วารสารเกษตร

ปีที่ 3 เล่มที่ 2 กรกฎาคม 2530

ISSN 0857-0841

วารสารเกษตร

Journal of Agriculture

ISSN : 0857-0841

เจ้าของ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
โทร. 221699 - 116 เชียงใหม่, 50002

วัตถุประสงค์
1. เผยแพร่ผลงานวิจัย และบทความทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา
2. เผยแพร่เกียรติคุณของนักวิจัย
3. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักวิจัย

กำหนดออก เดือนมกราคม และ กรกฎาคม ปีละ 2 เล่ม

แจ้งรับวารสาร ถึง
คุณจินดา จันทร์เจนจบ
สำนักงานเลขานุการ
คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50002

ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารเกษตร

วันที่_____เดือน_____พ.ศ._____

ข้าพเจ้า_____

ที่อยู่_____อำเภอ_____

จังหวัด_____โทรศัพท์_____ อาชีพ/ตำแหน่ง_____

สถานที่ทำงานหรือสถานศึกษา_____

_____

สาขาวิชาที่สนใจ_____

_____

_____

ขอสมัครเป็นสมาชิกวารสารเกษตร พร้อมนี้ได้ส่งเงินค่าสมัครสมาชิกจำนวน 60 บาท มาโดย

☐ ธนาณัติ

☐ เช็คไปรษณีย์

ส่งจ่าย ณ ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลขมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในนามของบรรณาธิการ

ลายเซ็น_____ผู้สมัคร

บทบรรณาธิการ

วารสารเกษตรปีที่ 3 เล่มที่ 2 นี้ ยังคงดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อยู่เสมอ และสิ่งสำคัญที่ควรเน้นให้มากขึ้น ได้แก่การตีพิมพ์ผลงานวิจัยและบทความวิทยาการที่สามารถนำไปใช้พัฒนาการเกษตรของประเทศได้ หรือเมื่อผ่านการแปลงเนื้อหาโดยนักส่งเสริมการเกษตร หรือโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว จะกลายเป็นบทความที่แนะนำการปฏิบัติได้ต่อไป

เท่าที่ผ่านมานั้น สมาชิกรับวารสารเกษตรมีอยู่สองประเภทถือ สมาชิกที่ชำระเงินบอกรับกับสมาชิกที่คณะเกษตรศาสตร์จัดส่งให้โดยไม่คิดมูลค่า ซึ่งในขณะนี้มีอยู่เป็นจำนวนมาก กองบรรณาธิการจึงขอเชิญชวนสมาชิกประเภทหลัง กรุณาพิจารณาสนับสนุนวารสารเกษตร โดยการทยอยเปลี่ยนเป็นสมาชิกชำระเงินแทน ในขณะนี้กองบรรณาธิการเชื่อว่าวารสารเกษตรมีความมั่นคงที่จะเป็นวารสารถาวรของวงการเกษตรภาคเหนือ เนื่องจากเริ่มเป็นเวทีของการเสนอผลงานวิจัยของนักวิชาการนอกแวดวงมหาวิทยาลัยด้วยแล้ว ถึงแม้ว่าในโอกาสต่อไปบรรณาธิการจะเปลี่ยนตัวไป แต่ก็จะมีบรรณาธิการใหม่รับช่วงงานวารสารเกษตรต่อไปไม่สิ้นสุด

บรรณาธิการ

วารสารเกษตร 3,2 : 85-100 (2530)
Journal of Agriculture 3,2 : 85-100 (1987)

ผลกระทบของความเครียดน้ำต่อผลผลิตของถั่วเหลือง

เฉลิมพล แซมเพชร ทรงเชาว์ อินสมพันธ์ วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์

EFFECTS OF WATER STRESS ON SOYBEAN YIELD

Chalermpone Sampet, Songchao Insomphun and Veerachai Sriwattanapongse

ABSTRACT : The experiment described was conducted at the Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, during January-April 1986, Three plant densities, 10×50 cm, 20×50 cm and 30×50 cm of soybean (S.J.5) were investigated under four irrigation regimes, at weekly, two-weekly and three-weekly intervals. The latter treatment was divided into two practices at different stages of plant growth.

Seed yield responded well to irrigation, with a significant increase in yield at the highest irrigation frequency. Differences in yields after three-weekly interval treatments were not observed. Increasing seed yields due to increasing plant densities were only observed for the two most frequent irrigation treatments. Yields of up to 2.6 t/ha were achieved from the most frequently irrigated systems with the highest plant density. The more frequent the irrigation, the higher the number of pods per plant and seed weight. The leaf water potential and soil moisture content during the experiment were also recorded and are discussed in this report.

ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

บทคัดย่อ : การศึกษาทดลองกระทำที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในระหว่างเดือนมกราคม–เมษายน 2529 ถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นพันธุ์ สจ. 5 โดยมีการจัดการให้น้ำ (แบบปล่อยน้ำท่วมแปลง) 4 วิธีการ คือให้ทุกสัปดาห์ ทุกสองสัปดาห์ และทุกสามสัปดาห์ ซึ่งวิธีการหลังนี้กำหนดเวลาให้น้ำในระยะการเจริญของพืชที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ รวมเป็นการให้น้ำของแต่ละวิธีการตลอดฤดูกาลปลูก 11, 5, 3 และ 3 ครั้ง ตามลำดับ และในแต่ละของวิธีการให้น้ำปลูกถั่วด้วยความหนาแน่น 3 ระดับ (10×50 ซม. 20×50 ซม. และ 30×50 ซม.) โดยวางแผนการทดลองแบบ split–plot วิธีการให้น้ำเป็น main–plot และความหนาแน่นของถั่วเป็น sub–plot

วิธีการให้น้ำ และระยะปลูกที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ผลผลิตที่ได้แตกต่างกัน การให้ทุกสัปดาห์ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีการอื่น ผลผลิตลดลงตามการให้น้ำที่ลดลง แต่ผลผลิตที่ได้รับจากวิธีการให้น้ำทุกสามสัปดาห์ 2 ลักษณะไม่มีความแตกต่างกัน การเพิ่มความหนาแน่นของต้นปลูกมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากวิธีการให้น้ำทุกสัปดาห์ และทุกสองสัปดาห์ แต่ไม่มีผลจากวิธีการให้น้ำทุกสามสัปดาห์ ผลผลิตที่ได้รับจากการให้น้ำทุกสัปดาห์อยู่ระหว่าง 2.09–2.6 ตัน/เฮกแตร์ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของต้นปลูกเปรียบเทียบกับ 1.31–1.85 ตัน/เฮคแตร์ จากการให้น้ำทุกสองสัปดาห์ การให้น้ำน้อยลงมีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้น และขนาดของเมล็ดลดลงอย่างเห็นเด่นชัด ในระหว่างการทดลองได้ตรวจวัดความชื้นในดิน leaf water potential เพื่อประเมินการเกิดความเครียดน้ำของพืชและได้รายงานไว้ในรายงานนี้

คำนำ

พืชทั่วไปจะมีความอ่อนไหวต่อความเครียดน้ำ (water stress) และขาดน้ำ (Hsiao 1973 ; Turner and Kramer 1980) ความเครียดน้ำจะส่งผลกระทบต่อขบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ของพืชอันจะมีผลทำให้การเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิตลดลง และพืชอาจถึงตายได้ถ้าความเครียดน้ำที่เกิดขึ้นนั้นรุนแรงมากพอ การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชจะได้รับผลกระทบจากความเครียดน้ำมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรง เวลาที่เกิด และช่วงระยะเวลาเกิดความเครียดน้ำ พืชแต่ละชนิดตอบสนองหรือมีความทนทานต่อการเกิดความเครียดน้ำไม่เท่ากัน การเกิดความเครียดน้ำที่ระดับหนึ่งอาจจะทำให้อัตราการพัฒนาพื้นที่ใบลดลง หรือถ้ารุน

