 135 น.
- เยี่ยม มาพรม. 2548. เลี้ยงหมูหลุม ภูมิปัญญาชาวบ้านใช้สารอินทรีย์. (19/06/49). Available from: URL : <http://www.manager.co.th>
- ราวิน เสริมวิทยากุล. 2547. ไอเดียใหม่เลี้ยงสุกรในหลุมดิน เรื่องหมูๆ ที่ไม่หมู แต่ร่ำรวยได้. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์. ฉบับประจำวันที 13 ส.ค. 2547. น 33.
- วชิต เล็กเลิศศิริวงศ์. 2548. หมูหลุมชีวภาพ “บ้านห้วยโก๋น จ. น่าน” หนังสือพิมพ์ไทยนิวส์. ประจำวันที่ 12 มิ.ย. 2548.
- วันดี ทาตระกุล. 2546. สุกรและการผลิตสุกร. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 374 น.
- วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุดรธานี. 2549. การเลี้ยงสุกรตามแนวเกษตรธรรมชาติ (หมูหลุม). (19/06/49). Available from: URL: <http://www.province.prd.go.th>
- วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2529. การผลิตสุกร. โรงพิมพ์กรุงสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 335 น.
- วินัย หารดี. 2549. การเลี้ยงสุกรแบบเกษตรธรรมชาติ (หมูหลุม). เอกสารประกอบการอบรมเรียนรู้ ศูนย์เครือข่ายการพัฒนาสังคมและสวัสดิการตำบลนาคำ. เทคนิคการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่น, ขอนแก่น.
- สมชัย จันท์สว่าง และสุริยะ สะวานนท์. 2544. การประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการจัดการของเสียในระบบการผลิตสุกร. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สมภพ คำโสภาส. 2542. อิทธิพลของเพศต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก เนื้อ และไขมันในสุกรขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 186 น.
- สุชน ตั้งทวีพัฒน์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, สมพร ชุนท์ล้อมานนท์, ปราณี รอดเทียน, ประภาส มหินชัย, ชินกร สุนะ และภัทรพกา ใจปิ่นตา. 2550. การพัฒนาการผลิตและแปรรูปสุกรคอย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อมูลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่. 144 น.
- สุชีพ รัตนสาร. 2510. ตำราว่าด้วยการเลี้ยงสุกร. โรงพิมพ์ส่งเสริมอาชีพ, กรุงเทพฯ. 520 น.

- สุทัศน์ ศิริ. 2525. การเจริญเติบโตของสัตว์. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่. 328 น.
- สุวรรณ. 2547. การเลี้ยงหมูหลุม. สัมภาษณ์โดยรัชดา หมอชาติ.
- สุริยะ สะวานนท์. 2540. คุณสมบัติของน้ำล้างคอกและมูลจากการเลี้ยงสุกร. *สุกรศาสตร์*, 23(91):61-67.
- แสงเดือน จุ้ยเพชร. 2548. ผลของระดับโปรตีนและสารปรับสมดุลสารละลายไฟฟ้าต่อสมรรถภาพการผลิตและปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร. 104 น.
- อานัฐ ตันโช. 2547. การเลี้ยงสุกรแบบธรรมชาติ : เกษตรธรรมชาติ แนวคิด หลักการ และจุลินทรีย์ที่อิงถิ่น. หน้า 48-49. สำนักงานพัฒนาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, เชียงใหม่.
- อาภัสรา สมิตต์. 2537. ชีวเคมี, พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาสรีวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 596 น.
- อุทัย คันโช. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก, พิมพ์ครั้งที่ 3. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 280 น.
- Aarnink, A. J. A. and T. T. Cahn. 1999. Ammonia emission from pig houses as affected by dietary composition. *Feed Mix.*, 7(3):23-27.
- Bee, G., S. Gebert and R. Messikommer. 2002. Effect of dietary energy supply and fat source on the fatty acid pattern of adipose and lean tissues and lipogenesis in the pig. *J. Animal Sci.*, 80: 1547-1564.
- Brumm, M. C. and P. S. Miller. 1996. Response of pigs to space allocation and diets varying in nutrition density. *J. Animal Sci.*, 74: 2730-2737.
- Charies, D. F. 1993. Gases and odours form swine waste. (online). Available:<http://www.muextension.missouri.edu/xplorl>. (2000, November 20)
- Dourmad, J. Y., Y. Henry, D. Bourdon, N. Quiniou and D. Guillou. 1992. Effect of growth potential and dietary protein input on growth performance, carcass characteristics and nitrogen output in growing and finishing pigs. In : Proceedings of the first international symposium on "Nitrogen flow in pig production and environmental consequences". pp 206-211. M. A. Verstegen, L. A. Den Hartog, G. J. M. an Kempen and J. H. M. Metz (eds.). Pudoc, Wageningen (Doorwerth), Netherlands.
- Ensminger. 1970. Swine Science. Interstate Printers & Publishers, Inc., Illinois, USA.

