

## ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้สภาพขาดน้ำ ที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

### Effect of Chitosan on Rice Growth under Drought Stress at Different Growth Stages

ธิดารัตน์ ศิริบูรณ์\* กาญจนา จอมสังข์ สัมพันธ์ ตาติวังค์ และอัษฎาวุธ สุวรรณชาติ

Thidarat Siriboon\*, Kanchana Chomsang, Samphan Tatiwong and Adsadawut Suwannachat

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

\*Corresponding author: c.thidarat@hotmail.com

Received: September 22, 2023

Revised: May 15, 2024

Accepted: June 10, 2024

#### Abstract

Chitosan can be applied to trigger the immune system in plant under drought stress. The objectives of this study were to study the effect of chitosan application on rice yield under drought conditions at different growth stages of rice. The experiment was arranged in a 2x5 factorial in completely randomized design (CRD) with four replications. Factor A was chitosan applications (with and without chitosan application), while Factor B were watering conditions, which included regular watering, and water withdrawal at seedling, tillering, panicle initiation and heading stages. The experiment was conducted at the greenhouse of the Agronomy Division, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, during September 2021 to January 2022. The results showed that chitosan application had significant effects on plant height, no. of tiller, no. of panicle, harvest index and yield. Chitosan application increased the yield by 58.1% compared to rice without chitosan. Moreover, chitosan application had significant effects on plant height and leaf greenness. Furthermore, severe yield loss caused by water deficit at heading stage could be diminished by chitosan application, which could help reducing yield loss by 56.06% compared to application without chitosan.

**Keywords:** chitosan, drought, growth stages of rice, yield

#### บทคัดย่อ

ไคโตซานสามารถใช้เพื่อกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันให้พืชที่อยู่ในสภาวะเครียด การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉีดพ่นไคโตซานต่อผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพขาดน้ำที่ระยะการ

เจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x5 factorial in CRD ทำการทดลอง 4 ซ้ำ โดยปัจจัย A คือ การฉีดพ่นไคโตซาน 2 วิธีการ คือ มีการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นไคโตซาน และปัจจัย B คือ ระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำ 5 ระยะ คือ การให้น้ำปกติ การขาดน้ำที่ระยะต้นกล้า ระยะแตกกอ ระยะสร้างรวงอ่อน และ

ระยะออกรวง เริ่มดำเนินการ เดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ณ โรงเรียนสาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผลการทดลองพบว่า การฉีดพ่นไคโตซานมีผลทำให้ความสูง ความเขียวของใบ จำนวนหน่อตอกอ จำนวนรวงตอกอ ดัชนีการเก็บเกี่ยว และผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าข้าวที่ไม่ได้ฉีดพ่นไคโตซาน 58.1% และการขาดน้ำของข้าวที่ระยะการเจริญเติบโตแตกต่างกันมีผลทำให้ความสูงและความเขียวของใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยิ่งไปกว่านั้นความเสียหายอย่างรุนแรงของผลผลิตที่เกิดจากการขาดน้ำที่ระยะออกรวงสามารถบรรเทาได้ด้วย การฉีดพ่นไคโตซาน ซึ่งสามารถช่วยบรรเทาการสูญเสียของผลผลิตได้ 56.06% เมื่อเทียบกับการไม่ฉีดพ่นไคโตซาน

**คำสำคัญ:** ไคโตซาน การขาดน้ำ ระยะการเจริญเติบโตของข้าว ผลผลิต

### คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่เป็นอาหารหลักที่มีผลต่อความมั่นคงทางอาหาร ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกข้าวที่สำคัญของโลก โดยปี พ.ศ. 2563/2564 ไทยมีผลผลิตข้าวสูงเป็นอันดับ 6 ของโลก คิดเป็น 3.7% ของผลผลิตข้าวทั่วโลก รองจากจีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ และเวียดนาม และไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับ 3 ของโลก มีส่วนแบ่งตลาดคิดเป็น 11.9% รองจากอินเดียและเวียดนาม ซึ่งมีส่วนแบ่งตลาด 38.9 และ 12.9% ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการผลิตข้าวในประเทศไทยยังประสบปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูง และผลผลิตต่อไร่ต่ำ เนื่องจากปัจจุบันเกิดภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศทำให้ปริมาณฝนตกลงน้อยลง และทำให้เกิดปัญหาภัยแล้งในบางพื้นที่ ซึ่งส่งผล

กระทบกับปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตร จึงมีการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2565 ข้าวนาปรังลดลงประมาณ 2.7 ล้านตัน เพราะข้าวนาปรังเป็นพืชที่ปลูกในนาแล้งจึงพึ่งพาน้ำในเขื่อนที่มีการกักเก็บ ส่วนข้าวนาปีลดลง 1.2 ล้านตัน นอกจากนี้ภัยแล้งนั้นเป็นสาเหตุที่ทำให้พืชหยุดหรือชะงักการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ได้ไม่สมบูรณ์และลดน้อยลง (Prommacot *et al.*, 2020) ปัจจุบันมีการศึกษาการใช้ไคโตซานฉีดพ่นในข้าวเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของข้าวให้ทนต่อสภาพแล้งและไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตของข้าว ไคโตซานเป็นสารโพลีเมอร์จากธรรมชาติ จึงปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ปัจจุบันประเทศไทยมีศักยภาพการผลิตไคโตซานจากส่วนของหัวและเปลือกกุ้งกุลาดำที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำ โดยไคโตซานมีคุณสมบัติเป็นตัวกระตุ้น เมื่อนำมาใช้กับพืชจะกระตุ้นให้พืชเกิดการสร้างภูมิคุ้มกันโดยการชักนำทำให้พืชนั้นเกิดความทนทานเมื่ออยู่ในสภาพวิกฤต (Boonlertnirun *et al.*, 2013) หนึ่งในสภาพวิกฤตที่สำคัญ คือความเครียดที่เกิดจากการขาดน้ำ นอกจากนี้มีรายงานเกี่ยวกับการใช้ไคโตซานเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรมากมาย เช่น Lu *et al.* (2002) รายงานว่า การปลูกข้าวและพ่นไคโตซาน อัตรา 0.4 กรัมต่อน้ำ 50 ซีซี มีผลทำให้ความยาวราก จำนวนราก ความยาวใบ และความสูงของต้นกล้าข้าวเพิ่มขึ้น จากรายงานของ Senaphan *et al.* (2016) รายงานว่า ในระหว่างการปลูกข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานทุก 7 วัน สามารถส่งเสริมการให้ผลผลิตข้าวเพิ่มมากขึ้น โดยทำให้อัตราการแตกกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี น้ำหนักเมล็ดดี จำนวนเมล็ดดี สูงกว่าการฉีดพ่นสารละลายที่ไม่มีส่วนผสมของไคโตซาน ดังนั้นจึงทำการศึกษาผลของไคโตซานต่อการให้ผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพขาดน้ำ และศึกษาระยะการเจริญเติบโตของข้าวต่อสภาพขาดน้ำที่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กช 83

## อุปกรณ์และวิธีการ

### แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x5 Factorial in CRD ทำ 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

ปัจจัย A คือ วิธีการฉีดพ่นไคโตซาน 2 วิธี คือ

1. มีการฉีดพ่นไคโตซาน
2. ไม่มีการฉีดพ่นไคโตซาน

ปัจจัย B คือ ระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำ 5 ระยะ คือ

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)

### วิธีการทดลอง

ปลูกข้าวพันธุ์ กข 83 ในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง โดยทำการปลูกทั้งหมด 10 หน่วยทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 5 กระถาง จำนวนหน่วยทดลองทั้งหมด 200 กระถาง ทำการทดลองเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ณ โรงเรือนสาขาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อต้นกล้าข้าวมีอายุ 14 วัน เริ่มฉีดพ่นไคโตซานครั้งแรกความเข้มข้น 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร และครั้งต่อไปเมื่อเข้าสู่ระยะต้นกล้า ระยะแตกกอ ระยะสร้างรวงอ่อน และระยะออกรวง รวมทั้งหมด 5 ครั้ง จึงหยุดฉีดพ่น โดยการฉีดพ่นไคโตซานนั้นจะฉีดพ่น 2 วัน ก่อนทำให้เกิดการขาดน้ำในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าว และการทำให้เกิดสภาพการขาดน้ำในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าว (ตามรายละเอียดของปัจจัย B) โดยการระบายน้ำออกจากกระถาง จนกระทั่งใบข้าวแสดงอาการใบม้วน (ขอบใบโค้งเข้าหากันเป็นรูปครึ่งวงกลม) ตามหลักเกณฑ์ของ O'Toole and Moya (Larkunthod *et al.*, 2015) จึง

เริ่มเติมน้ำเข้ากระถางตามปกติ การปฏิบัติดูแลข้าว โดยการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 และ 46-0-0 อัตรา 50 กก. ต่อไร่ (5 กรัมต่อกระถาง) ทำตามคำแนะนำการปลูกข้าว จนกระทั่งเก็บเกี่ยว

การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ความชื้นใบ ความสูงต้น จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น ดัชนีการเก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิต นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD (Least Significant Difference)

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ความชื้นใบ

การฉีดพ่นและการไม่ฉีดพ่นไคโตซานทำให้ความชื้นของใบข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 1) โดยข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานมีความชื้นของใบเฉลี่ยมากกว่าการไม่ฉีดพ่นไคโตซาน ซึ่งมีความชื้นของใบเฉลี่ยเท่ากับ 39.35 คลอโรฟิลล์เมตร และการทำให้ข้าวขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ความชื้นของใบข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยข้าวที่มีความชื้นของใบมากที่สุด คือ การขาดน้ำระยะออกรวง เท่ากับ 49.93 คลอโรฟิลล์เมตร รองลงมาคือ การขาดน้ำระยะแตกกอและสร้างรวงอ่อน เท่ากับ 38.22 และ 37.77 คลอโรฟิลล์เมตร ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฉีดพ่นไคโตซานกับระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำ โดยข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานและการขาดน้ำที่ระยะออกรวง มีความชื้นของใบมากที่สุด เท่ากับ 50.89 คลอโรฟิลล์เมตร รองลงมาคือ ไม่มีการฉีดพ่นไคโตซาน และการขาดน้ำที่ระยะออกรวง 48.98 คลอโรฟิลล์เมตร ซึ่งสอดคล้องกับ Boonlertnirun *et al.* (2013) ที่พบว่าการฉีดพ่นไคโตซานมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยความชื้นของใบข้าวสูงกว่าไม่มีการฉีดพ่นไคโตซานอย่างเด่นชัด และยังมีรายงานการใช้ไคโตซาน

กับต้นกล้าแตกกอในสภาพขาดน้ำมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น 6.7% (Li Qiang *et al.*, 2010) คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งสอดคล้องกับ Salachna and

Zawadzinska (2014) ที่รายงานว่า การใช้ไคโตซานชนิด Medium-molecular-weight และ High-molecular-weight มีผลทำให้ค่าความเขียวของใบ (SPAD) ของต้น Potted freesia เพิ่มขึ้น

**Table 1** Effect of various chitosan application methods on leaf greenness at different growth stage of rice

Treatments	Growth stage of rice					Mean	F-test
	Control	Seedling	Tillering	Panicle initiation	Heading		
Without Chitosan	31.74 <sup>f</sup>	37.35 <sup>e</sup>	37.40 <sup>de</sup>	36.81 <sup>e</sup>	48.98 <sup>b</sup>	<b>38.46<sup>B</sup></b>	<b>**</b>
Chitosan	30.57 <sup>f</sup>	37.52 <sup>de</sup>	39.05 <sup>c</sup>	38.73 <sup>cd</sup>	50.89 <sup>a</sup>	<b>39.35<sup>A</sup></b>	
Mean	<b>31.15<sup>C</sup></b>	<b>37.43<sup>B</sup></b>	<b>38.22<sup>B</sup></b>	<b>37.77<sup>B</sup></b>	<b>49.94<sup>A</sup></b>	<b>38.90</b>	
F-test				<b>**</b>			<b>*</b>
C.V. (%)				<b>2.49</b>			

ns, \* and \*\* is non-significant difference, significant difference at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$  as determined by LSD, respectively.

### ความสูง

การศึกษามลของสารไคโตซานต่อความสูงของข้าวพันธุ์ กข 83 โดยการฉีดพ่นและการไม่ฉีดพ่นไคโตซานทำให้ความสูงของต้นข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 2) โดยข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 121.32 ซม. และข้าวที่ไม่ได้ฉีดพ่นไคโตซานมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 117.82 ซม. นอกจากนี้การทำให้ข้าวขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ความสูงของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยข้าวที่ไม่มีการขาดน้ำให้ความสูงของต้นข้าวมากที่สุด เท่ากับ 125.58 ซม. รองลงมาคือ การขาดน้ำที่ระยะแตกกอและระยะต้นกล้าเท่ากับ 121.49 และ 119.50 ซม. ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม

ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฉีดพ่นไคโตซานต่อการขาดน้ำของข้าวที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Prasertsongskun (2012) ที่รายงานว่า ไคโตซานสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ ในขณะที่การขาดน้ำของข้าวในระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ความสูงของข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานทดลองของ Sarvestani *et al.* (2008) รายงานว่า การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวจะชะงัก ถ้าข้าวขาดน้ำ โดยเฉพาะในช่วงระยะ Vegetative แต่อย่างไรก็ตามไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฉีดพ่นไคโตซานกับระยะการขาดน้ำของข้าวในระยะที่แตกต่างกัน

