



ปัญหาพิเศษ

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมในรูปแบบการตัดสดสำหรับการเลี้ยงโคนม

Hybrid Maize Variety Testing for Dairy Farming in Cut and Carry System

นายก่อภพ ศรียี่สุน

รหัสนิสิต 5810101879

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE, KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

.....วิทยาศาสตร์เกษตร.....

.....พืชไร่.....

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมในรูปแบบการตัดสดสำหรับการเลี้ยงโคนม
Hybrid Maize Variety Testing for Dairy Farming in Cut and Carry System

نامผู้วิจัย นายก่อภพ ศรียี่สุน

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก.....

(อาจารย์สุจินต์ เจนวิวัฒน์, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม.....

(อาจารย์ทรงยศ โชติชูติมา, ปร.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะ กิตติภาดากุล, Ph.D.)

วันที่ 15 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2560

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมในรูปแบบการตัดสดสำหรับการเลี้ยงโคนม

Hybrid Maize Variety Testing for Dairy Farming in Cut and Carry System

โดย

นายก้องภพ ศรียี่สุน

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE, KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

ก้องภพ ศรียี่สุน พ.ศ. 2560: การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมในรูปแบบการตัดสดสำหรับการเลี้ยงโคนม ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่ฯ อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์สุจินต์ เจนวิวัฒน์, วท.ด. 37 หน้า

ผลผลิตและคุณภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสม เพื่อการนำไปเป็นเลี้ยงโคนมแบบตัดสด การนำข้าวโพดไร่พันธุ์ลูกผสมจำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ S7328, DK9898C, P30B80, Pac339, WS6440, WS6441, NS3, SW4452 และ KSX5402 และข้าวโพดไร่พันธุ์ผสมเปิด เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุวรรณ 5 (SW5) มาทำการทดสอบในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลผลิตของข้าวโพดพันธุ์ลูกผสม แบบตัดสด สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวโพดในช่วง 1/2- 2/3 ของระยะนํ้านม จะเปรียบเทียบน้ำหนักสดทั้งหมดของแต่ละพันธุ์ 2) ศึกษาคุณภาพของข้าวโพดพันธุ์ลูกผสม แบบตัดสด สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวโพด ในช่วง 1/2- 2/3 ของระยะนํ้านม จะเปรียบเทียบการคงความเขียว (Stay Green), ADF (Acid Detergent Fiber) และ NDF (Neutral Detergent Fiber) ของแต่ละพันธุ์ ดำเนินการทดลองที่ 1) ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตำบลกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 2) ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ถนนกองวัดขึ้น ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เดือนกุมภาพันธ์-กรกฎาคม ปี 2560 จากผลการทดลองพบว่า พันธุ์ที่ทนต่อการหักล้มมากที่สุด คือ พันธุ์ P30B80 ซึ่งพันธุ์สุวรรณ 5 มีเปอร์เซ็นต์ไฟเบอร์ต่ำ(%ADF และ%NDF) พันธุ์ที่ให้อัตราส่วนฝักต่อต้นสูงที่สุด คือ พันธุ์ SW4452 และ WS6441 โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง คือ พันธุ์ KSX5402, Pac339 และ WS6440

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

___/___/___

ABSTRACT

Kongpob Sriyisoon 2017: Hybrid Maize Variety Testing for Dairy Farming in Cut and Carry System. Special Problems, Bachelor of Science (Agricultural Science), Major Field: Agricultural Science, Department of Agronomy, Special Problem Advisor: Miss Sujin Jenweerawat, Ph.D. 37 pages.

Yield and quality are the key factors to select of field corn hybrids for recommend for forage corn. Study of 9 hybrids with consist of S7328, DK9898C, P30B80, Pac339, WS6440, WS6441, NS3, SW4452 and KSX5402 and opened pollinated variety SUWAN 5 (SW5) as check. The objective of this study for 1) Yield comparison after harvesting during 1/2-2/3 of milk line stage at kernel of corn by harvesting whole plants and compare of each variety 2) Study the quality after harvesting after 1/2-2/3 of milk line stage at kernels and compare the stay green , ADF (Acid Detergent Fiber) and NDF (Neutral Detergent Fiber) of each variety. The experiment were conducted at 1) National Research Center of corn and sorghum, faculty of Agriculture, Kasetsart university, Pakchong district, Nakornrachasima 2) R&D Forage crop center, department of Livestock development, Pakchong district, Nakornrachasima. This experiment from February–July 2017. From this study revealed that the variety that good for tolerance of lodging was P30B80 and SW5 has low % of ADF and % NDF. The varieties that were high ear and Stover ratio were KSX4452 and WS 6441. The high potential of fresh yield and dry matter were KSX5402, Pac339 and WS6440.

