บทที่ 1

บทนำ

การปลูกข้าวในสภาพดินน้ำขังต้องประสบกับการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือ การขาดออกซิเจน ซึ่งมีผลกระทบอย่างมากต่อเคมีดินและการเจริญเติบโตของพืช กล่าวคือในการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินภายใต้สภาพน้ำขัง จุลินทรีย์ดินจะเลือกใช้ไอออนหรือสารที่ใช้ได้ง่ายคือมีศักย์ไฟฟ้าสูงๆ ก่อน เช่น O_2 NO_3 และ MnO_2 มาเป็นตัวรับอิเล็กตรอน เมื่อสารเหล่านี้ถูกใช้หมดไปเป็นส่วนใหญ่จึงหันมาใช้สารอื่นที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำลงมาได้แก่สารประกอบพวก Fe(III) เช่น $Fe(OH_3)$ เป็นตัวรับอิเล็กตรอนต่อไปหลังจากที่สารประกอบพวก Fe(III) ถูกใช้หมดไป ในกรณีที่ดินมีปริมาณของเหล็กต่ำ ดินมีอินทรียวัตถุสูงเกินไป รวมทั้งมีการขังน้ำเป็นเวลานาน สภาพรีดักชันของดินจะเข้าขั้นรุนแรง โดยจุลินทรีย์ดินบางพวกจะใช้ SO_4^{2-}, CO_2 และ H_2 เป็นตัวรับอิเล็กตรอน เมื่อสารเหล่านี้ถูกรีดิวซ์จะทำให้เกิดการสะสมของ S^{2-}, H_2S และ CH_4 จนอาจเป็นอันตรายต่อต้นข้าวและก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงทางเคมีดินและชีวเคมีของดินในสภาพน้ำขังมีอิทธิพลอย่างมากต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ เช่นความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสซึ่งเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในพืช เช่นเป็นองค์ประกอบของ ADP และ ATP (adenosine di- and triphosphate), NAD, NADPH และยังมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับหน่วยของพันธุกรรม (DNA และ RNA) รวมทั้งเนื้อเยื่อของเซลล์ (phospholipids) เมื่อมีการขังน้ำ เหล็ก (III) ฟอสเฟต จะถูกรีดิวซ์ให้กลายเป็น เหล็ก (II) ฟอสเฟต ซึ่งละลายน้ำได้ง่าย ส่วนอะลูมินัมฟอสเฟตก็จะละลายได้ดีขึ้นเนื่องจากมี pH สูงขึ้นเมื่อมีการขังน้ำ นอกจากนั้นในดินที่เป็นด่างซึ่งฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแคลเซียมฟอสเฟต ฟอสฟอรัสในรูปดังกล่าวจะละลายได้ดีขึ้นเมื่อดินอยู่ในสภาพน้ำขัง อันเนื่องจากการลดลงของ pH ภายใต้อิทธิพลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น (Drew, 1988)

พืชที่เจริญเติบโตในดินน้ำขังต้องประสบกับสภาพขาดออกซิเจนและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีดินดังกล่าว พืชที่ไม่ทนทานต่อการขาดออกซิเจนจึงถูกจำกัดการหายใจ ทำให้ขาด ATP ที่ใช้ขับเคลื่อนการ metabolism ทำให้ขาดสารตั้งต้นที่จะใช้ในกระบวนการอื่นๆ ต่อไป อีกทั้งยังเกิดการสะสมพิษขึ้นในดิน เช่น กรดอินทรีย์ NO_2^- Mn^{2+} Fe^{2+} และ H_2S และสะสมพิษที่ผลิตจากกระบวนการ metabolism ของรากภายใต้สภาพขาดออกซิเจน เช่น acetaldehyde และ ethanol

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อรากได้รับความเสียหายจึงไม่สามารถส่งสารสังเคราะห์ต่างๆ เช่น น้ำ phytohormone, nutrient ion หรือส่งสารผิดปกติไปสู่ต้นทำให้มีการเจริญเติบโตลดลงและตายไปในที่สุด (Drew, 1983)

ข้าวเป็นพืชที่ทนทานต่อน้ำขัง โดยสามารถปรับตัวให้อยู่รอดภายใต้สภาพขาดออกซิเจนได้ด้วยการสร้างโพรงอากาศ (aerenchyma) โพรงอากาศในรากจะทำให้มีความต้านทานภายในรากต่ำลงเพื่อส่งเสริมให้มีการลำเลียงออกซิเจนจากบรรยากาศลงไปสู่ปลายรากได้มากขึ้น (Armstrong in Drew, 2002; Colmer, 2003b) ช่องทางโพรงอากาศในรากถูกสร้างขึ้นในส่วนของ cortex ซึ่งสามารถกระตุ้นการสร้างโพรงอากาศได้ในรากข้าวและข้าวสาลีด้วยการขังน้ำ (Wiengweera *et al*., 1997; Colmer *et al*., 1998) หรือการขาดฟอสฟอรัสในข้าวโพด (Fan *et al*., 2003) การลำเลียงออกซิเจนในรากไม่เพียงแต่ทำให้การหายใจของ mitochondria ในเซลล์รากดีขึ้นเท่านั้น แต่ยังมีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่บริเวณราก ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อผลกระทบจากดินขาดออกซิเจน เช่น phytotoxins และ organic compounds ต่างๆ อีกด้วย นอกจากรากข้าวมีการปรับตัวต่อการหายใจแล้วข้าวยังปรับตัวต่อการหาอาหารอีกด้วย เนื่องจากในดินน้ำขังธาตุอาหารที่บริเวณรากถูกดูดใช้หมด และมีการแพร่เข้ามาแทนที่ช้าเนื่องจากการเคลื่อนที่ของสารละลายเกิดขึ้นน้อย ข้าวจึงมีการปรับตัวต่อการหาอาหารด้วยการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส เช่น เพิ่มจำนวนราก เพิ่มความยาวราก (Kirk and Du, 1997) การเพิ่มจำนวนและความยาวขนราก (Bates and Lynch, 1996) เป็นต้น

ในการศึกษาการปรับตัวของข้าวต่อสภาพน้ำขังนั้นพบว่าข้าวต่างพันธุ์ก็มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน (Colmer, 2003a) มีรายงานว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีประสิทธิภาพการดูดฟอสฟอรัสในสภาพขังน้ำต่ำกว่าไม่ขังน้ำ(Thang, 2006) แต่ Huguenin-Elie *et al*. (2003) พบว่าในข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีอัตราการดูดธาตุฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นตลอดการขังน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวไร่และข้าวนาสวนมีการสะสมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสแตกต่างกันเมื่อมีการขังน้ำโดยที่ข้าวไร่สะสมได้เล็กน้อยแต่ข้าวนาสวนสะสมได้ถึง 2 เท่า (เนตรนภา 2546) ซึ่งจะเห็นว่าการปรับตัวของพันธุ์ข้าวไทยต่อสภาพน้ำขังในด้านสัณฐานวิทยาร่วมกับสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพการดูดธาตุอาหารนั้นยังต้องการความเข้าใจในกลไกการปรับตัวอีกมาก อีกทั้งการเพาะปลูกข้าวในประเทศไทยนั้นมีหลายสภาพน้ำทั้งข้าวไร่ ข้าวนาสวน ข้าวน้ำลึก และข้าวขึ้นน้ำ จึงน่าจะมีกลไกการปรับตัวที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาที่ได้จะช่วยเพิ่มความเข้าใจในกลไกการปรับตัวต่อน้ำขังของข้าวไทยเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved