16986

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของราก และ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากข้าว

Relationship between the growth angles of nodal roots and their diameters in rice plant

T100480

โดย

นางสาววิไลวรรณ เกิดสีทอง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2542

ปพ.
ว735ค
2542

สาขาหมู่.....
เลขทะเบียน 100480
วัน.เดือน.ปี 18 JUN 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบคำร้องปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของราก และ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากข้าว

Relationship between the growth angles of nodal roots and their diameters in rice plant

โดย

นางสาววิไลวรรณ เกิดสีทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ผศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ปพ
ว 735 ก
2542

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(อาจารย์วิชัย ลิ้มกาญจนพงศ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 15 เดือน ก.พ. พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง : ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของราก และ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากข้าว
: Relationship between the growth angles of nodal roots and their diameters in rice plant
โดย : นางสาววิไลวรรณ เกิดสีทอง
สาขา : พืชไร่
ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล

บทคัดย่อ

ความรู้เกี่ยวกับทิศทางการเจริญเติบโตของรากเป็นสิ่งที่ค่อนข้างจะสำคัญ ในการกำหนดการแพร่กระจายของระบบรากข้าว จุดประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อต้องการทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมของราก กับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากข้าว 6 พันธุ์ ที่ปลูกในแปลงนาของเกษตรกร ช่วงเก็บเกี่ยวมุมของรากแต่ละรากในหลุมปลูกข้าวได้คำนวณโดยวิธี cylindrical monolith ผลการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวทั้ง 6 พันธุ์ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีมุมของรากเฉลี่ยสูงสุด (ค่าของมุมที่ทำกับแนวนอนเท่ากับ 47.95°) และ พันธุ์ชัยนาท 1 มีมุมของรากเฉลี่ยน้อยที่สุด (36.34°) ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ ขาวกระเหรี่ยง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากเฉลี่ยค่อนข้างหนากว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เหลืองประทิว 123 สุพรรณบุรี 90 และ ชัยนาท 1 ตามลำดับ มุมของรากมีความสัมพันธ์ในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากในข้าวทั้ง 6 พันธุ์ นอกจากนี้ยังพบอีกว่ารากที่มีขนาดใหญ่มีทิศทางการเจริญเติบโตในแนวทะแยง และ แนวตั้ง ในขณะที่รากมีขนาดเล็กมีการเจริญเติบโตในแนวนอน และอยู่บริเวณผิวดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Knowledge of growth direction of nodal roots is quite crucial in determinating distribution of root rice system. These study aimed to examine the relationship between the growth angles of nodal roots and their diameters of six rice cultivars under farmer paddy field conditions at harvest. The growth angles of each nodal root in a rice hill was estimated by cylindrical monolith method. The result was obvious that comparing the six cultivars ,KDML 105 had the largest mean growth angle of nodal roots (47.95° to the horizontal) and the smallest in Chainat 1 (36.34°). The average of root diameters was somewhat thicker in KDML 105 and Kow Kareng than in Suphanburi 1, Leung Pratiew 123, Suphanburi 90 and Chainat 1, respectively. Root growth angle was significantly and positively correlated with the root diameter in all six rice cultivars. In addition, the thick nodal roots grew obliquely downwards and vertically while the fine nodal roots grew horizontally in the top soil.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ผู้ทำการวิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ถ่ายทอดความรู้ แนวคิด และคำแนะนำให้ รวมทั้งตรวจแก้ไขจนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในเขตอำเภอ โพธาราม จังหวัดราชบุรี และ เกษตรกรในเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานครที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างรากข้าวซึ่งนำมาทำปัญหาพิศษในครั้งนี้ ขอขอบคุณ นายสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร นักศึกษาระดับปริญญาโทพืชไร่ นายบุรินทร์ เชาวน์เจริญ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาพืชไร่ ตลอดจนเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จนสำเร็จลงด้วยดี