Student's signature

Special problem Advisor's signature

___/___/___

กิตติกรรมประกาศ

งานปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์และสนับสนุนจากบุคคลและหน่วยงานต่าง ๆ กระผมใคร่ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. สุจินต์ เจนวิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก อาจารย์ ดร. ทรงยศ โชติชูติมา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม ที่ให้คำแนะนำปรึกษาและดูแลงานปัญหาพิเศษครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วง คุณวีรชัย ศรียี่สุน (คุณพ่อ) ที่ให้ความอนุเคราะห์พันธุ์ข้าวโพดและคำแนะนำปรึกษาในงานปัญหาพิเศษครั้งนี้ รวมถึงคุณแม่และพี่ชายที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน

ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอลำลูกขัน จังหวัดนครราชสีมา ที่สนับสนุนพื้นที่ในการศึกษาวิจัยและแรงงาน ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา อำเภอลำลูกขัน จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดการและวิเคราะห์ตัวอย่าง และภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ รวมถึงสนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการในการศึกษาวิจัย

ก้องภพ ศรียี่สุน

ธันวาคม 2560

สารบัญ

หน้า

คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	2
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ.....	4
วัสดุและอุปกรณ์	4
วิธีการ	4
สถานที่ และระยะเวลาการทำวิจัย	9
ผลการทดลอง	10
วิจารณ์งานทดลอง	16
สรุปผล.....	17
เอกสารอ้างอิง.....	18
ภาคผนวก	21

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ANOVA	11
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย F-test และ C.V. ของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 10 พันธุ์	13
ตารางที่ 3 ผลผลิตที่เก็บเกี่ยว.....	15
ตารางที่ 4 อัตราส่วนฝักต่อต้น การคงความเขียว ADF NDF	15

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมในรูปแบบการตัดสดสำหรับการเลี้ยงโคนม

Hybrid Maize Variety Testing for Dairy Farming in Cut and Carry System

คำนำ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตน้ำนมโคในฟาร์มโคนมของเกษตรกรในประเทศไทย ได้แก่ น้ำหนักตัวของแม่โค ปริมาณน้ำนมที่แม่โคผลิตได้ สัดส่วนจำนวนโครีดนมในฟาร์ม ปริมาณอาหาร และคุณภาพอาหารที่แม่โคได้รับ (ฉลอง, 2554; เลอชาติ, 2558) ซึ่งอาหารเลี้ยงโคนมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ อาหารหยาบ และ อาหารข้น ในส่วนของอาหารหยาบนั้นเป็นอาหารที่มีเยื่อใยสูง โดยมีความจำเป็นสำหรับโคนมเพื่อเป็นแหล่งอาหารสำหรับจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักย่อยอาหารในกระเพาะรูเมน ช่วยกระตุ้นการเคี้ยวเอื้องและหลั่งน้ำลาย และปรับสมดุลของระบบนิเวศน์ในกระเพาะรูเมน (ฉลอง, 2554) ตัวอย่างอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงโคนม เช่น ต้นอ้อย ต้นกล้วยเหลือทิ้งติดฝักแห้ง ต้นข้าวโพดหวานหลังเก็บฝัก ต้นข้าวโพดสด ข้าวโพดหมัก หญ้ารูชีหมัก ใบกระถินแห้ง หญ้ากินนีสีม่วงแห้ง ฟางข้าว เป็นต้น (ฉลอง, 2554; วิโรจน์, 2559) ทั้งนี้อาหารหยาบที่ใช้จะต้องคำนึงถึง crude protein, neutral detergent fiber (NDF) และ acid detergent fiber (ADF) ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้น้ำนมที่มีคุณภาพ (Wang *et al.*, 2010)

ข้าวโพดไร่ (maize หรือ corn; *Zea mays*) เป็นหนึ่งในพืชที่มีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นอาหารหยาบเนื่องจาก สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี เก็บเกี่ยวได้ก่อนที่จะเกิดการสูญเสียทางใบ และให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง โดยมีผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงจากการเก็บเกี่ยว 1 ครั้ง (Coors and Lauer, 2001) นอกจากนี้ หากใช้ข้าวโพดในรูปแบบของข้าวโพดหมักยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่ทำให้เป็นที่สนใจของผู้เลี้ยงปศุสัตว์ ได้แก่ ความน่ารับประทานหรือเป็นที่โปรดปรานของสัตว์ มีคุณภาพคงที่สม่ำเสมอ และให้ผลผลิตและพลังงานสูงกว่าพืชอาหารสัตว์ส่วนใหญ่ (Roth and Undersander, 1995) ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมโดยภาครัฐและเอกชนหลายแห่ง เช่น ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น บริษัท แปซิฟิคเมล็ดพันธุ์ จำกัด บริษัท ชินเจนทา จำกัด บริษัท มอนซานโต้ไทยแลนด์ จำกัด บริษัท ไพโอเนีย จำกัด เป็นต้น ทำให้เกิดการพัฒนานพันธุ์ข้าวโพดไร่อย่างต่อเนื่องและมีความหลากหลายพันธุ์ให้เลือกใช้ จึงควรมีการศึกษาศักยภาพของพันธุ์ข้าวโพดไร่ที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบการตัดสดสำหรับการเลี้ยงโคนม

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดไร่พันธุ์ลูกผสมในรูปแบบการตัดสดสำหรับการเลี้ยงโคนม

การตรวจเอกสาร

การตอบสนองของความหนาแน่นของประชากรต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดไร่

หนึ่งในปัจจัยที่จะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ของข้าวโพดได้คือ การเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ และพันธุ์ข้าวโพดที่แตกต่างกันตอบสนองต่อการปลูกที่ความหนาแน่นประชากรสูงได้ต่างกัน (Phipps and Weller, 1979; Pinter *et al.*, 1994) โดยข้าวโพดพันธุ์ใหม่ ๆ จะให้ผลผลิตเมล็ดสูงที่ความหนาแน่นประชากรสูงมากกว่าพันธุ์เก่า ๆ (Nafziger, 1994) นอกจากนี้ข้าวโพดพันธุ์ใหม่ ๆ ยังมีแนวโน้มทนทานต่อสภาพเครียดที่ความหนาแน่นประชากรสูงได้มากกว่าพันธุ์เก่า ๆ (Tollenaar, 1992)

