

## รายการอ้างอิง

- Abdullah Z, Khan MA, Flowers TJ. 2002. Causes of sterility in rice under salinity stress. In *Prospects for Saline Agriculture*, ed. Ahmad R., M K.A., pp. 177-87
- Agastian P, Kingsley SJ, Vivekanandan M. 2000. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica* 38: 287-90
- Aldesuquy HS. 1998. Effect of seawater salinity and gibberellic acid on abscisic acid, amino acids and water-use efficiency of wheat plants. *Agrochimica* 42: 147-57
- Arfan M, Athar HR, Ashraf M. 2007. Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? *Journal of Plant Physiology* 164: 685-94
- Babu R, Nair SK, Prasanna BM, Gupta HS. 2004. Integrating marker assisted selection in crop breeding prospects and challenges. *Current Science* 87: 607-19
- Ball MC, Munns R. 1992. Plant responses to salinity under elevated atmospheric concentrations of CO<sub>2</sub>. *Australian Journal of Botany* 40: 515-25
- Beck R. 1999. Soil Analysis Handbook of Reference Methods. In *Soil and Plant Analysis* pp. 247. Council, Inc. CRC Press, USA
- Bernstein L. 1975. Effect of salinity and sodicity on plant growth. *Annual Review of Phytopathology* 13: 295-312
- Berry JA, Downton WJS. 1982. Photosynthesis: development, carbon metabolism and plant productivity. In *Environment regulation of photosynthesis*, pp. 263-343. New York: Academic Press
- Blum A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential: Are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research* 56: 1159-68
- Bohnert HJ, Jensen RG. 1996. Strategies for engineering waterstress tolerance in plants. *Trends in Biotechnology* 14: 89-97
- Botia P, Navarro JM, Cerda A, V. M. 2005. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. *European Journal of Agronomy* 23: 243-53
- Bower CA, Wilcox LV. 1965. *Soluble salts*. American Society of Agronomy Inc.: USA. 933-51 pp.
- Cha-um S, Charoenpanich A, Roytrakul S, Kirdmanee C. 2009. Sugar accumulation, photosynthesis and growth of two indica rice varieties in response to salt stress. *Acta Physiol Plant* 3: 477-86



- Chartzoulakis K, Klapaki G. 2000. Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86
- Chartzoulakis KS. 1994. Photosynthesis, water relations and leaf growth of cucumber exposed to salt stress. *Scientia Horticulturae* 59: 27-35
- Cramer GR, Nowak RS. 1992. Supplemental manganese improves the relative growth, net assimilation and photosynthetic rates of salt-stressed barley. *Journal of Plant Physiology* 84: 600-05
- Dajic Z. 2006. Salt Stress In *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*, ed. KVM Rao, Raghavendra, A. S. and Reddy, K. J, pp. 41-99
- Davies WJ, Kudoyarova G, Hartung W. 2005. Long-distance ABA signaling and Its relation to other signaling pathways in the detection of soil drying and the mediation of the plant's response to drought. *Journal of Plant Growth Regulation* 24: 285-95
- Delauney AJ, Verma DPS. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *Plant Journal* 4: 215-23
- Eckardt NA. 2009. A new chlorophyll degradation pathway. *Plant Cell* 21: 700
- FAO. FAO Land and Plant Nutrition Management Service. 2014. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush.02> January 2014.
- Farquhar GD, Sharkey TD. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology* 33: 317-45
- Flowers TJ, Troke PF, Yeo AR. 1997. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 28: 89-121
- Flowers TJ, Yeo AR. 1998. Ion relation of salt tolerance. In *Solute transport in plant cells and tissues*, ed. DA Baker, Hall J. L., pp. 934-413: Longman Scientific and Technical
- Fricke W, Akhiyarova G, Veselov D, Kudoyarova G. 2004. Rapid and tissue-Specific changes in ABA and in growth rate response to salinity in barley leaves. *Journal of Experimental Botany* 55: 1115-23
- Fricke W, Peters WS. 2002. The biophysics of leaf growth in salt-stressed barley. A study at the cell level. *Plant Physiology* 129: 374-88
- Glenn EP, Brown JJ, Blumwald E. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. *Critical Review of Plant Science* 18: 227-55
- Gong JM, He P, Qian Q, Shen LS, Zhu LH, Chen SY. 1999. Identification of salt-tolerance QTL in rice (*Oryza sativa* L.). *Chinese Science Bulletin* 44: 68-71
- Graaff VD, Patterson R. "Explaining the Mysteries of Salinity, SAR, and ESP in on-site practice.". 2001. <http://www.lanfixlabs.com.au/papers/p47-mysteries.pdf>.
- Grantz DA, Assmann SM. 1991. Stomatal response to blue light: Water use efficiency in sugarcane and soybean. *Plant Cell and Environment* 14: 683-90



- Gregorio GB, Senadhira D, Mendoza RD. 1997. Screening rice for salinity tolerance. In *IRRI Discussion Paper Series No. 22*, pp. 2-23: International Rice Research Institute, Manila, Philippines
- Hasegawa PM, Bressan RA, Zhu JK, Bohnert HJ. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 51: 463-99
- Hernandez JA, Olmos E, Corpas FJ, Sevilla F, del Rio LA. 1995. Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Science* 105: 151-67
- Holt NE, Fleming GR, Niyogi KK. 2004. Toward an understanding of the mechanism of nonphotochemical quenching in green plants. *Biochemistry* 43: 8281-89
- Horton P, Ruban AV, Walters RG. 1996. Annual Review Plant Physiology. *Plant Molecular Biology*: 655-84
- Hu Y, Burucs Z, Tucher S, Schmidhalter U. 2007. Short-term effects of drought and salinity on mineral nutrient distribution along growing leaves of maize seedlings. *Environmental and Experimental Botany*. 60: 268-75
- Iwasaki T, Saito Y, Harada E, Kasai M, Shoji iK, Miyao M, Yamamoto N. 1997. Cloning of cDNA encoding the rice 22 kDA protein of Photosystem II (PS II-S) and analysis of light induced expression of the gene. *Gene* 185: 223-29
- Iyengar ERR, Reddy MP. 1996. Photosynthesis in highly salt tolerant plants. In *Handbook of photosynthesis*, ed. M Pesserkali, pp. 897-909. Marshal Dekar, Baten Rose, USA
- Jackson ML. 1958. *Soil chemical analysis*. New York: Prestige - Hall, Inc. 498 pp.
- James PS, Juan CM. 2010. Salinity Tolerance and Leaf Water Use Efficiency in Citrus. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 135: 33-39
- James RA, Rivelli AR, Munns R, Caemmerer VS. 2002. Factors affecting CO<sub>2</sub> assimilation, leaf injury and growth in salt-stressed durum wheat, Functional. *Plant Biology* 29: 1393-403
- Jansson S. 1994. The light-harvesting chlorophyll a/b-binding proteins. *Acta Biochim Biophys* 1184: 1-19
- Jones HG. 1973. Moderate-term water stresses and associated changes in some photosynthetic parameters in cotton. *New Phytologist* 72: 1095-105
- Jurgens SK, Johnson RR, Boyer JS. 1978. Dry matter production and translocation in maize subject to drought during grain fill. *Agronomy Journal* 70: 679-82
- Kanjoo V, Jearakongman S, Punyawaew K, Siangliw LJ, Siangliw M, Vanavichit A, Toojinda T. 2011. Co-location of quantitative trait loci for drought and salinity tolerance in rice. *Thai Journal of Genetics* 4: 126-38



