

ความลึกและความแน่นของรากแก้วเหลืองและแก้วเขียว ที่ปลูกภายใต้สภาพการใช้น้ำฝน

ถนอม คลอดเพ็ง จริญญา สุขเกษม และ ชัยวุฒิ นิยมลังกุล

ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ การศึกษาระบบรากของแก้วเหลือง พันธุ์ ลจ.5 และแก้วเขียวพันธุ์ CES 55 เมื่อปลูกภายใต้สภาพการใช้น้ำฝน ได้ทำการทดลองที่บริเวณแปลงทดลองของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยการหยอดเมล็ดเป็นแถว มีระยะระหว่างแถว 75 ซม. และระหว่างต้นประมาณ 10 ซม. ทำการเก็บตัวอย่างรากและดินทุก ๆ 15 วัน หลังจากแก้วทั้งล่องมีอายุได้ 30 วัน จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยใช้ Flame monolith method เพื่อวัดความลึกและความหนาแน่นของรากและหลอดเก็บดินเพื่อวัดความหนาแน่นรวมและปริมาณความชื้นในดิน

จากการศึกษา พบว่า ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินในกลุ่ม Typic Palequults, Fine loamy มีชั้นหน้าตัดดินเป็น Ap-2Bg-2Bgt1-3Bgt2-4Bgt3 แก้วเหลืองสามารถหยั่งรากได้ลึก 70 ซม. เมื่อมีอายุได้ 30 วัน และสามารถหยั่งรากได้ลึกกว่า 100 ซม. เมื่อมีอายุได้ 75 วัน ส่วนแก้วเขียวสามารถหยั่งรากได้ลึก 50 และ 60 ซม. เมื่อมีอายุได้ 30 และ 45 วัน ตามลำดับ และสามารถหยั่งรากได้ลึกกว่า 100 ซม. เมื่อมีอายุได้ 75 วัน แก้วทั้งสองชนิดนี้จะมีปริมาณรากและความหนาแน่นของรากสูงที่สุดในช่วงความลึก 0-10 ซม. เมื่อมีอายุได้ 75 วัน คือแก้วเหลืองและแก้วเขียวมีความหนาแน่นของราก 0.622 และ 0.504 ซม./ลบ.ซม. ตามลำดับ และจะลดลงในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล (exponential sigmoid) เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ระยะการเจริญเติบโต

คำนำ

การให้ผลผลิตของพืชจะถูกควบคุมโดย 2 ปัจจัยที่สำคัญด้วยกัน คือ สภาพแวดล้อมและพันธุกรรม ความลึกและความหนาแน่นของรากก็เป็นลักษณะหนึ่งที่ยึดอยู่กับพันธุกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช โดยที่ความลึกและความหนาแน่นของราก จะเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการดูดกลืนธาตุอาหารและน้ำของพืช ลักษณะการเจริญของรากนอกจากจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ หรือชนิดของพืชแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพแวดล้อมของดินที่พืชนั้น ๆ เจริญอยู่อีกด้วย เช่น ความหนาแน่นของดิน ปริมาณของธาตุอาหารในดิน หรือปริมาณความชื้นในดิน เป็นต้น (Viehmeyer and Hendrickson, 1948; Bennett and Doss, 1960) ดังนั้นการศึกษาในเรื่องของความลึกและความหนาแน่นของรากพืชแต่ละชนิดในดินชนิดต่าง ๆ จึงมีความจำเป็นอย่างมากเพื่อประโยชน์ในการจัดการเกี่ยวกับดิน น้ำ และการปลูก เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ถั่วเหลืองและถั่วเขียวนับว่าเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย และมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั้งในเขตชลประทานและเขตการใช้น้ำฝน แต่จะเห็นว่าผลผลิตที่ได้ล้นใหญ่ยังค่อนข้างต่ำ เท่าที่ผ่านมาการปรับปรุงผลผลิตของพืชทั้งสองนี้ส่วนใหญ่มุ่งในเรื่องของการคัดเลือกพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน การทราบข้อมูลเกี่ยวกับระบบรากก็น่าจะเป็นแนวทางที่ดีในการจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชทั้งสอง และจะเห็นว่าการศึกษาในด้านนี้ในประเทศไทยยังมีน้อยมาก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาถึงความลึกและความหนาแน่นของรากพืชทั้งสองในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต ตลอดจนสมบัติบางประการของดินที่จะมีผลต่อการเจริญของรากในสภาพที่ปลูกโดยใช้น้ำฝน หวังว่าการศึกษาครั้งนี้จะให้ข้อมูลบางอย่างที่เป็นประโยชน์ที่จะใช้เป็นแนวทางในการจัดการ เพื่อปรับปรุงผลผลิตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการปลูกข้าวเหลืองพันธุ์ สล. 5 และข้าวเขียวพันธุ์ CES 55 เมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม 2526 ที่แปลงทดลองบริเวณไร่นาฝึกศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในพื้นที่ประมาณ 1 ไร่ โดยการหยอดเมล็ดเป็นแถว (ไม่มีการขึ้นร่อง) มีระยะระหว่างแถว 75 ซม. ก่อนปลูกมีการใส่ปุ๋ยผสมเกรด 15-15-15 ในอัตรา 50 กก./ไร่ พร้อมกับ Furadan 3 g. ในอัตรา 5 กก./ไร่ โดยการหว่านทั่วทั้งแปลง ก่อนการไถพรวนดินครั้งสุดท้าย หลังจากหยอดเมล็ดแล้วทำการฉีดพ่น Lesso เพื่อควบคุมวัชพืช เมื่อต้นข้าวมีอายุ 10 วัน ถอนต้นข้าวออกให้เหลือระยะระหว่างต้นประมาณ 10 ซม. และมีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคนภายหลังเมื่อลำเป็น เมื่อต้นข้าวทั้งสองมีอายุได้ 30 วัน จึงเริ่มทำการเก็บตัวอย่างดินและรากไปศึกษา และเก็บตัวอย่างต่อไปทุก ๆ 15 วัน จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต

ความลึกและความหนาแน่นของรากใช้ Flame monolith method (Böhm, et al.; 1977) เฟรมที่ใช้มีขนาดกว้าง 15 ซม. หนา 6 ซม. ในระยะแรก ๆ จะเก็บตัวอย่างโดยใช้เฟรมที่มีความลึก 80 ซม. จนกระทั่งต้นข้าวมีอายุได้ 75 วัน จึงใช้เฟรมที่มีความลึก 100 ซม. การเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะใช้ 3 เฟรม ในแต่ละชนิดของพืชนำตัวอย่างที่ได้ในแต่ละเฟรมมาแบ่งออกเป็นช่วง ๆ ละ 10 ซม. ใช้น้ำชะดินออกให้หมด นำรากที่ได้ไปนับจำนวนและวัดความยาว

ในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างรากทุก ๆ ครั้งจะมีการเก็บตัวอย่างดินในทุกช่วงความลึก 10 ซม. โดยใช้หลอดเก็บดินแล้วนำไปหาค่าความหนาแน่นรวม โดยวิธี Core method (Blake, 1965) พร้อมกับปริมาณความชื้นในดิน โดยวิธี Gravitric method และดินบริเวณที่ทำการทดลองได้มีการขุดหลุมเพื่อศึกษาชั้นหน้าตัดดินและจำแนกชนิดของดิน พบว่ามีลักษณะดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินที่ใช้ในการศึกษา

Horizon	pH	% O.M.	ppm.		me/100 g. soil		% Textural fraction			Textural class
			Ext.P	Ext.K	Exch.Ca	Exch.Mg	Sand	Silt	Clay	
Ap	4.75	1.70	8.50	43.75	1.70	0.51	46.50	24.14	29.36	Sandy clay loam
2Bg	4.40	0.50	3.00	20.00	1.15	0.40	47.12	21.56	31.36	Sandy clay loam
2Bgt1	4.40	0.17	4.50	25.00	1.11	0.51	53.46	14.18	32.36	Sandy clay loam
3Bgt2	4.75	0.11	3.50	28.13	1.81	0.51	53.14	10.50	36.36	Sandy clay
4Bgt3	4.70	0.04	3.00	34.38	2.00	0.51	44.54	15.10	40.36	Clay-Sandy clay

- pH : โดยใส่ ดิน : น้ำ = 1:1, pH meter.
- % O.M. : โดยวิธี Walkley and Black.
- Ext.P : โดยวิธี Bray II.
- Ext.K, Exch.Ca & Mg : โดยวิธี NH_4OAc pH 7 extraction with Flame photometer.
- Textural fraction : โดยวิธี Hydrometer.
- Classification : Typic Paleaquults, Fine loamy.

