วิทยานิพนธ์

ผลของพันธุ์ข้าวโพดและระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักสดและคุณภาพของข้าวโพดหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์

EFFECTS OF CORN VARIETIES AND SPACING ON FRESH WEIGHT AND QUALITY OF CORN SILAGE

นายอนุวัฒน์ คำล้าน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชไร่นา | พืชไร่นา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง ผลของพันธุ์ข้าวโพดและระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักสดและคุณภาพของข้าวโพดหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์

Effects of Corn Varieties and Spacing on Fresh Weight and Quality of Corn Silage

นามผู้วิจัย นายอนุวัฒน์ คำล้าน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ (รองศาสตราจารย์เอ็จ สโรบล, Ph.D.)

กรรมการ (รองศาสตราจารย์วิจารณ์ วิชชุกิจ, Dr.sc.agr.)

กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ ทองแพ, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา (รองศาสตราจารย์รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 1 **เดือน** มี.ค. **พ.ศ.** 50

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของพันธุ์ข้าวโพดและระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักสดและคุณภาพของข้าวโพดหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์

Effects of Corn Varieties and Spacing on Fresh Weight and Quality of Corn Silage

โดย

นายอนุวัฒน์ คำล้าน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2550

อนุวัฒน์ คำล้าน 2550: ผลของพันธุ์ข้าวโพดและระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักสดและคุณภาพของข้าวโพดหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์เอ็จ สโรบล, Ph.D. 105 หน้า

การศึกษาผลของพันธุ์ข้าวโพดและระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักสดและคุณภาพของข้าวโพดหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์ ทำโดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD โดยมี Main plot คือระยะปลูก 3 ระยะ ได้แก่ 75 X 10, 75 X 15 และ 75 X 20 ซม. Sub plot คือ พันธุ์ข้าวโพดไร่ 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ลูกผสม PAC 984, BIG 919, SW 4452, NK 40 และพันธุ์ผสมเปิด SW 5 ทดลอง ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ต.กลางดง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ในเดือนพฤษภาคม 2548 – พฤษภาคม 2549 โดยแบ่งเป็น 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ช่วงต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ช่วงปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ผลการทดลองพบว่า คุณค่าทางโภชนะและสมบัติทางเคมีของข้าวโพดหมักทุกพันธุ์และทุกระยะปลูก มีค่าใกล้เคียงกันทั้งรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 โดยมีค่า pH เท่ากับ 4.1 และ 3.9 เปอร์เซ็นต์กรดบิวทิริก และเปอร์เซ็นต์แอมโมเนียไนโตรเจน มีค่าเท่ากันทั้ง 2 รอบการปลูก คือ 0.02 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก มีค่าเท่ากับ 4.2 และ 7.9 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของพืชหมักที่ดี ส่วนผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่นั้น ในรอบการปลูกที่ 1 พบว่า มีค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่เท่ากับ 4.47 ตันต่อไร่ โดยที่ระยะปลูก 75x10 ซม. ให้น้ำหนักสดต่อไร่สูงสุด 4.65 ตันต่อไร่ ในพันธุ์ SW 4452 จะมีน้ำหนักสดต่อไร่สูงที่สุด คือ 4.91 ตันต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ NK 40 และพันธุ์ SW 5 ซึ่งมีน้ำหนักสดเท่ากับ 4.63 และ 4.43 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนจำนวนฝักต่อต้น และผลผลิตเมล็ดต่อไร่ พบว่า ข้าวโพดที่ปลูกระยะ 75x10 ซม. มีจำนวนฝักต่อต้นน้อยที่สุดคือ 0.61 ฝักต่อต้น แต่ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดมีความแตกต่างกัน ซึ่งพันธุ์ที่มีผลผลิตเมล็ดต่อไร่สูงที่สุดคือ พันธุ์ SW 4452 มีผลผลิตเท่ากับ 1,750 กก.ต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ NK 40 มีผลผลิตเมล็ดเท่ากับ 1,716 กก.ต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยที่มีค่าเท่ากับ 1,487 กก.ต่อไร่ ในรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่เท่ากับ 6.90 ตันต่อไร่ โดยมีแนวโน้มว่าที่ระยะปลูก 75x10 ซม. จะมีน้ำหนักสดต่อไร่สูงที่สุด และพันธุ์ที่มีน้ำหนักสดต่อไร่สูงที่สุดคือ พันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนัก 7.4 ตันต่อไร่ รองลงมาคือ พันธุ์ SW 5 มีน้ำหนัก 7.0 ตันต่อไร่ ส่วนจำนวนฝักต่อต้น และผลผลิตเมล็ดต่อไร่ พบว่า ข้าวโพดที่ปลูกระยะ 75x10 ซม. มีจำนวนฝักต่อต้นน้อยที่สุดคือ 0.67 ฝักต่อต้น แม้ว่าจะมีจำนวนฝักต่อต้นต่ำ แต่เนื่องจากมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มาก จึงทำให้ผลผลิตเมล็ดต่อไร่สูงตามไปด้วย โดยพันธุ์ที่มีผลผลิตเมล็ดต่อไร่สูงที่สุดคือ พันธุ์ SW 4452 มีผลผลิตเท่ากับ 1,539 กก.ต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยที่มีค่าเท่ากับ 1,218 กก.ต่อไร่

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ 22 / ธ.ค. / 50

Anuwat Komlan 2007: Effects of Corn Varieties and Spacing on Fresh Weight and Quality of Corn Silage. Master of Science (Agriculture), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Ed Sarobol, Ph.D. 105 pages.

The experiment was conducted to test the effects of corn varieties and spacing on fresh weight and quality of corn silage. The test was done at the National Corn and Sorghum Research Center, Insee Chandrastitya Institute for Crop Research and Development, Pakchong, Nakhon Ratchasima during May2005-May2006. A split plot in RCBD was employed with 4 replications. The main plots were 3 spacings (75x10, 75x15 and 75x20 cm) while 5 corn varieties (4 hybrids ; PAC 984, BIG 919, Suwan (SW) 4452 and NK 40 and 1 open-pollinated variety, SW 5) constituted the sub plots. The identical experiment was conducted during May-Sept 2005 (crop I) and Oct 2005-Feb 2006 (crop II). The results revealed that quality of silage for all corn varieties and spacings met the standard of corn silage. All silage parameters of crop I and II were similar. For crop I and crop II, respectively, the pH's were 4.1 and 3.9 ; lactic acid percentage was 4.2 and 7.9 percent. The percentages of butyric acid and ammonia nitrogen were 0.02 and 0.5 percent for both crops. For crop I, average fresh weight (FW) (above ground part) was 4.47 t/rai where 75x10 cm spacing gave the highest FW of 4.65 t/rai. SW 4452 yielded the greatest FW of 4.91 t/rai followed by NK 40 and SW 5 (4.63 and 4.43 t/rai, respectively). The lowest ears/plant of 0.61 was obtained from 75x10 cm spacing, however, grain yields among spacing treatments were not different. SW 4452 gave the greatest grain yield (1,750 kg/rai) followed by NK 40 (1,716 kg/rai) and the average grain yield was 1,487 kg/rai. For crop II, the average FW was 6.90 t/rai with the tendency of 75x10 cm spacing yielded the greatest. SW 4452 gave the greatest FW of 7.4 t/rai followed by SW 5 (7.0 t/rai). The lowest ears/plant (0.67) was obtained from 75x10 cm spacing but grain yield of corn in 75x10 cm spacing was the greatest. SW 4452 outyielded (1,539 kg/rai) other corn varieties and the average yield was 1,218 kg/rai.

Anuwat Komlan
Student's signature

Ed Sar
Thesis Advisor's signature

24 / May / 2007

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เอ็จ สโรบล ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วิจารณ์ วิชชุกิจ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ ทองแพ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง รองศาสตราจารย์ ดร.ลิลลี่ กาวีต๊ะ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ ทัดศรี ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำทั้งในด้านการเรียนและการค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอบพระคุณ อาจารย์ สุรพล เช้าฉ้อง และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัย ขอบคุณ คุณแพรวพรรณ เครือมังกร เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ที่ช่วยเหลือในการวิเคราะห์คุณค่าของพืชอาหารสัตว์

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว ที่สนับสนุนทุนการศึกษา และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเรียนและการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อนุวัฒน์ คำล้าน

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	20
อุปกรณ์	20
วิธีการ	21
ผลและวิจารณ์	25
สรุป	76
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	77
ภาคผนวก	84
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	106

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (%Dry Matter) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	27
2	เปอร์เซ็นต์ Crude Protein (% CP) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	27
3	เปอร์เซ็นต์เถ้า (% Ash) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	29
4	เปอร์เซ็นต์ Acid Detergent Fiber (% ADF) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	30
5	เปอร์เซ็นต์ Neutral Detergent Fiber (% NDF) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	32
6	ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	32
7	เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก กรดบิวทิริก และ แอมโมเนียไนโตรเจน ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	35
8	ความสูงต้น (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	37
9	ความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	39
10	อายุออกดอกตัวผู้ 50 % (วัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	41
11	อายุออกไหม 50 (%) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	43
12	จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	45
13	ความกว้างฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	47
14	ความยาวฝักทั้งหมด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	49
15	ความยาวฝักติดเมล็ด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	51
16	วงรอบฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	53
17	จำนวนแถวต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	55
18	จำนวนเมล็ดต่อแถวของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	57
19	จำนวนเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	59
20	เปอร์เซ็นต์กะเทาะของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	61
21	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	63
22	ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	เปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นของข้าวโพดไร่ทั้ง 5พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	67
24	น้ำหนักสดต่อต้น (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	69
25	น้ำหนักแห้งต่อต้น (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	71
26	น้ำหนักสดต่อไร่ (ตัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	73
27	น้ำหนักแห้งต่อไร่ (ตัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	75

ตารางผนวกที่

1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้น (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	85
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	85
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุออกดอกตัวผู้ 50 % (วัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	86
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุออกไหม 50 % (วัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	86
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดไร่ ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	87
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	87
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวฝักทั้งหมด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	88
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวฝักติดเมล็ด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	88
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนวงรอบฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนแถวต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	89
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเมล็ดต่อแถวของข้าวโพดไร่ ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	90
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	90
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การกะเทาะของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	91
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	91
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตเมล็ดต่อไร่ (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	92
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	92
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดต่อต้น (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	93
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งต่อต้น (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	93
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดต่อไร่ (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	94
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งต่อไร่ (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน	94

สารบัญภาพ

ภาพผนวกที่		หน้า
1	ลักษณะต้นข้าวโพด	102
2	ต้นข้าวโพดก่อนนำมาหมัก	102
3	การหั่นต้นข้าวโพดเพื่อนำไปหมัก	103
4	การบรรจุต้นข้าวโพดที่หั่นแล้วในภาชนะที่ใช้หมัก	103
5	ลักษณะข้าวโพดหลังหมัก	104
6	อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดเฉลี่ย ปริมารฝนเฉลี่ย และ duration of sunshine	104
7	ปริมาณฝนรวม และ duration of sunshine (total)	105

ผลของพันธุ์ข้าวโพดและระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักสดและคุณภาพของข้าวโพดหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์

Effects of Corn Varieties and Spacing on Fresh Weight and Quality of Corn Silage

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวของการทำปศุสัตว์โคเนื้อและโคนมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปี 2545 มีโคนมทั้งสิ้น 377,263 ตัว ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2540 เป็นจำนวน 69,299 ตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) และเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2547 คณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบให้ดำเนินโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อหนึ่งล้านครอบครัว โดยการสนับสนุนของภาครัฐด้านการลงทุน การจัดการทางการผลิตและการตลาดที่เหมาะสมให้แก่เกษตรกร เพื่อแก้ไขปัญหาความยากจนของเกษตรกรในชนบท และเป็นการผลิตโคเนื้อให้เพียงพอกับความต้องการบริโภคภายในประเทศ (กรมปศุสัตว์, 2548) ดังนั้นการจัดการเกี่ยวกับแหล่งอาหารสัตว์ที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างมากในการทำปศุสัตว์ โดยพบว่าในบางพื้นที่ของประเทศไทยมักประสบปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ในช่วงฤดูแล้ง ในขณะที่ฤดูฝนพืชอาหารสัตว์จะมีปริมาณมาก จึงมีความจำเป็นต้องหาวิธีการเก็บรักษาอาหารเหล่านั้นไว้ให้สัตว์บริโภคในฤดูแล้ง และวิธีการหนึ่งที่พบว่าสามารถทำให้พืชอาหารสัตว์มีคุณภาพตลอดทั้งปีคือ การทำพืชอาหารสัตว์หมักหรือที่เรียกว่าไซเลจ (silage) ซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบของสัตว์ได้ ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของอาหารข้นลง ส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตโคเนื้อและโคนมตลอดจนการทำปศุสัตว์อื่นๆลดลง ทำให้มีผลกำไรเพิ่มมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพันธุ์และระยะปลูกที่เหมาะสมต่อผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่ และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ปลูกข้าวโพด

2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และระยะปลูกที่มีผลต่อคุณภาพข้าวโพดหมักอาหารสัตว์

การตรวจเอกสาร

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปี 2545 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรรายงานว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดทั้งสิ้นประมาณ 7 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 4 ล้านตันต่อปี เมล็ดข้าวโพดมีแป้งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญจึงใช้เป็นอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ รวมทั้งมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อแปรรูปเป็นแป้ง น้ำมัน น้ำตาล และผลิตภัณฑ์อื่นๆอีกหลายชนิด นอกจากนี้แล้ว ส่วนของต้นข้าวโพดสามารถนำมาใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้อีกด้วย ทั้งในรูปของต้นข้าวโพดสด (fodder) ต้นข้าวโพดแห้ง (hay) และต้นข้าวโพดหมัก (silage) การปลูกข้าวโพดให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงนั้นจำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีและต้องมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าวโพด โดยทั่วไปพบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดควรมีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร ความลาดเอียงไม่เกิน 5 % ลักษณะดินควรเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนทราย หรือ ดินเหนียว ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง มีอินทรียวัตถุไม่น้อยกว่า 1 % มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่น้อยกว่า 10 ppm โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่น้อยกว่า 60 ppm มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 25 ซม. ค่า pH ระหว่าง 5.5-7.0 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนกระจายสม่ำเสมอ 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวโพด

พันธุ์ PAC 984 (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์, 2549)

ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	1,570
ผลผลิตสูงสุด (กก./ไร่)	2,430
อายุเก็บเกี่ยวต้นสด (วัน)	105-115
อายุเก็บเกี่ยวแห้ง (วัน)	115-120
ความสูงต้น (ซม.)	210
ความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.)	105
วันออกดอก(วัน)	53
เปลือกหุ้มฝัก	มิดชิดดีมาก

ลักษณะฝัก	ฝักยาว ทรงกระบอก
ลักษณะเมล็ด	หลังแข็ง
สีเมล็ด	ส้มหลังเหลือง
เปอร์เซ็นต์กะเทาะ	84-86 %
ระบบรากและลำต้น	ดีมาก, ไม่หักล้ม
ความต้านทานโรค-แมลง	ดีมาก
ลักษณะเด่น	ทนแล้ง ต้านทานโรคต้นเน่า ลำต้นแข็งแรง แกนเล็ก เมล็ดลึก ผลผลิตสูงมาก

พันธุ์ NK 40 (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์, 2549)

อายุออกไหม (วัน)	51-53
อายุเก็บเกี่ยวสด (วัน)	105-115
ความสูงต้น (ซม.)	210-215
ความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.)	110-115
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	1,500-2,100

พันธุ์ BIG 919 (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	1,100
อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	110-120
ความสูงต้น (ซม.)	180
ความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.)	100
วันออกดอก (วัน)	54
เปอร์เซ็นต์กะเทาะ	83 %
ความต้านทานโรค-แมลง	ไม่ต้านทานราน้ำค้าง-ราสนิม

พันธุ์สุวรรณ 5 (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	839-1,168
อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	110-120
ความสูงต้น (ซม.)	192
ความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.)	110

วันออกดอก (วัน)	55
ลักษณะเด่น	มีระบบรากและลำต้นแข็งแรง ไม่หักล้มง่าย ลำต้นสูงใหญ่
ลักษณะฝัก	ฝักยาว, ใหญ่
เปลือกหุ้มฝัก	แน่นและมิดชิด
ลักษณะเมล็ด	กึ่งหัวแข็งถึงหัวแข็ง
สีเมล็ด	สีส้มเหลือง ซังสีขาว
เปอร์เซ็นต์กะเทาะ	78 %
ความต้านทานโรค-แมลง	ต้านทานราน้ำค้าง-ราสนิม และโรคทางใบอื่นๆ

พันธุ์สุวรรณ 4452 (โชคชัย, 2549)

ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	1,151-1,430
อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	110-120
ความสูงต้น (ซม.)	217
ความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.)	130
วันออกดอก (วัน)	54
เปอร์เซ็นต์กะเทาะ	81.9 %
ความต้านทานโรค-แมลง	ต้านทานราน้ำค้าง-ราสนิม
เปลือกหุ้มฝัก	มิดชิด
ลักษณะเมล็ด	หัวแข็ง
สีเมล็ด	ส้มเหลือง

การทำพืชหมักหรือไซเลจเป็นวิธีการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ที่นิยมกันมากและเหมาะสำหรับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย เนื่องจากในฤดูฝนพืชอาหารสัตว์จะเจริญเติบโตได้ดีและมีปริมาณมาก ส่วนในฤดูแล้งมักประสบปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ ดังนั้นการนำพืชอาหารสัตว์หมักมาทำไซเลจเพื่อเก็บไว้ให้สัตว์ใช้บริโภคในฤดูแล้งจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการถนอมพืชอาหารสัตว์ให้มีคุณภาพอยู่ได้ตลอดทั้งปี โดยที่คุณค่าทางโภชนะไม่ลดต่ำลง (กอบแก้ว, 2535)

ไซเลจ คือหญ้าหรือพืชอาหารสัตว์อื่นๆที่มีวัตถุแห้ง (dry matter, DM) ต่ำ ประมาณ 200 กรัมต่อกิโลกรัม (Muck, 1991) ซึ่งเพียงพอต่อการเก็บรักษาในสภาพที่ไม่มีอากาศ โดยกระบวนการ

หมักเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ซึ่งสามารถใช้น้ำตาลในชิ้นส่วนของพืชที่นำมาหมักทำให้เกิดกรดแลคติกในปริมาณสูง ส่งผลให้ค่า pH ลดลง เป็นการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ปนเปื้อนชนิดอื่นๆที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียของพืชอาหารสัตว์หมัก (McDonal *et al.*, 1991)

สายัณห์ (2540) ได้ให้ความหมายของไซเลจว่า หมายถึงพืชอาหารสัตว์ต่าง ๆ เช่น ต้นข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง หญ้าและถั่วต่าง ๆ ที่เก็บเกี่ยวในขณะที่มีความชื้นพอเหมาะนำมาเก็บถนอมไว้โดยวิธีการหมักดองในสภาพไม่มีอากาศ เมื่อพืชอาหารสัตว์สดเหล่านั้นเปลี่ยนสภาพเป็นพืชอาหารหมักแล้ว สามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานานโดยที่คุณค่าทางอาหารไม่เปลี่ยนแปลง หรือมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับพืชอาหารสด ดังนั้นในการทำไซเลจจำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีเพื่อลดปัญหาการเน่าเสีย และเพื่อรักษาคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารหมัก

การผลิต Silage

พืชอาหารสัตว์ที่นำมาผลิตไซเลจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ พืชตระกูลหญ้า พืชตระกูลถั่วและธัญพืช การเลือกใช้พืชวัตถุดิบมักขึ้นกับพื้นที่และปริมาณการเพาะปลูกของเกษตรกร โดยพืชที่จะนำมาทำเป็นพืชอาหารหมัก ควรประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในปริมาณที่เพียงพอที่จะทำให้แบคทีเรียกรดแลคติกเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลให้ค่า pH ของพืชหมักลดลง

การตัดในช่วงอายุพืชที่เหมาะสมและขนาดของชิ้นส่วนพืชก็มีความสำคัญในการทำไซเลจ อำนาจ (2540) กล่าวว่า ชิ้นส่วนของพืชที่นำมาทำไซเลจควรมีขนาดเล็ก ความยาวไม่เกิน 2.5 เซนติเมตร เพราะสะดวกในการอัดแน่น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในพื้นที่ภาชนะที่ใช้หมัก ทำให้เกิดสภาวะไร้อากาศได้ดี และทำให้น้ำตาลที่มีอยู่ในชิ้นส่วนพืชถูกปลดปล่อยออกมาเร็ว ส่งผลโดยตรงต่อการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติก การบรรจุชิ้นส่วนของพืชลงในภาชนะที่ใช้หมักนั้นทำได้โดยเกลี่ยชิ้นส่วนพืชให้เป็นชั้นอย่างสม่ำเสมอ และอัดให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกจากภาชนะหมักให้มากที่สุด ปิดปากภาชนะที่ใช้หมักให้แน่น ทิ้งไว้ประมาณ 20-30 วันจึงสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้ (บุญฤา, 2528)

ภาชนะหมักที่ดีควรป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปภายในได้ สามารถป้องกันฝนและแสงแดดได้ดี การเลือกใช้ภาชนะในการหมักขึ้นกับปริมาณของพืชอาหารสัตว์ที่ต้องการหมัก สภาพภูมิอากาศ ตลอดจนต้นทุนของเกษตรกร โดยรูปแบบของภาชนะที่นิยมใช้ในการทำพืชอาหารหมักได้แก่ แบบหลุมลึก แบบหอคอย แบบหลุมลอย แบบกอง และแบบอัดในถุงพลาสติก

พืชที่นิยมนำมาใช้ทำไซเลจมากที่สุดได้แก่ ข้าวโพดและข้าวฟ่างเพราะว่ามีปริมาณน้ำตาลสูงเมื่อนำมาหมักแบคทีเรียกรดแลคติกจะเจริญได้ดีเพราะมีแหล่งอาหารทำให้ได้กรดแลคติกในปริมาณสูง ส่วนหญ้าอ่อนและถั่วมีปริมาณโปรตีนสูง เมื่อนำมาหมักจะได้ไซเลจที่คุณภาพไม่ดี เนื่องจากจุลินทรีย์ *Clostridium* sp. สามารถใช้โปรตีนได้ ทำให้เกิดแอมโมเนียและสารอื่น เช่น เอมีน (amines) และกรดบิวทิริก (butyric acid) มีผลทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ต้องการ ดังนั้นในการนำหญ้าอ่อนและถั่วมาทำไซเลจ ควรจะมีการใช้สารช่วยปรับปรุงคุณภาพ เช่น กากน้ำตาล กรดฟอร์มิก

