คำนำ

เกษตรกรในชนบทแม้ว่าจะทำการเกษตรแบบผสมผสาน แต่ก็เน้นการปลูกพืชเป็นหลัก การเลี้ยงสัตว์มีน้อย ทำให้เกิดการขาดแคลนอาหารโปรตีน ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต นอกจากนี้แนวคิดการทำปศุสัตว์อินทรีย์ในปัจจุบันนับว่าเป็นสิ่งจำเป็น เพราะประชาชนทั่วไปต่างเรียกร้องที่จะบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารที่ไม่มีสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะตกค้าง ในด้านปศุสัตว์มีประเภทของสัตว์หลายชนิดที่สามารถเลี้ยงในระดับรายย่อยได้ โดยใช้วิธีธรรมชาติผสมผสานกับวิชาการ ในระยะแรกอาจจะเริ่มจากสัตว์ที่เกษตรกรคุ้นเคย เช่น การเลี้ยงไก่ด้วยสมุนไพร หรือการเลี้ยงสุกรบนหลุม (หมูหลุม) ซึ่งขณะเดียวกันจะได้ปุ๋ยหมักจากคอกหมูหลุม เป็นต้น จากนั้นจึงค่อยพัฒนาไปสู่สัตว์ประเภทอื่น

อย่างไรก็ดีสัตว์ที่เลี้ยง เช่น สุกร มักจะมีปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม โดยมีกลิ่นและน้ำเสียเป็นมลภาวะต่อหมู่บ้าน ต่อสังคม และอาจมีผลเสียต่อแหล่งต้นน้ำได้ โดยทั่วไปเกษตรกรส่วนใหญ่มักไม่นำมูลสุกรไปใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดการสูญเปล่าแทนที่จะนำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรมทดแทนปุ๋ยเคมีที่ใช้อยู่จำนวนมาก ประกอบกับการเลี้ยงสุกร ถ้าสามารถประยุกต์นำเศษผักเหลือทิ้งหรือพืชล้มลุกที่ได้ตัดส่วนใช้ประโยชน์ เช่น ดอก ยอด ฯลฯ ออกไปแล้ว มาใช้เป็นประโยชน์ได้ จะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของวัสดุเศษเหลือ/เหลือทิ้งดังกล่าว รวมทั้งยังช่วยลดต้นทุนการผลิตด้านการเกษตรอีกด้วย เนื่องจากจะได้ปุ๋ยหมักอินทรีย์ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการหมักมูล และน้ำปัสสาวะของสุกรร่วมกับเศษพืชที่เหลือทิ้งข้างต้น ดังนั้นการเลี้ยงหมูหลุมจึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจ และควรต้องเร่งศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับใช้ในการส่งเสริมให้เกษตรกร โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยต่อไป

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงเห็นควรทำการศึกษาวิจัยเชิงบูรณาการทั้งด้านการทดสอบการเลี้ยงสุกรบนหลุม ระดับหรือความต้องการสารอาหาร จำนวนสุกรที่เหมาะสมต่อหน่วยพื้นที่ การใช้วัสดุเศษเหลือในท้องถิ่น การจัดการเลี้ยงดู รวมทั้งการผลิตปศุสัตว์อินทรีย์ เพื่อให้ได้เนื้อสุกรที่สามารถใช้เป็นอาหารโปรตีนสำหรับบริโภคในครัวเรือน และเพื่อสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร รวมทั้งส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุเหลือทิ้งสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีในเชิงเกษตรอินทรีย์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ (ระยะเวลาทดลอง 2 ปี คือ ปีงบประมาณ 2551-2552) เพื่อ

1. หาสัดส่วนของจำนวนสุกรต่อหน่วยพื้นที่ที่เหมาะสม เมื่อเลี้ยงบนหลุมที่ใช้วัสดุรองพื้นชนิดต่างๆ โดยพิจารณาจากสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการเลี้ยงสุกร
2. ผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ โดยจะช่วยลดมลภาวะของเสียจากการเลี้ยงสุกรไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
3. ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ เพื่อใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีของเกษตรกร

ตรวจเอกสาร

สุกรสายพันธุ์ลูกผสม ซึ่งมีพันธุกรรมของเลือดสุกรจากต่างประเทศไม่สูงนัก เป็นสายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงกันมากพอควรในหมู่เกษตรกรรายย่อยที่อยู่ในชนบท รวมทั้งรอบๆ พื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวงด้วย โดยในกรณีของเกษตรกรบนพื้นที่สูงมักเป็นสุกรพื้นเมือง หรือลูกผสมพื้นเมือง เนื่องจากเป็นสุกรที่เลี้ยงง่าย สามารถกินอาหารที่เป็นเศษเหลือจากการเกษตรในท้องถิ่น รวมทั้งยังทนทานต่อสภาพแวดล้อม แม้ว่าจะไม่ถ่ายพยาธิหรือทำวัคซีนป้องกันโรคก็สามารถอยู่รอดได้ และที่สำคัญ คือ มีเนื้อนุ่ม อร่อย มีขนาดพอเหมาะสำหรับการฆ่าเพื่อบริโภคในครอบครัวและมีสีดำ ซึ่งนิยมใช้ฆ่าเพื่อประกอบในพิธีกรรมต่างๆ เช่น ไหว้ผีตามประเพณี งานบวช งานแต่ง หรือวันปีใหม่ เป็นต้น แต่สุกรพื้นเมืองดังกล่าวจะมีอัตราการเจริญเติบโตช้า ซากมีสัดส่วนของไขมันค่อนข้างสูง เกษตรกรมักจะนำไปเจียวเป็นน้ำมันเพื่อใช้บริโภคในครัวเรือน อย่างไรก็ดี ประภาสและคณะ (2547) ได้รายงานว่า สุกรพื้นเมืองที่เลี้ยงในภาคเหนือ (รวมทั้งจากที่สูงในพื้นที่ต่างๆ) จำนวน 28 ตัว เมื่อทดสอบในช่วงน้ำหนัก 15-50 กิโลกรัม ด้วยการให้กินอาหารที่มีโปรตีน 12% พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 3.26 กิโลแคลอรี/กรัม แบบเต็มที่ และให้กินหญ้าขนสดในช่วงกลางวัน สุกรพื้นเมืองดังกล่าวมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 347.3$\pm$86.7 กรัม ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 3.39$\pm$0.7 ความหนาไขมันสันหลัง 2.39$\pm$0.7 เซนติเมตร มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน 19.2$\pm$5.0 ตารางเซนติเมตร ความยาวลำตัว 82.0$\pm$6.5 เซนติเมตร ความยาวรอบอก 91.1$\pm$6.7 เซนติเมตรและมีความสูงเฉลี่ย 53.5$\pm$3.6 เซนติเมตร ส่วนผลด้านสมรรถภาพการสืบพันธุ์ พบว่า มีจำนวนลูกสุกรเมื่อแรกคลอดเท่ากับ 8.6 ตัว/ครอก เหลือมีชีวิตรอดเฉลี่ย 7.7 ตัว/ครอก ซึ่งมีน้ำหนักตัวเมื่อแรกคลอดเฉลี่ยต่ำมาก (0.94 กก./ตัว) ส่วนที่อายุ 4 สัปดาห์ (หย่านม) มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 3.1 กิโลกรัม โดยจะเหลือรอดชีวิตเฉลี่ย 6.9 ตัว/ครอก

สำหรับข้อมูลด้านการให้อาหาร ธีรวัฒน์ (2541) ได้สำรวจการเลี้ยงสุกรพื้นเมืองในหมู่บ้านห้วยงูสิงห์ อำเภอทุ่งหัวช้าง จังหวัดลำพูน พบว่า ส่วนใหญ่ให้หยวกกล้วยหรือผักที่ขึ้นในท้องถิ่นผสมกับรำจากโรงสีขนาดเล็กในหมู่บ้านในอัตราส่วน 3:1 ใส่น้ำและคนให้เข้ากัน (หยวก 1.5 ต่อรำ 0.5 กิโลกรัมต่อมื้อ) ให้กินวันละ 2 มื้อ (เช้า-เย็น) บางครั้งอาจผสมอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดเล็กน้อย สุกรพื้นเมืองดังกล่าวจึงมีสมรรถภาพการผลิตที่ค่อนข้างต่ำ

พันธุ์สุกร ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตสุกร เนื่องจากสุกรแต่ละสายพันธุ์ก็มีอัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร และระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงเพื่อให้ได้น้ำหนักตามที่ต้องการ รวมทั้งคุณภาพซากแตกต่างกันออกไป ดังนั้นจึงมีความ

พยายามที่จะปรับปรุงสายพันธุ์สุกรเพื่อให้มีลักษณะตามที่ต้องการให้มากขึ้น โดยนำจุดเด่นของแต่ละสายพันธุ์มาใช้ในการผลิตสุกรลูกผสมสายใหม่ที่นิยม คือ แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์ x ดูรอค

ลักษณะเฉพาะของสุกรแต่ละพันธุ์

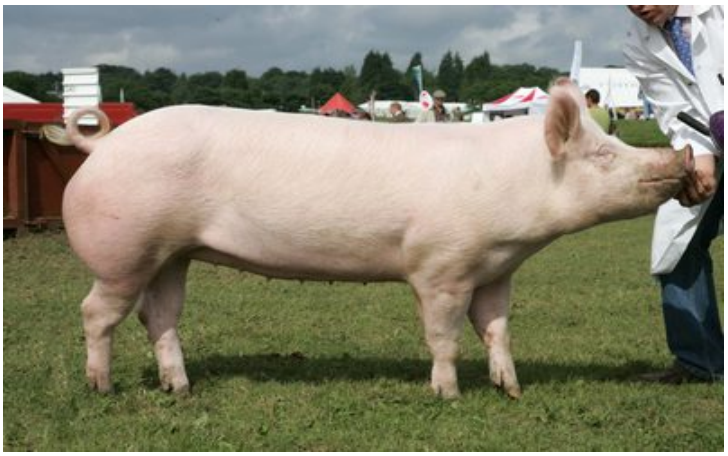
- **พันธุ์แลนด์เรซ (Landrace)**

เป็นพันธุ์พื้นเมืองของสแกนดิเนเวียที่มีการปรับปรุงพันธุ์และนิยมมาก คือ แดนนิช แลนด์เรซ มีสีขาว ลำตัวยาว สะโพกใหญ่ หูยาวปรก แม่พันธุ์ให้ลูกดกพอสมควร ลูกที่เกิดมาจากสายพันธุ์นี้จะโตเร็วมาก แม่พันธุ์แลนด์เรซให้น้ำนมมาก โดยให้ติดต่อกันเป็นเวลานานที่ระดับปริมาณน้ำนมจุดสูงสุด ประมาณ 5 สัปดาห์ ซึ่งยาวกว่าพันธุ์อื่นๆ ปัจจุบันมีการปรับปรุงพันธุ์ จนเป็นพันธุ์แลนด์เรซของประเทศต่างๆ (วันดี, 2546)

ภาพที่ 1 พันธุ์แลนด์เรซ (Landrace)

- **พันธุ์ยอร์คเชียร์ (Yorkshire) หรือ ลาร์จไวท์ (Large White)**

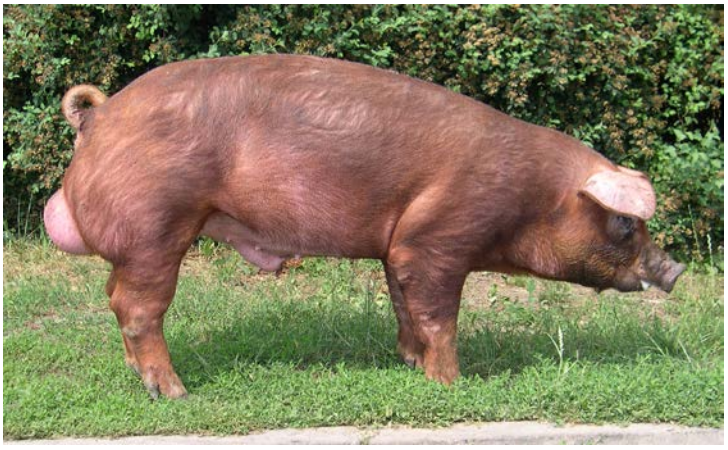
เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมาก มีต้นกำเนิดจากเมืองยอร์คเชียร์ ประเทศอังกฤษ มีลักษณะประจำพันธุ์ คือ ลำตัวสีขาว ผิวออกสีชมพู หูตั้งชันลำตัวขนาดใหญ่ มีความเป็นเลิศทางด้านอัตราการเจริญเติบโต ส่วนขนาดครอกของสายพันธุ์ที่ปรับปรุงแล้วให้ลูกดกมาก จะเป็นรองก็เพียงพันธุ์เหมยซานเท่านั้น จึงนำมาเป็นสายพันธุ์แม่ ขนาดครอกหย่านมสูง และมีลักษณะการเป็นแม่พันธุ์ที่ดี ส่วนอัตราการแลกเนื้อพอใช้ได้ มีเปอร์เซนต์ซากสูง ในสายพันธุ์สมัยใหม่ ลาร์จไวท์เพศเมียโตเต็มวัยอาจมีน้ำหนักถึง 300 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตมากกว่า 750 กรัม/วัน เฉลี่ยตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 100 กิโลกรัม ซากให้เนื้อแดงถึง 55-60% ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าเป็นพันธุ์ที่ให้เนื้อแดงสูง (meaty pigs) นอกจากนี้สุกรลาร์จไวท์ยังสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี



ภาพที่ 2 สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ (Large White)

- **พันธุ์ดูรอค (Duroc)**

มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นสุกรพันธุ์เนื้อที่มีลำตัวขนาดกลาง ลักษณะที่ปรับปรุงพันธุ์แล้วมีสีแดงล้วน อาจแดงเข้มจนถึงน้ำตาลดำ เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญถึงวัยเจริญพันธุ์รวดเร็วมาก มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูง ปกติจะมีน้ำหนักถึง 90 กิโลกรัมเมื่ออายุประมาณ 5 เดือน แม่พันธุ์ดูรอคจะมีขนาดครอกเล็กกว่าพันธุ์อื่น มีความสามารถในการเลี้ยงลูกพอใช้ได้ เป็นสุกรที่มีโครงสร้างแข็งแรง บึกบึน มีความต้านทานโรคต่างๆ และปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดี จึงนิยมใช้เป็นสายพ่อพันธุ์ ส่วนข้อเสีย มีมันค่อนข้างมาก อ้วนง่าย และมีปัญหาบ้างเมื่ออากาศร้อนจัด ดังนั้นสุกรพันธุ์นี้จึงมักใช้ผสมเพื่อผลิตสุกรลูกผสมสามสายเลือดทางการค้า (บุญลือ, 2536)



ภาพที่ 3 สุกรพันธูดูรอค

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสุกร

- **ระดับโปรตีนในสูตรอาหาร**

โปรตีนเป็นโภชนะที่สัตว์ต้องการเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ เช่น กล้ามเนื้อ ผิวหนัง เลือด ขน เขา ฯลฯ เพื่อใช้ในการดำรงชีพ เติบโต สืบพันธุ์ และให้ผลผลิต ดังนั้นอาหารที่ให้แก่สุกรจึงควรมีปริมาณโปรตีนที่เพียงพอกับความต้องการของสุกร อย่างไรก็ดี ความต้องการโปรตีนของสุกรขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ดังนี้

1. ปริมาณหรือการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน (availability) และความแปรปรวนของโปรตีนในอาหาร
2. ระยะการผลิตของสุกร เช่น สุกรอายุน้อยต้องการความเข้มข้นของโปรตีนสูงกว่าสุกรอายุมาก เพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์เนื้อเยื่อโปรตีนต่างๆ ในร่างกาย
3. สมดุลของกรดอะมิโนและความสัมพันธ์กับโภชนะอื่นๆในอาหาร
4. กระบวนการผลิตที่อาจจะมีผลต่อคุณภาพของโปรตีนที่นำไปประกอบสูตรอาหาร

ในการประกอบสูตรอาหาร นอกจากจะพิจารณาถึงปัจจัยดังกล่าว ยังต้องคำนึงถึงปริมาณอาหารที่ให้สุกรด้วย เนื่องจากส่งผลต่อปริมาณโภชนะที่สุกรได้รับ จากการที่สัตว์แต่ละระยะมีความต้องการระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน สูตรอาหารที่ใช้จึงควรมีระดับโปรตีนที่เหมาะกับระยะการผลิตของสุกรด้วย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณอาหารที่กินได้และปริมาณโปรตีนที่ควรมีในสูตรอาหารของสุกรแต่ละระยะ

ระยะของสุกร	น้ำหนักตัว (กก.)	อาหารที่กิน (กก./วัน)	ระดับโปรตีนในอาหาร (%)	ระดับโปรตีนที่ต้องการต่อวัน (kg)
รุ่น-ขุน	5-10	0.50	23.70	0.12
	10-20	1.00	20.90	0.21
	20-50	1.85	18.00	0.33
	50-80	2.57	15.50	0.40
	80-120	3.07	13.20	0.41

ที่มา : ดัดแปลงจาก NRC (1998)

พรรณิภา (2524) กล่าวว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูง จะมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่า มีความหนาไขมันบางกว่า และมีปริมาณเนื้อแดงมากกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำ แต่อย่างไรก็ตาม การให้โปรตีนในอาหารต้องมีขอบเขตที่จำกัด คือต้องให้ตามความต้องการของร่างกายสัตว์ การให้โปรตีนมากหรือน้อยเกินไปมักก่อให้เกิดผลเสียตามมา สอดคล้องกับ Jone *et al.* (1952) ที่รายงานว่าระดับโปรตีนที่สูงเกินในสูตรอาหารจะมีผลทำให้พลังงานที่ใช้ได้จากวัตถุดิบตัวอื่นๆ ลดลง

Keith *et al*. (1975) รายงานว่าการให้อาหารโปรตีน 4 ระดับ คือ 12, 14, 16 และ 18% แก่สุกรช่วงน้ำหนัก 23-90 กิโลกรัม ปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 14 และ 16 % มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่า และมีปริมาณเนื้อแดงมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ได้รับโปรตีน 12 และ 18% ส่วนความหนาของไขมันสันหลังจะบางลงตามการเพิ่มระดับโปรตีนในสูตรอาหาร

Kerr *et al*. (2003) ได้ให้โปรตีนระดับต่างๆ เลี้ยงสุกรภายใต้อุณหภูมิสูงและต่ำ (23 vs. 33 °C) ปรากฏว่าอุณหภูมิไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกร แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ลี้ยงในอุณหภูมิต่ำมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่า ไม่ว่าจะเป็นอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและปริมาณอาหารที่กิน ส่วนระดับโปรตีนในสูตรอาหารพบว่า มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตอย่างชัดเจน กล่าวคือ สุกรที่ได้รับอาหารโปรตีนสูงจะมีอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารระดับโปรตีนต่ำอย่างมีนัยสำคัญ (400 vs. 279 ก./วัน และ 400 vs. 297 ก./วัน ตามลำดับ ; $P<0.05$) แต่มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมด้วย

กรดอะมิโนสังเคราะห์ ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มทดลอง สอดคล้องกับการทดลองของ Le Bellego *et al*. (2002)

Figueroa *et al.* (2002) รายงานว่าการเสริมกรดอะมิโนสังเคราะห์ลงในอาหารสุกรที่มีระดับโปรตีนต่ำ สามารถช่วยทำให้สมรรถภาพการผลิต ได้ผลใกล้เคียงกับการใช้โปรตีนในสูตรอาหารระดับสูง ยกเว้นในกรณีที่โปรตีนต่ำมากเกินกว่า 14%

- **ระดับพลังงานในสูตรอาหาร**

สุกรต้องการพลังงานที่ใช้ในการทำงานของอวัยวะต่างๆ สำหรับการดำรงชีวิต เช่น การทำงานของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกาย การทำงานของกระบังลมเพื่อหายใจเข้าออก การทำงานของหัวใจ การดูดซึมอาหาร การผลิตและการระบายความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ เป็นต้น นอกจากนี้ แม่สุกรระยะอุ้มท้อง ยังต้องการพลังงานในการอุ้มท้องและผลิตน้ำนมเพื่อเลี้ยงลูกอีกด้วย (อุทัย, 2529; Whittemore *et al*., 1993) โดยพลังงานได้จากกระบวนการออกซิเดชั่น (oxidation) ของโภชนะต่างๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน (อาภัสรา, 2537) ซึ่งสอดคล้องกับ Ensminger (1970) ที่กล่าวว่า แหล่งพลังงานหลักของสัตว์จะมาจากคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนที่มีมากเกินไป ทั้งนี้พลังงานที่มากเกินความต้องการของร่างกายจะถูกเก็บสะสมอยู่ในรูปของไขมัน

อุทัย (2529) กล่าวว่าการให้ระดับพลังงานในอาหารที่ต่ำเกินไป จะส่งผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและกรดอะมิโนลดลงด้วย แต่สัตว์จะกินอาหารจนกระทั่งได้รับพลังงานที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย สัตว์จึงหยุดกินอาหาร

Cromwell (1978; อ้างโดย พรรณิภา, 2524) รายงานว่า การให้อาหารที่มีระดับ ME แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 2.9, 3.24 และ 3.67 กิโลแคลอรีต่อกรัม แก่สุกรน้ำหนัก 20-90 กก. ปรากฏว่าสมรรถภาพการผลิตดีขึ้นตามระดับ ME ที่เพิ่มขึ้น

Bee *et al*. (2002) รายงานว่า การให้อาหารที่มีพลังงานสูง (14.0 MJ DE/kg) จะทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารพลังงานต่ำ (8.8 MJ DE/kg; 845.5 vs. 460.5 ก./วัน; $P<0.01$) ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กิน อัตราแลกน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงต่ำกว่า (193.2 vs. 366.9 ก./วัน, 0.41 vs. 0.21 และ 55.5 vs. 60.0% ตามลำดับ; $P<0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับ Urynek and Buraczewska (2003) ที่รายงานว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มี ME สูงกว่า (14.5 vs. 13.5 MJ/kg) จะมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำ คือ 621 vs. 564 ก./วัน และ 546 vs. ก./กก. ตามลำดับ

Brumm and Miller (1996) ทำการเสริมไขมันที่ระดับ 0, 2.5 และ 5.0% ในอาหารสุกรรุ่นขุน ซึ่งเมื่อคำนวณค่า ME จะได้เท่ากับ 3.282, 3.392 และ 3.502 kcal/g ปรากฏว่าสุกรที่ได้รับอาหารเสริมไขมัน 5% มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมไขมัน 2.5% และกลุ่มควบคุม (0% ไขมัน) อย่างมีนัยสำคัญ (อัตราการเจริญเติบโต; 789.0 vs. 787.0 และ 764.0 ก./วัน; ประสิทธิภาพการใช้อาหาร; 312.0 vs. 306.0 และ 290.0 กก.; ตามลำดับ) ปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวันมีค่าน้อยลงตามระดับการเสริมไขมัน คือ 2.48 vs. 2.57 vs. 2.64 กก. ส่วนเปอร์เซนต์เนื้อแดงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (45.8 vs. 45.8 และ 46.4%)

- **อิทธิพลของเพศต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร**

เพศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการผลิตสุกร เนื่องจากสุกรแต่ละเพศล้วนแล้วแต่มีสภาพทางกายวิภาคและสรีรวิทยาที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์และฮอร์โมนที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะเหล่านั้น ซึ่งจะส่งผลไปถึงสมรรถภาพการผลิตที่แตกต่างกันออกไป

สุทัศน์ (2525) และวินัย (2529) กล่าวว่า เพศเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างเนื้อเยื่อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศผู้ โดยสุกรเพศผู้จะมีปริมาณเนื้อแดงมากกว่าเพศเมียและเพศผู้ตอน เนื่องจากเพศผู้มีฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) ซึ่งกระตุ้นให้มีการสะสมไนโตรเจนเพื่อสร้างเป็นโปรตีนหรือเนื้อเยื่อในร่างกายมากขึ้น ตรงกันข้ามกับสุกรเพศเมียและเพศผู้ตอนที่มีการสะสมไขมันเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับปลีโรจน์ (2527) ที่รายงานว่าฮอร์โมนเพศผู้นอกจากจะควบคุมพฤติกรรมทางเพศแล้วยังมีผลในการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อด้วย

Hafez (1969; อ้างโดย ไพจิตร, 2535) กล่าวว่าสุกรเพศผู้ที่สมบูรณ์พันธุ์แล้วจะมีรูปร่างสูงใหญ่กว่าสุกรเพศเมียเมื่อเทียบในช่วงอายุที่เท่ากัน ซึ่งเป็นผลมาจากฮอร์โมนเพศ โดยสุกรเพศผู้จะมีฮอร์โมนกลุ่มแอนโดรเจน (androgen) ทำให้ปลายกระดูก (epiphyseal plate) ปิดช้ากว่าในเพศเมีย จึงทำให้กระดูกเจริญเติบโตต่อไปได้ดีกว่า เป็นเหตุให้สุกรเพศผู้มีลำตัวยาวกว่าสุกรเพศเมีย

Henry *et al.* (1996) รายงานว่าสุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่า และมีปริมาณอาหารที่กินมากกว่าเพศผู้และเพศเมีย ตามลำดับ (636.0 vs. 537.0 และ 489 ก./วัน และ 1.80 vs.1.59 และ 1.55 กก.; $P<0.05$) รวมทั้งมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าอีกด้วย (0.344, 0.324 และ 0.304 ก./กก. ตามลำดับ)

สมภพ (2542) รายงานว่า สุกรเพศผู้ เพศผู้ตอน และเพศเมียในระยะรุ่น มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่อัตราแลกน้ำหนักของเพศผู้ตอนมีค่าต่ำกว่าเพศผู้และเพศเมียอย่างมี