Lauer (2009) พบว่า จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวโพดที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 17,396 ต้น/ไร่ (44,000 ต้น/เอเคอร์) จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวโพดที่ให้คุณภาพดีและยังให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูง และผลผลิตน้ำนมโคต่อพื้นที่สูงเท่ากับ 15,024 ต้น/ไร่ (38,000 ต้น/เอเคอร์) ซึ่งจำนวนต้นต่อพื้นที่ที่ให้คุณภาพของข้าวโพดดีที่สุดเท่ากับ 7,907 ต้น/ไร่ (20,000 ต้น/เอเคอร์) และจำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวโพดที่ให้ผลผลิตน้ำนมโคต่อพื้นที่สูงที่สุดเท่ากับ 16,210 ต้น/ไร่ (41,000 ต้น/เอเคอร์) ในขณะที่ Contreras-Govea *et al.* (2010) กล่าวว่าโดยทั่วไปความหนาแน่นประชากรในการปลูกข้าวโพดเพื่อการทำข้าวโพดหมักอยู่ในช่วง 11,861-13,838 ต้น/ไร่ (30,000-35,000 ต้น/เอเคอร์)

Lauer (2017) รายงานว่า จากการประเมินผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดที่ตอบสนองต่อความหนาแน่นของประชากรหรือจำนวนต้นต่อพื้นที่ในปี 2007-2016 พบว่า จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวโพดที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 18,977 ต้น/ไร่ (48,000 ต้น/เอเคอร์) จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวโพดที่ให้คุณภาพดีที่สุดเท่ากับ 7,117 ต้น/ไร่ (18,000 ต้น/เอเคอร์) และจำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวโพดที่ให้ผลผลิตน้ำนมโคต่อพื้นที่สูงที่สุดเท่ากับ 17,791 ต้น/ไร่ (45,000 ต้น/เอเคอร์) อย่างไรก็ตาม ผลผลิตของข้าวโพดต่อพื้นที่ยังขึ้นอยู่กับชุดดิน สภาพแวดล้อม (ปีและสถานที่ปลูก) และพันธุ์ลูกผสมที่ใช้

ระยะเก็บเกี่ยวสำหรับข้าวโพดตัดสดเพื่อเป็นอาหารสัตว์

Lauer (1997) แนะนำว่า ระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าวโพดตัดสดสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์คือระยะหลังจาก R5 หรือ dent stage โดยจะเป็นระยะ R5.5 ซึ่งเมล็ดจะอยู่ในระยะนํ้านม 50 เปอร์เซ็นต์

Bates (1998) กล่าวว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เหมาะสมของข้าวโพดในการตัดสดเพื่อนำไปทำข้าวโพดหมักควรอยู่ในช่วงระหว่าง 60-70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถสังเกตได้จาก milk line 1/2 ถึง 2/3 ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำของ Schroeder (2013) ที่ให้เก็บเกี่ยวข้าวโพดในระยะ milk line 1/2 ถึง 2/3 ซึ่งข้าวโพดจะมีความชื้นประมาณ 65-70 เปอร์เซ็นต์ และสามารถสังเกต milk line จากการตัดตามยาวของเมล็ด โดย milk line เป็นเส้นแบ่งระหว่างของเหลวและของแข็งในเมล็ด ซึ่งจะเกิดขึ้นจากด้านบนเมล็ดหลังระยะ R5 และเลื่อนลงไปยังด้านล่างของเมล็ดเมื่อใกล้ถึงระยะสุกแก่ โดยหากเก็บเกี่ยวในระยะนี้จะทำให้มีสัดส่วนของเมล็ด ปริมาณน้ำตาล ความชื้นของข้าวโพด และการย่อยได้ของต้นข้าวโพดเหมาะสมต่อการทำข้าวโพดหมัก

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

- 1) เมล็ดข้าวโพดไร่พันธุ์ลูกผสม จำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ S7328, DK9898C, P30B80, Pac339, WS6440, WS6441, NS3, SW4452 และ KSX5402
- 2) เมล็ดข้าวโพดไร่พันธุ์ผสมเปิด ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุวรรณ 5 (Suwan5)
- 3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมแปลงและปลูก ได้แก่ ลวดสลิง ไม้ปักแปลง ปูนขาว เทปวัด อุปกรณ์ปลูกข้าวโพดด้วยมือ (jab) ปุ๋ยสูตร 16-20-0 และ 46-0-0
- 4) อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ไม้วัดความสูง กระจกขยายสีฟ้า กระจกกระดาษ สมุดบันทึกข้อมูล

วิธีการ

ปลูกทดสอบพันธุ์ข้าวโพดไร่ จำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ S7328, DK9898C, P30B80, Pac339, WS6440, WS6441, NS3, SW4452, KSX5402 และ Suwan 5 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกข้าวโพดจำนวน 4 แถว/แปลงย่อย (plot) แถวยาว 6 เมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 15 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ปลูก 2 เมล็ด/หลุม และถอนแยกเหลือ 1 ต้น/หลุม เมื่อข้าวโพดมีอายุ 14 วันหลังปลูก นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Honest Significant Difference (HSD) test

