

ความลึกและความหนาแน่นของรากข้าวไร่
ที่ปลูกภายใต้สภาพการใช้น้ำฝน

ธนอม คลอดเพ็ง วันชัย โตมิ ชัยวุฒิ นิยมลึงกูร และ จรุง สุขเกษม
ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002

ROOTING DEPTH AND ROOTING DENSITY OF
UPLAND RICE UNDER RAINFED CONDITION

Thanom Klodpeng, Vonchai Tomee,
Chaiyawoot Nimmalungkul and Charoon Sukasame
Department of Soil Science and Conservation
Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
Chiang Mai 50002

ABSTRACT : Upland rice, Kao Nong Hoi (local variety), was seeded on Typic Paleaquults, Fine loamy soil under rainfed condition at the experimental farm, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University with row spacing of 30 cm and seed rate of 12 g/m. Root depth, no. of roots, and root density were measured by Frame Monolith method at 30 DAE (days after emergence) and every 15-day interval thereafter through out the growing period. Undisturbed soil samples were taken to determine soil bulk density by Core method and soil moisture content by Gravimetric method at the time of root sampling.

The results showed that upland rice roots penetrated to 60 cm. depth after 30 DAE. Root penetration was 70, 80 and > 100 cm deep after 45, 60 and 75 DAE, respectively. Number of roots and root density were maximum at 90 DAE on the top soil (0-10 cm.) and decreased rapidly with soil depth. This was probably associated with the increase in soil bulk density at the lower depth. Number of roots and root density were correlated with soil depths. These correlations were of exponential sigmoid nature at every stage of growth. The highest root density was found to be 3.2 cm/cm^3 at 90 DAE on the top soil. Since moisture status at various soil depths was adequate, root growth patterns of upland rice in the present study thus demonstrated its growth characteristics in accordance with different soil depth properties.

บทคัดย่อ : การศึกษาระบบรากของข้าวไร่ครั้งนี้ เป็นการศึกษาเมื่อมีการปลูกข้าวไร่พันธุ์ขาวหนองหอย ภายใต้สภาพการใช้ไฟฟ้า ที่บริเวณแปลงทดลองของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยการหยอดเมล็ดเป็นแถว มีระยะระหว่างแถวเป็น 30 ซม. ในอัตราเมล็ดพันธุ์ 12 ก./ม. ทุกช่วง 15 วัน หลังจากที่ยาวไร่มีอายุได้ 30 วัน ทำการเก็บตัวอย่างรากโดยวิธี Frame monolith method และตัวอย่างดินโดยวิธี Core method เพื่อนำไปศึกษาความลึก ปริมาณ และความยาวของราก และปริมาณความชื้นและความหนาแน่นรวมของดิน

จากการศึกษาพบว่า ข้าวไร่พันธุ์ขาวหนองหอยที่ปลูกบนดิน Typic Paleaquults, Fine loam สามารถหยั่งรากลงไปดินได้ลึก 60 ซม. เมื่อมีอายุได้ 30 วัน และจะหยั่งรากลงไปได้ลึกประมาณ 70, 80 และมากกว่า 100 ซม. เมื่อมีอายุได้ 45, 60 และ 75 วัน ตามลำดับ ปริมาณและความหนาแน่นของรากจะสูงที่สุดในช่วงความลึก 0-10 ซม. และจะลดลงในลักษณะเอกซ์โพเนนเชียล ซิกมอยด์ (exponential sigmoid) เมื่อความลึกของดินเพิ่มขึ้นในทุกช่วงของการเจริญ โดยมีความหนาแน่นของรากมากที่สุดประมาณ 3.2 ซม./ซม.^3 เมื่อมีอายุได้ 90 วัน