นัยสำคัญ (2.33 vs. 2.84 และ 3.02 ตามลำดับ) แต่ในระยะขุนกลับพบว่า เพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโต ระยะเวลาการเลี้ยง และอัตราแลกน้ำหนักดีกว่าเพศเมียและเพศผู้ตอน (P<0.05) สอดคล้องกับ ภัทรผกา (2550) ที่รายงานว่า เพศของสุกรไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต ยกเว้นผลต่อระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงในช่วงน้ำหนัก 15-30 และ 30-60 กิโลกรัม ส่วนช่วงน้ำหนักอื่นๆ พบเพียงแนวโน้มว่า สุกรเพศผู้ตอนกินอาหารต่อวันมากกว่า ทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราแลกน้ำหนักดีกว่า จึงใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงน้อยกว่าสุกรเพศเมีย (33.23 vs. 41.11 และ 66.00 vs. 74.68 วัน; P<0.01) อย่างไรก็ดี ธิติ (2539) กลับรายงานว่า สุกรเพศผู้ตอนมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่าเพศเมียในทุกช่วงทดลอง คือ ช่วงระหว่าง 30-60 และ 60-90 กก.หรือตลอดระยะ30-90 กก. (P<0.05) ทั้งนี้การให้อาหารข้นผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 โดยแช่ไว้ 2 ชั่วโมง ทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรทั้งสองเพศดีกว่าการผสมน้ำในสัดส่วนอื่น

Ssu *et al*. (2004) รายงานว่า สมรรถภาพการผลิตของสุกรเพศเมียและเพศผู้ตอนที่ได้รับอาหารโปรตีน 16% และพลังงานใช้ประโยชน์ 3280 kcal/kg มีทางทำให้สุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่กินได้มากกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001) คือ 911 vs. 827 กรัมต่อวัน และ 2.614 vs. 2.393 กิโลกรัม แต่มีเปอร์เซนต์เนื้อแดงและความหนาไขมันน้อยกว่าเพศเมีย (P<0.001) คือ 48.3 vs. 51.5% และ 15.6 vs. 11.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเพิ่มของเนื้อแดง และเปอร์เซนต์ซากไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับ Bee *et al*. (2006) ที่กล่าวว่า สุกรเพศผู้ตอนจะมีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าสุกรเพศเมีย (0.98, 2.71 กิโลกรัม และ 0.36 vs. 0.85, 2.42 กิโลกรัม และ 0.35 ตามลำดับ; P<0.01)

สิ่งขับถ่ายจากสุกร

ลักษณะและองค์ประกอบของสิ่งขับถ่ายของสุกร

ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นของแข็ง ได้แก่ มูลสุกร เศษอาหารที่ตกค้างในคอกและขนที่หลุดร่วงกับส่วนที่เป็นของเหลวที่เกิดจากการล้างตัวสุกรและคอกรวม ทั้งปัสสาวะของสุกร ซึ่งกลายเป็นน้ำทิ้งหรือน้ำเสียเป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดมลภาวะ

ของเสียที่ขับถ่ายออกจากร่างกายจะอยู่ในรูปก๊าซ ของแข็ง และของเหลว ซึ่งมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป ในส่วนที่เป็นของแข็งหรือมูลจากสุกรมีองค์ประกอบดังนี้

ก. อาหารที่ไม่ถูกย่อยได้แก่ เยื่อใย เซลลูโลส กับส่วนที่ย่อยได้แต่ไม่สามารถดูดซึมได้

ข. ส่วนที่มาจากระบบทางเดินอาหาร เช่น เยื่อบุผนังลำไส้

ค. แบคทีเรีย และผลผลิตของแบคทีเรีย

ส่วนของเหลว คือ ปัสสาวะ เป็นของเสียที่เกิดจากการย่อยอาหารที่ดูดซึมแล้ว แต่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เป็นส่วนที่มีมากเกินไปของร่างกาย อาจเป็นสารพิษที่ถูกร่างกายกำจัดออกโดยไต ปริมาณปัสสาวะจะแตกต่างกันไปตามชนิดของอาหารที่กินและวิธีการเลี้ยงดู โดยเฉพาะปริมาณน้ำที่มีในอาหารหรือที่สัตว์ได้รับ

Jongbloed and Lenis (1992) รายงานว่า ในช่วงระยะการเจริญเติบโตของสุกรตั้งแต่ระยะรุ่นถึงขุน สุกร 1 ตัว กินอาหารที่มีไนโตรเจนรวมกันประมาณ 7.5 กิโลกรัม ในส่วนนี้ประมาณ 60-70% หรือ 4.5-5.3 กิโลกรัมจะถูกขับถ่ายทิ้งไป ซึ่งคิดเป็นปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมากับมูล และกับปัสสาวะได้ ประมาณ 20 และ 50 % ของไนโตรเจนที่กิน ตามลำดับ

Williams (1995) รายงานว่า ในยุโรป ระบบการจัดการอาหารด้วยวิธีการประกอบสูตรอาหารให้ใกล้เคียงกับความต้องการของสัตว์มากที่สุด สามารถลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายได้ถึง 10-15% การให้อาหารสุกรที่แบ่งช่วงการให้อาหารตามระยะของสุกรให้มากขึ้น (Phase feeding) สามารถลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายได้ถึง 10% และสามารถลดไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายได้ 23% รวมทั้งยังช่วยลดการปล่อยแอมโมเนียในโรงเรือนได้ 25% (Latimier and Dourmad, 1993)

ไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกร

การเลี้ยงสุกรเพื่อการค้าในปัจจุบันมีการคำนวณสูตรอาหาร เพื่อให้สุกรเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด โดยคำนวณจากความต้องการโภชนะโปรตีน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณโปรตีน หรือไนโตรเจนรวมในอาหารมีสัดส่วนที่สูง โดยทั่วไปสุกรสามารถนำไนโตรเจนที่กินเข้าไปมาใช้ประโยชน์ได้เพียงส่วนหนึ่ง ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกจากร่างกายในรูปของของเสีย (สมชัยและสุริยะ, 2544) จากการศึกษาของ Aarnink and Canh (1999) พบว่า สุกรระยะรุ่น-ขุน สามารถนำไนโตรเจนจากอาหารที่กินเข้าไปมาใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตได้เพียง 30% ปริมาณที่เหลืออีก 70% จะถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะ 50% และในมูล 20% ปริมาณของไนโตรเจนที่ขับออกแล้วส่วนหนึ่งจะระเหยสู่ชั้นบรรยากาศ โดยจะมีเหลือเพื่อการใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยในดินประมาณ 38%

ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของสุกรจะมีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกมาต่างกัน (Dourmad *et al*., 1992) จากข้อมูลในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า สุกรตั้งแต่ระยะหลังหย่านมเป็นต้นจะมีการขับถ่ายไนโตรเจนออกจากร่างกายสูงถึงครึ่งหนึ่งของปริมาณที่กิน (47%) และเพิ่มสูงขึ้นเมื่อสุกรมีอายุและขนาดตัวใหญ่ขึ้น สำหรับสุกรแม่พันธุ์ในระยะอุ้มท้องและเลี้ยงลูก จะมีการ

ขับถ่ายไนโตรเจนออกมาสูงมาก ไนโตรเจน 75 % ของปริมาณที่กินเข้าไป (73-77% ของไนโตรเจนที่กิน) ส่วนสุกรในระยะดูดนมจะมีการขับไนโตรเจนออกมาน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ปริมาณของไนโตรเจนที่ถูกขับออกมาของสุกรแต่ละช่วงอายุ

ประเภทสุกร	ไนโตรเจนที่ขับออก			
	ต่อตัว (ก./วัน)	ระยะเวลา (กก./ปี)	%ทั้งหมด	N ขับออก/N ได้รับ (%)
แม่สุกร				
สุกรสาวทดแทน	51	186	1.7	69
ช่วงหลังหย่านมลูก	42	103	0.9	73
ช่วงตั้งท้อง	40	954	8.7	77
ช่วงให้นม	79	459	4.2	57
ลูกสุกร				
ช่วงดูดนม (27 วัน)	1	54	0.5	14
ช่วงหลังหย่านม (จนถึง 25 กก.)	11	907	8.2	47
สุกรรุ่นขุน				
25 ถึง 105 กก.	38	8,360	75.8	67
รวม		11,023	100	65

ที่มา: Dourmad *et al*. (1992)

ปริมาณสิ่งขับถ่ายจากสุกร

จากรายงานของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ในปี 2526 ได้ประมาณการว่า สุกรหนึ่งตัวปล่อยของเสียเท่ากับปริมาณสิ่งขับถ่ายจากคน 3 ถึง 5 คนต่อวัน ปริมาณและลักษณะที่สุกรขับถ่ายออกมา จะขึ้นกับปริมาณและองค์ประกอบของอาหารที่กิน ลักษณะเฉพาะตัว เช่น ระยะการเจริญเติบโต อายุ ขนาด ช่วงอุ้มท้อง การเคลื่อนไหวและความเคยชินต่ออาหารชนิดนั้นๆ รวมทั้งอิทธิพลทางจิตใจ เช่น การตื่นตกใจ ความกลัว และความเครียดต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม มีผลกระทบต่อการควบคุมฮอร์โมนต่างๆ ของระบบย่อยอาหารและการใช้ประโยชน์ของอาหาร การถ่ายมูลและปัสสาวะด้วย (สุริยะ, 2540)

มูลสุกรประกอบด้วยส่วนเหลือของอาหาร ซึ่งเป็นส่วนที่ย่อยไม่ได้เป็นของแข็ง15-35% และน้ำประมาณ 65-85% ในสภาพปกติของสุกร การขับถ่ายจะแปรผันไปตามอายุ เพศ และขนาดของสุกร ชนิดและปริมาณของอาหาร และน้ำที่ได้รับ และปัจจัยอื่นๆ อีกหลายประการ ปริมาณสิ่งขับถ่ายเฉลี่ยของสุกร 1 ตัว ในแต่ละวันที่ระยะต่างๆ แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณสิ่งขับถ่ายจากสุกรที่ระยะต่างๆ

สุกร	น้ำหนักตัว (กก.)	ปริมาณสิ่งขับถ่าย มูลและปัสสาวะ (กก./วัน)
สุกรเล็ก	15	1.04
สุกรหย่านม	30	1.90
สุกรรุ่น	70	4.60
สุกรขุน	90	5.80
แม่สุกรไม่อุ้มท้อง	125	4.03
แม่สุกรเลี้ยงลูก	170	14.90
พ่อพันธุ์	160	4.90

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2542)

Jelinek (1977; อ้างโดย พงศธร, 2535) รายงานว่า ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรน้ำหนักตัวขนาดต่างๆ คือ สุกรน้ำหนัก 5-15 กิโลกรัม มีสิ่งขับถ่ายคิดเป็น 7.2% ของน้ำหนักตัว สุกรน้ำหนัก 16-30 กิโลกรัม ขับถ่าย 8.5% ของน้ำหนักตัว สุกรน้ำหนัก 31-65 กิโลกรัม ขับถ่าย 6.3% ของน้ำหนักตัว และสุกรน้ำหนัก 66-100 กิโลกรัม ขับถ่าย 4.9% ของน้ำหนักตัว

Harada (1996) รายงานว่า ในประเทศญี่ปุ่นมีสุกร 10.258 ล้านตัว จะมีสิ่งขับถ่ายรวมมากถึง 23.79 ล้านตัน แบ่งเป็นมูล 8.33 ล้านตัน และปัสสาวะ 15.46 ล้านตัน ทั้งนี้สุกรแต่ละตัวจะมีปริมาณมูลที่ขับถ่ายต่อวันดังนี้ คือ สุกรขุนมีการขับถ่ายมูล 2.1 กิโลกรัม ปัสสาวะ 3.8 กิโลกรัม รวม 5.9 กิโลกรัม ส่วนพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ ขับถ่ายมูล 3.3 กิโลกรัม ปัสสาวะ 7.0 กิโลกรัม รวม 10.3 กิโลกรัม ซึ่ง Sauerland (1979; อ้างโดย พัชรินทร์, 2538) ได้แสดงปริมาณมูลและปัสสาวะที่สุกรช่วงน้ำหนักตัวต่างๆ ขับถ่ายต่อวัน ปรากฏว่า สิ่งขับถ่ายทั้งมูลและปัสสาวะมีปริมาณน้ำหนักสูงขึ้นตามน้ำหนักตัวของสุกร แต่เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัวกลับพบว่า มีสัดส่วนลดลง กล่าวคือ มีปริมาณ 8.6% ของน้ำหนักตัวที่ 40 กก. และจะมีสิ่งขับถ่ายลดลงเหลือ 3.8% ของน้ำหนักตัวที่ 130 กก. (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณมูลและปัสสาวะที่สุกรขับถ่ายต่อวัน