**Table 2** Effect of various chitosan application methods on rice height at different growth stage of rice

Treatments	Growth stage of rice					Mean	F-test
	Control	Seedling	Tillering	Panicle initiation	Heading		
Without Chitosan	124.92	117.75	119.00	112.67	114.92	<b>117.85<sup>B</sup></b>	<b>**</b>
Chitosan	126.42	121.25	123.75	117.33	117.83	<b>121.32<sup>A</sup></b>	
<b>Mean</b>	<b>125.67<sup>A</sup></b>	<b>119.50<sup>BC</sup></b>	<b>121.37<sup>B</sup></b>	<b>115.00<sup>C</sup></b>	<b>116.38<sup>C</sup></b>	<b>119.58</b>	
<b>F-test</b>							<b>**</b>
<b>C.V. (%)</b>							<b>2.68</b>

ns and \*\* is non-significant difference, significant difference at  $p < 0.01$  as determined by LSD, respectively.

### จำนวนหน่อตอก

จำนวนหน่อตอกของข้าวที่มีการฉีดพ่นและการไม่ฉีดพ่นไคโตซานทำให้จำนวนหน่อตอกของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 3) โดยพบว่า ข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานสามารถเพิ่มจำนวนหน่อตอก 37.23 หน่อตอก เฉลี่ยได้มากกว่าการไม่ฉีดพ่น 29.27 หน่อตอก การฉีดพ่นไคโตซานทำให้จำนวนหน่อตอกของข้าวเพิ่มขึ้น 27.2% เมื่อเปรียบเทียบกับ

การไม่ฉีดพ่น สอดคล้องกับ Boonlertnirun *et al.* (2005) ที่รายงานว่าการใช้ไคโตซานชนิด Polymer แช่เมล็ดก่อนปลูกแล้วฉีดพ่นอีก 4 ครั้ง หลังข้าวอายุ 25 วันขึ้นไป มีผลทำให้จำนวนหน่อตอกของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่การทำให้ข้าวขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อจำนวนหน่อตอกและไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฉีดพ่นไคโตซานต่อการขาดน้ำของข้าวที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

**Table 3** Effect of various chitosan application methods on number of tillers (plant<sup>-1</sup>) at different growth stage of rice

Treatments	Growth stage of rice					Mean	F-test
	Control	Seedling	Tillering	Panicle initiation	Heading		
Without Chitosan	30.67	27.59	28.58	31.25	28.25	<b>29.27<sup>B</sup></b>	<b>**</b>
Chitosan	36.67	33.92	38.00	38.00	39.58	<b>37.23<sup>A</sup></b>	
<b>Mean</b>	<b>33.67</b>	<b>30.75</b>	<b>33.29</b>	<b>34.63</b>	<b>33.92</b>	<b>33.25</b>	
<b>F-test</b>							<b>ns</b>
<b>C.V. (%)</b>							<b>11.42</b>

ns and \*\* is non-significant difference, significant difference at  $p < 0.01$  as determined by LSD, respectively.

### จำนวนรวงตอก

การฉีดพ่นและการไม่ฉีดพ่นไคโตซานทำให้จำนวนรวงตอกของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 4) โดยข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานให้จำนวนรวงตอกเฉลี่ย 33.50 รวงตอก สูงกว่าการไม่ฉีดพ่นไคโตซาน 25.05 รวงตอก การฉีดพ่นไคโตซานทำให้จำนวนรวงตอกของข้าวเพิ่มขึ้น 33.7% เมื่อเทียบกับการไม่ฉีดพ่นไคโตซาน และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฉีดพ่นไคโตซานต่อระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่ขาดน้ำ โดยข้าวที่ฉีดพ่นไคโตซานในการขาดน้ำที่ระยะออกรวงส่งผลให้มีจำนวนรวงตอกมากที่สุดเท่ากับ 36.50 รวงตอก รองลงมาคือ ฉีดพ่นไคโตซานในการขาดน้ำที่ระยะสร้างรวงอ่อนและระยะแตกกอ เท่ากับ