- Karim MA, Nawata E, Shigenaga S. 1993. Effect of salinity and temperature on yield, mineral ion concentrations and physiology in hexaploid triticale (X *Triticosecale Wittmack*). *Japanese Journal of Crop Science* 62: 419-28
- Kennedy BF, Fillippis DL. 1999. Physiological and oxidative response to NaCl of the salt tolerant *Grevillea ilicifolia* and the salt sensitive *Grevillea arenaria*. *Journal of Plant Physiology* 155: 746-54
- Keutgen AJ, Pawelzik E. 2009. Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. *Environmental and Experimental Botany* 65: 170-76
- Khan HA, Pervez MA, Ayub CM, Ziaf K, Balal RM, Shahid MA, Akhtar N. 2009. Hormonal priming alleviates salt stress in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Soil and Environmental* 28: 130 – 35
- Khan MSA, Hamid A, Salahuddin ABM, Quasem A, Karim MA. 1997. Effect of sodium chloride on growth, photosynthesis and mineral ions accumulation of different types of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 179: 149 -61
- Khatun S, Flowers TJ. 1995. Effects of salinity on seed set in rice. *Plant Cell Environmental and Experimental Botany* 18: 61-67
- Kim S, Sandusky P, Bowlby NR, Aebersold R, Green BR, Vlahakis S, Yocum CF, Pichersky E. 1992. Characterization of a spinach psbS cDNA encoding the 22 kDa protein of Photosystem II. *FEBS Letters* 314: 67-71
- Kiss AZ, Ruban A.V., Horton P. 2008. The PsbS Protein Controls the Organization of the PhotosystemII Antenna in Higher Plant Thylakoid Membranes. *The Journal Of Biological Chemistry* 283: 3972-78
- Kositsup B, Kasemsap P, Thanisawanyangkura S, Chairungsee N, Satakhun D, Teerawatanasuk K, Ameglio T, Thaller P. 2010. Effect of leaf age and position on light-saturated CO<sub>2</sub> assimilation rate, photosynthetic capacity, and stomatal conductance in rubber trees. *Photosynthetica* 48: 67-78
- Kosma DK, Bourdenx B, Bernard A, Parsons EP, Lu S, Joubert J, Jenks MA. 2009. The impact of water deficiency on leaf cuticle lipids of Arabidopsis. *Plant Physiology* 151: 1918-29
- Koyama ML, Levesley A, Koebner RMD, Flower TJ, Yeo AR. 2001. Quantitative trait loci for component physiological traits determining salt tolerance in rice. *Plant Physiology* 125: 406-22
- Kurban H, Saneoka H, Nehira K, Adilla R, Premachandra GS, Fujita K. 1999. Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb.). *Soil Science and Plant Nutrition* 45: 851-62



- Lakshmi A, Ramanjulu S, Veeranjanyulu K, Sudhakar C. 1996. Effect of NaCl on photosynthesis parameters in two cultivars of mulberry. *Photosynthetica* 32: 285–89
- Lauchli A, Grattan SR. 2007. Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops. In *Plant growth and development under salinity stress*, pp. 1-32
- Lee SY, Ahn JH, Cha YS, Yun DW, Lee MC, Ko JC, Lee KS, Eun MY. 2007. Mapping QTLs related to salinity tolerance of rice at the young seedling stage. *Plant Breeding* 126: 43-46
- Li XP, Bjorkman O, Shih C, Grossman AR, Rosenquist M, Jansson S, Niyogi KK. 2000. A pigment-binding protein essential for regulation of photosynthetic light harvesting. *Nature* 403: 391-95
- Li XP, Phippard A, Pasari J, K.K. N. 2002. Structure-function analysis of photosystem II subunit S (PsbS) in vivo. *Functional Plant Biology* 29: 1131-39
- Lilley J, Ludlow M, McCouch S, O'Toole JC. 1996. Locating QTL for osmotic adjustment and dehydration tolerance in rice. *Journal of Experimental Botany* 47: 1427-36
- Lin CC, Hsu YT, Kao CH. 2002. The effect of NaCl on proline accumulation in rice leaves. *Journal of Plant Growth Regulation* 36: 275-85
- Lippert K, Galinski EA. 1992. Enzyme stabilization by ecotone-type compatible solutes: protection against heating, freezing and drying. *Applied Microbiology and Biotechnology* 37: 61-65
- Liu R, Xu YH, Jiang SC, Lu KL, Lu YF, Feng XJ, Wu Z, Liang S, Yu YT, Wang XF, Zhang DP. Light-harvesting chlorophyll a/b-binding proteins, positively involved in abscisic acid signalling, require a transcription repressor, WRKY40, to balance their function. 2013. <http://jxb.oxfordjournals.org/content/early/2013/09/26/jxb.ert307.full.pdf+html.25> December 2013.
- Lutts S, Kinet JM, Bouharmont J. 1995. Changes in plant response to NaCl during Development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. *Journal of Experimental Botany* 46: 1843-52
- Maas EV, Poss JA. 1989. Salt sensitivity of cowpea at various growth stages. *Irrigation Science* 10: 313-20
- Maas EV, Poss JA, Hoffman GJ. 1986. Salinity sensitivity of sorghum at three growth stages. *Irrigation Science* 7: 1-11
- Maribel L, Sese D, Tobita S. 2000. Effects of salinity on sodium content and Photosynthetic responses of rice seedlings differing in salt tolerance. *Journal of Plant Physiology* 157: 54-48



- Meloni DA, Oliva MA, Ruiz HA, Martinez CA. 2001. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *Journal of Plant Nutrition* 24: 599-612
- Mohammad M, Shibli R, Ajouni M, Nimri L. 1998. Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *Journal of Plant Nutrition* 21: 1667-80
- Munns R. 2002a. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environment* 25: 239-50
- Munns R. 2002b. Salinity, growth and phytohormones. In *Salinity: Environment - Plants - Molecules*, pp. 271-90. Dordrecht: Kluwer Academic
- Munns R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist* 167: 645-63
- Munns R, James RA, Lauchli A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany* 57: 1025-43
- Munns R, Termaat A. 1986. Whole plant responses to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology* 13: 143-60
- Munns R, Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59: 651-81
- Nagy Z, Galiba G. 1995. Drought and salt tolerance are not necessarily linked: a study on wheat varieties differing in drought tolerance under consecutive water and salinity stresses. *Journal of Plant Physiol* 145: 168-74
- Niyogi KK. 1999. Annual Review Plant Physiology. *Plant Molecular Biology* 50: 333-59
- Niyogi KK, Li XP, Rosenberg V, Jung HS. 2004. Is PsbS the site of non-photochemical quenching in photosynthesis? *Journal of Experimental Botany* 56: 375-82
- Noreen Z, Ashraf M, Akram NA. 2010. Salt-induced modulation in some key gas exchange characteristics and ionic relations in pea (*Pisum sativum* L.) and their use as selection criteria. *Crop and Pasture Science* 61: 369-78
- Nuccio ML, Rhodes D, McNeil SD, Hanson AD. 1999. Metabolic engineering of plants for osmotic stress resistance. *Current Opinion in Plant Biology* 2: 128-34
- Papp JC, Ball MC, Terry N. 1983. A comparative study of the effects of NaCl salinity on respiration, photosynthesis and leaf extension growth in *Beta vulgaris* (sugar beet). *Plant Cell and Environment* 6: 675-77
- Parida AK, Das AB. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 324-49