แรงขึ้นอีกก็อาจทำให้ ปากใบปิด ซึ่งจะมีผลทำให้ขบวนการไหลซึมของก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์และการสร้างวัตถุแห้งลดลง และถ้ามีความรุนแรงมากก็อาจทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงโดยส่วนรวมลดลง (Gardner et al. 1985) และพืชอาจต้องใช้ระยะเวลาหลายวันในการฟื้นตัวหลังจากที่มีการให้น้ำ เพื่อให้มีการสังเคราะห์แสงเข้าสู่สภาพปกติ การเกิดความเครียดน้ำไม่ว่าระยะใดของการเจริญของพืชย่อมส่งผลกระทบต่อผลผลิตสุดท้าย (เมล็ด ฝัก หรือผล) ไม่มากก็น้อย หรืออาจจะทำให้ไม่ได้ผลผลิตเลย การเกิดความเครียดน้ำในระยะการเจริญทางลำต้นและใบ ซึ่งจะทำให้การสร้างพื้นที่ใบลดลง แต่อาจจะมีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตไม่มากเท่ากับเมื่อเกิดขึ้นในช่วงระยะการเจริญทางติดดอกออกผล (reproductive phase) ในทางพืชไร่นั้น ถือว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดน้ำกับผลผลิตเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งเรื่องหนึ่ง เพราะว่าในพืชไร่บางชนิดเมื่อเกิดความเครียดน้ำขึ้นเพียงชั่วระยะเวลาอันสั้นก็อาจจะก่อความเสียหายแก่ผลผลิตอย่างมากได้ ถึงแม้ว่าจะมีการบำรุงดูแลรักษาดีมาตั้งแต่ต้นก็ตาม ดังนั้นในทางพืชไร่นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเรียนรู้ว่าช่วงเวลาใดที่เป็นช่วงวิกฤต (critical stage) เมื่อเกิดความเครียดน้ำหรือขาดน้ำ พืชที่มีนิสัยการเจริญไม่เหมือนกัน เช่น พืชประเภทที่มีการเจริญแบบไม่ทอดยอด (determinate plants) กับประเภททอดยอด (indeterminate plants) จะมีระยะวิกฤตแตกต่างกัน และถ้าเกิดความเครียดน้ำขึ้นแล้วความเสียหายในผลผลิตของพืชประเภทไม่ทอดยอดจะมีมากกว่า (Claassen and Shaw 1970; Shaw and Laing 1966) ทั้งนี้เพราะพืชประเภททอดยอดสามารถสร้างดอกชุดที่สอง หรือไม่ก็สามารถเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตอื่นขึ้นมาทดแทนผลผลิตส่วนที่สูญเสียไปได้บ้าง เกี่ยวกับเรื่องผลกระทบของความเครียดน้ำที่ มีต่อผลผลิตของพืช Shaw and Laing (1966) ได้ทำการศึกษากับถั่วเหลืองในสหรัฐเมริกา โดยกำหนดให้พืชเกิดความเครียดน้ำขึ้นในระยะต่าง ๆ นับตั้งแต่เริ่มออกดอก พบว่าการเกิดความเครียดน้ำในช่วงระยะปลายของการสร้างฝัก (late pod development) จนถึงระยะกลางการสะสมน้ำหนักเมล็ด (middle bean filling) จะทำให้ผลผลิตลดลงมากที่สุด สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดน้ำกับการเจริญ และผลผลิตของถั่วเหลืองในบ้านเรามีค่อนข้างจำกัดมาก ดังนั้นในการศึกษาทดลองครั้งนี้ได้กำหนดความถี่ หรือเวลาการให้น้ำโดยให้มีความสัมพันธ์กับระยะการเจริญของพืช ซึ่งคาดว่าจะทำให้พืชเกิดความเครียดน้ำในระดับต่าง ๆ ของการเจริญ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดน้ำกับผลผลิตซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดการให้น้ำหรือใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพของเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

การศึกษาทดลองกระทำที่บริเวณแปลงทดลองคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนมกราคม–เมษายน 2529 ซึ่งเป็นฤดูปลูกหลังนาปี วางแผนการทดลองแบบ Split-plot โดยจัดกรรมวิธี (treatments) ดังนี้.–

1. **Main-plot : เวลาการให้น้ำ**

   1.1 ให้น้ำทุก ๆ สัปดาห์ตลอดเวลาการทดลองรวมการให้น้ำทั้งหมด 11 ครั้ง ..(W1)

   1.2 ให้น้ำทุก 2 สัปดาห์ โดยมีการให้ในระหว่างการเจริญทางลำต้น และใบ 2 ครั้ง และหลังจากที่พืชออกดอกแล้ว 3 ครั้ง โดยเริ่มให้น้ำครั้งแรกเมื่อพืชอายุได้ 2 สัปดาห์หลังจากงอก..(W2)

   1.3 ให้น้ำทุก 4 สัปดาห์โดยประมาณ โดยมีการให้ในระหว่างการเจริญทางลำต้น และใบ 1 ครั้ง และหลังจากพืชออกดอกแล้ว 2 ครั้ง โดยเริ่มให้น้ำครั้งแรกพร้อมกับ W1..(W3)

   1.4 ให้น้ำทุก 4 สัปดาห์ เช่นเดียวกับ W 3 แต่เริ่มให้น้ำครั้งแรกเมื่อพืชอายุได้ 3 สัปดาห์.. (W 4)

รายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการให้น้ำ และระยะการเจริญของพืชได้แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 1.