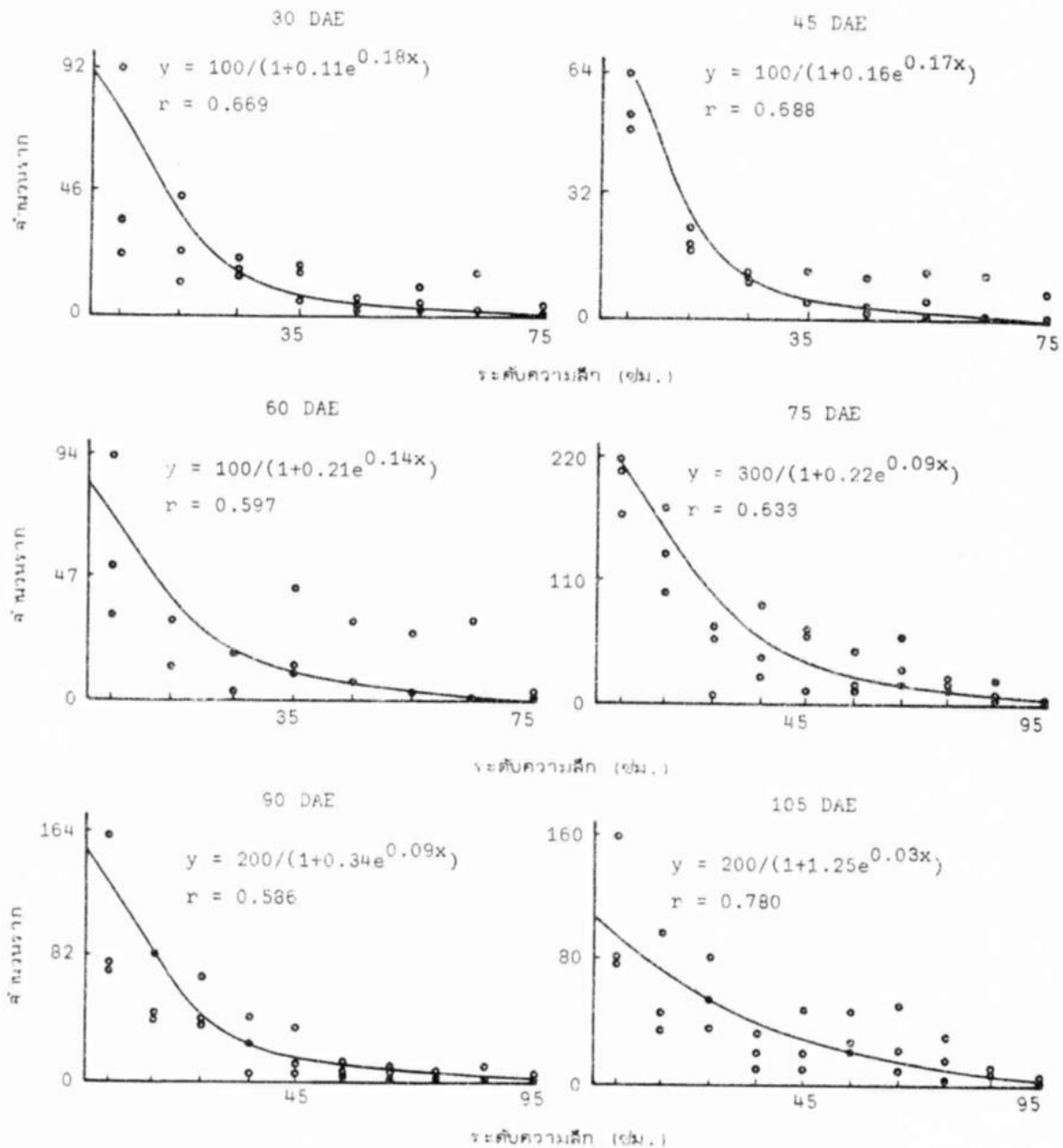
ผลการทดลองและวิจารณ์

ความลึกของราก

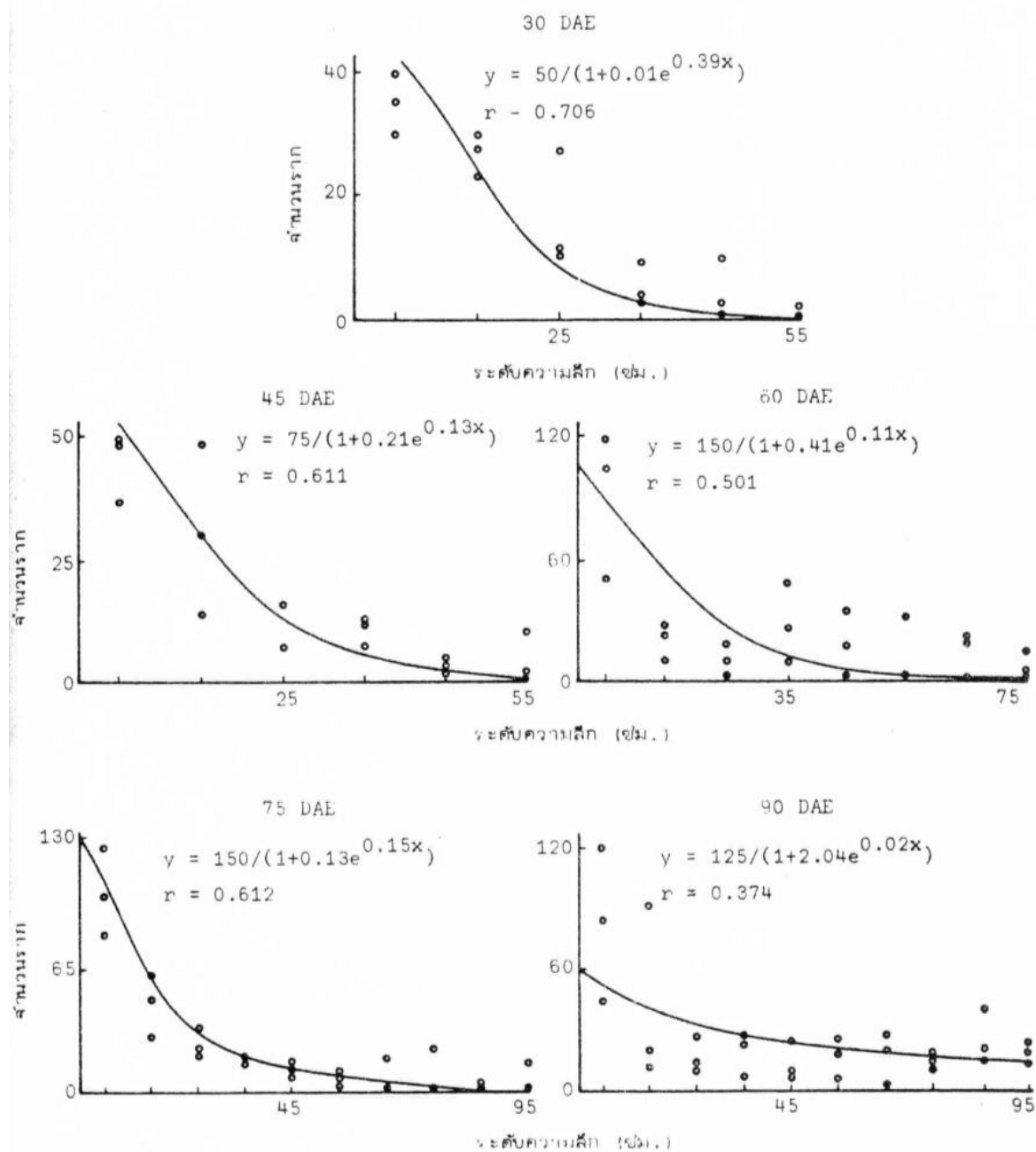
พบว่าถั่วเหลืองสามารถหยั่งรากลงไปได้ลึกอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับถั่วเขียว โดยที่ถั่วเหลืองสามารถหยั่งรากลงไปได้ลึก ประมาณ 70 ซม. ในขณะที่ถั่วเขียวหยั่งรากลงไปได้ลึกเพียง 50 ซม. เมื่อมีอายุได้ 30 วัน และเมื่อมีอายุได้ 45 วัน ก็สามารถหยั่งรากลงไปได้ลึก 80 และ 60 ซม. สำหรับถั่วเหลืองและถั่วเขียว ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อถั่วทั้งสองชนิดนี้มีอายุได้ 75 วัน ก็สามารถที่จะหยั่งรากลงไปได้ลึกมากกว่า 100 ซม. และเมื่อมีอายุมากขึ้นพบว่าถั่วเขียวสามารถที่จะหยั่งรากลงไปได้ลึกกว่าถั่วเหลืองซึ่งสังเกตได้จากปริมาณรากของถั่วเขียวจะลึกลงกว่าถั่วเหลือง ในระดับความลึก 80-100 ซม. และจะเห็นว่าดินที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จะมีความหนาแน่นรวมค่อนข้างสูง โดยเฉพาะดินชั้นล่าง (ตารางผนวกที่ 1) แต่ก็ยังไม่มีผลต่อการหยั่งรากของถั่วทั้งสองชนิดนี้ เนื่องจากดินที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นดินร่วนปนทราย เพราะจากการศึกษาของ Veihmeyer and Hendrickson (1948) พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินทราย ที่มีผลต่อการยับยั้งการหยั่งรากของทานตะวันน้อยกว่า 1.75 ก./ลบ.ซม.

