บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดทฤษฎีหลัก

อาหารหยาบเป็นอาหารหลักสำหรับการเลี้ยงปศุสัตว์ ส่วนใหญ่เป็นพืชอาหารสัตว์ตระกูลหญ้า และพืชอาหารสัตว์ตระกูลถั่วซึ่งมีทั้งในธรรมชาติและปลูกขึ้นเอง แต่ปริมาณและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์มักขึ้นอยู่กับฤดูกาล โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งหรือแม้แต่ในช่วงฤดูฝนก็ตามเกษตรกรใช้พื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจต่างๆ ตามฤดูกาลทำให้พื้นที่ในการเลี้ยงสัตว์ไม่เพียงพอ ขณะเดียวกันผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดมีคุณค่าทางอาหาร สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้โดยไม่ต้องซื้อ แต่อาจมีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพต่ำจึงต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีต่างๆ ก่อนที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์

กล้วย

กล้วยเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ปลูกขึ้นง่ายในดินแทบทุกสภาพ ทุกท้องที่ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี โดยไม่จำกัดฤดูกาล ซึ่งกล้วยเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีราคาถูกและหาซื้อได้ง่ายประกอบกับเป็นพืชที่ปลูกได้ง่ายและให้ผลเร็ว (สมศักดิ์,2547) จึงทำให้นิยมปลูกกันแพร่หลายทุกภาคของประเทศไทย ขนาดความสูงเมื่อโตเต็มที่อยู่ระหว่าง 3-5 เมตร ใบกล้วยมีความยาวตลอดใบ 2-3 เมตรและกว้าง 30-60 เซ็นติเมตรสามารถขยายพันธุ์โดยการใช้หน่อ ปัจจุบันเกษตรกรจำนวนมากหันมาปลูกกล้วยเป็นอาชีพหลัก เมื่อเก็บผลผลิตกล้วยที่แก่เต็มที่แล้วจะต้องตัดต้นกล้วยทิ้งทั้งต้นเพื่อให้หน่อกล้วยเจริญเติบโตแทนที่ต้นกล้วย ในส่วนของต้นกล้วยหลังจากตัดแล้วจะมีส่วนอื่นๆเหลือ ซึ่งในส่วนที่เหลือ เช่น ส่วนของลำต้นจะนำมาสับเป็นชิ้นเล็กๆต้มผสมกับรำ ปลายข้าว หรือหั่นต้นกล้วยรวมกับเศษอาหารเพื่อใช้เลี้ยงสุกร นอกจากการใช้ต้นสับเลี้ยงสุกรแล้วยังมีการใช้ผลกล้วยสุก เปลือกกล้วย เหง้าต้นกล้วย และปลีกล้วย เป็นอาหารเลี้ยงสุกรด้วย ส่วนใบกล้วยเป็นผลพลอยได้ที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงโคกระบือร่วมกับฟางข้าว และหญ้าแห้ง หรือนำใบกล้วยมาหั่นฝอยและตากให้แห้งนำมาผสมอาหารข้นเพื่อเลี้ยงสัตว์ปีก และสุกร (กองอาหารสัตว์, 2550)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วย

กล้วยเป็นพืชล้มลุกขนาดใหญ่อยู่ในตระกูล Musaceae เมื่อโตเต็มที่มีความสูงประมาณ 2-9 เมตร ลำต้นที่แท้จริงของกล้วยเกิดเป็นเหง้าอยู่ใต้ผิวดิน ส่วนลำต้นที่มองเห็นเป็นลำต้นเทียมประกอบด้วยกาบใบที่อัดกันแน่น ทรงพุ่มของลำต้นส่วนบนประกอบด้วยใบ และช่อดอกที่เกิดมาจากจุด

เจริญของเหง้า พืชในตระกูล Musaceae จัดแบ่งออกได้ 2 สกุลตามลักษณะของการแตกกอ คือ สกุลกล้วยโทน ได้แก่ กล้วยที่ไม่มีการแตกกอจะขึ้นเป็นต้นเดี่ยวๆมีอายุประมาณ 2 ปี หรือมากกว่า ผลรับประทานไม่ได้ แต่นำไปใช้ทำแป้งหรือเอาเส้นใยได้ เมื่อให้เมล็ดแล้วต้นจะตายไป ส่วนอีกสกุลหนึ่ง คือ สกุลกล้วยที่แตกกอได้แก่ กล้วยที่มีปลูกกันทั่วๆ ไป มีการแตกกอ หรือหน่อ ผลรับประทานได้

ราก

ในระยะของการเจริญเติบโต หรือระยะต้นกล้า พบว่ามีรากแก้วปรากฏอยู่ ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นรากฝอยเช่นเดียวกับรากกล้วยที่เกิดจากหน่อเจริญแผ่ออกไปทุกทิศทางรอบๆ เหง้า ระยะแรกรากจะมีสีขาวและอวบ ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม รากจะเกิดเป็นกลุ่มๆ ประมาณ 4 รากอยู่บริเวณผิวของลำต้นใต้ดิน รากจะแผ่ประสานกันเป็นร่างแหอยู่ตามบริเวณผิวดินและในดินที่ลึงลงไป รากของเหง้ากล้วยที่อยู่ลึกๆ รากประเภทนี้จะพบในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง

ลำต้นใต้ดิน

เป็นลำต้นที่แท้จริงของกล้วย หรือที่เรียกกันว่าเหง้ากล้วย บนเหง้าจะมีปล้องและข้อที่มีขนาดสั้นมาก เนื้อเยื่อของเหง้าสะสมด้วยแป้ง จุดเจริญของเหง้าจะเป็นรูปครึ่งวงกลมแบนๆ เป็นจุดเริ่มของการเกิดใบและช่อดอกตามลำดับ ในแต่ละเหง้าอาจจะมีหลายๆ ตาและมีอายุที่แตกต่างกันและจะพัฒนาไปเป็นหน่อ กล้วยกอหนึ่งจะประกอบด้วยหน่อขนาดเล็กที่ยังไม่มีใบหน่อ และหน่อแก่ที่มีใบหน่อแล้ว ซึ่งเป็นหน่อที่เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นวัสดุปลูก

ลำต้นเทียม

ลำต้นเทียม คือส่วนที่ยืดตัวของหน่อ ประกอบด้วยกาบใบประกบกันแน่น การเจริญเติบโตของกาบเหล่านี้จะค่อยๆ คลี่ออกทีละกาบ กาบแรกได้แก่ กาบใบแคบ กาบที่สองได้แก่ กาบใบกว้าง และกาบที่สามได้แก่ กาบใบแก่ ใบเล็กๆ ที่เกิดในตอนแรกจะตายไปและจะเกดใบใหม่มาแทนเรื่อยๆ ทำให้ใบไปรวมกันอยู่ที่ยอดบริเวณปลายลำต้นเหนือดินจึงเป็นที่รวมของก้านใบ กาบใบที่เจริญขึ้นมาจะกลายเป็นลำต้นกล้วยเทียมที่อาจสูงถึง 12 ฟุตได้

ใบ

ใบกล้วยที่อยู่เหนือลำต้นเหนือดินขึ้นมาจะอยู่ในลักษณะตั้งฉากกับลำต้น แล้วค่อยๆ ลู่ลง ใบมีลักษณะใหญ่ ยาวรี ขนาดของใบกว้างขึ้นอยู่กับอายุ พันธุ์ และสภาพแวดล้อม ใบจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ เมื่อต้นมีอายุมากขึ้น และจะมีขนาดเล็กลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อกล้วยเริ่มให้ช่อดอก หลักจากนั้น

จะไม่มีใบใหม่เกิดขึ้นมาอีก เส้นใบของกล้วยจะเรียวขนานกันเกือบเป็นมุมฉากกับก้านใบ จำนวนใบตั้งแต่เป็นหน่อจนกระทั่งถึงช่วงก่อนเกิดช่อดอกจะเกิดเป็นใบทั้งหมดประมาณ 35-50 ใบในหนึ่งต้น

ช่อดอก

การปลูกกล้วยหน่อใช้ระยะเวลาประมาณ 6-8 เดือน กล้วยจะมีช่อดอก ตาดอกอยู่ตรงกลางเหง้าเจริญเติบโตทะลุเหง้าผ่านกลางลำต้นเหนือดิน และโผล่งอกออกมาทางยอด ช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อย อยู่รวมกันบนก้านช่อดอกที่อ้วนและแข็งแรงดอกเกิดเป็นกลุ่มๆ ละสองแถว แต่ละกลุ่มจะมีกาบใบดอกสีแดงรูปไข่รองนับอยู่ส่วนปลายของช่อดอก และเป็นดอกตัวผู้และส่วนกลางช่อดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ

ดอก

ลักษณะของดอกกล้วยแต่ละดอกจะไม่ได้สัดส่วนกัน กลีบเลี้ยงและกลีบดอกไม่แยกออกจากกัน ทำให้มองเห็นกลีบสีเหลือง หรือสีครีม หรือ สีขาวเป็นสองชั้น คือ ชั้นกลีบรวมประกอบด้วย กลีบใหญ่ 3 กลีบและกลีบเล็ก 2 กลีบ เชื่อมกันเป็นอันเดียว และชั้นกลีบอิสระดอกตัวเมียยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ดอกตัวผู้ยาวประมาณ 6 เซนติเมตร มีเกสรตัวผู้ 5 อัน จัดอยู่เป็น 2 ชั้น เกสรตัวเมียมี 3 พู และมีอับละอองเกสรตัวผู้มีลักษณะรูปร่างยาวขนาดใหญ่ ก้านและยอดเกสรตัวผู้เรียวเล็ก และดอกจะอยู่รวมกันบริเวณฐานของรังไข่เป็นส่วนใหญ่

ผล

ผลของกล้วยเป็นแบบแบนรี ใช้เวลาหลังจากเกิดช่อดอกจนถึงเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 90 วัน ผลแก่จะมีเมล็ดแข็งสีดำ กล้วยที่ปลูกจะเกิดเป็นผลโดยไม่จำเป็นต้องได้รับการผสมเกสร ผลกล้วยทั้งหมดบนก้านดอกรวมเรียกว่า เครือ ส่วนผลกล้วยแต่ละกลุ่มแต่ละข้อเรียกว่าหวี ส่วนแต่ผลเรียกว่าผลกล้วย กล้วยเครือหนึ่งอาจมีจำนวนหวีถึง 5-15 หวี แต่ละหวีจะมีจำนวนผลตั้งแต่ 5-20 ผล ผลมื่อสุกอาจมีสีเปลือกเป็นสีเขียว เหลือง หรือ ออกแดงแล้วแต่ละชนิดหรือพันธุ์ของกล้วยนั้นๆ

เมล็ด

กล้วยที่ใช้รับประทานเป็นพวกที่มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุดจะไม่มีเมล็ด กล้วยป่าที่มีโครโมโซม 2 ชุด จะได้รับการถ่ายทอดละอองเกสรแล้วจะให้เมล็ดซึ่งแตกต่างกับกล้วยที่มีโครโมโซม 3 ชุด เมล็ดของกล้วยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร เปลือหุ้มเมล็ดแข็งมาก และอาหารเลี้ยงต้นอ่อนอยู่ภายใน

คุณค่าทางอาหารของผลผลิตจากกล้วย

กองอาหารสัตว์ (2550) ผลผลิตจากต้นกล้วยนับว่าเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ได้ดีอีกแหล่งหนึ่ง เนื่องจากส่วนต่างๆของต้นกล้วยไม่ว่าจะเป็น ใบกล้วย ต้นกล้วย ผลกล้วย เปลือกกล้วย ซึ่งต่างก็มีคุณค่าทางอาหารสูง ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไปนี้

1. ใบกล้วย

ใบกล้วยสดมีสีเขียวเข้ม มีวัตถุแห้งประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ 72 เปอร์เซ็นต์ มีสารอาหารที่สำคัญ เช่น โปรตีนประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง เยื่อใยประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของใบกล้วยสด กับพืชอาหารสัตว์อื่นๆจะเห็นว่าใบตองกล้วยสดมีระดับโปรตีนใกล้เคียงกับหญ้าขนสด ส่วนใบของกล้วยที่ไม่รวมก้านใบมีโปรตีนใกล้เคียงกับพืชตระกูลถั่ว ใบสดของกล้วยจึงเป็นผลพลอยได้ที่จะนำมาใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงโค-กระบือร่วมกับฟางข้าวและหญ้าแห้งได้

2. ต้นกล้วย

ต้นกล้วยสดมีน้ำหนักเป็นส่วนประกอบประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีน 2.5 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยคิดจากนำหนักแห้ง 26.1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ต้นกล้วยมีแคลเซี่ยมประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซี่ยม 3 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.1 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซี่ยม 0.42 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุ แมงกานีส ทองแดง เหล็ก และสังกะสี ประมาณ 2.87,0.05.6.37 และ 1.41 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ตามลำดับ

3. เปลือกกล้วย

เปลือกกล้วยเป็นผลพลอยได้จากผลกล้วย และสามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ เนื่องจากมีความหวาน และความน่ากิน เปลือกกล้วยมีโปรตีน คิดจากน้ำหนักแห้งประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ มีไขมันคิดจากน้ำหนักแห้งประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ จากส่วนประกอบทางเคมีดังกล่าว เปลือกกล้วย น่าจะเหมาะสำหรับเลี้ยงสัตว์ทุกชนิด ทั้งสัตว์กระเพาะเดี่ยว และสัตว์กระเพาะรวม แม้จะมีระดับโปรตีนค่อนข้างต่ำ แต่ไขมันมากสามารถให้พลังงานแก่สัตว์ได้

4. ผลกล้วย

ผลกล้วยเมื่อแก่เต็มที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ 60-70 เปอร์เซ็นต์ มีวัตถุแห้งประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ มีแป้งคิดจากน้ำหนักแห้งประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยสุกแป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลทำให้มีรสหวาน และอาจมีกลิ่นหอมขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของกล้วย ผลกล้วยเป็นแหล่งอาหารพลังงานสำหรับสัตว์มากกว่าโปรตีน เพราะมีโปรตีนคิดจากน้ำกนักแห้ง 3-5 เปอร์เซ็นต์ ผลกล้วยสุกมีรสหวาน มีความน่ากิน เป็นการกระตุ้นให้สัตว์กินอาหาร และในกล้วยสุกมีพลังงานสูง สามารถย่อยได้มาก ทำให้สัตว์ได้รับพลังงานในวลาที่รวดเร็ว

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีลำต้นกล้วย และใบกล้วย

ส่วนต่างๆ ของกล้วย	วัตถุแห้ง (%)	ส่วนประกอบทางเคมี(เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักแห้ง)								
		โปรตีน (CP)	ไขมัน (EE)	เยื่อใย (CF)	เถ้า (Ash)	NFE	NDF	ADF	Lignin	Cellu-lose
ลำต้นกล้วยส่วนโคน	3.9	4.4	0.5	21.7	31.3	41.9	52.4	33.9	4.1	28.5
ลำต้นกล้วยส่วนกลาง	4.3	3.7	0.5	24.1	30.8	40.9	55.3	37.9	4.2	32.7
ลำต้นกล้วยส่วนปลาย	4.8	3.6	0.6	25.0	24.2	46.6	57.4	37.2	4.11	32.3
ลำต้นกล้วยรวมทั้งต้น	4.9	4.1	0.4	23.9	31.4	40.0	57.8	37.7	4.51	26.9
ใบกล้วย	28.0	11.7	9.6	24.3	13.7	40.7	57.4	46.7	14.2	21.9

ที่มา: ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง

การปรับปรุงคุณค่างทางโภชนะ

เมธา (2533 ก) การนำเอาผลพลอยได้ทางการเกษตรมาทำเป็นอาหารสัตว์ สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น ในรูปสด แห้ง หรือ ทำเป็นพืชหมัก เนื่องจากผลพลอยได้จากการเกษตรหลายชนิด มีคุณค่าทางโภชนะสูง ควรนำมาเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้เลยโดยปราศจากการปรับปรุง แต่ผลพลอยได้บางอย่าง เช่น ชานอ้อย ฟางข้าว เป็นต้น จะต้องมีการปรับปรุงโดยกรรมวิธีต่างๆ อาจทำให้การใช้ประโยชน์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จากการเกษตร

1. วิธีทางกายภาพ (physical treatment) สามารถแบ่งออกได้หลายวิธีดังนี้ การแช่น้ำ การสับ การบด การอัดเม็ด การต้ม การนึ่ง และการใช้สารกัมมันตภาพแกมม่า

2. วิธีทางเคมี (chemical treatment) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1900 ได้มีการศึกษาถึงการการใช้ประโยชน์ของการใช้สารเคมี ทั้งในด้านการเพิ่มการย่อยได้ของอาหารหยาบ ประสิทธิภาพการใช้ รวมถึงระยะเวลาของการทำปฏิกิริยา ความสะดวกของการใช้ และราคาของสารเคมีที่เลือกใช้ สารเคมีที่ได้รับความนิยมใช้มาก คือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่วนสารเคมีชนิดอื่นๆที่นำมาใช้ในการทดลองมีแอมโดมเนีย (Ammonia;anhydrous, aqueous,urea-Ammonia) แคลเซี่ยมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) โซเดียมคลอไรด์ (sodium choride) คลอรีน (chlorine) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulphur dioxide)