- Passioura JB, Munns R. 2000. Rapid environmental changes that affect leaf water Status induce transient surges or pauses in leaf expansion rate. *Australian Journal of Plant Physiology* 27: 941-48
- Pearson GA, Ayers AD. 1996. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. *Journal of Soil Science* 102: 151-56
- Pfaffl MW. 2001. A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. *Nucleic Acids Research* 29: 2002-07
- Popova LP, Stoinova ZG, Maslenkova LT. 1995. Involvement of abscisic acid in photosynthetic process in *Hordeum vulgare* L during salinity stress. *Journal of Plant Growth Regulation* 14: 211-18
- Rajesh A, Arumugam R, Venkatesalu V. 1998. Growth and photosynthetic characteristics of *Ceriops roxburghiana* under NaCl stress. *Photosynthetica* 35: 285-87
- Reddy MP, Vora AB. 1986. Changes in pigment composition, Hill reaction activity and saccharides metabolism in bajra (*Pennisetum typhoides* S&H) leaves under NaCl salinity. *Photosynthetica* 20: 50-55
- Rengasamy P. 2002. Transient salinity and subsoil constraints to dryland farming in Australian sodic soils: an overview. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 42: 351-61
- Rodrigues FA, Vale FXR, Korndörfer GH, Prabhu AS, Datnoff LE, Oliveira AMA, Zambolim L. 2003. Influence of silicon on sheath blight of rice in Brazil. *Crop Protection* 22: 23-29
- Romero L, Belakbir A, Ragala L, Ruiz JM. 1997. Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.). *Journal Plant Nutrition Soil Science* 43: 855-62
- Romeroaranda R, Soria T, Cuartero J. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science* 160: 265-72
- Sairam RK, Tyagi A. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current Science* 86: 407-12
- Sharma PK, Hall DO. 1991. Interaction of salt stress and photoinhibition on photosynthesis in barley and sorghum. *Journal of Plant Physiology* 138: 614-19
- Shereen A, Ansari RU, Yasmin S, Raza S, Mumtaz S, Khan MA, Mujtaba SM. 2007. Physiological responses of rice (*Oryza Sativa* L.) to saline stress. *Pakistan Journal of Botany* 39: 2527-34
- Siangliw JL, Jongdeeb B, Pantuwanc G, Toojindaa T. 2007. Developing KDML105 Backcross Introgression Lines Using Marker-Assisted Selection for QTLs Associated with Drought Tolerance in Rice. *ScienceAsia* 33: 207-14



- Sibole JV, Montero E, Cabot C, Poschenrieder C, Barcelo J. 1998. Role of sodium in the ABA-mediated long-term growth response of bean to salt stress. *Physiologia Plantarum* 104: 299-305
- Singh SK, Sharma HC, Goswami AM, Datta SP, Singh SP. 2000. In vitro growth and leaf composition of grapevine cultivars as affected by sodium chloride. *Journal of Plant Biology* 43: 283-86
- Stuber CW. 1995. Mapping and manipulating quantitative trait in Maize. *Trends Genetics* 11: 477-81
- Sultana N, Ikeda T., Itoh R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany* 42: 211-20
- Taiz L, Zeiger E. 2006. *Plant Physiology*. Massachusetts: Sinaure Associate.
- Termaat A, Passioura JB, Munns R. 1985. Shoot turgor does not limit shoot growth of NaCl-affected wheat and barley. *Plant Physiology* 77: 869-72
- Tester M, Davenport R. 2003. Mechanism of salinity tolerance: Na tolerance and Na transport in higher plants. *Annals of Botany* 91: 503-27
- Thikart P, Kowanij D, Selanan T, Vajrabhaya M, Bangyeekhun T, Chadchawan S. 2005. Genetic variation and stress tolerance of somaclonal variegated rice and its original cultivar. *Journal of Scientific Research Chulalongkorn University* 30: 63-75
- Thomas JC, McElwain EF, Bohnert HJ. 1992. Convergent induction of osmotic stress-responses. *Plant Physiology* 100: 416-23
- Tikkanen M, Grieco M, Kangasjarvi S, Aro E. 2010. Thylakoid Protein Phosphorylation in Higher Plant Chloroplasts Optimizes Electron Transfer under Fluctuating Light. *Plant Physiology* 152: 723-35
- Toojinda T, Siangliw JL, Punyawaew K, and Kanjoo V. 2011. Development of single QTL near isogenic lines (NILs) of KDML105 for drought tolerance, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, NSTDA
- Tuong TP, Bouman BAM. 2003. Rice production in water-scarce environments. In "Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement", ed. RB J. W. Kijne, and D. Molden, pp. 53-67. Wallingford, UK: CAB International
- USDA-ARS. Research Databases. Bibliography on Salt Tolerance. 2013. <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=8908.10> December 2013.
- Vaidyanathan R, Kuruvilla S, Thomas G. 1999. Characterization and expression pattern of an abscisic acid and osmotic stress responsive gene from rice. *Plant Science* 140: 21-30





- Wallbraun M, Kim S, Green BR, Piechulla B, Pichersky E. 1994. Nucleotide sequence of a tomato psbS gene. *Plant Physiology* 106: 1703-04
- Wedel N, Klein R, Ljungberg U, Andersson B, Herrmann RG. 1992. The single-copy gene psbS codes for a phylogenetically intriguing 22 kDa polypeptide of Photosystem II. *FEBS Letters* 314: 61-66
- Weinberg R, Shannon MC. 1998. Vigor and salt tolerance in 3 lines of tall wheat grass. *Physiologia Plantarum* 73: 232-37
- Wilson C, Lesch SM, Grieve CM. 2000. Growth stage modulates salinity tolerance of New Zealand spinach (*Tetragonia tetragonioides*, Pall) and Red Orach (*Atriplex hortensis* L.). *Annals of Botany* 85: 501-09
- Wyrich R, Dressen U, Brockmann S, Streubel M, Chang C, Qiang D, Paterson AH, Westhoff P. 1998. The molecular basis of C4 photosynthesis in sorghum: isolation, characterization and RFLP mapping of mesophyll- and bundle sheath-specific cDNAs obtained by differential screening. *Plant Molecular Biology* 37: 319-35
- Yamamoto HY. 1979. Biochemistry of the violaxanthin cycle in higher plants. *Pure and Applied Chemistry* 51: 639-48
- Yeo AR, Capron SJM, Flowers TJ. 1985. The effect of salinity upon photosynthesis in rice (*Oryza sativa* L): Gas exchange by individual leaves relation to their salt content. *Journal of Experimental Botany* 36: 1240-48
- Yeo AR, Flowers TJ. 1983. Varietal differences in the toxicity of sodium ions in rice leaves. *Journal of Plant Physiology* 59: 189-95
- Zeng L, Shannon MC. 2000a. Effects of Salinity on Grain Yield and Yield Components of Rice at Different Seeding Densities. *Agronomy Journal* 92: 418-23
- Zeng L, Shannon MC. 2000b. Salinity effects on seedling growth and yield components of rice. *Crop Science* 40: 996-1003
- Zhang J, Zheng HG, Aarti A, Pantuwan G, Nguyen TT, Tripathy JN, Sarial AK, Robin S, Babu RC, Nguyen BD, Sarkarung S, Blum A, Nguyen HT. 2001. Locating genomic regions associated with components of drought resistance in rice: comparative mapping within and across species. *Theoretical and Applied Genetics* 103: 19-29
- Zhu J-K. 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science* 6: 66-71
- Zhu J-K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology* 53: 247-73
- กรมการข้าว. องค์ความรู้เรื่องข้าว. 2557. <http://brrd.in.th/rkb/index.php.htm> 20 มกราคม 2557.
- กรมการค้าต่างประเทศ. ปริมาณการส่งออกข้าวของไทย ปี 2550-2553. 2553. [http://www.dft.moc.go.th/level4Frame.asp?sPage=the\\_files/SS8/level4/Yc46.htm&level4=21](http://www.dft.moc.go.th/level4Frame.asp?sPage=the_files/SS8/level4/Yc46.htm&level4=21) 2 ธันวาคม 2553.