2. **Sub-plot :** ระยะปลูก

กำหนดให้มีความหนาแน่นของต้นปลูก 3 ระดับ โดยให้ความหนาแน่นนั้นขึ้นอยู่กับระยะปลูกระหว่างต้น คือ 10 ซม., 20 ซม. และ 30 ซม. เมื่อให้ระยะระหว่างแถว 50 ซม. คงที่ หรือคิดเป็นจำนวนต้นต่อพื้นที่จะได้เท่ากับ 400,000 ต้น, 200,000 ต้น และ 133,333 ต้นต่อเฮกแตร์ตามลำดับ ในแต่ละกรรมวิธีทำ 4 ซ้ำ จัดให้อยู่ในรูปของ R.C.B.

แปลงทดลองย่อยแต่ละแปลงมีขนาด 3 × 5 ม. โดยวิธีการขึ้นแปลง ทำการปลูกเมื่อวันที่ 8 มกราคม 2529 โดยใช้พันธุ์ สจ. 5 ก่อนปลูกนำเมล็ดคลุกด้วยเชื้อไรโซเบี้ยม ปลูกแปลงละ 6 แถว หลุมละ 4 เมล็ด และทำการถอนแยก (22 มกราคม 2529) ให้เหลือหลุมละ 2 ต้น หลังจากที่ต้นถั่วงอกแล้ว 7 วัน หลังจากปลูกเสร็จให้น้ำทันที พร้อมกันทุกแปลงหลังจากนั้นจึงให้น้ำตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ การให้น้ำโดยวิธีการปล่อยน้ำลงตามร่องระหว่างแปลง และ

ปล่อยให้น้ำซึมท่วมหลังแปลงจนดินอิ่มตัวด้วยน้ำแล้ว จึงทำการระบายน้ำออก การให้น้ำครั้งต่อ ๆ ไป สำหรับกรรมวิธีการให้น้ำต่าง ๆ ก็ปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้ แต่ละ main-plot อยู่ห่างกัน 3 เมตรและใช้ผ้าพลาสติกฝังปิดกัน เพื่อช่วยป้องกันมิให้น้ำไหลซึมถึงแปลงทดลองอื่นได้ และจัดร่องระบายน้ำออกเฉพาะไม่ให้มีผลกระทบต่อแปลงทดลองอื่น ๆ

การเก็บบันทึกข้อมูล ในระหว่างการทดลองได้ทำการบันทึก และวัดค่าศักยภาพของน้ำในใบ (leaf water potential) ทุกสัปดาห์ และจะบันทึกก่อนมีการให้น้ำ 1 วันหากจะมีการให้น้ำของกรรมวิธีใดด้วย pressure bomb และทำการวัด 3 เวลาด้วยกันคือ ตอนเช้า (8.00-8.30 น.) ตอนสาย (10.00-10.30 น.) และตอนบ่าย (13.00-13.30 น.) โดยทำการวัดที่ใบย่อยตรงกลางของใบประกอบที่คลี่เต็มที่จากตำแหน่งข้อที่ 3 นับจากยอด เมื่อพืชเจริญถึงระยะออกดอกเต็มที่ทำการสุ่มตัวอย่างบางส่วน เพื่อวัดหาน้ำหนักแห้ง และดัชนีพื้นที่ใบ การสุ่มและเก็บตัวอย่างทำจาก 4 แถวในไม่รวมแถวคุม เช่นเดียวกันกับเมื่อเก็บผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตเมื่อต้นถั่วให้ฝักแก่เต็มที่

ทุกแปลงทดลองได้รับปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 187 กก./เฮกแตร์ โดยการใส่รองก้นหลุมพร้อมกับฟูราดาน 3 จี (อัตรา 19 กก./เฮกแตร์) และทำการฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืช อลาคลอร์หลังจากปลูก ในระหว่างการทดลองมีการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช กำจัดวัชพืชด้วยมือ และทำการเขตกรรมอื่นตามความเหมาะสม