Muck (1991) ได้กล่าวถึงช่วงอายุที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวพืชอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ เพื่อนำมาทำไซเลจไว้ดังนี้คือ หญ้าเลี้ยงสัตว์ทั่ว ๆ ไปควรตัดในระยะตั้งท้องหรือเริ่มออกดอกแต่ถ้าเป็นแปลงหญ้าผสมถั่ว ที่มีปริมาณถั่วมากให้ตัดช้ากว่านี้โดยปล่อยให้หญ้ามีอายุมากขึ้นจึงตัด ส่วนถั่วลูเซินให้ตัดระยะเริ่มออกดอก การหมักถั่วลูเซินอย่างเดียวค่อนข้างมีปัญหาอาจแก้ไขโดยปล่อยให้ต้นถั่วเหี่ยวหรือลดความชื้นลง หรืออาจจะหมักสดโดยหมักร่วมกับหญ้า ข้าวโอ๊ต ควรตัดเมื่อออกดอกจนถึงระยะเมล็ดเริ่มเป็นน้ำนม (milky grain stage) ข้าวฟ่าง ควรตัดในระยะที่เมล็ดค่อนข้างแข็ง (advanced dough stage) และ ข้าวโพด ตัดในระยะที่เมล็ดเริ่มแข็ง (dough)

ชนิดของหญ้าหมัก

สายัณห์ (2540) ได้จำแนกตามความชื้นของพืชที่นำมาหมักเป็น 3 ชนิด คือ

1. หญ้าหมักสด (direct cut silage)

หญ้าหมักที่มีความชื้นสูง ได้จากพืชที่ตัดสดแล้วนำมาใส่หลุมหมักทันทีโดยความชื้นของพืชที่นำมาหมักสูงกว่า 70 % ข้อดีของการทำหญ้าหมักแบบนี้คือ เกษตรกรสามารถทำได้ตลอดเวลาแม้ว่าจะมีฝน การใช้กากน้ำตาล 30-60 กิโลกรัมต่อหนึ่งตันหญ้าหมัก หรือใช้ข้าวโพดบดพร้อมซัง 75-100 กิโลกรัมต่อหนึ่งตันหญ้าหมักจะช่วยดูดน้ำทำให้หญ้าหมักมีคุณภาพดีขึ้น

2. หญ้าหมักค่อนข้างสด (wilted silage)

หญ้าหมักที่มีความชื้นปานกลาง โดยพืชที่จะนำมาบรรจุในหลุมหมักจะปล่อยให้เหี่ยวเฉาลงไปบ้าง 2-3 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ในหลุมหมัก ความชื้นอยู่ระหว่าง 60-70 % จะต้องมีการสับพืชเพื่อให้อัดแน่นได้ดีขึ้น มีปัญหาน้อยกว่าชนิดแรก อาจเติมธัญพืชบดเพื่อเพิ่มพลังงานก็ได้

3. หญ้าหมักแห้ง (haylage)

หญ้าหมักที่มีความชื้นต่ำ โดยปล่อยให้พืชที่ต้องการหมักแห้งเหลือความชื้นประมาณ 25-55 % จึงนำมาบรรจุลงในหลุมหมัก ต้องสับพืชให้สั้นกว่าชนิดแรกและชนิดที่สองเพื่อให้การอัดแน่นเป็นไปด้วยดี เนื่องจากความชื้นต่ำ กิจกรรมของจุลินทรีย์จึงค่อนข้างจำกัด อาจจะผลิตกรดแลคติกน้อย pH จึงอาจลดลงเพียงเล็กน้อย หญ้าหมักชนิดนี้ต้องเก็บในหลุมหมักอย่างดีเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้าได้ บางครั้งอาจใช้หญ้าหมักสดใส่ไว้ข้างบน

ขั้นตอนการทำ silage

สายัณห์ (2540) กล่าวถึงขั้นตอนการทำ silage ไว้ดังนี้

1. การปลูกหญ้า ควรเลือกหญ้าให้เหมาะสม มีคุณค่าทางอาหารสูง ลักษณะอวบไม่เป็นโพรงมากนัก ปลูกอยู่ในระยะเวลาที่เหมาะสม

เช่น ข้าวโพด 10 – 11 สัปดาห์
ข้าวฟ่าง 10 สัปดาห์

2. การเก็บเกี่ยว

เมื่อถึงอายุที่เหมาะสมของพืชควรตัด อย่าปล่อยให้แก่เกินไป วิธีการตัดอาจต่างกันไป เช่นใช้ chopper เคียว หรือแบตเตอร์เลียน และต้นพืชควรมีการสับให้เป็นท่อนมีความยาวประมาณท่อนละ 2.5 – 5 ซม. เพื่อให้ง่ายต่อการบรรจุ ไล่อากาศออกให้มากที่สุด มีการอัดตัวดี การเก็บเกี่ยวควรทำให้เสร็จสิ้นภายใน 1-2 วัน เพราะถ้านานกว่านี้อาจจะเน่าได้

3. การบรรจุ

การบรรจุพืชอาหารสัตว์ใน silo จะต้องทำอย่างรวดเร็วและควรจะเสร็จสิ้นภายในเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อใส่พืชอาหารสัตว์ซึ่งตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ และมีความชื้นอยู่ระหว่าง 65-75 % ลงใน silo

ทำการอัดหรือเหยียบย่ำ เพื่อไล่อากาศออกให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ในทางปฏิบัติเมื่อใส่พืชอาหารสัตว์ลงใน silo 1 คันรถก็จะใช้รถแทรกเตอร์ย่ำไล่อากาศสลับกันเช่นนี้เรื่อย ๆ ไป จนกระทั่งบรรจุเต็ม silo

4. การปิด silo

หลังจากบรรจุพืชอาหารสัตว์ รวมทั้งการอัดอย่างดีแล้วก็ปิด silo ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้ วัสดุที่จะใช้ในการปิด silo ได้แก่ พลาสติก ฟางข้าว หญ้าแห้ง และอื่น ๆ ที่เหมาะสมคลุม silo แล้ว ควรใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมากคลุมทับเพื่อที่จะทำให้อากาศซึมเข้าไปได้น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ พร้อมทั้งเป็นการกดทับไล่อากาศด้วย

การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก

เมื่อบรรจุพืชอาหารสัตว์ลงในภาชนะหรือหลุมหมักแล้ว จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของพืชอาหารสัตว์โดยแบ่งได้เป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการที่ต้องการออกซิเจน และกระบวนการที่ไม่ต้องการออกซิเจน (สายัณห์, 2540) กระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ปริมาณอากาศที่หลงเหลืออยู่ภายหลังการนำพืชเข้าหลุมหมักหรือภาชนะหมัก และองค์ประกอบของพืชที่นำมาทำพืชหมัก เช่น ปริมาณน้ำตาล ความชื้น เป็นต้น

1. กระบวนการใช้ออกซิเจน (aerobic process)

เมื่อนำพืชอาหารสัตว์ที่ยังสดอยู่เข้าหมักในหลุมหมัก หลังจากทำการปิดหลุมหมักหรือภาชนะแล้ว อากาศบางส่วนที่ยังหลงเหลืออยู่ จะถูกเซลล์ของพืชและแบคทีเรียบางชนิดใช้ในกระบวนการหายใจอยู่ระยะเวลาหนึ่งจนกว่าอากาศจะหมดไป ในการหายใจของเซลล์พืชจะใช้คาร์โบไฮเดรตและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และความร้อนออกมาดังสมการ

$$CHO + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + heat$$

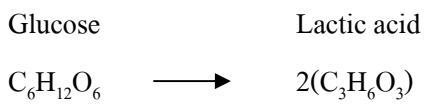
นอกจากนี้ในต้นพืชมีเชื้อแบคทีเรียอยู่หลายชนิดแต่ละชนิดจะมีบทบาทที่แตกต่างกัน ฉะนั้นในขณะที่ยังมีอากาศอยู่ แบคทีเรียพวกที่ต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) จะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตไปเป็นกรดต่าง ๆ เช่น กรดอะซิติก (acetic acid) กรดโปรปิโอนิก (propionic acid)

และกรดแลคติก (lactic acid) เป็นต้น ส่วนจุลินทรีย์ในกลุ่มยีสต์ (yeast) และเชื้อรา (mould) ก็จะเจริญและเพิ่มจำนวนมากขึ้นจนกระทั่งอากาศถูกใช้หมดไป จุลินทรีย์ดังกล่าวจึงไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้อีกและตายลงในที่สุด แต่เอนไซม์ต่าง ๆ ก็ยังทำงานได้ตามปกติและจะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์และสารอื่น ๆ (McDonald *et al*., 1991) เพราะฉะนั้นในการทำพืชหมักจึงต้องพยายามกำจัดอากาศ หรือไล่อากาศออกจากหลุมหมักให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ซึ่งเป็นการช่วยจำกัดจำนวนยีสต์และราไม่ให้มีมากเกินไป หรือสามารถทวีจำนวนให้เพิ่มขึ้นได้

การอัดแน่นในหลุมหมักหรือภาชนะหมักที่ไม่ดีพอจะมีอากาศหลงเหลืออยู่มาก ทำให้มีการสูญเสียคาร์โบไฮเดรตโดยผ่านกระบวนการหายใจและอุณหภูมิสูงเกินไป ซึ่งทำให้คุณภาพของพืชหมักลดลงด้วย นอกจากนั้นยังสูญเสียวัตถุแห้ง ลดปริมาณโปรตีนที่สัตว์สามารถย่อยได้ อย่างไรก็ดีการอัดแน่นเกินไปในขณะที่พืชมีความชื้นสูงจะทำให้อุณหภูมิภายในหลุมหรือภาชนะหมักต่ำทำให้หญ้าหมักมีกลิ่นเหม็น (สายัณห์, 2547)

2. กระบวนการที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน (anaerobic process)

เมื่ออากาศหรือออกซิเจนถูกใช้หมดไป กระบวนการที่ไม่ต้องการอากาศจะเกิดขึ้นโดยการทำงานของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) เช่น กลุ่ม Homofermentative lactic bacteria ได้แก่ *Lactobacilli* และ *Streptococci* และกลุ่ม Heterofermentative lactic bacteria จะทำงานต่อและผลที่ได้คือ กรดแลคติก (lactic Acid) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีประมาณ 1 – 1.5 % ของน้ำหนักพืชหมักสด และมี pH ประมาณ 4.2 หรือต่ำกว่านั้น การทำงานของแบคทีเรียพวกนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล ถ้ามีปริมาณน้ำตาลมากและอยู่ในสภาพ anaerobic จะทำให้เกิดกรดแลคติกเร็วขึ้น ดังสมการ



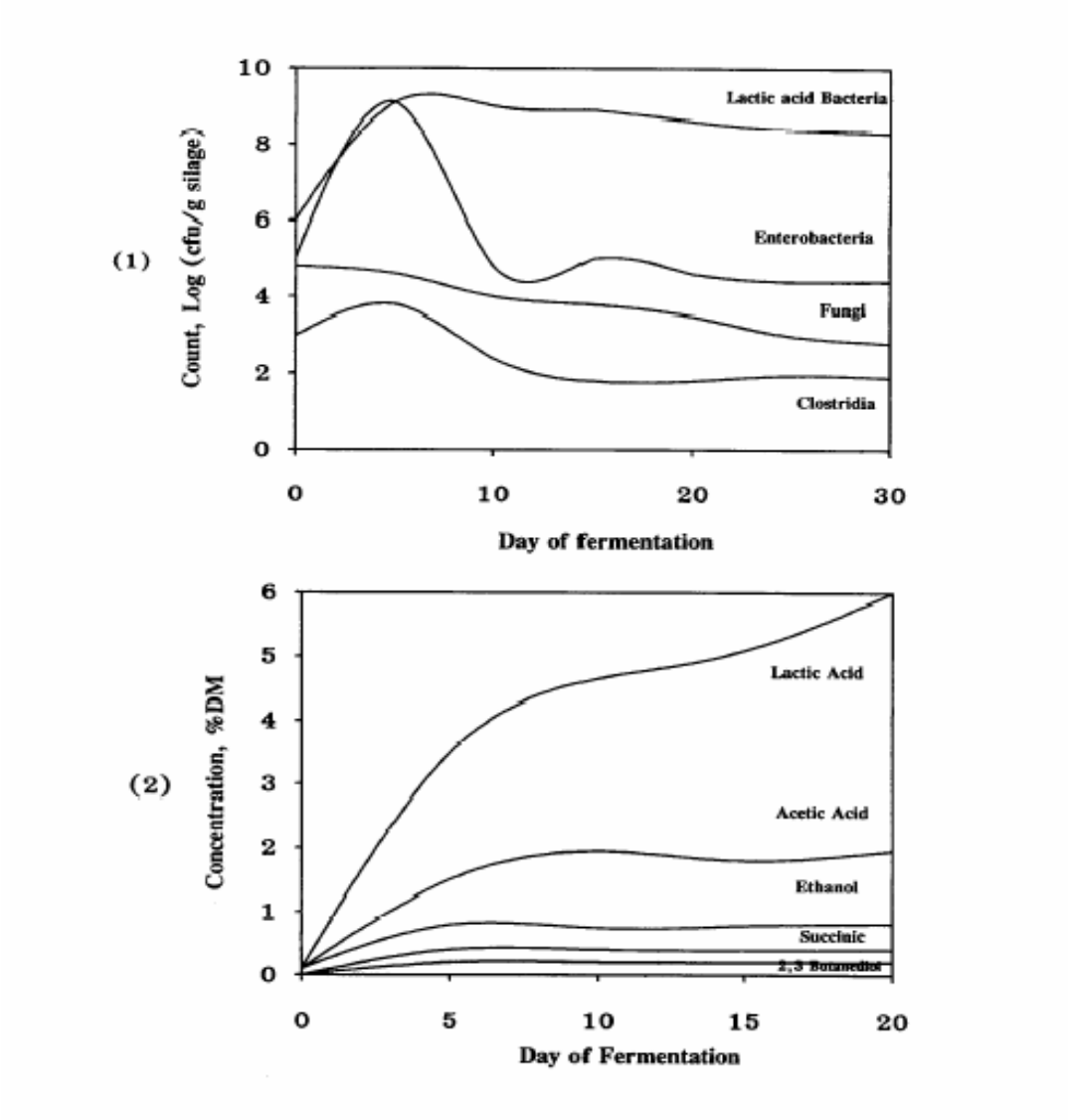
เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดสามารถเปลี่ยนกรดแลคติกไปเป็นกรดบิวทีริกดังสมการ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้แม้ว่าค่า pH จะลดลงเหลือ 4.2 หรือน้อยกว่าถ้าอากาศสามารถผ่านเข้าไปได้ โดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียที่เปลี่ยนกรดแลคติกไปเป็นกรดบิวทีริกจะชะงักการเจริญเติบโตเมื่อ pH ประมาณ 4.2

เพราะฉะนั้นการทำให้เกิดกรดแลคติกเร็วที่สุด จะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียพวก *Clostridium* ทำให้หญ้าหมักยังคงสภาพที่สามารถเก็บไว้ให้สัตว์บริโภคได้ต่อไป (สายัณห์, 2540)

lactic acid **butyric acid**

$$2(C_3H_6O_3) \xrightarrow{\text{Saccharolytic bacteria}} C_4H_8+2H_2O+2CO_2$$

ทวี (2527) กล่าวว่า กระบวนการทำหญ้าหมักใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 17 – 21 วัน เพราะฉะนั้นการทดสอบคุณภาพหญ้าหมักควรทำหลังจาก 21 วัน ไปแล้ว กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของจุลินทรีย์ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักพืชหมักแสดงดังภาพ (Muck, 1991)



ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก

(1) การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ (2) การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก

ที่มา : Muck (1991)

มาตรฐานทางกายภาพของพืชหมัก

กรมปศุสัตว์ (2547) กำหนดมาตรฐานทางกายภาพของพืชหมักไว้ดังนี้

1. กลิ่นพืชหมักควรมีกลิ่นหอมเปรี้ยวอ่อนๆ คล้ายผลไม้ดอง ไม่มีกลิ่นเหม็นเน่าหรือกลิ่นฉุนของแอมโมเนีย

2. เนื้อของพืชหมักต้องไม่เป็นเมือก ไม่เละ เอามือถูเนื้อไม่หลุดออก ไม่มีราหรือส่วนที่บูดเน่า ถ้ามีสีขาวเป็นเส้นกระจายบนพืชหมัก แสดงว่าเกิดรา คุณภาพพืชหมักจะด้อยลง

3. สีพืชหมักควรมีสีเหลืองอมเขียว ถ้าปรากฏเป็นสีน้ำตาลไหม้หรือดำแสดงว่าเกิดความร้อนมากในขณะหมัก ทำให้สารอินทรีย์สลายตัว นับเป็นการสูญเสียโภชนะ หรือธาตุอาหาร ซึ่งถ้าพืชหมักเป็นสีดำไม่ควรนำไปให้สัตว์กิน

4. พืชหมัก ควรมีค่า pH เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสอยู่ในช่วง 3.5-4.2

ส่วนสายัณห์ (2547) กล่าวว่า มาตรฐานของพืชหมักที่มีคุณภาพดีจะประกอบด้วย

pH	4.2
กรดแลคติก (lactic acid)	3 – 13 %
กรดบิวทีริก (butyric acid)	< 0.2 %
แอมโมเนียไนโตรเจน ($NH_3 – N$)	< 11 % ของไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อคุณภาพพืชหมัก

1. ชนิดและอายุของพืชขณะตัด

พืชแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการทำพืชหมักแตกต่างกันในกลุ่มของธัญพืช ข้าวโพดมีความเหมาะสมที่สุด เพราะมีค่า buffering capacity ต่ำ หมายถึง ความต้านทานต่อการลดลงของ pH มีค่าน้อย จะทำให้หญ้าหมักเป็นกรดเร็วขึ้น ส่งผลให้เกิดการสูญเสียในด้านคุณภาพและวัตถุแห้งเกิดขึ้นน้อย (สายัณห์, 2540) รองลงมาได้แก่ ข้าวฟ่างและหญ้า (สุภมาศและคณะ, 2535) สำหรับอายุในการตัดพืชแต่ละชนิดเพื่อทำพืชหมักก็ส่งผลให้คุณภาพของพืชหมักมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาของ Bal *et al.*(1997) พบว่าการตัดต้นข้าวโพดที่เหมาะสม ในการทำพืชหมักคือ ตัดเมื่อเส้นน้ำนม (รอยต่อของส่วนที่เป็นน้ำและส่วนที่เป็นแป้งของเมล็ดเรียก เส้นน้ำนม หรือ Milk line) อยู่ระหว่าง 1/4 - 2/3 ของเมล็ด ความชื้น 65 % เพราะจะทำให้โคกินอาหารและย่อยได้ดีที่สุด ทำให้ได้ผลผลิตน้ำนมสูงที่สุด ส่วนราเชนทร์ (2539) กล่าวว่าข้าวโพดควรตัดเมื่ออายุ 25 วัน หลังออกไหม ซึ่งเป็นช่วงเมล็ดเริ่มแข็ง และอุษา (2536) รายงานว่าข้าวฟ่างที่ตัดเมื่ออายุต่างกันจะมีคุณภาพต่างกันแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และวัตถุแห้งของข้าวฟ่างที่ตัดเมื่ออายุต่างกัน

อายุขณะตัด (สัปดาห์)	ความชื้น (%)	โปรตีนอย่างหยาบ (%)	วัตถุแห้งเมื่อเทียบกับวัตถุแห้งสูงสุด (%)
6	83	12.6	39
8	83	9.1	62
10	80	6.7	95
12	78	4.8	100
14	73	5.4	85

ที่มา : อุษา (2536)

จากตารางจะเห็นว่าข้าวฟ่างเมื่อตัดในระยะใกล้ออกดอก (8 – 10 สัปดาห์ หลังปลูก) จะให้ผลผลิตที่ดีที่สุด เมื่อพิจารณาผลผลิตน้ำหนักแห้งและคุณภาพ ซึ่งถ้าตัดที่ระยะนี้จะมีโปรตีนประมาณ 8 – 10 % ในระยะที่ข้าวฟ่างมีอายุน้อยอยู่ปริมาณโปรตีนจะสูงแต่ผลผลิตต่ำ และผลผลิตน้ำหนักแห้งจะสูงสุด เมื่อพืชอยู่ในระยะแป้ง (dough stage) แต่ระดับโปรตีนจะลดลงมาก เพราะฉะนั้น ถ้าต้องการโปรตีนมากกว่า 7 % ควรตัดพืชก่อนสิ้นสุดการออกดอกและข้าวโพดควรตัดทำพืชหมักในระยะน้ำนม (milk grain) จะทำให้มีคุณค่าทางอาหารสูง (อุษา, 2536)

2. ขนาดของชิ้นพืชที่หมัก

การทำให้ชิ้นพืชที่นำหมักมีขนาดเล็กลงเพื่อให้น้ำตาลถูกปลดปล่อยออกมาเร็วจะช่วยให้เกิดกรดแลคติกเร็วขึ้น มีผลทำให้ระดับ pH ลดลง การสับพืชจะช่วยให้สามารถอัดได้แน่นและ

ชิ้นส่วนยังคลุกเคล้ากันได้ทั่วถึง โดยทั่วไปถ้าตัดพืชที่จะบรรจุใน silo ให้เป็นท่อนสั้น ๆ (อุยา, 2536) จะสะดวกต่อการอัดและไล่อากาศใน silo ได้มากกว่าตัดท่อนยาว ๆ หรือใช้ทั้งต้น อารีย์ (2536) และสายัณห์ (2540) รายงานว่า ในกรณีของไซเลจชนิดที่ความชื้นสูงกว่า 70 % ควรสับชิ้นพืชให้มีขนาดยาวประมาณ 6-25 ซม. ส่วนไซเลจที่มีความชื้นปานกลางที่มีความชื้นประมาณ 60-70 % ขนาดของชิ้นส่วนพืชควรยาวประมาณ 6-12 ซม. นอกจากนั้นการอัดแน่นของพืชที่หมักยังส่งผลให้คุณภาพของพืชหมักดีกว่าการอัดแน่นแบบหลวมๆ และถ้าต้องการให้กองหญ้าหมักอัดแน่นดี ขนาดความยาวของชิ้นพืชควรมีขนาด 1-5 ซม. แต่ถ้าพืชแห้งหรือมีความชื้นน้อยกว่า 70 % ควรสับให้เป็นชิ้นเล็กลงไปอีก โดยให้มีขนาดระหว่าง 0.5 -1.5 ซม. เพื่อให้พืชหมักอัดแน่นได้ดียิ่งขึ้น (สายัณห์, 2547) ดังนั้นในการทำอาหารหมักจึงควรที่จะทำการสับหรือตัดพืชที่จะใช้ทำอาหารหมักให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนที่จะนำไปบรรจุใน silo (บุญฤา, 2528)