- กรมพัฒนาที่ดิน. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. 2557.  
<http://www.ldd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf> 10 มกราคม 2557.
- เกษมศรี ชับซ้อน. 2541. ปฐพีวิทยา. กรุงเทพมหานคร: นานาส์สิ่งพิมพ์.
- ธีรยุทธ ตูจันดา, Jonaliza L. Siangliw, กาญจนา ปัญญาเวท, ไวยงัน กัญจ. 2555. Development of Single QTL near Isogenic line (NILs) of KDML105 drought tolerance, รายงานการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม. ณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ จังหวัดปทุมธานี
- นพวิชัยพงศ์ เครือสาร, กิติพร พลายมาศ, บุญธิดา โฆษิตทรัพย์, อัญชลี ใจดี, ธีรพงษ์ บัวบุชา, มีชัย เชียงหลิว, ธีรยุทธ ตูจันดา, ศุภจิตรา ชัชวาลย์. 2556. เครือข่ายการส่งออก ร่วมของยีนในบริเวณที่คาดว่าเกี่ยวข้องกับความทนเค็มบนโครโมโซมที่ 1 ในข้าว (*Oryza sativa* L.). *Thai Journal of Genetics* 6: 30-35
- บุญหงษ์ จงคิด. 2553. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 184 pp.
- พิชัย วิชัยดิษฐ์. 2540. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ In การอ่านและการใช้แผนที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- ศิริพร ศรีภิญโญวณิชย์. 2554. ลักษณะสมบัติของยีนพบใหม่ที่ตอบสนองต่อความเครียดจากความเค็มในข้าว *Oryza sativa* L. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์เกษตรกรรมบางไทร. สูตรอาหารพืชไฮโดรโปนิคส์ 2555.  
<http://www.bangsaiaagro.com/formula.aspx> 30 กันยายน 2555.
- สมศรี อรุณินท์. 2532. การป้องกันการแพร่กระจายดินเค็มโดยการปลูกป่า. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร 22: 141-53
- สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน.
- อัญชลี ใจดี. 2543. บทบาทของแอบไซซิกจากภายนอกต่อการปรับตัวทางสรีรวิทยาบางประการในถั่วเหลือง *Glycine max* (L.) Merrill พันธุ์ สจ.5 และ มข.35 ที่ปลูกในภาวะเค็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



๖๓๕๕๖๖๖๖



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

## 1. การวิเคราะห์ค่า pH ของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557)

### 1.1 อุปกรณ์การวิเคราะห์ค่า pH

- เครื่อง pH meter
- เครื่องชั่ง
- ปีกเกอร์ ขนาด 50 มล. หรือ ขนาด 100 มล.
- แท่งแก้วสำหรับคน
- กระจกฉีดยาน้ำ
- ช้อนตวง
- กระจกตวง 25 มล.

### 1.2 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ค่า pH

- สารละลายมาตรฐาน pH 7.0 (Standard buffer Solution)
- สารละลายมาตรฐาน pH 4.0 (Standard buffer Solution)
- สารละลายมาตรฐาน pH 10.0 (Standard buffer Solution)

### 1.3 วิธีการวิเคราะห์ค่า pH

1.3.1 การวัด pH ในน้ำ อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1:1 (w/w) ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในปีกเกอร์

1.3.2 เติมน้ำกลั่น 20 มล. คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ ให้บ่อยครั้งในระยะ 30 นาที แรก หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้อีก 30 นาที

1.3.3 วัด pH ของดินในส่วนที่เป็นน้ำใสด้วย pH meter

### 1.4 ข้อเสนอแนะ

1.4.1 การวัด pH ของสารละลายดินด้วย pH meter ต้องคำนึงถึง สัดส่วนของดินต่อน้ำ การมีเกลือต่างๆ ละลายอยู่ในสารละลายดิน

1.4.2 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ในอากาศมีผลกระทบต่อการวัด pH ของดินในน้ำได้ เพราะ  $\text{CO}_2$  ในอากาศสามารถละลายในน้ำ กรณีที่เป็นงานที่ต้องการความถูกต้องมากเป็นพิเศษ ต้องป้องกันด้วยการปิดปีกเกอร์ที่ใช้ผสมตัวอย่างดินกับน้ำไว้ก่อนการวัด

1.4.3 ก่อนวัดค่า pH ของสารละลายดิน จะต้องเตรียมเครื่อง pH meter ให้พร้อมที่จะทำงาน โดยการวัด Standard buffer solution 7.0 และ 4.0 ปรับเครื่องอ่านค่า pH เป็น 7.0 และ 4.0



1.4.4 ในกรณีที่ดินเป็นด่างสูง คือมี pH สูงกว่า 7.5 ให้ใช้ Standard buffer solution 7.0 และ 10.0

1.4.5 เครื่อง pH meter ที่ใช้งานเสร็จแล้ว ควร Stand by ไว้ ไม่ควรปิดเครื่องเลย และ electrode

ควรแช่อยู่ในสารละลายตามคำแนะนำของวิธีการใช้ electrode แต่ละยี่ห้อแต่ละรุ่น

1.4.6 สารละลายที่ใช้เติมใน electrode ควรซื้อตามคำแนะนำของบริษัทที่ขาย electrode เนื่องจากแต่ละยี่ห้อแต่ละรุ่นใช้สารละลายที่เติมไม่เหมือนกัน

## 1.5 การแปลผล

การแปลความหมายค่า pH ของดินในน้ำ

ระดับ	ช่วง pH <sub>water</sub> 1:1
กรดรุนแรงมากที่สุด	< 3.5
กรดรุนแรงมาก	3.5 – 4.4
กรดจัดมาก	4.5 – 5.0
กรดจัด	5.1 – 5.5
กรดปานกลาง	5.6 – 6.0
กรดเล็กน้อย	6.1 – 6.5
เป็นกลาง	6.6 – 7.3
ด่างอ่อน	7.4 – 7.8
ด่างปานกลาง	7.9 – 8.4
ด่างจัด	8.5 – 9.0
ด่างจัดมาก	> 9.0



## 2. การวิเคราะห์ค่า EC (ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย) ของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557)

### 2.1 อุปกรณ์การวิเคราะห์ค่า EC

- เครื่องชั่ง
- บีกเกอร์ขนาด 600 หรือ 1,000 มล.
- spatula
- เครื่องอัดน้ำออกจากดิน (Baroid Press)
- เครื่อง Electrical Conductivity meter
- หลอดทดลองขนาด 40 มล.
- กระจกตวง 25 มล.
- แท่งแก้วคนสาร

### 2.2 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ค่า EC

- สารละลายมาตรฐาน 0.01 M KCl : ละลาย KCl (ที่อบที่ 110 °C นานประมาณ 3 ชั่วโมง) 0.7456 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะเป็นสารละลายมาตรฐานมีค่าการนำไฟฟ้าที่ 25 °C  $1.412 \text{ dS m}^{-1}$
- สารละลายมาตรฐาน 0.1 M KCl : ละลาย KCl (ที่อบที่ 110 °C นานประมาณ 3 ชั่วโมง) 7.456 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะเป็นสารละลายมาตรฐานมีค่าการนำไฟฟ้าที่ 25 °C  $12.88 \text{ dS m}^{-1}$