จุดประสงค์ของการใช้สารเคมี เพื่อเป็นการเพิ่มการย่อยได้ และเพิ่มปริมาณอาหารที่สัตว์สามารถกินได้

2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์

โซเดียมไฮดรอกไซด์มีคุณสมบัติเป็นด่างใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบ โดยใช้ฟางแช่ในสารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 3-6/100 กรัมของวัตถุแห้งแล้วล้างออกด้วยน้ำ 40-50 ลิตร/ฟาง 1 กิโลกรัม จะได้ฟางที่สัตว์สามารถย่อยได้ดี ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะด่างช่วยทำให้ลิกนินสามารถละลายได้มากขึ้น หรือทำให้การจับตัวระหว่างลิกนินหลวมตัวขึ้น ส่วนการใช้ไม่เป็นอันตราย เพราะด่างที่ใช้เจือจางมาก

ข้อเสีย ฟางที่มีความชื้นสูง และอาจทำให้เกิดมลพิษได้เนื่องจากการชะล้างสารละลายลงไปในแม่น้ำ

2.2 แคลเซียมไฮดรอกไซด์

ปฏิกริยาของแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะเกิดขึ้นช้ากว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ร่วมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทำให้ระยะเวลาในการหมักสั้นลง

2.3 แอนไฮดรัส แอมโมเนีย/แอมโมเนียไฮดรอกไซด์ หรือยูเรีย มีข้อดี เมื่อเปรียบเทียบกับด่างชนิดอื่นๆ คือสารประกอบพวกนี้จะเป็นแหล่งที่ให้สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen หรือ NPN) ด้วย แต่ระยะเวลาในการหมักฟางจะนานกว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ความชื้น และอุณหภูมิ มีความสัมพันธ์กันในการหมักฟางด้วยยูเรีย เพื่อจะให้ฟางหมักที่มีคุณภาพดี

3. วิธีทางกายภาพ-เคมี (physio-chemical) เป็นการใช้วิธีทางกายภาพร่วมกับวิธีทางเคมีซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น การใช้วิธีทางกายภาพ-เคมีมีหลายวิธี เช่น การบดและใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ การอัดเม็ด และใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น

4. วิธีทางชีวภาพ (biological treatment) สามารถทำให้ค่าการย่อยได้และค่าโปรตีนหยาบสูง วิธีทางชีวภาพมีหลายวิธี เช่น การใช้น้ำย่อยสังเคราะห์ การใช้เชื้อราต่างๆ เป็นต้น

กระบวนการหมัก (Fermentation)

กระบวนการหมักเป็นการทำงานของแบคทีเรีย (bacteria) ในสภาพไร้ออกซิเจน (anaerobic) โดยอาศัยคาร์โบไฮเดรตจำพวกแป้ง น้ำตาล โดยเฉพาะชนิดละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrate) จุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสมีทั้งแบคทีเรียและราทำงานเสริมกัน จึงทำให้เกิดกระบวนการหมัก แคทีเรียที่ทำให้เกิดกระบวนการหมัก คือ แลคโตบาซิลลัส (lactobacillus) ย่อยคาร์โบไฮเดรตเป็นกรดแลคติก ซึ่งทำให้พืชที่หมักมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากประมาณ 6.0 เหลือ 4.0 การลดลงของความเป็นกรดเป็นด่าง ถ้าเกิดได้เร็วที่สุดยิ่งดี เพราะถ้าไม่เร็วพอแบคทีเรีย

จำพวกคลอสติเดียม (clostridium) จะทำให้เกิดขบวนการหมักที่เรียกว่า Butyric acid type fermentation โดยการย่อยสลายโปรตีน ได้แอมโมเนีย (ammonia) เอมีนส์ (amines) และกรดบิวทีริค (butyric acid) ซึ่งพืชที่เกิดจากการหมักแบบนี้จะมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว และพบว่าในพืชหมักควรมีกรดแลคติกอยู่มาก กรดอะซีตริกเป็นส่วนน้อย และไม่ควรมีกรดบิวทีริค หรือให้มีน้อยที่สุด ซึ่งสัดส่วนของกรดต่างๆ ในพืชหมักมีดังนี้ กรดแลคติก 1.5 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซีติก 0.5-0.8 เปอร์เซ็นต์กรดบิวทีริคน้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์ กรดเหล่านี้สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในกระเพาะหมัก

เพราะฉะนั้นในการหมักที่มีค่าต่างๆใกล้เคียงกันจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ กล่าวคือ กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายหลังการปิดถุงหมัก หรือถังหมัก อาจแบ่งออกได้ 2 กระบวนการคือ กระบวนการที่ต้องใช้ออกซิเจน (aerobic) และกระบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) กระบวนดังกล่าวจะเกิดมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ การทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ปริมาณอากาศที่ยังเหลือภายหลังการนำพืชเข้าหลุมหมักแล้ว และองค์ประกอบต่างๆ ภายในพืชที่นำมาทำหญ้าหมัก เช่น ปริมาณน้ำตาล ความชื้น และปริมาณแร่ธาตุอาหารต่างๆ

พืชหมักหรือหญ้าหมัก (Silage)

หญ้าหมักหรือพืชอาหารสัตว์หมัก หมายถึง พืชอาหารสัตว์ต่างๆ เช่น ต้นข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง หญ้าและถั่วตางๆ ที่เก็บเกี่ยวในขณะที่มีความชื้นพอเหมาะ นำมาเก็บไว้ในสภาพสุญญากาศในภาชนะปิด และเก็บถนอมไว้ในสภาพอวบน้ำจนเกิดสภาพหมักดอง เมื่อพืชอาหารสัตว์สดๆ ได้เปลี่ยนสภาพเป็นหญ้าหมักได้โดย การรักษาเนื้อเยื่อพืชไม่ให้เน่าเปื่อยเกิดจากกระบวนการซึ่งอาศัยเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด เช่น แบคทีเรียในกลุ่มแล็คโตบาซิลัส แบคทีเรียกลุ่มนี้จะย่อยแป้งในต้น ใบหรือเมล็ดพืชและเปลี่ยนให้เป็นกรด เรียกว่า กรดแล็คติก (lactic) กรดที่เกิดขึ้นนี้เป็นสารที่ช่วยรักษาเนื้อพืชไม่ให้เน่า การหมักแบบนี้เกิดขึ้นในที่ที่อับอากาศ โดยใช้หลุมหมักซึ่งเรียกว่า ไซโล การทำหญ้าหมักมีกระบวนการตรงข้ามกับการทำหญ้าแห้ง เพราะการทำหญ้าแห้งอาศัยกระบวนการไล่ความชื้นออกจากพืช แต่การทำหญ้าหมักต้องการรักษาความชื้นไว้ การทำหญ้าหมักต่างจากปุ๋ยหมัก ตรงที่การทำปุ๋ยหมักนั้นเชื้อราจุลินทรีย์จะย่อยสลายเนื้อเยื่อของพืชจนเน่าเปื่อย ปลด-ปล่อยแร่ธาตุให้พืชดูดซึมเป็นปุ๋ยได้ ซึ่งหญ้าหมักจะช่วยทำให้คุณค่าทางอาหารของพืชเหล่านั้นคงอยู่ สามารถถนอมไว้ใช้ได้ในช่วงที่ขาดแคลนหญ้าสด

พืชอาหารสัตว์ที่นำมาใช้ในการหมักได้มาจากพืชอาหารสัตว์ที่มีอยู่มากมายในช่วงฤดูฝน ซึ่งเจริญงอกงามดี และมีปริมาณมากเกินพอสำหรับสัตว์เลี้ยง นอกจากนี้ยังไม่สามารถเก็บถนอมโดยการ ทำหญ้าแห้งได้

พืชที่เหมาะสมสำหรับทำหมัก

1. พืชนั้นต้องมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในระดับที่เพียงพอต่อการหมักเปรี้ยว ต้องมีไม่ต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ ถ้าระดับคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้มีน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง อาจจะไม่สามารถทำหญ้าหมักได้

2. พืชนั้นต้องมีค่าของ buffering capacity ต่ำ หมายถึง ความต้านทานต่อการลดลงของ pH มีค่าน้อย จะทำให้หญ้าเป็นกรดเร็วขึ้น

3. เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งในหญ้าสดจะต้องมีมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป โดยพบว่าระดับวัตถุแห้งที่เหมาะสมในการทำพืชหมักคืออยู่ระหว่าง 30-35 เปอร์เซ็นต์ และถ้าสูงกว่านี้จะมีผลทำให้การอัดแน่นไม่ดี และก่อให้เกิดราได้ง่าย