แปลงปลูกทดสอบมีการเตรียมแปลงโดย ไถตะตากดินด้วยพล 3 ไถย่อยดินด้วยพล 7 และจอบหมุน ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ แล้วยกร่องเพื่อปลูกข้าวโพดบนสันร่อง ให้น้ำครั้งแรกหลังปลูกทันที หลังให้น้ำครั้งแรก 1 วันฉีดพ่นสารควบคุมกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก (pre-emergence herbicide) ได้แก่ อาทราซีน (Atrazine) อัตรา 640 กรัม/ไร่ และเพนดิเมทาลิน (Pendimethalin) อัตรา 750 ซีซี/ไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าสูตร 46-0-0 (ปุ๋ยยูเรีย) อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดมีอายุ 1 เดือนหลังปลูก

การบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลในการทดลองทั้งหมด จะบันทึกลงในสมุดบันทึก (fieldbook) ตามวิธีการของ CIMMYT (1994)

1. เปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงปลูกทดสอบ (field emergence, percent)
นับจำนวนต้นที่งอกเหนือพื้นดิน (มากกว่า 3-5 เซนติเมตร) โดยเก็บข้อมูลที่วัน 14 หลังปลูก
2. ความแข็งแรงของต้นกล้า (seedling vigor, คะแนน 1-5)
เก็บข้อมูลที่ 14 วันหลังปลูกโดย 1 คือ ลำต้นแข็งแรงและเจริญเติบโตดีมาก สม่ำเสมอ และ 5 คือ ไม่แข็งแรงและเจริญเติบโตช้า
3. วันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ (days to 50% anthesis and silking)
บันทึกจำนวนวันที่ข้าวโพดในแปลงย่อยสลัดละอองเกสรและออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ โดยเก็บข้อมูล 2 แถวกลาง
4. ความสูงต้นและฝัก (plant and ear heights, เซนติเมตร)
สุ่มวัดความสูงต้นและฝักข้าวโพด จำนวน 10 ต้นของ 2 แถวกลาง โดยวัดความสูงจากโคนต้น (plant base) จนถึงปลายใบธง (flag leaf) และวัดความสูงจากโคนต้นถึงข้อของฝักบนสุด และนำมาหาค่าเฉลี่ย
5. การล้มของราก (root lodging, เปอร์เซ็นต์)
บันทึกข้อมูลต้นที่เอียงมากกว่า 30 องศาจากแนวตั้งฉาก ของ 2 แถวกลาง โดยบันทึกข้อมูลในวันที่เก็บเกี่ยว คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยเทียบกับจำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว
6. ลักษณะเปลือกหุ้มฝัก (husk cover, คะแนน 1-5)
เก็บข้อมูลลักษณะเปลือกหุ้มฝักก่อนเก็บเกี่ยว โดย
 - 1 = เปลือกหุ้มฝักมิดชิด แน่น และยาวกว่าปลายฝัก
 - 2 = เปลือกหุ้มฝักมิดชิด หุ้มถึงปลายฝักค่อนข้างแน่น
 - 3 = เปลือกหุ้มฝักมิดชิด แต่หุ้มหลวมๆ ถึงปลายฝัก
 - 4 = เปลือกหุ้มฝัก ไม่มีมิดชิดมีปลายฝักโผล่เล็กน้อย
 - 5 = เปลือกหุ้มฝักไม่ดี เห็นปลายฝักชัดเจน

7. โรคทางใบ (foliar diseases, คะแนน 1-5)

บันทึกคะแนนการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ และโรคราสนิม ก่อนเก็บเกี่ยว โดย 5 หมายถึงอ่อนแอมาก คะแนน 1 หมายถึงต้านทานโรคดีมาก ไม่แสดงอาการของโรค (สำราญ ศรีชมพร, 2552 และ เพชรดา นวลตาล, 2557)

- 1 = พบการเข้าทำลายของโรค น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์
- 2 = พบการเข้าทำลายของโรค 21-40 เปอร์เซ็นต์
- 3 = พบการเข้าทำลายของโรค 41-60 เปอร์เซ็นต์
- 4 = พบการเข้าทำลายของโรค 61-80 เปอร์เซ็นต์
- 5 = พบการเข้าทำลายของโรค 81-100 เปอร์เซ็นต์ (ไม่เป็นที่ต้องการ)

8. ลักษณะของต้น (plant aspect, คะแนน 1-5)

เก็บข้อมูลลักษณะของต้นในวันที่เก็บเกี่ยว โดยฝักมีการพัฒนาเต็มที่ ประเมินลักษณะต่าง ๆ ร่วมกัน เช่น ความสูงของต้นและฝัก ความสม่ำเสมอของต้น การเข้าทำลายของโรค-แมลง การล้มของราก เป็นต้น โดยคะแนน 1 คือ ดีที่สุด และ 5 คะแนน คือ แย่ที่สุด

9. จำนวนของฝัก (number of ears/plant, เปอร์เซ็นต์)

นับจำนวนฝักและต้นทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว รวมทั้งฝักที่สอง ยกเว้นฝักที่สองที่มีขนาดเล็กมาก ๆ จะไม่นับรวม และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ฝักต่อต้น

10. ความชื้นของต้นและฝัก (plant and ear moisture, เปอร์เซ็นต์)

สุ่มต้นข้าวโพดมาทั้งหมด 5 ต้นจากแต่ละแปลงย่อย แยกต้นออกจากฝัก ชั่งน้ำหนักต้นและฝักสด แยกกัน และสับย่อยเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนนำเข้าเครื่องอบความชื้น และชั่งน้ำหนักแห้งของต้นและฝัก เพื่อนำมาหาความชื้นต้นและฝักตามสมการที่ (1) และ (2)

$$\% \text{ Plant moisture} = [(Fresh \text{ plant weight} - Dry \text{ plant weight}) / Fresh \text{ plant weight}] \times 100 \text{---} (1)$$

$$\% \text{ Ear moisture} = [(Fresh \text{ Ear weight} - Dry \text{ Ear weight}) / Fresh \text{ Ear weight}] \times 100 \text{---} (2)$$