### 2.3 วิธีการวิเคราะห์ค่า EC

2.3.1 สกัดดินในอัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1 : 5 โดยชั่งดิน 4 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 40 มล ใส่ น้ำ 20 มล คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ นาน 30 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

2.3.2 นำไปอ่านค่า EC โดยเครื่อง Electrical Conductivity meter โดยใช้สารละลายมาตรฐาน KCl 0.01 M หรือ 0.1 M ปรับค่าคงที่ (cell constant) ของเครื่อง Electrical Conductivity meter ที่ 25 °C จะมีค่า =  $1.412 \text{ dS m}^{-1}$  หรือ  $12.88 \text{ dS m}^{-1}$



#### 2.4 การคำนวณ

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงขึ้นประมาณ 2% เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 0C เครื่องมือวัดที่ไม่สามารถคำนวณแปลงค่าที่วัดได้เป็นค่าที่อุณหภูมิ ควรวัดอุณหภูมิสารละลายแล้วคำนวณเป็นค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25 0C ตามสมการ

$$EC_{25} = EC_t / [1 + 0.02(t - 25)]$$

เมื่อ  $EC_{25}$  = ค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25 °C  
 $EC_t$  = ค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้ที่อุณหภูมิ t °C  
t = อุณหภูมิ (°C)

#### 2.5 การแปลผล

ตารางที่ ข-1 การแปลผลค่า EC ดินอ้อมตัวด้วยน้ำ ที่ 25 °C

dS/m	ระดับความเค็ม	ความสัมพันธ์กับพืช
0 -2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของพืช
2 - 4	เค็มน้อยมาก	อาจมีผลกระทบต่อกระเทือนต่อผลผลิตของพืชที่ sensitive ต่อความเค็ม
4 - 8	เค็มปานกลาง	เป็นอุปสรรคต่อพืชหลายชนิด
8 - 16	เค็มจัด	เป็นอุปสรรคต่อพืชส่วนมาก เฉพาะพืชทนเค็มที่เติบโตได้
>16	เค็มจัดมาก	เป็นอันตรายต่อพืชทุกชนิด ยกเว้นพืชบางชนิด เช่น หญ้าทนเค็ม เป็นต้น

ที่มา: (Beck 1999, Bower และ Wilcox 1965, Jackson 1958)



ตารางที่ ข-2 การแปลผลค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่ได้จากการวัดด้วยอัตราส่วน 1:5 ตามประเภทของเนื้อดิน ณ อุณหภูมิอ้างอิง 25 °C

ระดับความเค็ม	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm) ที่เนื้อดินต่างๆ				
	ทราย/ร่วนปนทราย	ร่วน	ร่วนปนเหนียว	ค่อนข้างเหนียว	เหนียวจัด
ไม่เค็ม	<0.15	<0.17	<0.25	<0.30	<0.40
เค็มน้อยมาก	0.16 – 0.30	0.18 – 0.35	0.26 – 0.45	0.31 – 0.60	0.41 – 0.80
เค็มปานกลาง	0.31 – 0.60	0.36 – 0.75	0.46 – 0.90	0.61 – 1.15	0.81 – 1.60
เค็มจัด	0.61 – 1.20	0.76 – 1.50	0.91 – 1.75	1.16 – 2.30	1.61 – 3.20
เค็มจัดมาก	>1.20	>1.50	>1.75	>2.30	>3.20

ที่มา : (Graaff และ Patterson 2001)

## 2.6 ข้อสังเกต

ค่า EC ของสารละลายเกลือจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น โดยจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2 % เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 °C ดังนั้น อุณหภูมิมาตรฐานเมื่อรายงานค่า EC คือ 25 °C





## 3. สารเคมีใช้ในการสกัด RNA

สารละลาย	สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบ
RNA Extraction Buffer	100 mM Tris pH 9.0 100 mM NaCl 20 mM EDTA 1.0% (w/v) Lauryl sarcosinate 0.1% (v/v) 2-mercaptoethanol 0.1% (v/v) DEPC (diethyl pyrrocarbonate)
TE Buffer	10 mM Tris base (pH 8.0) 1 mM EDTA (pH 8.0)
DEPC-treated TE Buffer	10 mM Tris base (pH 8.0) 1 mM EDTA (pH 8.0) 0.1%(v/v) DEPC
DEPC -treated Water	0.1%(v/v) DEPC Water
5X TBE (1000 ml)	54 g Tris base 27.5 g Boric acid 20 ml EDTA (pH 8.0) (0.5 M)
DNA/RNA loading dye	30% (v/v) Glycerol in water 0.25% (w/v) Bromophenol bule 0.25% (w/v) Xylene cyanol



#### 4. การเตรียม Phenol : Chloroform ; isoamyl alcohol (25:24:1) (v/v)

4.1 นำ phenol ที่เป็นเกร็ดมาละลายโดยแช่ขวด phenol ในอ่างน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิ 65 °C หลังจากนั้นเติม hydroxyquinoline ให้ได้ความเข้มข้นสุดท้าย (final concentration) เท่ากับ 0.1%

4.2 ทำการเติม 1M Tris-HCl pH 8 ปริมาตรเท่ากับ phenol ในขวด แล้วคนให้เข้ากันเป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้เพื่อให้สารละลาย Tris และ phenol แยกชั้นออกจากกัน จากนั้นทำการแยก phenol ออกจากสารละลาย Tris โดยใช้กรวยแยก

4.3 เติม 1M Tris-HCl pH 8 ปริมาตรเท่ากับ phenol ในขวดอีกครั้ง แล้วคนให้เข้ากันเป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้เพื่อให้สารละลาย Tris และ phenol แยกชั้นออกจากกัน จากนั้นทำการแยก phenol ออกจากสารละลาย Tris โดยใช้กรวยแยกอีกครั้ง

4.4 ทำการวัดค่า pH ของ phenol โดยใช้ pH paper หากค่า pH ไม่มากกว่า 7.8 ทำซ้ำตามข้อที่ 2.3 โดยใช้ 1 M, 0.5 และ 0.1 M Tris-HCl pH 8

4.5 ทำการเตรียม Chloroform : isoamyl alcohol ในอัตราส่วน 24:1 โดยผสม Chloroform 10 ml ให้เข้ากันกับ isoamyl alcohol 10 ml แล้วนำมาเก็บในขวดสีชา

4.6 นำ phenol ที่ได้จากการเตรียมข้างต้นในข้อ 3.4 มาผสมกันกับ Chloroform : isoamyl alcohol ในข้อ 3.5 อัตราส่วน 1:1

4.7 ทำการเท phenol : chloroform : isoamyl alcohol อัตราส่วน 25:24:1 (v/v) มาเก็บในขวดสีชาปริมาณ 500 ml

4.8 ทำการฉาบสารละลาย phenol : chloroform : isoamyl alcohol ที่ได้ในข้อ 3.7 ด้วย 0.1 M Tris แล้วเก็บไว้ในตู้เย็น



## 5. วิธีการสกัด RNA ด้วยวิธี Hot Phenol ตามวิธีการของ Thikart และคณะ (2005)

5.1 เตรียมสาร RNA extraction buffer ปริมาตร 500 ul ผสมกันกับ phenol : chloroform : isoamyl alcohol ที่ได้ในข้อ 3 ปริมาตร 500 ul และ B-mercaptoethanol ปริมาตร 0.5 ul ลงในหลอด microcentrifuge แล้วนำไปใส่ในเครื่อง Dry bath อุณหภูมิ 80 °C