33.92 และ 33.83 รวงตอก ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามระยะการขาดน้ำในข้าวไม่มีผลต่อจำนวนรวงตอกของข้าว ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Boonlertnirun *et al.* (2013) รายงานว่า การขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อจำนวนรวงตอกของข้าว แต่ Bouman and Touny (2001) รายงานว่า การขาดน้ำที่ระยะก่อนและระหว่างแตกกอของข้าวมีผลทำให้จำนวนรวงตอกลดลงมากที่สุด โดยข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานกับการขาดน้ำระยะออกรวงจะมีจำนวนรวงตอกมากที่สุด ซึ่งแปรผันตามจำนวนหน่อตอก ทั้งนี้จำนวนหน่อตอกที่มากทำให้รวงมากขึ้นตาม โดยจำนวนรวงและจำนวนหน่อตอกถือเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งที่สำคัญของการให้ผลผลิตที่สูงขึ้น

**Table 4** Effect of various chitosan application methods on number of panicles (plant<sup>-1</sup>) at different growth stage of rice

Treatments	Growth stage of rice					F-test	
	Control	Seedling	Tillering	Panicle initiation	Heading		Mean
Without Chitosan	27.67 <sup>c</sup>	25.25 <sup>cd</sup>	24.75 <sup>cd</sup>	27.83 <sup>bc</sup>	19.75 <sup>cd</sup>	25.05 <sup>B</sup>	**
Chitosan	32.00 <sup>ab</sup>	31.25 <sup>ab</sup>	33.83 <sup>a</sup>	33.92 <sup>a</sup>	36.50 <sup>a</sup>	33.50 <sup>A</sup>	
Mean	29.83	28.25	29.29	30.87	28.13	29.27	
F-test	ns						*
C.V. (%)	12.75						

ns, \* and \*\* is non-significant difference, significant difference at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$  as determined by LSD, respectively.

### ดัชนีการเก็บเกี่ยว

การฉีดพ่นไคโตซานสามารถเพิ่มค่าดัชนีเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฉีดพ่นไคโตซานต่อการขาดน้ำของข้าวที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน (Table 1) โดยการฉีดพ่นไคโตซานในการขาดน้ำที่ระยะออกรวงทำให้ดัชนีเก็บเกี่ยวเพิ่มมากที่สุด เท่ากับ 0.55 แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติต่อดัชนีเก็บเกี่ยวเมื่อมีการขาดน้ำในระยะการ

เจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ทั้งนี้การขาดน้ำที่ระยะต่าง ๆ แต่ไม่มีการฉีดพ่นไคโตซานมีแนวโน้มให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวต่ำ โดยเฉพาะในระยะออกรวงซึ่งสอดคล้องกับ Rahman *et al.* (2002) และ Boonlertnirun *et al.* (2013) ที่รายงานว่าการขาดน้ำที่ระยะตั้งท้องและออกดอกมีผลให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำ เนื่องจากการถ่ายเท (เคลื่อนย้าย) สารอาหารมาที่ผลผลิตไม่สมบูรณ์ส่งผลให้เพิ่มการเกิดเมล็ดลีบ (Unfilled grain) (Wopereis *et al.*, 1996)

**Table 5** Effect of various chitosan application methods on harvest index (HI) at different growth stage of rice

Treatments	Growth stage of rice					Mean	F-test
	Control	Seedling	Tillering	Panicle initiation	Heading		
Chitosan	0.33 <sup>cd</sup>	0.35 <sup>c</sup>	0.31 <sup>cd</sup>	0.31 <sup>cd</sup>	0.25 <sup>d</sup>	0.31 <sup>B</sup>	**
Chitosan	0.47 <sup>ab</sup>	0.50 <sup>ab</sup>	0.50 <sup>ab</sup>	0.46 <sup>b</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.50 <sup>A</sup>	
Mean	0.40	0.42	0.40	0.39	0.40	0.40	
F-test	ns						**
C.V. (%)	9.89						

ns and \*\* is non-significant difference, significant difference at  $p < 0.01$  as determined by LSD, respectively.