11. น้ำหนักต้นสด (fresh plant weight, กิโลกรัม/แปลงย่อย)
ซึ่งน้ำหนักต้นข้าวโพดสดขณะเก็บเกี่ยว ซึ่งประกอบด้วย ช่อดอกเพศผู้ ใบ และลำต้น จากต้นที่เก็บเกี่ยว 2 จากแถวกลาง
12. น้ำหนักต้นแห้ง (dry plant weight, กิโลกรัม/แปลงย่อย)
ซึ่งน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหลังอบ โดยสุ่มมาจำนวน 5 ต้น จากต้นสดที่เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง
13. น้ำหนักฝักสด (fresh ear weight, กิโลกรัม/แปลงย่อย)
ซึ่งน้ำหนักฝักข้าวโพดขณะเก็บเกี่ยว ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวต้น 2 แถวกลาง ในแต่ละแปลงย่อย
14. น้ำหนักฝักแห้ง (dry ear weight, กิโลกรัม/แปลงย่อย)
ซึ่งน้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดหลังอบ โดยสุ่มมาจำนวน 5 ฝัก จากฝักสดที่เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง
15. อัตราส่วนฝักต่อต้น (ear-to-stover ratio)
คำนวณอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักฝักสดต่อน้ำหนักทั้งหมดของต้น (แยกฝักออก)
16. การคงความเขียว (stay green, คะแนน 1-5)
การที่ข้าวโพดยังมีความเขียวสดของลำต้นและใบ ในขณะที่เปลือกฝักเริ่มแห้ง โดยคะแนน 5 คือทั้งลำต้นและใบเริ่มแห้งเหมือนฝัก และคะแนน 1 คือทั้งลำต้นและใบยังคงความเขียวสด ในขณะที่เปลือกฝักเริ่มแห้ง
17. Neutral Detergent Fiber (NDF)
NDF เป็นการวัดปริมาณเส้นใยทั้งหมดของอาหารสัตว์ ซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) ที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ อาหารที่มีเส้นใยสูง เต็มกระเพาะอาหารได้เร็วขึ้น หมายถึง สัตว์กินน้อยลงและต้องการอาหารเสริมเพิ่มเติม โดยในข้าวโพดไร่มี NDF ตั้งแต่ 36 ถึง 50% และข้าวโพดที่มี NDF ต่ำเป็นที่ต้องการสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์เนื่องจาก NDF จะเพิ่มขึ้นเมื่อข้าวโพดเข้าสู่ระยะสุกแก่
หาค่า NDF โดยสุ่มตัวอย่างข้าวโพด จำนวน 2 ต้นต่อแปลงย่อย โดยตัวอย่างที่นำมาจะใช้ทั้งต้นและฝัก นำตัวอย่างไปตัดย่อยให้เหลือชิ้นละประมาณ 1 เซนติเมตร และนำไปตากแห้ง เหลือน้ำหนักประมาณ 200 กรัม จากนั้นนำเข้าเครื่องบดอย่างละเอียดแล้วจึงนำไปวิเคราะห์ค่า NDF

18. Acid Detergent Fiber (ADF)

ADF เป็นการวัดปริมาณองค์ประกอบพืชที่ย่อยได้น้อยที่สุด ซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลสและลิกนิน ค่า ADF จะแปรผกผันกับการย่อยได้ของสัตว์จึงมักถูกใช้เพื่อคาดเดาปริมาณพลังงานของข้าวโพดหมักและอาหารสัตว์อื่น ๆ โดยในข้าวโพดไร่มี ADF ตั้งแต่ 18 ถึง 26% ข้าวโพดหมักที่มีค่า ADF ต่ำ มักจะให้พลังงานในปริมาณสูงซึ่งเหมาะสมสำหรับการใช้เป็นอาหารสัตว์

หาค่า ADF โดยสุมตัวอย่างข้าวโพด จำนวน 2 ต้นต่อแปลงย่อย โดยตัวอย่างที่นำมาจะใช้ทั้งต้น และฝัก นำตัวอย่างไปตัดย่อยให้เหลือขึ้นละประมาณ 1 เซนติเมตร และนำไปตากแห้ง เหลือน้ำหนักประมาณ 200 กรัม จากนั้นนำเข้าเครื่องบดอย่างละเอียดแล้วจึงนำไปวิเคราะห์ค่า ADF

สถานที่ และระยะเวลาการทำวิจัย

1.1 สถานที่

- 1) ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 298 หมู่ที่ 1 ตำบลกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 30320
- 2) ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ถนนกองวัดขึ้น ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 30130

1.2 ระยะเวลาทำการวิจัย

การศึกษาเริ่มตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2560 ถึงเดือน กรกฎาคม 2560