5.2 บดตัวอย่างใบข้าวที่แช่แข็งด้วยไนโตรเจนเหลวในโกร่งบดตัวอย่างที่ผ่านการทำลายเอนไซม์ RNase เรียบร้อยแล้ว ทำการบดตัวอย่างใบข้าวให้เป็นผงละเอียดที่สุด (คล้ายผงแป้ง)

5.3 ใส่ตัวอย่างที่บดอย่างละเอียดลงในหลอด microcentrifuge ที่เย็นจัดด้วยไนโตรเจนเหลว

5.4 ทำการเติมที่ได้ในข้อ 4.1 ลงในหลอด microcentrifuge ที่มีตัวอย่างในข้อ 4.3 แล้วพลิกหลอดกลับไปมาอย่างรวดเร็ว จากนั้นนำหลอดไปแช่น้ำแข็งทันที

5.5 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 4 °C 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

5.6 ทำการปิเปตส่วนของสารละลายที่อยู่ชั้นบน (supernatant) มาใส่หลอด microcentrifuge อันใหม่ แล้วนำมาสกัดซ้ำด้วย กับ phenol : chloroform : isoamyl alcohol ที่ได้ในข้อ 3 โดยมีปริมาณเท่ากับสารละลายในหลอด

5.7 นำมาปั่นเหวี่ยงอีกครั้งที่ 4 °C 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

5.8 ทำการปิเปตส่วนของสารละลายที่อยู่ชั้นบน (supernatant) มาใส่หลอด microcentrifuge อันใหม่อีกครั้ง และเติม absolute ethanol ปริมาตรเป็น 2 เท่าของสารละลายในหลอด และผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปตกตะกอนที่อุณหภูมิ -20 °C เป็นเวลา 30 นาที

5.9 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 4 °C 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วล้างตะกอนออกด้วย 80% ethanol หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

5.10 ทำการละลายตะกอนให้หมดใน DEPC-treated TE buffer 160 ul

5.11 หลังจากนั้นเติม LiCl<sub>2</sub> 40 µl และนำไปตกตะกอนที่ -20 °C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

5.12 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 4 °C 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นปิเปตสารละลายชั้นบนทิ้ง แล้วล้างตะกอนด้วย 80% ethanol หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

5.13 ทำการละลายตะกอนให้หมดใน DEPC-treated TE buffer 20 µl

5.14 นำ RNA ที่สกัดได้เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C เพื่อทำการศึกษาขั้นต่อไป



## 6. วิธีการกำจัด DNA ด้วยเอนไซม์ DNAase I

### 6.1 สารเคมีที่ใช้ในปฏิกิริยากำจัด DNA ประกอบด้วย

- Total RNA	20 µg
- DNase I buffer	1X
- DNase (RNase-free)	10 U
- DEPC-treated water	up to 50 µl

บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

6.2 นำ RNA ที่สกัดได้ในข้อ 4 มาเติมสารละลาย DEPC-treated water 100 µl จากนั้นเติม phenol : chloroform : isoamyl alcohol ที่ได้ในข้อ 3 ปริมาตร 150 µl เขย่าให้เข้ากัน

6.3 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 4 °C 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

6.4 ทำการปิเปตสารละลายที่อยู่ชั้นบน (supernatant) มาใส่หลอด microcentrifuge อันใหม่ เติม 3M sodium acetate ปริมาตร 1 ใน 10 เท่าของสารละลายที่ปิเปตได้ในหลอด และ Isopropanol alcohol ปริมาตร 0.6 เท่าของสารละลายที่ปิเปตได้ในหลอด หลังจากนั้นผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปตกตะกอนที่ -80 °C เป็นเวลานาน 30 นาที

6.5 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 4 °C 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทำการปิเปตสารละลายที่อยู่ชั้นบนทิ้ง ล้างตะกอนด้วย 80% ethanol ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

6.6 ทำการละลายตะกอนใน DEPC-treated TE buffer ปริมาตร 10 µl

## 7. วิธีการสร้าง cDNA สายแรกด้วยเอนไซม์ iScript™ Reverse transcription Supermix for RT-qPCR

### 7.1 สารเคมีที่ใช้ในการปฏิกิริยาการสร้างสาย cDNA สายแรกประกอบด้วย

- 5X iScript reverse transcription supermix	2 µg
- RNA template	variable µl
- Nuclease-free water	variable µl
- Total Volume	20 µl

7.2 นำ RNA ที่ทำการกำจัด DNA ด้วยเอนไซม์ DNAase I ในข้อ 5 มาผสมกันกับน้ำยาทำปฏิกิริยาเปลี่ยนสาย RNA มาเป็น cDNA จากนั้นทำการผสมกันโดยใช้ปิเปต

### 7.3 วิธีการทำปฏิกิริยา

7.3.1 ขั้นตอน priming เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 25 °C



7.3.2 ขั้นตอนการ reverse transcription เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 42 °C

7.3.3 ขั้นตอนการ RT inactivation เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 85 °C

7.4 นำสาย cDNA ที่ได้ไปใช้เป็นแม่แบบในกระบวนการ PCR ต่อไป

## 8. การทำ pairwise sequence alignment ของยีน *Chlorophyll a-b binding protein (PsbS1)*

CLUSTAL 2.1 multiple sequence alignment

```

gi|115441298_86-892      ATGGCGCAGTCGATGCTGGTGTCTGGGAGCCAATGGCACGGTGGCCGCCGCGAGCACCAGC
60
Os01t0869800-01        ATGGCGCAGTCGATGCTGGTGTCTGGGAGCCAATGGCACGGTGGCCGCCGCGAGCACCAGC
60
LOC_Os01g64960.1       ATGGCGCAGTCGATGCTGGTGTCTGGGAGCCAATGGCACGGTGGCCGCCGCGAGCACCAGC
60
*****

gi|115441298_86-892      AGGCTGCAGCCCGTGC GGCCGACGCCGTTCTCGCGGCTCGTGCTGTCGCAGCCGTCGTCTG
120
Os01t0869800-01        AGGCTGCAGCCCGTGC GGCCGACGCCGTTCTCGCGGCTCGTGCTGTCGCAGCCGTCGTCTG
120
LOC_Os01g64960.1       AGGCTGCAGCCCGTGC GGCCGACGCCGTTCTCGCGGCTCGTGCTGTCGCAGCCGTCGTCTG
120
*****

gi|115441298_86-892      TCGCTGGGGCGCGCGGTGTCCGTCAAGACGGTGGCGCTGTTCCGGCAGGTCCAAGACCAAG
180
Os01t0869800-01        TCGCTGGGGCGCGCGGTGTCCGTCAAGACGGTGGCGCTGTTCCGGCAGGTCCAAGACCAAG
180
LOC_Os01g64960.1       TCGCTGGGGCGCGCGGTGTCCGTCAAGACGGTGGCGCTGTTCCGGCAGGTCCAAGACCAAG
180
*****

gi|115441298_86-892      GCCGCGCCCGCAAGAAAGGCTGAGCCGAAGCCAAAGTTCAAGACCGAGGACGGCATCTTC
240
Os01t0869800-01        GCCGCGCCCGCAAGAAAGGCTGAGCCGAAGCCAAAGTTCAAGACCGAGGACGGCATCTTC
240
LOC_Os01g64960.1       GCCGCGCCCGCAAGAAAGGCTGAGCCGAAGCCAAAGTTCAAGACCGAGGACGGCATCTTC
240
*****

gi|115441298_86-892      GGCACGTCCGGTGGGATCGGTTTCACCAAGGAGAACGAGCTGTTTCGTCGGGCGTGTCCGC
300
Os01t0869800-01        GGCACGTCCGGTGGGATCGGTTTCACCAAGGAGAACGAGCTGTTTCGTCGGGCGTGTCCGC
300
LOC_Os01g64960.1       GGCACGTCCGGTGGGATCGGTTTCACCAAGGAGAACGAGCTGTTTCGTCGGGCGTGTCCGC
300