จากการศึกษาของ Takano (1972) พบว่าการตัดพืชที่จะทำเป็นอาหารหมักให้เป็นท่อนสั้น ๆ ก่อนที่จะบรรจุลงใน silo สามารถทำให้คุณภาพของการหมักดีขึ้นคือมี pH ต่ำ และมีปริมาณกรดแลคติก (lactic acid) สูงกว่าพืชหมักที่ทำโดยใช้พืชทั้งต้น ส่วนพรชัยและคณะ (2545) ศึกษาอิทธิพลของความยาวของชิ้นหญ้าที่มีต่อคุณภาพของหญ้าหมักพบว่าหญ้าที่มีความยาว 10 ซม. มีการลดลงของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งมากที่สุดเหลือ 20.5 % การตัดหญ้าให้มีขนาดความยาว 2.5 ซม. มีค่า pH 4.55 ในขณะที่หญ้าที่มีความยาว 10 ซม. มีค่า pH 4.68 และแอมโมเนียไนโตรเจนของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ของหญ้ารูซี่หมักอยู่ระหว่าง 8.78- 9.74 ซึ่งน้อยกว่า 11 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อพิจารณาค่าวัตถุแห้ง ค่า pH และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด สรุปได้ว่าหญ้าที่สับความยาวต่าง ๆ กันตั้งแต่ 2.5-10 ซม.จะได้พืชหมักที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีพอใช้

3. ความชื้นของพืช

ความชื้นของพืชที่ใช้ทำพืชหมัก โดยเฉพาะในขณะที่จะใส่ใน silo มีผลเกี่ยวข้องกับระดับของ pH และปริมาณของพวก volatile fatty acids (VFA) การใช้พืชอาหารสัตว์ที่มีความ ชื้นเหมาะสมจะทำให้ได้อาหารหมักที่มีคุณภาพดี สายัณห์ (2540) กล่าวไว้ว่า ระดับความชื้นภายในพืชที่เหมาะสมกับการทำหญ้าหมักอยู่ระหว่าง 65-70 % ถ้าปริมาณความชื้นต่ำกว่า 60 % การอัดแน่นของพืชหมักจะไม่ดีและก่อให้เกิดการขึ้นราได้ง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าพืชที่นำมาหมักมีความชื้นมากกว่า 70 % แล้วโอกาสที่จะได้พืชหมักที่มีคุณภาพไม่ดีก็มีมากขึ้น เพราะของเหลวที่ไหลออกมา

จากพืชที่กำลังหมักอยู่จะทำให้สูญเสียกรดและธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อสัตว์โดย เฉพาะอย่างยิ่ง คาร์โบไฮเดรต

4. ปริมาณออกซิเจน

ในระหว่างการหมัก จำเป็นที่จะต้องควบคุมปริมาณออกซิเจนให้อยู่ในระดับต่ำที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการผลิตกรดของแบคทีเรียกรดแลคติก แต่ไม่มากพอสำหรับการเจริญของเชื้อราและเชื้ออื่น ๆ เช่น Enterobacteria ซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียในไซเลจ (Muck, 1991) Blickstad (1983) พบว่าแบคทีเรียกรดแลคติกหลายชนิดผลิตกรดแลคติกน้อยกว่ากรดอะซิติกในสภาวะที่มีอากาศ ดังนั้นการควบคุมปริมาณออกซิเจนให้อยู่ในระดับต่ำจึงส่งผลดีต่อการหมัก นอกจากนี้หากในภาชนะหมักหรือไซโลมีปริมาณอากาศหลงเหลืออยู่มากอาจทำให้มีการสูญเสียคาร์โบไฮเดรตโดยผ่านกระบวนการหายใจและเกิดอุณหภูมิสูงเกินไป ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพของพืชหมักลดลงด้วย

5. การใช้สารเสริม

การใช้สารบางชนิด เช่น กากน้ำตาล (molasses) ช่วยเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตทำให้หญ้าหมักมีคุณภาพดี (Wilkinson, 1983) กรดและด่าง เช่น กรดฟอร์มิก (formic acid) ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) ช่วยลดการสูญเสียวัตถุแห้งและการเกิดแอมโมเนีย ส่วนยูเรีย (urea) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของไนโตรเจนที่มีอยู่ต่ำในพืชหมัก การศึกษาของ สายชิมและนวลมณี (2535) ที่ทดลองหมักต้นและเศษเหลือของข้าวโพดฝักอ่อนเปรียบเทียบการเสริมด้วยใบกระถิน เพื่อใช้เป็นอาหารโคนม พบว่ามี pH 3.5-4.2 กรดแลคติก อะซิติก และกรดบิวทีริกมีค่าเท่ากับ 0.95-1.17, 0.26-0.50 และ 0.09-0.15 % ตามลำดับ การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี พบว่า การผสมใบกระถิน 10-20 % มีค่าวัตถุแห้ง โปรตีนรวม ไขมัน เยื่อใยรวม เถ้าและไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แพด สูงกว่าการหมักต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่ผสมใบกระถิน นอกจากนี้เพ็ญศรีและคณะ (2539) ศึกษาการใช้สารเสริมโดยการผสมยูเรีย 6 % กากน้ำตาล 10 % มันเส้น 20 % เปรียบเทียบกับการผสมยูเรีย 6 % กากน้ำตาล 10 % และข้าวโพดบด ของน้ำหนักต้นข้าวโพดฝักอ่อนสด พบว่า การผสมกากน้ำตาล ยูเรีย ข้าวโพดบด หรือมันเส้น สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพของต้นข้าวโพดหมักให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น

ข้อดีและข้อเสียของหญ้าหมัก

สายัณห์ (2540) กล่าวถึงข้อดีและข้อเสียของหญ้าหมัก ดังนี้

ข้อดี

1. ทำให้เลี้ยงสัตว์ได้มากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่ขาดแคลนอาหาร โดยไม่ต้องจำหน่ายสัตว์ก่อนเวลาอันควร

2. เป็นวิธีการเก็บอาหารที่ใช้เนื้อที่น้อยในการเก็บรักษา และสามารถใช้หลุมที่หมักได้หลายครั้ง

3. สามารถทำได้ทุกฤดูกาลไม่ว่าจะมีฝนตกหรือไม่ก็ตาม เหมาะสำหรับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

4. ส่วนลำต้นของพืชอาหารสัตว์ที่แข็งเช่น ต้นข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง ถ้านำมาทำหญ้าแห้ง ส่วนลำต้นพืชที่แข็งนั้นสัตว์อาจไม่กิน แต่เมื่อนำมาทำหญ้าหมักส่วนลำต้นที่แข็งนั้นจะอ่อนนุ่ม สัตว์สามารถกินได้

5. การสูญเสียคุณค่าทางอาหารมีน้อย หากมีการจัดการที่ดี การสูญเสียคุณค่าทางโภชนะจะมีเพียงเล็กน้อย

6. น้ำนมที่ได้จากสัตว์ที่บริโภคหญ้าหมัก มีวิตามินเอสูง

7. เก็บไว้ได้นาน มีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนะน้อย

8. ไม่มีอันตรายจากการเกิดไฟไหม้

ข้อเสีย

1. เกษตรกรต้องมีความรู้และชำนาญบ้าง

2. หลุมหมักที่ดีมีราคาแพง เช่น หลุมหมักแบบ (bunker silo) และแบบถังสูงหมัก (tower silo) ขาดวิตามินดี

3. เป็นราเสียหายง่าย เมื่อมีความชื้นมากหรือเมื่อเอาออกจากหลุมแล้วส่วนที่เหลือสัมผัสอากาศ ทำให้ใช้เป็นอาหารสัตว์ไม่ได้

4. เนื่องจากหญ้าหมักมีฤทธิ์เป็นกรดจึงทำลายภาชนะที่เป็นโลหะ

5. พืชหมักมักขาดวิตามินดี

Stokes (1992) รายงานถึงคุณค่าทางโภชนะและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของพืชอาหารสัตว์สด และ ไซเลจ พบว่า การใช้เอนไซม์ผสมของ เซลลูเลส ไซลาเนส เซลโลไบเอส และกลูโคสออกซิเดส ในพืชอาหารสัตว์สด จะทำให้ปริมาณวัตถุแห้ง ค่า pH และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ในไซเลจลดลงอย่างชัดเจน แสดงถึงการทำงานของเอนไซม์ย่อยสลาย และการเจริญของจุลินทรีย์ ส่วน Chen *et al.* (1994) รายงานถึงคุณค่าทางโภชนะและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของข้าวโพดสดที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมัก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงคุณค่าทางโภชนะและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของพืชอาหารสัตว์สด ข้าวโพดสด และ ไซเลจ

คุณสมบัติ	พืชอาหารสัตว์สด[1]	ข้าวโพดสด[2]	ไซเลจ[1]
DM,(% fresh weight)	32.14	37.66	30.70
pH	5.63	4.48	4.25
Titratable acidity, Meq NaOH/100 g of DM	12.13	12.49	86.34
Buffering capacity, Meq NaOH/100 g of DM	40.14	27.61	97.06
Water soluble carbohydrate	10.72	9.56	5.40
Neutral detergent fiber (NDF)	46.75	58.79	49.49
Acid detergent fiber (ADF)	31.74	28.36	33.84
Cellulose	26.94	24.88	28.66
Hemicellulose	15.01	30.43	15.64
Crude protein	15.18	7.21	15.81

ที่มา : Stokes (1992)[1], Chen *et al.* (1994)[2]

การใช้หญ้าหมักในการเลี้ยงสัตว์

การใช้หญ้าหมักในประเทศไทยมักจะใช้ร่วมกับอาหารข้น นักวิชาการจากกรมปศุสัตว์เสนอแนะดังนี้ (สายัณห์, 2547)

โครีดนม	วันละประมาณ 12-15 กิโลกรัม โดยให้หลังรีดนม มิฉะนั้นนมจะดูดกลิ่นหญ้าหมักเข้าไป ทำให้นมมีกลิ่นเหม็น
โคเนื้อ	10-30 กิโลกรัมต่อวัน
แพะ แกะ	4-6 กิโลกรัมต่อวัน
สุกร	1.5-3 กิโลกรัมต่อวัน
ไก่	2-4 กิโลกรัมต่อ 100 ตัวต่อวัน
ม้า ลา	ไม่ควรให้กินหญ้าหมัก เพราะถ้าหากหญ้าหมักเสียเป็นราเพียงเล็กน้อย ก็จะเป็นอันตรายถึงตายได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวโพดไร่ 5 พันธุ์ คือ
   1.1 BIG 919
   1.2 PAC 984
   1.3 NK 40
   1.4 สุวรรณ 5
   1.5 สุวรรณ 4452
2. ปุ๋ยสูตร 15-15-15
3. ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
4. ท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม. ยาว 1 ม. จำนวน 15 ท่อน พร้อมฝาปิด
5. เครื่องชั่ง
6. ตู้อบ
7. tag
8. ไม้ปักแปลง
9. เครื่องวัดความชื้นเมล็ด

วิธีการ

ทดลองปลูกข้าวโพดในเดือนพฤษภาคม 2548 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2549 โดยแบ่งเป็น 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค. 48-ก.พ.49) ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD 4 ซ้ำ Main plot คือระยะปลูก 3 ระยะ คือ 75 X 10 ซม. , 75 X 15 ซม. และ 75 X 20 ซม. Sub plot คือ พันธุ์ข้าวโพดไร่ 5 พันธุ์ คือ PAC 984, BIG 919, NK 40 , สุวรรณ 5 และพันธุ์สุวรรณ 4452 ปลูกโดยใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) แต่งหน้า เมื่อข้าวโพดอายุ 30 วัน อัตรา 25 กก./ไร่ จากนั้นจึงตัดต้นข้าวโพดมาทำไซเลจเมื่อข้าวโพดอายุ 25 วันหลังออกไหม ซึ่งเป็นช่วงเมล็ดเริ่มแข็ง (ราเชนทร์, 2539)โดยตัดจาก 2 แถวกลางในแต่ละแปลงย่อย (แถวที่ 2-3) นำมาหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 2-5 ซม. แล้วอัดลงในท่อ PVC ไล่อากาศออกให้เหลือน้อยที่สุดจึงปิดฝาท่อ จากนั้นนำไปวางเรียงเป็นแนวนอนทิ้งไว้ในที่ร่มประมาณ 20-30 วัน จึงนำตัวอย่างข้าวโพดหมักไปวิเคราะห์เพื่อหาคุณค่าทางโภชนะและสมบัติทางเคมี ส่วนข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตนั้น จะเก็บข้อมูลจาก 2 แถวกลางในแต่ละแปลงย่อยเช่นกัน (แถวที่ 4-5) โดยเก็บเมื่อข้าวโพดอายุ 120 วัน พร้อมการเก็บเกี่ยวผลผลิต

การเก็บข้อมูล

1. องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ (ไม่มีการวิเคราะห์ผลทางสถิติ)

    1.1 ความเป็นกรด- ด่าง (pH) โดยวิธีของ Bolsen *et al.* (1990)
    1.2 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (% Dry Matter) โดยวิธีของ AOAC (1990)
    1.3 เปอร์เซ็นต์เถ้า (% Ash) โดยวิธีของ AOAC (1990)
    1.4 % CP (% Crude Protein) โดยวิธีของ AOAC (1990)
    1.5 % ADF (% Acid Detergent Fiber) โดยวิธีของ Van Soest (1969)
    1.6 % NDF (% Neutral Detergent Fiber) โดยวิธีของ Van Soest (1969)
    1.7 % กรดแลคติก (% Lactic acid) โดยวิธี Liquid chromatography
    1.8 % กรดบิวทีริก (% Butyric acid) โดยวิธี Liquid chromatography
    1.9 % แอมโมเนียไนโตรเจน (% Ammonia nitrogen) โดยวิธีของบุญล้อมและบุญเสริม (2525)

2. การเจริญเติบโต

2.1 ความสูงต้น (plant height) วัดจากพื้นดินถึงข้อของใบธงเมื่อข้าวโพดอายุ 100 วัน มีหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยสุ่มวัด 10 ต้นจาก 2 แถวกลาง

2.2 ความสูงตำแหน่งฝัก (ear height) วัดจากพื้นดินถึงข้อที่ติดฝักบนสุด เมื่อข้าวโพดอายุ 100 วัน มีหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยสุ่มวัด 10 ต้นจาก 2 แถวกลาง

2.3 วันออกดอกตัวผู้ (50% tasseling) หมายถึง วันที่ต้นข้าวโพดมีช่อดอกตัวผู้โผล่พ้นกาบใบธง และเริ่มโปรยละอองเกสร จำนวนครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดจาก 2 แถวกลางของแปลงย่อย

2.4 วันออกไหม 50% (50% silking) หมายถึง วันที่ต้นข้าวโพดมีไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักยาวประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวนครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดจาก 2 แถวกลางของแปลงย่อย

3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลผลิตเก็บจาก 2 แถวกลางในแต่ละแปลงย่อยเท่านั้น โดยมีพื้นที่ในการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 9 ตารางเมตร/แปลงย่อย ข้อมูลที่เก็บมีดังนี้

3.1 จำนวนฝักต่อต้น (ear per plant) หมายถึงสัดส่วนจำนวนฝักสมบูรณ์ทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้ต่อจำนวนต้นทั้งหมด

3.2 ความกว้างฝัก (ear width) วัดจากส่วนกึ่งกลางของฝักโดยสุ่มวัด 5 ฝักต่อแปลงย่อย

3.3 ความยาวฝัก (ear length) วัดจากส่วนโคนถึงส่วนปลายสุดของฝัก

3.4 ความยาวส่วนติดเมล็ด วัดจากส่วนโคนถึงส่วนปลายสุดของฝักที่มีเมล็ดติดอยู่ โดยสุ่มวัด 5 ฝักต่อแปลงย่อย

3.5 วงรอบฝัก (ear girth) วัดวงรอบฝักจากส่วนกลางของฝักโดยสุ่มวัด 5 ฝักต่อแปลงย่อย

3.6 จำนวนแถวต่อฝัก (row number per ear) หมายถึงค่าเฉลี่ยจำนวนแถวของเมล็ดข้าวโพดบนฝัก โดยสุ่มนับ 5 ฝักต่อแปลงย่อย

3.7 จำนวนเมล็ดต่อแถว (seed number per row) หมายถึงค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อแถวบนฝักข้าวโพด โดยสุ่มนับ 5 ฝักต่อแปลงย่อย

3.8 จำนวนเมล็ดต่อฝัก (seed per ear) คำนวณจากค่าเมล็ดต่อแถวคูณด้วยค่าแถวต่อฝัก

3.9 เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (% shelling) หมายถึงอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก

3.10 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (1,000 grain weight) หมายถึงน้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่สุ่มมา 4 ซ้ำต่อแปลงย่อย นำมาชั่งหาค่าเฉลี่ยต่อแปลงย่อยแล้วจึงคำนวณหาค่าน้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่ความชื้นมาตรฐาน 15%

3.11 ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ (yield per rai) หมายถึง ผลผลิตเมล็ดที่คำนวณได้เป็นกิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ไร่ ดังสมการ

$$\text{ผลผลิตเมล็ดต่อไร่} = 1{,}600 \times \frac{\text{ผลผลิตเมล็ดต่อแปลงย่อย}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว (ม}^2\text{)}}$$

3.12 เปอร์เซ็นต์ความชื้นต้น คำนวณได้ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นต้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

3.13 น้ำหนักสดต่อต้น โดยตัดต้นข้าวโพดทุกต้นจาก 2 แถวกลางเมื่ออายุ 25 วันหลังออกไหม เพื่อชั่งหาน้ำหนักสดต่อต้น

3.14 น้ำหนักแห้งต่อต้น สุ่มมา 5 ต้นจาก 2 แถวกลางที่ตัดเพื่อชั่งหาน้ำหนักสด แล้วนำมาหั่นเป็นชิ้นขนาด 2-5 เซนติเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จึงนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้งต่อต้น

3.15 น้ำหนักสดต่อไร่ หมายถึง ผลผลิตน้ำหนักสดที่คำนวณได้เป็น ตันต่อพื้นที่ 1 ไร่ ดังสมการ

$$\text{ผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่} = 1{,}600 \times \frac{\text{ผลผลิตน้ำหนักสดต่อแปลงย่อย}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว (ม}^2\text{)}}$$

3.16 น้ำหนักแห้งต่อไร่ หมายถึง ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่คำนวณได้เป็น ตันต่อพื้นที่ 1 ไร่ ดังสมการ

$$\text{ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่} = 1{,}600 \times \frac{\text{ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อแปลงย่อย}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว (ม}^2\text{)}}$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติโดยหา Analysis of variance เพื่อหาค่า F-test Value ของข้อมูล แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ขึ้นไป หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละตำรับทดลองโดยใช้ Least Significant Difference (LSD)

สถานที่ทำการวิจัย

1. ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
2. ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มทำการทดลองเดือนพฤษภาคม 2548 สิ้นสุดการทดลอง เดือนพฤษภาคม 2549

ผลและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ (ไม่มีการวิเคราะห์ทางสถิติ)

1. เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (% Dry Matter)

พืชที่จะนำมาหมักควรมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 25-35 % เนื่องจากเป็นสภาพที่พืชมีความชื้นเหมาะสมในการทำพืชหมักหากชิ้นส่วนพืชมีความชื้นสูงเกินไปจะมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดบิวทิริก ส่งผลให้พืชหมักมีกลิ่นเหม็น (McDonal, 1981) แต่ถ้าหากชิ้นส่วนพืชมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงเกินไปจะมีผลให้เกิดการอัดแน่นของพืชหมักไม่ดี ทำให้ขึ้นราได้ สายัณห์ (2547) กล่าวว่า โดยทั่วไปพืชที่จะนำมาหมักควรมีความชื้นประมาณ 70 % จากการทดลองดังตารางที่ 1 พบว่า เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของข้าวโพดไร่ (ก่อนหมัก) มีค่าใกล้เคียงกันทั้งรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 32.1 และ 32.3 % ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของข้าวโพดไร่ (หลังหมัก) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งลดลงจากก่อนหมัก ทั้งรอบการปลูกที่ 1 และ 2 โดยรอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 30 % และรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 30.3 % ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของ ทองเลียน (2541) ที่รายงานว่า % Dry Matter ของข้าวโพดก่อนหมัก มีค่าเท่ากับ 32.14 % และหลังหมักมีค่า 30.7 % ในตำรับการทดลองที่ไม่ใช้สารเร่ง ส่วนการทดลองของสมเกียรติและคณะ (2549) รายงานว่า % Dry Matter ของข้าวโพดก่อนหมัก มีค่าเท่ากับ 31.7 % และหลังหมักมีค่า 28.4 % นอกจากนี้ยังพบว่า % Dry Matter ของข้าวโพดหลังหมัก มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของ นฤมลและคณะ (2544) ซึ่งรายงานว่า % Dry Matter ของข้าวโพดหมัก มีค่าเท่ากับ 30.1 % Frame (1994) ศึกษาปริมาณวัตถุแห้งที่สูญเสียไปในกระบวนการหมัก พบว่า กระบวนการหมักที่ดีจะมีการสูญเสียวัตถุแห้งไปประมาณ 3-5 %

2. เปอร์เซ็นต์ Crude Protein (% CP)

จากการทดลองดังตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ย % CP ของข้าวโพดไร่ (ก่อนหมัก) มีค่าใกล้เคียงกันทั้งรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 โดยรอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ย % CP เท่ากับ 9.3 % และรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ย % CP เท่ากับ 8.8 % ซึ่งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของ % CP ใกล้เคียงกับการทดลองของ วิศิษฐิพร (2541) ที่รายงานว่า % CP ของต้นข้าวโพดทั้งต้นรวมฝักสดมีค่าเท่ากับ 10.1 % ส่วน % CP ของข้าวโพดไร่ (หลังหมัก) พบว่ามีค่าเฉลี่ยลดลงจากก่อนหมัก โดยรอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ย % CP เท่ากับ 7.4 % ใกล้เคียงกับการทดลองของ สมคิดและคณะ (2542) ที่รายงานว่า % CP ของข้าวโพดหมัก มีค่าเท่ากับ 7.7 % ส่วนรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ย % CP เท่ากับ 8.2 % เท่ากันกับการทดลองของ วลัยกานต์และวรรณา (2541) ที่รายงานว่า % CP ของข้าวโพดหมักมีค่า เท่ากับ 8.2 % ซึ่งสูงกว่าการทดลองของ บุญล้อมและคณะ (2544) พบว่า % CP ของข้าวโพดหมักมีค่า เท่ากับ 7.92 % เช่นเดียวกับการทดลองของ ฉันทนาและคณะ (2543) ที่รายงานว่า % CP ของข้าวโพดหมักมีค่า เท่ากับ 7.9 % ส่วนการทดลองของณัฏฐิกา (2548) นั้นรายงานว่าโปรตีนรวมของข้าวโพดฝักอ่อน ก่อนหมักและหลังหมักในแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยมีค่าเท่ากับ 9.04 และ 7.17 % ตามลำดับ โดยแม้ว่าโปรตีนปริมาณภายหลังการหมักจะลดลง แต่ก็ยังมีค่าเพียงพอต่อการดำรงชีพได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากปกติสัตว์เคี้ยวเอื้อง ต้องการโปรตีนประมาณ 8-10 % และถ้าหากปริมาณโปรตีนในอาหารหยาบต่ำกว่า 7% จะส่งผลให้ความสามารถในการกินอาหารได้ของสัตว์ลดลง เนื่องจากลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะทำให้ความอยากกินอาหารของสัตว์ลดลง (สายัณห์, 2540)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (% Dry Matter) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	รอบการปลูกที่			
		ก่อนหมัก		หลังหมัก	
		1	2	1	2
75x20		32.0	33.1	30.0	30.9
75x15		33.8	31.5	31.7	29.7
75x10		30.4	32.2	28.4	30.0
	BIG919	36.1	32.2	34.1	30.2
	PAC984	32.0	31.8	30.0	29.8
	NK40	32.5	32.0	30.4	30.7
	SW5	30.9	31.2	28.9	28.7
	SW4452	28.9	34.6	26.9	32.1
เฉลี่ย		32.1	32.3	30.0	30.3