- Figuroa, J. L., A. J. Lewis and R. M. Diedrichse. 2002. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low – crude protein, amino acid –supplement diets. *J. Animal Sci.*, 80: 2911-2919.
- Gonyou, H. W. and W. R. Stricklin. 1998. Effect of floor area allowance and group size on the productivity of growing/finishing pigs. *J. Animal Sci.*, 76:1326-1330
- Gonyou., H. W. and Z. Lou. 2000. Effect of eating space and availability of water in feeders on productivity and eating behavior of grower/finisher pigs. *J. Animal Sci.*, 78: 865-870
- Harada, Y. 1996. Animal manure recycle systems and its utilization in Japan. *In* : Proceedings of the 8<sup>th</sup> AAAP Animal Science Congress. Vol.1. pp 99-108. Tokyo, Japan.
- Henry, Y., B. Seve, A. Mounier and P. Ganier. 1996. Growth performance and brain neurotransmitters in pigs as affected by tryptophan, protein, and sex. *J. Animal Sci.*, 74:2700-2710.
- Jerry, S., M. Whitney, L. Johnston, B. Koehler, R. Haddad and D. Koehler. 2002. Designing feeding programs for natural and organic pork production. University of Minnesota. USA.
- Jongbloed, A. W. and N. P. Lenis. 1992. Alteration of nutrition as a means to reduce environmental pollution by pigs. *Livestock Prod. Sci.*, 31:75-94.
- Jone, A. S., W. R. Hepburn, A. Candenhed and A. W. Boyne. 1952. The affect of variation of protein quality and protein level in diets on the performance of young pigs. *Anim. Prod.*, 4:185-172.
- Keith, M., L. A. Swiger and D. C. Mahan. 1975. Influence of dietary protein level on swine with different growth capabilities. *J. Animal Sci.*, 41:1031.
- Kerr, B. J., J. T. Yen, J. A. Nienaber and R. A. Easter. 2003. Influences of dietary protein level, animo acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weight and total heat production of growing pig. *J. Animal Sci.*, 81:1998-2007.
- Le Bellego, L., J. Van Milgen and J. Noblet. 2002. Effect of high temperature and low – protein diets on the performance of growing – finishing pigs. *J. Animal Sci.*, 80:691-701.
- Mary, V. G., 2005. Organic livestock production : A bibliography, alternative farming system center. U.S. Department of Agriculture. USA

- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10<sup>th</sup> ed. National Academy Press. Washington, D. C. 189 p.
- Pauzenga, U. 1991. Animal production in the 90's in harmony with nature : A case study in the Netherlands. *In* : Proceedings of Alltech's 7<sup>th</sup> Annual Symposium. pp 121-131, T. P. Lyons (ed.) Alltech Technical Publications, Nicholasville. USA.
- Ritter, W. E. 2001. Nonpoint source pollution and livestock manure management. *In* : Agricultural non point source pollution, pp. 135-169. W. F. Ritter and A Shirmohammadi (eds). Lewis Publishers, Boca Raton London. UK.
- Retter, W. and L. Bergstrom. 2001. Nitrogen and water quality. *In* : Agricultural non point source pollution, pp. 59-89. W. F. Ritter and A Shirmohammadi (eds). Lewis Publishers, Boca Raton London. UK.
- Schmolke, S. A. and Y. Z. Li and H. W. Gonyou. 2003. Effect of group performance of growing-finishing pigs. *J. Animal Sci.*, 81:874-878
- Ssu, K. W., M. C. Brumm and P. S. Miller. 2004. Effect of feather meal on barrow performance. *J. Animal Sci.*, 82:2588-2595.
- Urynek, W. and L. Buraczewska. 2003. Effect of dietary energy concentration and apparent ileal digestible lysine : Metabolizable energy ratio on nitrogen balance and growth performance of young pigs. *J. Animal Sci.*, 81: 1227-1236.
- Williams, P. E. V. 1995. Animal production and European pollution problems. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 53:135-144.
- Whittemore, C. T. 1993. The Science and Practice of Pig Production. Longman Group UK Ltd., Singapore.
- Whittemore, C. T. and F. W. H. Elsley. 1977. Practical Pig Nutrition. Farming Press Limited, Ipswitsch Suffolk, UK.
- <http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=hoonvi&date=09-11-2007&group=8&gblog=40>
- <http://bllob.blogspot.com/2008/11/blog-post.html>
- <http://www.clinictech.most.go.th/techlist/0214/agriculture/00000-863.html>
- [http://www.codi.or.th/index.php?option=com\\_content&task=view&id=520&Itemid=2](http://www.codi.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=520&Itemid=2)
- <http://www.co-opthai.com/home/count.asp?id=798&menu=article>
- [http://www.dld.go.th/vrd\\_np/webfile/swine.pdf](http://www.dld.go.th/vrd_np/webfile/swine.pdf)

<http://www.fincoopkku.com/mambo/images/stories/article/06-pig.doc>

<http://www.kingdomplaza.com/article/trade/news.php?nid=3>

<http://www.nongsak.th.gs/web-n/ongsak/mulom.pdf>

<http://province.prd.go.th/phrae/mulum.htm>

<http://school.obec.go.th/bnongko/Project/moo.htm>

<http://www.rta.mi.th/23153u/Data/kongroy/A03/pic/resize/mooroom/papersheed.doc>

<http://yasothon.doae.go.th/khowang/0005.doc>

[http://www.environnet.in.th/evdb/info/mineral/mineral\\_12.html](http://www.environnet.in.th/evdb/info/mineral/mineral_12.html)

[http://www.dld.go.th/nutrition/exhibision/feed\\_stuff/hay.htm](http://www.dld.go.th/nutrition/exhibision/feed_stuff/hay.htm)

<http://www.Ldd.go.th>

<http://kanchanapisek.or.th/kp1/data/29/k2.htm>

<http://kanchanapisek.or.th/kp12/product/index-product.htm>

<http://www.doae.go.th/ plant/benjamas.htm>

<http://www.doa.go.th/LinkClick.aspx?fileticket=VCKaJ8h4EkU%3d&tabid=126&mid=562>