ผลการทดลอง

ลักษณะที่วิเคราะห์ผลมีทั้งหมด 17 ลักษณะ โดยแสดงผลในตารางค่าเฉลี่ย F-test และ C.V. ของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 10 พันธุ์ ผลการทดลอง ได้แก่ ความงอก ความแข็งของต้นกล้า วันออกไหมและดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงต้นและฝัก การล้มของราก เปลือกหุ้มฝัก โรงทางใบ ลักษณะทรงต้น จำนวนของฝักต่อต้น ความขึ้นต้นและฝัก ผลผลิตทั้งหมดของต้นและฝักขณะเก็บเกี่ยวและหลังลดความชื้น ผลผลิตต้นสดทั้งหมด 2 แถว ผลผลิตหลังลดความชื้น 5 ต้น ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 2 แถว ผลผลิตฝักหลังลดความชื้น 5 ฝัก อัตราส่วนฝักต่อต้น การคงความเขียว ADF และNDF

ตารางที่ 1 ค่า mean squares จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตรและลักษณะผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ทั้ง 10 พันธุ์ที่ปลูกทดสอบ

Source of variation	df	Mean Square										
		Germination	Seedling Vigor	Days to 50%		Height		Lodging	Husk	Foliar	Plant	No. of
		(%)	(score1-5)			(cm)		(%)	cover	Diseases	Aspect	Ear
				Anthesis	Silk	Plant	Ear		(score1-5)	(score1-5)	(score1-5)	(%)
Block	3	0	0.49	7.16	1.63	214.77	16.13	8404.01	0.23	0.43	1.69	237.45
Treatment	9	40	6.00	10.36	3.45	1129.46	694.00	347.89	1.86	0.29	0.89	96.28
Error	27	0	0.31	1.71	1.22	71.54	70.80	158.33	0.24	0.27	0.17	22.58
C.V.%		NaN	25.45	2.02	1.70	4.76	9.30	21.70	32.36	24.02	19.13	5.73

*, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

ตารางที่ 1 (ต่อ)

		Mean Square											
Source of variation	df	Moist. Fresh		Total Weight		Plant Weight		Ear Weight		Ear-to-stover ratio	Stay Green (score1-5)	ADF (%)	NDF (%)
		Wt. at Harvest (%)		(kg/plot)		(kg/plot)		(kg/plot)					
		Plant	Ear	Fresh	Dry	Fresh	Dry	Fresh	Dry				
Block	3	2.13	6.75	440.82	62.71	93.17	10.33	137.47	23.49	0.05	2.29	7.27	10.15
Treatment	9	32.91	110.20	93.13	10.81	48.65	7.02	9.06	2.94	0.01	1.85	6.29	21.42
Error	27	2.60	0.61	38.89	3.79	22.97	1.83	3.61	0.57	0.00	0.81	11.42	29.58
C.V.%		2.27	1.27	12.74	12.48	14.20	13.80	12.52	13.04	11.89	34.29	15.76	11.49

*, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย F-test และ C.V. ของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 10 พันธุ์

Entry	Germination (%)	Seedling Vigor (1-5)	Days to 50%		Height (cm.)		Lodging (%)	Husk cover (1-5)	Foliar Diseases (1-5)	Plant Aspect (1-5)	No. of Ear (%)
			Anthesis	Silk	Plant	Ear					
S7328	100	3.3b	67a	67a	185abc	94a	60.5	1.3b	2	2.5ab	72.2b
DK9898C	90	5.0a	64bcd	64b	166bc	68b	46.6	1.3b	2	2.3abc	85.7a
P30B80	100	1.8cd	63cd	64b	183abc	91a	41	3.3a	2.8	1.3c	84.5a
Pac339	100	1.5d	63d	64ab	186ab	92a	55.3	1.3b	1.8	1.5bc	89a
WS6440	100	3.0bc	66abc	66ab	184abc	100a	63.5	1.8b	2.3	2.3abc	84.9a
WS6441	100	1.8cd	64bcd	65ab	140d	66b	55.6	1.3b	2	2.5ab	84a
NS3	100	1.3d	64bcd	65ab	189a	103a	69.5	1.0b	2.3	2.5ab	78.4ab
SW4452	100	1.8cd	65abcd	65ab	164c	93a	67.6	1.3b	2	2.8a	79.7ab
KSX5402	100	1.5d	67ab	66ab	184abc	97a	53.8	2.0b	2.3	2.0abc	87.2a
SW5	100	1.0d	66ab	66ab	198a	104a	66.4	1.0b	2.3	2.3abc	84.3a
ค่าเฉลี่ย	99	2.2	65	65	178	91	58	1.5	2.2	2.2	83
F-test	-	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*	*
C.V. (%)	-	25.45	2.02	1.7	4.76	9.3	21.7	32.36	24.02	19.13	5.73

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันแถวแนวดิ่งเดียวกันมีความ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี HSD