4. ลักษณะทางกายภาพของพืชในด้านโครงสร้างจะต้องเหมาะสมต่อการอัดแน่น การสับให้มีชิ้นขนาด 1-5 เซ็นติเมตร จะทำให้การอัดแน่นได้ดี ซึ่งวัตถุแห้งในพืชมีส่วนสัมพันธ์ด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อพืชหมัก

1. ชนิดและอายุพืชขณะตัด เช่น ข้าวโพด ควรตัดช่วงที่ระยะฝักเป็นน้ำนมและก่อนเมล็ดจะแข็ง เพราะมีคาร์โบไฮเดรตสูง

2. ขนาดของชิ้นพืชที่หมัก การสับพืชให้มีขนาดเล็กจะทำให้สามารถอัดได้แน่นเพื่อไล่อากาศได้ดี และยังทำให้น้ำตาลถูกปล่อยออกมาได้เร็ว ซึ่งจะช่วยทำให้เกิดกรดแลคติคเร็วขึ้น และชิ้นส่วนของพืชยังผสมคลุกเคล้ากันได้ดีทั่วถึง

3. ระดับความชื้นในพืชหมัก ระดับความชื้นที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 65-70เปอร์เซ็นต์ ถ้าความชื้นสูงเกินไปหรือมีน้ำสูงเกินไป จะทำให้พืชหมักที่ได้มีคุณภาพเลว เพราะของเหลวที่ไหลออกมาจากพืชที่กำลังหมักอยู่จะทำให้สูญเสียกรดและโภชนะที่มีประโยชน์ต่อสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคาร์โบไฮเดรต ในพืชที่มีโปรตีนสูง การสูญเสียกรดแลคติคโดยวิธีนี้จะทำให้สภาพภายในหลุมหมักเหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า นอกจากนี้ความชื้นสูงจะเจือจางกรดแลคติคทำให้เวลาที่ pH จะลดลงถึง 4.2 ต้องล่าช้าออกไป และสารอาหารที่ควรจะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ต้องนำมาใช้ในการผลิตกรดแลคติคเพิ่มขึ้นอีก หรือในทางตรงกันข้ามกรดแลคติคที่ผลิตได้อาจถูกเปลี่ยนต่อไปเป็นกรดบิวทีริค ซึ่งเป็นกรดที่มีกลิ่นเหม็นทำให้คุณภาพพืชหมักเลวลง (มีกรดบิวทีริคมากกว่ากรดแลคติค) สัตว์ไม่ชอบกิน

การทำหญ้าหมักมีขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกพันธุ์หญ้า ควรเลือกพันธุ์หญ้าที่มีแป้งและน้ำตาลมาก เช่น ต้นข้าวฟ่าง ข้าวโพด พืชทั้ง 2 ชนิดนี้ทำหญ้าหมักได้หญ้าคุณภาพดีมาก นอกจากนั้นอาจใช้หญ้าเนเปียร์หญ้าขน หรือหญ้า

อื่นๆ ที่มีลักษณะอวบน้ำแต่การใช้หญ้าเหล่านี้จำเป็นจะต้องเติมกากน้ำตาลด้วย เพราะว่ามีแป้งเป็นส่วนประกอบน้อย ทำให้มีอาหารสำหรับเชื้อแบคทีเรียไม่เพียงพอ ทำให้การหมักได้ผลไม่ดีพอ

2. การเตรียมอุปกรณ์ อุปกรณ์ทำหญ้าหมักประกอบด้วย อุปกรณ์การตัดและหั่นหญ้า หลุมหมัก วัสดุคลุมปิดหลุม เช่น แผ่นผ้าพลาสติก หรือดิน กากน้ำตาล และอุปกรณ์สำหรับขนหญ้าลงหลุมหมัก

3. การเตรียมหลุมหญ้าหมัก หลุมหญ้าหมักมีหลายแบบ เช่น แบบปล่อง แบบร่องในดิน แบบรางบนผิวดิน หรือแบบใช้ผ้าพลาสติกคลุมเหนือผิวดิน หลุมแบบปล่อง ก่อด้วยคอนกรีตสูง 2 - 3 เมตร หรือมากกว่า ส่วนความจุมีตั้งแต่ 10 - 20 ตัน แล้วแต่ขนาดของฟาร์ม หลุมแบบร่องในดินเป็นแบบที่ต้องขุดร่องลึกตามที่ต้องการและสร้างผนังคอนกรีตเป็นร่องป้องกันดินพังทลายความกว้างและความยาวของหลุมขึ้นกับขนาดของฟาร์มหรือจำนวนสัตว์ที่เลี้ยง ส่วนหลุมแบบรางบนผิวดินมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบร่องในดิน แต่สร้างบนผิวดินแทน ปัจจุบันนิยมทำแบบรางบนผิวดิน เพราะสะดวกต่อการทำงาน เช่น การขนหญ้าลงหมัก การกลบดินและการไหลของน้ำเสีย ขนาดของหลุมแบบรางบนผิวดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณหญ้าหมัก

4. การตัดหญ้า โดยเลือกตัดเมื่อพืชเริ่มมีเมล็ดอ่อนๆ เนื้อในเมล็ดยังมีลักษณะเหนียวข้น ไม่ถึงกับเป็นเมล็ดแข็ง ถ้าเลยระยะนี้ไปจะ มีกากมากและน้ำตาลในลำต้นมีน้อย อาหารของแบคทีเรียไม่พอ การหั่นต้องหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดยาว 3 - 5 นิ้ว เพื่อสะดวกต่อการอัดให้แน่น จากนั้นขนลงหมักในหลุมที่เตรียมไว้แล้ว อัดหญ้าให้แน่นจนเต็มหลุม แล้วจึงกลบหลุมโดยใช้เศษพืชทับรองชั้นหนึ่งแล้วใช้ดินกลบทับจนแน่น ป้องกันอากาศเข้าออก การหั่นหญ้าและการอัดหญ้าให้แน่นเป็นขั้นตอนสำคัญมาก ถ้าหั่นหญ้ายาวเกินไป ทำให้การอัดไม่แน่น ไล่อากาศออกไม่หมดอากาศเข้าออกได้จะทำให้เชื้อราเจริญและหญ้าเน่ากลายเป็นปุ๋ยหมัก

กระบวนการหมักในพืชหมัก (Fermentation)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงการหมักอาหารหยาบจะเกิดขึ้นเป็นช่วงๆ แบ่งออกได้เป็น 5 ระยะ

ระยะที่ 1 นำพืชต้องการหมักตัดหรือสับให้มีชิ้นเล็ก แล้วใส่หลุมหมักหรือถังหมักโดยเร็ว ย่ำและอัดให้แน่น ภายหลังปิดถังหรือหลุมหมักเซลล์พืชยังคงหายใจอย่างต่อเนื่องโดยใช้ก๊าซออกซิเจนที่ยังมีอยู่มากในหลุมหมัก เช่นเดียวกับแบคทีเรียที่ใช้ก๊าซออกซิเจนจะย่อยสลายพวกคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในเซลล์พืชจนกระทั่งถึงระยะหนึ่งออกซิเจนจะหมดไป ผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการหมักนี้คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และความร้อน ถ้าอุณหภูมิในหลุมหมักสูงเกิน 38°C หญ้าหมักจะคุณภาพเลวลง ในระยะที่ 1 ใช้เวลา 1-2 วันหลังปิดหลุมหมัก โดยปกติก๊าซออกซิเจนจะถูกใช้หมดภายใน 4-5 ชั่วโมง ดังนั้นถ้าสามารถลดช่วงระยะเวลานี้ให้สั้นลงได้เท่าไหร่ความสูญเสียสารอาหารก็จะน้อยลง

เพราะคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่ายจะถูกใช้หมดไปและเกิดเป็นความร้อนและน้ำ ซึ่งจะทำให้ความน่ากินของหญ้าหมักลดลง โปรตีนบางส่วนซึ่งอาจสูงถึง 50% จะถูกย่อยสลายไปเป็นก๊าซแอมโมเนีย การหมักที่สมบูรณ์จะทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและหยุดยั้งกระบวนการย่อยสลายโปรตีน (proteolysis) ในกระบวนการหมักถ้าอาหารหยาบแห้งเกินไป (มีความชื้นน้อย) ก็อาจเกิดผลเสียเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้เกิดความร้อนสูงเนื่องจากกระบวนการหมักเกิดไม่สมบูรณ์ ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเมล์ลาร์ด (Maillard reaction) กับโปรตีน โปรตีนจะเปลี่ยนโครงสร้างโดยไปรวมกับคาร์โบไฮเดรตเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ย่อยสลาย สิ่งต่างๆ เหล่านี้ที่เกิดขึ้นจะทำให้อาหารหยาบหมักที่ได้มีเปอร์เซ็นต์ของพลังงานและโปรตีนต่ำ