น้ำหนักตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย (กก.)			% น้ำหนักตัว		
(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
40	1.02	2.60	3.12	2.4	6.2	8.6
60	1.51	2.57	4.08	2.5	4.3	6.8
90	1.90	2.55	4.45	2.1	2.8	4.9
130	2.15	2.74	4.89	1.7	2.1	3.8

ที่มา: Sauerland (1979; อ้างโดย พัชรินทร์, 2538)

ปัญหาที่เกิดจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียจากสุกร

ของเสียจากการเลี้ยงสุกร เช่น มูลสุกร น้ำเสียทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ทั้งในเรื่องกลิ่น น้ำเสีย และยังเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรค ปัญหาที่พบมากได้แก่

- **ปัญหากลิ่นจากมูลสุกร**

Charies (1993) รายงานว่า สารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นได้แก่ สารระเหยอินทรีย์ (Volatile organic compounds, VOC) กรดไขมันสายโซ่สั้นที่ระเหยได้ และสารระเหยที่มีคาร์บอน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งเกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ และสามารถแพร่กระจายออกทันทีหลังจากมูลถูกขับออกจากตัวสุกร นอกจากนี้แอมโมเนียในปัสสาวะจะถูกปล่อยออกมาโดยการทำงานของเอนไซม์ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในมูลเปลี่ยนยูเรียเป็นแอมโมเนีย ซึ่งระเหยได้ในระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นปริมาณแอมโมนียที่เป็นพิษกับสุกรและคน จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการมูลหลังจากขับออกมา ถ้ามีการเก็บมูลบ่อยครั้ง แยกมูลออกจากบริเวณที่สุกรปัสสาวะ สามารถลดปริมาณแอมโมเนียได้ส่วนหนึ่งหรืออาจใช้วิธีเจือจางด้วยน้ำ แต่อาจเป็นการสิ้นเปลืองน้ำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปกติในอากาศมีประมาณ 0.03% (300 ส่วนในล้านส่วน) แต่ถ้ามีถึง 4% (40,000 ppm) จะทำให้สุกรตาลาย วิงเวียน เดินโซเซ หมดสติ สำหรับสุกรน้ำหนัก 68 กิโลกรัมขึ้นไป บางครั้งสามารถทนคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้น 20% ได้นาน 1 ชั่วโมง เมื่อนำสุกรมาอยู่ในสภาพอากาศดี อาการต่างๆ ของสุกรจะกลับเข้าสู่สภาพปกติ

ก๊าซแอมโมเนียซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากมูลสด พบว่าพื้นคอกแบบแสลท จะมีกลิ่นแอมโมเนียน้อยกว่าพื้นคอกแบบคอนกรีต ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นกลิ่นก็มากขึ้นตามไปด้วย ก๊าซ

แอมโมเนียรบกวนสุขภาพของสุกร ถ้ามีความเข้มข้นถึง 100-300 ส่วนในล้านส่วน ทำให้สุกรมีอาการจาม น้ำลายฟูมปาก กินอาหารน้อย หัวสั่น (Pauzngа, 1991)

ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เกิดจากการหมักของมูลภายใต้สภาพที่ไม่มีอากาศ ในโรงเรือนสุกรที่มีการถ่ายเทอากาศพอสมควร จะมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ประมาณ 0.09 ส่วนในล้านส่วน ถ้าไม่มีการระบายอากาศที่ดีพอ จะเพิ่มเป็น 0.28 ส่วนในล้านส่วน ภายใน 6 ชั่วโมง สุกรที่ได้รับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 20 ส่วนในล้านส่วนอยู่ตลอดเวลา จะทำให้เกิดอาการผิดปกติทางประสาท กลัวแสง อาเจียน และทำให้ท้องร่วง (Pauzngа, 1991)

ก๊าซมีเทน พบมากในการหมักมูลในสภาพไร้อากาศ ในคอกสุกรมีระดับของก๊าซมีเทน ต่ำกว่า 5% (Charies, 1993)

ก๊าซที่ทำให้ของเสียจากสุกรมีกลิ่นเหม็น ได้แก่ เอมีน เมอร์แคบเทนซัลไฟด์ และกรดอินทรีย์อื่นๆ (Charies, 1993)

- **ปัญหาต่อคุณภาพของน้ำ**

น้ำเสียที่เกิดจากฟาร์มสุกร สามารถซึมลงในดินไปปนเปื้อนน้ำใต้ดินในชั้นที่ไม่ลึกได้ ทำให้ใช้น้ำบาดาลไม่ได้ นอกจากนี้ในช่วงฤดูฝน น้ำเสียเหล่านี้จะล้นออกนอกฟาร์มไปปนเปื้อนกับแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น คู คลอง บ่อ หนองบึง และถ้ามีมากเกินไปอาจเกิดความเสียหายแก่พื้นที่เพาะปลูกที่อยู่รอบข้างได้ (วิวัฒน์, 2546) ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากมูลสุกรที่ถูกปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้เกิดการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของพืชน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น และคุณภาพน้ำลดลง เรียกขบวนการนี้ว่า ภาวะยูโทรฟิเคชั่น (eutrophication) (Ritter, 2001) คือ การมีธาตุอาหารอยู่มาก จะกระตุ้นให้สิ่งมีชีวิตในน้ำเจริญอย่างรวดเร็วทั้งจุลินทรีย์และพืชน้ำ และส่งผลต่อค่า BOD, COD และอื่นๆ ที่เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำมีค่าลดลง (Ritter and Bergstrom, 2001)

- **ปัญหาต่อคุณภาพของดิน**

ในมูลสุกรมีแร่ธาตุและสารประกอบหลากหลาย เมื่อมีการสะสมมากเกินไปจะทำให้เกิดผลเสียกับดิน เช่น ฟอสฟอรัส สังกะสี นิยมเสริมกันในระดับที่สูงมากในอาหารสุกร ทำให้หลงเหลือในอุจจาระ รวมทั้งสารประกอบไนโตรเจนในมูลสุกรที่ถูกแบคทีเรียย่อยสลายเป็นไนเตรทและไนไตร์ท แร่ธาตุเหล่านี้ถ้ามีมากเกินไปพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากสะสมในดินแล้ว ยังอาจถูกฝนชะล้างลงในแหล่งน้ำใกล้เคียง

ดินบริเวณที่มีการตากมูลสัตว์หรือมีการนำมูลสัตว์ใส่ในดินนานๆ อาจก่อให้เกิดมลภาวะแก่น้ำใต้ดิน เนื่องจากไนเตรท-ไนไตรเจนจะรั่วซึมลงสู่ผิวดินได้

- **เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคและพาหะนำโรค**

ปัญหาการสะสมมูลในฟาร์มนอกจากทำให้เกิดกลิ่นเหม็นน่ารังเกียจแล้ว ยังก่อให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมทางสุขาภิบาล เช่น เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวัน แมลงวันนอกจากเป็นแหล่งพาหะนำเชื้อโรคและพยาธิแล้วยังก่อความรำคาญแก่คนละสัตว์เลี้ยง โดยทั่วไปแมลงวันมีชีวิตอยู่ได้ 2-20 วัน และชั่วอายุของแมลงวันสามารถออกไข่ได้มากถึง 3,000 ใบ (ปฐม, 2540) ปัญหาเรื่องแมลงวันไม่ได้เป็นปัญหาเฉพาะกับสุขภาพของสุกรที่เลี้ยงอยู่ในโรงเรือนเท่านั้น แต่มีผลกระทบออกไปไกลถึงนอกฟาร์มซึ่งรบกวนชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง ทำให้เกิดปัญหาด้านสาธารณสุขตามมา

การเลี้ยงสุกร (หมู) หลุม

การเลี้ยงหมูหลุมหรือการเลี้ยงหมูชีวภาพ เป็นการนำทรัพยากรธรรมชาติและผลพลอยได้ทางการเกษตรใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด หลีกเลี่ยงหรือไม่ใช้สารปฏิชีวนะในการเลี้ยง ไม่ใช้ผลพลอยได้จากสัตว์ เช่น กระดูกป่น เนื้อป่น มาเป็นส่วนประกอบของอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ ซึ่งมีรูปแบบการเลี้ยงต่างกันออกไปทั้งการเลี้ยงในระบบของคอกและเลี้ยงในระบบปล่อยทุ่งหญ้า โดยส่วนใหญ่จะพบในประเทศทางยุโรป และสหรัฐอเมริกา Mary (2005) รายงานว่า ในปี 2001 ประเทศสหรัฐอเมริกาสุกรได้รับการจดทะเบียนเป็นการเลี้ยงในลักษณะที่เรียกว่า Organic จำนวน 3,100 ตัว มีการผลิตเป็น เนื้อ นม ไข่ ต่อมาในปี 2003 การเลี้ยงในลักษณะที่เรียกว่าชีวภาพเพิ่มสูงถึง 23.4% มูลค่า 10.38 พันเหรียญ Jerry *et al.* (2002) รายงานว่าลักษณะของอาหารสัตว์ที่เลี้ยงในรูปแบบชีวภาพประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ เป็นผลผลิตที่ได้จากการผลิตในลักษณะชีวภาพ ไม่ใช้สารสังเคราะห์ใดๆ ประกอบเป็นสูตรอาหาร เช่น เอ็มไซม์ โปรไบโอติก เป็นต้น ไม่เป็นสารต่างๆ ดังนี้ ไม่เป็นพืชที่ได้จากการตัดแต่งพันธุกรรม ไม่ใช่สารปฏิชีวนะ ฮอร์โมน หรือยา ไม่มีส่วนประกอบจากสัตว์หรือผลพลอยได้จากการฆ่าสัตว์ ไม่ใช่ผลพลอยได้จากธัญพืชยกเว้นธัญพืชที่ผ่านการรับรอง ไม่ใช้กรดอะมิโนสังเคราะห์ Gentry (2002) ทำการทดลองเลี้ยงสุกรตั้งแต่เกิดจนถึงส่งโรงฆ่าในลักษณะต่างๆ กัน คือ เลี้ยงในโรงเรือนพื้นแสลท เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการใช้วัสดุรองพื้น เลี้ยงนอกโรงเรือนบนพื้นดิน และเลี้ยงนอกโรงเรือนในแปลงถั่วอัลฟาฟ่า พบว่า ในฤดูร้อนสุกรที่เลี้ยงนอกโรงเรือนมีอัตราการเจริญต่อวัน (ADG) ดีกว่าเลี้ยงในโรงเรือน (0.92 และ 0.82 กก./วัน, $P<0.05$) ส่วนในฤดูหนาวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการเลี้ยงในและนอกโรงเรือน

นอกจากนี้ยังพบว่า สุกรที่เลี้ยงในโรงเรือนและมีวัสดุรองพื้นคอกมีน้ำหนักซาก และไขมันสันหลังมากกว่าสุกรที่เลี้ยงในโรงเรือนพื้นแสลท

ความต้องการพื้นที่และจำนวนของสุกรที่เลี้ยงแต่ละคอกนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ช่วงอายุของสุกร ลักษณะของพื้นคอก รูปแบบของโรงเรือน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม Gonyou and Stricklin (1998) รายงานว่า น้ำหนักตัวเพิ่มของสุกรในระยะขุนจะลดลง ทั้งนี้เมื่อจำนวนสุกรต่อคอกเพิ่มขึ้น เนื่องจากสุกรมีอัตราการกินเฉลี่ยต่อวัน ลดลงตามจำนวนสุกรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละคอก ซึ่ง Schmolke *et al.* (2003) แนะนำว่า ถ้ามีจำนวนสุกรต่อคอกมากขึ้น ควรมีการเพิ่มขนาดและพื้นที่ของที่ให้อาหารและขนาดของคอกเพื่อมิให้เกิดความสูญเสีย โดยสามารถเพิ่มจำนวนสุกรต่อคอกได้ถึง 80 ตัว ธำรงศักดิ์ (2539) และสุชีพ (2522) ได้รายงานว่าความต้องการพื้นที่และจำนวนของสุกรในคอกแต่ละระยะการเลี้ยงแสดงไว้ใน ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความต้องการพื้นที่และจำนวนของสุกรในคอกแต่ละระยะการเลี้ยง

	ความต้องการพื้นที่(ตร.ม.)		
ระยะของสุกร	ธำรงศักดิ์(2539)	สุชีพ(2522)	จำนวนสุกรต่อคอก(ตัว)
อายุ 10-35 สัปดาห์	0.3-0.5	0.6-0.8	10-15
30-60 กิโลกรัม	0.8-1.1	0.8-1.0	20-30
60-100 กิโลกรัม	1.2	1.2-1.5	20-30

ที่มา: ดัดแปลงจากธำรงศักดิ์ (2539) และสุชีพ (2522)

ขั้นตอนและวิธีเลี้ยง

การเลี้ยงหมูหลุมจะต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมของโรงเรือน (ธำรงศักดิ์, 2539) เช่น