วิไลวรรณ เกิดสีทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญภาพ	(ก)
สารบัญตาราง	(ข)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	3
ผลการทดลองและวิจารณ์	4
สรุป	9
เอกสารอ้างอิง	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 วิธีการวัดมุมของรากข้าว	5
ภาพที่ 2 มุมของรากข้าว 6 พันธุ์ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้จากการคำนวณมุมของรากข้าวในแต่ละเส้นทั้งหมดต่อหลุม ซึ่งวัดในช่วงเก็บเกี่ยว	6
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของรากและเส้นผ่าศูนย์กลางของรากในข้าว 6 พันธุ์	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของมุมและเส้นผ่าศูนย์กลางของรากข้าว 6 พันธุ์ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) ตามปกติเป็นพืชที่ปลูกอยู่ในสภาพน้ำขัง ระบบรากข้าวเป็นแบบรากฝอย (fibrous root system) และ มีรากส่วนใหญ่เกิดบริเวณข้อของลำต้น (nodal roots) ซึ่งมักจะสั้นและมีจำนวนมากนับร้อยราก (Morita and Nemoto, 1995 ; Oyanagi et al., 1993a) ช่วงที่ข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว รากเกือบทั้งหมดมีความยาวน้อยกว่า 40 เซนติเมตร (Kawata et al., 1963) ดังนั้นข้าวจึงมีระบบรากตื้นและอยู่บริเวณผิวดินเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกันกับรากของข้าวสาลี (Gregory et al., 1978 ; Weaver, 1926) ข้าวโพด (Miller, 1916 ; Weaver, 1926) หรือ มิลเลท (Nakamoto et al., 1992) ซึ่งมีระบบรากที่ยาวและลึกกว่า การศึกษาถึงทิศทางการเจริญเติบโตของรากข้าวเป็นสิ่งที่จำเป็น และสำคัญมากต่อการแพร่กระจายของรากในดิน และ ยังมีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และ ผลผลิตของข้าว ซึ่งก่อนหน้านี้ มีผู้พบว่าทิศทางการเจริญเติบโตของราก มีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับการเจริญเติบโตของลำต้น (Morita et al., 1987 ; Morita, 1993) และผลผลิต (Morita et al., 1986 ; Morita et al., 1988) นอกจากนี้ยังมีรายงานพบอีกว่า มุมของรากมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของราก ซึ่งพบในข้าวโพด (Yamazaki and Kaeriyama, 1982 ; Klepper , 1987) กกญี่ปุ่น (Detpiratmongkol , 1995) และในข้าวพวก Japonica type (Morita, 1993) Yamazaki et al. (1981) พบว่าข้าวที่ปลูกในประเทศญี่ปุ่น เฉพาะช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นเท่านั้นที่มุมของรากมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของราก แต่อย่างไรก็ตามจนถึงปัจจุบันในประเทศไทยมีการศึกษาเกี่ยวกับระบบรากข้าวโดยเฉพาะข้าวพวก Indica type ยังมีงานวิจัยที่น้อยมาก และการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมของรากและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากยังไม่เคยมีการศึกษากันมาก่อน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมของรากและขนาดเส้นผ่าศูนย์ของรากข้าว 6 พันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 ขาวกระเหรี่ยง สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 90 และเหลืองประทิว 123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ข้าว (*Oryza sativa* L.indica) เป็นพืชตระกูลหญ้าชนิดหนึ่ง อยู่ใน family Grammineae และอยู่ใน sub-tribe oryzieae พืชตระกูลนี้ประกอบไปด้วยสปีชีส์ต่างๆ ประมาณ 25 สปีชีส์ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น ข้าวปลูก (cultivate rice) และข้าวป่า (wild rice) ข้าวปลูกได้แก่ *Oryza sativa* เป็นข้าวที่ปลูกทั่วไป *Oryza glaberrima* เป็นข้าวที่ปลูกในทวีปแอฟริกา ข้าวป่าชนิดที่สำคัญได้แก่ *Oryza perrennis* เป็นข้าวที่เกิดเองตามธรรมชาติ และจากหลักฐานทางวิชาการเชื่อว่าข้าวชนิดนี้เป็นต้นตระกูลของข้าวปลูกในปัจจุบัน ดังนั้นข้าวป่าจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมและได้ผ่านการคัดเลือกโดยธรรมชาติและมนุษย์จนกลายมาเป็นข้าวที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบัน (ประภาส, 2517)

ก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาลักษณะของต้นข้าว (structure of the rice plant) และทิศทางการเจริญเติบโตของรากข้าวซึ่งทำให้สามารถสามารถอธิบายโครงสร้างของต้นข้าวได้ โดยลักษณะของต้นข้าวจะมีการรวมตัวกันเป็น shoot unit (Kawata et al., 1963) ซึ่งการรวมตัวลักษณะนี้คล้ายกับ leaf internode unit (Sharman, 1942) ในแต่ละ shoot unit ประกอบด้วย ข้อปล้อง,ใบและหน่อที่เกิดนั้นจะอยู่บนส่วนของลำต้นหลัก (main stem) ส่วนของรากจะเกิดบริเวณข้อของลำต้นซึ่งรากเหล่านี้มีอายุของรากที่แตกต่างกัน โดยรากที่มีอายุมากจะเกิดขึ้นมาก่อนและมักอยู่บริเวณส่วนล่างของลำต้น รากชนิดนี้จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของรากค่อนข้างใหญ่ ส่วนรากที่มีอายุน้อยมักเกิดมาภายหลังและจะอยู่บริเวณส่วนบนของลำต้น หรือบริเวณหน่อที่แตกออกมาซึ่งรากประเภทนี้จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากค่อนข้างเล็ก (Kawata and Katano, 1976) การเจริญของรากจะลดลงเมื่อข้าวเริ่มเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ (reproductive phase)

