การใช้หัวเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติก เพื่อควบคุมคุณภาพไซเลจในระดับอุตสาหกรรม

รองศาสตราจารย์ ดร. สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ และคณะ
ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภายใต้การสนับสนุนของ
โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม
จาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๗

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

กิตติกรรมประกาศ

คู่มือฉบับนี้เป็นเอกสารประกอบการเผยแพร่เทคโนโลยีในโครงการ “การใช้หัวเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติก เพื่อควบคุมคุณภาพไซเลจในระดับอุตสาหกรรม” ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยประเภทโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมายที่มีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ภายใต้โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2557

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

คำนำ

คู่มือโครงการ “การใช้หัวเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติก เพื่อควบคุมคุณภาพไซเลจในระดับอุตสาหกรรม” เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการใช้หัวเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติกสายพันธุ์ในประเทศ เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของไซเลจในระดับอุตสาหกรรม ในพื้นที่เขตจังหวัดนครราชสีมา และนครปฐม โดยเนื้อหาสาระของคู่มือเล่มนี้ประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการหมักไซเลจ วิธีการหมักไซเลจในระดับอุตสาหกรรม ด้วยปริมาณมากกว่า 5 ตันขึ้นไป และคุณภาพไซเลจจากการหมักโดยการใช้หัวเชื้อ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้อ่านมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหมักไซเลจที่ถูกต้อง และสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการทำไซเลจในพื้นที่ของตนเองต่อไป

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อและโคนม รวมทั้งสัตว์เคี้ยวเอื้องอื่นๆ และผู้สนใจผลิตไซเลจในอนาคต

คณะผู้วิจัย

2558

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	2
คำนำ	3
สารบัญ	4
บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการหมักไซเลจ	5
1.1 คำนิยามและเป้าหมายของไซเลจ	5
1.2 กระบวนการทำให้เกิดไซเลจ	7
1.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำไซเลจ และการปรับปรุงการหมักไซเลจ	10
บทที่ 2 การหมักไซเลจในระดับอุตสาหกรรม	14
2.1 วัสดุและอุปกรณ์	13
2.2 วิธีการ	15
บทที่ 3 คุณภาพไซเลจจากการใช้หัวเชื้อทางการค้าและหัวเชื้อ KUB-G	17
บทที่ 4 ข้อเสนอแนะในการใช้หัวเชื้อเพื่อการผลิตไซเลจ	22
ขนาดเล็กสำหรับเกษตรกร	
เอกสารอ้างอิง	24

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

บทที่ 1
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการหมักไซเลจ

1.1 คำนิยามและเป้าหมายของไซเลจ

ไซเลจคือพืชอาหารสัตว์หมัก ซึ่งโดยทั่วไปมักจะเรียกว่าหญ้าหมัก อย่างไรก็ตามวัตถุดิบที่ใช้ อาจเป็นหญ้า หรือพืชชนิดอื่นที่มีคุณภาพ กระบวนการหมักเป็นแบบไม่มีอากาศ หรือมีอากาศเพียงเล็กน้อย ด้วยกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์หลักคือแบคทีเรียกรดแลกติก เพื่อผลิตกรดอินทรีย์ รวมทั้งสารกันเสียอื่นๆ เช่น สารยับยั้งกลุ่มโปรตีนเป็นต้น ส่งผลให้กลุ่มเชื้อที่ทำให้เกิดการเน่าเสียไม่สามารถเจริญได้

การทำไซเลจมีเป้าหมายหลักคือ เพื่อการเก็บรักษาไว้ใช้ในยามขาดแคลน โดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งมีแนวโน้มของฤดูแล้งที่ยาวขึ้น ส่งผลต่อการขาดแคลนพืชอาหารหยาบคุณภาพ เช่นหญ้าสด เป็นต้น เป้าหมายรองอีกประการหนึ่งของการทำไซเลจคือ การเพิ่มความน่ากิน และคุณค่าทางอาหารให้กับอาหารสัตว์

โดยทั่วไปการเก็บรักษาพืชอาหารสัตว์สามารถทำได้ 2 วิธีคือการทำแห้งหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าหญ้าแห้งโดยการลดความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 10-15 และการทำในรูปของไซเลจหรือหญ้าหมัก ซึ่งมีความชื้นในช่วงประมาณ 60-75% ข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของทั้ง 2 วิธีดังแสดงใน**ตารางที่ 1** เห็นได้ว่าการทำไซเลจถึงแม้ว่าจะมีการลงทุนสูง แต่มีความปลอดภัย สามารถทำได้ตลอดทั้งปี ถ้ามีวัตถุดิบเพียงพอ และยังมีความน่ากินรวมทั้งคุณค่าทางอาหารสูงกว่าด้วย

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการผลิตและลักษณะของหญ้าแห้งและหญ้าหมัก