- สถานที่ก่อสร้างคอกสุกร ควรเป็นที่ดอนน้ำท่วมไม่ถึง ระบายน้ำได้ดี ห่างไกลชุมชน
- สร้างโรงเรือนตามแนวตะวันออก-ตะวันตก เพื่อให้แสงแดดส่องภายในโรงเรือนน้อยที่สุด
- ควรปลูกไม้ยืนต้นห่างจากตัวโรงเรือน 5-6 เมตร ไม่ควรปลูกไม้พุ่มเตี้ย เพราะจะบังลมที่พัดมาในระดับต่ำ
- เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนตลอดทั้งปี โรงเรือนสุกรควรจะโปร่งหลังคาสูง

- วัสดุที่ใช้มุงหลังคาขึ้นกับงบการลงทุน เช่น กระเบื้อง อะลูมิเนียม แฝก สังกะสี เป็นต้น

การขุดหลุมและวัสดุรองพื้น

หลังจากขุดหลุมตามความต้องการแล้วจึงนำวัสดุมารองพื้นคอก ซึ่งสุวรรณ (2547) ทะนงศักดิ์ (2548) และวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุดรธานี (2548) รายงานว่า วัสดุรองพื้นคอกที่ใช้ เช่น มูลโค รำ เชื้อจุลินทรีย์ เป็นต้น ควรแบ่งวัสดุรองพื้นเป็น 3 ส่วน ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยเรียงวัสดุเป็นชั้น ๆ

ตารางที่ 6 ชนิดของวัสดุรองพื้นจากแหล่งข้อมูลต่างๆ

แหล่งข้อมูล	สุวรรณ (2547)	ทะนงศักดิ์ (2548)	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุดรธานี (2548)
พื้นคอกลึก(ซม.)	90	90	90
ส่วนที่ 1	ใส่แกลบ	ขี้เลื่อย/แกลบ+เกลือผสมกับดิน	แกลบดิบ
ส่วนที่ 2	มูลโค-กระบือ ผสมรำข้าว	ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์	มูลวัว
ส่วนที่ 3	สารจุลินทรีย์ EM	ดินไอเอ็มโอหรือดินชีวภาพ	รำอ่อนแล้วรดด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์
ระยะเวลา	7 วัน	ฤดูร้อน 5-7 วัน ฤดูหนาว 18-20 วัน	

ที่มา : ดัดแปลงจากสุวรรณ (2547) ทะนงศักดิ์ (2548) และวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุดรธานี (2548)

ศูนย์เครือข่ายการพัฒนาสังคมและสวัสดิการตำบลนาคำ (2004) ให้นิยามว่า จุลินทรีย์ หมายถึง สิ่งมีชีวิตเล็กๆ มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ไม่ชอบความร้อน ไม่ชอบแสงสว่างชอบขยายพันธุ์ในที่มืด ชอบกินของหวานที่หมักด้วยน้ำตาลทรายแดงเป็นอาหาร ทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุให้เป็นประโยชน์ต่อพืช มนุษย์และสัตว์

จุลินทรีย์ EM (Effective microorganism) หมายถึง จุลินทรีย์ที่สถาบันคิวเซ จัดเตรียมขึ้นมาใช้โดยการหมักหัวเชื้อในกระบวนการอุตสาหกรรม

จุลินทรีย์ท้องถิ่น (จุลินทรีย์ IMO = Indigenous Micro Organisms) หมายถึง การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในพื้นที่ที่เตรียมการหมักเศษพืช ผลไม้ เศษหอย ปลากับน้ำตาลทรายแดง ตามแนวทางเกษตรธรรมชาติเกาหลีใต้ โดยมีวิธีการเลี้ยงสุกรที่เน้นการใช้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทำให้สุกรมีความต้านทานโรค อัตราการแลกเนื้อสูง มีไขมันน้อย ไม่มีกลิ่นเหม็นรบกวน และยังสามารถใช้พื้นคอกเป็นปุ๋ยชีวภาพที่มีคุณภาพดี

วิธีการเลี้ยง

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุดรธานี (2548) รายงานว่า หมูที่นำมาเลี้ยงควรเป็นหมูที่หย่านมมีน้ำหนักประมาณ 12-20 กิโลกรัม โดยเตรียมคอกและอุปกรณ์ต่างๆให้พร้อม คัดหมูที่มีขนาดใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน เพื่อป้องกันการรังแกกัน

สุวรรณ (2549) รายงานว่า หมูที่เลี้ยงควรเป็นหมู 3 สายเลือด หย่านมแล้วอายุประมาณ 1 เดือน ซึ่งการเลี้ยงในระยะ 1 เดือนแรก ควรให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดผสมกันกับรำข้าว ในอัตราส่วนอาหาร 1 ส่วนรำ 3 ส่วน ให้กิน 3 ครั้ง/วัน คือ เช้า กลางวัน และเย็นโดยอัตราส่วนนี้ใช้ในระยะ 15 วันแรก หลังจากนั้นให้อาหารสำเร็จรูปลดลง เมื่อครบ 1 เดือนจึงหยุดให้อาหารสำเร็จรูป

การเลี้ยงในเดือนที่ 2 จนถึงจำหน่าย จะใช้รำข้าวผสมกับน้ำปลาร้าต้ม และเศษพืชผักเป็นอาหารเสริม โดยระยะการเลี้ยงนับแต่วันที่เริ่มนำสุกรลงเลี้ยงจนถึงจำหน่าย ใช้เวลาประมาณ 4-5 เดือน ได้น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม

สูตรผสมอาหารสุกรแบบธรรมชาติ

นอกจากหมูบ้านที่กินเศษผัก หรือผลพลอยได้เป็นอาหารแล้ว ยังมีหมูอีกชนิดหนึ่งที่สามารถกินเศษผักผลไม้ได้เหมือนกัน คือ หมูป่า ซึ่งหมูป่าจะกินผักต่างๆ เผือก มัน เห็ด หน่อไม้ ข้าวโพด สับปะรด ถั่วลิสง และหญ้าอ่อนๆ รวมถึงสัตว์เล็กจำพวกปลวก งู และหนู เวลาเจอก็กินเหมือนกัน (Thaifeed.net, 2004)

วินัย (2549) อ้างว่า เกษตรกรในประเทศจีน มีการใช้เศษพืชผัก ยอดมันสำปะหลังสับเป็นชิ้นเล็กๆ คลุกน้ำตาล ในอัตราส่วน 100:4 หมักในถุงดำไล่อากาศออก มัดปากถุงทิ้งไว้ 7 วัน นำไปเลี้ยงสุกรได้เลย พบว่า ผักหมักมีคุณค่าทางโภชนะดังนี้โปรตีน 17.87% ไขมัน 1.78% พลังงาน 3,500 แคลอลี่ต่อกิโลกรัม และหากนำมาตากแห้งจะมีโปรตีนสูงถึง 24% ซึ่งสามารถใช้ทดแทนอาหารสำเร็จรูปได้ 50% หรือไม่ก็นำมาผสมกับหอยป่น รำข้าว ข้าวโพด ผสมเข้ากันนำไปเลี้ยงสุกรโดยไม่ต้องใช้อาหารสำเร็จรูป

ทรงศักดิ์ (2548) แนะนำว่า น้ำดื่มสำหรับหมูหลุมควรประกอบด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผักหรือผลไม้ น้ำฮอร์โมนสมุนไพร (เหล้าดองยา) นมเปรี้ยว และน้ำหมักแคลเซียมอย่างละ 2 ช้อนโต๊ะ

ผสมกับน้ำสะอาด 20 ลิตร ผสมให้สุกรดื่มเป็นประจำทุกวัน หากพื้นคอกสุกรแน่นหรือแข็ง ก็สามารถใช้น้ำดังกล่าวราดบนพื้นคอก จะทำให้เกิดกลิ่นหอม จูงใจให้สุกรขุดคุ้ยเป็นการกลับหน้าดิน ช่วยให้พื้นคอกร่วนโปร่งมีอากาศถ่ายเท และเพิ่มการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

วัสดุที่ใช้รองพื้นคอกสุกรหลุม

ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุที่เป็นอินทรีย์วัตถุเศษเหลือ ซึ่งเป็นของเหลือทิ้ง ไม่มีมูลค่า ตัวอย่างเช่น

1. วัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่น

วัสดุเหล่านี้ได้แก่ ขี้เลื่อย ฟางข้าว ชานอ้อย ซังข้าวโพด เป็นต้นจากการประเมินโดยคร่าวๆ ในแต่ละปีจะมีแกลบประมาณ 4.5 ล้านตัน ฟางข้าวประมาณ 35 ล้านตัน และกากอ้อยประมาณ 7 ล้านตัน (http://www.environnet.in.th/evdb/info/mineral/mineral 12.html)

- ฟางข้าว

ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้จากการปลูกข้าวมีมากหลังฤดูเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโค-กระบือในช่วงฤดูแล้ง มีคุณค่าทางอาหารต่ำ มีโปรตีน เยื่อใยและค่าโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ประมาณ 2.76, 38.13 และ 40.20% ของวัตถุแห้งตามลำดับ อัตราการย่อยได้ต่ำ มีโภชนะต่างๆ น้อย ถ้าให้สัตว์กินฟางอย่างเดียวนานๆ จะทำให้น้ำหนักตัวลด (ตารางที่ 7.;http;//www.dld.go.th/nutrition/exhibision/feed_stuff/hay.htm)

- แกลบ

จากการวิเคราะห์ทางเคมี ปรากฏว่า ประกอบด้วยไนโตรเจน 0.46% ฟอสฟอรัส 0.26% โปแตสเซียม 0.7% และซิลิก้าสูงถึง 15% เนื่องจากแกลบมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง 80-100 ใช้เวลานานในการย่อยสลาย คุณสมบัติเด่นตรงที่ช่วยปรับปรุงดิน ทำให้ดินร่วนซุย ถ้านำไปใช้ในดินทราย ทำให้ดินโปร่งไม่แน่นทึบ สะดวกต่อการไถพรวนและปักดำ มีรายงานจากกรมพัฒนาที่ดินบ่งว่า การใส่แกลบสามารถช่วยลดการสะสมของเกลือบนพื้นดินชั้นบน ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ จากผลการทดลองของกรมวิชาการเกษตร พบว่า การใส่แกลบร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต (16-20-0) ช่วยทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 5-24% เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ส่วนรายงานจากไต้หวันและญี่ปุ่น ซึ่งมีการปลูกข้าวจำนวนมากเช่นเดียวกับประเทศไทยก็มีการกล่าวอ้างว่า การใส่แกลบสามารถช่วยปรับปรุงดินได้เช่นกัน ประโยชน์ของซิลิก้าช่วยให้ฟอสฟอรัสในดินเป็นประโยชน์แก่ต้นข้าวได้เพิ่มขึ้น ช่วยทำให้ต้นข้าวแข็งแรงไม่ล้มง่าย

ต้านทานโรคแมลง สามารถใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง และทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น (http://kanchanapisek.or.th/kp1/da ta/29/k2.htm)

ตารางที่ 7. องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวชนิดต่างๆ

โภชนะ	ฟาง	ฟางหมักยูเรีย		ฟางราดสารละลายยูเรีย – กากน้ำตาล
	ธรรมดา	สด	แห้ง	
วัตถุแห้ง (DM)	90.00	57.00	90.00	63.48
โปรตีนรวม (CP)	2.76	4.99	7.88	7.02
เยื่อใย (CF)	38.13	21.11	33.33	-
เถ้า (Ash)	14.54	11.60	18.30	-
ไขมัน (EE)	2.00	3.09	4.88	1.92
คาร์โบไฮเดรท (NFE)	32.27	16.21	25.61	-
โภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN)	40.20	28.22	44.55	-
โปรตีนย่อยได้ (DP)	0	2.69	4.24	-
การย่อยได้ของวัตถุแห้ง	50.00	68.56	53.00	51.94

2. พืชผักที่เหลือทิ้งจากมูลนิธิโครงการหลวง

มูลนิธิโครงการหลวง ได้นำพืชผักต่างๆ เข้ามาทดลองปลูกบนที่สูงเป็นจำนวนหลายชนิดหลายพันธุ์ โดยได้รับความช่วยเหลือจากประเทศต่างๆ มีนักวิชาการทำการทดลองวิจัย เพื่อให้ทราบถึงลักษณะความต้องการทางกายภาพและชีวภาพของพืชแต่ละชนิด ผลการทดลองนี้ได้ถ่ายทอดสู่ ชาวเขาซึ่งได้ร่วมกันทดลองปลูกพืชในระยะแรก จากนั้นจึงกลายมาเป็นอาชีพอย่างจริงจัง ในระยะหลัง ชาวเขาเริ่มมีความเชื่อมั่นที่จะปลูกผัก ปลูกดอกไม้และปลูกผลไม้ เพื่อทำรายได้แทนฝิ่น (http://kanchanapisek.or.th/kp12/product/index-product.htm) ตัวอย่างของพืชผักที่มีจำนวนมากและเหลือเป็นส่วนคัดทิ้ง ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาทิเช่น ผักกาดหางหงส์ ผักกาดขาวปลี กะหล่ำปลี เป็นต้น

- ผักกาดหางหงษ์ (Chinese Cabbage-Michilli)

ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Brassica pekinensis*

ลักษณะทั่วไป สามารถปลูกได้ทั่วไป ฤดูหนาวปลูกในที่ราบเหมาะสม ส่วนฤดูแล้งมีปัญหาเรื่องแมลง ปลูกได้ตลอดปี ความเป็นกรดด่างของดิน ประมาณ pH 6.0-6.8 ควรปลูกในดินชนิดร่วนปนทราย ระยะปลูก (ต้น x แถว) ในฤดูฝนและฤดูหนาวคือ 30 x 40 ซม. และ 30 x 30 ซม. ตามลำดับ เฉลี่ยจำนวนต้น ในฤดูฝนและหนาวเท่ากับ 8.3 ต้น/ตร.ม. อายุเฉลี่ย 70-87 วัน

ผลผลิตจะดีในช่วงฤดูหนาว ผลผลิตมักเสียหายในช่วงฤดูแล้ง มักมีแมลงเข้าทำลาย เกิดโรคใบไหม้และมีปัญหาไม่เข้าหัว ฤดูฝนจะมีปัญหาเน่าและ ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 200-300 กก.