ทิศทางการเจริญเติบโตของรากข้าวนั้นมีการผันแปรเป็นอย่างมากในแต่ละ shoot unit มุมของรากที่ทำกับผิวดินและตำแหน่งของรากที่อยู่บนลำต้นข้าวพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมาก (Kawata and Katano, 1976 ; Kawata et al., 1980 ; Morita and Yamazaki, 1992) แต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโตของต้นข้าวพบว่าก็มีผลต่อทิศทางการแพร่กระจายของรากข้าวในดินด้วยเช่นกัน (Morita and Yamazaki , 1992) นอกจากนี้ตำแหน่งของรากที่งอกออกมาจากลำต้นหลักหรือหน่อก็มีความสัมพันธ์กับทิศทางการเจริญเติบโตของรากอีกทั้งสภาพแวดล้อมที่ข้าวเจริญเติบโตอยู่ก็ยังมีผลต่อทิศทางการเจริญเติบโตของรากด้วยเช่นกัน Kawata and Katano (1976 and 1977) พบว่าทิศทางการเจริญเติบโตของรากข้าวพวก japonica type นั้นสิ่งแวดล้อมของข้าวที่ปลูกก็มีผลกระทบการเจริญเติบโตเป็นอย่างมาก (Kawata et al., 1963) Alberda (1953) ได้รายงานว่ารากของข้าวพันธุ์ Bengawan ประกอบไปด้วยรากสองชนิดคือ รากที่มีขนาดใหญ่ (“coaser type”) จะมีการเจริญเติบโตในแนวดิ่งและรากที่มีขนาดเล็ก (“finer type”) จะมีการเจริญเติบโตในแนวนอนแม้ว่ารากทั้งสองชนิดนี้จะงอกออกมาจากตำแหน่งที่ต่างกันบนลำต้นก็ตาม แต่รากทั้งสองชนิดนี้ก็มีลักษณะการเจริญเติบโตและมีความสัมพันธ์กัน ทิศทางการเจริญเติบโตของรากก็ยังมีความสัมพันธ์กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราก และมุมของการเจริญเติบโตของรากอย่างใกล้ชิดในทางบวก (Yamazaki et al., 1981) แต่อย่างไรก็ตามถ้ารากมีความหนาแน่นมากจะทำให้รากมีการเจริญยืดยาวออกไปในทางแนวนอนน้อยลงและมีการเจริญเติบโตในแนวดิ่งเพิ่มมากขึ้น (Kawata and Katano, 1976 and 1977 ; Kawata et al., 1980) นอกจากนี้ผลกระทบของกลไกของแรงโน้มถ่วงโลกต่อทิศทางการเจริญของราก หรือขนาดของรากในปัจจุบันยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดนัก (Moore and Pasicniuk, 1984a ; Pilet, 1982 ; Ransom and Moore, 1985) มีรายงานว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากมีความสัมพันธ์กันกับขนาดของปลายรากและ columella ของราก (Kawata et al., 1977) และยิ่งไปกว่านั้นรูปร่างของรากแขนงในระยะสืบพันธุ์จะมีการเจริญตั้งตรงเป็นไปในแนวดิ่งมากกว่าทิศทางอื่นๆ แต่ทั้งนี้อาจขึ้นกับลักษณะทางพันธุกรรมของพืชแต่ละชนิด ด้วย (Kawata et al., 1980)

สภาพแวดล้อมก็มีอิทธิพลต่อทิศทางการเจริญเติบโตของรากข้าวเป็นอย่างมาก ซึ่งพบว่ารากข้าวจะมีการเจริญเติบโตในแนวนอนเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ (Morita et al., 1987) และการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน (Morita et al., 1986) แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยพวกฟางข้าวและปุ๋ยหมักให้น้ำและการใส่อินทรีย์สารลงไปในดินเพิ่มขึ้น จะพบว่ามุมของรากข้าวจะเจริญในแนวดิ่งเพิ่มขึ้น (Abe and Morita, 1994) นอกจากสภาพแวดล้อมในข้าวแต่ละชนิดหรือแต่ละสายพันธุ์จะมีมุมของรากโดยเฉลี่ยแตกต่างกันแล้ว รากของข้าวพันธุ์พื้นเมืองและข้าวที่ปรับปรุงพันธุ์แล้วก็มีทิศทางการเจริญเติบโตของรากที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อการปรับตัวของข้าวที่จะทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีแตกต่างกันอีกด้วย (Terashima et al., 1994)

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างรากข้าว 3 พันธุ์ คือ เหลืองประทิว 123 ขาวกระเหรี่ยง และ ขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงเกษตรกร ที่ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี เมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2541 และ เก็บตัวอย่างรากข้าว 3 พันธุ์ คือ ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 และ สุพรรณบุรี 90 จากแปลงเกษตรกรที่เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2542 วิธีการเก็บตัวอย่างรากข้าวแต่ละพันธุ์ในช่วงเก็บเกี่ยวโดยทำการสุ่มต้นข้าว 1 ต้น จากต้นข้าวที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ต้น หลังจากนั้นนำแท่งเหล็กรูปทรงกระบอก (a metallic cylinder) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร และ ยาว 25 เซนติเมตร (Kawata and Katano, 1976) สวมลงบนกอข้าวโดยให้ต้นข้าวอยู่ตรงจุดศูนย์กลาง ต่อมากดแท่งเหล็กลงไปในดิน ให้ลึก 25 เซนติเมตร ซึ่งแท่งเหล็กจะตัดรากข้าวออก โดยมีรากติดอยู่ภายในแท่งดิน (soil monolith หรือ cylindrical soil block) นำแท่งดินออกจากแท่งเหล็ก และตัดแท่งดินที่ระยะห่างจากผิวดินลงมา 20 เซนติเมตร นำแท่งดินลงไปแช่ในน้ำประมาณ 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นฉีดน้ำอย่างระมัดระวังเพื่อล้างเอาดินออกจากราก ส่วนเศษเหลือของพืชที่ปลูกอยู่ก่อนหน้านี้ เศษราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวของต้นข้างเคียงที่ติดมา และ เศษรากของวัชพืชที่ปะปนอยู่กับรากข้าวเอาออกโดยใช้คีมคีบ หรือมือจับออก ซึ่งต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันมิให้รากข้าวที่ทำการศึกษาเกิดการขาด และ เสียหายขึ้น และทำการล้างรากข้าวอีกครั้งด้วยน้ำสะอาด ตัดรากข้าว (nodal roots) ด้วยกรรไกรที่คมโดยตัดชิดบริเวณโคนต้น ส่วนรากแขนง (lateral roots) ที่แตกออกมาจากรากข้าวจะถูกเอาออก ให้เหลือเฉพาะรากข้าวเพียงอย่างเดียว (main axis of nodal root) รากข้าวทั้งหมดจะถูกนำไปแช่ลงในสารละลายฟอร์มาลีน (formalin acetic acid) เพื่อป้องกันการเน่าเปื่อยของราก ก่อนที่จะมีการวัดความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของรากต่อไป