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Entry	Moist. Fresh Wt. at Harvest (%)		Total Weight (kg/plot)		Plant Weight (kg/plot)		Ear Weight (kg/plot)		Ear-to- stover ratio	Stay Green (1- 5)	ADF (%)	NDF (%)
	Plant	Ear	Fresh	Dry	Fresh	Dry	Fresh	Dry				
S7328	71.0abcd	60.0d	51.1a	16.6a	35.4	10.3ab	15.7a	6.3ab	0.43	1.5a	25.8	54.9
DK9898C	69.8cd	60.1d	42.4a	14.2a	28.7	8.7b	13.7a	5.5abc	0.47	2.5a	17.9	43.4
P30B80	73.5abc	55.7ef	50.4a	16.0a	35.9	9.5ab	14.5a	6.4ab	0.4	1.5a	26.3	54.1
Pac339	72.8abcd	63.0c	54.5a	16.6a	37.1	10.1ab	17.5a	6.5ab	0.47	2.3a	19.2	42.8
WS6440	65.3e	70.5a	53.6a	17.6a	36.6	12.6a	17.0a	5.0bc	0.46	3.0a	21.5	46.9
WS6441	68.8de	68.5b	42.8a	13.4a	28.8	9.0b	14.0a	4.4c	0.48	3.3a	23	47.7
NS3	69.3d	54.7f	50.5a	17.9a	34.9	10.8ab	15.6a	7.1a	0.45	3.3a	23.7	54.2
SW4452	74.9a	56.9e	44.7a	13.8a	30.6	7.7b	14.1a	6.1abc	0.48	2.8a	18.3	43.4
KSX5402	73.7ab	63.6c	54.6a	16.1a	37.9	10.0ab	16.7a	6.1abc	0.43	3.3a	19.9	43.2
SW5	70.6bcd	64.0c	44.8a	14.0a	31.6	9.3b	13.2a	4.7bc	0.42	3.0a	18.8	42.7
ค่าเฉลี่ย	71	61.7	48.9	15.6	33.8	9.8	15.2	5.8	0.44	2.6	21.4	47.3
F-test	*	*	*	*	ns	*	*	*	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	2.27	1.27	12.74	12.48	14.2	13.8	12.52	13.04	11.89	34.29	15.76	11.49

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี HSD

ตารางที่ 3 ผลผลิตที่เก็บเกี่ยว

Entry	Total Weight (kg/plot)		Total Weight (Ton/rai)	
	fresh	dry	fresh	dry
S7328	51.1	16.6	8.86	2.88
DK9898C	42.4	14.2	7.35	2.46
P30B80	50.4	16.0	8.74	2.77
Pac339	54.5	16.6	9.46	2.88
WS6440	53.6	17.6	9.30	3.06
WS6441	42.8	13.4	7.42	2.33
NS3	50.5	17.9	8.76	3.10
SW4452	44.7	13.8	7.76	2.39
KSX5402	54.6	16.1	9.46	2.79
SW5	44.8	14.0	7.76	2.43

ตารางที่ 4 อัตราส่วนฝักต่อต้น การคงความเขียว ADF NDF

Entry	Ear-to-stover ratio	Stay Green (1-5)	ADF (%)	NDF (%)
S7328	0.43	1.5	25.8	54.9
DK9898C	0.47	2.5	17.9	43.4
P30B80	0.40	1.5	26.3	54.1
Pac339	0.47	2.3	19.2	42.8
WS6440	0.46	3.0	21.5	46.9
WS6441	0.48	3.3	23.0	47.7
NS3	0.45	3.3	23.7	54.2
SW4452	0.48	2.8	18.3	43.4
KSX5402	0.43	3.3	19.9	43.2
SW5	0.42	3.0	18.8	42.7

วิจารณ์งานทดลอง

งานทดลองเล่มนี้เป็นเพียงงานทดลองเบื้องต้นเพื่อเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจสำหรับผู้ต้องการจะปลูกข้าวโพดไร่เพื่อเลี้ยงโคนม จึงมีความกระชับในด้านการตรวจสอบเอกสาร และเน้นเนื้อหาด้านผลการทดลองและสรุปผล การศึกษาครั้งต่อไปควรจะทำในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทั้งด้าน ความสม่ำเสมอของพื้นที่ และปลูกในช่วงที่ไม่พบกับสภาวะต่างๆที่รุนแรง เพราะการทดลองนี้เป็นการทดสอบผลผลิตและคุณภาพ แต่ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนเพราะมีการหักล้มของลำต้น และไม่ได้เข้าปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาของงานทดลองก่อนการเก็บข้อมูล ทำให้ผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อน เช่น การเก็บข้อมูลของการคงความเขียวที่นำเครื่องมือวัดคลอโรฟิลล์มาใช้ ทำให้ต้องเก็บข้อมูลใหม่หลังการเก็บเกี่ยว

งานทดลองนี้มีการเก็บข้อมูลหลายข้อมูล ที่จะช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพด เช่น พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง พันธุ์ที่ให้คุณภาพสูง และพันธุ์ที่ทนต่อการหักล้ม เป็นต้น

สรุปผล

จากการศึกษาเมล็ดข้าวโพดไร่พันธุ์ลูกผสม จำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ S7328, DK9898C P30B80, Pac339, WS6440, WS6441, NS3, SW4452 และ KSX5402 และ เมล็ดข้าวโพดไร่พันธุ์ผสมเปิด เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์สุวรรณ 5 พบว่าข้าวโพดไร่พันธุ์ลูกผสม มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง อายุวันออกดอก และออกไหมใกล้เคียงกันเฉลี่ย 65 วัน ความสูงต้นเฉลี่ย 178 เซนติเมตร ความสูงฝักเฉลี่ย 91 เซนติเมตร โดยพันธุ์ที่ทนต่อการหักล้มมากที่สุด คือ พันธุ์ P30B80 ซึ่งพันธุ์สุวรรณ 5 มีเปอร์เซ็นต์ไฟเบอร์ต่ำ (%ADF และ %NDF) พันธุ์ที่ให้อัตราส่วนฝักต่อต้นสูงที่สุด คือ พันธุ์ SW4452 และ WS6441 โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง คือ พันธุ์ KSX5402, Pac339 และ WS6440

