ผลของการฉีดพ่นไคโตซานต่อศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

Effect of chitosan spraying on rice yield potential under drought stress at various growth stages

สุชาดา บุญเลิศนิรันดร์ [1*] ระวีวรรณ สุวรรณศร [1] กิตติ บุญเลิศนิรันดร์ [1] และ ประพฤติ พรหมสมบูรณ์ [2]

Suchada Boonlertnirun,[1*] Raweewun Suvannasara, [1] Kitti Boonlertnirun [1] and Praprut Promsomboon [2]

บทคัดย่อ

ไคโตซาน (โพลิเมอร์ธรรมชาติ) สามารถใช้เพื่อกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันให้พืชที่อยู่ในสภาวะเครียดจากสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไคโตซานต่อศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพขาดน้ำและหาระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่อ่อนแอต่อการขาดน้ำมากที่สุดซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตลดลง วางแผนการทดลองแบบ Split plot ทำ 5 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลักคือ การ ขาดน้ำที่ ระยะต้นกล้า ระยะแตกกอ ระยะสร้างรวงอ่อน ระยะออกรวง และไม่ขาดน้ำ โดยจัดปัจจัยหลักแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (RCBD) ปัจจัยรองคือ การฉีดพ่นไคโตซานและการไม่ฉีดพ่นไคโตซาน ทำการทดลองที่โรงเรือนแบบเปิดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง เดือนตุลาคม 2555 ผลการทดลองพบว่า การขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกันมีผลทำให้ ความเขียวใบ การสะสมน้ำหนักแห้ง จำนวนหน่อต่อต้น ผลผลิตและดัชนีเก็บเกี่ยว ของข้าวแตกต่างกันทางสถิติ การขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตช่วงแรกๆ (ระยะต้นกล้า และระยะแตกกอ) ได้รับผลกระทบในทางลบต่อความสูง ความเขียว น้ำหนักแห้งและจำนวนหน่อต่อต้น มากกว่าการขาดน้ำเมื่อเข้าสู่ระยะออกดอก ในขณะที่ผลผลิตข้าวและประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสารอาหาร (ดัชนีเก็บเกี่ยว) จะได้รับผลกระทบในทางลบเมื่อเกิดการขาดน้ำที่ระยะติดดอกออกผล (ระยะสร้างรวงอ่อน และระยะออกรวง) และพบว่าการฉีดพ่นไคโตซานมีผลทำให้ความเขียวของใบและจำนวนหน่อต่อต้นของข้าวแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ฉีดพ่นไคโตซาน แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใช้ไคโตซานกับการขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่ แตกต่างกันต่อทุกๆลักษณะที่ทำการศึกษา

คำสำคัญ: ไคโตซาน ขาดน้ำ ระยะการเจริญเติบโตของข้าว ศักยภาพการให้ผลผลิต

[1] คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Faculty of Agricultural Technology and Agro-industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya, 13000

[2] คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

[2] Faculty of Agriculture and Natural Resource, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chon Buri province, 20110

* Corresponding author. E-mail: suchada.b@rmutsb.ac.th

Abstract

Chitosan, natural biopolymer, can be applied to trigger immune system in many plant species under abiotic stress. The objectives of this project were to 1) study effect of chitosan on rice yield potential under drought stress condition and 2) determine the most susceptible growth stage to drought resulted in yield loss. The experimental design was a split plot design and the main plot was arranged in randomized complete block with five replications. Main plot was five drought periods, including at seedling, tillering, panicle initiation, heading stage and no drought and subplot was chitosan spraying and no chitosan spraying. It was conducted at an opened greenhouse of Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, during June to October 2012. The results indicated that drought stress at different growth stages showed statistically significant differences on leaf greenness, dry matter accumulation, grain yield, tiller number per plant and harvest index, however it tended that drought stress at vegetative stage (seedling and tillering stage) had more negative effects on agronomic traits (plant height, leaf greenness, dry matter, tiller number per plant) than at reproductive stage. Grain yield and translocation of assimilates (harvest index) were negatively affected by drought stress at reproductive stage (panicle initiation and heading stage). Foliar application of chitosan significantly affected leaf greenness and tiller number per plant. But the interaction between rice growth stage and chitosan application did not show any significant difference in all traits under drought stress.