จำนวนราก

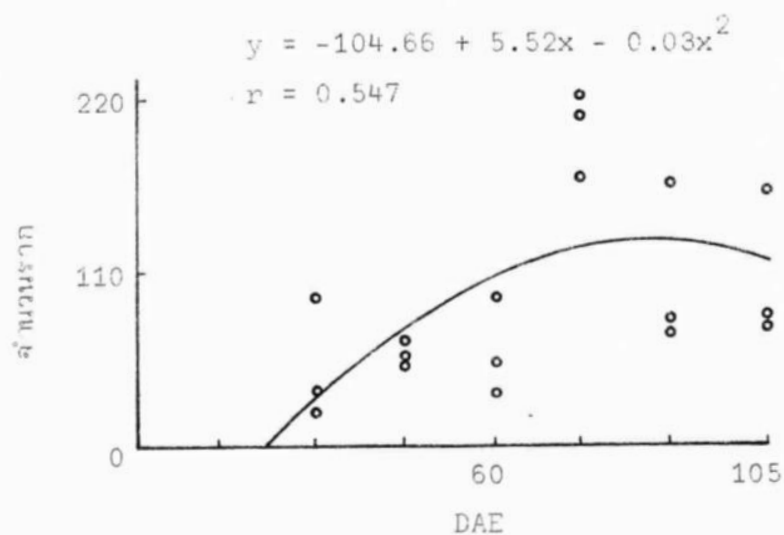
จำนวนรากของถั่วทั้งสองชนิดนี้จะมีมากที่สุดที่ลึกลงไปในดินชั้นบน และจะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น โดยที่จะมีปริมาณมากที่สุดเมื่อมีอายุได้ 75 วัน เมื่อวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรากกับความลึกในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตพบว่า มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ซิกมอยด์ (exponential sigmoid growth) ในทุกระยะของการเจริญเติบโตของถั่วทั้งสองชนิดนี้



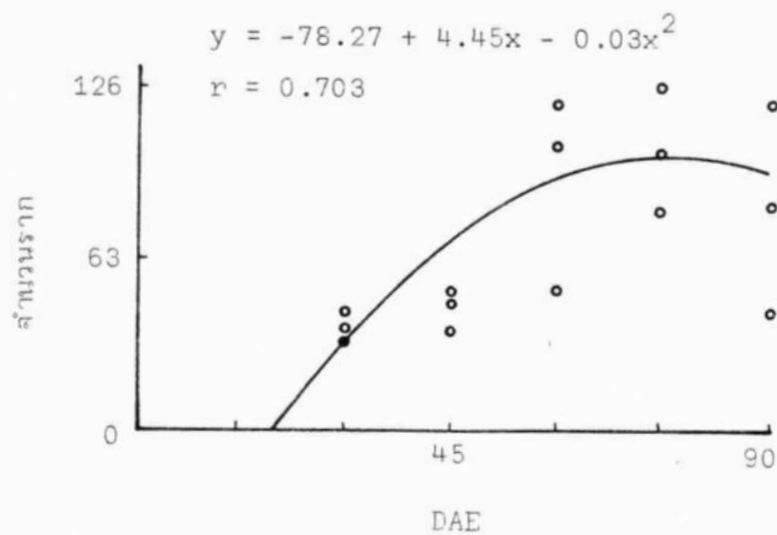
รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรากกับระดับความลึกของดิน ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของถั่วเหลือง