คำนำ

ข้าวไร่ (upland rice) นับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทย มีการปลูกกันอยู่ทั่วไปทุกภูมิภาคของประเทศ โดยเฉพาะในสภาพที่มีการใช้น้ำฝน ข้าวไร่สามารถปลูกได้ผลดีทั้งในสภาพที่เป็นที่ดอน (upland) และบนพื้นที่สูง (high-land) (ระดับความสูงมากกว่า 600 ม. จาก MSL โดยประมาณ) สามารถให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยประมาณ 0.5-1.5 ตัน/เฮกตาร์ (IRRI 1975) การศึกษาเพื่อการจัดการในด้านการเพิ่มผลผลิตของข้าวไร่ ในปัจจุบันได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง ทั้งทางด้าน การปรับปรุงพันธุ์ และการจัดการในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่จะเห็นว่าในการศึกษาด้านระบบรากยังมีการศึกษากันน้อยมาก หรือแทบจะไม่เลย ทั้ง ๆ ที่การทราบข้อมูลเกี่ยวกับระบบรากของข้าวไร่ ก็เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการ เพื่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวไร่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาถึงความลึก และความหนาแน่นของรากข้าวไร่ในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญ ตลอดจนสมบัติของดินบางประการที่จะมีผลต่อการเจริญของรากข้าวไร่ โดยเฉพาะข้าวไร่พันธุ์ขาวหนองหอย ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่นิยมปลูกกันมากพันธุ์หนึ่งบนพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ มีอายุประมาณ 135-140 วัน สูงประมาณ 120 ซม. ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง และคุณภาพของเมล็ดดี (Tiyawalee et al. 1983)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการปลูกข้าวไร่พันธุ์ขาวหนองหอย เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2526 ที่แปลงทดลองบริเวณไร่ฝึกนักศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในพื้นที่ประมาณ $\frac{1}{2}$ ไร่ โดยการหยอดเมล็ดเป็นแถว มีระยะระหว่างแถวเป็น 30 ซม. ในอัตราเมล็ดพันธุ์ 12 ก./ม. ก่อนปลูกได้มีการใส่ปุ๋ยผสมเกรด 15-15-15 ในอัตรา 50 กก./ไร่ พร้อม

กับ Furadan 3 g ในอัตรา 5 กก./ไร่ โดยวิธีการหว่านให้ทั่วทั้งแปลงปลูกก่อนการไถพรวนครั้งสุดท้าย หลังจากหยอดเมล็ดแล้วมีการฉีบทัน Lesso เพื่อควบคุมวัชพืช และการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคนเมื่อข้าวไร่มีอายุได้ 20 วัน เมื่อข้าวไร่มีอายุได้ 30 วัน จึงเริ่มทำการเก็บตัวอย่างรากและดินไปศึกษา และทำการเก็บตัวอย่างต่อไปทุก ๆ ช่วง 15 วัน จนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

การศึกษาความลึกและความหนาแน่นของราก ตลอดจนปริมาณของราก ได้ใช้ Frame monolith method (Böhm et al. 1977) โดยใช้เฟรมที่มีขนาดกว้าง 15 ซม. หนา 6 ซม. และมีความลึก 100 ซม. และใช้ 3 เฟรมในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง นำตัวอย่างแต่ละเฟรมไปแบ่งเป็นช่วงตามความลึกช่วงละ 10 ซม. ใช้น้ำยาล้างดินออกจนหมด นำรากที่ได้ไปนับจำนวนและวัดความยาวพร้อมทั้งสังเกตความลึกที่รากข้าวไร่สามารถหยั่งลงไปได้ถึง

ในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างรากทุกครั้ง จะมีการเก็บตัวอย่างดินในทุกช่วงความลึก 10 ซม. โดยใช้หลอดเก็บดิน (soil core) จนกระทั่งถึงระดับความลึก 100 ซม. เพื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นรวมโดยวิธี Core method (Blake, 1965) พร้อมกับปริมาณความชื้นในดินโดยวิธี Gravimetric method ดินที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นดิน Typic Paleaquults, Fine loam ซึ่งมีหน้าตัดดินเป็น Ap-2Bg-2Bgt1-3Bgt2-4Bgt3 (ถนน และคณะ 2528)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความลึกของราก (Root Depth)

จากการศึกษาพบว่า ข้าวไร่พันธุ์ขาวหนองหอยสามารถเจริญ และหยั่งรากลงไปในดินเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อระยะเวลาของการเจริญเพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อมีอายุได้

