บทที่ 1
บทนำ

1. บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าในปี 2544 ประเทศไทยส่งข้าวไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศในปริมาณสูงถึง 7,685,051 ตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออกทั้งสิ้น 70,123 ล้านบาท (ตารางที่ 1) นอกจากการส่งข้าวเป็นสินค้าออกโดยตรงแล้ว ข้าวยังสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงขึ้น อาทิเช่น แป้งข้าว แป้งดัดแปร ผลิตภัณฑ์ขนม และเคมีภัณฑ์ต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้แล้ววัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปข้าว อาทิเช่น ปลายข้าว รำข้าว แกลบ ยังสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ อันนำมาซึ่งอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกมากมาย อาทิเช่น การนำรำข้าวไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันบริโภค เนย สบู่ อาหารสัตว์ และใยอาหาร เป็นต้น

ตารางที่ 1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกข้าวของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2540-2544

รายการ	ปี พ.ศ.				
	2540	**2541**	**2542**	**2543**	**2544**
ปริมาณการส่งออก (หน่วย: ล้านตัน)	5.567	6.540	6.839	6.141	7.685
มูลค่าการส่งออก (หน่วย: ล้านบาท)	65,088	86,805	73,810	65,516	70,123

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2544)

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าว (เฉพาะพื้นที่ปลูกข้าวนาปี) ประมาณ 56 ล้านไร่ สามารถผลิตข้าวได้ทั้งสิ้นประมาณ 19 ล้านตันต่อปี (ตารางที่ 2) แหล่งผลิตข้าวที่สำคัญและเป็นพื้นที่ใหญ่ที่สุดของประเทศคือ ภาคตะวันออก-เฉียงเหนือ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกและปริมาณผลผลิตข้าวโดยรวมสูงที่สุด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2544) แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณาถึงปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่เพาะปลูก พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำสุด คือประมาณ 280 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้เกิดมาจากสาเหตุหลายๆ ประการด้วยกัน สาเหตุหลักที่สำคัญที่พบบ่อยและนับวันจะยิ่งทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คือ **ปัญหาดินเค็ม** การเกิดดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสาเหตุหลักมาจากการมีชั้นเกลืออยู่ในพื้นที่ โดยมี

น้ำใต้ดินเป็นตัวนำพาเกลือขึ้นมาสู่ชั้นผิวดิน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ช่วยในการแพร่กระจายของดินเค็ม อาทิเช่น การตัดไม้ทำลายป่า การสร้างอ่างเก็บน้ำบนพื้นที่ดินเค็ม ทำให้ระดับน้ำ ใต้ดินสูงขึ้น ทำให้เกลือที่ละลายในน้ำถูกพาขึ้นสู่ผิวดินมากขึ้น และรวมถึงการทำนาเกลือด้วย ผลจากการสำรวจโดยกรมพัฒนาที่ดินพบการกระจายตัวของพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสูงถึง 17.8 ล้านไร่หรือประมาณ 17 % ของพื้นที่ทั้งหมดของภาค โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่ดินเค็มจัดประมาณ 1.5 ล้านไร่ (พบคราบเกลือบนผิวดินมากกว่า 50% ของพื้นที่, มีความเค็มมากกว่า 8 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร) เค็มปานกลาง 3.7 ล้านไร่ (พบคราบเกลือบนผิวดินประมาณ 10-50% ของพื้นที่, มีความเค็ม 4-8 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร) และพื้นที่ดินเค็มน้อย 12.6 ล้านไร่ (พบคราบเกลือบนผิวดินประมาณ 1-10% ของพื้นที่, มีความเค็ม 2-4 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร) และนอกจากนี้ยังพบพื้นที่ ที่ดินมีศักยภาพเป็นดินเค็มและเป็นแหล่งแพร่กระจายของดินเค็มอีกประมาณ 19.4 ล้านไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2527)

ตารางที่ 2 พื้นที่ปลูกข้าวนาปีในประเทศไทย ปริมาณผลผลิต และปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในปี พ.ศ. 2540-2542

ภาค	พื้นที่ปลูก (ล้านไร่)		ผลผลิต (ล้านตัน)		ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)	
	2540/2541	2541/2542	2540/2541	2541/2542	2540/2541	2541/2542
ตะวันออกเฉียงเหนือ	32.14	31.42	8.63	8.07	280	278
เหนือ	12.36	12.37	4.89	5.11	403	421
กลาง	9.68	9.84	4.34	4.63	467	493
ใต้	2.77	2.61	0.92	0.86	357	338
รวมทั้งประเทศ	**56.96**	**56.24**	**18.79**	**18.67**	**342**	**352**