Keywords: chitosan application, drought, yield potential, rice growth stage

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีสำคัญของประเทศไทย ทั้งนี้พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศปลูกข้าวเป็นพืชหลักและส่งออกข้าวมากเป็นลำดับที่หนึ่งของโลกในปี 2554 มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีทั้งหมดประมาณ 61 ล้านไร่ ผลผลิตรวมประมาณ 23 ล้านตัน และมีการส่งออกข้าวเป็นมูลค่ารวมประมาณ 19,611 ล้านบาท (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2555) แต่ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่พบในการผลิตข้าวคือ สภาพภัยแล้ง ฉะนั้นพื้นที่ปลูกข้าวจึงได้รับความเสียหายอย่างมาก ฉะนั้นการหาแนวทางที่จะช่วยทำให้ต้นข้าวมีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพการขาดน้ำชั่วคราว หรือผ่านพ้นสภาพขาดน้ำชั่วคราวนี้แล้วฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว และไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวจึงเป็นเรื่องที่ต้องนำมาพิจารณาเพื่อป้องกันสภาพวิกฤตดังกล่าว ไคโตซานเป็นสารอินทรีย์ธรรมชาติมีคุณสมบัติเป็น elicitor เมื่อใช้กับพืชจะกระตุ้นให้พืชเกิดการสร้างภูมิคุ้มกัน (immune) โดยการชักนำให้เกิดการสร้างสาร secondary metabolites บางตัวที่มีส่วนทำให้พืชนั้นเกิดความทนทานเมื่ออยู่ในสภาพวิกฤต (stress condition) (Ganesh *et al.,* 2002) นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการกระตุ้นเปอร์เซ็นต์การงอกและการตั้งตัวของต้นกล้าของข้าว (Thobunluepop *et al.,* 2008) และยังมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว (Boonlertnirun *et al.,* 2008) ทั้งนี้เพราะองค์ ประกอบส่วนมากในโมเลกุลของไคโตซานเป็นสาร ประกอบไนโตรเจนซึ่งมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่สำคัญสำหรับการสังเคราะห์แสง อันเป็นกระบวน-

การเกี่ยวข้องกับการสะสมน้ำหนักแห้งและการให้ผลผลิตของพืช จากคุณสมบัติดังกล่าวมานี้ ถ้านำไคโตซานมาใช้ในการปลูกข้าวโดยการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในสารละลายไคโตซานก่อนปลูกจากนั้นมีการฉีดพ่นเมื่อต้นกล้าของข้าวเจริญเติบโตขึ้นจะมีส่วนช่วยให้ต้นข้าวที่ประสบสภาพแล้งในบางช่วงของการเจริญเติบโต มีภูมิคุ้มกันและทนทานต่อสภาพดังกล่าวและสามารถเจริญเติบโตต่อไปจนกระทั่งให้ผลผลิตได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไคโตซานต่อศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพขาดน้ำและศึกษาระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่อ่อนแอต่อสภาพขาดน้ำอันส่งผลทำให้ศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวลดลง

วิธีการศึกษา

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสปลิทพลอท (Split plot design) เมื่อจัดปัจจัยหลัก(main plot) แบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (RCBD) ทำ 4 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ปัจจัยหลัก (main plot) คือ ระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำ 5 ระยะคือ

1. ไม่มีการขาดน้ำ
2. ระยะต้นกล้า (seedling stage, 25-30 วัน)
3. ระยะแตกกอ (tillering stage, 45-50 วัน)
4. ระยะสร้างรวงอ่อน (panicle initiation stage, 55-60 วัน)
5. ระยะออกรวง(heading stage,70-75 วัน)