ลักษณะ	หญ้าแห้ง	หญ้าหมักหรือไซเลจ
การผลิต	1.ทำแห้งโดยใช้แสงแดด และอัดเป็นฟ่อน ขนาดประมาณ 25-30 กิโลกรัม	1. ทำการหมักในลักษณะไม่มีอากาศ ดังนั้นจำเป็นต้องทำในระบบปิด โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าไซโล
	2.กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยาก	2. เกษตรกรต้องมีความรู้ความเข้าใจในการทำไซเลจ และการลงทุนในระยะเริ่มต้นสูง
	3.การผลิตขึ้นกับดินฟ้าอากาศ	3. สามารถทำได้ตลอดทั้งปี
ลักษณะทางโภชนะหรือคุณค่าทางอาหาร	ความร้อนส่งผลต่อการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร เช่น แป้ง น้ำตาล โปรตีน และวิตามินเอ ซึ่งได้จากคาโรทีนในพืช เป็นต้น	1.เพิ่มความน่ากิน 2. ทำให้เกิดความอ่อนนุ่มในส่วนต่างๆของพืช เพิ่มการนำไปใช้ในสัตว์ 3. ลดแนวโน้มที่ทำให้เกิดท้องอืดในสัตว์ 4. ลดปริมาณสารพิษในพืช เช่น ไซยาไนด์จากใบมันสำปะหลัง 5. น้ำนมที่ได้มีวิตามินสูง 6. เพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตน้ำนม
การเก็บรักษา	เสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัย	ลดความเสี่ยงจากอัคคีภัย อย่างไรก็ตามต้องใช้ทันที เมื่อนำออกจากไซโล

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

ได้มีการเปรียบเทียบราคาขายของหญ้าแพงโกล่าในรูปแบบต่างๆ จากหญ้าสด 1 ไร่ สามารถผลิตหญ้าสดได้ 8 ตัน ถ้าขายในรูปหญ้าสดด้วยราคา 0.5 บาทต่อกิโลกรัม หญ้า 8 ตัน ได้เงินคืน 4,000 บาท ถ้ามีการแปรรูปในรูปของหญ้าแห้ง พบว่าหลังการทำแห้ง น้ำหนักที่ได้เหลือเพียง 20% ผลผลิตที่ได้คิดเป็น 1.6 ตัน ถ้าขายหญ้าแห้งในราคา 2 บาทต่อกิโลกรัม จะได้เงินคืนเป็นเงิน 3,200 บาท อย่างไรก็ตามถ้าแปรรูปในลักษณะหญ้าหมัก ด้วยอัตราการสูญเสีย 10% พบว่าได้ผลผลิต เหลือเป็น 7.2 ตัน คิดเป็นรายได้กลับมาเป็น 7,200 บาท

ดังนั้นด้วยสมบัติของไซเลจด้านการเก็บรักษา คุณค่าทางอาหาร และผลตอบแทนที่ได้ เห็นได้ว่าการทำไซเลจหรือหญ้าหมักเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และผู้ผลิตอาหารสัตว์จำหน่าย

1.2 กระบวนการทำให้เกิดไซเลจ

ตามที่ได้กล่าวข้างต้นว่าการทำไซเลจ เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน หรือมีอยู่น้อย โดยสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระยะจากเริ่มต้น จนกระทั้งสิ้นสุดการหมัก ดังแสดงใน**รูปที่ 1** คือ

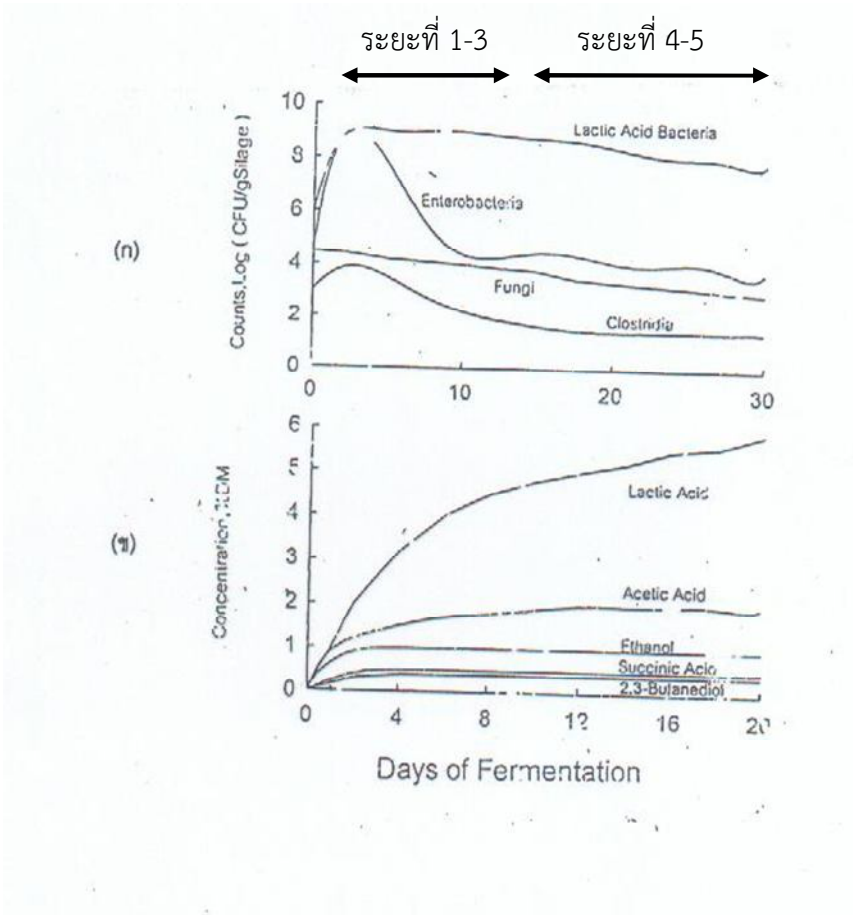
ระยะที่ 1 เกิดขึ้นระหว่างการตัดพืชให้ได้ขนาดตามต้องการ และขั้นตอนการบรรจุ ในระยะนี้ทั้งพืชที่ยังคงมีการหายใจ และจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยการใช้ออกซิเจนและเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ สร้างสภาวะลดปริมาณออกซิเจน ขณะเดียวกันมีการปลดปล่อยพลังงานออกมาด้วย

