Thesis Title **Drought Responses and Nitrogen Partitioning in Maize Genotypes under Different Soil Moisture Regimes**

Author **Mr. Somchai Boonpradub**

Ph.D. **Agronomy**

Examining Committee :

Professor Dr. Chuckree Senthong	**Chairman**
Assistant Professor Dr. Sakda Jongkaewwattana	**Member**
Associate Professor Dr. Paibool Wivutvongvana	**Member**
Assistant Professor Dr. Dumnern Karladee	**Member**
Dr. Arwooth Na Lampang	**Member**

ABSTRACT

Maize productivity is often limited by drought stress particularly in rice-based cropping systems. Three field experiments were conducted on a Typic Plinthaquults soil at the farm of the Phitsanulok Field Crops Experiments Station from November 1997 to April 1999. Experiment 1, thirty one maize genotypes were evaluated and compared for relative degrees of drought tolerance imposed at 2 weeks after emergence using a line source sprinkler irrigation system. Among the thirty-one genotypes, Cargill 7140, Cargill 919, Cargill 717, G 5431 and SW 3601 were the most drought tolerance and were suited for the drought prone area, while genotypes DK 888, NSX 9607, NSX 9210, and G 5445 were moderately drought tolerance and were suitable for the partial irrigated area. Pacific 700, Pioneer 3012, Cargill 7122, Cargill

727, Pioneer 3013, Pacific 300, Cargill 7118, G-5449 and NS 1 were identified as drought susceptible genotypes which performed well under irrigation treatment.

Experiment 2, three maize genotypes were selected to determine the differences in morphological and physiological responses to drought under different soil moisture regimes. Results showed that water stress reduced total dry matter, kernel yield, crop growth rate, stalk growth rate, leaf growth rate, kernel growth rate, leaf area index and leaf area duration of all three maize genotypes in both years (1998-1999). However, specific leaf weight increased with increasing drought stress. Water stress promoted leaf senescence and reduced effective leaf area and caused low dry matter production in all genotypes. Among the three genotypes, SW 3601 had higher yield, had lower canopy temperature, had low leaf senescence and resisted greater water stress than NSX 9210 and NS 1. This result was probably associated with a higher crop growth rate, higher partitioning coefficient, higher root density and extracted greater amount of water from deeper soil profile of the SW 3601 genotype. Lack of water in the dry regime reduced kernel yield of NS 1, NSX 9210, and SW 3601 genotypes by an average of 49, 45 and 35 %, respectively. Among the yield components, kernel number and kernel weight were the most sensitive to drought followed by ear number.

Experiment 3, three maize genotypes were used to evaluate nitrogen partitioning under different nitrogen levels and soil moisture regimes. Water stress and nitrogen deficit affected reproductive development and source-sink relationship. Leaf, leaf sheath and stalk including tassel acted as a major sink for nitrogen during vegetative growth stage and then became as a source during kernel development. However, greater remobilization of reduced nitrogen compared to assimilation in both nitrogen levels was from stalk at the early kernel filling stage. While remobilization from stalk at low nitrogen fertility was rapidly decreased when severe drought occurred at the final stage of kernel development. Husks, silk and cob initially served as a sink for nitrogen and then became as a source during the reproductive phase. Increasing the

accumulation of kernel dry weight and nitrogen during kernel developmental stage may be associated with the remobilization of nitrogen from vegetative and from the other reproductive tissues. Kernel yield of all genotypes was also affected by water and nitrogen deficits. Nitrogen supply had a large effect on kernel yield by altering kernel number and kernel weight. Among the three genotypes, SW 3601 genotype showed the most drought tolerance under low and high nitrogen supplies due to the least value of DSI (39 %) and the greater value (1.14) of DI, followed by NSX 9210 and NS 1 genotypes. SW 3601 also had the highest percentage of total dry weight and total nitrogen content in kernel in both low and high nitrogen levels, and also produced the highest dry matter and nitrogen partitioning from vegetative tissues to kernels as compared to NSX 9210 and NS 1 genotypes. Thus, SW 3601 genotype could perform well in drought prone area as well as in the partially irrigated land and also appears to be the best genotype to be grown both in the low and high nitrogen fertility areas.