30 วัน สามารถหยั่งรากลงไปได้ลึกประมาณ 60 ซม. และวัดได้ 70, 80 และมากกว่า 100 ซม. เมื่อมีอายุได้ 45, 60 และ 75 วันตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าการหยั่งรากลึกลงไปในดินในระยะแรกมีอัตราการหยั่งราก (root penetration rate) ประมาณ 2.0 ซม./วัน และจะเป็น 0.67 ซม./วัน ในระยะหลัง การที่อัตราการหยั่งรากลดลงอาจจะเป็นสาเหตุเนื่องมาจากความหนาแน่นของดินในดินชั้นล่างเพิ่มขึ้น (ตารางผนวกที่ 1) และในขณะเดียวกัน ปริมาณของออกซิเจนในดินชั้นล่างก็ต่ำลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นของดิน (Baver et al. 1972; Gill and Miller 1956; Tackett and Pearson 1964) แต่อย่างไรก็ตามระดับความหนาแน่นของดินที่ทำการศึกษาค้างคาวนี้ยังไม่สูงมากพอที่จะเป็นชั้นที่ขัดขวางต่อการหยั่งราก (mechanical impedance) ได้อย่างสมบูรณ์ ดังเช่นผลการศึกษาของ Veihmyer and Hendrickson (1948) ส่วนปริมาณความชื้นในดินนั้น พบว่ามีอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับความจุในการดูดซับน้ำที่เป็นประโยชน์ได้ของดิน (ตารางผนวกที่ 2)

จำนวนราก (Number of Roots)

ปริมาณของรากข้าวไร่น้ำขาวหนองหอย พบว่าจะมีมากที่สุดในช่วงความลึก 0-10 ซม. และจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อความลึกของดินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากข้าวไร่น้ำขาวมีระบบรากเป็นแบบรากฝอย จึงทำให้มีปริมาณของรากเป็นจำนวนมากอยู่ในดินชั้นบน (ประสูติ 2524) นอกจากนี้เนื่องจากดินชั้นล่างมีความหนาแน่นสูงกว่าดินชั้นบน จึงทำให้ปริมาณของรากที่หยั่งลงไปในดินชั้นล่างลดลง ปริมาณของรากจะเพิ่มขึ้นเมื่อข้าวไร่น้ำขาวมากขึ้นโดยเฉพาะในดินชั้นบน และจะมีปริมาณสูงสุดเมื่อมีอายุได้ประมาณ 90-105 วัน หลังจากนั้นจะลดลง เนื่องจากรากบางส่วนจะตายไปเมื่อเข้าสู่ช่วงเก็บเกี่ยว และการเจริญของรากใหม่ที่จะทดแทนรากเก่าที่ตายไปก็จะน้อยลง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของรากข้าวไร่น้ำขาวกับความลึกของดิน พบว่าอยู่ในลักษณะของเอกซ์โพเนนเชียล ซิกมอยด์ในทุกช่วงของการเจริญที่ทำการศึกษ ดังแสดงในรูปที่ 1