ผลการทดลองและวิจารณ์

ศักยภาพของน้ำในใบ

ค่าศักยภาพของน้ำในใบ Ψ_1 ของแต่ละกรรมวิธีการให้น้ำที่แสดงในตารางที่ 1 เป็นค่าเฉลี่ยของ 3 ระยะปลูกเพราะพิจารณาเห็นว่า Ψ_1 ในระหว่างระยะปลูกต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันจนเห็นเด่นชัด และค่าเฉลี่ยที่นำมาเสนอไม่ได้มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการให้น้ำไม่พร้อมกันขึ้นอยู่กับกรรมวิธี การวัดค่า Ψ_1 ทำทุกสัปดาห์ และจะทำการวัดก่อนการให้น้ำ 1 วัน ดังนั้นการเปรียบเทียบผลระหว่างกรรมวิธีจึงพิจารณาจากแนวโน้มที่เกิดขึ้น

จากค่าเฉลี่ยในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า Ψ_1 ของทุกกรรมวิธีการให้น้ำเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ตามเวลาที่ทำการตรวจวัดนับตั้งแต่ตอนเวลาเช้า (8.00-8.30 น.) ถึงเวลาบ่าย (13.00-13.30 น.) และความผันแปรของ Ψ_1 ตลอดการทดลองจะเป็นไปตามจังหวะของการให้น้ำ หรือ

ตามความผันแปรของความชื้นในดินอันเป็นผลจากการให้น้ำที่ต่างกัน (รูปที่ 1) กล่าวคือ Ψ_1 ลดลง และความชื้นของดินเพิ่มขึ้นหลังจากให้น้ำ ถึงแม้ว่าจะทำการตรวจวัดหลังจากให้น้ำแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ก็ตาม หลังจากนั้นค่า Ψ_1 ได้เพิ่มขึ้น และความชื้นในดินจะลดลงเป็นลำดับจนกว่าจะมีการให้น้ำในครั้งต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ชัดกับกรรมวิธีที่ให้น้ำไม่ถี่ (W 3 และ W 4) เมื่อพิจารณาในภาพรวมเปรียบเทียบระดับ และความสม่ำเสมอของค่า Ψ_1 ที่เกิดขึ้นระหว่างกรรมวิธีต่าง ๆ ของการให้น้ำ ตลอดเวลาการศึกษาทดลองนี้จะเห็นว่ากรรมวิธี W 1 และ W 2 มีค่า Ψ_1 ต่ำกว่า และมีความสม่ำเสมอมากกว่ากรรมวิธี W 3 และ W 4 ซึ่งลักษณะทั้งสองนี้ก็ปรากฏขึ้นกับความชื้นในดินในทำนองเดียวกัน ชี้ให้เห็นว่าพืชของกรรมวิธีให้น้ำ W 3 และ W 4 เกิดความเครียดน้ำมากกว่า และจะเกิดแต่ละครั้งเป็นเวลาที่ยาวนานกว่ากรรมวิธี W 1 W 2 ตามลำดับทั้งนี้เป็นผลมาจากที่มีการให้น้ำไม่บ่อยเท่า เวลา (timing) และช่วงเวลา (duration) ที่เกิดความเครียดน้ำจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตของถั่วเหลืองรวม ทั้งพืชอื่น (Shaw and Laing 1966) นอกเหนือไปจากระดับความรุนแรงของความเครียดที่เกิดขึ้น เกี่ยวกับเรื่องนี้จะได้นำไปวิจารณ์ในเรื่องของผลผลิต และส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

เนื่องจากในการทดลองนี้ไม่ได้ทำการวัด Ψ_1 ของพืชทดลองตอนเวลาเช้าก่อนที่พืชจะได้รับพลังงานแสง เพื่อประเมินการฟื้นตัวของพืชในระหว่างเวลากลางคืน หลังจากที่พืชได้รับผลกระทบจากความเครียดน้ำในวันที่ผ่านมา แต่ได้เริ่มทำการวัดเมื่อเวลาประมาณ 8.00–8.30 น. ซึ่งเป็นเวลาที่พืชได้รับพลังงานแสงแล้ว นั่นก็หมายความว่าพืชมีการคายน้ำเกิดขึ้นแล้ว แต่อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณา Ψ_1 ที่ทำการวัดได้ตอนประมาณ 8.00–8.30 น. จะเห็นว่าแต่ละกรรมวิธีการให้น้ำมีค่า Ψ_1 ไม่แตกต่างกันมาก และอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ −1 ถึง −3 bars. โดยเฉพาะในช่วงระหว่าง 2–3 สัปดาห์แรกหลังจากทำการปลูก ดังนั้นจึงเป็นที่คาดว่าก่อนหน้าเวลา 8.00 น. หรือก่อนที่พืชจะได้รับพลังงานแสงพืชจะมี Ψ_1 ต่ำกว่านี้ ถ้าเป็นเช่นนี้แสดงว่า พืชจากทุกกรรมวิธีการให้น้ำมีการปรับตัวหรือฟื้นตัวทัน หลังจากที่ได้รับผลของความเครียดน้ำที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามในช่วงตอนปลายฤดูปลูก Ψ_1 ของทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างในระหว่างกรรมวิธีการให้น้ำมากขึ้นไม่ว่าจะวัดตอนเช้าหรือตอนบ่ายก็ตาม ทั้งนี้เนื่องมาจากพืชใหญ่ขึ้นมีพื้นที่ใบมากขึ้น (ตารางที่ 2) ส่งผลให้มีการใช้น้ำมากขึ้นประกอบกับในช่วงปลายฤดูปลูกมีอุณหภูมิพลังงานแสงสูงกว่า และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า ซึ่งเอื้ออำนวยต่อการคายน้ำมากในตอนปลายฤดูปลูก จึงทำให้พืชฟื้นตัวไม่ทัน ดังนั้นค่า Ψ_1 ที่วัดได้ในตอนปลายฤดูปลูกจึงสูงกว่าเมื่อต้นฤดูปลูก