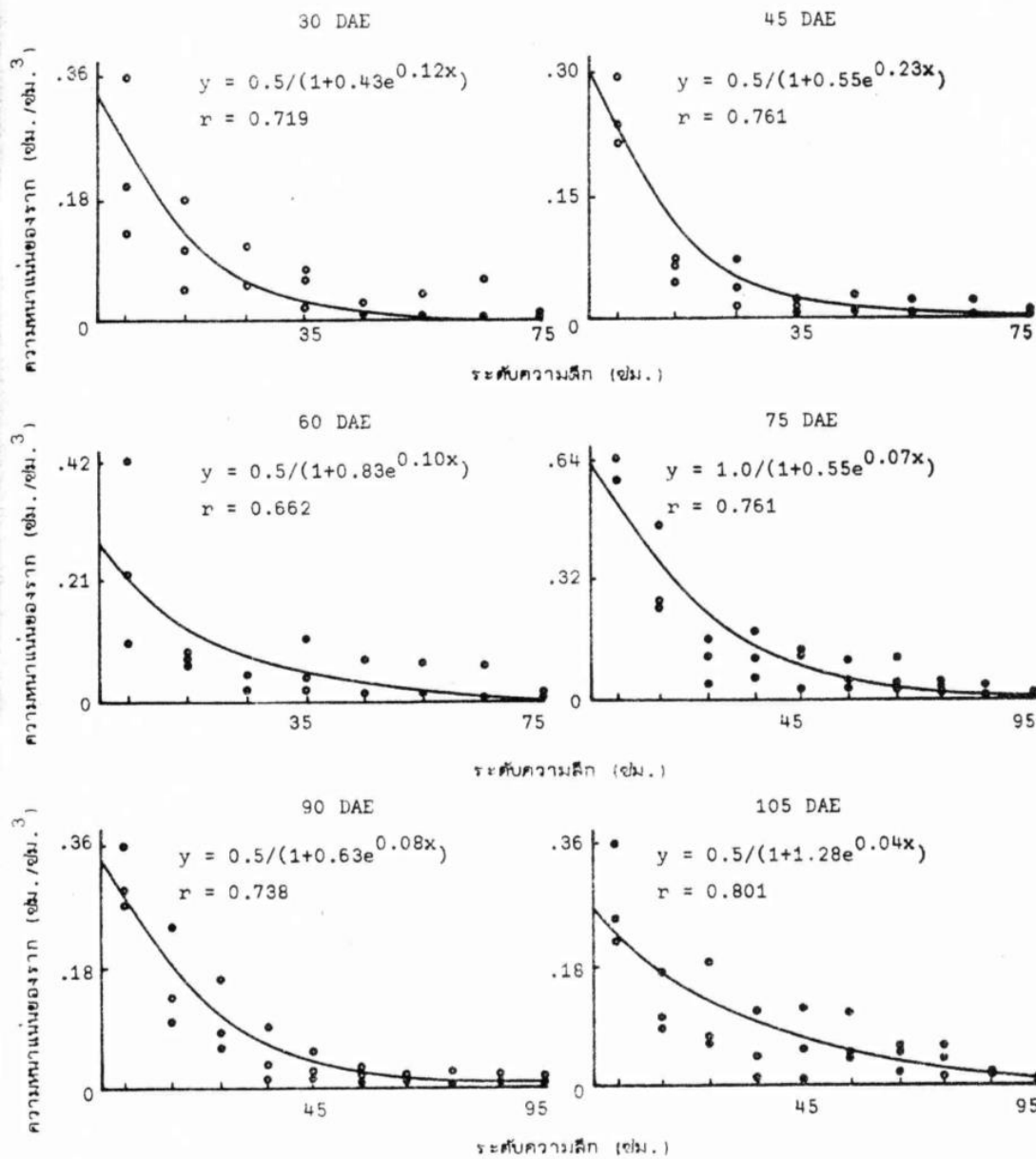
รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรากกับระดับความลึกของดินที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของถั่วเขียว