ปัจจัยรอง (sub plot) คือ การฉีดพ่นไคโตซาน 2 วิธีการ คือ

1. ฉีดพ่นไคโตซาน
2. ไม่ฉีดพ่นไคโตซาน

2. วิธีการดำเนินงาน

ปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1ในถังซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร แล้วถอนแยกให้เหลือ 5 ต้น/ถัง เมื่อต้นกล้าอายุได้ 14 วัน เริ่มฉีดพ่นไคโตซาน (90 % DD of polymeric chitosan) ความเข้มข้น 40 ppm ครั้งแรกและครั้งต่อไปเมื่อเข้าสู่ระยะต้นกล้า ระยะแตกกอ ระยะสร้างรวงอ่อน และระยะออกรวง รวมทั้งหมด 5 ครั้ง จึงหยุดฉีดพ่น การฉีดพ่นไคโตซานจะฉีดพ่น 2 วันก่อนทำให้เกิดการขาดน้ำในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าว การทำให้เกิดสภาพขาดน้ำในแต่ละระยะการเจริญเติบโต (ตามรายละเอียดของปัจจัยหลัก) โดยการระบายน้ำออกจากถังซีเมนต์ จนกระทั่งใบข้าวแสดงอาการใบม้วน (leaf margins touching, O - shape) ตามหลักเกณฑ์ของ Standard Evaluation System (SES) (IRRI, 1980) จึงเริ่มระบายน้ำเข้าตามปกติ การปฏิบัติดูแลข้าวทำตามคำแนะนำการปลูกข้าวจนกระทั่งเก็บเกี่ยว บันทึกข้อมูล ความสูง การสะสมน้ำหนักแห้ง ดัชนีเก็บเกี่ยวผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD (Least Significant Difference) ทำการทดลองในโรงเรือนแบบเปิดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม 2555

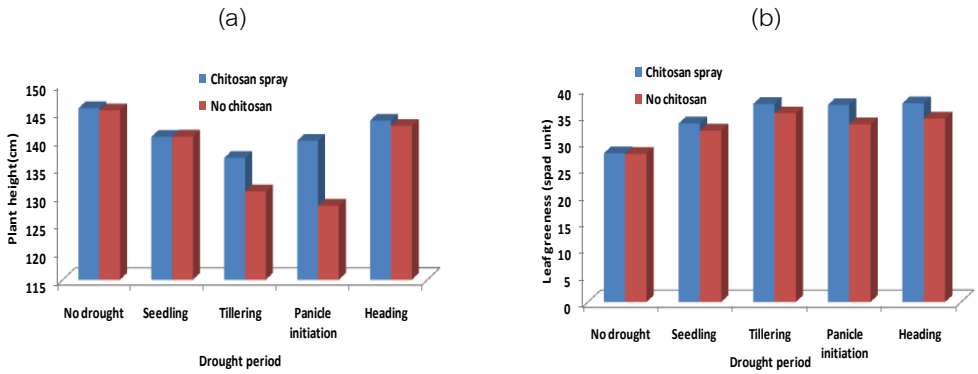
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ความสูง

การทำให้ข้าวขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่ต่างกัน มีผลทำให้ความสูงของข้าวแตกต่างกันทางสถิติ การขาดน้ำที่ระยะออกรวงและระยะต้นกล้าไม่มีผลทำให้ความสูงของข้าวแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และไม่แตกต่างจากความสูงของข้าวที่ไม่ขาดน้ำ แต่การขาดน้ำที่ระยะแตกกอและสร้างรวงอ่อน มีผลทำให้ความสูงของข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure1a) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานทดลองของ Sarvestani *et al.* (2008) ซึ่งพบว่า การเจริญเติบโตด้านความสูงจะชะงัก ถ้าข้าวขาดน้ำในช่วงระยะ vegetative แต่จะไม่มีผลต่อความสูงถ้าขาดน้ำในช่วง reproductive สำหรับการฉีดพ่นไคโตซาน และไม่ฉีดพ่นไคโตซาน พบว่า ไม่มีผลทำให้ความสูงของข้าวแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Lizarrage-Paulin *et al.* (2011) ซึ่งพบว่าการใช้ไคโตซานในต้นกล้าข้าวโพดที่อยู่ในสภาพ abiotic stress ไม่มีผลทำให้ความยาวของต้นกล้าของข้าวโพดเพิ่มขึ้น และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำกับการฉีดพ่นไคโตซาน (Figure 1a)

2. ความเขียวของใบ

ความเขียวของใบข้าวได้รับผลกระทบที่แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) จากการขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่ต่างกัน โดยพบว่า ความเขียวของใบข้าวที่เกิดการขาดน้ำที่ระยะแตกกอ ระยะสร้างรวงอ่อน และระยะออกรวง มีค่าค่อนข้างสูงและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่แตกต่างทางสถิติกับความเขียวของใบข้าวที่ขาดน้ำที่ระยะต้นกล้า และไม่มีการขาดน้ำ ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ และยังพบความแตกต่างทางสถิติในด้านความเขียวของใบข้าวระหว่างข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานและไม่มีการฉีดพ่น โดยพบว่า การฉีดพ่นไคโตซานมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยความเขียวของใบข้าวสูงกว่าใบข้าวที่ไม่มีการฉีดพ่นไคโตซานอย่างเด่นชัด (Figure 1b) สอดคล้องกับงานของ LiQiang *et al.* (2010) ซึ่งพบว่า การใช้ไคโตซานกับต้นกล้าแตงกวาในสภาพขาดน้ำมีผลทำให้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น 6.7 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำ กับการฉีดพ่นไคโตซานไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Figure 1b)