วิธีการวัดมุมของรากข้าวแต่ละรากได้ทำตามวิธีการของ Morita et al. (1987) (ภาพที่ 1) ความยาวของรากข้าวส่วนใหญ่จะเป็นเส้นตรงสามารถวัดค่าได้โดยใช้ไม้บรรทัด และมีค่าเท่ากับ L ซึ่งทำมุมในแนวนอน มีค่าของมุมเท่ากับ θ ตามทฤษฎีค่าของ

$$\cos\theta = \frac{\text{รัศมีของแท่งเหล็ก (R)}}{\text{ความยาวของราก (L)}}$$

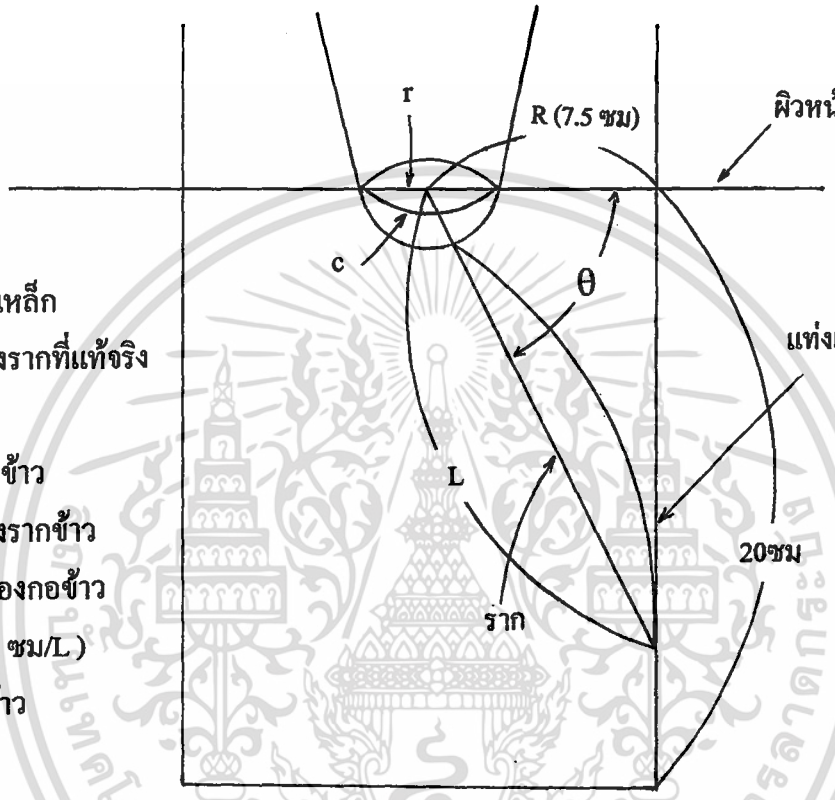
ดังนั้น ค่ามุม (θ) = arccos (7.5 เซนติเมตร/L)

ข้อจำกัดของสูตรนี้ คือ รากข้าวที่เป็นพวก stunted roots ที่มีความยาวน้อยกว่า 7.5 เซนติเมตร ไม่สามารถนำมาใช้คำนวณในสูตรนี้ได้ ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางของราก ตรวจวัดโดยใช้กล้องจุลทัศน์วัด 3 ครั้ง คือ บริเวณปลายของรากทั้ง 2 ข้างและ ตรงกลาง หลังจากนั้น นำมาหาค่าเฉลี่ย