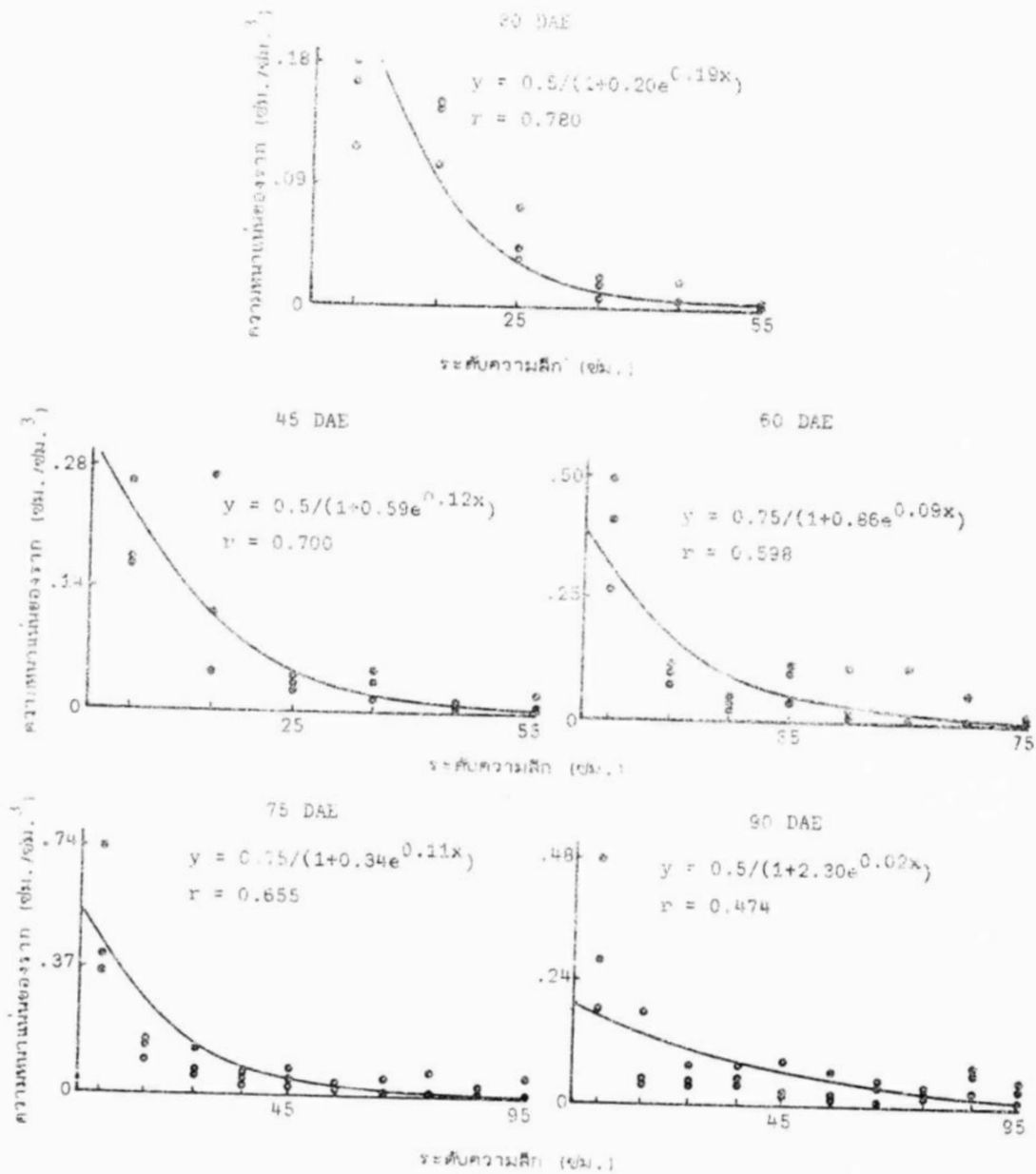
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรากกับระยะเวลาเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ที่ระดับความลึก 0-10 ซม.



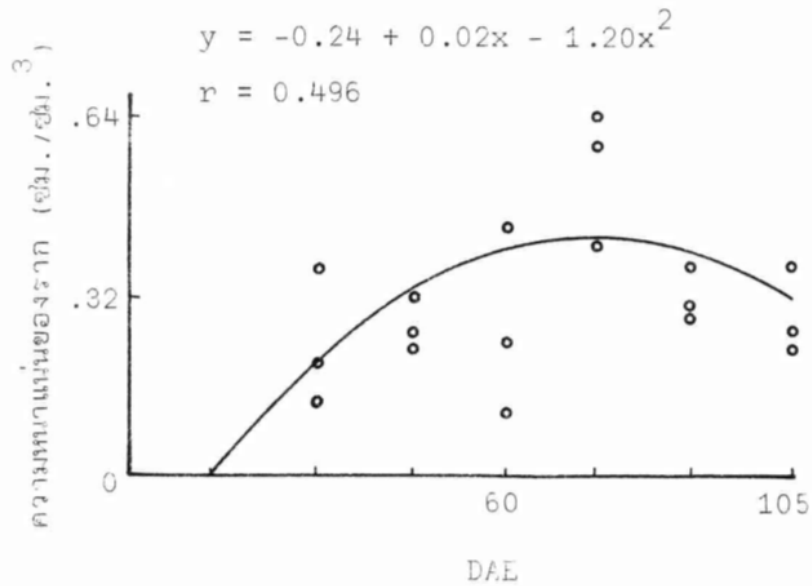
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรากกับระยะเวลาเจริญเติบโตของถั่วเขียว ที่ระดับความลึก 0-10 ซม.