Table 1. Leaf water potential of Soybean under different irrigation regimes.

Date	Time	Leaf water potential (bar)			
		W_1	W_2	W_3	W_4
30 Jan	8	- 1.65	- 2.40	- 2.43	- 2.50
	10	- 8.35	-10.25	-10.40	-10.50
	13	-10.22	-11.10	-11.25	-11.50
6 Feb	8	- 1.25	- 1.20	- 1.27	- 3.27
	10	- 7.02	- 7.13	- 7.43	-10.90
	13	-10.45	-10.60	-10.45	-12.50
13 Feb	8	- 1.85	- 2.90	- 3.0	- 2.65
	10	- 7.02	- 8.80	- 9.17	- 8.72
	13	-10.07	-10.45	-10.80	-10.45
20 Feb	8	-	-	-	-
	10	-10.5	-10.40	-13.49	-10.51
	13	-11.41	-12.01	-14.35	-12.14
27 Feb	8	- 5.26	- 6.65	- 8.43	- 7.52
	10	- 9.28	-10.55	- 9.60	-11.65
	13	-11.36	-11.50	-14.97	-13.45
6 Mar	8	- 3.21	- 3.39	- 3.38	- 5.24
	10	- 9.47	-10.99	-11.08	-13.21
	13	-13.19	-13.35	-13.46	-14.13
13 Mar	8	- 5.47	- 7.23	- 9.45	- 7.00
	10	- 9.72	-11.26	-12.21	-10.75
	13	-12.39	-14.26	-14.29	-13.01
27 Mar	8	-	-	-	-
	9	-13.30	-15.39	-19.41	-17.75
	13	-15.15	-16.16	-21.47	-19.86