ผลการทดลองและวิจารณ์

การกระจายตัวของรากข้าว 6 พันธุ์ ในช่วงเก็บเกี่ยว (ภาพที่2) พบว่า รากข้าว ประมาณ 75.30-85.05 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตในมุมทะแยง (obliquely downward) (มุม 30-60 °) และในแนวตั้ง (vertical) (มุม 60-90°) มีเพียง 14.95-24.70 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่มีการเจริญเติบโตในแนวนอน (horizontal) (มุม 0-30 °) ส่วนมุมของรากเฉลี่ยที่ทำกับแนวระดับในข้าวแต่ละพันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 36.34 ° ถึง 47.95 ° (ตารางที่1) ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 มีค่ามุมของรากเฉลี่ยสูงที่สุด (47.95 °) รองลงมาคือ ข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี1 (46.75 °) , สุพรรณบุรี90 (45.84 °) , เหลืองประทิว123 (45.70 °) และขาวกระเหรี่ยง (40.67 °) ตามลำดับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 มีมุมของรากข้าวเฉลี่ยต่ำที่สุด (36.34 °) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงขนาดของรากเฉลี่ยก็ยังพบเช่นเดียวกันว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากสูงสุด (1.40มิลลิเมตร) รองลงมาคือขาวกระเหรี่ยง (1.38 มิลลิเมตร) เหลืองประทิว123 (1.25 มิลลิเมตร) สุพรรณบุรี1 (1.14 มิลลิเมตร) สุพรรณบุรี90 (0.94 มิลลิเมตร) และข้าวพันธุ์ชัยนาท1 (0.87 มิลลิเมตร) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



R = รัศมีของแท่งเหล็ก

L = ความยาวของรากที่แท้จริง (=l+r)

r = ขนาดของกอข้าว

l = ความยาวของรากข้าว

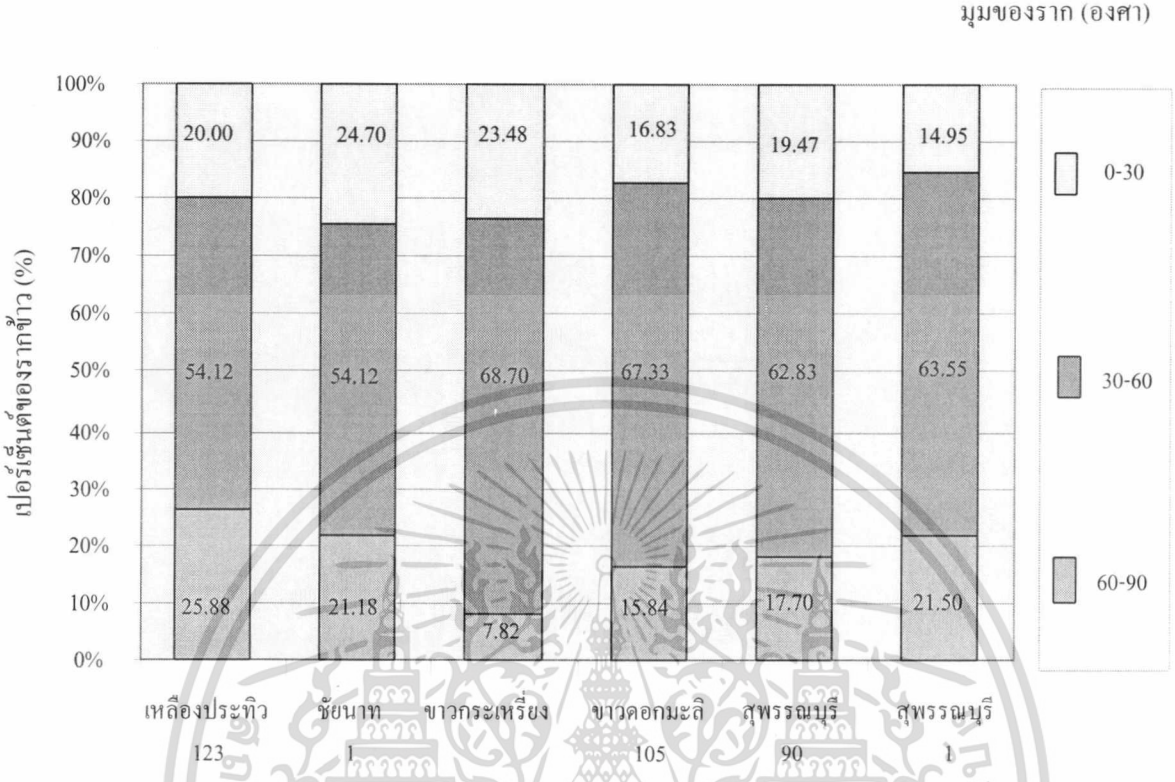
c = เส้นรอบวงของกอข้าว

θ = Arccos (7.5 ซม/L)

θ = มุมของรากข้าว

ภาพที่ 1 วิธีการวัดมุมของรากข้าว (Morita et al., 1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 มุมของรากข้าว 6 พันธุ์ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้จากการคำนวณมุมของรากข้าวในแต่ละเส้น ทั้งหมดต่อหลุม ซึ่งวัดในช่วงเก็บเกี่ยว

ตารางที่1 ค่าเฉลี่ยของมุมและเส้นผ่าศูนย์กลางของรากข้าว 6 พันธุ์

พันธุ์ข้าว	มุมของราก (องศา)	เส้นผ่าศูนย์กลางของราก (มม.)
เหลืองประทิว123	45.70 ± 18.00	1.25 ± 0.48
ชัยนาท 1	36.34 ± 17.26	0.87 ± 0.19
ขาว กระเหรี่ยง	40.67 ± 14.37	1.38 ± 0.56
ขาว ดอกมะลิ105	47.95 ± 16.05	1.40 ± 0.41
สุพรรณบุรี 90	45.84 ± 16.18	0.94 ± 0.23
สุพรรณบุรี 1	46.75 ± 15.45	1.14 ± 0.23
LSD (.05)	1.88	0.04