ระยะที่ 2-3 ปริมาณออกซิเจนลดน้อยลง เกิดการเปลี่ยนแปลงสารประกอบคาร์โบไฮเดรท ไปเป็นกรดอินทรีย์ เช่นกรดแลกติก กรดอะเซติก โดยเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียกรดแลกติกเป็นหลัก ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลง ในช่วงนี้เป็นการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย

ระยะที่ 4 เป็นระยะที่ปริมาณกรดแลกติกมีการลดลงบางส่วน เนื่องจากการเจริญของเชื้อกลุ่มที่ใช้กรดแลกติกเป็นสารอาหาร อย่างไรก็ตามสภาวะนี้เป็นไปอย่างช้าๆ

ระยะที่ 5 เป็นระยะที่ความเป็นกรดด่างสูงเพียงพอ ที่สามารถรักษาสภาวะเข้าสู่จุดสมดุลย์ ควบคุมการผลิตกรด และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)



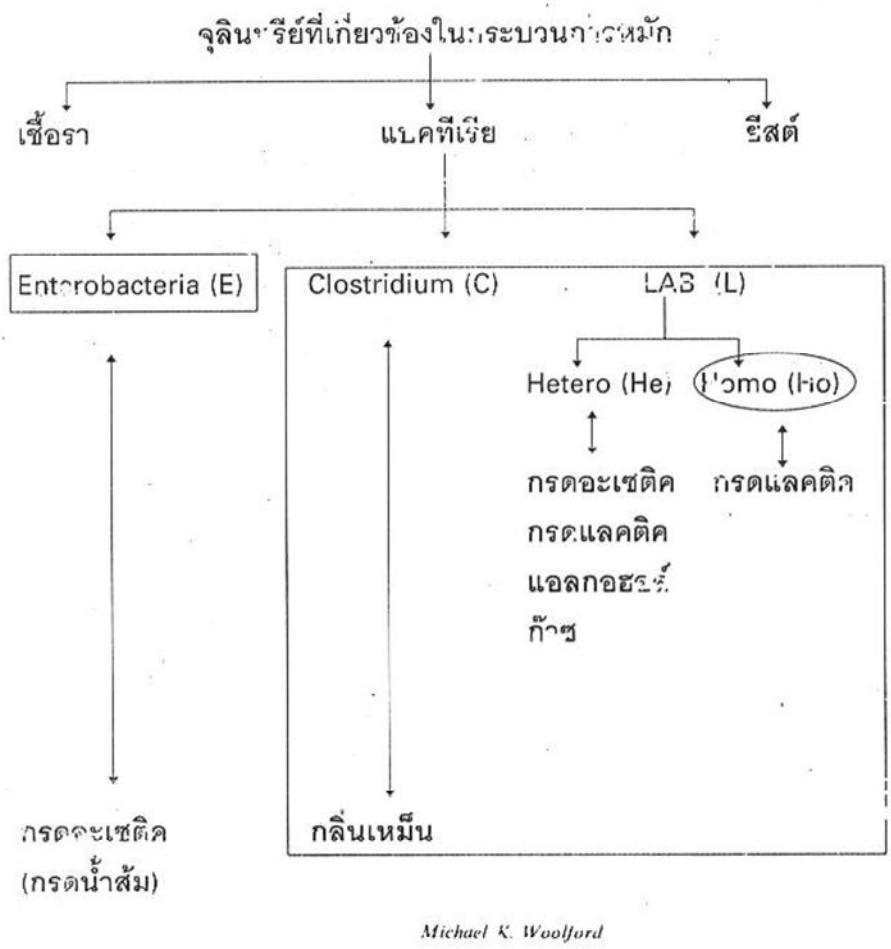
รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักไซเลจ
ที่มา Muck, 1991

เชื้อจุลินทรีย์ที่เข้ามาเกี่ยวข้องดังแสดงใน**รูปที่ 2** ลักษณะการหมักที่ดีเกิดขึ้นจากการส่งเสริมการเจริญของเชื้อกลุ่มแบคทีเรียกรดแลกติก (LAB) ที่ผลิตกรดแลกติกเป็นหลัก หรือที่เรียกโฮโมเฟอร์เมนเททีพแบคทีเรีย (Homofermentative bacteria, HO) เชื้อกลุ่มนี้ทนต่อสภาวะความเป็นกรดสูง ขณะที่เชื้อกลุ่มอื่นที่ต้องควบคุมอัตราการเจริญให้ต่ำ ได้แก่ เชื้อกลุ่มแบคทีเรียกรดแลกติก (LAB) ที่ผลิตกรดแลกติก กรดน้ำส้ม และก๊าซ (HE) กลุ่มเชื้อก่อโรค (E) กลุ่มเชื้อคลอสตริเดียม (C) ซึ่งสามารถผลิตกรดบิวไทริค ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น ทำลายกรดอะมิโนซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรตีน ผลิตสารแอมโนเนียและสารก่อมะเร็งได้ อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มเชื้อที่ไม่ต้องการให้เจริญ สามารถควบคุมได้โดยระดับความเป็นกรดด่างที่ต่ำกว่า 4.2 ดังแสดงใน**รูปที่ 3** ดังนั้นการสร้างสภาวะให้เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อในกลุ่ม HO เพื่อผลิตกรดแลกติกใน