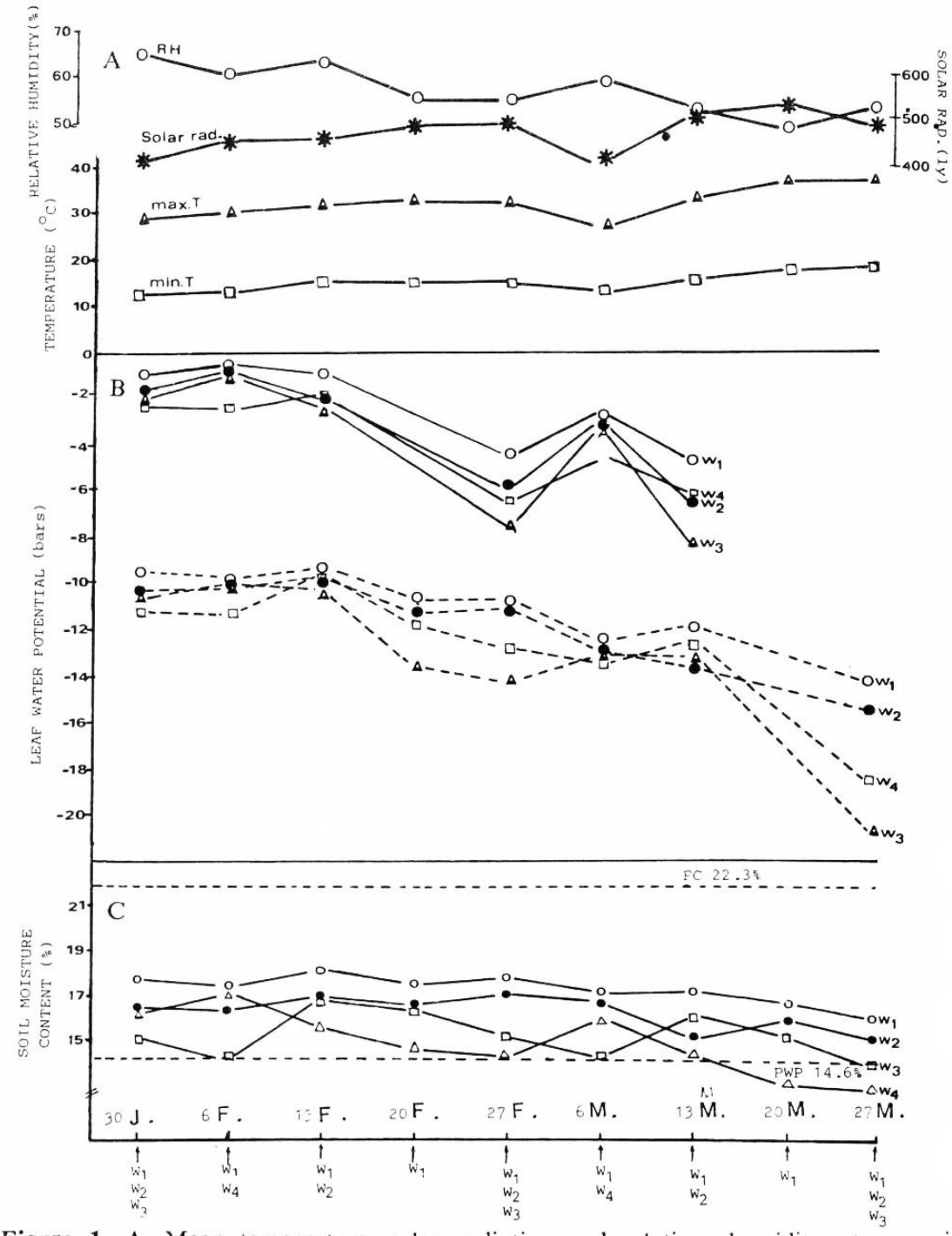


Figure 1 A. Mean temperature, solar radiation and relative humidity at experimental site.

B. Leaf water potential of Soybean measured at during 8.00-8.30 am (_____) and 1.00-1.30 pm. (- - - - - - - - - -)

C. Soil moisture content at depth 0-20 cm. under different irrigation regimes.

ผลจากการวัด Ψ_1 ตอนบ่าย (13.00–13.30 น.) ซึ่งเป็นเวลาที่พืชจะมีโอกาสเกิดความเครียดน้ำสูงที่สุด ปรากฏว่าพืชจากทุกกรรมวิธีการให้น้ำมีค่า Ψ_1 ไม่ต่ำกว่า–10 bar (ตารางที่ 1) และโดยเฉลี่ยแล้วพืชจากกรรมวิธีที่ให้น้ำไม่บ่อย (W_3 และ W_4) จะมีค่า Ψ_1 สูงกว่าและเห็นได้เด่นชัดมากในช่วงปลายฤดูปลูก (รูปที่ 1) ซึ่งค่า Ψ_1 ที่วัดได้ในระหว่างการทดลองอยู่ระหว่าง –10.1 ถึง–15.5 bar สำรับ W_1 –10.5 ถึง –16.2 bar สำหรับ W_2 –10.5 ถึง–21.5 bar สำหรับ W_3 และ –10.5 ถึง –19.9 bar สำหรับ W_4

เมื่อพิจารณาจากระดับความเครียดน้ำที่เกิดขึ้นกับต้นถั่วทดลอง เป็นไปได้ว่าความเครียดน้ำในระดับนี้ย่อมส่งผลกระทบต่อการนำของปากใบ (stomata conductance) ซึ่งเป็นช่องทางผ่านเข้าของคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อการสังเคราะห์แสง ตามรายงานของ Lawn (1982) ที่ทำการศึกษากับถั่วเหลืองพันธุ์ CP 12667 ในประเทศออสเตรเลียแสดงให้เห็นว่าเมื่อพืชเกิดความเครียดน้ำในระดับ – 13.1 bar จะทำให้ค่าการนำของปากใบลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง และปากใบปิดเมื่อ เพิ่มขึ้นเป็น – 27.3 bar ดังนั้นถ้าพิจารณาจากผลงานของ Lawn เป็นบรรทัดฐานแล้วกล่าวได้ว่า ปากใบของต้นถั่วในการทดลองนี้ย่อมมีขนาดลดลง ถึงแม้จะไม่ถึงระดับที่ปิดก็ตาม ซึ่งจะส่งผลทำให้การผ่านเข้าของคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงไปด้วยไม่มากก็น้อย