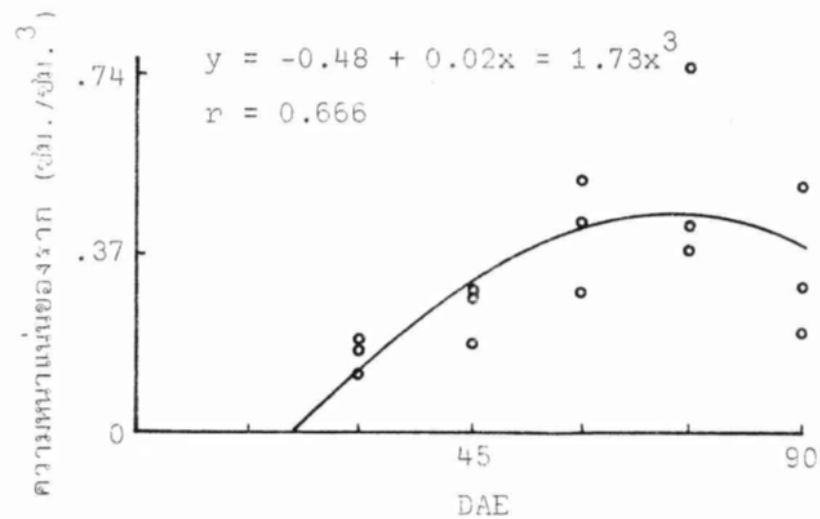
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากกับระดับความลึกของดินที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของถั่วเหลือง



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากกับระดับความลึกของดินที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของถั่วเขียว



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากกับระยะการเจริญเติบโตของ
ตัวเห็บที่ระดับความลึก 0-10 ซม.



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากกับระยะเวลาของการเจริญ-
เติบโตของตัวเห็บที่ระดับความลึก 0-10 ซม.

ตั้งแสดงในรูปที่ 1 และ 2 แต่เมื่อวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรากกับระบบการเจริญเติบโตแล้ว ตัวทั้งสองชนิดนี้ก็แสดงออกมาในลักษณะที่เหมือนกันคือ จะพบว่ามีความสัมพันธ์ที่ว่าจะเติบโตได้เฉพาะในช่วงความลึก 0-10 ซม. เท่านั้น โดยจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะควอดราติก (quadratic) ดังแสดงในรูปที่ 3 และ 4 กล่าวคือ ปริมาณรากจะเพิ่มขึ้นเมื่อตัวทั้งสองมีอายุเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงช่วงที่เจริญเต็มที่และเริ่มแก่ปริมาณรากก็จะลดลง เนื่องจากรากบางส่วนจะหลุดตกหน้าที่และตายไปในที่สุด รากที่จะเจริญมาทดแทนใหม่ก็มีน้อยจึงทำให้ปริมาณรากลดลง

ความหนาแน่นของราก

ความหนาแน่นของราก หมายถึงความยาวของรากทั้งหมดในช่วงความลึกหนึ่ง ๆ คำนวณต่อพื้นที่ดินในช่วงความลึกนั้น ๆ พบว่าตัวทั้งสองชนิดจะมีความหนาแน่นของรากสูงที่สุดในระดับดินบน (0-10 ซม.) และความหนาแน่นของรากจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อความลึกเพิ่มขึ้น โดยมีความสัมพันธ์ในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล ซิกมอยด์ เช่นเดียวกับปริมาณของราก ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6 ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากกับระบบการเจริญเติบโต ก็จะพบอยู่ในลักษณะควอดราติกในช่วงของความลึก 0-10 ซม. เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 7 และ 8 ทั้งนี้เนื่องจากการเจริญของรากพืชล้มลุกนั้น จะมีมากที่บริเวณใกล้ผิวดิน (Böhm, et al. 1977; Doss et al. 1960) ตัวทั้งสองชนิดนี้จึงมีความหนาแน่นของรากเพิ่มขึ้นเมื่อมีอายุเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอายุได้ 75 วัน จึงมีความหนาแน่นของรากสูงที่สุด หลังจากนั้นก็จะลดลงเนื่องจากการเจริญเริ่มลดลง ทำให้รากบางส่วนตายไป

จากการศึกษาดังนี้พบว่า ทั้งปริมาณความชื้นในดินและความหนาแน่นรวมของดินไม่มีผลต่อการแบ่งราก และความหนาแน่นของรากตัวเหลืองและตัวเขียว แต่อย่างใด ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นรวมของดินที่ใช้ในการทดลองยังไม่สูงเกินกว่าที่

จะเป็นชั้นที่ยับยั้งหรือขัดขวางต่อการหยั่งรากของพืช ส่วนปริมาณความชื้นในแต่ละช่วงของความลึกก็ไม่แตกต่างกันมากนัก (ตารางผนวกที่ 2) ถึงแม้ว่าจะมีผู้พบว่าความหนาแน่นรวม และปริมาณความชื้นในดินจะมีผลต่อการหยั่งรากและความหนาแน่น ของรากพืชบางชนิด (Viehmeyer and Hendrickson, 1948; Bennett and Doss, 1960; Salim, et al., 1965; White, 1977) แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การหยั่งรากและความหนาแน่นของรากจะผันแปรตามความลึก และระยะของการเจริญเติบโตของพืชทั้งสอง