ระยะที่ 2 ระยะเกิดกรดอะซิติก (acetic acid) ระยะนี้จะเกิดขึ้นหลังจากก๊าซออกซิเจนถูกจำกัดหมดแล้วและเซลล์พืชตาย แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเริ่มย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำกับโปรตีนบางชนิดให้กลายเป็นกรดอะซิติก และกรดที่เกิดขึ้นจะทำให้ pH ลดลงจาก 6.0 ถึง 4.2 เมื่อค่าความเป็นกรดลดไปถึงระดับนี้แบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติกจะเริ่มถูกทำลาย ระยะนี้จะเกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 2 -4 หลังปิดหลุมหมัก ปกติจะใช้เวลาประมาณ 24 ถึง 72 ชั่วโมง

ระยะที่ 3 ระยะเริ่มผลิตกรดแลคติค เป็นระยะที่มีความสำคัญมากเพราะแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคจะเริ่มทำงานในวันที่ 3 หลังปิดหลุมหมัก ขณะที่กรดอะซิติคเริ่มลดลง แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคเพิ่มปริมาณขึ้นและกรดแลคติคก็เพิ่มขึ้น กรดแลคติคเป็นกรดที่มีประโยชน์ซึ่งโคนมสามารถนำไปสร้างเป็นพลังงานได้ แบคทีเรียอาจใช้สารอาหารในหญ้าหมักมากถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ในการสร้างกรดนี้ ถ้ากระบวนการหมักเกิดขึ้นสมบูรณ์กรดแลคติคจะทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ค่า pH ลดลงไปถึง 4.2 หรือต่ำกว่า ความเป็น

ระยะที่ 4 ระยะผลิตกรดแลคติคอย่างต่อเนื่อง การผลิตกรดแลคติคจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปอีกประมาณ 2 สัปดาห์ หรือมากกว่า อุณหภูมิเริ่มลดลงเหลือประมาณ 26-27°C และ pH ลดลงที่ระดับ 3.8 ซึ่งส่งผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลงและหยุดหรือสิ้นสุดลง

ระยะที่ 5 ระยะเก็บรักษา ถ้าทุกอย่างเป็นไปด้วยดี พืชหมักจะยังคงเป็นพืชหมักที่เก็บไว้ในรูปหมักดองไปได้นาน โดยอาศัยกรดแลคติคป้องกันไม่ให้เกิดการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตต่อไปอีก แต่ถ้ากรดแลคติคมีปริมาณน้อย กรดบวิทีริคก็จะถูกสร้างขึ้นมา และโปรตีนจะถูกเปลี่ยนแปลงไป ทำให้หญ้าหมักจะเกิดการสูญเสียขึ้น

ลักษณะการสูญเสียของพืชหมัก

1. สูญสียเพราะขบวนการหมักของจุลินทรีย์ ทำให้วัตถุแห้งสูญเสียไป 3-8 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเป็นอาหารของจุลนทรีย์และถูกทำลายโดยความร้อน

2. การสูญเสียทางผิวหน้า เนื่องจากมีโอกาสสัมผัสกับอากาศมาก ทำให้เกิดการขึ้นราได้ง่าย การสูญเสียอยู่ในช่วง 2-10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับขนาดของถังหมัก การสูญเสียทางด้านนี้จะเกิดกับไซโลแนวระนาบมากกว่าไซโลแบบตั้ง

3. การสูญเสียทางน้ำพืชหมัก (seepage loss) เกิดขึ้นในกรณีที่พืชมีความชื้นสูงจะสูญเสีย 5-10 เปอร์เซ็นต์ขึ้นอยู่กับความสูงของไซโลและความแน่นในการอัดพืช

ชนิดของหญ้าหมัก

ชนิดของหญ้าหมัก จะอาศัยความชื้นของพืชอาหารสัตว์ที่หมักที่นำมาบรรจุในหลุมหมัก แบ่งหญ้าหมักออกได้ 3 ประเภทใหญ่ๆดังนี้

1. หญ้าหมักที่มีความชื้นสูง หรือหญ้าหมักที่ได้จากพืชซึ่งตัดแล้วนำมาหมักทันที หญ้าหมักประเภทนี้มีความชื้น หรือน้ำมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ข้อดีของการทำหมักแบบนี้ คือสามารถทำได้ตลอดเวลา แม้ว่าจะมีฝนสามารถตัดพืชได้ตรงเวลาโดยการพิจารณาผลผลิตกับคุณภาพ เนื่องจากมีความชื้นสูง หญ้าหมักประเภทนี้อาจสูญเสียง่าย โดยเฉพาะความชื้นของพืชสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ หญ้าหมักมักมีกลิ่นไม่ดี สีดำคล้ำ และสูญเสียธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์มาก หญ้าหมักสดแก้ได้ด้วยการตัดพืชที่มีอายุมาก มีความชื้นน้อยกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลผลิตจะสูงแต่คุณภาพต่ำ การใช้กากน้ำตาล 30-60 กิโลกรัมต่อหนึ่งตันหญ้าหมัก หรือใช้ข้าวโพดบดพร้อมซัง หรือดูดน้ำ 75-100 กิโลกรัมต่อหนึ่งตันหญ้าหมักจะทำให้หญ้าหมักมีคุณภาพดี

2. หญ้าหมักที่ทำจากพืชที่ผ่านการผึ่งแดดให้เหี่ยวแล้วจึงนำไปหมัก หญ้าหมักประเภทนี้มีความชื้นประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์มีความชื้นปานกลาง พืชนำมาหมักในหลุมหมักจะปล่อยให้เหี่ยวเฉาลงไปบ้าง 2-3 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่หลุมหมักแต่ต้องมีการสับพืชเพื่อให้อัดแน่นได้ดีขึ้น มีปัญหาน้อยกว่าชนิดแรก อาจเติมธัญพืชบดเพิ่มอาหารพลังงาน

3. หญ้าหมักที่มีความชื้นต่ำ เป็นหญ้าหมักที่มีความชื้นประมาณ 45-55 เปอร์เซ็นต์ โดยการตัดหญ้าแล้วปล่อยให้แห้งก่อนแล้วจึงนำมาบรรจุหลุมหมัก ต้องสับพืชให้สั้นกว่าชนิดแรกและชนิดที่สองเพื่อให้การอัดแน่นเป็นไปด้วยดีเนื่องจากความชื้นต่ำ กิจกรรมของจุลินทรีย์จึงค่อนข้างจำกัด อาจผลิตกรดแลคติคน้อยค่าความเป็นกรดเป็นด่างอาจลดลงเพียงเล็กน้อย หญ้าหมักชนิดนี้ต้องเก็บในหลุมหมักอย่างดีเพื่อป้องกันอากาศมิให้เข้าได้

คุณค่าทางอาหารของหญ้าหมัก

หญ้าหมักจะมีคุณค่าทางอาหารมากน้อยขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก พืชอาหารสัตว์เขตร้อนจะมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าพืชอาหารสัตว์เขตหนาว ดังนั้นหญ้าหมักที่ทำจากหญ้าเขตร้อนจึงมีคุณค่าทาง

อาหารค่อนข้างต่ำกว่าหญ้าหมักที่ได้มาจากพืชอาหารสัตว์ในเขตหนาว คุณค่าทางอาหารสามารถพิจารณาได้ 2 ประการด้วยกันคือ

1. การกินได้ของสัตว์ (intake) หญ้าหมักที่ทำด้วยพืชอาหารสัตว์เขตร้อนสัตว์กินได้น้อยกว่าในรูปของหญ้าแห้ง หรือรูปของเย็นแห้ง สำหรับหญ้าหมักซึ่งได้จากหญ้าเขตร้อนนั้นสัตว์กินได้น้อยกว่ารูปอื่นๆยกเว้นหญ้าหมักที่มีเมล็ดธัญพืชร่วมด้วย

2. การย่อยได้ของสัตว์ (digestibility) การย่อยได้ของวัตถุแห้งในหญ้าเขตร้อนเมื่อเทียบกับหญ้าเขตหนาวที่ตัดอายุเท่ากันนั้นจะต่ำกว่าหญ้าเขตหนาวเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของหญ้าเขตร้อนที่ทำหมักไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ เพ็ญศรีและคณะ (2538) รายงานว่าการเพิ่มข้าวโพดบดหรือกากน้ำตาลในหญ้าหมักที่ทำจากหญ้าไข่มุกช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ในทุกระยะการเจริญเติบโตของพืชที่นำมาหมัก