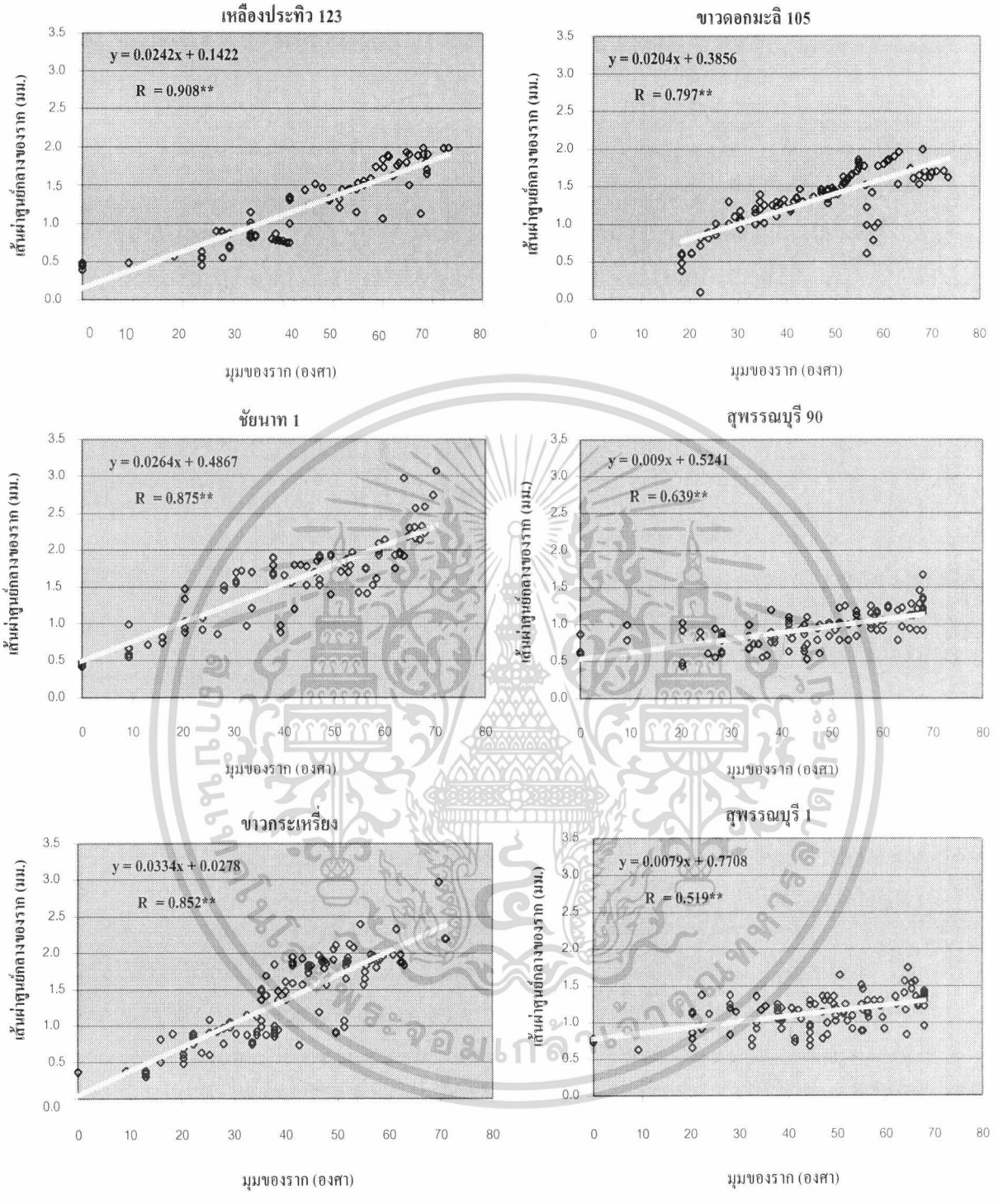
มุมของรากวัดจากการเจริญของรากในแนวนอน ค่าเฉลี่ย ± ค่าผิดพลาดมาตรฐาน ($0.01 < p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของราก และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากในข้าว 6 พันธุ์นี้ (ภาพที่3) พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นไปในทางบวกและเป็นเส้นตรง รากข้าวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่จะมีการเจริญเติบโตในมุมค่อนข้างกว้าง และ มีทิศทางการเจริญในแนวทะแยงและแนวดิ่ง ส่วนรากที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็ก หรือผอมบาง มีมุมของรากค่อนข้างแคบจะมีการเจริญเติบโตในแนวระดับ และมักอยู่บริเวณผิวดิน ซึ่งความสัมพันธ์เช่นนี้พบได้ในข้าวญี่ปุ่นช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้น (Yamazaki et al., 1981) ในข้าวโพด (Yamazaki and Kaeriyama, 1982) และในกกญี่ปุ่น (Japanese mat rush) ช่วงเก็บเกี่ยว (Depiratmongkol,1995) Alberda (1953) พบว่ารากข้าวพันธุ์ Bengawa ประกอบด้วยราก 2 ชนิด คือ รากที่มีขนาดอ้วนและหนา มักมีการเจริญเติบโตในแนวตั้ง ส่วนรากที่ผอมและบางมีการเจริญเติบโตในแนวนอน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Kawata and Katano (1976) และ Yamazaki et al. (1981) และ Yamauchi (1993) และ Morita (1993) พบว่ารากที่ค่อนข้างสั้นและมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยมีการกระจายตัวของรากอยู่บริเวณผิวดิน แต่รากที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่จะมีความยาวมากกว่า และ มีทิศทางการเจริญเติบโตในแนวทะแยง และ แนวดิ่ง ผลการทดลองนี้เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ามุมของรากข้าวเฉลี่ยเกือบ 80 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2) มีการเจริญเติบโตในแนวทะแยงและแนวดิ่งเป็นส่วนใหญ่ รากเหล่านี้จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีความสำคัญต่อระบบการลำเลียงสารอาหารภายในรากอย่างมากกล่าวคือ รากข้าวขนาดใหญ่มักมีท่อน้ำและอาหารมาก (Jackson, 1922 ; Kawata et al., 1989 ; Morita et al., 1983) และมีความยาวมาก จึงมีข้อดีในแง่ที่จะแสวงหาน้ำ และ สามารถดูดธาตุอาหารในดินบริเวณชั้นที่ลึกลงไป เพื่อนำมาใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตได้มากขึ้น (Lee and Ota, 1970 ; Lee, 1972 ; Morita et al., 1986 ; Morita et al., 1988 ; Morita, 1993) แต่อย่างไรก็ตามการกระจายตัวของรากข้าวกับผลผลิตยังไม่ชัดเจนนัก Morita et al. (1986) และ Morita et al. (1988) พบว่าข้าวให้ผลผลิตสูง ทิศทางการเจริญเติบโตของราก ส่วนใหญ่เป็นไปในแนวดิ่งมาก และ มีการเจริญเติบโตจนถึงดินชั้นล่าง Terashima et al. (1994) พบว่ารากข้าวที่เจริญในแนวดิ่งมากข้าวจะมีความสามารถในการทนแล้งได้ดี และ ยังจะช่วยลดการหักล้มของต้นข้าวลงได้ ซึ่งทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความลึกของรากประกอบกันด้วย แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ของการกระจายของราก และผลผลิตรวมถึงการหักล้มของต้นข้าว และ การทนแล้งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมอีก