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าเมื่อปลูกถั่วเหลืองและถั่วเขียวบนดิน Typic Paleaquults, Fine loamy ในสภาพการไถน้ำฝนแล้ว การหยั่งรากของถั่วเหลืองในระยะแรกจะเร็วกว่าถั่วเขียว กล่าวคือ ถั่วเหลืองสามารถหยั่งรากได้ลึก 70 ซม. เมื่อมีอายุได้ 30 วัน ส่วนถั่วเขียวสามารถหยั่งรากได้ลึก 50 และ 60 ซม. เมื่อมีอายุได้ 30 และ 45 วัน ตามลำดับ แต่ถั่วทั้งสองชนิดนี้สามารถหยั่งรากได้ลึกกว่า 100 ซม. เมื่อมีอายุได้ 75 วัน โดยที่ปริมาณรากและความหนาแน่นของรากถั่วทั้งสองจะมีมากที่สุดในช่วงความลึก 0-10 ซม. และจะลดลงในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล ซิกมอยด์ เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ระยะของการเจริญเติบโต โดยมีความหนาแน่นสูงที่สุดเป็น 0.622 และ 0.504 ซม./ลบ.ซม. สำหรับถั่วเหลืองและถั่วเขียว ตามลำดับ เมื่อมีอายุได้ 75 วัน หลังจากนั้นทั้งปริมาณรากและความหนาแน่นของรากก็จะลดลง

เอกสารอ้างอิง

- Bennett, O.L. and Doss, B.D. (1960). Effect of soil moisture level on root distribution of cold - season forage species. *Agron. J.* 52:204-207.
- 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.; and Bennett, O.L. (1960). Effect of soil moisture regime on root distribution of warm season forage species. *Agron. J.* 52:569-572.
- Salim, M.H.; Todd, G.W.; and Schehuber, A.M. (1965). Root development of wheat, oats, and barley under condition of soil moisture stress. *Agron. J.* 57:603-607.
- Viehmeyer, F.J. and Hendrickson, A.H. (1948). Soil density and root penetration. *Soil Sci.* 65:487-493.
- White, E.M. (1977). Effect on growth of constricting forces-applied to the upper part of root. *Agron. J.* 69:437-439.

ตารางผนวกที่ 1 ความหนาแน่นรวมของดิน (ก./ลบ.ซม.) ในระดับความลึก และระยะของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและถั่วเขียว

อายุหลังจาก (วัน)	ระดับความลึกของดิน (ซม.)									
	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
	ถั่วเหลือง									
30	1.41	1.61	1.62	1.64	1.65	1.68	1.65	1.73	-	-
45	1.54	1.61	1.67	1.70	1.72	1.70	1.73	1.74	-	-
60	1.46	1.55	1.65	1.63	1.67	1.71	1.64	1.67	-	-
75	1.51	1.53	1.57	1.61	1.64	1.62	1.63	1.61	1.62	1.64
90	1.48	1.53	1.62	1.64	1.66	1.66	1.63	1.64	1.62	1.62
105	1.51	1.59	1.63	1.65	1.67	1.65	1.68	1.65	1.65	1.65
เฉลี่ย	1.48	1.57	1.63	1.64	1.67	1.67	1.66	1.67	1.63	1.64
	ถั่วเขียว									
30	1.31	1.50	1.64	1.64	1.72	1.75	1.79	1.72	-	-
45	1.43	1.57	1.61	1.68	1.67	1.73	1.70	1.73	-	-
60	1.49	1.61	1.65	1.70	1.71	1.73	1.72	1.70	-	-
75	1.53	1.52	1.59	1.70	1.73	1.73	1.69	1.71	1.71	1.68
90	1.49	1.55	1.63	1.65	1.65	1.67	1.67	1.67	1.69	1.70
เฉลี่ย	1.45	1.55	1.62	1.67	1.70	1.72	1.71	1.71	1.70	1.69

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณความชื้นในดิน (ชม.) ในระดับความลึกและระยะของการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง และถั่วเขียว

อายุหลังจาก		ระดับความลึกของดิน (ชม.)									
(วัน)		5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
ถั่วเหลือง											
30		1.88	2.00	1.70	1.61	1.51	1.61	1.54	1.68	-	-
45		2.69	2.46	2.15	2.18	2.17	2.17	2.14	2.22	-	-
60		3.23	2.94	2.55	2.55	2.51	2.59	2.75	2.87	-	-
75		3.58	3.27	2.95	2.66	2.75	2.88	2.88	2.96	3.01	3.11
90		2.51	2.28	2.33	2.25	2.41	2.45	2.56	2.69	2.78	2.84
105		3.07	2.89	2.68	2.68	2.66	2.75	2.66	2.73	2.79	2.78
เฉลี่ย		2.83	2.64	2.39	2.32	2.33	2.41	2.42	2.52	2.86	2.91
ถั่วเขียว											
30		1.93	1.83	1.84	1.70	1.76	1.94	2.04	2.33	-	-
45		2.87	2.75	2.53	2.57	2.46	2.49	2.44	2.62	-	-
60		3.56	3.15	2.76	2.67	2.47	2.40	2.49	2.69	-	-
75		3.60	3.20	3.00	2.83	2.62	2.54	2.59	2.60	2.76	2.89
90		2.88	2.61	2.31	2.39	2.39	2.47	2.46	2.52	2.64	2.74
เฉลี่ย		2.97	2.71	2.49	2.43	2.34	2.37	2.40	2.55	2.70	2.81