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

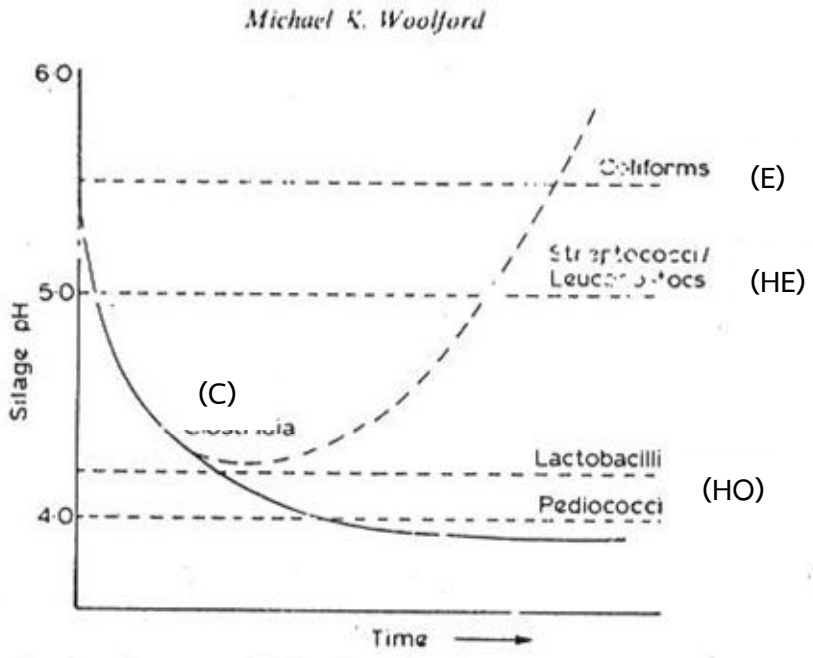
ปริมาณสูง ส่งผลต่อการลดค่าความเป็นกรด เป็นการควบคุมเพื่อให้ได้ไซเลจคุณภาพตามต้องการ

นอกจากเชื้อในกลุ่มแบคทีเรียดังกล่าวข้างต้นแล้ว พบว่าถ้าการหมักมีการสัมผัสกับอากาศสูง สิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ คือการเจริญของเชื้อราและยีสต์ ซึ่งมักพบในช่วงของการเปิดไซโล เพื่อนำไซเลจ บางส่วนไปใช้ ไซเลจส่วนที่เหลือต้องมีกระบวนการปิดอย่างรวดเร็ว เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับอากาศ



รูปที่ 2 กลุ่มจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำไซเลจ

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)



รูปที่ 3 ค่าความเป็นกรดด่างในการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ

1.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำไซเลจ และการปรับปรุงการหมักไซเลจ

1.3.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำไซเลจ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการหมักได้แก่ วัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก ซึ่งต้องคำนึงถึงอายุที่เหมาะสมเพื่อควบคุมความชื้นที่เหมาะสมในช่วง 65-70% รวมทั้งคุณค่าทางอาหาร เช่นปริมาณโปรตีน เป็นต้น ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่เพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการหมัก ในระยะแรกของการหมัก เห็นได้ว่าพืชยังมีการหายใจ ทำให้เกิดการปล่อยพลังงานออกมา ส่งผลต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น วัตถุดิบเกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีคล้ำ และทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหารด้วย ดังนั้นในขั้นตอนแรกของการหมัก ควรดำเนินการอย่างรวดเร็วเพื่อนำไปสู่ระยะการหมักขั้นที่ 2 อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการตัดพืชเป็นชิ้นเล็กขนาดประมาณ 2.5 เซนติเมตร และการอัดในไซโลอย่างรวดเร็ว เพื่อลดปริมาณออกซิเจน ทำให้ลดการสูญเสียดังกล่าว

นอกจากปัจจัยที่กล่าวข้างต้นแล้ว สายพันธุ์ของแบคทีเรียกรดแลกติกที่เหมาะสม และปริมาณที่เพียงพอ ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญในการส่งเสริมการหมัก โดยทั่วไปพบว่าปริมาณของแบคทีเรียกรดแลกติกที่ติดมากับวัตถุดิบ มีระดับต่ำ