Plant height

LSD.05 (drought period, M) = 8.28

LSD.05 (application, S) = ns

LSD.05 (M*S) = ns

CV(%) = 5.88

Leaf greenness

LSD.05 (drought period, M) = 2.97

LSD.05 (application, S) = *

LSD.05 (M*S) = ns

CV(%) = 6.85

Figure 1 Effects of chitosan on plant height (a) and leaf greenness (b) under drought stress at various rice growth stages.

3. การสะสมน้ำหนักแห้ง

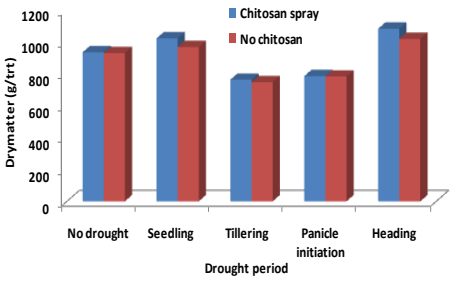
การขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่ต่างกัน คือ ระยะต้นกล้า ระยะแตกกอ ระยะสร้างรวงอ่อน และระยะออกรวง มีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าการขาดน้ำที่ระยะแตกกอมีผลกระทบทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวมากที่สุด ในขณะที่การสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวที่ขาดน้ำช่วงออกรวงได้รับผลกระทบน้อยที่สุด (Figure 2a) Jaleel *et al.* (2009) รายงานว่า ปฏิกิริยาการตอบสนองของพืชที่มีต่อการขาดน้ำจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรุนแรงและระยะเวลาของการขาดน้ำตลอดจน ชนิดของพืชและระยะการเจริญเติบโตของพืชนั้นๆ และพบว่าการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวที่ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นไคโตซานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำกับการฉีดพ่นไคโตซาน แต่อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่า การฉีดพ่นไคโตซานทำให้ข้าวที่ขาดน้ำที่ระยะออกรวงมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงกว่าเมื่อขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตอื่นๆ (Figure 2a)

4. ผลผลิต

ผลผลิตของข้าวมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่ต่างๆกัน โดยพบว่า ผลผลิตของข้าวที่ขาดน้ำที่ระยะสร้างรวงอ่อนได้รับผลกระทบมากที่สุด รองลงมาคือผลผลิตของข้าวที่ขาดน้ำที่ระยะแตกกอและระยะออกรวง ตามลำดับในขณะที่ผลผลิตของข้าวที่ขาดน้ำที่ระยะต้นกล้าได้รับผลกระทบน้อยที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) จากผลผลิตของข้าวที่ไม่

เกิดการขาดน้ำ (Figure 2b) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Wopereis *et al.* (1996) ซึ่งพบว่าผลผลิตของข้าวที่ขาดน้ำช่วงแรกๆของการเจริญเติบโตจะไม่แตกต่างทางสถิติจากผลผลิตของข้าวที่ไม่เกิดการขาดน้ำ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าผลผลิตของข้าวทุกพันธุ์จะลดลงอย่างเด่นชัดเมื่อเริ่มขาดน้ำที่ระยะสร้างรวงอ่อนหรือระยะออกรวง ทั้งนี้เพราะจำนวนรวงข้าวที่ผสมติด (fertile panicle) และมีเมล็ดเต็ม (filled grain) มีปริมาณน้อย (Rahman *et al.,* 2002; Sarvestani *et al.,* 2008; Boonjung and Fukai, 1996; Garrity and O'Toole,1994) นอกจากนี้ยังพบว่าความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวมีผลทำให้การตอบสนองต่อการขาดน้ำแตกต่างกันด้วย โดยที่ข้าวบางพันธุ์จะอ่อนแอต่อการขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตช่วง vegetative แต่ข้าวบางพันธุ์จะอ่อนแอต่อการขาดน้ำที่ระยะออกดอก (flowering stage) และระยะสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด (grain filling period) (Pantuwan *et al.,* 2002) การฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นไคโตซานไม่มีผลทำให้ผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตระยะต่างๆแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามผลผลิตของข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานมีแนวโน้มที่ดีกว่าการไม่ฉีดพ่นไคโตซาน และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำกับการฉีดพ่นไคโตซาน การขาดน้ำที่ระยะสร้างรวงอ่อนมีผลกระทบทำให้ผลผลิตข้าวลดลงมากที่สุด ทั้งที่มีการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นไคโตซาน (Figure 2b) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานทดลองของ Islam *et al.* (1994) ซึ่งพบว่าผลผลิตของข้าวจะลดลงมากเมื่อข้าวเกิดการขาดน้ำในระยะตั้งท้อง (booting stage)