ลักษณะของหญ้าหมักที่ดี

กรมปศุสัตว์ (2550) ได้ประเมินคุณภาพพืชหมักจากลักษณะทางกายและเคมีดังนี้

ลักษณะทางกายภาพ

1. กลิ่น มีกลิ่นหอมคล้ายผลไม้ดอง หรือน้ำส้มสายชู
2. เนื้อพืชหมัก แน่นมีส่วนของใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่สิ่งเจือปน
3. สี มีสีเหลืองอมเขียว หรือเขียวอมเหลือง หรือเขียวเข้ม
4. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 3. 5- 4.7

ลักษณะทางเคมี

1. pH ประมาณ 3.8 -4.5 เปอร์เซ็นต์
2. กรดแลคติก (lactic acid) 3-13 เปอร์เซ็นต์
3. บิวทีริค (Butyric acid) ไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์
4. แอมโมเนียไนโตรเจนไม่เกิน 11% of total N

การใช้สารเสริมในพืชหมัก

เสริมศักดิ์ (2543) ได้กล่าวถึงการเติมสารที่ช่วยในการเติมสารช่วยหมักพืชอาหารสัตว์ จุดประสงค์ของการเติมสารช่วยหมัก พอสรุปได้ดังนี้

ก. เพื่อเพิ่มคาร์โบไฮเดรทที่ถูกหมักได้ง่าย

ข. เพื่อเพิ่มสภาพการเป็นกรด

ค. เพื่อยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ

ง. เพื่อลดปริมาณออกซิเจนโดยตรง หรือโดยอ้อม

จ. เพื่อลดเปอร์เซ็นต์ความชื้นของหญ้าหมัก

ฉ. เพื่อดูดซับกรดบางชนิดซึ่งอาจสูญเสียไปกับของเหลวที่ไหลออก

ชนิดของสารที่ช่วยในการหมัก

กากน้ำตาล (molasses) ใช้ในการเติมชนิดของพืชที่นำมาหมักที่มีน้ำตาลค่อนข้างต่ำ แต่มีโปรตีนสูงพืชที่มีน้ำตาลต่ำและมีความชื้นสูง เมื่อนำไปหมักขบวนการหมักขึ้นช้า หรือการหมักที่ให้ผลไม่ดีตามที่ต้องการ ในการเติมกากน้ำตาลในพืชที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ เมื่อนำไปทำหญ้าหมักก็เพื่อ (1) เพิ่มคาร์โบไฮเดรทที่ถูกหมักได้ง่าย (2) เพิ่มการผลิตกรดแลคติค (3) ยับยั้งการเน่าเสียซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ และ (4) เพิ่มพลังงานและความน่ากิน

ยูเรีย (urea) การเติมยูเรียให้กับพืชที่มีระดับโปรตีนต่ำ เช่น ข้าวโพด และข้าวฟ่าง เพื่อจะปรับระดับโปรตีนให้สูงขึ้น และเพิ่มการผลิตกรดแลคติค และกรดอะซิติค การเติมยูเรีย 10 ปอนด์/ข้าวโพด 1 ตัน จะเพิ่มโปรตีนรวมจาก 8.30 เปอร์เซ็นต์ เป็น 12.3 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง เพิ่มกรดแลคติคจาก 4.2 เปอร์เซ็นต์ เป็น 5.4 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มกรดอะซิติค 0.9 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1.2 เปอร์เซ็นต์

หินปูน (calclum carbonate) การเติมหินปูนปนลงไปในพืชที่ใช้ทำหญ้าหมัก จะช่วยให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค ทำหน้าที่ได้นานแลผลิตกรดแลคติคได้มากขึ้น นอกจากนี้ช่วยปรับสภาพกรดบางชนิดให้เป็นกลางและช่วยเติมธาตุแคลเซี่ยมปกติจะเติมหินปูนในอัตรา 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของพืชที่ใช้ทำหมัก

กรดอินทรีย์ (0rganic acid) ใช้กับพืชที่มีความชื้นสูง เพื่อหยุดยั้งการเจริญของเชื้อราซึ่งจะทำให้เกิดการเน่าเสีย กรดอินทรีย์ที่ใช้ เช่น กรดฟอร์มิค (formic acid) เติมในอัตรา 2.25 ลิตร/พืช 1 ตัน และกรดโพรพิออนิค (propionic acid) ใช้ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของพืช

ข้อดีของหญ้าหมัก

(1) หญ้าหมักคงสัดส่วนของโภชนะ หรือสารอาหารของพืชไว้ได้มากกว่าหญ้าแห้ง เนื่องจากหญ้าแห้งมีการสูญเสียโภชนะ โดยการแตกหักและถูกฟอกสีจากแสงแดด ปกติหญ้าหมักจะคงคุณค่าทางอาหารไว้ได้ประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่า ส่วนหญ้าแห้งที่ทำใต้สภาวะที่เหมาะสมคงคุณค่าทางอาหารไว้ได้เพียง 80 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าสภาวะไม่เหมาะสมคุณค่าทางอาหารจะเหลือ 50-60 เปอร์เซ็นต์

(2) สามารถผลิตอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพสูงจากหญ้าหมัก ในช่วงที่ดินฟ้าอากาศไม่เหมาะสมสำหรับทำหญ้าแห้ง

(3) การทำหญ้าหมักเป็นรูปแบบที่ประหยัดที่สุดเพราะทุกส่วนของพืชเช่น ต้น และใบของข้าวโพด หรือข้าวฟ่างสามารถนำไปหมักและเก็บไว้เลี้ยงสัตว์

(4 หญ้าต้องการพื้นที่ในการเก็บต่อหน่วยของวัตถุแห้งต่ำกว่าหญ้าแห้ง แม้จะเป็นหญ้าแห้งอัดฟ่อน หรือหญ้าแห้งที่นำมาหั่นให้เป็นท่อนสั้นๆ

(5) ตัดปัญหาอันตรายของการสูญเสียเนื่องจากเกิดไฟไหม้เมื่อนำไปเก็บ แต่ถ้าเป็นหญ้าแห้งโอกาสที่จะเกิดความร้อนสะสมในกองหญ้าแห้งจนลุกติดเป็นไฟมากกว่า

(6) สามารถนำเศษเหลือ หรือผลผลิตพลอยได้จากพืชไปใช้ประโยชน์โดยการหมัก ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าอาหาร

(7) หญ้าหมักเป็นแหล่งโปรตีน วิตามินบางชนิดโดยเฉพาะคาร์โรทีนดีกว่าที่ได้จากหญ้าแห้ง

(8) หญ้าหมักมีความน่ากินและเป็นยาระบายอ่อนๆ

(9) หญ้าหมักเป็นอาหารที่อวบน้ำ มีราคาถูกที่สุดในการใช้เลี้ยงสัตว์ในช่วงฤดูร้อน หรือช่วงที่ขาดแคลนอาหารพืชอาหารสัตว์

(10) ในการใช้เลี้ยงสัตว์ หญ้าหมักมีการสูญเสียน้อยเพราะทุกส่วนของพืชจะถูกสัตว์กิน

(11) การทำหญ้าหมักช่วยในการควบคุมวัชพืช เพราะวัชพืชถูกตัดทำลายไปพร้อมกับการตัดพืชไปทำหญ้าหมัก วัชพืชดังกล่าวมักกระจัดกระจายปะปนอยู่ในแปลงหญ้า โดยเฉพาะแปลงหญ้าที่มีการดูแลรักษาไม่ดี

(12) สามารถเก็บหญ้าไว้ได้เป็นเวลานานๆโดยยังคงรักษาคุณค่าทางอาหารของโปรตีน คาร์โบไฮเดรท และคาร์โรทีนไว้ได้ดีกว่าการเก็บพืชอาหารสัตว์ในรูปอื่นๆ

(13) หญ้าหมักไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการล้อมรั้วแบ่งกั้นเป็นแปลงๆพื้นที่ขนาดเดียวกันเมื่อปลูกพืชทำหญ้าหมัก จะให้ผลผลิตพืชอาหารสัตว์มากกว่าการทำทุ่งหญ้า คุณภาพของพืชหมักมีความสม่ำเสมอไม่ค่อยก่อให้เกิดปัญหาโรคท้องอืด สามารถเก็บเกี่ยวกับพืชอายุที่เหมาะสม และเมื่อใช้หญ้าหมักเลี้ยงสัตว์ในโรงเรือนผู้เลี้ยงสามารถดูแลสัตว์ได้อย่างใกล้ชิด

ข้อเสียของหญ้าหมัก

(1) ต้องการไซโล หรือที่เก็บและเครื่องมืออุปกรณ์ จึง จะสามารถทำหญ้าหมักได้ผลดีที่สุด ซึ่งสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างไซโลและการจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ มากกว่าการทำหญ้าแห้งแบบผึ่งแดด