ส่วนมุมของรากข้าวเฉลี่ยในแต่ละพันธุ์พบว่ามีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างกันในลักษณะของพันธุกรรม ซึ่งในข้าวญี่ปุ่นก็พบเช่นเดียวกัน (Abe et al., 1990 ; Morita, 1993 ; Oyanagi et al., 1993a) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อมุมของรากกล่าวคือ ประชากรของต้นข้าวที่หนาแน่นมาก จะส่งเสริมให้รากมีการกระจายตัวในแนวนอนเพิ่มขึ้น มุมของรากจึงแคบลง (Morita et al., 1987) การใส่ปุ๋ยก็เช่นเดียวกัน โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ในรูปปุ๋ยเคมีมีผลทำให้รากเจริญเติบโตในแนวนอนเพิ่มขึ้น แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักหรือฟางข้าว จะส่งเสริมให้รากมีการแพร่กระจายหยั่งลึกลงไปในแนวดิ่งเพิ่มขึ้น (Abe and Morita, 1994 ; Abe et al.,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของรากและเส้นผ่าศูนย์กลางของรากในข้าว 6 พันธุ์(** : $P < 0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1995) ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของรากในแนวดิ่ง ก็พบหลายประการเช่นกัน ได้แก่ การให้น้ำ (Kawata et al., 1969 ; Kawata and Katano, 1977) ความลึกของชั้นไถพรวน ความแข็งของดิน และ ชนิดของดิน (Kawata et al., 1969 ; Kawata et al., 1980) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาถึงผลของสภาพแวดล้อม ว่ามีผลกระทบต่อมุมของรากข้าวพวก Indica type อย่างไรบ้าง ซึ่งคงจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมอีกในอนาคต

สรุป

ผลการทดลองพอที่จะสรุปได้ว่าในช่วงเก็บเกี่ยว รากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีมุมของรากเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 90 และเหลืองปะทิว123 ส่วนพันธุ์ชัยนาท1 มีค่ามุมของรากเฉลี่ยต่ำสุด ทิศทางการเจริญเติบโตของรากข้าวส่วนใหญ่ 75.30–85.05 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตในแนวทะแยงและแนวดิ่ง แต่มีการเจริญเติบโตบริเวณผิวดินน้อยมาก มุมของรากข้าวมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมากกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของราก รากที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่มีการเจริญเติบโตในแนวดิ่ง ส่วนรากที่เส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กมีการเจริญเติบโตในแนวนอนอยู่บริเวณผิวดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ประพาส วีระแพทย์. 2517. ความรู้เรื่องข้าว. สาขาคัดพันธุ์ต้านทานศัตรูข้าว กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 71 น.