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

เพียง 100 เซลล์ต่อวัตถุดิบ 1 กรัม ซึ่งไม่เพียงพอในการขับเคลื่อนกระบวนการหมัก ได้มีการพบว่าปริมาณเชื้อในกลุ่มดังกล่าวควรมากกว่า 100,000 เซลล์ต่อวัตถุดิบ 1 กรัม อย่างไรก็ตามทีมวิจัยโดย สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ (Buwjum et., 1998; Nitisinprasert et al. 2000, 2001) ได้ทำการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติกจากไซเลจ และอาหารหมักในประเทศไทย โดยศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการหมัก ได้แก่สมบัติการผลิตกรดแลกติก การทนต่อพีเอชต่ำ ความสามารถในการเจริญที่พีเอชกว้าง และอุณหภูมิสูง และการใช้แหล่งคาร์บอนที่ประกอบด้วยน้ำตาล 5 ตัว และ 6 ตัว ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารเยื่อใย เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในการเจริญและการผลิตกรดแลกติก รวมทั้งความสามารถในการยับยั้งเชื้อปนเปื้อน จากการศึกษาคุณสมบัติดังกล่าว ส่งผลให้ได้เชื้อประสิทธิภาพ 2 สายพันธุ์คือ *Lactobacillus pentosus* KUB-ST10-1, และ*Lactobacillus plantarum* KUB-SP1-3 การศึกษาการทำไซเลจ โดยใช้เชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์เป็นหัวเชื้อในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่าการใช้เชื้อสายพันธุ์ KUB-ST10-1 ในการหมักหญ้าที่ความเข้มข้น หนึ่งหมื่น หนึ่งแสน หนึ่งล้าน และสิบล้านเซลล์ต่อวัตถุดิบ 1 กรัม สามารถลดค่าความเป็นกรดด่างอย่างรวดเร็วในช่วง 3 วันแรกของการหมัก เป็น 4, 3.9, 3.9 และ 3.7 ตามลำดับ จากนั้นระดับของค่าความเป็นกรดด่างค่อนข้างคงที่ในทุกสภาวะ แสดงค่าในช่วง 3.7 – 3.8 การลดลงนั้นเป็นผลเนื่องจากปริมาณของกรดแลกติกที่เพิ่มขึ้นเป็นหลัก โดยพบว่าหลังการหมัก 21 วัน มีปริมาณกรดแลกติกเป็น 4.4, 4.9, 5.6 และ 5.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง เมื่อศึกษาการปนเปื้อนของเชื้ออื่น พบว่าในช่วงเริ่มต้นของการหมัก ปริมาณของเชื้อก่อโรค อยู่ในระดับสูงถึงประมาณ 100 ล้านเซลล์ของไซเลจ 1 กรัม หลังการหมัก 21 วัน ไม่พบเชื้อกลุ่มดังกล่าว สำหรับเชื้อคลอสตริเดียม (Clostridium) ตรวจไม่พบเช่นกัน หลังจากการหมัก 21 วัน ดังนั้นเห็นได้อย่างชัดเจนว่า เชื้อสายพันธุ์ที่เหมาะสม สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อก่อโรคอย่างเห็นได้ชัด

นอกจากนั้น พบว่าเชื้อสายพันธุ์ *Lb. plantarum* KUB-SP1-3 (Ohmomo et al. , 2007) 1 กรัม ต่อการหมักหญ้าเนเปียร์ 1 กิโลกรัม เมื่อทำการหมักที่อุณหภูมิสูงถึง 45 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ไซเลจอายุ 28 วัน มีค่าความเป็นกรดด่างลดลงจาก 4.5 เป็น 3.8 สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์เหลือ

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

เพียงประมาณ 100 เซลล์ต่อไซเลจ 1 กรัม ขณะที่ชุดทดลองไม่ใส่เชื้อมีปริมาณสูงถึงประมาณ หนึ่งแสนเซลล์ ต่อไซเลจ 1 กรัม

ดังนั้นเห็นได้ว่าการคัดเลือกเชื้อสายพันธุ์และปริมาณที่เหมาะสม ส่งผลต่อคุณภาพของไซเลจที่ได้

1.3.2 การปรับปรุงการหมักไซเลจ

สารเสริมที่ช่วยในการส่งเสริมการหมักไซเลจ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 สารยับยั้งกระบวนการหมัก ได้แก่กรดชนิดต่างๆ เช่น กรดซัลฟูริค กรดไฮโดรคลอริค กรดฟอสฟอริค และกรดฟอร์มิค สารกันเสีย เช่น โซเดียมไนไทรต์ ยาปฏิชีวนะ สารอื่นๆ เช่นเกลือ เป็นต้น ในประเทศไทยมีการใช้เกลือที่ความเข้มข้น 0.5 – 1 กิโลกรัมต่อวัตถุดิบ 100 กิโลกรัม โดยสารเหล่านั้นสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ เช่นเชื้อกลุ่มคลอสตริเดียม เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 คือสารกระตุ้นกระบวนการหมัก เช่น กากน้ำตาล เอนไซม์ย่อยสลายเยื่อใย และเชื้อจุลินทรีย์แบคทีเรียกรดแลกติก สารชีวภาพเหล่านี้ช่วยส่งเสริมการเพิ่มปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติก ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณกรดแลกติก และลดค่าความเป็นกรดด่างดังแสดงใน**ตารางที่ 2**