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ Crude Protein (% CP) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	รอบการปลูกที่			
		ก่อนหมัก		หลังหมัก	
		1	2	1	2
75x20		9.2	9.7	7.5	8.7
75x15		9.1	8.4	7.2	7.8
75x10		9.6	8.4	7.4	8.3
	BIG919	9.8	8.3	7.1	8.0
	PAC984	8.6	8.7	7.0	8.1
	NK40	9.4	9.5	7.6	8.6
	SW5	9.3	8.6	7.3	8.2
	SW4452	9.5	9.0	7.8	8.6
เฉลี่ย		9.3	8.8	7.4	8.2

3. เปอร์เซ็นต์เถ้า (% Ash)

เถ้าเป็นส่วนของแร่ธาตุที่มีอยู่ในชิ้นส่วนพืช การวัดปริมาณเถ้า มีคุณค่าจำกัดในแง่คุณภาพอาหารสัตว์ และคุณค่าทางอาหาร แต่ใช้ประโยชน์มากในการประเมินปริมาณธาตุอาหารที่มีในพืช เพื่อจะได้ทราบถึงแนวทางในการเพิ่มธาตุอาหารเสริมแก่สัตว์ (สายัณห์, 2547) จากการทดลองดังตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าของข้าวโพดไร่ (ก่อนหมัก) ในรอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.7 % ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าของรอบการปลูกที่ 2 ที่มีค่า 6.6 % ซึ่งพบว่าทั้ง 2 รอบการปลูกมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าต่ำกว่าการทดลองของ วิศิษฐิพร (2541) ที่รายงานว่า ต้นข้าวโพดสดทั้งต้นรวมฝักจะมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้า เท่ากับ 8.5 % ส่วนเปอร์เซ็นต์เถ้าของข้าวโพดไร่ (หลังหมัก) พบว่า มีค่าเฉลี่ยลดลงจากก่อนหมัก ทั้งรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 โดยรอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้า เท่ากับ 5.0 % พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของฉันทนา และคณะ (2543) ที่รายงานว่าเปอร์เซ็นต์เถ้าของข้าวโพดหมักมีค่า เท่ากับ 5.5 % เช่นเดียวกับการทดลองของ สมคิดและคณะ (2542) ส่วนนฤมลและคณะ (2544) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์เถ้าของข้าวโพดหมักมีค่า เท่ากับ 5.38 % และรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าเท่ากับ 6.2 %

4. เปอร์เซ็นต์ Acid Detergent Fiber (% ADF)

เปอร์เซ็นต์ Acid Detergent Fiber เป็นส่วนที่ประกอบด้วยเซลลูโลส และลิกนินเป็นสำคัญ แต่ไม่รวมส่วนของเฮมิเซลลูโลส ซึ่งทั้งเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสจะต้องอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อย ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิด จะมีการสะสมมากขึ้น เมื่อพืชมีอายุมากขึ้น และการย่อยได้ก็จะลดลงเมื่อพืชมีอายุมากขึ้นเช่นกัน เพราะลิกนินเป็นตัวที่ลดการย่อยได้ของพืช ดังนั้น หากพืชมี % ADF สูง ความเป็นประโยชน์ของพืชอาหารสัตว์ก็จะลดลงด้วย (เมธา, 2529) จากการทดลองดังตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ย % ADF ของข้าวโพดไร่ (ก่อนหมัก) ในรอบการปลูกที่ 2 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย % ADF ของรอบการปลูกที่ 1 โดยมีค่า 41.2 % ส่วนรอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ย % ADF 35.7 % และ % ADF ของข้าวโพดไร่ (หลังหมัก) พบว่า มีค่าเฉลี่ยลดลงจากก่อนหมัก ทั้งรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 โดยรอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ย % ADF เท่ากับ 31.9 % ซึ่งมีค่าต่ำกว่ารอบการปลูกที่ 2 ที่มีค่าเฉลี่ย % ADF เท่ากับ 38.9 % โดยในรอบการปลูกที่ 2 ทั้งก่อนหมักและหลังหมัก พบว่า มีค่าเฉลี่ย % ADF มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของสมเกียรติ และคณะ (2549) ที่รายงานว่า % ADF ของข้าวโพดก่อนหมักและหลังหมักมีค่าเท่ากับ 43.16 และ 38.47 % ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการ

ทดลองของทองเลียน (2547) ที่รายงานว่า % ADF ของข้าวโพดก่อนหมักและหลังหมักมีค่าเท่ากับ 39.94 และ 33.84 % ตามลำดับ ส่วนสมคิดและคณะ (2542) รายงานว่า % ADF ของข้าวโพดหมักมีค่าเท่ากับ 27.8 % ใกล้เคียงกับการทดลองของ ฉันทนาและคณะ (2543) ที่รายงานว่า % ADF ของข้าวโพดหมักมีค่าเท่ากับ 27.4 %

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์เถ้า (% Ash) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	รอบการปลูกที่			
		ก่อนหมัก		หลังหมัก	
		1	2	1	2
75x20		7.2	6.9	5.1	6.6
75x15		8.0	6.5	5.0	6.3
75x10		8.0	6.6	4.9	6.2
	BIG919	8.2	6.4	4.8	6.0
	PAC984	7.4	6.6	5.1	6.4
	NK40	7.6	7.0	5.3	6.5
	SW5	7.0	6.6	4.7	6.2
	SW4452	8.4	6.0	5.1	5.7
เฉลี่ย		7.7	6.6	5.0	6.2

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ Acid Detergent Fiber (% ADF) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	รอบการปลูกที่			
		ก่อนหมัก		หลังหมัก	
		1	2	1	2
75x20		36.4	40.7	30.8	37.0
75x15		34.5	42.7	33.3	41.7
75x10		36.3	40.0	31.7	41.7
	BIG919	36.3	41.9	31.1	40.0
	PAC984	39.2	41.9	32.3	41.5
	NK40	33.8	42.9	32.5	35.6
	SW5	31.4	38.0	31.0	37.6
	SW4452	38.1	41.2	32.6	36.3
เฉลี่ย		35.7	41.2	31.9	38.9

5. เปอร์เซ็นต์ Neutral Detergent Fiber (% NDF)

เปอร์เซ็นต์ Neutral Detergent Fiber เป็นค่าที่วัดเพื่อศึกษาส่วนประกอบของเซลล์พืช ได้แก่สารพวกที่เป็นเยื่อใยต่างๆ มีหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และ ลิกนิน (lignin) ซึ่งสารเยื่อใยเหล่านี้สัตว์สามารถย่อยได้เป็นบางส่วน การย่อยได้จะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณลิกนิน คิวติน (cutin) และซิลิกา (cilica) โดย % NDF จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้ (นิวัติ, 2537) จากการทดลองดังตารางที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ย % NDF ของข้าวโพดไร่ (ก่อนหมัก) ในรอบการปลูกที่ 2 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย % NDF ของรอบการปลูกที่ 1 โดยมีค่า 68.3 และ 62.9 % ส่วนค่าเฉลี่ย % NDF ของข้าวโพดไร่ (หลังหมัก) พบว่า มีค่าลดลงจากก่อนหมัก ทั้ง2 รอบการปลูก โดยรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ย % NDF สูงกว่ารอบการปลูกที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.3 และ 53.6 % โดยพบว่า % NDF ของรอบการปลูกที่ 2 ทั้งก่อนหมักและหลังหมัก มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของสมเกียรติและคณะ (2549) ที่รายงานว่า % NDF ของข้าวโพดก่อนหมักและหลังหมักมีค่าเท่ากับ 66.9 และ 63.0 % ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า การทดลองของทองเลียน (2541) ที่รายงานว่า % NDF ของข้าวโพดก่อนหมักและหลังหมักมีค่าเท่ากับ

67.99 และ 59.49 % ตามลำดับ ส่วนสมคิดและคณะ (2542) รายงานว่า % NDF ของข้าวโพดหมักมีค่าเท่ากับ 59.8 % ใกล้เคียงกับการทดลองของ ฉันทนาและคณะ (2543) ที่รายงานว่า % NDF ของข้าวโพดหมักมีค่าเท่ากับ 58.4 %

6. ความเป็นกรดด่าง (pH)

ค่า pH จะบ่งบอกถึงคุณภาพของพืชหมัก ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากการปิดภาชนะหมัก 2-4 วัน ภายใต้สภาวะไร้อากาศ ค่า pH นี้จะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการหมัก (ประมาณ 20 วัน)โดยเกิดจากการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรีย (AcQuaah, 2002) จากการทดลองดังตารางที่ 6 พบว่า ค่า pH ของข้าวโพดไร่ (ก่อนหมัก) ในรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 5.3 และ 5.03 ตามลำดับ ส่วนค่า pH ของข้าวโพดไร่ (หลังหมัก) พบว่ามีค่าเฉลี่ยลดลงจากก่อนหมัก ทั้งรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 โดยรอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 4.06 และรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 3.86 ซึ่งมีผลใกล้เคียงกับ นฤมลและคณะ (2544) ที่พบว่าข้าวโพดที่ตัดในระยะเมล็ดเป็นแป้ง 50 % ของเมล็ดแล้วนำมาหมักในหลุมไซโลขนาดใหญ่เป็นเวลา 1 เดือน pH มีค่า 4.1 เช่นเดียวกับการทดลองของสมเกียรติและคณะ (2549) ส่วนทองเลียน (2541) รายงานว่า ค่า pH ของข้าวโพดหลังหมัก มีค่าเท่ากับ 4.25 การหมักข้าวโพดที่ถูกวิธีทำให้ได้หญ้าหมักที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.2 และ pH ที่ต่ำกว่า 4.2 นี้จะหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อหญ้าหมัก ทำให้หญ้าหมักมีคุณภาพคงที่ตลอดไป (Skerman and Rivero, 1990)

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์ Neutral Detergent Fiber (% NDF) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	รอบการปลูกที่			
		ก่อนหมัก		หลังหมัก	
		1	2	1	2
75x20		63.2	67.6	53.4	61.9
75x15		63.3	69.9	54.7	64.2
75x10		62.3	67.5	52.7	60.7
	BIG919	64.9	68.0	54.3	62.9
	PAC984	64.5	68.6	55.2	66.3
	NK40	62.8	69.3	54.7	61.9
	SW5	57.3	67.6	51.3	59.6
	SW4452	65.2	68.0	52.4	60.7
เฉลี่ย		62.9	68.3	53.6	62.3

ตารางที่ 6 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	รอบการปลูกที่			
		ก่อนหมัก		หลังหมัก	
		1	2	1	2
75x20		5.1	4.9	4.1	3.9
75x15		5.4	5.0	4.1	3.8
75x10		5.3	5.2	4.0	3.9
	BIG919	5.3	5.1	4.0	3.8
	PAC984	5.5	5.0	4.1	3.8
	NK40	5.1	4.9	4.2	3.9
	SW5	5.5	5.1	4.0	3.9
	SW4452	5.2	5.0	4.0	3.9
เฉลี่ย		5.3	5.03	4.06	3.86

7. เปอร์เซ็นต์แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N)

แอมโมเนียไนโตรเจนเกิดจากแบคทีเรียพวก proteolytic bacteria ซึ่งจะเปลี่ยนโปรตีนไปเป็นแอมโมเนียกรดระเหย (volatile acid) เอมีน (amines) และเอไมด์ (amides) เป็นสิ่งที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นในหญ้าหมัก สายัณห์ (2547) กล่าวว่า พืชหมักที่ดีควรมีเปอร์เซ็นต์แอมโมเนียไนโตรเจนน้อยกว่า 11 % ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด การลดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่เกิดขึ้นทำได้โดยการลดความชื้นของพืชที่ต้องการหมักลง หรือ การเพิ่มคาร์โบไฮเดรตเข้าไปในกระบวนการหมัก จากการทดลองดังตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แอมโมเนียไนโตรเจนของข้าวโพดไร่ภายหลังการหมักมีค่าเท่ากันทั้งรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 คือ 0.5 % ซึ่งพบว่ามีค่าต่ำกว่า รายงานของทองเลียน (2541) ที่พบว่า เปอร์เซ็นต์แอมโมเนียไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.43-3.46 % ในทุกตำรับการทดลองทั้งที่มีการใส่สารเสริมและไม่ใส่สารเสริมในข้าวโพดหมัก

8. เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก (% Lactic Acid)

กรดแลคติกเป็นกรดที่ผลิตโดย lactic acid bacteria ที่ใช้คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในพืช มีผลให้ความเป็นกรดของพืชหมักลดลง ทำให้พืชหมักคงคุณค่าไว้ได้นาน ค่าของกรดแลคติกจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของพืชหมัก โดยทั่วไปพืชหมักที่มีคุณภาพดีควรมีเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกประมาณ 3-13 % (สายัณห์, 2547) การเกิดกรดแลคติกนี้จะเกิดขึ้นในกระบวนการหมักภายใต้สภาพไร้ออกซิเจน นอกจากนี้ปริมาณการเกิดกรดแลคติกยังขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่มีในวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักด้วย จากการทดลองดังตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกของข้าวโพดไร่ภายหลังการหมัก ในรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเท่ากับ 7.9 % ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยในรอบการปลูกที่ 1 ที่มีค่า 4.2 % โดยพบว่าทั้ง 2 รอบการปลูกมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกสูงกว่ารายงานของ ณัฏฐิกา (2548) ที่รายงานว่า ปริมาณกรดแลคติกในข้าวโพดฝักอ่อนหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 และ 3.84 % ในกรณีที่มีการใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยแก่ข้าวโพดฝักอ่อน ส่วนทองเลียน (2541) รายงานว่า % กรดแลคติกในข้าวโพดหมักมีค่าเท่ากับ 9.7 %

9. เปอร์เซ็นต์กรดบิวทิริก (% Butyric Acid)

กรดบิวทิริก เกิดจากการทำงานของ bacteria กลุ่ม *Clostridia* ที่เจริญได้ดีที่ระดับ pH ประมาณ 7.0-7.4 ซึ่งจะเปลี่ยนกรดแลกติก และน้ำตาลให้เป็นกรดบิวทิริก ทำให้พืชหมักมีกลิ่นเหม็น (McDonald, 1991) โดย *Clostridia* จะพบในช่วงเริ่มต้นของการหมัก หลังจากนั้นจะไม่พบเนื่องจากถูกยับยั้งด้วยปริมาณกรดและสารเมตาโบไลท์ที่แบคทีเรียกรดแลคติกสร้างขึ้น (Woolford and Pahlow, 1998) โดยทั่วไปแบคทีเรียเปลี่ยนกรดแลคติกไปเป็นกรดบิวทิริกจะชะงักการเจริญเติบโต เมื่อ pH ประมาณ 4.2 เพราะฉะนั้นหากทำให้กระบวนการหมักเกิดกรดแลคติกเร็ว แบคทีเรียพวก *Clostridia* ก็จะชงักการเจริญเติบโตเร็วขึ้นด้วย (สายัณห์, 2547) จากการทดลองดังตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กรดบิวทิริกของข้าวโพดไร่ภายหลังการหมักในรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.02 % ซึ่งสูงกว่าการทดลองของ ณัฏฐิกา (2548) และทองเลียน (2541) ที่รายงานว่า ไม่พบกรดบิวทิริก ในข้าวโพดหมักทุกตำรับการทดลอง อย่างไรก็ตาม % กรดบิวทิริกที่เกิดขึ้นจากการทดลองนี้ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของพืชหมักที่ดี เนื่องจากมีค่าเฉลี่ย % กรดบิวทิริกน้อยกว่า 0.2 % (กรมปศุสัตว์, 2547)

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก กรดบิวทิริก และ แอมโมเนียไนโตรเจน ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	รอบการปลูก					
		1	2	1	2	1	2
		lactic (%)		butyric (%)		NH_3-N (%)	
75x20		4.6	7.6	0.02	0.02	0.5	0.5
75x15		3.4	7.9	0.02	0.02	0.6	0.4
75x10		4.4	8.3	0.02	0.03	0.5	0.5
	BIG919	4.4	8.3	0.02	0.02	0.3	0.5
	PAC984	3.8	7.6	0.02	0.02	0.6	0.3
	NK40	3.8	8.2	0.02	0.02	0.7	0.4
	SW5	4.3	8.0	0.03	0.02	0.5	0.5
	SW4452	4.4	7.7	0.02	0.02	0.5	0.6
เฉลี่ย		4.2	7.9	0.02	0.02	0.5	0.5
มาตรฐาน				< 0.2	< 0.2	< 11%	< 11%

การเจริญเติบโต

10. ความสูงต้น (ซม.)

ความสูงต้น (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 8 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีความสูงต้นเฉลี่ย 204 ซม. ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีความสูงต้นมากที่สุดคือ PAC 984 มีความสูงต้น 211 ซม. รองลงมาคือ พันธุ์ SW 4452 และ NK 40 มีความสูงต้น 208 และ 206 ซม. ตามลำดับ พันธุ์ที่มีความสูงต้นน้อยที่สุดคือ BIG 919 มีความสูงต้น 192 ซม. รอบการปลูกที่ 2 ให้ผลเช่นเดียวกันกับรอบการปลูกที่ 1 โดยมีค่าความสูงต้นเฉลี่ย 178 ซม. ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีความสูงต้นมากที่สุดคือ SW 4452 และ NK 40 มีความสูงต้น 184 ซม.รองลงมาคือ พันธุ์ SW 5 มีความสูงต้น 179 ซม. และพันธุ์ที่มีความสูงต้นน้อยที่สุดคือ BIG 919 มีความสูงต้น 166 ซม. ส่วนสรรเสริญและคณะ (2549) รายงานว่าการปลูกข้าวโพดไร่ช่วงต้นฤดูฝนโดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. ในพันธุ์ SW4452 และ พันธุ์ NK40 พบว่ามีความสูงต้นเท่ากับ 232 และ 206 ซม. ตามลำดับ ส่วนการปลูกช่วงปลายฤดูฝนนั้นพบว่า พันธุ์ SW4452 พันธุ์ NK40 และ พันธุ์ SW5 มีความสูงต้นเท่ากับ 207 221 และ 194 ซม. ตามลำดับ เหตุที่ความสูงต้นเฉลี่ยของข้าวโพดในรอบการปลูกที่ 1 มีค่าสูงกว่ารอบการปลูกที่ 2 นั้น เนื่องมาจากรอบการปลูกที่ 1 ได้รับปริมาณน้ำฝนมากกว่ารอบการปลูกที่ 2 ซึ่งหากพืชขาดน้ำในระยะ vegetative จะทำให้ความสูงต้นลดลง

ตารางที่ 8 ความสูงต้น (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			206	177
75x15			202	179
75x10			204	177
	BIG919		192 c	166 b
	PAC984		211 a	177 a
	NK40		206 a	184 a
	SW5		204 b	179 a
	SW4452		208 a	184 a
		(75x20)xBIG919	191	166
		(75x20)xPAC984	218	173
		(75x20)xNK40	209	185
		(75x20)xSW5	205	173
		(75x20)xSW4452	209	189
		(75x15)xBIG919	195	167
		(75x15)xPAC984	202	176
		(75x15)xNK40	207	184
		(75x15)xSW5	203	184
		(75x15)xSW4452	205	184
		(75x10)xBIG919	192	165
		(75x10)xPAC984	213	180
		(75x10)xNK40	203	182
		(75x10)xSW5	202	179
		(75x10)xSW4452	211	179
เฉลี่ย			204	178.00
C.V.(%)	ระยะปลูก		3.6	4.88
	พันธุ์		4.2	4.60
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	ns
	พันธุ์		6.29**	7.02**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

11. ความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.)

ความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทำการทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 9 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีความสูงตำแหน่งฝัก เฉลี่ย 121 ซม. ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีความสูงตำแหน่งฝักมากที่สุดคือ SW 4452 มีความสูงตำแหน่งฝัก 138 ซม. รองลงมาคือ พันธุ์ NK 40 และ SW 5 มีความสูงตำแหน่งฝัก 122 ซม. พันธุ์ที่มีความสูงตำแหน่งฝักน้อยที่สุดคือ PAC 984 และ BIG 919 มีความสูงตำแหน่งฝัก 115 และ 108 ซม. ตามลำดับ รอบการปลูกที่ 2 ให้ผลเช่นเดียวกันกับรอบการปลูกที่ 1 โดยมีค่าความสูงตำแหน่งฝักเฉลี่ย 94 ซม. ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)ในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีความสูงตำแหน่งฝักมากที่สุดคือ SW 4452 มีความสูงตำแหน่งฝัก 107 ซม. รองลงมาคือ พันธุ์ NK 40 และ SW 5 มีความสูงตำแหน่งฝัก 98 และ 95 ซม.ตามลำดับ และพันธุ์ที่มีความสูงตำแหน่งฝัก น้อยที่สุดคือ BIG 919 และ PAC 984 มีความสูงตำแหน่งฝัก 88 และ 82 ซม. ตามลำดับ ส่วนการทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่าการปลูกข้าวโพดไร่ช่วงต้นฤดูฝนโดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม.ในพันธุ์ SW4452 พันธุ์ NK40 และพันธุ์ SW5 พบว่ามีความสูงของตำแหน่งฝักเท่ากับ 140 ซม. 112 ซม. และ 121 ซม.ตามลำดับ ส่วนการปลูกช่วงปลายฤดูฝนนั้นพบว่า พันธุ์ SW 4452 NK40 และ SW 5 มีความสูงของตำแหน่งฝักเท่ากับ 98 91 และ 101 ซม. ตามลำดับ โดยในรอบการปลูกที่ 2 มีความสูงตำแหน่งฝักเฉลี่ยต่ำกว่ารอบการปลูกที่ 1 เนื่องจากรอบการปลูกที่ 2 เป็นช่วงปลายฤดูฝน ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าช่วงต้นฤดูฝน ข้าวโพดช่วงปลายฤดูฝนจึงมีการเจริญเติบโตได้น้อยกว่า

ตารางที่ 9 ความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			119	93
75x15			123	95
75x10			121	93
	BIG919		108 d	88 c
	PAC984		115 c	82 d
	NK40		122 b	98 b
	SW5		122 b	95 b
	SW4452		138 a	107 a
		(75x20)xBIG919	103	87
		(75x20)xPAC984	116	80
		(75x20)xNK40	121	97
		(75x20)xSW5	123	93
		(75x20)xSW4452	132	106
		(75x15)xBIG919	112	86
		(75x15)xPAC984	114	83
		(75x15)xNK40	124	102
		(75x15)xSW5	124	97
		(75x15)xSW4452	140	108
		(75x10)xBIG919	109	90
		(75x10)xPAC984	115	82
		(75x10)xNK40	120	95
		(75x10)xSW5	121	93
		(75x10)xSW4452	142	105
เฉลี่ย			121	94.00
C.V.(%)	ระยะปลูก		5.7	6.87
	พันธุ์		5.1	4.28
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	ns
	พันธุ์		4.71**	5.17**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

12. อายุออกดอกตัวผู้ 50 % (วัน)

อายุออกดอกตัวผู้ 50 % (วัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 10 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % เฉลี่ย 51.9 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % มากที่สุดคือ PAC 984 มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % 53.2 วัน รองลงมาคือ พันธุ์ SW 5 และ SW 4452 มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % 52.9 และ 52.2 วันตามลำดับ พันธุ์ที่มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % น้อยที่สุดคือ BIG 919 มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % 50.1 วัน รอบการปลูกที่ 2 ให้ผลเช่นเดียวกันกับรอบการปลูกที่ 1 โดยมีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % เฉลี่ย 59.4 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)ในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % มากที่สุดคือ PAC 984 มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % 61.3 วัน รองลงมาคือ พันธุ์ SW 4452 และ SW 5 มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % 60.2 และ 59.8 วัน ตามลำดับ และพันธุ์ที่มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % น้อยที่สุดคือ BIG 919 มีอายุออกดอกตัวผู้ 50 % 57.1 วัน โดยอายุออกดอกตัวผู้ 50 % ของรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยมากกว่ารอบการปลูกที่ 1 เนื่องมาจาก ในรอบการปลูกที่ 2 มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่ารอบการปลูกที่ 1 ส่งผลให้ความชื้นในดินของรอบการปลูกที่ 2 ต่ำกว่ารอบการปลูกที่ 1 ซึ่งความชื้นในดินนี้จะสัมพันธ์กับอายุออกดอกตัวผู้ ถ้าความชื้นในดินต่ำ อายุออกดอกตัวผู้ก็จะล่าช้าออกไปด้วย

ตารางที่ 10 อายุออกดอกตัวผู้ 50 % (วัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			52.0	59.4
75x15			51.9	59.3
75x10			51.9	59.6
	BIG919		50.1 d	57.1 d
	PAC984		53.2 a	61.3 a
	NK40		51.3 c	58.7 c
	SW5		52.9 a	59.8 b
	SW4452		52.2 b	60.2 b
		(75x20)xBIG919	50.3	57.0
		(75x20)xPAC984	53.0	61.0
		(75x20)xNK40	51.8	58.8
		(75x20)xSW5	53.0	59.8
		(75x20)xSW4452	52.0	60.3
		(75x15)xBIG919	49.8	57.3
		(75x15)xPAC984	53.5	61.3
		(75x15)xNK40	51.0	58.3
		(75x15)xSW5	53.0	59.8
		(75x15)xSW4452	52.3	60.0
		(75x10)xBIG919	50.3	57.0
		(75x10)xPAC984	53.0	61.5
		(75x10)xNK40	51.0	59.0
		(75x10)xSW5	52.8	60.0
		(75x10)xSW4452	52.3	60.3
เฉลี่ย			51.9	59.4
C.V.(%)	ระยะปลูก		1.0	1.20
	พันธุ์		1.2	4.72
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	ns
	พันธุ์		0.47**	0.47**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

13. อายุออกไหม 50 % (วัน)

อายุออกไหม 50 % (วัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 11 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีอายุออกไหม 50 % เฉลี่ย 53 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีอายุออกไหม 50 % มากที่สุดคือ PAC 984 มีอายุออกไหม 50 % 54.2 วัน รองลงมาคือ พันธุ์ SW 5 และ SW 4452 มีอายุออกไหม 50 % 54.1 และ 53 วันตามลำดับ พันธุ์ที่มีอายุออกไหม 50 % น้อยที่สุดคือ BIG 919 มีอายุออกไหม 50 % 51.5 วัน รอบการปลูกที่ 2 ให้ผลเช่นเดียวกันกับรอบการปลูกที่ 1 โดยมีอายุออกไหม 50 % เฉลี่ย 59.7 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)ในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีอายุออกไหม 50 % มากที่สุดคือ PAC 984 มีอายุออกไหม 50 % 61.5 วัน รองลงมาคือพันธุ์ SW 4452 และ SW 5 มีอายุออกไหม 50 % 60.6 และ 60.3 วันตามลำดับ และพันธุ์ที่มีอายุออกไหม 50 % น้อยที่สุดคือ BIG 919 มีอายุออกไหม 50 % 57.1 วัน ส่วนการทดลองของประกอบ (2529) พบว่าจำนวนวันออกไหมของข้าวโพดไร่พันธุ์สุวรรณ1 และ สุวรรณ2 ที่ปลูกช่วงต้นฤดูฝนจะมีจำนวนวันออกไหมเร็วกว่าปลายฤดูฝนซึ่งมีจำนวนวันออกไหมเท่ากับ 47 และ 51 วัน ตามลำดับ เนื่องจากช่วงปลายฤดูฝนจะมีช่วงกลางวันที่สั้นกว่า ส่วนการเพิ่มอัตราการปลูกให้สูงขึ้นจะทำให้วันออกไหมยาวขึ้นเช่นกันเนื่องจากข้าวโพดที่ปลูกอัตราสูงจะมีร่มเงามากและมีการแข่งขันด้านอื่นๆรุนแรงกว่า

ตารางที่ 11 อายุออกไหม 50 (%) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			52.6	59.6
75x15			53.4	59.7
75x10			53.2	59.9
	BIG919		51.5 c	57.1 d
	PAC984		54.2 a	61.5 a
	NK40		52.4 b	59.1 c
	SW5		54.1 a	60.3 b
	SW4452		53.0 b	60.6 b
		(75x20)xBIG919	51.3	57.0
		(75x20)xPAC984	53.3	61.3
		(75x20)xNK40	52.3	59.3
		(75x20)xSW5	53.3	60.3
		(75x20)xSW4452	52.8	60.3
		(75x15)xBIG919	51.5	57.3
		(75x15)xPAC984	55.0	61.8
		(75x15)xNK40	52.8	58.5
		(75x15)xSW5	54.5	60.3
		(75x15)xSW4452	53.0	60.5
		(75x10)xBIG919	51.8	57.0
		(75x10)xPAC984	54.3	61.5
		(75x10)xNK40	52.3	59.5
		(75x10)xSW5	54.5	60.5
		(75x10)xSW4452	53.3	61.0
เฉลี่ย			53.0	59.7
C.V.(%)	ระยะปลูก		2.2	1.58
	พันธุ์		1.5	1.05
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	ns
	พันธุ์		0.6**	0.48**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

14. จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)

จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 12 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ย 0.82 ฝัก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในเรื่องของระยะปลูก โดยพบว่า ที่ระยะปลูก 75x15 และ 75x20 ซม. มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด คือ 0.92 ฝักต่อต้น และที่ระยะปลูก 75x10 ซม. มีจำนวนฝักต่อต้นน้อยที่สุด คือ 0.61 ฝักต่อต้น โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ รอบการปลูกที่ 2 มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ย 0.79 ฝัก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก โดยพบว่า ที่ระยะ 75x15 ซม. มีจำนวนฝักต่อต้นสูงที่สุด คือ 0.85 ฝักต่อต้น และที่ระยะ 75x10 ซม. มีจำนวนฝักต่อต้นน้อยที่สุด คือ 0.67 ฝักต่อต้น ส่วนในเรื่องของพันธุ์ พบว่า พันธุ์ที่มีจำนวนฝักต่อต้นสูงที่สุด คือ พันธุ์ BIG 919 มีจำนวนฝักต่อต้น 0.85 ฝักต่อต้น ส่วนพันธุ์ที่มีจำนวนฝักต่อต้นน้อยที่สุด คือ พันธุ์ SW 5 มีจำนวนฝักต่อต้น 0.72 ฝักต่อต้น โดยในรอบการปลูกที่ 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นมากกว่ารอบการปลูกที่ 2 เนื่องจากมีสภาพลมฟ้าอากาศเหมาะสมกว่า โดยเฉพาะในเรื่องของปริมาณน้ำฝน และความชื้นในดิน ซึ่งจะส่งผลให้การผสมติดของดอกตัวเมียมีมากกว่ารอบการปลูกที่ 1 จึงมีจำนวนฝักต่อต้นมากกว่ารอบการปลูกที่ 2 ส่วนการปลูกที่ระยะ 75x10 ซม. มีจำนวนฝักต่อต้นต่ำ เนื่องจากมีการบังแสงกันของใบ ส่งผลให้กระบวนการสังเคราะห์แสงไม่เอื้ออำนวยต่อการสร้างฝัก (ราเชนทร์, 2539) ดังนั้นจำนวนฝักต่อต้นจึงต่ำกว่าระยะปลูกอื่นๆ

ตารางที่ 12 จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			0.92 a	0.84 a
75x15			0.92 a	0.85 a
75x10			0.61 b	0.67 b
	BIG919		0.78	0.85 a
	PAC984		0.83	0.74 b
	NK40		0.87	0.82 a
	SW5		0.80	0.72 b
	SW4452		0.82	0.80 ab
		(75x20)xBIG919	0.84	0.89
		(75x20)xPAC984	0.96	0.80
		(75x20)xNK40	0.94	0.87
		(75x20)xSW5	0.98	0.79
		(75x20)xSW4452	0.87	0.87
		(75x15)xBIG919	0.86	0.93
		(75x15)xPAC984	0.94	0.78
		(75x15)xNK40	0.98	0.87
		(75x15)xSW5	0.86	0.77
		(75x15)xSW4452	0.98	0.87
		(75x10)xBIG919	0.64	0.75
		(75x10)xPAC984	0.59	0.64
		(75x10)xNK40	0.68	0.69
		(75x10)xSW5	0.57	0.61
		(75x10)xSW4452	0.61	0.69
เฉลี่ย			0.82	0.79
C.V.(%)	ระยะปลูก		21.9	11.1
	พันธุ์		13.6	4.1
LSD0.05	ระยะปลูก		0.14**	0.068**
	พันธุ์		ns	0.067**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

15. ความกว้างฝัก (ซม.)

ความกว้างฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 13 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความกว้างฝัก 3.6 ซม. ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่ในเรื่องของพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) พันธุ์ที่มีความกว้างฝักมากที่สุด คือ พันธุ์ SW 4452 มีความกว้างฝัก 3.8 ซม. รองลงมาคือพันธุ์ NK 40 และพันธุ์ SW 5 มีความกว้างฝัก 3.7 และ 3.6 ซม. ตามลำดับ พันธุ์ที่มีความกว้างฝักน้อยที่สุด คือ พันธุ์ BIG 919 และ PAC 984 มีความกว้างฝัก 3.5 และ 3.4 ซม. ตามลำดับ รอบการปลูกที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก ที่ระยะ 75x20 ซม. มีความกว้างฝักมากที่สุด คือ 4.4 ซม. และที่ระยะ 75x10 ซม. มีความกว้างฝักน้อยที่สุด คือ 4.1 ซม. พันธุ์ที่มีความกว้างฝักมากที่สุด คือ พันธุ์ SW 4452 และ พันธุ์ NK 40 มีความกว้างฝัก 4.4 ซม. ส่วนพันธุ์ที่มีความกว้างฝักน้อยที่สุด คือ พันธุ์ PAC 984 และ BIG 919 มีความกว้างฝัก 4.2 และ 4.0 ซม. ตามลำดับ จะเห็นว่าความกว้างฝักของข้าวโพดที่ปลูกระยะ 75x10 ซม. ทั้งในรอบการปลูกที่ 1 และ รอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความกว้างฝักต่ำกว่าข้าวโพดที่ปลูกระยะ 75x15 ซม. และ 75x20 ซม. เนื่องจากการปลูกถี่จะมีการแก่งแย่งแข่งขันปัจจัยต่างๆที่ใช้ในการเจริญเติบโต และสะสมอาหารมากกว่าการปลูกระยะห่าง

ตารางที่ 13 ความกว้างฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			3.7	4.4 a
75x15			3.6	4.3 a
75x10			3.6	4.1 b
	BIG919		3.5 bc	4.0 c
	PAC984		3.4 c	4.2 b
	NK40		3.7 ab	4.4 a
	SW5		3.6 b	4.2 b
	SW4452		3.8 a	4.4 a
		(75x20)xBIG919	3.6	4.1
		(75x20)xPAC984	3.5	4.3
		(75x20)xNK40	3.9	4.2
		(75x20)xSW5	3.6	4.3
		(75x20)xSW4452	3.8	4.7
		(75x15)xBIG919	3.6	3.9
		(75x15)xPAC984	3.4	4.2
		(75x15)xNK40	3.6	4.5
		(75x15)xSW5	3.5	4.3
		(75x15)xSW4452	3.8	4.5
		(75x10)xBIG919	3.4	4.0
		(75x10)xPAC984	3.4	4.1
		(75x10)xNK40	3.6	4.3
		(75x10)xSW5	3.6	4.1
		(75x10)xSW4452	3.8	4.1
เฉลี่ย			3.6	4.2
C.V.(%)	ระยะปลูก		9.9	5.53
	พันธุ์		5.2	5.74
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	0.18*
	พันธุ์		0.14**	0.19*
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

16. ความยาวฝักทั้งหมด (ซม.)

ความยาวฝักทั้งหมด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 14 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความยาวฝัก 16.2 ซม. ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก แต่มีแนวโน้มว่า ที่ระยะปลูก ระยะ 75x20 ซม. มีความยาวฝักทั้งหมดมากที่สุด คือ 16.7 ซม. และที่ระยะ 75x10 ซม. มีความยาวฝักทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 15.8 ซม. รอบการปลูกที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก ที่ระยะ 75x20 ซม. มีความยาวฝักทั้งหมดมากที่สุด คือ 17.6 ซม. และที่ระยะ 75x10 ซม. มีความยาวฝักทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 15.8 ซม. พันธุ์ที่มีความยาวฝักทั้งหมดมากที่สุด คือ พันธุ์ SW 4452 มีความยาวฝักทั้งหมด 17.3 ซม. ส่วนพันธุ์ที่มีความยาวฝักทั้งหมดน้อยที่สุด คือ พันธุ์ NK 40 มีความยาวฝักทั้งหมด 15.5 ซม. จะเห็นว่า ความยาวฝักทั้งหมดของข้าวโพดที่ปลูกระยะ 75x10 ซม. ทั้งในรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความยาวฝักทั้งหมดต่ำกว่า ข้าวโพดที่ปลูกระยะ 75x15 ซม. และ 75x20 ซม. เนื่องจากการปลูกถี่จะมีการแก่งแย่งแข่งขันปัจจัยต่างๆที่ใช้ในการเจริญเติบโต และสะสมอาหารมากกว่าการปลูกระยะห่าง

ตารางที่ 14 ความยาวฝักทั้งหมด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			16.7	17.6 a
75x15			16.1	16.2 b
75x10			15.8	15.8 b
	BIG919		16.1	15.9 bc
	PAC984		16.8	17.2 a
	NK40		16.0	15.5 c
	SW5		16.2	16.6 b
	SW4452		16.1	17.3 a
		(75x20)xBIG919	16.7	16.7
		(75x20)xPAC984	17.3	18.9
		(75x20)xNK40	16.7	16.1
		(75x20)xSW5	16.1	17.0
		(75x20)xSW4452	17.1	19.2
		(75x15)xBIG919	16.2	15.3
		(75x15)xPAC984	16.3	16.8
		(75x15)xNK40	15.4	15.9
		(75x15)xSW5	16.9	16.5
		(75x15)xSW4452	15.6	16.4
		(75x10)xBIG919	15.3	15.6
		(75x10)xPAC984	16.8	15.9
		(75x10)xNK40	15.9	14.5
		(75x10)xSW5	15.6	16.4
		(75x10)xSW4452	15.6	16.4
เฉลี่ย			16.2	16.5
C.V.(%)	ระยะปลูก		10.3	6.41
	พันธุ์		6.5	8.27
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	0.82**
	พันธุ์		ns	0.78**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

17. ความยาวฝักติดเมล็ด (ซม.)

ความยาวฝักติดเมล็ด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 15 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความยาวฝักติดเมล็ด 15.1 ซม. ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก แต่มีแนวโน้มว่า ที่ระยะปลูก ระยะ 75x20 ซม. มีความยาวฝักติดเมล็ดมากที่สุด คือ 15.8 ซม. และที่ระยะ 75x15 ซม. มีความยาวฝักติดเมล็ดน้อยที่สุด คือ 14.6 ซม. รอบการปลูกที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในเรื่องของระยะปลูก ที่ระยะ 75x20 ซม. มีความยาวฝักติดเมล็ดมากที่สุด คือ 16.6 ซม. และที่ระยะ 75x10 ซม. มีความยาวฝักติดเมล็ดน้อยที่สุด คือ 14.9 ซม. และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ โดยพันธุ์ที่มีความยาวฝักติดเมล็ดมากที่สุด คือ พันธุ์ SW 4452 มีความยาวฝักติดเมล็ด 16.6 ซม. ส่วนพันธุ์ที่มีความยาวฝักติดเมล็ดน้อยที่สุด คือ พันธุ์ NK 40 มีความยาวฝักติดเมล็ด 14.8 ซม.

ตารางที่ 15 ความยาวฝักติดเมล็ด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			15.8	16.6 a
75x15			14.6	15.3 b
75x10			14.8	14.9 b
	BIG919		15.1	15.7 b
	PAC984		14.7	15.6 bc
	NK40		15.0	14.8 c
	SW5		15.0	15.6 bc
	SW4452		15.6	16.6 a
		(75x20)xBIG919	15.7	16.5
		(75x20)xPAC984	15.7	17.5
		(75x20)xNK40	16.0	15.4
		(75x20)xSW5	15.1	16.2
		(75x20)xSW4452	16.7	17.6
		(75x15)xBIG919	15.0	15.1
		(75x15)xPAC984	13.6	15.1
		(75x15)xNK40	14.0	15.2
		(75x15)xSW5	15.5	15.2
		(75x15)xSW4452	15.0	16.1
		(75x10)xBIG919	14.5	15.4
		(75x10)xPAC984	14.8	14.3
		(75x10)xNK40	15.0	13.7
		(75x10)xSW5	14.4	15.3
		(75x10)xSW4452	15.1	16.0
เฉลี่ย			15.1	15.6
C.V.(%)	ระยะปลูก		12.7	7.76
	พันธุ์		7.9	7.41
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	0.94*
	พันธุ์		ns	0.82**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

18. วงรอบฝัก (ซม.)

วงรอบฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 16 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยวงรอบฝัก 14.1 ซม. ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่มีแนวโน้มว่า ที่ระยะปลูก ระยะ 75x20 ซม. มีวงรอบฝักมากที่สุด คือ 14.5 ซม. และที่ระยะ 75x15 ซม. มีวงรอบฝักน้อยที่สุด คือ 13.9 ซม. และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ โดยพันธุ์ที่มีวงรอบฝักมากที่สุด คือ พันธุ์ SW 4452 มีวงรอบฝัก 15.0 ซม.รองลงมาคือพันธุ์ NK40 มีวงรอบฝัก 14.5 ซม. รอบการปลูกที่ 2 พบว่ามีผลเช่นเดียวกันกับรอบการปลูกที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ยวงรอบฝัก 14.9 ซม. ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ โดยพันธุ์ที่มีวงรอบฝักมากที่สุด คือ พันธุ์ SW 4452 มีวงรอบฝัก 15.8 ซม. รองลงมาคือพันธุ์ NK40 มีวงรอบฝัก 15.4 ซม. ส่วนพันธุ์ที่มีวงรอบฝักน้อยที่สุด คือ พันธุ์ BIG 919 มีวงรอบฝัก 14.0 ซม.