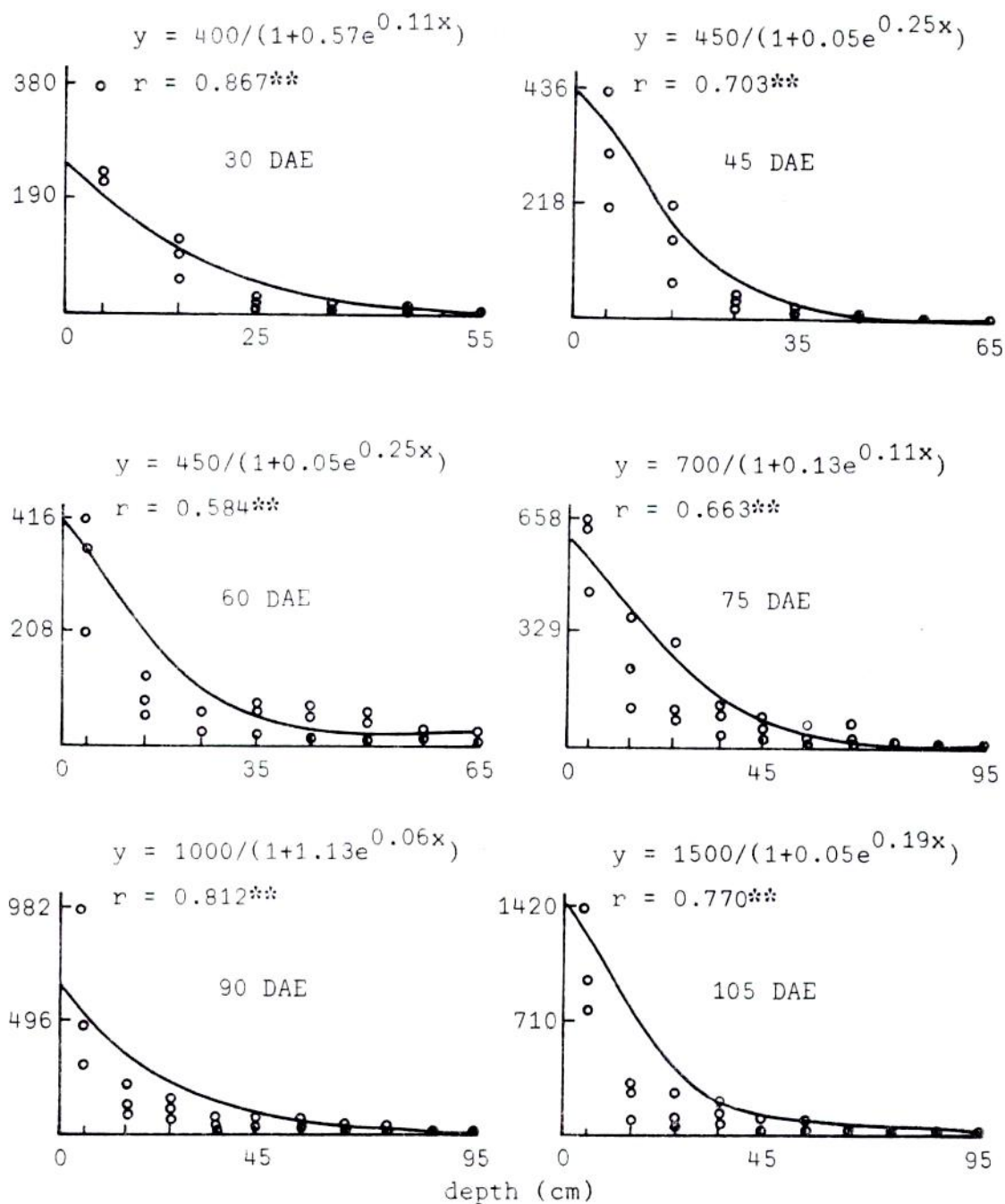


Figure 1. The relationship between no of roots of upland rice, Kao Nong Hoi, and soil depths at different stage of growth.

ความหนาแน่นของราก (Root Density)

ความหนาแน่นของราก คือ ความยาวของรากทั้งหมดในช่วงความลึกหนึ่ง ๆ ต่อปริมาตรของดินในช่วงความลึกนั้น ๆ (ถนนม และคณะ, 2528) จากการศึกษาพบว่า ข้าวไร้พันธุ์ขาวหนองหอยจะมีความหนาแน่นของรากมากที่สุดที่ดินชั้นบน (0-10 ซม.) และความหนาแน่นของรากจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้น แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเจริญเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีอายุได้ 90 วันแล้วจึงจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากรากบางส่วนได้ตายไปเมื่อข้าวไร้เข้าสู่ช่วงเก็บเกี่ยว และการที่ความหนาแน่นของรากลดลงตามความลึกในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญก็เนื่องจากข้าวไร้มีระบบรากเป็นแบบรากฝอย ซึ่งจากรายงานการทดลองของ Böhm et al. (1977) และ Doss et al. (1960) กล่าวว่าระบบรากของพืชที่เป็นรากฝอยจะมีการเจริญของรากมากในบริเวณผิวดินหรือใกล้ผิวดิน จากการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากกับความลึกของดินในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญ ก็พบว่ามีความสัมพันธ์ในลักษณะของเอกซ์โพเนนเชียล ซิกมอยด์ เช่นเดียวกับปริมาณของราก ดังแสดงในรูปที่ 2 และความหนาแน่นของรากข้าวไร้พันธุ์นี้จะสูงที่สุดประมาณ 3.2 ซม./ซม.³ ที่ระดับความลึก 0-10 ซม. เมื่อมีอายุได้ 90 วัน

สรุปผลการทดลอง

ข้าวไร้พันธุ์ขาวหนองหอยที่ปลูกบนดิน Typic Paleaquults, Fine loam ภายใต้สภาพที่ใช้น้ำฝน สามารถหยั่งรากลงไปในดินได้ลึก 60, 70, 80 และมากกว่า 100 ซม. เมื่อมีอายุได้ 30, 45, 60 และ 75 วันตามลำดับ โดยจะมีความหนาแน่นของรากสูงที่สุดในดินชั้นบน (0-10 ซม.) ประมาณ 3.2 ซม./ซม.³ เมื่อมีอายุได้ 90 วัน