- เบญจมาศ

ปัจจุบันมีการปลูกเบญจมาศกันมาก หลากหลายพื้นที่ แหล่งปลูกที่สำคัญของแต่ละภูมิภาค ดังนี้ ภาคกลางที่ จ.นนทบุรี และกรุงเทพมหานคร ภาคเหนือที่ จ.เชียงใหม่ และจ.เชียงราย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.อุบลราชธานี จ.อุดรธานี และจ.ขอนแก่น ส่วนภาคใต้มีที่ จ.สุราษฎร์ธานี

ชื่อสามัญ: Chrysanthemum
ชื่อวิทยาศาสตร์: *Chrysanthemum morifolium*
วงศ์: Compositae
ถิ่นกำเนิด: China, Japan

ผลผลิตรวมของเบญจมาศทั้งประเทศมีปริมาณเท่ากับ 154 ล้านช่อ/ปี หรือเฉลี่ยรวมเท่ากับไร่ละ 36,622 ช่อ ผลผลิตเกือบทั้งหมดใช้ในประเทศ ปัญหาที่พบมักเกี่ยวกับโรคราสนิมขาว ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญเมื่อปลูกบนที่สูง ส่วนการผลิตนอกฤดูยังไม่ได้คุณภาพ (http://www.doae.go.th/ plant/benjamas.htm)

ผลของการเลี้ยงสุกรหลุม

สุวรรณ (2547) ได้ทำการเลี้ยงสุกรแบบผสมผสาน ระหว่างการเลี้ยงธรรมชาติ ซึ่งเป็นการจัดการคอกสุกรที่เป็นแบบอย่างที่ดีโดยไม่ก่อให้เกิดกลิ่นและน้ำเสียสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกไม่ต้องทำความสะอาดคอกและจัดการมูลสัตว์ในคอก มีต้นทุนการเลี้ยงต่ำ สามารถผลิตอาหารเลี้ยงเองในบ้านได้ เป็นการผลิตปุ๋ยคอกที่มีคุณภาพสูง แทบจะไม่มีเชื้อโรคเกิดขึ้นในฟาร์ม ไม่มีการใช้

สารเคมีหรือยาในฟาร์ม และใช้แรงงานในการเลี้ยงดูน้อย กับการเลี้ยงแบบทั่วๆ ไป คือ การเลี้ยงหมูหลุมหรือการเลี้ยงหมูขุนหลุม ซึ่งเป็นการเลี้ยงแบบเทคโนโลยีของชาวเขาภาคเหนือ ได้นำความรู้มาปรับปรุงการเลี้ยงหมูให้เข้ากับสภาพพื้นที่ พบว่า สามารถสร้างรายได้ให้กับชาวบ้านได้ อีกทั้งยังสามารถคืนต้นทุนได้ในระยะสั้น และลดต้นทุนการผลิต

เยี่ยม (2549) พบว่าการเลี้ยงหมูแบบธรรมชาติ โดยการใช้อาหารที่สามารถหาได้จากธรรมชาติและมีอยู่ในชุมชน เช่น หยวกกล้วยสับเป็นชิ้นเล็กๆ ผักบุ้ง ฟักทอง มะละกอ และผักอื่นๆ อย่างละ 25 กิโลกรัม น้ำตาลทรายแดง 1 กิโลกรัม เกลือแกง 2 ขีด ผสมหมักทิ้งไว้ 5-7 วัน แล้วนำมาให้สุกรกิน พบว่าสุกรมีความต้านทานโรคได้ดี อีกทั้งยังเป็นการแก้ปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ก่อให้เกิดความรำคาญต่อเพื่อนบ้าน ลดต้นทุนการผลิต ผลผลิตปลอดสารพิษและสารเคมี

การเลี้ยงหมูโดยใช้อาหารสำเร็จรูป มีอัตราการเจริญเติบโต (ADG) และอัตราการแลกน้ำหนัก (FCR) ดีกว่าการเลี้ยงโดยใช้อาหารผสมและเสริมด้วยพืช แต่การใช้อาหารผสมและเสริมด้วยเศษพืชต่างๆ สามารถลดต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กก. ลงได้ถึง 6.14 บาท ที่ระยะเวลาการเลี้ยง 125 วัน และ 4.91 บาท ที่ระยะเวลาการเลี้ยง 180 วัน คุณภาพซากของสุกรที่เลี้ยงโดยอาหารสำเร็จรูปและอาหารผสมมีเปอร์เซ็นซากและคุณภาพซากไม่แตกต่างกัน สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมที่ 180 วัน มี น้ำหนักเฉลี่ย 71.08 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นจากการเลี้ยงที่ 125 วัน จาก 61.04 กก. เท่ากับ 5.95 กก. (วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุดรธานี, 2549)

มีการนำสุกรมาเลี้ยงบนหลุมเพื่อให้เกิดการหมักของเศษวัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่น เป็นการเลี้ยงแบบธรรมชาติที่ไม่ได้แตกต่างจากการเลี้ยงทั่วไปมากนัก เพียงแค่ปรับเปลี่ยนพื้นที่การเลี้ยงสุกรจากเดิมที่มีการเลี้ยงบนพื้นคอนกรีตมาเป็นการเลี้ยงบนดิน ตัวอย่างฟาร์มแรกๆ เช่น บ้านห้วยโก๋น จ. น่าน ได้มีการเลี้ยง “สุกรหลุมชีวภาพ” ใช้วิธีการขุดหลุมลงไปในดินลึกประมาณ 90 เซนติเมตร พื้นที่ขนาด 3 x 6 เมตร สามารถใช้เลี้ยงสุกรได้ 10 ตัว (1 หลุม) หากทำหลายหลุมให้ใช้ไม้กั้นแบ่งเป็นคอก หลังคามุงด้วยหญ้าคาง่ายๆ เพื่อสุกรจะได้ไม่ร้อน จากนั้นหาวัสดุรองพื้น ได้แก่ แกลบดิบ หรือขี้เลื่อย ทับเป็นชั้น ในอัตรา 100 ส่วน ต่อเกลือ 0.3-0.5 ส่วน โรยลงบนเศษแกลบคลุกเคล้ากันให้ได้ปริมาณความสูงในหลุม 30 เซนติเมตร ใส่เชื้อจุลินทรีย์ 2 ช้อน ผสมน้ำ 10 ลิตร รดพื้นดินให้โชก โรยดินชีวภาพราขาว จะแพร่กระจายหนาแน่นทั่วไปเต็มพื้นที่ของคอกสุกร ทั้งนี้มีรายงานว่าสามารถจำหน่ายปุ๋ยชีวภาพได้ในราคา 10,000 บาทต่อคอก (วิชิต, 2548)

นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนของการทำให้ขี้หมูหอม ซึ่งกระทำได้จากการหมักโดยใช้นมเปรี้ยวและจุลินทรีย์ IMO วิธีทำ คือ หมักน้ำซาวข้าวไว้ 4 วัน ตักเอาเฉพาะส่วนที่ใสๆ มา 1 ส่วน ผสมกับนมสด 10 ส่วน หมักต่ออีก 4 วัน ผสมน้ำตาลทรายแดง หมักต่ออีก 4 วัน ก็จะได้นมเปรี้ยว ส่วน

จุลินทรีย์ IMO ทำจากผักสีเขียว ผลไม้สุก เชื้อราขาว ฯลฯ ผสมน้ำรดคอกสุกร สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง ตัวสุกรจะขุดคุ้ยผสมเป็นปุ๋ยโดยธรรมชาติ มูลสุกรที่อยู่ในคอกหรือพื้นจะไม่ส่งกลิ่นเหม็น ซึ่งจะสามารถขายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ถึงปีละ 30,000 บาท จากการเลี้ยงสุกร 10 ตัว (ราวิน, 2547) อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงสุกรในระบบเกษตรธรรมชาติ คอกจะต้องมีอากาศไหลเข้า–ออกสะดวก โดยตัวคอกอยู่ในแนวยาวทิศเหนือ–ใต้ พื้นคอกใช้วัสดุรองพื้น 3 ชนิด คือ ขี้เลื่อย ดินในพื้นที่และเกลือทะเล ในอัตราส่วน 100:10:0.3 อาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรควรให้พืชสดเป็นส่วนประกอบด้วย รวมทั้งเติม IMO ลงบนพื้นคอกเพื่อช่วยในการย่อยมูลสุกร ซึ่งจะไม่ทำให้มีกลิ่นและไม่ต้องทำความสะอาดบ่อยๆ (อานัฐ, 2547)

สุชน และคณะ (2550) ทำการเลี้ยงสุกรบนพื้นหลุม เป็นเวลา 90 วัน เพื่อผลิตปุ๋ยหมัก และลดกลิ่นสุกรบนพื้นที่สูง สามารถทำได้โดยนำเศษวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่ เช่น ต้นเบญจมาศ และเศษผัก มาทำเป็นวัสดุรองพื้นคอกที่มีความลึกประมาณ 1 เมตร พบว่าจะได้ผลผลิตปุ๋ยประมาณ 80% ของวัสดุเริ่มต้น (หรือเท่ากับ 683-1,187 กก/หลุม ขึ้นกับชนิดของวัสดุรองพื้นหลุม; ขนาดหลุม 2 x 3 ม.) โดยปุ๋ยที่ได้ควรนำไปหมักต่ออีกระยะหนึ่งประมาณ 3-4 สัปดาห์ เพื่อให้วัสดุสลายตัวอย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้สุกรที่เลี้ยงบนพื้นหลุมดังกล่าวมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่เป็นปกติ (388-453 ก./วัน ขึ้นกับสายพันธุ์ของสุกร) และไม่พบสุกรป่วยตายหรือมีอาการผิดปกติใดๆ

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การเลี้ยงสุกรบนหลุมเป็นที่ยอมรับว่าไม่มีกลิ่นและไม่เป็นมลภาวะรบกวนต่อชุมชน ในขณะเดียวกันก็ทำให้ได้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์ รวมทั้งอาจพัฒนาต่อไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ สามารถนำไปใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี ทำให้ลดค่าใช้จ่าย และนำไปส่งเสริมการทำเกษตรแบบอินทรีย์ให้กับเกษตรกรบนที่สูงได้ อย่างไรก็ดี วิธีการเตรียมวัสดุใส่หลุม หรือหัวเชื้อสำหรับเร่งการหมักยังยุ่งยากและอาจไม่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อย รวมทั้งการใช้สุกรที่มีพันธุกรรมดีขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องให้อาหารข้นและเลี้ยงในพื้นที่หนาแน่นพอควร ในช่วงท้ายของการเจริญเติบโตมักมีการสะสมของแก๊สแอมโมเนียหรือแก๊สที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพสุกรอื่นๆ ในปริมาณสูง ทำให้สุกรที่เลี้ยงบนหลุมดังกล่าวมีคุณภาพซากด้อยลง การศึกษาในครั้งนี้จึงเน้นที่หาสัดส่วนของสุกรที่เหมาะสมภายใต้สายพันธุ์ที่ได้คัดเลือกแล้ว ทั้งนี้สัดส่วนของสุกรที่เลี้ยงข้างต้นควรสอดคล้องกับชนิด และระยะเวลาการสลายตัวของวัสดุรองพื้นก้นหลุม รวมทั้งการใช้วิธีการเตรียมวัสดุรองพื้นอย่างง่ายๆ จะต้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบอาหารสูตรต่างๆ ที่ใช้เลี้ยงสุกร

ชนิดอาหารที่ให้	อาหารสำเร็จรูป	อาหารผสมผลพลอยได้ทางการเกษตร
จำนวนสุกร (ตัว)	19.00	19.00
ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)	125.00	125.00
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กก.)	10.85	10.76
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กก.)	86.33	57.26
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (กก.)	75.48	46.50
จำนวนอาหารเฉลี่ย (กก.)	231.87	263.70
ค่าอาหารเฉลี่ย/ตัว (บาท)	2,397.54	1,187.65
อัตราการเจริญเติบโต/วันเฉลี่ย(ADG)(กก.)	0.60	0.35
อัตราการแลกน้ำหนักเฉลี่ย; FCR	3.06	5.67
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนัก 1 กก. (บาท)	31.69	25.55