ตารางที่ 16 วงรอบฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			14.5	15.1
75x15			13.9	14.9
75x10			14.1	14.7
	BIG919		13.7 b	14.0 d
	PAC984		13.7 b	14.5 c
	NK40		14.5 a	15.4 b
	SW5		13.7 b	14.8 c
	SW4452		15.0 a	15.8 a
		(75x20)xBIG919	14.3	14.2
		(75x20)xPAC984	13.8	14.9
		(75x20)xNK40	15.0	15.6
		(75x20)xSW5	14.1	14.9
		(75x20)xSW4452	15.2	16.1
		(75x15)xBIG919	13.6	13.9
		(75x15)xPAC984	13.6	14.5
		(75x15)xNK40	14.3	15.7
		(75x15)xSW5	13.0	14.8
		(75x15)xSW4452	14.9	15.5
		(75x10)xBIG919	13.4	14.0
		(75x10)xPAC984	13.7	14.2
		(75x10)xNK40	14.3	14.9
		(75x10)xSW5	14.2	14.5
		(75x10)xSW4452	14.9	15.7
เฉลี่ย			14.1	14.9
C.V.(%)	ระยะปลูก		4.6	3.26
	พันธุ์		4.6	2.70
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	ns
	พันธุ์		0.6**	0.36**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

19. จำนวนแถวต่อฝัก

เมล็ดของข้าวโพดเกิดจากละอองเกสรตัวผู้ตกลงบนเส้นไหมและผสมกับไข่ในรังไข่ ประมาณการว่า การผสมเกสรจะเกิดจากการผสมข้ามกัน ร้อยละ 97 เนื่องจาก spikelet ของข้าวโพดเรียงเป็นแถวคู่ ทำให้เมล็ดของข้าวโพดที่ติดบนซัง เกิดเป็นแถวคู่ด้วยโดยปกติมีจำนวนได้ตั้งแต่ 12 ถึง 20 แถว (ราเชนทร์, 2539) จำนวนแถวต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 17 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยจำนวนแถวต่อฝักเท่ากับ 14.4 แถว ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ โดยพันธุ์ที่มีจำนวนแถวต่อฝักมากที่สุด คือ พันธุ์ BIG 919 มีจำนวนแถวต่อฝัก 14.7 แถว รองลงมาคือพันธุ์ SW 4452 มีจำนวนแถวเมล็ดต่อฝัก 14.6 แถว รอบการปลูกที่ 2 พบว่ามีผลเช่นเดียวกันกับรอบการปลูกที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนแถวเมล็ดต่อฝัก 14.0 แถว ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ โดยพันธุ์ที่มีจำนวนแถวต่อฝักมากที่สุด คือ พันธุ์ SW 4452 มีจำนวนแถวต่อฝัก 14.7 แถว รองลงมาคือพันธุ์ NK40 มีจำนวนแถวต่อฝัก 14.2 แถว และพันธุ์ที่มีจำนวนแถวต่อฝักน้อยที่สุดคือพันธุ์ BIG 919 มีจำนวนแถวต่อฝัก 13.6 แถว

ตารางที่ 17 จำนวนแถวต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			14.4	14.3
75x15			14.3	14.1
75x10			14.7	13.7
	BIG919		14.7 a	13.6 b
	PAC984		14.0 b	13.8 b
	NK40		14.2 ab	14.2 ab
	SW5		14.3 ab	13.8 b
	SW4452		14.6 a	14.7 a
		(75x20)xBIG919	15.0	14.0
		(75x20)xPAC984	13.8	13.9
		(75x20)xNK40	14.6	14.2
		(75x20)xSW5	13.9	14.5
		(75x20)xSW4452	14.8	14.7
		(75x15)xBIG919	14.5	13.5
		(75x15)xPAC984	14.0	13.9
		(75x15)xNK40	14.0	14.4
		(75x15)xSW5	14.4	13.7
		(75x15)xSW4452	14.4	14.8
		(75x10)xBIG919	14.7	13.4
		(75x10)xPAC984	14.3	13.5
		(75x10)xNK40	14.0	13.9
		(75x10)xSW5	14.7	13.1
		(75x10)xSW4452	14.6	14.5
เฉลี่ย			14.4	14.0
C.V.(%)	ระยะปลูก		5.24	6.46
	พันธุ์		4.34	3.93
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	ns
	พันธุ์		0.5*	0.51*
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

20. จำนวนเมล็ดต่อแถว

จำนวนเมล็ดต่อแถวของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 18 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อแถวเท่ากับ 34 เมล็ด ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ โดยพันธุ์ที่มีจำนวนเมล็ดต่อแถวมากที่สุด คือ พันธุ์ SW 4452 มีจำนวนเมล็ดต่อแถวเท่ากับ 36.4 เมล็ด รองลงมาคือพันธุ์ BIG 919 พันธุ์ PAC 984 มีจำนวนเมล็ดต่อแถวเท่ากับ 35.5 และ 33.8 เมล็ดตามลำดับ รอบการปลูกที่2 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อแถวเท่ากับ 36 เมล็ด พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์ และระยะปลูก ที่ระยะปลูก 75x20 ซม.มีจำนวนเมล็ดต่อแถวมากที่สุด คือ 38.1 เมล็ด ในส่วนของพันธุ์พบว่า พันธุ์ SW 4452 มีจำนวนเมล็ดต่อแถวมากที่สุดคือ 39.4 เมล็ด รองลงมาคือ พันธุ์ BIG 919 พันธุ์ PAC 984 มีจำนวนเมล็ดต่อแถวเท่ากับ 38.8 และ 37.0 เมล็ดตามลำดับ พันธุ์ NK 40 มีจำนวนเมล็ดต่อแถวน้อยที่สุดคือ 30.5 เมล็ด

ตารางที่ 18 จำนวนเมล็ดต่อแถวของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			35.9	38.1 a
75x15			32.9	35.3 b
75x10			33.1	34.6 b
	BIG919		35.5 a	38.8 a
	PAC984		33.8 b	37.0 b
	NK40		30.8 c	30.5 d
	SW5		33.2 b	34.4 c
	SW4452		36.4 a	39.4 a
		(75x20)xBIG919	37.3	40.9
		(75x20)xPAC984	35.9	40.2
		(75x20)xNK40	33.0	32.1
		(75x20)xSW5	34.6	35.7
		(75x20)xSW4452	38.6	31.7
		(75x15)xBIG919	34.2	38.2
		(75x15)xPAC984	32.8	35.2
		(75x15)xNK40	30.0	30.7
		(75x15)xSW5	33.3	34.1
		(75x15)xSW4452	35.3	38.4
		(75x10)xBIG919	35.2	37.3
		(75x10)xPAC984	33.8	35.7
		(75x10)xNK40	29.4	38.6
		(75x10)xSW5	31.9	33.4
		(75x10)xSW4452	35.3	38.2
เฉลี่ย			34.0	36.0
C.V.(%)	ระยะปลูก		13.8	6.32
	พันธุ์		4.4	4.37
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	1.8**
	พันธุ์		1.5**	1.9**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

21. จำนวนเมล็ดต่อฝัก

จำนวนเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 19 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 488 เมล็ด ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ โดยพันธุ์ SW 4452 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากที่สุดคือ 529 เมล็ด รองลงมาคือพันธุ์ BIG 919 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 524 เมล็ด รอบการปลูกที่2 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 504 เมล็ด พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์ และระยะปลูก ที่ระยะปลูก 75x20 ซม.มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากที่สุด คือ 542 เมล็ด ในส่วนของพันธุ์พบว่าพันธุ์ SW 4452 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากที่สุดคือ 578 เมล็ด รองลงมาคือพันธุ์ BIG 919 พันธุ์ PAC 984 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 529 และ 508 เมล็ดตามลำดับ และพันธุ์ที่มีจำนวนเมล็ดต่อฝักน้อยที่สุดคือ พันธุ์ NK 40 มีจำนวนเมล็ดต่อแถว 30.5 เมล็ด ในรอบการปลูกที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงกว่ารอบการปลูกที่ 1 โดยจำนวนเมล็ดของข้าวโพดมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับสภาพแวดล้อมที่ข้าวโพดได้รับ ทั้งในช่วงก่อนออกดอก และในระยะออกดอก ตลอดจนระยะสร้างเมล็ด ซึ่งจะแตกต่างกัน ระหว่างพันธุกรรมของข้าวโพด (ราเชนทร์, 2539) จำนวนเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดเริ่มต้นจากการพัฒนาของดอกย่อยจนถึงระยะเวลาผสมเกสร และช่วงระยะเวลาการพัฒนาเมล็ดจะเป็นระยะเวลาที่สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการสร้างจำนวนเมล็ดของข้าวโพด โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิของอากาศ และปริมาณความชื้นดิน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างเมล็ดของข้าวโพด (Yamaguchi, 1974) ซึ่งรอบการปลูกที่ 1 จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่ารอบการปลูกที่ 2 จึงทำให้ดอกตัวเมียได้รับการผสมเป็นเมล็ดไม่สมบูรณ์ ทำให้รอบการปลูกที่ 1 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักน้อยกว่ารอบการปลูกที่ 2

ตารางที่ 19 จำนวนเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			516	542 a
75x15			472	495 b
75x10			478	474 b
	BIG919		524 a	529 b
	PAC984		474 b	508 b
	NK40		438 c	431 d
	SW5		476 b	473 c
	SW4452		529 a	578 a
		(75x20)xBIG919	559	571
		(75x20)xPAC984	495	557
		(75x20)xNK40	481	455
		(75x20)xSW5	481	517
		(75x20)xSW4452	562	613
		(75x15)xBIG919	506	515
		(75x15)xPAC984	445	488
		(75x15)xNK40	420	442
		(75x15)xSW5	479	466
		(75x15)xSW4452	519	567
		(75x10)xBIG919	507	500
		(75x10)xPAC984	483	481
		(75x10)xNK40	413	397
		(75x10)xSW5	469	437
		(75x10)xSW4452	516	554
เฉลี่ย			488	504
C.V.(%)	ระยะปลูก		14.3	6.62
	พันธุ์		6.7	4.53
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	25.8**
	พันธุ์		28**	30.7**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

22. เปอร์เซ็นต์กะเทาะ

เปอร์เซ็นต์กะเทาะของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 20 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กะเทาะเท่ากับ 84.4 % ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงที่สุดคือพันธุ์ PAC 984 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะ 87.7 % รอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กะเทาะเท่ากับ 86.1 %ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก โดยในเรื่องของพันธุ์นั้นมีแนวโน้มว่าพันธุ์ PAC 984 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงที่สุดคือ 87.7 % ในรอบการปลูกที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่ารอบการปลูกที่ 1 เนื่องจาก ข้าวโพดที่เก็บฝักเมื่ออายุ 120 วัน ในรอบการปลูกที่ 1 มีปริมาณฝนมาก ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง ส่งผลให้ความชื้นฝักขณะเก็บเกี่ยวสูงตามไปด้วย เมื่อนำมากะเทาะ เปอร์เซ็นต์กะเทาะจึงต่ำกว่ารอบการปลูกที่ 2

ตารางที่ 20 เปอร์เซ็นต์กะเทาะของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			84.8	85.2
75x15			85.6	86.2
75x10			84.1	86.8
	BIG919		84.8 b	85.8
	PAC984		87.7 a	88.0
	NK40		84.3 b	85.3
	SW5		83.0 b	85.2
	SW4452		84.0 b	85.9
		(75x20)xBIG919	84.2	85.4
		(75x20)xPAC984	87.7	86.7
		(75x20)xNK40	84.1	86.5
		(75x20)xSW5	83.0	83.6
		(75x20)xSW4452	85.3	83.8
		(75x15)xBIG919	85.6	84.7
		(75x15)xPAC984	87.0	89.8
		(75x15)xNK40	85.9	82.7
		(75x15)xSW5	84.7	87.2
		(75x15)xSW4452	84.7	86.5
		(75x10)xBIG919	84.5	87.4
		(75x10)xPAC984	88.6	87.4
		(75x10)xNK40	83.0	86.7
		(75x10)xSW5	81.2	85.0
		(75x10)xSW4452	83.2	87.6
เฉลี่ย			84.4	86.1
C.V.(%)	ระยะปลูก		3.5	2.89
	พันธุ์		2.6	4.25
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	ns
	พันธุ์		1.9**	ns
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

23. น้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่ความชื้น 15% (กรัม)

น้ำหนักของเมล็ดข้าวโพดจะเริ่มปรากฏขึ้นเมื่อข้าวโพดได้รับการผสมเกสร ต่อจากนั้นน้ำหนักเมล็ดจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในระยะของ grain filling โดยอุณหภูมิจะเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ด และระยะเวลาของการสร้างน้ำหนักเมล็ด Carter and Poneleit (1973) รายงานว่า สายพันธุ์แต่ละสายพันธุ์ของข้าวโพดจะมีความแตกต่างกัน ในลักษณะช่วงระยะของการสร้างเมล็ด และอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ด ซึ่งลักษณะทั้งสองจะสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ดในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา น้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่ความชื้น 15% (กรัม) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 21 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 272 กรัม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ โดยพันธุ์ NK 40 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุดคือ 306 กรัม รองลงมาคือพันธุ์ SW 5 และพันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเท่ากับ 278 และ 273 กรัม ตามลำดับ รอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเท่ากับ 288 กรัม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก โดยที่ระยะปลูก 75x20 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุด คือ 297 กรัม และพันธุ์ที่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุดคือ พันธุ์ NK 40 มีน้ำหนัก 326 กรัม รองลงมาคือพันธุ์ SW 5 และพันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเท่ากับ 295 และ 279 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 21 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			278	297 a
75x15			270	285 b
75x10			269	280 bc
	BIG919		241 c	270 c
	PAC984		263 b	269 c
	NK40		306 a	326 a
	SW5		278 b	295 b
	SW4452		273 b	279 c
		(75x20)xBIG919	254	270
		(75x20)xPAC984	269	284
		(75x20)xNK40	327	335
		(75x20)xSW5	268	297
		(75x20)xSW4452	271	300
		(75x15)xBIG919	238	273
		(75x15)xPAC984	252	257
		(75x15)xNK40	302	332
		(75x15)xSW5	280	292
		(75x15)xSW4452	276	274
		(75x10)xBIG919	230	267
		(75x10)xPAC984	268	266
		(75x10)xNK40	289	313
		(75x10)xSW5	284	295
		(75x10)xSW4452	272	264
เฉลี่ย			272	288
C.V.(%)	ระยะปลูก		10.2	5.79
	พันธุ์		8.7	1.56
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	12.89**
	พันธุ์		12.5**	11.17**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

24. ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ (กก.) เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 120 วัน

ผลผลิตเมล็ดต่อไร่(กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 22 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดต่อไร่เท่ากับ 1,478 กก.ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีผลผลิตเมล็ดต่อไร่สูงที่สุดคือ พันธุ์ SW 4452 ผลผลิตเมล็ด 1,750 กก.รองลงมาคือพันธุ์ NK 40 ผลผลิตเมล็ด 1,716 กก. ใกล้เคียงกับ รายงานของสรรเสริญ และคณะ (2549) ที่รายงานว่า ข้าวโพดพันธุ์ SW 4452 ปลูกช่วงต้นฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. จะมีผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 1,700 กก./ไร่ และพันธุ์ NK 40 มีผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 1,500 กก./ไร่ รอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดต่อไร่เท่ากับ 1,218 กก. พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก โดยที่ระยะปลูก 75x10 มีผลผลิตเมล็ดต่อไร่มากที่สุดคือ 1,346 กก. และพันธุ์ที่มีผลผลิตเมล็ดต่อไร่มากที่สุดคือพันธุ์ SW 4452 ผลผลิต 1,539 กก. รองลงมาคือพันธุ์ BIG 919 และพันธุ์ NK 40 ผลผลิตเมล็ด 1,239 และ 1,233 กก. ตามลำดับ พบว่า รอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝนนี้ มีผลผลิตเมล็ดสูงกว่าการทดลองของ สรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดไร่ในช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. ในพันธุ์ SW 4452 และพันธุ์ NK 40 มีผลผลิตเมล็ดเท่ากับ 940 กก./ไร่ ส่วนการทดลองของ Thiraporn *et al.* (1992) ซึ่งทดลองปลูกข้าวโพดในช่วงต้นฤดูฝน เปรียบเทียบกับปลายฤดูฝนในปี 2530 และปี 2531 พบว่า ข้าวโพดที่ปลูกปลายฤดูฝน มีผลผลิตเมล็ดต่ำกว่าข้าวโพดที่ปลูกต้นฝน ร้อยละ 33.3 และ 22.6 ตามลำดับ เนื่องจากในช่วงต้นฤดูฝนท้องฟ้าจะแจ่มใสกว่าในปลายฤดูฝนที่ท้องฟ้ามีเมฆครึ้ม ซึ่งประสิทธิภาพของการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพดจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงเป็นสำคัญ ซึ่งการสังเคราะห์แสงนี้จะเกิดขึ้นมากหรือน้อย ขึ้นกับดัชนีพื้นที่ใบของต้นข้าวโพดเอง การเพิ่มจำนวนใบต่อพื้นที่ด้วยการเพิ่มอัตราปลูก จะทำให้ข้าวโพดมีพื้นที่การสังเคราะห์แสงมากขึ้น จนถึงจุดๆหนึ่งที่ดัชนีพื้นที่ใบสูงเกินไป จะทำให้การหายใจของข้าวโพดเพิ่มมากขึ้น มีผลให้ผลผลิตเมล็ดลดลง (ราเชนทร์, 2539)

ตารางที่ 22 ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			1,499	1,026 b
75x15			1,485	1,245 ab
75x10			1,479	1,346 a
	BIG919		1,275 c	1,239 b
	PAC984		1,464 b	995 c
	NK40		1,716 a	1,233 b
	SW5		1,230 c	1,023 b
	SW4452		1,750 a	1,539 a
		(75x20)xBIG919	1,182	975
		(75x20)xPAC984	1,449	743
		(75x20)xNK40	1,800	1,106
		(75x20)xSW5	1,249	861
		(75x20)xSW4452	1,809	1,439
		(75x15)xBIG919	1,373	1,304
		(75x15)xPAC984	1,405	1,070
		(75x15)xNK40	1,778	1,267
		(75x15)xSW5	1,182	1,048
		(75x15)xSW4452	1,685	1,539
		(75x10)xBIG919	1,271	1,437
		(75x10)xPAC984	1,538	1,173
		(75x10)xNK40	1,571	1,327
		(75x10)xSW5	1,259	1,154
		(75x10)xSW4452	1,755	1,636
เฉลี่ย			1,487	1,218
C.V.(%)	ระยะปลูก		9.4	17.16
	พันธุ์		12.6	10.81
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	161.67**
	พันธุ์		130.6**	105.0
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

25. เปอร์เซ็นต์ความชื้นต้น (อายุ 25 วันหลังออกไหม)

เปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 23 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นเท่ากับ 70 % ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นสูงที่สุดคือพันธุ์ SW 4452 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้น 73.0 % รองลงมาคือพันธุ์ NK 40 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้น 71.1 % พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นสูงกว่าการทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดไร่ช่วงต้นฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. และตัดเมื่อข้าวโพดอยู่ในระยะแป้งแข็งประมาณ 2 ใน 3 ของเมล็ดในพันธุ์ SW 4452 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 62.1 % และพันธุ์ NK 40 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 56.6 % ส่วนรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นเท่ากับ 77.4 % ให้ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับรอบการปลูกที่1ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในเรื่องของพันธุ์ โดยพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นสูงที่สุดคือพันธุ์ SW 4452 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้น 77.4 % รองลงมาคือพันธุ์ NK 40 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้น 77.0 % พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นสูงกว่าการทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. และตัดเมื่อข้าวโพดอยู่ในระยะแป้งแข็งประมาณ 2 ใน 3 ของเมล็ดในพันธุ์ SW 4452 และพันธุ์ NK 40 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 52.8 และ 45.2 % ตามลำดับ สายัณห์ (2547) กล่าวว่า ความชื้นที่เหมาะสมต่อการทำหญ้าหมัก อยู่ระหว่าง 60-75 % ถ้าปริมาณความชื้นต่ำกว่า 60 % การอัดแน่นของพืชหมักจะไม่ดี ขึ้นราได้ง่าย และถ้าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่า 75 % ก็มีโอกาสทำให้คุณภาพของหญ้าหมักไม่ดี เพราะของเหลวที่ไหลออกมาจากพืชที่กำลังหมัก ทำให้สูญเสียกรดและธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคาร์โบไฮเดรต จากการทดลองแม้ว่ารอบการปลูกที่ 2 จะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่สูงกว่า 75 % แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของพืชหมักที่ดี

ตารางที่ 23 เปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นของข้าวโพดไร่ทั้ง 5พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			71.3	76.6
75x15			70.0	76.5
75x10			69.9	76.4
	BIG919		69.9 bc	74.8 b
	PAC984		68.7 c	76.6 a
	NK40		71.1 ab	77.0 a
	SW5		70.9 b	76.9 a
	SW4452		73.0 a	77.4 a
		(75x20)xBIG919	70.7	73.9
		(75x20)xPAC984	69.7	76.2
		(75x20)xNK40	72.5	77.5
		(75x20)xSW5	70.2	78.2
		(75x20)xSW4452	73.6	77.5
		(75x15)xBIG919	69.5	75.4
		(75x15)xPAC984	68.8	77.4
		(75x15)xNK40	70.1	76.4
		(75x15)xSW5	69.8	76.0
		(75x15)xSW4452	71.8	77.6
		(75x10)xBIG919	65.1	75.2
		(75x10)xPAC984	67.6	76.2
		(75x10)xNK40	70.6	77.3
		(75x10)xSW5	72.7	76.6
		(75x10)xSW4452	73.6	77.2
เฉลี่ย			70.0	76.6
C.V.(%)	ระยะปลูก		3.6	2.82
	พันธุ์		4.9	2.17
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	ns
	พันธุ์		1.98**	1.58**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

26. น้ำหนักสดต่อต้น (กก.) (อายุ 25 วันหลังออกไหม)

น้ำหนักสดต่อต้นของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 24 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นเท่ากับ 0.75 กก.ในเรื่องของระยะปลูกพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระยะปลูก 75x20 ซม. มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุดคือ 0.89 กก. และที่ระยะปลูก 75x10 ซม. มีน้ำหนักสดต่อต้นต่ำที่สุดคือ 0.65 กก. ในเรื่องของพันธุ์นั้นพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยพันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุดคือ 0.82 กก. รองลงมาคือพันธุ์ SW 5 มีน้ำหนักสดต่อต้น 0.75 กก. และพันธุ์ที่มีน้ำหนักสดต่อต้นต่ำที่สุดคือ พันธุ์ BIG 919 มีน้ำหนักสดต่อต้น 0.70 กก. พบว่า มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงกว่า การทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดไร่ช่วงต้นฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. และตัดเมื่อข้าวโพดอยู่ในระยะแป้งแข็งประมาณ 2 ใน 3 ของเมล็ด ในพันธุ์ SW 4452 และพันธุ์ SW 5 มีน้ำหนักสดต่อต้นเท่ากับ 0.59 และ 0.57 กก.ต่อต้น ตามลำดับ ส่วนรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นเท่ากับ 0.63 กก. ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก แต่มีแนวโน้มว่าที่ระยะปลูก 75x20 ซม. จะมีน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุด และ พันธุ์ SW 4452 ก็มีแนวโน้มว่าจะมีน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุดเช่นเดียวกับรอบการปลูกที่ 1 โดยมีน้ำหนักสดต่อต้น เท่ากับ 0.71 กก. รองลงมาคือพันธุ์ SW 5 มีน้ำหนักสดเท่ากับ 0.66 กก.ต่อต้น ซึ่งสูงกว่าการทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดไร่ช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. และตัดเมื่อข้าวโพดอยู่ในระยะแป้งแข็งประมาณ 2 ใน 3 ของเมล็ด ในพันธุ์ SW 4452 และพันธุ์ SW 5 มีน้ำหนักสดต่อต้นเท่ากับ 0.35 และ 0.32 กก.ต่อต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 24 น้ำหนักสดต่อต้น (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			0.89 a	0.71
75x15			0.71 b	0.61
75x10			0.65 b	0.57
	BIG919		0.70 b	0.57
	PAC984		0.73 b	0.61
	NK40		0.74 b	0.61
	SW5		0.75 ab	0.66
	SW4452		0.82 a	0.71
		(75x20)xBIG919	0.83	0.62
		(75x20)xPAC984	0.89	0.71
		(75x20)xNK40	0.92	0.74
		(75x20)xSW5	0.85	0.72
		(75x20)xSW4452	0.95	0.79
		(75x15)xBIG919	0.67	0.62
		(75x15)xPAC984	0.70	0.56
		(75x15)xNK40	0.65	0.56
		(75x15)xSW5	0.76	0.63
		(75x15)xSW4452	0.77	0.69
		(75x10)xBIG919	0.61	0.47
		(75x10)xPAC984	0.61	0.57
		(75x10)xNK40	0.66	0.52
		(75x10)xSW5	0.65	0.64
		(75x10)xSW4452	0.74	0.68
เฉลี่ย			0.75	0.63
C.V.(%)	ระยะปลูก		15.1	25.89
	พันธุ์		9.8	14.29
LSD0.05	ระยะปลูก		0.088**	ns
	พันธุ์		0.071*	ns
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

