

**PHENOTYPIC RESPONSES OF RICE
(*ORYZA SATIVA* L. SUB. INDICA) TO SALT STRESS
CONTROLLED BY ENVIRONMENTAL ENGINEERING SYSTEM**

SURIYAN CHA-UM

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF DOCTOR OF SCIENCE (BIOTECHNOLOGY)
MAJOR IN BIOTECHNOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
MAHIDOL UNIVERSITY
2004**

**ISBN 974-04-4932-8
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

การตอบสนองทางฟีโนไทป์ของข้าวต่อสภาพเครียดจากความเค็มภายใต้ระบบวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
(PHENOTYPIC RESPONSES OF RICE (*ORYZA SATIVA* L. SUB. INDICA) TO SALT STRESS
CONTROLLED BY ENVIRONMENTAL ENGINEERING SYSTEM)

สุริยันตร์ ละอ่อม 4236951 SCBT/D

ปรด. (เทคโนโลยีชีวภาพ)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : กัญชรัตน์ สุไพบุลย์วัฒน์, Ph.D., เฉลิมพล เกติคุณ, Ph.D., ธรรพร ทิระขุฑุติ,
Ph.D., โกพลาน เสวราส, Ph.D.

บทคัดย่อ

ดินเค็มเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อเซลล์พืช โดยยับยั้งศักยภาพการใช้น้ำ ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตลดลงและให้ผลผลิตต่ำ การตอบสนองของพืชต่อความเครียดจากความเค็มนั้นมีหลายกลไก ซึ่งแปรผันได้ตามเงื่อนไขของสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไป ในการศึกษาลักษณะการตอบสนองของพืชจึงจำเป็นต้องศึกษาภายใต้ระบบวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เพื่อควบคุมปัจจัยแปรผันอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้าวเป็นพืชต้นแบบในการศึกษา ซึ่งพบว่าลักษณะทางฟีโนไทป์ของข้าวที่เพาะเลี้ยงภายใต้ระบบที่ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งพลังงาน มีระดับการตอบสนองต่อความเค็มที่รุนแรงกว่าการเพาะเลี้ยงภายใต้ระบบที่ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นแหล่งพลังงาน โดยที่สภาพความชื้นต่ำและภาวะความเป็นกรดของอาหารเพาะเลี้ยงจะกระตุ้นระดับการแสดงออกด้านชีวเคมีและสรีรวิทยาของข้าวต่อความเค็มให้มากขึ้น จากการศึกษาผลของสารไกลซีนเบทีนซึ่งเป็นสารในกลุ่มควอเทอร์นารีแอมโมเนียมที่ช่วยรักษาสมดุลของแรงดันเต่งภายในเซลล์ พบว่าการเติมสารไกลซีนเบทีนลงในอาหารจะช่วยส่งเสริมการดูดซึม และเพิ่มการสะสมสารไกลซีนเบทีนในเซลล์พืช ซึ่งส่งผลในการช่วยปกป้องเซลล์ โดยไปเพิ่มศักยภาพการใช้น้ำ และอัตราการสังเคราะห์แสงได้ดีกว่าต้นที่เติมสารโคลิ้นและต้นที่ไม่เติมสารโคเลตามลำดับ ในข้าวหอมพันธุ์ทนเค็มมีการสร้างและสะสมสารนี้เพื่อช่วยปกป้องเซลล์ในปริมาณที่สูงกว่าข้าวพันธุ์ไม่ทนเค็ม รวมทั้งมีกลไกการทำงานของเอนไซม์เบทีนอัลดีไฮด์ไฮโดรจีเนสสูงกว่าเช่นกัน และยังสามารถจำแนกลักษณะทางฟีโนไทป์ระหว่างข้าว 2 สายพันธุ์ได้จากลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น อัตราการสังเคราะห์แสง ปริมาณเม็ลลิตที่ถูกทำลาย อัตราการหายใจ และ ศักยภาพการปิด-เปิดปากใบ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าการศึกษาภายใต้ระบบวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จะช่วยให้สามารถศึกษาผลโดยตรงของปัจจัยแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจงได้ เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความชื้นสัมพัทธ์ โดยสามารถลดผลแปรผันจากสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งเคยเป็นข้อจำกัดของการทดสอบพันธุ์พืชในแปลงปลูกกลางแจ้ง การแสดงออกของข้าวพันธุ์ไม่ทนเค็มและพันธุ์ทนเค็มภายใต้ระบบวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมจะมีการตอบสนองต่อความเค็มอย่างแท้จริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่นๆ ได้

PHENOTYPIC RESPONSES OF RICE (*ORYZA SATIVA* L. SUB. INDICA) TO SALT STRESS CONTROLLED BY ENVIRONMENTAL ENGINEERING SYSTEM

SURIYAN CHA-UM 4236951 SCBT/D

Ph.D. (BIOTECHNOLOGY)

THESIS ADVISORS: KANYARATT SUPAIBULWATANA, Ph.D. (PLANT BIOTECHNOLOGY), CHALERMPOL KIRDMANEE, Ph.D (HORTICALTURAL ENGINEERING), THARATHORN TEERAKATHITI, Ph.D. (PLANT PHYSIOLOGY), GOPALAN SELVARAJ, Ph.D. (PLANT BIOTECHNOLOGY)

ABSTRACT

Salinity is one of the major problems that directly damage the plant cells and further inhibit the water use efficiency in plants, resulting in low growth rate and low productivity. Rice plant responses to salt stress is known to involve multifunction mechanisms, which are dramatically regulated by various environmental factors. To reduce the uncontrolled environmental signals, the phenotypic response of rice plants under salt stress were investigated under an *in vitro* environmental engineering system by using rice (*Oryza sativa* L. sub. indica) as a model plant. The phenotypic rice seedlings grown under a photoautotrophic system significantly expressed a response to salt stress more than those grown under a photomixotrophic system. Low relative humidity (RH) and acidic pH conditions in the system caused severe symptoms of salt stress in the plants. The regulation of glycinebetaine (Glybet), a form of quaternary ammonium compounds that help to stabilize the osmotic potential of plant cells, was studied. The application of exogenous Glybet could promote the uptake of this compound to the cell and result in enhancement of water use efficiency and net photosynthetic rate (NPR) of the seedlings more than those applied with exogenous choline (Cho) and control, respectively. It was found that among the salt-tolerant and salt-sensitive lines of aromatic rice, different amounts of Glybet as well as the activity of BADH (Betaine aldehyde dehydrogenase) enzyme was obviously observed. The salt-tolerant line presented higher Glybet accumulation with high BADH activity more than those of salt-sensitive rice. Identification of salt stress response between them could be clarified by different parameters such as NPR, pigment degradation, respiration rate and stomatal conductance. Under the photoautotrophic environmental engineering system, the effect of each environmental factor such as pH and %RH could be observed without an interfering effect of other signals as presented normally in the field. The realistic expression in both of salt-sensitive and salt-tolerant lines of rice plant to salt stress under the environmental engineering system may represent the exact response and be applied for use in other crop species.

KEY WORDS: ENVIRONMENTAL ENGINEERING SYSTEM / GLYCINEBETAINE / PHOTOSYNTHETIC SYSTEM / PHENOTYPIC EXPRESSION / RICE / SALINITY

122 pp. ISBN 974-04-4932-8