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ราเชนทร์ ธีรพร. 2539. ข้าวโพด การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหา และการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร. หน้า 79 และ 174.
- ฉลอง วชิราภากร. 2554. **อาหารและการจัดการให้อาหารโคนมในทศวรรษหน้า: ตอนที่ 1 อาหารโคนม – การสำรวจอาหารหยาบและแนวทางในการเลือกใช้อาหารหยาบให้เหมาะสมสำหรับโคนม.** แหล่งที่มา: <http://breeding.dld.go.th/dairy/index.php/article/35-dairy-article/184-feed-and-feed-management>, 12 ธันวาคม 2560.
- เลอชาติ บุญเอก. 2558. **ความต้องการโภชนะของโคนม การใช้ประโยชน์จากโภชนะในอาหาร และการจัดการด้านอาหารโคนมต่อผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนม.** แหล่งที่มา: <http://www.dpo.go.th/10164/ความต้องการโภชนะของโคนม>, 12 ธันวาคม 2560.
- สำราญ ศรีชมพร. 2552. ศักยภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดข้าวเหนียวเพื่อการค้าในประเทศ ไทย. สถาบันวิจัยพืชไร่สุพรรณวาทกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปากช่อง นครราชสีมา 30320.
- เพชรดา นวลตาล. 2557. การทดสอบสมรรถนะการผสมเพื่อการจัดกลุ่มเชื้อ พันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียว ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา. 129 หน้า.
- เกรียงไกร นนท์กำ. 2558. การปรับปรุงคุณภาพการบริโภคของข้าวโพดหวานโดยใช้ยีนซูการ์ 1 และซังเคน 2 ร่วมกัน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา. 143 หน้า.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2559. TMRยุคใหม่โคนมไทย. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 49หน้า.
- Coors, J.G. and J.G. Lauer. 2001. Silage corn. In A.R. Hallauer (ed.). Specialty Corns (2nd ed., pp. 347-392). New York: CRC Press.

- R. G. Creech; A. A. Fleming et al., 1985, Origin, Adaptation, and Types of Corn, Cooperative Extension Service, Iowa State University of Science and Technology and the United States Department of Agriculture cooperating., NCH-10
- Lauer, J. 2009. **Corn Plant Density for Maximum Grain and Silage Production.** Available Source: <http://corn.agronomy.wisc.edu/AA/A062.aspx>, November 28, 2017.
- Lauer, J. 2017. **How Thick Should I Plant My Corn Silage in 2017?** Forage Focus. Available Source: <http://www.midwestforage.org/pdf/1088.pdf.pdf>, November 28, 2017.
- Roth, G., D. Undersander, M. Allen, S. Ford, J. Harrison, C. Hunt et al. 1995. Corn silage production, management, and feeding. ASA, Madison, WI. NCR574.
- Roth, G. and D. Undersander. 1995. Corn Silage Production, Management, and Feeding. USA: American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., and Soil Science Society of America, Inc.
- Lauer, J. 1997. **Timing Corn Silage Harvesting and Custom Operators.** Wisconsin Crop Manager. Available Source: <http://corn.agronomy.wisc.edu/WCM/W043.aspx>, November 28, 2017.
- Bates, G. 1998. **Corn Silage.** The University of Tennessee Agricultural Extension Service. Available Source: http://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=utk_agexfora, November 28, 2017.
- Cusicanqui, J.A. and J.G. Lauer. 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. Agron. J. 91: 911-915.
- Chad D. Lee. 2005. Producing Corn for Silage, AGR-79, UK Cooperative Extension Service at University of Kentucky – College of Agriculture.

- Contreras-Govea F.E., M. Marsalis and L. Lauriault 2010. Corn Plant Density Effects on Silage Quality. Guide A-416. Available Source: http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/A416.pdf, December 12, 2017.
- Nafziger, E. 1994. Corn planting date and plant population. J. Prod. Agric. 7: 69-62.
- Phipps, R.H. and R.F. Weller. 1979. The development of plant components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize: I. The accumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value of fresh maize. J. Agric. Sci. (Camb.) 92: 471-483.
- Pinter, L., Z. Alföldi, Z. Burucs and E. Paldi. 1994. Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. Agron. J. 86: 799-804.
- Wang, G., E.L. Taylor and R.L. Roth. 2010. **Silage Corn Variety Trial in Central Arizona.** Forage & Grain Report, College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona. Available Source: <http://hdl.handle.net/10150/203776>, December 12, 2017.
- Schroeder, J.W. 2013. **Corn Silage Management.** Quality Forage: AS1253 (Revised). Available Source: <https://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1253.pdf>, November 28, 2017.
- Tollenaar, M. 1992. Is low plant density a stress in maize? Maydica 37: 305-311.

ภาคผนวก



ภาคผนวกที่ 1 การเตรียมช่องใส่เมล็ดข้าวโพด



ภาคผนวกที่ 2 การเตรียมแปลงและวัดแถวปลูก



ภาคผนวกที่ 3 ต้นกล้าอายุ 14 วัน



ภาคผนวกที่ 4 ลักษณะต้นข้าวโพด plot2006 (DK9898C)



ภาคผนวกที่ 5 การเก็บข้อมูลความสูงต้น และความสูงฝัก



ภาคผนวกที่ 6 โรคใบไหม้แผลใหญ่(NCLB) และโรคใบจุด(Leaf spot)



ภาคผนวกที่ 7 ลักษณะใบด่าง และหนองเจาะก้านใบ



ภาคผนวกที่ 8 การซังน้ำหนัสดทั้งหมด



ภาคผนวกที่ 9 ฝักข้าวโพดและต้นข้าวโพดที่ตัดเป็นชิ้นส่วนย่อย



ภาคผนวกที่ 10 ตู้อบลมร้อน(Hot Air Oven)