```



```

*****
gi|115441298_86-892 360 ATGCTCGGGTTTGCCGCGTCGATCCTGGGTGAGGCCATCACCGGAAGGGAATCCTGGCG
Os01t0869800-01 360 ATGCTCGGGTTTGCCGCGTCGATCCTGGGTGAGGCCATCACCGGAAGGGAATCCTGGCG
LOC_Os01g64960.1 360 ATGCTCGGGTTTGCCGCGTCGATCCTGGGTGAGGCCATCACCGGAAGGGAATCCTGGCG
*****

```

```

*****
gi|115441298_86-892 420 CAGCTGAACCTGGAGACGGGGATCCCGATCTACGAGCGGAGCCCTCCTCCTTCTTC
Os01t0869800-01 420 CAGCTGAACCTGGAGACGGGGATCCCGATCTACGAGCGGAGCCCTCCTCCTTCTTC
LOC_Os01g64960.1 420 CAGCTGAACCTGGAGACGGGGATCCCGATCTACGAGCGGAGCCCTCCTCCTTCTTC
*****

```

```

*****
gi|115441298_86-892 480 ATCCTCTTACCCTCCTCGGCGCCATCGGCGCGCTCGGCGACCGGGCAGCTTCGTCGAC
Os01t0869800-01 480 ATCCTCTTACCCTCCTCGGCGCCATCGGCGCGCTCGGCGACCGGGCAGCTTCGTCGAC
LOC_Os01g64960.1 480 ATCCTCTTACCCTCCTCGGCGCCATCGGCGCGCTCGGCGACCGGGCAGCTTCGTCGAC
*****

```

```

*****
gi|115441298_86-892 540 GACCAGCCGGTGACGGGCCTCGACAAGGCCGTCATCGCCCCGGGAAGGGCTTCCGCTCC
Os01t0869800-01 540 GACCAGCCGGTGACGGGCCTCGACAAGGCCGTCATCGCCCCGGGAAGGGCTTCCGCTCC
LOC_Os01g64960.1 540 GACCAGCCGGTGACGGGCCTCGACAAGGCCGTCATCGCCCCGGGAAGGGCTTCCGCTCC
*****

```

```

*****
gi|115441298_86-892 600 GCGCTGGGCCTCAGCGAGGGCGGCCCGCTGTTGCGCTTACCAAGGCCAACGAGCTGTTC
Os01t0869800-01 600 GCGCTGGGCCTCAGCGAGGGCGGCCCGCTGTTGCGCTTACCAAGGCCAACGAGCTGTTC
LOC_Os01g64960.1 600 GCGCTGGGCCTCAGCGAGGGCGGCCCGCTGTTGCGCTTACCAAGGCCAACGAGCTGTTC
*****

```

```

*****
gi|115441298_86-892 660 GTCGGCCGGCTCGCGCAGCTCGGATCGGCTGCTCCATCATCGGGCAGATCATCACCGGC
Os01t0869800-01 660 GTCGGCCGGCTCGCGCAGCTCGGATCGGCTGCTCCATCATCGGGCAGATCATCACCGGC
LOC_Os01g64960.1 660 GTCGGCCGGCTCGCGCAGCTCGGATCGGCTGCTCCATCATCGGGCAGATCATCACCGGC
*****

```

```

*****
gi|115441298_86-892 720 AAGGGGCCCTCGCGCAGCTCAACATCGAGACCGGCGTCCCATCAACGAGATCGAGCCG
*****

```





```

Os01t0869800-01      AAGGGCGCCCTCGGCGAGCTCAACATCGAGACCGGCGTCCCCATCAACGAGATCGAGCCG
720
LOC_Os01g64960.1     AAGGGCGCCCTCGGCGAGCTCAACATCGAGACCGGCGTCCCCATCAACGAGATCGAGCCG
720
*****

gil115441298_86-892  CTCGCTCCTTCAACGTCGTCTTCTTCTTCATCGCCGCCATCAACCCCGGCACCGGCAAG
780
Os01t0869800-01     CTCGCTCCTTCAACGTCGTCTTCTTCTTCATCGCCGCCATCAACCCCGGCACCGGCAAG
780
LOC_Os01g64960.1     CTCGCTCCTTCAACGTCGTCTTCTTCTTCATCGCCGCCATCAACCCCGGCACCGGCAAG
780
*****

gil115441298_86-892  TTCGTCAGCGACGACGACGAAGAGTAG 807
Os01t0869800-01     TTCGTCAGCGACGACGACGAAGAGTAG 807
LOC_Os01g64960.1     TTCGTCAGCGACGACGACGAAGAGTAG 807
*****

```

## 9. การตรวจสอบการแสดงออกของยีนด้วยวิธี quantitative RT-PCR

9.1 นำสาย cDNA ที่สร้างได้มาใช้เป็นแม่แบบในการทำ quantitative RT-PCR ด้วยเครื่อง iCycler™ Thermal Cycler (Bio-Rad, California) โดยใช้ primer ที่ออกแบบจำเพาะเจาะจงต่อ ยีนอ้างอิง (*EF1 $\alpha$* ) หรือต่อชิ้นยีนที่ต้องการตรวจสอบระดับการแสดงออกของยีน (*PsbS1*) ในการทำ ปฏิกริยา

9.2 ในแต่ละปฏิกริยาประกอบด้วย

SsoFast™ Evagreen® Supermix (Bio-Rad, USA)	5 $\mu$ l
5 $\mu$ M Forward primer	0.25 $\mu$ l
5 $\mu$ M Reverse primer	0.25 $\mu$ l
Sterile watwe	3.5 $\mu$ l
cDNA	1 $\mu$ l

ทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อหนึ่งตัวอย่างของ cDNA

9.3 ใช้อุณหภูมิ 95 °C ในการทำปฏิกริยาเริ่มต้น เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำมาทำ PCR อีก 39 รอบ ซึ่งแต่ละรอบประกอบด้วยอุณหภูมิและเวลาดังนี้ อุ