ที่มา : วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุดรธานี (2549)

ประโยชน์จากการเลี้ยงสุกรหลุม

- **ด้านการเกษตรและปศุสัตว์**

1. เกษตรกรได้ปุ๋ยชีวภาพที่ประหยัดต้นทุน
2. สุกรมีสุขภาพแข็งแรง มีความต้านทานโรค
3. มีกำไรจากการเลี้ยงแม้ในช่วงราคาสุกรตก จากการที่ใช้ต้นทุนต่ำและสามารถจำหน่ายผลพลอยได้เป็นรายได้เสริม
4. เป็นกิจกรรมที่เอื้อการเกษตรแบบผสมผสาน คือ ได้ปุ๋ยหมักที่ได้นำไปใช้ในกิจกรรมทางพืช ทำให้ลดการใช้ปุ๋ยเคมีและใช้ผลพลอยได้จากกิจกรรมทางพืชเป็นอาหารสุกร
5. ประหยัดแรงงานเนื่องจากไม่ต้องใช้แรงงานในการเก็บกวาดมูลสุกร ทำความสะอาดคอกและล้างตัวสุกร รวมทั้งยังทำให้ประหยัดน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงด้วย
6. ผู้เลี้ยงมีสุขภาพจิตและสุขภาพกายที่ดีเนื่องจากใช้สารเคมีน้อยลงหรือไม่ใช้เลย

- **ด้านสิ่งแวดล้อม**

1. ช่วยลดปัญหาน้ำเสียจากการเลี้ยงปศุสัตว์
2. ปรับสภาพของเสียจากน้ำทิ้งคอกสุกรให้เป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกพืช
3. ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากการเลี้ยงสุกร รวมทั้งได้เนื้อสุกรที่ปลอดภัยเนื่องจากไม่มีการใช้สารเคมี

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ

การที่จะได้มาซึ่งอินทรียวัตถุเพื่อใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงบำรุงดิน โดยไม่ต้องรอจากการสลายตัวของอินทรีย์สารตามธรรมชาตินั้น การหมักเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ปุ๋ยอินทรีย์ตามความต้องการในระยะเวลาสั้น ถ้ามีการจัดการที่ดีทั้งสัดส่วนของวัสดุที่ใช้ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก ในการผลิตปุ๋ยหมักมีสิ่งต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องดังนี้ คือ

1. วัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมัก

วัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก ต้องเป็นวัสดุอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายตัวได้ ส่วนใหญ่เป็นวัสดุเหลือใช้ต่างๆ จากเกษตรกรรมและวัชพืช จากอุตสาหกรรม จากขยะมูลฝอยของครัวเรือน และจากสิ่งขับถ่ายของสัตว์ รวมกันแล้วมากกว่าปีละ 80 ล้านตัน (www.Ldd.go.th) โดยแยกออกได้คร่าวๆ ตามประเภทของวัสดุ คือ

1.1 วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช ส่วนใหญ่ได้จากต้นพืชต่างๆ ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้ว ทั้งพืชไร่ พืชสวน และนาข้าว ในแต่ละปีได้มากกว่า 36 ล้านตัน

1.2 วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรม เป็นวัสดุที่ได้จากระบบอุตสาหกรรมเกษตร ได้แก่ โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตน้ำมันพืช โรงงานแป้งมัน โรงสีข้าว โรงงานผลไม้กระป๋อง โรงงานอาหารสัตว์ รวมทั้งอุตสาหกรรมการแปรรูปสัตว์ รวมกันได้ปีละประมาณ 24 ล้านตัน

1.3 วัสดุที่ได้จากสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ รวมถึงวัสดุรองพื้นคอกสัตว์ รวมกันได้ปีละประมาณ 22.5 ล้านตัน

1.4 วัสดุจากขยะมูลฝอยจากครัวเรือน ประมาณมากกว่า 12 ล้านตันต่อปี

ภาพที่ 4 วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมัก (เศษซากพืช, มูลสัตว์ และเชื้อจุลินทรีย์

วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทำปุ๋ยหมักแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ วัสดุที่ย่อยสลายง่าย กับวัสดุที่ย่อยสลายยาก โดยใช้ค่าสัดส่วนที่เป็นองค์ประกอบหลักในวัสดุเป็นเกณฑ์ คือ สัดส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจน หรือ C/N ratio ถ้าเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย เป็นวัสดุประเภทที่มีสัดส่วนต่ำกว่า 100:1 และวัสดุที่ย่อยสลายยาก เป็นวัสดุประเภทที่มีสัดส่วนสูงกว่า 100:1 ซึ่งวัสดุทั้ง 2 กลุ่มมีองค์ประกอบที่เป็นธาตุอาหารพืชหลักดังแสดงไว้ในตารางที่ 9, 10 และ 11

ตารางที่ 9 คุณสมบัติของวัสดุอินทรีย์บางชนิดที่สามารถนำมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้

องค์ประกอบทางเคมี (%)	N	P	K	OM	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe
แกลบ	0.35	0.014	0.52	0.22	0.22	0.027	0.039	0.002	0.001	2.744
ใบยาสูบ	1.77	0.347	3.18	2.49	2.49	0.248	0.009	0.005	0.002	0.166
กากตะกอนหม้อกรองน้ำอ้อย	1.96	2.670	1.13	5.91	5.91	0.350	0.055	0.020	0.003	1.904
ขี้เถ้าเตา	0.15	0.233	1.78	0.50	0.50	0.145	0.021	0.010	0.001	0.702
อ้อย	0.47	0.018	0.40	0.58	0.58	0.030	0.004	0.003	0.001	0.549
กากอ้อย	0.34	0.018	0.35	0.11	0.11	0.019	0.002	0.002	0.001	0.034
ใบอ้อย	0.94	0.149	1.53	0.29	0.29	0.082	0.002	0.002	0.001	0.024
ขี้เถ้าแกลบ	0.22	0.008	0.50	0.05	0.05	0.057	0.013	0.010	0.001	0.042
ซังข้าวโพดหวาน	2.13	0.342	0.94	0.05	0.05	0.114	0.002	0.010	0.001	0.018
เปลือกข้าวโพด	1.37	0.197	1.38	0.10	0.10	0.087	0.001	0.002	0.002	0.031
รำอ่อน	2.64	2.521	2.09	0.03	0.03	0.617	0.008	0.010	0.001	0.015
วัสดุเพาะเห็ดที่ใช้แล้ว	2.29	1.196	0.43	0.93	0.93	0.520	0.008	0.025	0.001	0.164

ตารางที่ 10 คุณสมบัติของวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุ	N %	P_2O_5%	K_2O %	C %	C/N	pH
ฟางข้าว	0.55	0.09	2.39	48.82	89	8.20
ผักตบชวา	1.27	0.71	1.84	43.56	34	7.80
หญ้าขน	1.38	0.34	3.69	48.66	35	7.10
ต้นข้าวโพด	0.53	0.15	2.21	33.00	62	8.20
มันสำปะหลัง						
- เปลือก (เปียก)	0.60	0.22	0.67	48.85	81	3.60
- เปลือก (แห้ง)	0.59	0.19	0.77	31.52	53	4.45
- เหง้า	1.48	0.48	1.01	54.49	37	4.70
สับปะรด						
- เปลือก (โรงงาน)	1.79	0.85	5.46	46.80	26	7.60
- ใบ(สด)	1.12	0.48	2.64	53.84	48	6.05
- เศษ(สด)	0.82	-	-	49.95	61	9.05
ส่วนของเปลือก						
- เปลือกเมล็ดกาแฟ	0.93	0.19	6.22	65.05	70	6.30
- เปลือกถั่วลิสง	0.73		-	58.36	70	6.40
- เปลือกทุเรียน	0.83		2.15	50.63	75	5.50

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2540)

ตารางที่ 11 คุณสมบัติของวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุ	N %	P_2O_5 %	K_2O %	C %	C/N	pH
ขี้เลื่อย						
- ไม้เบญจพรรณ	0.32	0.16	2.45	62.70	196	5.40
- ไม้ยางเก่า	0.25	0.15	0.53	56.37	225	7.40
- ไม้ยางใหม่	0.19	0.36	0.40	58.41	307	7.50
อ้อย						
- ใบอ้อย	0.49	0.21	0.58	51.52	105	6.20
- กากอ้อย	0.40	0.15	0.44	57.69	146	6.05
ขุยมะพร้าว	0.36	0.05	2.94	60.13	167	6.15
แกลบ	0.36	0.09	1.08	54.72	152	6.18
ต้นปอกระเจา(โรงงาน)	0.45	-	-	51.83	115	5.30
เปลือกเมล็ดปาล์มบด	0.52	0.03	0.30	60.65	117	5.49
ค่าเฉลี่ย	0.37	0.15	1.09	57.15	170	6.19

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2540)

ความแตกต่างกันของวัสดุทั้งสองประเภท คือ ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนและคาร์บอน วัสดุที่ย่อยสลายง่าย นอกจากมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบเฉลี่ยน้อยกว่าวัสดุที่ย่อยสลายยาก แล้วยังมีค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนมากกว่าอีกด้วย การที่วัสดุย่อยสลายยากมีปริมาณคาร์บอนอยู่สูง อาจเป็นเพราะมีส่วนที่เป็นเยื่อใยแข็งเป็นองค์ประกอบในเนื้อเยื่อพืชมากกว่า ผลที่ตามมาคือ ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ช้าลง เพราะโครงสร้างสารประกอบเหล่านี้ซับซ้อนมาก การสลายตัวให้เป็นชิ้นเล็กลงจำเป็นต้องใช้พลังงานจากจุลินทรีย์มาก จุลินทรีย์จึงต้องเพิ่มการใช้ไนโตรเจนเพื่อเพิ่มจำนวนประชากรให้มีกิจกรรมมากขึ้น ถ้าจะให้การย่อยสลายใช้เวลาน้อยลง ต้องเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนลงไปให้เหมาะสม การทำปุ๋ยหมักก็จะได้ผลเร็วขึ้น

2. จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์

จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญที่สุดในการย่อยสลายเยื่อใยให้เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลเล็กลงจนเป็นอินทรียวัตถุที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ดังกล่าวข้างต้น กระบวนการย่อยสลายเกิดจากน้ำย่อยที่ปลดปล่อยออกมาจากจุลินทรีย์หลายชนิดรวมกัน จุลินทรีย์เหล่านี้ประกอบด้วย แบคทีเรียและ

เชื้อรา เป็นส่วนใหญ่โดยมีบทบาทและหน้าที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละกลุ่มของจุลินทรีย์โดยมีสภาพแวดล้อมและชนิดของวัสดุเป็นตัวกำหนด

แบคทีเรีย (bacteria) แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดในการทำปุ๋ยหมัก โดยมีทั้งพวกที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการย่อยสลายเยื่อใย และพวกอาศัยสารประกอบที่ละลายง่ายจากเนื้อเยื่อพืชเป็นแหล่งอาหารในการเจริญเติบโต กระบวนการย่อยของแบคทีเรียยังทำให้ความร้อนในกองปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นอีกด้วย ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักมีผลต่อการจำกัดชนิด และปริมาณของแบคทีเรีย ทำให้แบ่งแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ พวกที่เจริญเติบโตในระยะแรกที่อุณหภูมิกองปุ๋ยไม่เกิน 40°C และเจริญได้ในอุณหภูมิสูงกว่า 40°C ถึง 65°C พวกหลังนี้ส่วนมากจะเป็นพวกที่สร้างสปอร์ จึงทนอยู่ได้ในความร้อนค่อนข้างสูง

เชื้อรา (fungi) เชื้อรามีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ เนื่องจากสามารถปลดปล่อยเอ็นไซม์ช่วยย่อยสลายสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่ แต่เชื้อรามีข้อจำกัดในการเจริญเติบโต คือต้องมีอากาศถ่ายเทได้ดี อุณหภูมิและความชื้นไม่สูงมากนัก ดังนั้นจะพบเชื้อรามากบริเวณรอบนอกกองปุ๋ย ในระยะเริ่มกองปุ๋ยหมักจนถึงอุณหภูมิไม่เกิน 55°C และระยะที่อุณหภูมิลดลง

3. ปัจจัยที่สนับสนุนการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์

การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทำปุ๋ยหมักนั้น นอกจากเชื้อจุลินทรีย์จะมีบทบาทสำคัญอย่างมากแล้ว ปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ก็มีส่วนสำคัญที่ช่วยให้การสลายตัวเป็นไปในอัตราที่เร็วหรือช้าด้วย ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่