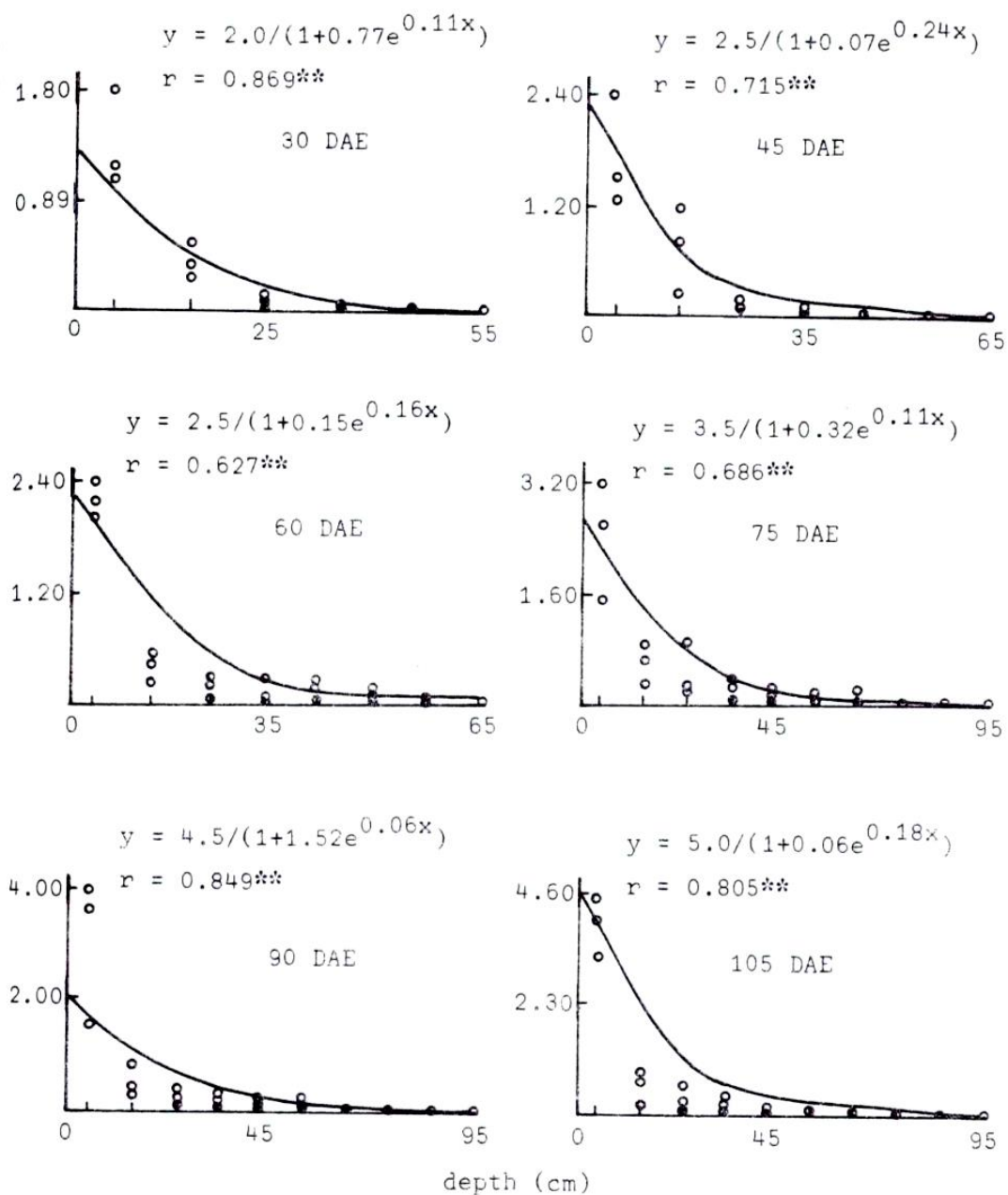


Figure 2. The relationship between rooting density of upland rice, Kao Nong Hoi, and soil depths at different stages of growth.