Abe, J., Nemoto, K., Hu , D.X. and Morita, S. 1990. A nonparametric test on difference in growth direction of rice primary roots . Jpn. J. Crop Sci. 59 : 572-575.

Abe, J. and Morita, S. 1994. Growth direction of nodal roots in rice : its variation and contribution to root system formation. Plant and Soil 165 : 333-337.

Abe, J., Songmuang, P. and Harada , J. 1995. Root growth of paddy rice with application of organic materials as fertilizers in Thailand. JARQ. 29 : 77-82.

Alberda, T.H. 1953 . Growth and root development of lowland rice and its relation to oxygen supply. Plant and Soil 5 : 1-28.

Detpiratmongkol, S. 1995. Root system formation of mat rush (*Juncus decipiens* Nakai). Ph.D. thesis of Kyushu Tokai Univ. , Japan. 126 p.

Gregory , P.J., Mac Goman, M., Biscoe, P.V. and Hunter, B. 1978. Water relations of winter wheat . 1. Growth of root system. J. Agric. Sci. 91 : 91–102.

Jackson, V.G. 1922. Anatomical structure of roots of barley. Ann. Bot. 36 : 21-39.

Kawata, S., Yamazaki, K., Ishihara, K., Shibayama, H. and Lai, K. 1963. Studies on root system formation in rice plants in a paddy . Proc. Crop Sci . Soc . Jpn. 32 : 163-180.

Kawata, S., Oohashi, Y., Yamazaki, K. and Ishihara, K. 1969. Root system formation in rice plant and soil environment . Proc. Crop Sci. Soc. Jpn. 38 : 343-448.

Kawata, S. and Katano, M. 1976. On the direction of crown root growth of rice plants. Jpn. J. Crop Sci. 45 : 471-483.

Kawata, S. and Katano, M. 1977. Effect of water management of paddy field on the distribution of crown root growth and the lateral root formation of rice plants. Jpn. J. Crop Sci. 46 : 502-509.

Kawata, S. Nishimaki, K. and Yamazaki, K. 1977. The apical structure of crown roots in rice plant. Jpn. J. Crop Sci. 46 : 393-402.

Kawata, S., Katano, M. and Yamazaki, K. 1980. The growing direction and the geotropic response of rice crown roots. Jpn. J. Crop Sci. 49 : 301-310.

Kawata, S., Katano, M. and Yamazaki, K. 1989. On the numbers of vessels and the geotropic response of rice crown roots. Jpn. J. Crop Sci. 49 : 301-310.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16980

Klepper, B. 1987. Origin, branching and distribution of root system , pp. 101-124. In Gregory , P. J., J. V. Lake and D.A. Rose (eds.). Root Development and Function. Cambridge University Press , London .

Lee, J.H. 1972. The role of root system of rice plant in relation to the physiological and morphological characteristics of aerial parts. 4. Characteristic of aerial parts and root under different seasonal cultivation. Jpn. J . Crop Sci. 41 : 1-14.

Lee, J.H. and Ota, Y. 1970. The role of root system of rice plant in relation to the physiological and morphological characteristics of aerial parts. 3. Relationship of the root system with the leaf-shoot units and the number of spikelets per panicle. Jpn. J. Crop Sci. 39 : 502-504.

Miller, E.C. 1916. Comparative study of the root system and leaf areas of corn and sorghums. J. Agric. Res. 6 : 311-345.

Moore, R. and Pasieniuk, J. 1984a. Structure of columella cells in primary and lateral roots of *Ricinus cummunis* (Euphorbiaceae). Ann. Bot. 53: 715-726.

Morita, S., Yamazaki, K. and Kawata, S. 1983. Relationships between the growth direction of primary roots and their anatomical characters in rice plants . Jpn . J. Crop Sci . 52 : 551-554.

Morita, S., Iwabuchi, A. and Yamazaki, K. 1986. Relationships between the growth direction of primary roots and yield in rice plants. Jpn. J. Crop Sci. 55 : 520-525.

Morita, S., Iwabuchi, A. and Yamazaki , K. 1987. Relationships between the growth direction of primary roots and shoot growth in rice plants. Jpn. J. Crop Sci. 56 : 530-535.

Morita, S., Suga, T. and Yamazaki, K. 1988. The relationships between root length density and yield in rice plants. Jpn. J. Crop Sci. 57 : 438-443.

Morita, S. and Yamazaki, K. 1992. Effects of light condition on growth angle of rice roots grown with leaf-cutting method. Jpn. J. Crop sci. 61 : 689-690.

Morita, S. 1993. Root system distribution and its possible relation to yield in rice , pp. 371-377. In Low – Input Sustainable Crop Production System in Asia. KSCS, Korea.

Morita, S. and Nemoto, K. 1995. Morphology and anatomy of rice roots with special reference to coordination in organo – and histogenesis, pp. 75-86. In Baluska (eds.) . Structure and Function of Roots. Kluwer Academic Press, Netherlands.

Nakamoto, T., Matsuzaki, A. and Shimoda, K. 1992. Root spatial distribution of field–grown maize. Jpn. J. Crop Sci. 61 : 304-309.

100480

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ธาดกระบัง