(2) หญ้าหมักมีวิตามินต่ำกว่าหญ้าแห้งชนิดผึ่งแดด

(3) การทำหญ้าหมักใช้เวลามากกว่าการทำหญ้าแห้ง

(4)ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้สารช่วยหมัก

(5) อาจเป็นระบบการถนอมอาหารพืชอาหารสัตว์ที่แพง หากมีการใช้หญ้าแห้งด้วยในการผลิตสัตว์

(6) อินทรียวัตถุกลับคืนสู่ดินน้อยกว่าการทำทุ่งหญ้าแล้วปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มกิน

การใช้หญ้าหมักในการเลี้ยงสัตว์

พืชอาหารสัตว์สดที่มีคุณภาพดีในเขตร้อนและกึ่งร้อน มีผลมีจากสาเหตุการขาดแคลนน้ำฝนและอุณหภูมิต่ำ ถึงแม้ว่าหญ้าหมักจะสามารถช่วยแก้ปัญหาในการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ก็ตาม แต่ยังมีการหญ้าหมักในการเลี้ยงสัตว์เชิงอุตสาหกรรมค่อนข้างน้อย อาจเนื่องมาจากราคาเนื้อสัตว์ตกต่ำเมื่อเทียบกับราคาอาหารที่เก็บถนอมไว้ และให้สัตว์กินร่วมกับอาหารข้นอื่น การแนะนำอัตราการกินหญ้าหมักในสัตว์ ดังนี้

โครีดนมวันละประมาณ 12-15 กิโลกรัมโดยให้กินหลังรีดนม เนื่องจากว่าน้ำนมจะดูดกลิ่นหญ้าหมักเข้าไปทำให้น้ำนมมีกลิ่นหญ้าหมัก

โคเนื้อ	10-13	กิโลกรัมต่อวัน
แพะ แกะ	4-6	กิโลกรัมต่อวัน
สุกร	1.5-3	กิโลกรัมต่อวัน
ไก่	2-4	กิโลกรัมต่อ 100 ตัวต่อวัน

กรณีใน ม้า ลา ไม่ควรให้กินหญ้าหมัก เพราะหากในหญ้าหมักเป็นราเพียงเล็กน้อยจะเป็นอันตรายต่อสัตว์พวกนี้ได้

การนำปุ๋ยยูเรียมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารสัตว์

ปุ๋ยยูเรียสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ 2 ประการคือ นำผสมลงในอาหารข้นโดยตรง หรือใช้ปุ๋ยยูเรีย เพื่อปรับปรุงคุณภาพของอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าว ทั้งนี้แล้วแต่วัตถุประสงค์ของผู้ใช้ จุดประสงค์ของการนำยูเรียมาใช้ผสมในอาหารสัตว์ เพื่อทดแทนอาหารโปรตีนจากธรรมชาติและลดต้นทุนค่าอาหาร โดยคำนึงถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ และคุณค่าทางโภชนะเป็นสำคัญ เช่น การใช้ปุ๋ยยูเรียผสมน้ำราดผสมกับฟางข้าวหมักทิ้งไว้ 21 วัน โดยใช้ปุ๋ยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ฟางข้าวหลังการหมักแล้ว มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้น สะดวกสำหรับผู้ใช้ และสัตว์เลี้ยงได้รับประโยชน์จากปุ๋ยยูเรีย โดยตรงจากการสลายตัวในกระเพาะหมัก หรือในส่วนของลำไส้เล็ก เมื่อพิจารณาในแง่เศรษฐกิจยูเรียจะถูกกว่า และ ให้ปริมาณของโปรตีนมากกว่าการใช้ปลาป่นและกากถั่วต่างๆ ซึ่งการใช้ปุ๋ยยูเรียเป็นแหล่งโปรตีนผสมในอาหารข้น จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูง โดยจุลินทรีย์นั้น ต้องมีแหล่งคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยได้ง่ายๆ (แป้ง) เพียงพอ เช่น ข้าวโพด ปลายข้าว มันเส้น รำละเอียด ฯลฯ มีแร่ธาตุและวิตามิน ผสมอยู่ด้วย การให้สัตว์เคี้ยวเอื้องกินยูเรีย โดยตรง หรือผสมกับน้ำให้กินในปริมาณ

มากๆ สัตว์อาจจะตายได้ เนื่องจากยูเรียสามารถสลายตัวให้แอมโมเนียในกระเพาะรูเมน ถ้าสัตว์ได้รับยูเรียในระดับสูง หรือในสภาพที่ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดแอมโมเนียในกระเพาะ เกินกว่าที่จุลินทรีย์จะนำไปสร้างโปรตีนได้ทัน ร่างกายจึงต้องมีการกำจัดออก โดยเปลี่ยนเป็นยูเรียที่ตับ และขับออกทางปัสสาวะ ถ้าระดับของแอมโมเนียสูงเกินกว่าร่างกายจะกำจัดได้ทัน จะเกิดเป็นพิษสัตว์อาจถึงตาย ถ้าช่วยไม่ทัน

การใช้ประโยชน์จากยูเรียเป็นอาหารสัตว์

ยูเรียเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน(non-protein nitrogen หรือ NPN)เป็นสารประกอบที่ใช่โปรตีน ซึ่งอยู่ในรูปโพลีเลปไทด์ของโปรตีน แต่สัตว์กระเพาะรวมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างโปนตีนของร่างกายได้โดยตรง หรือทางอ้อม ส่วนประกอบเหล่านี้ เช่น แอมโมเนีย ยูเรีย อะมีน ซึ่งสัตว์กระเพาะรวมไม่สามารถใช้ยูเรียได้โดยตรง ต้องอาศัยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักเปลี่ยนให้เป็นโปรตีน โดยยูเรียที่สัตว์กินเข้าไปจุถูกเอมไซม์ยูรีเอสของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักไฮโดรไลซ์ (hydrolyzed) ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย ขณะเดียวกันจุลินทรีย์จะย่อยสลายคาร์โบไฮเดรทที่สัตว์กินเข้าไปให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ จากนั้นแอมโมเนียจะรวมตัวกับกรดอินทรีย์เป็นเกลือแอมโมเนีย ซึ่งต่อมาจะเปลี่ยนไปเป็นกรดอะมิโนต่างๆและเป็นโปรตีนของจุลินทรีย์ โดยกระบวนการเมแทบอลีซึมของจุลินทรีย์ เมื่อจุลินทรีย์ตาย หรือติดไปกับอาหารเข้าสู่กระเพาะแท้ และลำไส้เล็ก จึงถูกย่อยให้เป็นกรดอะมิโน และสัตว์สามารถดูดซึมเข้าไปใช้ได้

คุณสมบัติของยูเรีย เป็นแหล่งโปรตีนระดับสูง สัตว์เคี้ยวเอื้องใช้ประโยชน์จากยูเรียทางอ้อม โดยการย่อยสลายจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักให้เป็นโปรตีน คุณสมบัติทางกายภาพของยูเรียคือเป็นเม็ดกลมสีขาวเล็กมีรสชาติเฝื่อน หาซื้อได้ง่ายในรูปของปุ๋ยยูเรียสูตร 45-0-0

ข้อเสนอแนะ ในการใช้ยูเรียผสมในอาหารสัตว์

1.ใช้อาหารผสมยูเรียเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีกระเพาะรูเมน เจริญเติบโตแล้วเท่านั้น อย่าใช้ยูเรียกับลูกสัตว์หรือสัตว์ กระเพาะเดี่ยว

2. ใช้ยูเรียในสูตรอาหารข้น ที่มีโปรตีนหยาบต่ำกว่า 13 -14 เปอร์เซ็นต์

3. ในสูตรอาหารจะต้องมีคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยง่ายอยู่สูง เช่น มันเส้น ข้าวโพด รำละเอียด ปลายข้าว ฯลฯ

4.ยูเรียไม่มีพลังงานแร่ธาตุ และวิตามินการใช้ยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจน แทนโปรตีนธรรมชาติ จึงควรเสริมโภชนะ เหล่านี้ลงไปด้วย

5.การใช้ยูเรียผสมในอาหารข้นไม่ควรเกิน 3 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารข้น หรือ 1 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณวัตถุแห้งที่สัตว์กินได้ หรือเกิน 30 กรัมต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม

6. ยูเรียจะมีรสชาติเฝื่อน สัตว์ไม่ชอบกิน ควรผสมกากน้ำตาล เพื่อเพิ่มรสชาติ

7. ควรใช้ยูเรียผสมลงในอาหารวันละน้อย และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับที่ต้องการ เพื่อสัตว์จะได้มีเวลาปรับตัว