ชนิดและคุณสมบัติของวัสดุ วัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักควรเป็นวัสดุที่ชิ้นไม่ใหญ่มากนัก เพื่อสะดวกแก่การกองปุ๋ยและมีพื้นที่ผิวมาก ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ทั่วถึงซึ่งจะทำให้วัสดุสลายตัวได้เร็วขึ้น นอกจากนั้นยังสะดวกต่อการคลุกเคล้ากับวัสดุอื่น และการกลับกองปุ๋ยเพื่อลดอุณหภูมิด้วย ในการนำวัสดุอินทรีย์มาใช้ทำปุ๋ยหมัก สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งคือ ความอ่อนและความแข็งของวัสดุ ถ้าเป็นวัสดุที่มีเนื้อเยื่ออ่อน การย่อยสลายก็จะเร็วกว่าพวกที่มีเนื้อเยื่อแข็ง เช่น การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว หรือเปลือกถั่ว จะได้ปุ๋ยหมักเร็วกว่าใช้ขี้เลื่อยหรือแกลบ เป็นต้น

ความชื้น ความชื้นหรือปริมาณในกองปุ๋ยหมัก เป็นตัวควบคุมกิจกรรมและการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ ความชื้นที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายอยู่ที่ 50-60% (โดยน้ำหนัก) ถ้าความชื้นต่ำกว่า 40% การย่อยสลายของวัสดุจะช้าลง เพราะจุลินทรีย์ขาดน้ำ แต่ถ้าความชื้นเกิน 80% ทำให้กองปุ๋ย

หมักมีน้ำมากเกินไป น้ำเข้าแทนที่อากาศ ทำให้กองปุ๋ยมีอากาศน้อยลง ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรืออีกนัยหนึ่งคือ ทำให้จุลินทรีย์ขาดอากาศนั่นเอง เป็นผลให้การสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักช้าลง หรือทำให้เศษซากพืชเน่าเสียหายก่อนที่จะเป็นปุ๋ยหมัก

อากาศ อากาศหรือออกซิเจนมีความจำเป็นในการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก ส่วนใหญ่เป็นพวกที่ต้องการออกซิเจนเพื่อเป็นตัวรับอิเลคตรอนในกระบวนการหายใจ เพราะฉะนั้นต้องทำให้กองปุ๋ยหมักมีอากาศทั่วถึงตลอดเวลา โดยการระบายอากาศ การระบายอากาศที่ปฏิบัติได้ง่าย และสะดวกคือ การกลับกองปุ๋ยหมัก การกลับกองปุ๋ยบ่อยครั้งจะทำให้อัตราการสลายตัวของวัสดุเร็วยิ่งขึ้น หรืออาจใช้วิธีอื่นในการระบายอากาศ เช่นการใช้ท่อที่มีรูพรุนสอดเข้าไปในกองปุ๋ยในระยะห่างพอให้อากาศแทรกเข้าไปได้ทั่วถึง หรืออาจใช้การอัดอากาศผ่านท่อเข้าไปภายในกองปุ๋ยหมักก็ได้

ความร้อน-เย็น(อุณหภูมิ) อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักที่มีสัดส่วนของวัสดุ และเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมจะเพิ่มสูงขึ้นค่อนข้างรวดเร็ว ความร้อนที่เกิดขึ้นมาจากการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ ในการย่อยสลายเนื้อเยื่อพืชให้เป็นอาหารในการเจริญเติบโต โดยทั่วไปพบว่าอุณหภูมิจะขึ้นสูงถึง 50-60°C ภายในระยะเวลา 2-4 วัน หลังจากการหมัก ความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกกักเก็บไว้ในกองปุ๋ย เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักรอบนอกปิดกั้นอยู่ ความร้อนจึงระบายออกภายนอกกองได้น้อย และช้า ในกรณีเช่นนี้มีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ไม่สามารถเจริญเติบโตในอุณหภูมิสูงได้ จะเหลือแต่พวกที่เจริญเติบโตได้ในอุณหภุมิสูงเท่านั้น ประกอบกับภายในกองมีก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากกระบวนการหายใจของจุลินทรีย์สะสมมากขึ้นด้วย จึงทำให้ปริมาณของจุลินทรีย์ลดน้อยลง ซึ่งถ้าเป็นเช่นนี้ในระยะยาว การย่อยสลายจะหยุดชะงักลงได้ ดังนั้นถ้ามีการกลับกองปุ๋ยหรือระบายความร้อนออกบ้าง จะทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดำเนินต่อไปได้ ดังนั้นการกลับกองปุ๋ยหมักจึงมีประโยชน์ทั้งช่วยระบายความร้อนและเพิ่มออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ด้วย

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกองปุ๋ยหมัก จากค่าความเป็นกรด-ด่าง ของวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก โดยเฉพาะเศษซากพืช โดยทั่วไปมีค่าเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย เมื่อนำมากองเป็นปุ๋ยหมักในช่วงแรกความเป็นกรด-ด่าง จะลดลงเล็กน้อยเนื่องจากการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ จากเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามความเป็นกรด-ด่างในปุ๋ยหมักไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก จะอยู่ระหว่าง 6-8 ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ ดังนั้นในการกองปุ๋ยหมักไม่จำเป็นต้องปรับความเป็นกรด-ด่าง เพราะมันจะเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของวัสดุและกิจกรรมของจุลินทรีย์อยู่แล้ว

4. การจัดการวัสดุในการทำปุ๋ยหมัก

การจัดการกับวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว ขึ้นกับลักษณะของวัสดุ ปัจจัยแวดล้อม แรงงาน และเครื่องทุนแรงต่างๆ สำหรับสถานที่ในการผลิตปุ๋ยหมัก ควรจะใกล้กับแหล่งวัตถุดิบ และห่างไกลจากแหล่งชุมชน ทั้งนี้เพราะกระบวนการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์อาจส่งกลิ่นไม่พึงประสงค์รบกวนได้ในระหว่างการผลิต ถ้าผลิตใช้เองอาจกองปุ๋ยหมักบริเวณไร่นาได้เลย แต่ถ้าจะผลิตเป็นการค้า ต้องคำนึงถึงการคมนาคมขนส่ง แหล่งน้ำ และการจัดการสัดส่วนของวัสดุในการผสมให้เกิดการสลายตัวเป็นปุ๋ยหมัก ให้มีคุณภาพในเวลาสั้นที่สุดเพื่อประหยัดเวลาและแรงงาน

การกองวัสดุ แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. กองเป็นชั้น การกองวิธีนี้เหมาะสำหรับวัสดุที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ ฟางข้าวหรือเศษวัชพืช หรือกิ่งไม้ที่สับเป็นชิ้นเล็กมากๆ แล้ว โดยกองเศษซากพืชสลับกับมูลสัตว์ ปุ๋ยเคมีและเชื้อจุลินทรีย์ ให้กองกว้างประมาณ 2-3 เมตร สูง 1-1.5 เมตร ความยาวไม่จำกัด แบ่งออกเป็น 3-4 ชั้น สัดส่วนของวัสดุที่ใช้โดยประมาณคือ 500:100:1 หมายความว่า ถ้าใช้เศษซากพืช 500 กก. ต้องใช้มูลสัตว์ 100 กก. และปุ๋ยไนโตรเจน (ยูเรีย) 1 กก. การเติมปุ๋ยไนโตรเจนก็เพื่อช่วยเร่งให้จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยเศษซากพืชเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น จะมีผลต่อการเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้นด้วย โดยทั่วไปแล้วมีคำแนะนำว่าควรปรับค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักให้อยู่ที่ระดับประมาณ 30-35 ต่อ 1 ชั้นบนสุดหลังจากใส่มูลสัตว์และปุ๋ยเคมีแล้ว ควรปิดทับด้วยเศษพืชหรือดินอีกชั้นหนึ่ง เพื่อช่วยเก็บรักษาความชื้นภายในกองปุ๋ยหมัก

2. ผสมวัสดุรวมกัน การกองวิธีนี้มักใช้กับวัสดุที่มีขนาดเล็ก ค่อนข้างละเอียด เช่น แกลบ และขี้เลื่อย เป็นต้น โดยผสมวัสดุต่างๆ ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์หรือมูลสัตว์ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน พร้อมกับปรับความชื้นให้พอเหมาะ ในการคลุกเคล้าให้เข้ากันนั้น นอกจากใช้แรงงานคนแล้ว อาจจะใช้เครื่องมือผสมหรือเครื่องจักรอื่น ถ้าเป็นการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

การกองปุ๋ยหมักทั้งสองแบบต้องให้กองปุ๋ยหมักมีความชื้นประมาณ 50-60% โดยน้ำหนัก และกลับกองบ่อยๆ เพื่อให้วัสดุได้รับออกซิเจนอย่างทั่วถึง และเป็นการระบายความร้อนออกจากกองด้วย ถ้าทำได้เช่นนี้ จะทำให้วัสดุได้รับออกซิเจนอย่างทั่วถึง และเป็นการระบายความร้อนออกจากกองด้วย ถ้าทำได้เช่นนี้ จะทำให้วัสดุสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักเร็วขึ้น

ภาพที่ 5 การจัดกองปุ๋ยหมัก

5. การสลายตัวของวัสดุในการทำปุ๋ยหมัก

การสลายตัวเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยเศษซากพืช ให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กลง ผลที่ได้จากกระบวนการย่อยสลาย คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ความร้อนและอินทรียวัตถุ

การย่อยสลายแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 อุณหภูมิปานกลาง (30-40 ๐C) เป็นการสลายตัวของสารประกอบที่ละลาย และย่อยสลายง่าย เช่น น้ำตาล แป้งและโปรตีน ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน

ระยะที่ 2 อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในระยะที่ 1 อุณหภูมิจะขึ้นไปถึง 50 ถึง 60 ๐C ระยะนี้ใช้เวลาตั้งแต่ 2-3 วัน จนถึงหลายเดือน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ย

ระยะที่ 3 ความร้อนลดลงสู่ปกติ จุลินทรีย์จะทำหน้าที่สลายเยื่อใยพืชที่เหลือต่อจนเป็นปุ๋ยหมักอย่างสมบูรณ์

6. คุณสมบัติของปุ๋ยหมัก

การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์จนเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ใช้ค่าวิเคราะห์ของปริมาณของคาร์บอนและไนโตรเจนเป็นเกณฑ์ คือ ต้องมีค่าสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับหรือน้อยกว่า 20:1 นอกจากนั้นต้องดูคุณสมบัติอื่นๆ ประกอบกันดังนี้

1. เศษวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักยุ่ย อ่อนนุ่ม และสีเปลี่ยนจากเดิมเป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ
2. ไม่มีกลิ่น หรือมีกลิ่นคล้ายดิน
3. อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก ควรจะเท่ากับอุณหภูมิภายนอก

สำหรับคุณลักษณะของปุ๋ยหมักที่ดี ที่กำหนดเป็นหลักเกณฑ์ประกอบการพิจารณา มีดังนี้

1. อัตราส่วนสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่มากกว่า 20:1
2. เกรดปุ๋ยไม่ควรต่ำกว่า 1.0 – 0.5 – 0.5 (%ของ N, P_2O_5 และ K_2O โดยน้ำหนัก)
3. ความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ของปุ๋ยหมักไม่ควรมากกว่า 35% (น้ำหนักปุ๋ยที่ยังไม่อบแห้ง)
4. ปริมาณอินทรียวัตถุ ประมาณ 30-50% (โดยน้ำหนัก)
5. ความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 5.5-8.5
6. ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity, EC.) ไม่เกิน 6.0 เดซิซีเมน/เมตร
7. ไม่ควรมีวัสดุเจือปนอื่นๆ

คุณสมบัติทางเคมีในส่วนขององค์ประกอบที่เป็นธาตุหลัก และธาตุรองมีปริมาณแตกต่างกันออกไปตามชนิดของวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก จากข้อมูลตารางที่ 12 และตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่าโดยเฉลี่ยแล้วปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายง่ายมีปริมาณธาตุอาหารพืชทั้งธาตุหลัก และธาตุรองมากกว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากวัสดุที่สลายตัวยาก

ตารางที่ 12 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายง่ายชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุ	คุณสมบัติทางเคมี (%)						
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	pH
ฟางข้าว	1.18	0.38	2.06	1.80	0.48	0.08	8.5
ผักตบชวา	0.78	0.54	3.16	0.51	0.28	0.06	7.9
ซังข้าวโพด	1.07	0.51	1.19	-	-	-	-
ขยะเทศบาล	0.98	1.04	1.06	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	***1.08***	***0.48***	***2.00***	***1.62***	***0.45***	***0.08***	***8.2***

ตารางที่ 13 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายยากชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุ	คุณสมบัติทางเคมี (%)						
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	pH
กากอ้อย	0.72	0.18	0.52	0.70	0.20	0.04	8.20
แกลบ	0.54	0.09	0.05	0.69	0.18	0.05	-
ปอ	1.19	0.19	0.21	0.73	0.23	0.05	-
ขี้เลื่อย	0.51	0.16	0.43	-	-	-	7.60
ขุยมะพร้าว	0.61	0.14	-	-	-	-	7.20
ค่าเฉลี่ย	***0.71***	***0.16***	***0.35***	***0.71***	***0.20***	***0.50***	***7.76***

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2540)