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2544)

ถึงแม้ข้าวจะถูกจัดให้เป็นพืชทนเค็มปานกลางที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความเค็มของดินประมาณ 0-4 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร แต่ที่ระดับความเค็มของดินสูงกว่าระดับ 4 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร พบว่า ข้าวจะมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ ลำต้นแคระแกร็น ปลายใบม้วนงอ และอาจพบต้นข้าวตาย มีผลทำให้ปริมาณผลผลิตลดลง ซึ่งอาจสูงถึง 50% หรือแทบไม่ให้ผลผลิตเลยในบางพื้นที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกและระดับความเค็มของดินในพื้นที่นั้นๆ (สมศรี อรุณินท์, 2532) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะว่า 1) ผลของเกลือที่มีอยู่ในดินต่อกระบวนการดูดน้ำของข้าว โดยอนุภาคของเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำดูดยึดเอาน้ำในดินไว้ ทำให้ต้นข้าวต้องใช้แรงที่มากขึ้นกว่าปกติในการดูดน้ำขึ้นมาใช้ ในการนี้ข้าวจำเป็นต้องดูดเกลือเข้ามาสะสมในต้น เพื่อให้ศักยภาพของน้ำภายในต้นข้าวน้อยกว่าศักยภาพของน้ำในดิน และ2) ผลเนื่องจากความเป็นพิษของเกลือซึ่งข้าวดูดขึ้นไปจนเป็นอันตรายต่อขบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆ ของข้าว (ชัยนาม ดิสถาพร, 2532) เป็นที่ทราบกันดีว่าดินเค็มในภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือมีเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อแตกตัวได้เป็นอนุมูลของโซเดียมอิออนและคลอไรด์อิออน อนุมูลของอิออนทั้งสองจะก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อต้นข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความเข้มข้นสูงๆโดยที่โซเดียมและคลอไรด์อิออนจะไปเหนี่ยวนำให้ธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่อยู่ภายในเซลล์มีปริมาณน้อยลง โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม ส่งผลทำให้ต้นข้าวแสดงอาการไหม้ที่เรียกว่า Chlorosis และ Necrosis การเจริญเติบโตลดลง ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตก็ลดลงด้วย (สรวงสุดา สีอ่อน, 2543; อาทิตี๋ยา ฉิมรักแก้ว, 2544)

ผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความเค็มของเกลือโซเดียมคลอไรด์ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวตั้งแต่ระยะการงอกของเมล็ดจนกระทั่งถึงระยะออกดอกและให้ผลผลิต ซึ่งระยะที่ข้าวอ่อนแอมากที่สุดคือระยะที่เมล็ดข้าวงอก ระยะต้นกล้า และระยะที่ข้าวกำลังออกดอก (Mano and Takeda, 1997) ในระยะที่เมล็ดข้าวงอกนั้นพบว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลทำให้อัตราการงอกของเมล็ดข้าวลดลงโดยเฉพาะพันธุ์ข้าวจากประเทศไทย ฟิลิปปินส์ และญี่ปุ่น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่ไวต่อความเค็ม (Zhang *et al.*, 1996) ในช่วงระยะการเจริญเติบโตของต้นกล้า พบว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นของเกลือสูงๆ ทั้งนี้เนื่องจากการเจริญเติบโตของต้นข้าวในสภาวะดังกล่าวจะมีผลทำให้พื้นที่ใบมีขนาดลดลง ปากใบจะปิด และยังมีผลทำให้ปริมาณของเอนไซม์ Ribulose-bisphosphate carboxylase (Rubisco) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในวิถีการสังเคราะห์แสงของพืชลดลงด้วย (Cho *et al.*, 1996; Tiwari *et al.*, 1997) นอกจากนี้เกลือโซเดียมคลอไรด์ยังมีผลทำให้ปริมาณโปรตีน อัตราการคายน้ำ และอัตราการหายใจมี แนวโน้มลดลงด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพันธุ์ข้าวที่ไวต่อความเค็ม (อาทิตี๋ยา ฉิมรักแก้ว, 2544) และในระยะที่พืชออกดอก ความเค็มมีผลต่อการเจริญของเกสรตัวผู้ทำให้การผสมเกสรติดลดลง เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูง เป็นผลให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก (สมศรี อรุณินท์, 2532)

นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาดังกล่าวข้างต้นแล้ว เกลือโซเดียมคลอไรด์ยังส่งผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมีภายในเซลล์พืชด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้เกิดการสังเคราะห์กลุ่มของโปรตีนที่เรียกว่า **salt-stress responsive proteins หรือโปรตีนตอบสนองความเค็ม** ชนิดของโปรตีน แหล่งที่พบ ตลอดจนบทบาทและหน้าที่ของโปรตีนบางชนิดได้มีการศึกษาและรายงานไว้ อาทิเช่น

Naqvi และคณะ (1992 อ้างถึงใน อาทิตี๋ยา ฉิมรักแก้ว, 2544) ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการชักนำให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนบางชนิดในรากข้าวพันธุ์ IR 10198-66-2 โดยนำต้นกล้าข้าวอายุ 10 วัน ไปเลี้ยงในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่ามีการสังเคราะห์โปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 25 และ 27 kDa มีค่า pI ประมาณ 7.0 ซึ่งโปรตีนดังกล่าวนี้ไม่พบว่ามีการสังเคราะห์ในรากข้าวชุดควบคุม

Iglesias และ Gonzalez (1995 อ้างถึงใน อาทิติ๋ยา ฉิมรักแก้ว, 2544) ศึกษาแบบแผนโปรตีนในข้าวพันธุ์ Amistad 82, IR 20 และ Pokkali เมื่อเลี้ยงในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0, 0.4 และ 0.7% โดยใช้เทคนิค SDS-PAGE พบว่ามีการสังเคราะห์โปรตีนในส่วนใบและรากที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากันคือ 26, 20 และ 16 kDa โดยที่โปรตีนเหล่านี้จะพบมีการสังเคราะห์ในส่วนใบมากกว่าราก

Iyer และ Caplan (1998) ศึกษาวิถีการสังเคราะห์ (Biosynthesis pathway) และวิถีการสลาย (Catabolism) สารโพรลีนในข้าวสายพันธุ์ Cypress ผลการศึกษาพบว่าสารตัวกลาง (Intermediates) ในวิถีการสังเคราะห์และสลายโพรลีน อาทิเช่น glutamine และ Δ^1-pyrroline-5-carboxylic acid (P5C) สามารถเพิ่มการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมแรงดันออสโมติกภายในข้าวหลายๆ ยีนด้วยกัน ซึ่งรวมถึง *salT* และ *dhn4* อิทธิพลของสารตัวกลางเหล่านี้มีผลในการกระตุ้นในเกิดการแสดงออกของยีนดังกล่าวที่สูงกว่าการกระตุ้นด้วยสารโพรลีนหรือเกลือโซเดียมคลอไรด์หลายเท่าตัว

จากผลการศึกษาข้างต้น เป็นที่น่าสังเกตว่าอิทธิพลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีจะแปรปรวนไปตามสายพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดสอบ และเนื่องจากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาและชีวเคมีของข้าวภายหลังจากที่ได้รับอิทธิพลจากความเค็มของเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพันธุ์ข้าวที่ปลูกภายในประเทศ ยังมีอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับข้อมูลการศึกษาในต่างประเทศ จึงทำให้การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนเค็มที่ผ่านมามักไม่ค่อยประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาทางด้านนี้ เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในโปรแกรมการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนเค็มในอนาคต

สำหรับพันธุ์ข้าวที่เลือกมาใช้ในการศึกษาในครั้งนี้คือ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (KDML 105) ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่แนะนำส่งเสริมให้ปลูกกันมากในประเทศและโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศมีสูง จากการศึกษาถึงอิทธิพลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อลักษณะทางสรีรวิทยาในข้าวสายพันธุ์นี้โดยวิธีการเพาะเมล็ดข้าวและปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0 ถึง 150 มิลลิโมลาร์ ผลการศึกษาพบว่า อัตราการงอกของเมล็ดข้าวจะลดลงตามความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มสูงขึ้น และต้นข้าวที่ปลูกในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์จะมีลักษณะการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ ลำต้นและรากแคระแกร็น ปลายใบม้วนงอ และแสดงอาการใบไหม้ ซึ่งอาการดังกล่าวนี้จะเห็นได้อย่างชัดเจนภายหลังจากการปลูกข้าวเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และในสภาวะการปลูกข้าวที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นสูงๆ (มากกว่า 75 มิลลิโมลาร์) ต้นข้าวจะตายอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 2-3 สัปดาห์ หลังจากที่ได้รับเกลือ จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณโปรตีน ความเข้มข้นของโพแทสเซียมอิออนในส่วนใบและรากข้าว พบว่าจะมีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มสูงขึ้น ยกเว้นความเข้มข้นของโซเดียมอิออนและปริมาณโพรลีนที่มี

แนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มสูงขึ้น ในการศึกษาแบบแผนของโปรตีนที่สกัดได้จากต้นข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ กันโดยใช้เทคนิค SDS-PAGE (Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis) พบว่าในต้นข้าวที่มีอายุ 10 วัน หลังการงอก จะมีการสังเคราะห์โปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 122 และ 44 kDa และพบว่าโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 90 และ 50 kDa จะมีแนวโน้มการสังเคราะห์ที่ลดลงเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มสูงขึ้นในต้นข้าวที่มีอายุ 24 วัน หลังการงอก พบว่าจะมีการสังเคราะห์โปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 112 kDa และโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 50 kDa จะมีแนวโน้มการสังเคราะห์ที่เพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งโปรตีนเหล่านี้น่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดำรงชีวิตของ ต้นข้าวในสภาวะที่ได้รับความเครียดจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ (วรัทสนีย์ ศิริโยธา และคณะ, 2544) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการแยกและศึกษาคุณสมบัติบางประการของโปรตีนตอบสนองความเค็มในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ตลอดจนการศึกษาถึงการแสดงออกของโปรตีนในระยะต่างๆ ของการเจริญ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาถึงหน้าที่ทางสรีรวิทยาของโปรตีนที่มีต่อการเจริญและในสภาวะการตอบสนองต่อเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเค็มของเกลือโซเดียมคลอไรด์กับการสังเคราะห์โปรตีนตอบสนองต่อความเค็มในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

2.2 เพื่อศึกษาถึงชนิดและคุณสมบัติบางประการของโปรตีนตอบสนองต่อความเค็มในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

2.3 เพื่อโคลนยีนที่ควบคุมการแสดงออกของโปรตีนตอบสนองความเค็ม และศึกษาการแสดงออกของยีนดังกล่าวในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่ต้นข้าวได้รับความเครียดจากเกลือโซเดียมคลอไรด์

3. ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

3.1 สายพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยได้รับความอนุเคราะห์จากสถานีทดลองข้าว จังหวัดขอนแก่น

3.2 ในการศึกษาผลกระทบของความเค็มที่มีต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าว จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงในเรื่องเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว และการสังเคราะห์โปรตีนที่ตอบสนองต่อความเค็ม

3.3 การศึกษาถึงชนิดของโปรตีนภายหลังต้นข้าวได้รับความเค็ม จะเลือกศึกษาหนึ่งถึงสองชนิดที่มีการสังเคราะห์ขึ้นใหม่หรือสังเคราะห์เพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน

3.4 ในการศึกษาถึงคุณสมบัติบางประการของโปรตีนนั้น จะศึกษาเฉพาะลำดับนิวคลีโอไทด์ ลำดับกรดอะมิโน ค่าคาดคะเนน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีน ค่า pI และโดเมนที่สำคัญของโปรตีนชนิดนั้นๆ

3.5 ในการศึกษาการแสดงออกของโปรตีนภายใต้สภาวะเครียดจากปัจจัยต่างๆ ใช้เทคนิค RT-PCR และสภาวะเครียดที่ทำการศึกษาคือ ความเค็ม ความร้อน ความเย็น และความแห้งแล้งเนื่องจากการขาดน้ำ

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเค็มของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต่อการแสดงออกของโปรตีนตอบสนองความเค็มในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

4.2 ทราบถึงชนิด คุณสมบัติบางประการ ตลอดจนการแสดงออกของโปรตีนตอบสนองความเค็มในช่วงระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

4.3 ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญทางชีวเคมีที่สามารถใช้อธิบายกลไกการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์พืชภายหลังได้รับความเครียดอันเนื่องจากอิทธิพลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ในขณะเดียวกันก็สามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาทางด้านนี้ต่อไปในอนาคต และเพื่อการประยุกต์ใช้ข้อมูลในโปรแกรมการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนเค็มในอนาคต