Experiment 4, three maize genotypes were used to estimate the genetic coefficients for validation of the CERES-Maize model. It was indicated that the CERES-Maize model could illustrated satisfactory simulation of the phenological events particularly at silking and maturity dates. However, the simulation of crop growth, kernel yield and kernel number did not conform to the model. Results illustrated that the model was capable of simulating phenological events but overestimates for crop growth and kernel yield. Results also confirmed that the large discrepancy between simulated and observed was associated with the yield loss that caused by bird, rat, insect, disease and harvesting. The CERES-Maize model could help maize grower for crop management schedule in terms of the timing for fertilizer application, pesticide, irrigation and harvesting time. This also could help maize grower to predict the potential yield at a particular area.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การตอบสนองต่อความแห้งแล้งและการถ่ายเทไนโตรเจน ของพันธุ์ข้าวโพด ภายใต้สภาพความชื้นดินที่ต่างกัน

ชื่อผู้เขียน นายสมชาย บุญประดับ

วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ศาสตราจารย์ ดร.จักรี เส้นทอง	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดำเนิน กาละดี	กรรมการ
ดร. อาวุธ ณ ลำปาง	กรรมการ

บทคัดย่อ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชที่มีศักยภาพที่จะใช้ปลูกในฤดูแล้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวได้อย่างเหมาะสม แต่ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเกิดสภาวะแห้งแล้งและขาดปุ๋ยไนโตรเจนในช่วงของการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิต ทำให้การพัฒนาและการสร้างองค์ประกอบผลผลิตเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ การศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองต่อความแห้งแล้งและการถ่ายเทไนโตรเจนของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพการให้น้ำต่างระดับโดยวิธี Line source sprinkler ได้ทำการศึกษาที่แปลงทดลองของสถานีทดลองพืชไร่พิษณุโลก ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2540 ถึง เดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2542 จำนวน 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ได้ทำการประเมินและเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 31 พันธุ์ ภายใต้สภาพการให้น้ำต่างระดับ ผลการทดลอง พบว่า พันธุ์คาร์กิลล์ 7140, คาร์กิลล์ 919, คาร์กิลล์ 717, G 5431 และสุวรรณ 3601 เป็นพันธุ์ที่ทนแล้ง ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่แห้งแล้งในเขตอาศัยน้ำฝน ส่วนพันธุ์ DK 888, NSX 9607, NSX 9210 และ G 5445 เป็นพันธุ์ที่ทนแล้งในระดับปานกลาง ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่ที่สามารถให้น้ำชลประทานได้บางส่วน สำหรับพันธุ์

แปซิฟิค 700, ไพโอเนีย 3012, คาร์กิลล์ 7122, คาร์กิลล์ 727, ไพโอเนีย 3013, แปซิฟิค 300, คาร์กิลล์ 7118, G5449 และนครสวรรค์ 1 เป็นพันธุ์ที่ไม่ทนแล้ง ซึ่งเหมะสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่เขตชลประทาน

การทดลองที่ 2 ทำการศึกษาการตอบสนองทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาต่อความแห้งแล้งของข้าวโพดจำนวน 3 พันธุ์ที่มีระดับการทนแล้งแตกต่างกัน โดยคัดเลือกมาจากการทดลองที่ 1 ผลการทดลอง พบว่า ข้าวโพดทั้ง 3 พันธุ์จะมีน้ำหนักแห้งรวม น้ำหนักเมล็ดแห้ง อัตราการเจริญเติบโตรวม (CGR) อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (SGR) อัตราการเจริญเติบโตของใบ (LGR) และอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ด (KGR) ตลอดจนค่าดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) และ leaf area duration (LAD) มีค่าลดลง ยกเว้นค่าของ specific leaf weight (SLW) จะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเกิดการขาดน้ำทั้ง 2 ปี การขาดน้ำในข้าวโพดทั้ง 3 พันธุ์ ทำให้มีการตายของใบ (leaf senescence) และอุณหภูมิพุ่มใบ (canopy temperature) เพิ่มมากขึ้น พันธุ์สุวรรณ 3601 เป็นพันธุ์ทนแล้งที่ให้น้ำหนักเมล็ดแห้งที่สูงกว่าและมีอุณหภูมิพุ่มใบและการตายของใบที่ต่ำกว่า ตลอดจนสามารถที่จะทนต่อสภาพการขาดน้ำได้ดีกว่าพันธุ์ NSX 9210 และพันธุ์นครสวรรค์ 1 ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากพันธุ์ทนแล้ง มีอัตราการเจริญเติบโตและการถ่ายเทสารสังเคราะห์ที่สูงกว่า มีความหนาแน่นของรากมากและสามารถดึงดูดน้ำจากดินในระดับลึกลงไปได้มากกว่า การขาดน้ำทำให้ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 1, NSX 9210 และสุวรรณ 3601 มีน้ำหนักเมล็ดแห้งลดลง โดยเฉลี่ย 49, 45 และ 35 % ตามลำดับ สำหรับองค์ประกอบของผลผลิตพบว่าจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำอย่างมาก