27. น้ำหนักแห้งต่อต้น (กก.) (อายุ 25 วันหลังออกไหม)

น้ำหนักแห้งต่อต้น (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 25 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต่อต้นเท่ากับ 0.25 กก. ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก แต่มีแนวโน้มว่าที่ระยะปลูก 75x20 ซม. จะมีน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงที่สุดคือ 0.25 กก. และพันธุ์ SW4452 SW5 และ PAC 984 ก็มีแนวโน้มว่าจะมีน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงที่สุดคือ 0.24 กก. พบว่า มีน้ำหนักแห้งต่อต้นใกล้เคียงกับการทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดไร่ช่วงต้นฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. และตัดเมื่อข้าวโพดอยู่ในระยะแป้งแข็งประมาณ 2 ใน 3 ของเมล็ด ในพันธุ์ SW 4452 และพันธุ์ SW 5 มีน้ำหนักแห้งต่อต้นเท่ากับ 0.23 และ 0.22 กก.ต่อต้น ตามลำดับ ส่วนรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต่อต้นเท่ากับ 0.14 กก. ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูกเช่นเดียวกับรอบการปลูกที่1 แต่มีแนวโน้มว่าที่ระยะปลูก 75x20 ซม. จะมีน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงที่สุดคือ 0.17 กก. และพันธุ์ SW 4452 ก็มีแนวโน้มว่าจะมีน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงที่สุดคือ 0.16 กก. รองลงมาคือพันธุ์ SW 5 มีน้ำหนักแห้งต่อต้นเท่ากับ 0.15 กก.ต่อต้น ใกล้เคียงกับการทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดไร่ช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. และตัดเมื่อข้าวโพดอยู่ในระยะแป้งแข็งประมาณ 2 ใน 3 ของเมล็ด ในพันธุ์ SW 4452 และพันธุ์ SW 5 มีน้ำหนักแห้งต่อต้นเท่ากับ 0.16 และ 0.15 กก.ต่อต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 25 น้ำหนักแห้งต่อต้น (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			0.25	0.17
75x15			0.21	0.14
75x10			0.22	0.13
	BIG919		0.22	0.14
	PAC984		0.24	0.14
	NK40		0.22	0.14
	SW5		0.24	0.15
	SW4452		0.24	0.16
		(75x20)xBIG919	0.25	0.16
		(75x20)xPAC984	0.27	0.17
		(75x20)xNK40	0.25	0.17
		(75x20)xSW5	0.26	0.16
		(75x20)xSW4452	0.25	0.17
		(75x15)xBIG919	0.21	0.15
		(75x15)xPAC984	0.22	0.13
		(75x15)xNK40	0.19	0.13
		(75x15)xSW5	0.23	0.15
		(75x15)xSW4452	0.21	0.15
		(75x10)xBIG919	0.21	0.12
		(75x10)xPAC984	0.23	0.14
		(75x10)xNK40	0.21	0.11
		(75x10)xSW5	0.23	0.15
		(75x10)xSW4452	0.24	0.16
เฉลี่ย			0.25	0.14
C.V.(%)	ระยะปลูก		28.1	28.52
	พันธุ์		8.8	16.03
LSD0.05	ระยะปลูก		ns	ns
	พันธุ์		ns	ns
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

28. น้ำหนักสดต่อไร่ (ตัน) (อายุ 25 วันหลังออกไหม)

น้ำหนักสดต่อไร่ (ตัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 26 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อไร่เท่ากับ 4.47 ตันในเรื่องของระยะปลูกพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระยะปลูก 75x10 ซม.มีน้ำหนักสดต่อไร่สูงที่สุดคือ 4.65 ตัน เนื่องจากมีจำนวนต้นต่อไร่มากกว่าระยะปลูกอื่นๆ ส่วนในเรื่องของพันธุ์นั้นพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยพันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนักสดต่อไร่สูงที่สุดคือ 4.91 ตัน รองลงมาคือ พันธุ์ NK 40 มีน้ำหนักสดต่อไร่ 4.63 ตัน และพันธุ์ที่มีน้ำหนักสดต่อไร่ต่ำที่สุดคือ พันธุ์ BIG 919 มีน้ำหนักสดต่อไร่ 4.0 ตัน ซึ่งพบว่าต่ำกว่า การทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การทดลองปลูกข้าวโพดไร่ช่วงต้นฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. ในพันธุ์ SW 4452 และพันธุ์ NK 40 พบว่า มีน้ำหนักต้นสดต่อไร่ เท่ากับ 7.44 และ 6.29 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อไร่เท่ากับ 6.9 ตัน ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติในเรื่องของระยะปลูกแต่ก็มีแนวโน้มว่าที่ระยะปลูก 75x10 ซม.จะมีน้ำหนักสดต่อไร่สูงที่สุด แต่ในส่วนของพันธุ์นั้นพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พันธุ์ที่มีน้ำหนักสดต่อไร่สูงที่สุดคือพันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนัก7.4 ตัน รองลงมาคือ พันธุ์ NK 40 มีน้ำหนักสดต่อไร่ 7.0 ตัน พันธุ์ที่มีน้ำหนักสดต่อไร่ต่ำที่สุดคือพันธุ์ BIG 919 มีน้ำหนัก 6.4 ตัน พบว่า มีค่าสูงกว่า การทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดไร่ในช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. ในพันธุ์ SW 4452 และพันธุ์ NK 40 มีน้ำหนักต้นสดต่อไร่เท่ากับ 4.39 และ 4.03 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 26 น้ำหนักสดต่อไร่ (ตัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			4.41 b	6.7
75x15			4.34 b	6.9
75x10			4.65 a	7.0
	BIG919		4.0 c	6.4 c
	PAC984		4.36 bc	6.8 b
	NK40		4.63 ab	7.0 ab
	SW5		4.43 b	6.7 bc
	SW4452		4.91 a	7.4 a
		(75x20)xBIG919	3.89	6.2
		(75x20)xPAC984	4.36	6.6
		(75x20)xNK40	4.62	6.7
		(75x20)xSW5	4.44	6.8
		(75x20)xSW4452	4.79	7.3
		(75x15)xBIG919	4.10	6.2
		(75x15)xPAC984	4.26	6.6
		(75x15)xNK40	4.31	7.2
		(75x15)xSW5	4.20	6.8
		(75x15)xSW4452	4.88	7.6
		(75x10)xBIG919	4.08	6.8
		(75x10)xPAC984	4.48	7.3
		(75x10)xNK40	4.96	7.1
		(75x10)xSW5	4.67	6.4
		(75x10)xSW4452	5.06	7.4
เฉลี่ย			4.47	6.9
C.V.(%)	ระยะปลูก		6.5	11.9
	พันธุ์		6.2	8.8
LSD0.05	ระยะปลูก		0.22*	ns
	พันธุ์		0.40**	0.53**
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

29. น้ำหนักแห้งต่อไร่ (ตัน) (อายุ 25 วันหลังออกไหม)

น้ำหนักแห้งต่อไร่ (ตัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน ได้แก่ 75x20 75x15 และ 75x10 ซม. ทดลอง 2 รอบการปลูก คือ รอบการปลูกที่ 1 ต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ย.48) และรอบการปลูกที่ 2 ปลายฤดูฝน (ต.ค.48-ก.พ.49) ดังตารางที่ 27 จากการทดลองพบว่า รอบการปลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต่อไร่เท่ากับ 1.32 ตัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของระยะปลูก โดยที่ระยะ 75x10 ซม. มีน้ำหนักแห้งต่อไร่สูงที่สุดคือ 1.38 ตัน เนื่องจากมีจำนวนต้นต่อไร่ที่มากกว่าระยะปลูกอื่นๆ รองลงมาคือที่ระยะ 75x15 และ 75x20 ซม.ตามลำดับ ส่วนในเรื่องของพันธุ์นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งต่อไร่มากที่สุดคือ พันธุ์ PAC 984 มีน้ำหนักแห้ง 1.36 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่พันธุ์ NK 40 และพันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.33 และ 1.32 ตันต่อไร่ ตามลำดับ พบว่า ต่ำกว่าการทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดไร่ช่วงต้นฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. ในพันธุ์ NK 40 และพันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนักแห้งต่อไร่เท่ากับ 2.73 และ 2.82 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนรอบการปลูกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต่อไร่เท่ากับ 1.60 ตัน ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในเรื่องของพันธุ์และระยะปลูก แต่มีแนวโน้มว่าที่ระยะ 75x10 ซม.จะมีน้ำหนักแห้งต่อไร่สูงที่สุดรองลงมาคือที่ระยะ 75x15 และ 75x20 ซม.ตามลำดับเช่นเดียวกับรอบการปลูกที่1 โดยพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งต่อไร่มากที่สุดคือ พันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.7 ตันต่อไร่ รองลงมาคือ พันธุ์ NK 40 BIG 919 และพันธุ์ PAC 984 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.6 ตันต่อไร่ เท่ากัน พบว่าน้ำหนักแห้งต่อไร่ในการปลูกปลายฤดูฝนนี้ต่ำกว่าการทดลองของสรรเสริญและคณะ (2549) ที่รายงานว่า การปลูกข้าวโพดไร่ในช่วงปลายฤดูฝน โดยใช้ระยะปลูก 75x17 ซม. ในพันธุ์ SW 4452 มีน้ำหนักแห้งต่อไร่เท่ากับ 2.07 ตันต่อไร่ ส่วนพันธุ์ NK 40 มีน้ำหนักแห้งต่อไร่เท่ากับ 2.21 ตันต่อไร่

ตารางที่ 27 น้ำหนักแห้งต่อไร่ (ตัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

ระยะปลูก	พันธุ์	ระยะปลูกxพันธุ์	รอบการปลูกที่	
(ซม.)			1	2
75x20			1.26b	1.56
75x15			1.32ab	1.60
75x10			1.38a	1.65
	BIG919		1.29	1.60
	PAC984		1.36	1.60
	NK40		1.33	1.60
	SW5		1.29	1.50
	SW4452		1.32	1.70
		(75x20)xBIG919	1.14	1.60
		(75x20)xPAC984	1. 32	1.60
		(75x20)xNK40	1.27	1.50
		(75x20)xSW5	1.33	1.50
		(75x20)xSW4452	1.27	1.60
		(75x15)xBIG919	1.32	1.50
		(75x15)xPAC984	1.32	1.50
		(75x15)xNK40	1.29	1.70
		(75x15)xSW5	1.27	1.60
		(75x15)xSW4452	1.38	1.70
		(75x10)xBIG919	1.42	1.70
		(75x10)xPAC984	1.44	1.70
		(75x10)xNK40	1.45	1.60
		(75x10)xSW5	1.27	1.50
		(75x10)xSW4452	1.32	1.70
เฉลี่ย			1.32	1.60
C.V.(%)	ระยะปลูก		8.5	14.29
	พันธุ์		13.4	11.92
LSD0.05	ระยะปลูก		0.074*	ns
	พันธุ์		ns	ns
	ระยะปลูกxพันธุ์		ns	ns

ns (non significant) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % , ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

สรุป

1. จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ พบว่า ข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ทุกๆ ระยะปลูก มีค่าใกล้เคียงกันทั้งรอบการปลูกที่ 1 และรอบการปลูกที่ 2 โดยมีค่า pH เท่ากับ 4.1 และ 3.9 เปอร์เซ็นต์กรดบิวทิริก และเปอร์เซ็นต์แอมโมเนียไนโตรเจนมีค่าเท่ากันทั้ง 2 รอบการปลูก คือ 0.02 และ 0.5 % ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก มีค่าเท่ากับ 4.2 และ 7.9 % ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของพืชหมักที่ดี

2. ระยะปลูกแต่ละระยะให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่ใกล้เคียงกัน ข้าวโพดไร่ที่ปลูกปลายฤดูฝนจะมีน้ำหนักสดสูงกว่าข้าวโพดที่ปลูกต้นฤดูฝน การปลูกระยะ 75x10 ซม. แม้จะมีจำนวนต้นต่อไร่สูง แต่ก็มีน้ำหนักต่อต้นต่ำกว่าการปลูกระยะ 75x15 และ 75x20 ซม. ดังนั้น ผลผลิตน้ำหนักสดจึงมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนพันธุ์ที่มีน้ำหนักสดสูงที่สุดคือ พันธุ์ SW 4452 รองลงมาคือ พันธุ์ NK 40

3. ระยะปลูกแต่ละระยะจะมีผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ข้าวโพดไร่ที่ปลูกช่วงต้นฤดูฝน จะมีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการปลูกช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งระยะปลูกมีผลต่อผลผลิตเมล็ด โดยพันธุ์แต่ละพันธุ์ก็จะมีผลผลิตเมล็ดที่แตกต่างกันออกไป พันธุ์ที่มีผลผลิตเมล็ดสูงที่สุดคือ พันธุ์ SW 4452 ซึ่งมีผลผลิตเมล็ดในการปลูกช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน เท่ากับ 1,750 และ 1,539 กก.ต่อไร่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2547. **มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมัก.** ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **โครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อล้านครอบครัว.** รายละเอียดโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ. แหล่งที่มา: www.dld.go.th, 18 กันยายน 2548.

_____. 2549. **สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ปี 2548.** แหล่งที่มา: www.dld.go.th, 19 พฤษภาคม 2549.

กรมวิชาการเกษตร. 2549. **ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.** ฐานความรู้ด้านพืช. แหล่งที่มา: www.doa.go.th, 2 มีนาคม 2549.

กอบแก้ว ตราคงสิน. 2535. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน.** ครั้งที่ 1. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ฉันทนา น่วมนวล, สมคิด พรหมมา, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2543. การหาอายุตัดที่เหมาะสมและผลของการเสริมยูเรียเพื่อผลิตข้าวโพดหมักคุณภาพดี, น. 141-147. *ใน* **การประชุมวิชาการ (สาขาสัตว์) ครั้งที่ 38.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ. 2549. **สุวรรณ 4452 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ใหม่.** ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครราชสีมา.

ณัฏฐิกา บูรณะคงคาตรี. 2548. **อิทธิพลของคุณภาพน้ำทิ้งและการใช้ปุ๋ยต่อองค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพดฝักอ่อนหมัก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทองเลียน บัวจูม. 2541. **การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ย่อยสลายเพื่อใช้ปรับปรุงคุณภาพพืชอาหารสัตว์หมัก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทวี แก้วคง. 2527. **โภชนศาสตร์สัตว์เบื้องต้นและการให้อาหารสัตว์.** ครั้งที่ 2. เกษตรไทย, กรุงเทพฯ.

นฤมล วงศ์เจริญ, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และ สมคิด พรหมมา. 2544. การย่อยได้และพลังงานของข้าวโพดหมักในโคนม, น. 129-135. *ใน* **การประชุมวิชาการ (สาขาสัตว์) ครั้งที่ 39.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิวัติ เรืองพานิช. 2537. **วิทยาศาสตร์ทุ่งหญ้า. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2525. **คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์.** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, สมคิด พรหมมา, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ. 2544. การผลิตข้าวโพดหมักคุณภาพดีในเชิงพานิชย์สำหรับสหกรณ์, น. 196-199. *ใน* **รายงานการสัมมนาและเสวนาวิชาการงานแสดงเทคโนโลยีการเกษตรเพื่ออินโดจีน**. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

บุญฤา วิไลพล. 2528. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อนและการจัดการ.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ประกอบ จันทร์อร่าม. 2529. **ผลของอัตราปลูกและฤดูปลูกต่อลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เมธา วรรณพัฒน์. 2529. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พรชัย ล้อวิลัย, ยงยศ ไทรงาม และ บุญฤา วิไลพร. 2545. การศึกษาอิทธิพลของความยาวของชิ้นหญ้าที่มีต่อคุณภาพของหญ้าหมัก. **แก่นเกษตร** 30 (4): 63-70

เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์, จินดา สนิทวงศ์ และ คง ภักดีมี. 2539. การใช้ประโยชน์ต้นข้าวโพดหลังเก็บฝักเป็นอาหารสัตว์สำหรับโครีดนม, *ใน* **รายงานผลการวิจัยประจำปี 2539** . กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ราเชนทร์ ถิระพร. 2539. **ข้าวโพด.** ครั้งที่ 1. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ และ วรรณา อ่างทอง. 2541. รายงานเบื้องต้นสภาพการจัดการด้านอาหารโคเนื้อและโคนมของเกษตรกรในพื้นที่ 11 จังหวัดภาคกลาง, น. 295-320. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยประจำปี** . กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2541. ผลของการใช้พืชอาหารสัตว์สดและอาหารหยาบผสมอัดก้อนต่อผลผลิตโคนมในช่วงกลางระยะให้นมในฤดูฝน, น. 179-187. *ใน* **การประชุมวิชาการเกษตรภาคเหนือ ครั้งที่ 2.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศานิต เก้าเอี้ยน และ ศรัณย์ วรรธนัจฉริยา. 2547. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำแนกตามระยะปลูกในจังหวัดสระแก้วปีการเพาะปลูก 2545/46, น. 332-337. *ใน* **การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง ครั้งที่ 1.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครนายก.

ศุภมาศ โชติเมธีภิรมย์, ชัยณรงค์ คันธพนิต และ สายัณห์ ทัดศรี. 2535. ผลของการเติมเอนไซม์ต่อการเก็บรักษาและคุณค่าทางอาหารของหญ้าขน, น. 197-203. *ใน* **การประชุมวิชาการ (สาขาสัตว์) ครั้งที่ 30.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมเกียรติ ประสานพานิช, ลักษณ์ เพียซ้าย, ศิริรัตน์ บัวผัน และ ณรงค์ สิงบุระอุดม. 2549. ผลของกระถินระดับต่างๆในต้นข้าวโพดหวานหมักต่อการกินได้ของแพะ, น. 267-271. *ใน* **การประชุมเชิงปฏิบัติการ โครงการวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง ครั้งที่ 2.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครนายก.

สมคิด พรหมมา, ฉันทนา น่วมนวล, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2542. ผลของการใช้สารเคมีและวิธีบรรจุข้าวโพดหมักเพื่อป้องกันการหมักระยะที่สอง, น. 189-196. *ใน* **การประชุมวิชาการเกษตรภาคเหนือ ครั้งที่ 2.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์. 2549. **ลักษณะประจำพันธุ์แปซิฟิค 984.** แหล่งที่มา: www.thasta.com, 26 มีนาคม 2549.

สรรเสริญ จำปาทอง, ฉัตรพงศ์ บาลลา, ประพนธ์ บุญรำพรรณ และ สมบัติ อ่ำสุด. 2549. การประเมินพันธุ์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาข้าวโพดตัดสด, น. 8-15. *ใน* **การประชุมเชิงปฏิบัติการ โครงการวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง ครั้งที่ 2.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครนายก.

สายัณห์ ทัดศรี. 2540. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิตและการจัดการ.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สายชิม แสงโชติ และ นวลมณี กาญจนพิบูลย์. 2535. **การหมักต้นและเศษเหลือของข้าวโพดฝักอ่อนเสริมด้วยใบกระถินโดยใช้ถุงหมักเพื่อใช้เป็นอาหารโคนม.** กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. **การเกษตรของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ.

อารีย์ วรัญญูวัฒก์. 2536. **พืชอาหารสัตว์ : หลักและปฏิบัติการ.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุษา พรพงษ์. 2536. **การศึกษาอิทธิพลของหญ้าหมักที่ทำจากพืชอาหารสัตว์ต่างชนิดกันต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของแกะขุน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำนาจ เจรีรัตน์. 2540. **การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียกรดแลคติกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการหมักไซเลจ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists 15th edition.** Arlington Verginia, USA.

AcQuaah, G. 2002. **Principle of crop production:Theory,Techniques,and Technology.** Upper Saddle River, New Jersey.

Bal, M.A., J.R. Coor and R.D. Shaver. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. **J. Dairy Sci.** 80: 2497-2503.

Blickstad, E. 1983. Growth and end product formation of two psychotrophic *Lactobacillus* spp. and *Brochothrix thermophacta* ATCC 11509 at different pH values and temperatures. **Appl.Environ.Microbiol.** 46: 1345-1350.

Bolsen, K.K., J.L. Curtis, C.J. Lin and J.T. Dickerson. 1990. Silage inoculants and indigenous micro flora with emphasis on alfalfa, pp. 431-443. *In* T.P. Lyons, ed. **Biotechnology in the feed industry proceedings of Allteoh's sixth annual symposium** . Alltech Technical Publication, Kentucky.

Carter, M.W. and C.G. Ponleit. 1973. Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L.). **Crop Sci.** 13: 436-439.

Chen, J., M.R. Strokes and C.R. Wallace. 1994. Effect of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of haycrop and corn silages. **J. Dairy Sci.** 77: 501-512.

Frame, N.D. 1994. Dry matter level effects on alfalfa silage quality 1. nitrogen transformations. **Trans. ASAE.** 30: 7-14.

McDonal, P. 1981. **The Biochemistry of Silage.** John Wiley and sons Ltd., New York.

McDonal, P., N. Henderson and S. Heron. 1991. **The Biochemistry of Silage.** Chalcombe Publications, Aberystwyth.

Muck, R.E. 1991. Silage Fermentation, pp. 171-204. *In* J.G. Zeikus and E.A. Johnson, eds. **Mixed Cultures in Biotechnology** . McGraw-Hill, New York.

Thiraporn, R., P. Weerathaworn, S. Faungfupong, S. Chaochong, P. Rungchang, K. Kongjuntuek and N. Koonklang. 1992. Crop Production and Soil Management Practices for Improving Yield of Corn and Sorghum, *In* **Thai National Corn and Sorghum Reporting Session 23. ed.** Kasetsart University, Bangkok.

Skerman, P.J. and F. Riveros. 1990. **Tropical grasses.** Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy.

Stokes, M.R. 1992. Effect of enzymes, an inoculant, and their interaction on silage fermentation and daily production. **J. Dairy Sci.** 75: 764-773.

Takano, N. 1972. Grassland farming part 4, Silage ASPAC-FETC. **Extension Buletin** vol. 23

Van Soest, P.J. 1969. **Nutritional ecology of the ruminant : ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers**. Cornell University, New York.

Wilkinson, J.M. 1983. Silage made from tropical and temperate crop Part 2 Technique for improving the nutritive value of silage. **Work animal Review** 45: 42.

Woolford, M.K. and G. Pahlow. 1998. The silage fermentation, pp. 75-102. *In* B.I.B. Wood, ed. **Microbiology of Fermented Foods.** T.J. International Ltd., Padstow Cornwall, UK.