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

ตารางที่ 2 สารกระตุ้นต่อการหมักหญ้ารูซี่

สมบัติของหญ้าหมัก	**รูซี่**	**รูซี่ + เกลือ 1% + กากน้ำตาล 5%**	**รูซี่ + กากน้ำตาล 8%**
วัตถุแห้ง (%)	30	35	33
ความเป็นกรดด่าง	5.4	4.3	4.3
กรดแลกติก	0.7	1.8	2.2
กรดอะเซติก	0.4	0.3	0.3
กรดบิวไทริค	0.3	0.1	0.1
ลักษณะปรากฏ	ค่อนข้างใช้ได้	ดี	ดี

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

บทที่ 2
การหมักไซเลจในระดับอุตสาหกรรม

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 หญ้าสด อายุที่เหมาะสม ขึ้นกับคุณค่าทางอาหาร ปริมาณเส้นใย และความชื้นในวัตถุดิบแต่ละชนิด ในโครงการนี้ใช้สายพันธุ์ซิกแนลตั้ง อายุประมาณ 2 เดือน โดยทำการตัดจากแปลงหญ้าโดยตรง

2.1.2 หัวเชื้อ 2 ชนิดคือ *Lactobacillus plantarum* KUB-SP1-3 และ *Lb. pentosus* KUB-ST10-1 ซึ่งบรรจุในถุงพลาสติกในลักษณะผง

2.1.3 รถเทรลเลอร์เพื่อใช้ในการขนหญ้าสด ดังแสดงใน**รูปที่ 4**

2.1.4 เครื่องพ่นสารละลายหัวเชื้อ ดังแสดงใน**รูปที่** 5

2.1.5 เครื่องลำเลียงและอัดเข้าถุงหมัก (AG-bagger)

2.1.6 ถุงหมักหญ้า สำหรับการหมักสูงสุด 150 ตัน ดังแสดงใน**รูปที่** 6

รูปที่ 4 ลักษณะรถเทรลเลอร์

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

รูปที่ 5 เครื่องพ่นสารละลายหัวเชื้อ

รูปที่ 6 เครื่องลำเลียงและอัดเข้าสู่ถุงหมัก

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

2.2 วิธีการ

ทำการตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าซึ่งติดเข้ากับรถแทรกเตอร์ จากนั้นลำเลียงหญ้าสดโดยใช้รถเทรลเลอร์ซึ่งบรรจุได้ประมาณ 5 ตัน ต่อคัน ในกรณีนี้ถ้าหญ้าที่ใช้หมักมีความชื้นสูงเกิน 70% ให้ทำการผึ่งแดดก่อนการนำไปใช้ ทำการเตรียมสารละลายหัวเชื้อโดยผสมหัวเชื้อแห้งชนิดละ 0.5 กรัม ละลายในน้ำบาดาลปริมาตร 25 ลิตรต่อหญ้า 5 ตัน จากนั้นทำการพ่นสารละลายหัวเชื้อลงบนหญ้าด้วยเครื่องพ่นเชื้อ โดยผ่านสายพานลำเลียงและอัดเข้าถุงหมักด้วยเครื่อง AG-bagger ภายใต้ความดัน 30 บาร์ประมาณ 18 นาที ทำแบบนี้ต่อเนื่องกัน 4 คันรถเทรลเลอร์ต่อถุงหมัก 1 ถุง ดังนั้นน้ำหนักหญ้าสุดท้ายประมาณ 20 ตันต่อถุง อย่างไรในการหมักในภาคสนามของฟาร์มที่ใช้ศึกษา สามารถทำการหมักหญ้าได้ 120-150 ตันต่อ 1 ถุงจากนั้นทำการปิดปากถุงโดยพับปากถุงด้วยไม้นำและปิดด้วยการตอกตะปู เพื่อป้องกันการผ่านเข้าของอากาศ ทำการบ่มเป็นเวลา 21 วัน หรือจนกว่าจะมีการเปิดใช้

ในการศึกษาครั้งนี้ มีการใช้หัวเชื้อทางการค้า เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของไซเลจที่ได้ โดยใช้หัวเชื้อ ปริมาณ 5 กรัม ต่อการหมักหญ้า 5 ตัน

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

บทที่ 3
คุณภาพไซเลจจากการใช้หัวเชื้อทางการค้าและหัวเชื้อ KUB-G

ได้มีการประเมินการใช้หัวเชื้อทดสอบซึ่งประกอบด้วยเชื้อ 2 สายพันธุ์คือ *Lb. plantarum* KUB-SP1-3 และ *Lb. pentosus* KUB-ST10-1 ซึ่งบรรจุในถุงปิดผนึกแยกจากกันในลักษณะผง ให้ชื่อผลิตพันธุ์ดังกล่าวว่า KUB-G โดยทำการเปรียบเทียบกับเชื้อทางการค้า จากบริษัท Lallemand ประเทศฝรั่งเศส ประกอบด้วยเชื้อ 2 สายพันธุ์คือ *Lb. plantarum* CNCM MA18/5U และ *Lb. buchneri* NCIMB 40788 ที่ความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 10^{11} โคโลนีต่อกรัม ผลการประเมินคุณภาพไซเลจที่หมักได้อายุ 21 วัน สามารถสรุปดังแสดงใน**ตารางที่ 3** พบว่าสมบัติทางเคมี และปริมาณเชื้อไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นปริมาณกรดน้ำส้ม ซึ่งพบว่าชุดทดลองที่ใช้เชื้อทางการค้า มีปริมาณสูงกว่า ส่งผลให้เกิดกลิ่นฉุนในไซเลจที่ได้ ขณะที่ปริมาณโพรไพโอนิคของชุดทดลอง KUB-G สูงกว่าเป็นประโยชนีต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมในสัตว์