#### ผลผลิตข้าว

การฉีดพ่นและการไม่ฉีดพ่นไคโตซานทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผลผลิตเมื่อทำให้ข้าวขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฉีดพ่นไคโตซานต่อการขาดน้ำของข้าวที่ระยะการเจริญเติบโต

ที่แตกต่างกัน จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การฉีดพ่นไคโตซานสามารถทำให้ผลผลิต 64.87 กรัมต่อกอ เฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึง 58.1% เนื่องจากการฉีดพ่นไคโตซานกับต้นข้าวในระหว่างการปลูกส่งเสริมการแตกกอ น้ำหนักเมล็ดจำนวนเมล็ดและทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มมากขึ้น (Senaphan *et al.*, 2016; Boonlertnirun *et al.*, 2018)

**Table 6** Effect of various chitosan application methods on grain yield (g/pot) at different growth stage of rice

Treatments	Growth stage of rice					Mean	F-test
	Control	Seedling	Tillering	Panicle initiation	Heading		
Without Chitosan	47.06	44.11	43.66	41.92	28.36	41.02 <sup>B</sup>	**
Chitosan	65.33	64.48	68.05	61.96	64.53	64.87 <sup>A</sup>	
Mean	56.20	54.29	55.85	51.94	46.45	52.94	
F-test	ns						ns
C.V. (%)	13.93						

ns and \*\* is non-significant difference, significant difference at  $p < 0.01$  as determined by LSD, respectively.

### สรุปผลการทดลอง

การขาดน้ำในระยะสร้างรวงมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว เนื่องจากข้าวที่ขาดน้ำระยะนี้จะทำให้การผสมเกสรข้าวลดลง ส่งผลให้การติดเมล็ดไม่สมบูรณ์ ทำให้ผลผลิตลดลง ในขณะที่การฉีดพ่นไคโตซานก่อนการขาดน้ำในระยะแตกกอนั้น ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตที่ดีมาก สามารถทนแล้งได้ และข้าวมีการผสมเกสรได้ดี ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวสูง โดยมีน้ำหนักผลผลิต 68.05 กรัมต่อกอ นอกจากนี้ข้าวที่มีการฉีดพ่นไคโตซานสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าข้าวที่ไม่ได้ฉีดพ่นไคโตซาน 58.1% ดังนั้นควรทำการฉีดพ่นไคโตซานเมื่อระยะแตกกอ เพื่อให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลองและเก็บข้อมูล

### เอกสารอ้างอิง

Boonlertnirun, S., K. Boonlertnirun and

I. Sooksathan. 2005. Effect of chitosan application on growth and yield of rice (*Oryza sativa*) var. Suphunburi 1 pp. 37-43. In **Proceedings of 43<sup>rd</sup> Kasetart University Annual Conference: Plants, 1-4 February 2005.** Bangkok: Kasetart University.

Boonlertnirun, S., L. Sirikesorn and

K. Boonlertnirun. 2018. Effect of chitosan on yield of rice plants subjected to high temperature at different growth stages. **King Mongkut's Agricultural Journal** 36(2): 73-84.

Boonlertnirun, S., R. Suvannasara and

K. Boonlertnirun. 2013. Effects of chitosan application before being subjected to drought on physiological changes and yield potential of rice (*Oryza sativa*). **Journal of Applied Sciences Research** 9(1): 6140-6145.

Bouman, B.A.M. and T.P. Toung. 2001. Field

water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. **Agricultural Water Management** 49(1): 11-30.

Larkunthod, P., P. Theerakulpisut, J. Sanitchon

and J.L. Siangliw. 2015. Effects of water stress on leaf water status of chromosome segment substitution lines (CSSL) of KDML 105 Rice. **KKU Research Journal** 15(3): 46-55.

Li Qiang, 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 Journal of Agricultural Sciences** 23(1): 70-73.

- Lu, J., C. Zhang, G. Hou, J. Zhang, C. Wan, G. Shen, J. Zhang, H. Zhou, Y. Zhu, and T. Hou. 2002. The biological effects of chitosan on rice growth. **Acta Agriculture Shanghai** 18(4): 31-34.
- Prommacot, K., K. Kuntiyawichai, C. Pawattana and C. Jothityangkoon. 2020. Assessment of drought severity in the upper phong river basin. **UBU Engineering Journal** 14(3): 47-62.
- 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. **Pakistan Journal of Biological Sciences** 5(1): 169-172.
- Salachna, P. and A. Zawadzinska. 2014. Effect of chitosan on plant growth, flowering and corms yield of potted freesia. **Journal of Ecological Engineering** 15(3): 97-102.
- 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*) cultivars. **Pakistan Journal of Biological Sciences** 11(1): 1303-1309.
- Senaphan, C., S. Amkha and P. Rungcharoenthong. 2016. Effect of chitosan on seed germination and yield in rice. **Agricultural Science Journal** 47(Suppl. 2): 553-556.
- Wattanakorn, K. and P. Rungcharoenthong. 2016. Effect of chitosan on yield in Homnin rice two seasons. **Khon Kaen Agriculture Journal** 4(Suppl.1): 291-294.
- 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. **Journal Field Crops Research** 46(1): 21-39.