ทั้งปริมาณของราก และความหนาแน่นของรากจะลดลงในลักษณะ เอกซ์โพเนนเชียล ซีก-มอยต์ เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นในทุกช่วงของการเจริญ นอกจากนี้ยังพบว่าความหนาแน่นของดินที่ทำการศึกษามีผลต่อการหยั่งราก ปริมาณและความหนาแน่นของรากไม่มากนัก ส่วนปริมาณความชื้นในขณะทำการศึกษามีอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นการเจริญและการหยั่งรากของข้าวไร่พันธุ์นี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการเจริญและความลึกของดิน

เอกสารอ้างอิง

- ถนอม คลอดเพ็ญ, จรูญ ลุ่มเกษม และ ชัยวุฒิ นิยมสังกร. (2528). ความลึกและความหนาแน่นของรากแก้วเหลืองและแก้วเขียวที่ปลูกภายใต้สภาพการใช้น้ำฝน. วารสารเกษตร 1, 2:113-128.
- ประสัต์ ลูทธิสรวง. (2524). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับข้าว. บริษัท รุ่งศิลป์การพิมพ์ (1977) จำกัด. กรุงเทพฯ
- Baver, L.D.; Gardner, W.H.; and Gardner, W.R. (1972). Soil physics. 4th Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Blake, G.R. (1965). Bulk density. In C.A. Black (ed.). Methods of soil analysis, Part I. Agron. Mono. 9:374-390.
- Böhm, W.; Maduakors, H.; and Taylor, H.M. (1977). Comparison of five methods for characterizing soybean rooting density and development. Agron. J. 69:415-419.
- Doss, B.D.; Ashley, D.A.; Bennett, O.L. (1960). Effect of soil moisture regime on root distribution of warm season forage-species. Agron. J. 52:569-572.
- Gill, W.R. and Miller, R.D. (1956). A method for study of the influence of mechanical impedance and aeration on the growth of seedling roots. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20: 154-157.

- IRRI. (1975). Major research in upland rice. The International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines.
- Tackett, J.L. and Pearson, R.W. (1964). Oxygen requirements of cotton seedling roots for penetration of compacted soil cores. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28:600-605.
- Tiyawalee, D.; Pattaro, V.; Senthong, C.; Wivutvongvana, P.; and Julsrigival, S. (1983). Yield improvement in upland rice. Final report to ARS, USDA.
- Veihmyer, F.J. and Hendrickson, A.H. (1948). Soil density and root penetration. Soil Sci. 65:487-493.

Appendix Table 1. Bulk density of soil (g/cm^3) at different depths and at various stages of upland rice growth.

DAE (day)	Depth (cm)									
	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
30	1.46	1.60	1.66	1.65	1.65	1.68	1.67	1.69	-	-
45	1.22	1.36	1.62	1.57	1.58	1.64	1.62	1.64	-	-
60	1.39	1.43	1.66	1.63	1.66	1.68	1.69	1.67	-	-
75	1.38	1.43	1.59	1.63	1.70	1.67	1.63	1.71	1.67	1.60
90	1.50	1.48	1.61	1.61	1.63	1.68	1.66	1.68	1.72	1.68
105	1.41	1.48	1.61	1.67	1.62	1.62	1.59	1.60	1.66	1.61
Average	1.39	1.46	1.62	1.63	1.64	1.66	1.64	1.66	1.68	1.63

Appendix Table 2. Soil moisture content (cm of H₂O) at different depths and at various stages of upland rice growth.

DAE (day)	Depth (cm)									
	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
30	2.53	2.18	2.11	2.14	2.01	2.05	2.04	2.11	-	-
45	1.20	1.11	1.38	1.63	1.61	1.69	1.68	1.82	-	-
60	1.32	1.25	1.57	1.45	1.60	1.69	1.74	1.75	-	-
75	1.09	1.52	1.75	1.85	1.97	2.01	1.92	1.91	1.86	1.90
90	3.37	2.59	1.87	1.67	1.94	2.08	2.22	2.34	2.28	2.21
105	1.77	1.86	2.24	2.32	2.39	2.67	2.64	2.74	2.73	2.72
Average	1.88	1.75	1.82	1.84	1.92	2.05	2.04	2.11	2.29	2.28

Note : Available moisture holding capacity of soil was 1.2 - 2.3 cm of H₂O