ได้มีการวิเคราะห์บ่งชี้กลุ่มเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติก และกลุ่มเชื้อก่อโรค (Enterobacteria) โดยวิธีทางพันธุกรรม พบว่าหลังการหมัก 21 วัน ปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงร้อยละ 4 และ 6 ของปริมาณเชื้อที่พบในวันที่ 0 สำหรับชุดทดลองใช้เชื้อทางการค้าและเชื้อทดชอบ KUB-G ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติกจากชุดทดลองใช้เชื้อ KUB-G เพิ่มขึ้น 10 เท่า ของอายุ 0 วัน ซึ่งแตกต่าจากชุดทดลองใช้เชื้อทางการค้า พบว่าไม่มีการเพิ่มขึ้นของเชื้อ

นอกจากนั้นได้มีการศึกษาค่าทางโภชนะของไซเลจอายุ 21 วัน ผลดังแสดงใน**ตารางที่ 4** พบว่าปริมาณเยื่อไย โปรตีน และพลังงานจากทั้ง 2 ชุดทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามเมื่อสังเกตลักษณะปรากฏของไซเลจของทั้ง 2 ชุดทดลอง ดังแสดงใน**รูปที่ 7** พบว่าชุดทดลองที่ใช้เชื้อทางการค้าให้สีเหลืองคล้ำ ขณะที่ชุดทดสอบเชื้อ KUB-G ให้สีเขียวอมเหลืองทอง เมื่อเปรียบเทียบการลงทุนหัวเชื้อในการทำไซเลจดังแสดงใน**ตารางที่ 5** พบว่าในการหมักหญ้า 1 ตัน ต้องลงทุนหัวเชื้อ KUB-G จำนวนเพียง 2 บาทต่อตัน ขณะที่เชื้อทางการค้าคิดเป็น 55 บาทต่อตัน

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

ในภาพรวมเห็นได้ว่าหัวเชื้อ KUB-G ส่งผลต่อคุณภาพไซเลจในภาพรวมไม่แตกต่างจากเชื้อทางการค้า อย่างไรก็ตามเห็นได้ว่าเชื้อทดสอบ ส่งเสริมการเจริญของเชื้อกลุ่มแบคทีเรียกรดแลกติกเพิ่มขึ้น และแสดงลักษณะปรากฏดีกว่าเชื้อทางการค้า รวมทั้งการลงทุนต่ำกว่า แสดงให้เห็นแนวโน้มความสามารถใช้ทดแทนเชื้อนำเข้าจากต่างประเทศในอนาคต

ตารางที่ 3 สมบัติของไซเลจอายุ 21 หมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าและหัวเชื้อ KUB-G

สมบัติของไซเลจ	**เชื้อทางการค้า**	**เชื้อ KUB-G**	**ความแตกต่างทางสถิติ**
ค่าความเป็นกรดด่าง	4.3	4.25	ไม่แตกต่าง
ปริมาณกรดแลกติก	2.86 – 3.17	2.54 – 2.89	ไม่แตกต่าง
ปริมาณกรดอะเซเติก หรือกรดน้ำส้ม	0.25-0.76	0.14-0.20	เชื้อทางการค้าสูงกว่า
ปริมาณกรดโพรพิโอนิค	0.19-0.23	0.21-0.29	เชื้อ KUB-G สูงกว่า
ปริมาณกรดบิวไทริค	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่แตกต่าง
ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติกวิเคราะห์โดยเทคนิคจุลชีววิทยา	ไม่พบ – มากกว่า10 ล้านเซลล์ต่อกรัมไซเลจ	1000 – มากกว่า 10 ล้านเซลล์ต่อกรัมไซเลจ	ไม่แตกต่าง
ปริมาณเชื้อรา	มากกว่า1-1000เซลล์ต่อกรัมไซเลจ	มากกว่า1- 1000 เซลล์ต่อกรัมไซเลจ	ไม่แตกต่าง

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของไซเลจอายุ 0 วัน และ 21 วัน

องค์ประกอบทางเคมี	**อายุไซเลจ**	**เชื้อทางการค้า**	**เชื้อทดสอบ KUB-G**
Moisture content (% dry weight)	0 วัน	56	55
	21 วัน	56	55
Crude protein (% dry weight)	0 วัน	6.8	6.6
	21 วัน	6.8	6.2
ADF (% dry weight)	0 วัน	37.1	36.5
	21 วัน	32.4	32.7
NDF (% dry weight)	0 วัน	60.5	59.8
	21 วัน	52.0	53.0
Gross energy (cal./g)	0 วัน	4,599	4,397
	21 วัน	4,450	4,503

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบราคาหัวเชื้อสำหรับการหมักไซเลจ

หัวเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติก	**หญ้า (ตันต่อ 1 ถุง)**	**ปริมาณหัวเชื้อที่ใช้ (กิโลกรัม)**	**ราคาลงทุน (บาท/กิโลกรัม)**	**ต้นทุนของหัวเชื้อ (บาท/ปี)**	**ต้นทุนหัวเชื้อต่อการผลิตหญ้าหมัก 1 ตัน (บาท)**
ชุดควบคุม (หัวเชื้อทางการค้า)	1200	1	55,000	66,000	55
ชุดทดลองหัวเชื้อ KUB-G	1200	0.2	10,000	24,000	~2 (1.6)
ค่าความแตกต่าง				63,600	53

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

รูปที่ 7 ลักษณะของไซเลจที่หมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า (ก) และหัวเชื้อทดสอบ KUB-G (ข)

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

บทที่ 4
ข้อเสนอแนะในการใช้หัวเชื้อเพื่อการผลิตไซเลจ

โครงการนี้มุ่งประเด็นการนำเสนอการใช้หัวเชื้อ เพื่อผลิตไซเลจในระดับอุตสาหกรรมเป็น 100 ตันขึ้นไป ซึ่งต้องมั่นใจระบบการหมักที่ชัดเจน เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงเนื่องจากการเน่าเสีย อย่างไรก็ตามการใช้หัวเชื้อสามารถประยุกต์ใช้กับการผลิตไซเลจในระดับเล็กได้ โดยการใช้ภาชนะในลักษณะถุงที่มีความแข็งแรง และถัง เป็นต้น ดังแสดงใน**รูปที่ 8** อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือความชื้น และการอัดไล่อากาศ

รูปที่ 8 ลักษณะการทำไซเลจขนาดเล็ก

จากการเสวนาร่วมกับบริษัท และเกษตรผู้เลี้ยงโคนมพบประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

1) การตรวจสอบความชื้นของวัตถุดิบที่เหมาะสม สามารถทำได้ใน 2 ลักษณะคือการวัดค่าความชื้นด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามเกษตรกรไม่สามรถหาเครื่องมือดังกล่าวได้ วิธีสังเกตแบบง่ายในเบื้องต้น คือการบีบวัตถุดิบด้วยมือ ถ้ามีลักษณะน้ำติดมือ แสดงว่าความชื้นสูงเกินไป ควรผึ่งแดดสักประมาณครึ่งวัน ทั้งนี้ขึ้นกับสภาวะอากาศในวันนั้นๆ

2) พฤติกรรมการผลิตไซเลจในพื้นที่ ซึ่งทำขึ้นโดยใช้วัตถุดิบที่หาได้ผสมรวมกัน โดยไม่คำนึงถึงคุณค่าทางอาหาร และลักษณะการหมักที่ถูกต้อง ส่งผลให้

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

ได้ไซเลจคุณภาพต่ำ ดังนั้นจึงมีข้อเสนอแนะการพิจารณาสูตรอาหารที่เหมาะสมจากวัตถุดิบในพื้นที่ โดยขอความร่วมมือจากนักวิชาการ และทำการหมักโดยใช้หัวเชื้อตามสูตรที่นำเสนอ

3) ความสับสนเกี่ยวกับอาหารผสมเสร็จหรือ TMR (Total mixed ratio) ในที่ประชุมให้ความชัดเจนว่าอาหาร TMR เป็นอาหารที่ประกอบด้วยอาหารหยาบสด หรือไซเลจ ร่วมกับอาหารข้น เป็นอาหารพร้อมใช้ให้วัวกิน สำหรับใช้ให้หมดในวันเดียว อย่างไรก็ตามอาหาร TMR ที่ไม่สามารถใช้ให้หมดภายในหนึ่งวัน สามารถเกิดการเน่าเสีย หรือสูญเสียคุณค่าทางอาหารได้ ดังนั้นถ้าต้องการเก็บต่อ สภาวะดังกล่าวต้องนำไปสู่กระบวนการหมักที่ถูกต้อง โดยหลักการเดียวกับไซเลจ เพื่อยืดอายุ

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

เอกสารอ้างอิง

Muck, R.E. 1991. Silage fermentation. *In* G. Zeikus and E.A. Johnson (eds.). Mixed cultures in Biotechnology. New York: McGraw-Hill. Inc. pp. 171-204.

Muck, R. 2000. Inocuants for legume-grass silage. Focus on forage. 2, 1-3.

Nitisinprasert, S., Buajum, T., Saelao, S., Tabtong, T., Chatthong, R. and Jareerat, A. 2000. Screening of lactic acid bacteria local strains as biocatalysts for silage fermentation. The Journal of Science Khonkaen University. 28, 31-43.

Nitisinprasert, S. , Bunyeun, P, Jaided, T., Chatthong R. and Jarerat, A. 2001. Three effective lactic acid bacteria optimizing grass silage fermentation. Abstract BioThailand 2001. Conference on BioThailand 2001 from Research to Market. 7-10 November 2001 Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand. P. 365.

Nitisinprasert, S., Suwetwattanakul, A. Pattrawan Napawan and Kanjanaplutthipong, J. 2003. Effect of biocatalyst to bagasse silage and production as well as composition of milk. The Journal of Science Khonkaen Univesity . 32, 111-121.

Ohmomo, S. Nitisinprasert, S. Kraykaw, D., Pholsen, P., Tanomwongwattana, S., Tanaka, O., Suzuki, T. and Nishida, T. 2007. Attempt to practical use of *Lactobacillus plantarum* SP1-3 in spray dried granule form for marketing good quality silage in Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 41, 34-42.

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)