Yamaguchi, J. 1974. Variation traits limiting the grain yield of tropical maize. **Soil Sci Plant Nutr.** 20: 69-78.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้น (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	1569.74**	141.206
Main plot (A)	2	68.3105	28.3625
Error (a)	6	52.5701	75.7014
Sub plot (B)	4	617.220**	649.485**
A X B	8	74.6247	67.1385
Error (b)	36	57.6521	71.9597
Total	59	174.621	112.884

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงตำแหน่งฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	325.961*	75.7153
Main plot (A)	2	70.2932	31.2042
Error (a)	6	47.0047	41.6819
Sub plot (B)	4	1452.57**	1059.34**
A X B	8	38.7075	16.2094
Error (b)	36	32.3102	38.9570
Total	59	147.180	106.935

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุออกดอกตัวผู้ 50 % (วัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	2.41667*	0.755556
Main plot (A)	2	0.116667	0.350000
Error (a)	6	0.250000	0.505556*
Sub plot (B)	4	19.2917**	30.3083**
A X B	8	0.366667	0.183333
Error (b)	36	0.319445	0.325000
Total	59	1.70480	2.37966

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุออกไหม 50 % (วัน) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	1.17778	0.994445
Main plot (A)	2	3.61667	0.516667
Error (a)	6	1.32778*	0.894444*
Sub plot (B)	4	15.3583**	34.9417**
A X B	8	0.595833	0.391667
Error (b)	36	0.527778	0.330555
Total	59	1.76158	2.78277

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดไร่ ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	0.00837778	0.0176644
Main plot (A)	2	0.621635**	0.193807**
Error (a)	6	0.0322394**	0.0076711
Sub plot (B)	4	0.0123442	0.0364558**
A X B	8	0.0130267	0.0010483
Error (b)	36	0.00630363	0.00655639
Total	59	0.0312264	0.0148623

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	0.152167	0.0164445
Main plot (A)	2	0.0740000	0.318500*
Error (a)	6	0.126000**	0.0549444
Sub plot (B)	4	0.273167**	0.404333**
A X B	8	0.0356667	0.0587083
Error (b)	36	0.0297222	0.0522500
Total	59	0.0645508	0.0844746

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวฝักทั้งหมด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	2.21800	10.2902*
Main plot (A)	2	4.44017	17.5482**
Error (a)	6	2.77217**	1.11839
Sub plot (B)	4	1.37542	7.53642**
A X B	8	1.10579	1.85504
Error (b)	36	0.656889	0.886500
Total	59	1.18921	2.53521

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวฝักติดเมล็ด (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	4.10194	11.7686*
Main plot (A)	2	8.59517	15.4722*
Error (a)	6	3.65628**	1.47128
Sub plot (B)	4	1.37058	4.88600**
A X B	8	1.41121	1.33863
Error (b)	36	0.685667	0.982750
Total	59	1.57440	2.38491

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนวงรอบฝัก (ซม.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	1.85439	3.88622**
Main plot (A)	2	1.71467	1.13017
Error (a)	6	0.422889	0.235722
Sub plot (B)	4	4.06792**	5.70858**
A X B	8	0.424667	0.161833
Error (b)	36	0.523528	0.187972
Total	59	0.848234	0.783548

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนแถวต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	0.493334	0.0213333
Main plot (A)	2	0.224000	1.73600
Error (a)	6	0.565333	0.818666
Sub plot (B)	4	0.984000*	2.14667**
A X B	8	0.394000	0.302667
Error (b)	36	0.370222	0.384000
Total	59	0.436203	0.564068

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเมล็ดต่อแถวของข้าวโพดไร่ ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	15.0042	45.1207*
Main plot (A)	2	54.2652	66.8007**
Error (a)	6	21.9812**	5.17133
Sub plot (B)	4	57.1202**	161.737**
A X B	8	2.22892	2.47984
Error (b)	36	3.24578	5.33277
Total	59	10.9930	19.6400

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	5305.88	9869.8*
Main plot (A)	2	11238.0	24695.4**
Error (a)	6	4848.62**	1113.1
Sub plot (B)	4	17487.5**	36919.1**
A X B	8	1067.02	520.0
Error (b)	36	1147.09	1371.0
Total	59	3174.02	4862.2

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การกะเทาะของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	9.74888	1.99755
Main plot (A)	2	10.5855	13.0160
Error (a)	6	8.90306	6.16955
Sub plot (B)	4	37.2973**	14.8417
A X B	8	4.88113	13.3570
Error (b)	36	5.16250	11.1496
Total	59	8.10041	10.7907

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	855.350	173.128
Main plot (A)	2	520.317	1442.92*
Error (a)	6	776.783**	277.494
Sub plot (B)	4	6731.77**	6819.44**
A X B	8	558.442*	358.729
Error (b)	36	228.472	182.067
Total	59	811.644	712.884

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตเมล็ดต่อไร่ (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	397167.**	145938.
Main plot (A)	2	1902.12	533561.**
Error (a)	6	19374.4	43687.1*
Sub plot (B)	4	698819.**	570945.**
A X B	8	34827.6	17331.0
Error (b)	36	24881.8	16050.5
Total	59	89511.7	80529.7

ตารางผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์ความชื้นต้นของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	17.6173	21.4682
Main plot (A)	2	12.4952	0.134000
Error (a)	6	6.25317	4.64600
Sub plot (B)	4	43.1140**	12.4236*
A X B	8	11.8954	2.77046
Error (b)	36	5.73748	3.66395
Total	59	9.99203	5.02218

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดต่อต้น (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	0.0199711	0.00979555
Main plot (A)	2	0.301340**	0.105260
Error (a)	6	0.0128778	0.0265756
Sub plot (B)	4	0.0207433*	0.0405900
A X B	8	0.00534833	0.00811000
Error (b)	36	0.00736444	0.0176211
Total	59	0.0191651	0.0213722

ตารางผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งต่อต้น (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	0.00275557	0.00009111
Main plot (A)	2	0.00921167	0.00534499
Error (a)	6	0.00420500**	0.00182944
Sub plot (B)	4	0.00111500	0.00111083
A X B	8	0.00040750	0.00057833
Error (b)	36	0.00073644	0.000906945
Total	59	0.00155582	0.00107898

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดต่อไร่ (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	1.76123**	0.369887
Main plot (A)	2	0.517731*	0.430712
Error (a)	6	0.0837428	0.668592
Sub plot (B)	4	1.35232**	1.80023**
A X B	8	0.0763608	0.365318
Error (b)	36	0.236081	0.409827
Total	59	0.361707	0.523049

ตารางผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งต่อไร่ (กก.) ของข้าวโพดไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน

Source of variation	d.f.	Mean square (รอบการปลูกที่)	
		1	2
Replication	3	0.0855311 *	0.103558
Main plot (A)	2	0.0692150*	0.0340317
Error (a)	6	0.00917945	0.0529028
Sub plot (B)	4	0.0106475	0.0310350
A X B	8	0.0233462	0.0368338
Error (b)	36	0.0213522	0.0321142
Total	59	0.0245447	0.0384928

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ

การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ดัดแปลงจากวิธีของ Bolsen *et al.* (1990)

วิธีการ : ใช้ตัวอย่าง 25 กรัม เติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง นำส่วนใสที่ได้จากการกรองไปวัดความเป็นกรด-ด่าง

การหาปริมาณวัตถุแห้ง (Dry matter, DM)

วิธีการ : นำถ้วยหรือภาชนะอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดที่ได้มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส และชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักถ้วยที่แน่นอน (X) บรรจุตัวอย่างพืชอาหารสัตว์น้ำหนัก 5 กรัม (W) ลงในถ้วย จากนั้นนำถ้วยพร้อมตัวอย่างไปอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักแห้งมีค่าคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งที่อบได้ (Y) นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง} = \frac{(Y-X)}{W} \times 100$$

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Crude Protein) (AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน 1026 Kjeltec® System ของ Tecator, Sweden
2. hot plate
3. บีกเกอร์
4. ขวดชมพู่

สารเคมี

1. NaOH
2. H_3BO_3
3. Na_2CO_3
4. Bromocresol green

5. Methyl red
6. 95 % Ethanol, C_2H_5OH
7. Conc. H_2SO_4
8. Conc. HCl (เข้มข้น 37 %)
9. K_2SO_4
10. $CuSO_4$
11. น้ำกลั่น

วิธีการ

1. การเตรียมสารเคมี

1.1 สารละลาย NaOH เข้มข้น 40 % เตรียมโดยละลาย NaOH 400 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

1.2 สารละลาย Bromocresol green เตรียมโดยละลาย Bromocresol green 0.1 กรัม ใน Ethanol 100 มิลลิลิตร

1.3 สารละลาย Methyl red เตรียมโดยละลาย Methyl red 0.1 กรัม ใน Ethanol 100 มิลลิลิตร

1.4 สารละลาย H_3BO_3 เข้มข้น 4 % เตรียมโดยละลาย H_3BO_3 400 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 6 ลิตร แล้วนำไปตั้งบน hot plate ต้มและคนจนละลายหมด จากนั้นให้ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ร้อนจนได้ปริมาตรประมาณ 9 ลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติมสารละลาย Bromocresol green และสารละลาย Methyl red ลงไป 100 และ 70 มิลลิลิตร ตามลำดับ ปรับปริมาตรให้เป็น 10 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น และเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน

1.5 สารละลายกรดมาตรฐาน 0.1 N HCl เตรียมโดยตวงสารละลายกรด HCl เข้มข้นมา 8.2 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร

2. วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างบดละเอียด 0.5 กรัม ใส่ลงใน digestion tube เติม K_2SO_4 และ $CuSO_4$ ในอัตราส่วน 1:10 จำนวน 2 กรัม แล้วเติม Conc. H_2SO_4 15 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ นำ digestion tube ไปย่อยใน 2006 Digestor ที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จนได้สารละลายที่ใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำไปกลั่นด้วย 1026 Distillation Unit โดยให้สารละลายกรด H_3BO_3 เข้มข้น 4 % ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เป็นตัวจับไนโตรเจนที่ปลายเครื่องกลั่น นำส่วนที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับสารละลายกรดมาตรฐาน HCl 0.1 N ซึ่งบรรจุอยู่ใน titration unit จนได้สารละลายเป็นสีม่วงอมเทา ทำการ

วิเคราะห์ควบคู่ไปกับการใช้น้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร แทนตัวอย่าง (Blank) คำนวณผลการวิเคราะห์ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times 0.014 \times N \times 100}{W}$$

A = ปริมาตรของสารละลายกรดมาตรฐาน HCl 0.1 N ที่ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = ปริมาตรของสารละลายกรดมาตรฐาน HCl 0.1 N ที่ไตเตรทกับ Blank

N = Normality ของสารละลายกรดมาตรฐาน HCl

W = น้ำหนักของตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} \times 6.25$$

การวิเคราะห์ปริมาณ ADF (Van Soest, 1969)

อุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย รุ่น FIWE 6 ของ Velp, Italy
2. Sintered glass crucible
3. ตู้อบ
4. คีมคีบ Sintered glass crucible
5. บิกเกอร์
6. กระบอกตวง
7. โถดูดความชื้น

สารเคมี

1. สารละลาย Acid Detergent ประกอบด้วย

   Conc. H_2SO_4 26.65 มิลลิลิตร หรือ 49.04 กรัม

   Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide (CTAB) 20 กรัม

   น้ำกลั่น
2. Decahydronaphthalene หรือ Octyl alcohol
3. Acetone หรือ alcohol 95 %

วิธีการ

1. การเตรียมสารเคมี

เติม H_2SO_4 ลงในขวดแก้ว วัดปริมาตรซึ่งมีน้ำกลั่นอยู่ครึ่งขวด เขย่าเบาๆ ให้สารละลายเข้ากัน แล้วเติม hexadecyl trimethyl ammonium bromide ลงไปแล้วเขย่าจนสารละลาย หลังจากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

2. วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดจำนวน 1 กรัม Sodium sulphite 0.5 กรัม ใส่ลงใน Sintered glass crucible ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำไปวางบนแท่นของเครื่องวิเคราะห์เยื่อใย เติมสารละลาย Acid Detergent ที่ผ่านการต้มที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส และ Decahydronaphthalene จำนวน 100 และ 2 มิลลิลิตร ตามลำดับ ต้มให้เดือด แล้วลดความร้อนให้สม่ำเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฟองล้น ต้มเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยเริ่มจับเวลา ตั้งแต่สารเริ่มเดือด จากนั้นเปิด Vacuum เพื่อให้ดูดสารละลายออกไป แล้วใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส ล้างเยื่อใย 3-4 ครั้ง เปิด Vacuum ดูดน้ำออกจนหมด ล้างเยื่อใยด้วย acetone หรือ alcohol 2-3 ครั้ง แล้วนำ Sintered glass crucible พร้อมตัวอย่างเยื่อใย ไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หรือ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หรือ overnight ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

3. การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ ADF} = \frac{A-B}{S} \times 100$$

A = น้ำหนัก Sintered glass crucible พร้อมตัวอย่างเยื่อใยหลังอบแห้ง

B = น้ำหนัก Sintered glass crucible

S = น้ำหนักตัวอย่างแห้ง

การวิเคราะห์ปริมาณ NDF (Van Soest, 1969)

อุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย รุ่น FIWE 6 ของ Velp, Italy
2. Sintered glass crucible
3. ตู้อบ
4. คีมคีบ Sintered glass crucible
5. บิกเกอร์
6. กระบอกตวง
7. โถดูดความชื้น

สารเคมี

1. สารละลาย Neutral Detergent ประกอบด้วย
   น้ำกลั่น 1 ลิตร
   Sodium lauryl sulphate 30 กรัม
   Disodium ethylene diamine-tetraacetate, (EDTA) 18.61 กรัม
   Sodium Borate decahydrate, ($Na_2B_4O_7.10H_20$) 6.81 กรัม
   Disodium hydrogen phosphate anhydrous, (Na_2HPO_4) 4.56 กรัม
   2-ethoxyethanol (ethylene glycol monoethyl ether) 10 มิลลิลิตร
2. Decahydronaphthalene หรือ Octyl alcohol
3. Acetone หรือ alcohol 95 %
4. Sodium sulphite

วิธีการ

1. การเตรียมสารเคมี

เตรียมสารละลาย A โดยนำ EDTA และ $Na_2B_4O_7.10H_20$ ใส่ลงในบิกเกอร์ เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณหนึ่งส่วนจากน้ำกลั่นสามส่วน นำไปต้มจนกระทั่งละลายหมด จากนั้นเตรียมสารละลาย B โดยละลาย Sodium lauryl sulphate ด้วยน้ำกลั่นส่วนที่สอง แล้วเติม 2-ethoxyethanol ลงไป ผสมสารละลาย A ลงในสารละลาย B ต้ม Na_2HPO_4 ในน้ำกลั่นส่วนที่สามจนละลายหมดแก้ว เทผสมลง

ในสารละลาย A และ B ปรับปริมาตรของสารละลายที่ผสมให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น สารละลายที่เตรียมได้ควรมีค่า pH 6.9-7.1 ถ้าค่าสูงหรือต่ำกว่านี้ให้ปรับด้วย HCl หรือ NaOH

2. วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดจำนวน 1 กรัม Sodium sulphite 0.5 กรัม ใส่ลงใน Sintered glass crucible ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำไปวางบนแท่นของเครื่องวิเคราะห์เยื่อใย เติมสารละลาย Neutral Detergent ที่ผ่านการต้มที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส และ Decahydronaphthalene จำนวน 100 และ 2 มิลลิลิตร ตามลำดับ ต้มให้เดือด แล้วลดความร้อนให้สม่ำเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฟองล้น ต้มเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยเริ่มจับเวลา ตั้งแต่สารเริ่มเดือด จากนั้นเปิด Vacuum เพื่อให้ดูดสารละลายออกไป แล้วใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส ล้างเยื่อใย 3-4 ครั้ง เปิด Vacuum ดูดน้ำออกจนหมด ล้างเยื่อใยด้วย acetone หรือ alcohol 2-3 ครั้ง แล้วนำ Sintered glass crucible พร้อมตัวอย่างเยื่อใย ไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หรือ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หรือ overnight ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

3. การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ NDF (ผนังเซลล์)} = \frac{A-B}{S} \times 100$$

A = น้ำหนัก Sintered glass crucible พร้อมตัวอย่างเยื่อใยหลังอบแห้ง

B = น้ำหนัก Sintered glass crucible

S = น้ำหนักตัวอย่างแห้ง

การวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ด้วยวิธี Liquid chromatography

วิธีการ

นำสารละลายตัวอย่างที่ต้องการหาปริมาณกรดอินทรีย์มากรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน จากนั้นนำมาฉีดในเครื่อง Liquid chromatograph โดยใช้เครื่องมือและสภาวะต่างๆ ดังนี้

Pump : Liquid chromatograph serie 10 PERKIN-ELMER® , Flow rate 0.6 ml/min

Detector : Spectrophotometer detector LC-95 UV/visible PERKIN-ELMER® , 210 nm

Integrator : Laboratory Computing Integrator LCI-100 PERKIN-ELMER®

Column : Sulfonate divinyl benzene-styrene copolymer HPX-87H 300 x 7.8 mm BIO-RAD®

Column heater : BIO-RAD®, 35 องศาเซลเซียส

Sample size : 20 µl

Mobile phase : 0.008 NH_2SO_4

Internal standard : Formic acid

การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (บุญล้อมและบุญเสริม, 2525)

วิธีการ

ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดจำนวน 5 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันประมาณ 10 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร รวบรวมน้ำที่กรองได้ทั้งหมด ถ่ายลงใน digestion tube เติม MgO จำนวน 5 กรัม นำไปกลั่นด้วย 1026 Distillation Unit โดยใช้สารละลายกรด H_3BO_3 เข้มข้น 4 % ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เป็นตัวจับไนโตรเจนที่ปลายเครื่องกลั่น นำส่วนที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับสารละลายกรดมาตรฐาน HCl 0.1 N โดยทำการวิเคราะห์ควบคู่ไปกับการใช้น้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร เป็น Blank คำนวณผลการวิเคราะห์ตามวิธีการคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนในหัวข้อการวิเคราะห์โปรตีน

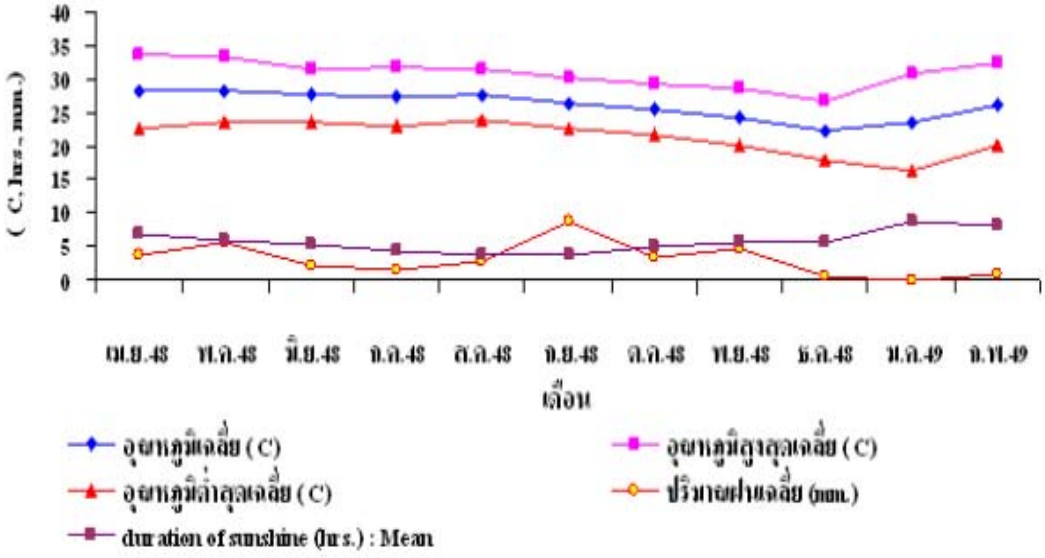
ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะต้นข้าวโพด

ภาพผนวกที่ 2 ต้นข้าวโพดก่อนนำมาหมัก

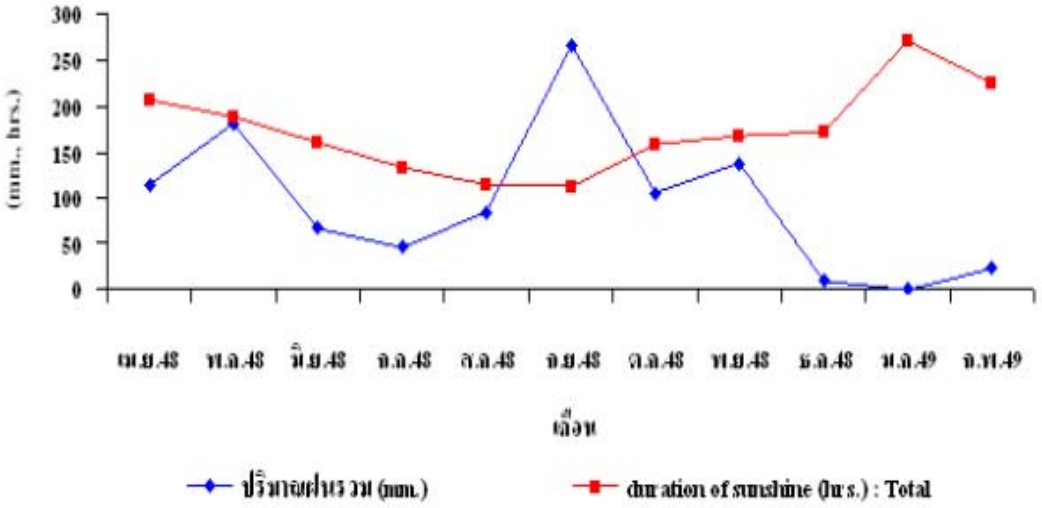
ภาพผนวกที่ 3 การหั่นต้นข้าวโพดเพื่อนำไปหมัก

ภาพผนวกที่ 4 การบรรจุต้นข้าวโพดที่หั่นแล้วในภาชนะที่ใช้หมัก

ภาพผนวกที่ 5 ลักษณะข้าวโพดหลังหมัก



ภาพผนวกที่ 6 อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณฝนเฉลี่ย และ duration of sunshine
ที่มา : สถานีอุตุนิยมวิทยาเพื่อการเกษตร อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา



ภาพผนวกที่ 7 ปริมาณฝนรวม และ duration of sunshine (total)

ที่มา : สถานีอุตุนิยมวิทยาเพื่อการเกษตร อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายอนุวัฒน์ คำล้าน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 15 พฤษภาคม 2522
สถานที่เกิด	อุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(พืชศาสตร์)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-