(a)



Dry matter

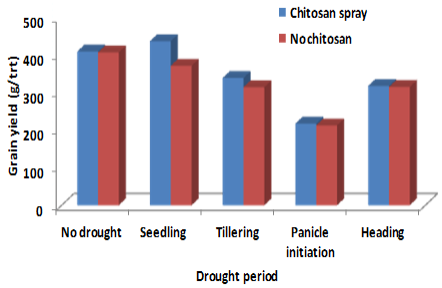
LSD.05 (drought period, M) = 206.6

LSD.05 (application, S) = ns

LSD.05 (M*S) = ns

CV (%) = 17.37

(b)



Grain yield

LSD.05 (drought period, M) = 68.36

LSD.05 (application, S) = ns

LSD.05 (M*S) = ns

CV(%) = 19.75

Figure 2 Effects of chitosan on dry matter (a) and grain yield (b) under drought stress at various rice growth stages.

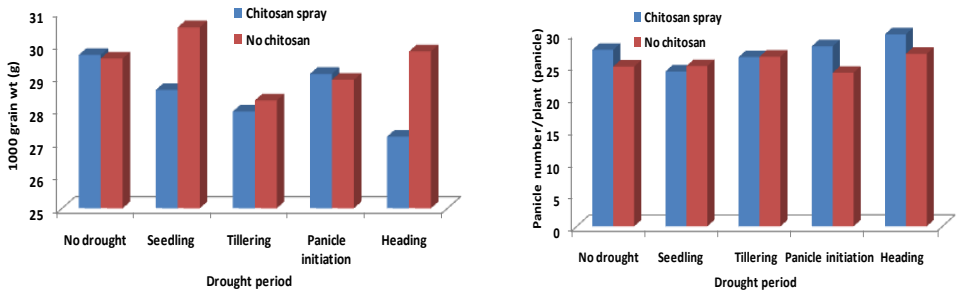
5. น้ำหนัก 1000 เมล็ด

การขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่ต่างกันผลทำให้น้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ผลการทดลองนี้ตรงกันข้ามกับงานของ Sarvestani *et al.* (2008) ซึ่งพบว่า น้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวที่ประสบปัญหาขาดน้ำที่ระยะสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด (grain filling stage) ลดลงประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับ น้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวที่ไม่ได้เกิดการขาดน้ำ การฉีดพ่นไคโตซานและไม่ฉีดพ่นไคโตซานไม่มีผลทำให้น้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวที่ขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่ต่างกันแตกต่างกันทางสถิติ และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำกับการฉีดพ่นไคโตซาน (Figure 3a)

6. จำนวนรวงต่อต้น

จำนวนรวงต่อต้นของข้าวที่ทำให้เกิดการขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (Figure 3b) ซึ่งแตกต่างจากงานทดลองของ Bouman and Toung (2001) ที่พบว่า การขาดน้ำที่ระยะก่อนและระหว่างแตกกอของข้าวมีผลทำให้จำนวนรวงต่อกอลดต่ำลงมากที่สุด และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการฉีดพ่นไคโตซานและไม่ฉีดพ่นไคโตซานต่อจำนวนรวงต่อต้นของข้าว (Figure 3b)

(a) (b)



1000 –grain weight

LSD.05 (drought period, M) = ns

LSD.05 (application, S) = ns

LSD.05 (M*S) = ns

CV(%) = 6.61

panicle number /plant

LSD.05 (drought period, M) = ns

LSD.05 (application, S) = ns

LSD.05 (M*S) = ns

CV(%) = 12.5

Figure 3 Effects of chitosan on 1000 grain weight (a) and panicle number (b) under drought stress at various rice growth stages.