9.3.1 ขั้นตอนการแยกสายสาย cDNA อุณหภูมิ 95 °C เป็นเวลา 5 นาที

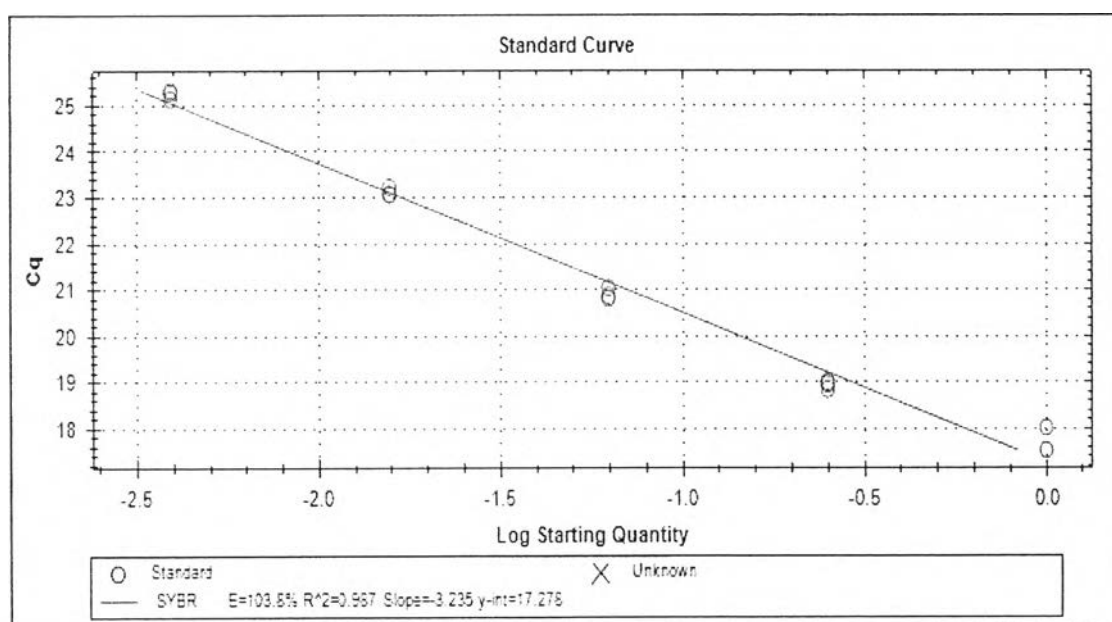
9.3.2 ขั้นตอนการจับคู่ primer กับสาย cDNA ที่อุณหภูมิ

9.3.3 ขั้นตอนทำปฏิกริยาเพื่อวิเคราะห์หาค่า melting curve โดยใช้อุณหภูมิในช่วง 70-90 °C โดยเพิ่มอุณหภูมิครั้งละ 0.5 °C นาน 5 วินาที

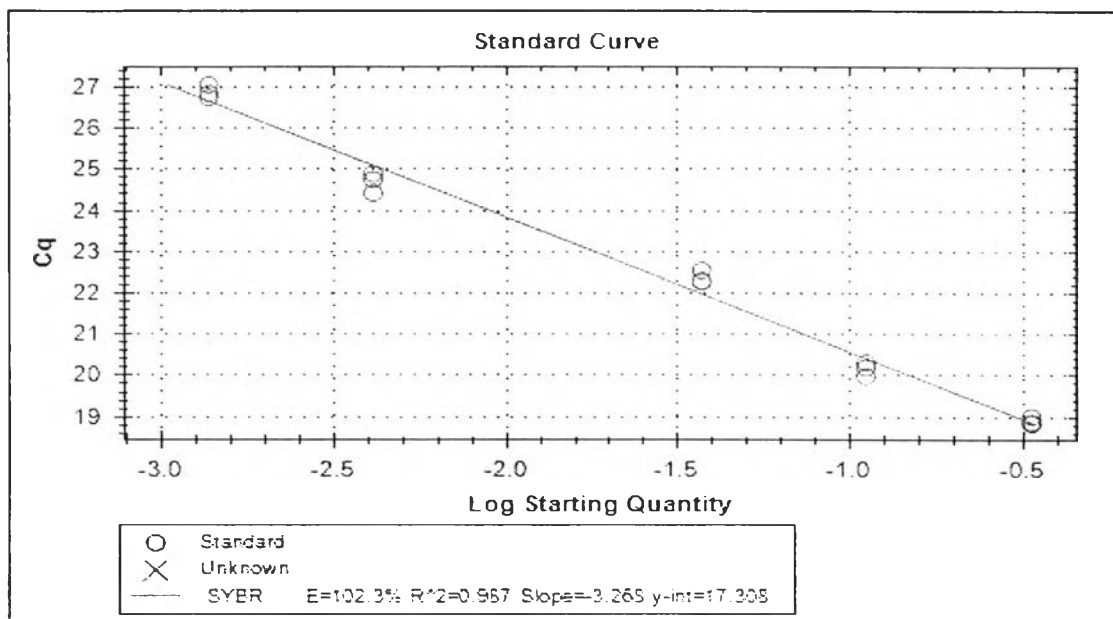


9.4 เปรียบเทียบระดับการแสดงออกของยีน *PsbS1* กับการแสดงออกของยีนที่ใช้เป็น control (relative quantification) โดยมียีน *EF1 $\alpha$*  เป็นยีนอ้างอิง โดยวิธีการเปรียบเทียบการแสดงออกสัมพัทธ์ (relative quantification) ตามวิธีการของ Pfaffl (2001) และใช้ค่าความชันของกราฟ (slope) ที่ได้จากกราฟมาตรฐานในการคำนวณ (ภาพที่ ข)

$$R = \frac{(E_{target})^{\Delta CP_{target}(Control-sample)}}{(E_{ref})^{\Delta CP_{target}(Control-sample)}}$$



ภาพที่ ข-1 กราฟมาตรฐานที่ได้จากการเพิ่มปริมาณของยีน *PsbS1* ในข้าวสายพันธุ์ CSSL



ภาพที่ ข-2 กราฟมาตรฐานที่ได้จากการเพิ่มปริมาณของยีน *EF1 $\alpha$*  ในข้าวสายพันธุ์ CSSL



### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพนิดา ชูติมานุกูล เกิดวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2531 ที่จังหวัดระยอง สำเร็จ การศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการเกษตร จากภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2553 และเข้าศึกษาใน หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2554

#### การนำเสนอผลงาน

นำเสนอผลงานแบบบรรยายในหัวข้อเรื่อง ผลของภาวะเค็มต่อการสังเคราะห์ด้วย แสงและการเจริญเติบโตในข้าวสายพันธุ์ทนเค็มที่ได้จากประชากร CSSL ที่การประชุมวิชาการพันธุ ศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 18 ระหว่างวันที่ 17 - 19 กรกฎาคม 2556 ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ สุขุมวิท กรุงเทพมหานคร

ได้รับรางวัลการนำเสนอผลงานแบบบรรยาย ดีเยี่ยม ในการนำเสนอผลงานแบบ บรรยายในหัวข้อเรื่อง การตอบสนองต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของข้าวจากประชากร CSSL ในภาวะ เกรียดที่เกิดจากความเค็ม ที่การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 7 วันที่ 1-2 สิงหาคม พ.ศ. 2556 ณ อาคารสัมมนา ศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร

#### การตีพิมพ์บทความวิชาการ

พนิดา ชูติมานุกูล, อัญชลี ใจดี, อีรพงษ์ บัวบูชา, มีชัย เชียงหลิว, อีรยุทธ ตูจินดา, ศุภจิตรา ชัชวาลย์ และ บุญธิดา โฆษิตทรัพย์. 2013. ผลของภาวะเค็มต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและการ เจริญเติบโตในข้าวสายพันธุ์ทนเค็มที่ได้จากประชากร CSSL. Thai Journal of Genetic. S(1): 276-279

พนิดา ชูติมานุกูล, อัญชลี ใจดี, อีรพงษ์ บัวบูชา, มีชัย เชียงหลิว, อีรยุทธ ตูจินดา, ศุภจิตรา ชัชวาลย์ และ บุญธิดา โฆษิตทรัพย์. 2013. การตอบสนองต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของข้าวจาก ประชากร CSSL ในภาวะเครียดที่เกิดจากความเค็ม. Agricultural Sci. J. 44(2)(Suppl.): 177-180



3606822949