8.การผสมยูเรียลงในอาหารข้น ต้องผสมให้เข้ากันดีอย่าให้เป็นก้อน และไม่ควรใช้ยูเรียละลายน้ำให้สัตว์ดื่มโดยตรง เพราะสัตว์จะกินเข้าไปครั้งละมากๆ และอาจเป็นอันตรายได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยาและคณะ (2538) ได้ศึกษาการใช้ยอดอ้อยหมักยูเรียเป็นอาหารเลี้ยงโคเนื้อในช่วงฤดูแล้ง เป็นการศึกษาถึงผลตอบแทนที่ได้รับจากการใช้ยอดอ้อยหมักยูเรียเป็นอาหารหยาบ เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น วางแผนการทดลองแบบ group comparison แบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 5 ตัวแต่ละกลุ่มได้รับอาหารหยาบต่างกัน คือ กลุ่มที่ได้รับฟางข้าวหมักยูเรีย กลุ่มที่ได้รับยอดอ้อยหมักยูเรีย (อัตราส่วนของฟางข้าวและยอดอ้อยแห้ง : ยูเรีย : น้ำ เท่ากับ 100 : 5 : 100) โคเนื้อทุกตัวได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีนหยาบ 15.4 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้ (TDN) 72.6 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย มันเส้น 60 เปอร์เซ็นต์ ใบมันสำปะหลัง 35 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 3 เปอร์เซ็นต์ และแร่ธาตุโคเนื้อ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารเสริมในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวโค และแต่ละกลุ่มได้รับอาหารหยาบอย่างเต็มที่เป็นระยะเวลา 84 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปรากฏว่าโคกลุ่มที่ได้รับฟางหมักยูเรียมีอัตราเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มโคที่ได้รับยอดอ้อยหมักยูเรีย อย่างนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เท่ากับ 909.5 และ 642.9 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารด้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เท่ากับ 8.24 และ 6.21 ตามลำดับ โคทั้ง 2กลุ่มมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 12.31 และ 12.69 บาทต่อกิโลกรัมลำดับ เมื่อคิดผลตอบแทนที่ได้รับพบว่า โคกลุ่มที่ได้รับฟางหมักยูเรียได้รับผลตอบแทนตัวละ 2,117.59 บาท และโคกลุ่มที่ได้รับยอดอ้อยหมักยูเรียได้รับผลตอบแทนตัวละ
1,492.21 บาท

ดำรัสและคณะ (2545) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และค่าพลังงานที่วัดได้โดยวิธี in vitro gas production techique ของฟางข้าวที่หมักด้วยยูเรีย และเก็บไว้ที่ระยะต่างกัน โดยศึกษาผลของระดับยูเรีย และระยะเวลาในการหมักที่มีผลต่อการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและค่าพลังงานของฟางหมัก โดยใช้ฟางข้าวเจ้าหมักในถุง 2 ชั้น ถุงละ 10 กิโลกรัม ใช้น้ำต่อฟางข้าวในอัตรา 1 : 1 แต่แปรผันความเข้มข้นของยูเรียคือ 4, 5 และ 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำต่อฟางข้าว และใช้ระยะเวลาหมัก 7, 14 และ 21 วัน ผลปรากฏว่า CP ลดลงสำหรับการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (IVOMD) และค่าพลังงาน พบว่า ฟางธรรมดามี IVOMD 55.53% ME และ NEL 1.70 และ 0.96 Mcal/kg DM

ตามลำดับ การใช้ยูเรียที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดังกล่าวสูงกว่าการใช้ยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่การใช้ยูเรีย 5 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และการหมักนาน 14 และ 21 วัน ทำให้ค่า IVOMD, ME และ NEL แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) แต่การหมักที่ 14 และ 21 วันให้ค่าดังกล่าวสูงกว่าการหมักที่ 7 วันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

บุญส่งและคณะ (2555) ได้ศึกษาคุณภาพของพืชหมักในถุงหมักพลาสติกดำที่อายุการเก็บรักษาต่างๆเพื่อประเมินศักยภาพอายุการเก็บรักษาของพืชหมัก 3 ชนิด ได้แก่ (1) หญ้ากินนีสีม่วงร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (2) หญ้าเนเปียร์ยักษ์หมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำ และ (3) ต้นข้าวโพดหมัก โดยพืชหมักแต่ละชนิดวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มีซ้ำ สิ่งทดลองได้แก่ อายุเก็บรักษาได้แก่ 1 3 6 และ 12 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าหญ้าเนเปียร์ยักษ์หมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สามารถเก็บได้นาน 6 เดือนโดยคุณค่าทางโภชนะและการใช้ประโยชน์ได้ไม่เปลี่ยนแปลง หญ้ากินนีสีม่วงหมักร่วมกับกากาน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สามารถเก็บได้นาน 3 เดือน มีคุณค่าทางโภชนะและการใช้ประโยชน์ไม่ต่ำกว่าก่อนหมัก แต่ถ้าเก็บไว้นาน 6-12 เดือน ลักษณะทางกายภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงชัดเจน ไม่เหมาะที่จะนะไปเลี้ยงสัตว์ ส่วนต้นข้าวโพดหมักมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีปานกลาง สามารถเก็บได้นาน 6 เดือนโดยคุณค่าทางโภชนะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

รำไพและคณะ (2550) ศึกษาคุณภาพพืชหมักที่อายุการหมักต่างๆกันของหญ้ารูซี่ ถั่วท่าพระสไตโล หญ้าแพงโกล่า และถั่วคาวาเคต โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 การทดลอง ตามชนิดพืช คือ การศึกษาคุณภาพพืชหมักของ (1) หญ้ารูซี่ตัดที่อายุ 45 วัน (2) ถั่วท่าพระสไตโลตัดที่อายุ 65 วัน (3) หญ้าแพงโกล่าตัดที่อายุ 40 วัน และ (4) ถั่วคาวาเคตตัดที่อายุ 60 วันโดยทุกการทดลองทำการหมักพืชในถุงดำพลาสติก 10-30กิโลกรัม และเปิดถุงหมักเพื่อศึกษาคุณภาพที่อายุต่างๆกันคือ พืชก่อนหมัก 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน จากการศึกษาพบว่าในทุกการทดลอง ปริมาณวัตถุแห้งของพืชหลังการหมักมีค่าลดลงกว่าก่อนการหมักเล็กน้อย และมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างไปจากพืชก่อนหมักมากนัก ระยะเวลาที่เกิดการหมักของแต่ละการทดลองเมื่อประเมินจากค่า pH และปริมาณกรดของพืชหมักพบว่าจะต่างกันไปคือหญ้ารูซี่ใช้เวลาประมาณ 3 วัน หญ้าแพงโกล่าใช้เวลา 21 วันหรือมากกว่า ถั่วคาวาเคตและท่าพระสไตโล ใช้เวลา 12-15 วัน โดยพืชหมักทุกอายุการหมักของทุกการทดลอง มีคุณภาพการหมักในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ และมีแนวโน้มถั่วท่าพระสไตโลหมักจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด

สายเข็ม คณะ (2550) ได้ศึกษาคุณค่าทางโภชนะของยอดอ้อยหมักผสม กับใบกระถินในอัตรา 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเปรียบเทียบกับยอดอ้อยหมักอย่างเดียว โดยมีกากน้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์เป็นสารช่วยหมัก ใช้ระยะเวลาการหมัก 30 วัน ผลปรากฏว่า ยอดอ้อยหมักที่ผสมใบกระถิน 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนะของยอดอ้อยหมักนั้น

สูงขึ้น แต่การผสมใบกระถินในอัตรา 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้คุณค่าทางโภชนะของยอดอ้อยหมักนั้นดีที่สุด

รัตนชนกและคณะ (2549) ได้การศึกษาการใช้ยูเรียที่ระดับต่างกัน ร่วมกับจุลินทรีย์อีเอ็ม ในการหมักฟางข้าวที่มีผลต่อคุณค่าทางอาหารโดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ กลุ่มที่ 1 ยูเรีย 0 เปอร์เซ็นต์ + จุลินทรีย์ อี เอ็ม 1.5 เปอร์เซ็นต์ , กลุ่มที่ 2 ยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ + จุลินทรีย์ อีเอ็ม 1.5 เปอร์เซ็นต์, กลุ่มที่ 3 ยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ + จุลินทรีย์ อี เอ็ม 1.5 เปอร์เซ็นต์, กลุ่มที่ 4 ยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ + จุลินทรีย์ อี เอ็ม 1. 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใช้ระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มการทดลองที่มีระดับยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้คุณค่าทางอาหารของฟางหมักเพิ่มขึ้นสูงกว่าระดับอื่น