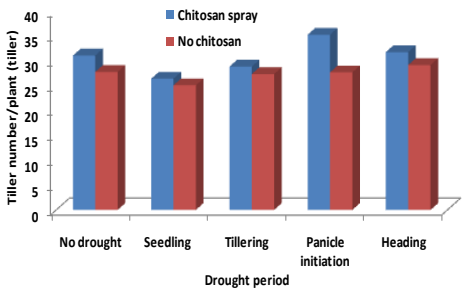
7. จำนวนหน่อต่อต้น

จำนวนหน่อต่อต้นของข้าวที่ทำให้เกิดการขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ กัน คือ ระยะต้นกล้า ระยะแตกกอ ระยะสร้างรวงอ่อน และระยะออกรวง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่า การขาดน้ำที่ระยะต้นกล้า และ ระยะแตกกอมีผลทำให้จำนวนหน่อต่อต้นลดลงมากที่สุด และแตกต่างทางสถิติจากจำนวนหน่อต่อต้นของข้าวที่ขาดน้ำที่ระยะสร้างรวงอ่อน ระยะออกรวง และไม่ขาดน้ำ (Figure 4a) การขาดน้ำในช่วง ก่อนแตกกอหรือระหว่างการแตกกอของข้าว มีผลทำให้จำนวนหน่อต่อต้นของข้าวลดลง (Rahman *et al.,* 2002; Islam *et al.,*1994; Bouman and Toung, 2001) การฉีดพ่นไคโตซานและไม่ฉีดพ่นไคโตซานมีผลทำให้จำนวนหน่อต่อต้นของข้าวแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการฉีดพ่นไคโตซานทำให้จำนวนหน่อต่อต้นที่มากกว่าข้าวที่ไม่มีการฉีดพ่นไคโตซาน สอดคล้องกับงานทดลองของ Boonlertnirun *et al.* (2012) ซึ่งพบว่าจำนวนหน่อต่อต้นของข้าวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีการฉีดพ่นไคโตซานร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำกับการฉีดพ่นไคโตซาน

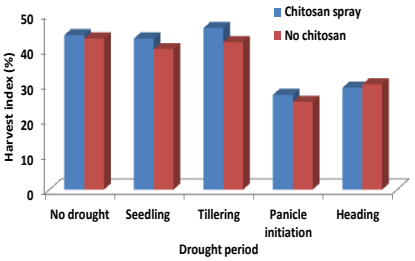
8. ดัชนีเก็บเกี่ยว

ดัชนีเก็บเกี่ยวของข้าวภายใต้สภาพขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่า การขาดน้ำที่ระยะต้นกล้า ระยะแตกกอ และข้าวที่ไม่ขาดน้ำ มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ขณะที่ดัชนีเก็บเกี่ยวของข้าวที่ขาดน้ำที่ระยะสร้างรวงอ่อน และระยะออกรวงมีค่าต่ำ (Figure 4b) นั่นหมาย ความว่าการขาดน้ำที่ระยะ reproductive มีผลต่อการเคลื่อนย้ายสารอาหารจากลำต้นและใบไปยังผลผลิต (เมล็ดข้าว) โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน พวกธัญพืชจะยังคงมีการสังเคราะห์แสงและ เคลื่อนย้ายสารอาหารในระยะออกรวง(current photosynthesis) Rahman *et al.* (2002) รายงานว่า การขาดน้ำที่ระยะ ตั้งท้องและระยะออกดอกมีผลทำให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำ และยังมีรายงานว่าการขาดน้ำที่ระยะดังกล่าวส่งผลให้เกิดเมล็ดลีบ (unfilled grain) มากทั้งนี้เพราะการถ่ายเท (เคลื่อนย้าย) สารอาหารมาที่ผลผลิตไม่สมบรูณ์ ส่งผลให้ผลผลิตต่ำ (Wopereis *et al.,* 1996) การฉีดพ่นไคโตซานและไม่ฉีดพ่นไม่มีผลทำให้ดัชนีเก็บเกี่ยวของข้าวที่ขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่ต่างกันแตกต่างกันทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำกับการฉีดพ่นไคโตซาน (Figure 4b)

(a)



(b)



Tiller number/plant

LSD.05 (drought period, M) = 3.38

LSD.05 (application, S) = *

LSD.05 (M*S) = ns

CV(%) = 13.57

Harvest index

LSD.05 (drought period, M) = 0.68

LSD.05 (application, S) = ns

LSD.05 (M*S) = ns

CV(%) = 20.36

Figure 4 Effects of chitosan on tiller number (a) and harvest index (b) under drought stress at various rice growth stages.