การทดลองที่ 3 ได้ทำการศึกษาการถ่ายเทไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด 3 พันธุ์ที่มีระดับการทนแล้งต่างกันภายใต้สภาพการให้น้ำต่างระดับ ผลการทดลองพบว่า การขาดน้ำและขาดปุ๋ยไนโตรเจนมีผลกระทบต่อการพัฒนาการของระยะเจริญพันธุ์และความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งส่งอาหาร (source) และแหล่งรับอาหาร (sink) โดยในส่วนของใบ กาบใบ และลำต้นรวมทั้งช่อดอกตัวผู้เป็นแหล่งรับไนโตรเจนที่สำคัญในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและจะเปลี่ยนไปเป็นแหล่งสำหรับส่งไนโตรเจนในระยะการพัฒนาเมล็ด การเคลื่อนย้ายไนโตรเจนจะพบมากกว่าคาร์โบไฮเดรตในส่วนของลำต้นในระยะแรกของการสะสมน้ำหนักเมล็ดทั้งในสภาพที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่ำและสูง การเคลื่อนย้ายในส่วนของลำต้นที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่ำจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเกิดการขาดน้ำอย่างรุนแรงในระยะหลังจากการสะสมน้ำหนักเมล็ด ในส่วนของเปลือก ไหม และซังพบว่าในระยะแรกจะเป็นแหล่งรับไนโตรเจนที่สำคัญ แต่ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นแหล่งส่งไนโตรเจนเมื่อเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ การสะสมน้ำหนักเมล็ดและไนโตเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะพัฒนาเมล็ด อาจจะเป็นผลมาจากการเคลื่อนย้ายสารอาหารจากส่วนของ vegetative และ reproductive อื่นๆ การขาดน้ำและขาดปุ๋ยไนโตรเจนจะมีผล

กระทบต่อการสร้างผลผลิตของข้าวโพดทุกพันธุ์ ไนโตรเจนจะมีผลกระทบต่อจำนวนเมล็ดและน้ำหนักของเมล็ดมากที่สุด จากข้าวโพด 3 พันธุ์ พบว่า พันธุ์สุวรรณ 3601 สามารถทนแล้งได้ดีทั้งที่ปลูกในสภาพดินที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่ำและสูง เนื่องจากมีค่าของ DSI น้อยที่สุด (39%) และมีค่าของ DI มากที่สุด (1.14) เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ NSX 9210 และนครสวรรค์ 1 นอกจากนี้ยังพบว่าพันธุ์สุวรรณ 3601 ยังมีน้ำหนักแห้งรวมและปริมาณของไนโตรเจนในเมล็ดจากส่วนของ vegetative ไปสู่เมล็ดมากที่สุด ซึ่งพันธุ์สุวรรณ 3601 นี้สามารถที่จะใช้ปลูกในเขตแห้งแล้งและเขตที่สามารถให้น้ำชลประทานได้บ้างตลอดจนสามารถที่จะใช้เป็นพันธุ์ปลูกในพื้นที่ที่มีระดับของไนโตรเจนที่ต่ำและสูงได้ดี

การทดลองที่ 4 ได้ทำการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าวโพดทั้ง 3 พันธุ์ เพื่อใช้ทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวโพด CERES-Maize ผลการทำนายของแบบจำลองพบว่าแบบจำลองสามารถทำนายระยะการพัฒนาการ (phenology) เช่น วันออกไหมและวันสุกแก่ของข้าวโพดทั้ง 3 พันธุ์ได้ใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ในแปลงทดลอง อย่างไรก็ตามการทำนายการเจริญเติบโต เช่น การสะสมน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และเมล็ดของแบบจำลองส่วนใหญ่จะทำนายได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากแปลงทดลอง ส่วนการทำนายน้ำหนักเมล็ดแห้ง(ผลผลิต)ที่มีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จากแปลงทดลองนั้น อาจจะเนื่องมาจากค่าทำนายที่ได้จากแบบจำลองไม่ได้รวมความเสียหายของผลผลิตอันเนื่องมาจากโรคและแมลง ตลอดจนปัจจัยอื่นๆเข้าไปด้วย จากผลการทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพบว่าแบบจำลองสามารถทำนายระยะการออกไหมและวันสุกแก่ของข้าวโพดทั้ง 3 พันธุ์ได้ค่อนข้างแม่นยำเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากแปลงทดลอง ดังนั้นการจำลองการเจริญเติบโตของข้าวโพด CERES-Maize สามารถช่วยเหลือเกษตรกรและนักวิจัยเกี่ยวกับตารางการจัดการเพาะปลูกข้าวโพดตั้งแต่การใส่ปุ๋ย การกำจัดโรคและแมลง การให้น้ำชลประทานรวมทั้งเวลาเก็บเกี่ยวและสามารถช่วยในการทำนายศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ได้