สรุป

การขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกันมีผลทำให้ ความเขียวใบ การสะสมน้ำหนักแห้ง ผลผลิต จำนวนหน่อต่อต้น ผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว ของข้าวแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าการขาดน้ำในช่วงแรกๆของการเจริญเติบโต มีผลกระทบในทางลบต่อลักษณะทางการเกษตรภายนอก มากกว่าการขาดน้ำที่ระยะออกรวง ในขณะที่ผลผลิตข้าวและประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสารอาหารจะได้รับผลกระทบในทางลบ เมื่อเกิดการขาดน้ำที่ระยะออกรวงและพบว่าการฉีดพ่นไคโตซานมีผลทำให้ความเขียวของใบและจำนวนหน่อต่อต้นของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใช้ไคโตซานกับการขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันต่อทุกๆลักษณะที่ทำการศึกษา

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่สนับสนุนทุนวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย.2555. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://www.Thairiceexporters.or.th/production.htm (14 ธันวาคม 2555)

Boonlertnirun, S.,C. Boonraung and R. Suvanasara. 2008. Application of chitosan in rice production. *Journal of Metals,Materials and Minerals.,18* : 47-52.

Boonlertnirun, S., R. Suvannasara, P. Promsomboon and K. Boonlertnirun. 2012. Chitosan in combination with chemical fertilizer on agronomic traits and some physiological responses relating to yield potential of rice (*Oryza sativa* L.). *Res. J. Biol. Sci., 7* : 64-68.

Boonjung, H. and S. Fukai. 1996. Effects of soil water deficit at different growth stage on rice growth and yield under upland conditions. 2. Phenology, Biomass and yield. *Field Crop Res., 48* : 47-55.

Bouman, B. A. M. and T. P. Toung. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. *Agr. Water Manage., 49* : 11-30

Ganesh, K. A., R. Randeep, T. Shigeru, Y. Masami, K. Akihiro and S. Hikaru. 2002. Chitosan activates defense/stress response(s) in the leaves of *Oryza sativa* seedling. *Plant Physiol. Bioch., 40*:1061-1069.

Garrity, D.P. and J.C.O' Toole. 1994. Screening rice for drought resistance at the reproductive phase. *Field Crop Res., 39*: 99-110.

IRRI. 1980. Standard Evaluation Systems for Rice. International Rice Research Institute, Los Banōs, Philippine.

Islam, M.T. M.A. Salam and M. Kauser. 1994. Effect of soil water stress at different growth stages of rice on yield components and yield. *Prog. Agric., 5*: 151-156

Jaleel, C. A., M. Manivannan, P. Wahid, A. Farooq, M. Jasim AL-Juburi, H. Somasundaram and R. Panneerselvam. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *Int. J. Agric. Biol., 11*: 100-105.

LiQiang, G., L. ChunXiang, Q. YongXu, G. FengJu and L. Hong. 2010. Effects of exogenous chitosan on physiological characteristics of cucumber seedlings under drought stress. *Southwest China J. Agri. Sci., 23:* 70-73.

Lizarraga- Paulin, E. G., I. Torres- Pacheco , E. Moreno-Martinez and S. P. Miranda – Castro. 2011. Chitosan application in maize (*Zea mays*) to counteract the effects of abiotic stress at seedling level. *Afr. J. Biotechnol., 10*: 6439-6446.

Pantuwan, G., M. Fukai, S. Cooper, S. Rajatasereekul and J.C. O'Toole. 2002a. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. I. Grain yield and yield components. *Field Crop Res., 73*: 169-180.

Rahman, M.T. and M.T. Islam. 2002. Effect of water stress at different growth stages on yield and yield contributing characters of transplanted aman rice. *Pak. J. Biol. Sci., 5*: 169-172.

Sarvestani, Z. T., H. Pirdashti, S. A. M. Modarres Sanavy and H. Balouchi. 2008. Study of water stress effects in different growth stages on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Pak. J. Biol. Sci.,11*: 1303-1309.

Thobunluepop, P., E. Pawelzik and S. Verasilp. 2008. The perspective effects of various seed coating substances on rice seed variety Khao Dawk Mali 105 storability I: The case study of physiological properties. *Pak. J. Biol. Sci., 11*: 2291-2299.

Wopereis, M.C.S., M.J. Kropff, A.R Maligaya and T.P. Tuong. 1996. Drought-stress responses of two lowland rice cultivars to soil water status. *Field Crop Res., 46* : 21-39.