น้ำหนักแห้ง และดัชนีพื้นที่ใบ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันในน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) ในระหว่างวิธีการให้น้ำ ($p < 0.01$) และระหว่างระยะปลูก ($p < 0.01$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีทั้งสอง ($p > 0.05$) การให้น้ำแบบ W_1 (สัปดาห์ละครั้ง) ให้น้ำหนักแห้งมากกว่าการให้น้ำแบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง W_3 และ W_4 ซึ่งให้น้ำหนักแห้งต่ำสุด พบว่าความแตกต่างไม่ถึงระดับมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนอิทธิพลของระยะปลูกนั้นปรากฏว่าทุกวิธีการให้น้ำให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตาม ความหนาแน่นของต้นปลูกที่เพิ่มขึ้น

สำหรับดัชนีพื้นที่ใบ (ตารางที่ 2) พบว่ามีความผันแปรเป็นไปในทำนองเดียวกันกับความผันแปรของน้ำหนักแห้งกล่าวคือ W_1 ให้ดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่ากรรมวิธีอื่น และดัชนีพื้นที่ใบนี้เพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของต้นปลูกที่เพิ่มขึ้น W_3 และ W_4 ให้ดัชนีพื้นที่ใบไม่แตกต่างกันและมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำสุด ดัชนีพื้นที่ใบของ W_1 เพิ่มขึ้นจาก 2.33 ที่ปลูกด้วยระยะ 30×50 ซม. เป็น 2.81 และ 4.64 เมื่อระยะปลูกลดลงเป็น 20×50 ซม. และ 10×50 ซม. ตามลำดับ ซึ่งค่า

Table 2. Total dry matter and leaf area index (LAI) at blooming stage of soybean (SJ.5) under different plant spacings and irrigation regimes

Irrigation regime	Plant Spacing (cm)			
	10×50	20×50	30×50	
		Dry matter (g/m^2)		
W_1	231.6	160.5	124.9	172.3^a
W_2	167.3	110.6	88.4	122.1^b
W_3	117.9	77.1	57.8	84.3^c
W_4	120.2	81.0	63.7	88.3^c
Mean	159.3^a	107.3^b	83.7^c	Interaction^{NS}
		LAI		
W_1	4.64	2.81	2.33	3.26^a
W_2	3.13	1.95	1.65	2.24^b
W_3	1.88	1.54	1.18	1.53^c
W^4	1.99	1.43	1.02	1.48^c
Mean	2.91^a	1.93^b	1.54^c	Interaction^{NS}

Values with same letter are not significantly different at 5% level

NS = non-significant at $P>0.05$

ดัชนีพื้นที่ใบนี้สูงกว่าของ W_3 หรือ W_4 โดยเฉลี่ยเท่าตัวที่ระยะปลูกเดียวกัน

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และการสร้างพื้นที่ใบของพืชได้รับผลกระทบอย่างจากจากการให้น้ำตามวิธี W_3 และ W_4 ซึ่งให้น้ำโดยเฉลี่ย 3 สัปดาห์/ครั้ง และกรรมวิธีที่ได้รับผลกระทบรองลงมาได้แก่ W_2 ซึ่งเป็นการให้น้ำทุก ๆ 2 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญของพืชที่ได้รับทุกสัปดาห์ (W_1)

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีพื้นที่ใบในระยะที่พืชออกดอกเต็มที่ จากกรรมวิธีการให้น้ำต่าง ๆ จะเห็นว่าค่าที่วัดได้ยังอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะของ W_2, W_3 และ W_4 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับดัชนีพื้นที่ใบของถั่วเหลืองที่ให้ผลผลิตสูง (Pookpakdi 1979, ว่องไว : งานวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ 2529 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) แม้การให้น้ำตามวิธี W_1 ซึ่งพืชได้รับผลกระทบจากความเครียดน้ำน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ ก็ยังมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำอยู่เช่นกัน ยกเว้นระยะปลูก 10×50 ซม. เนื่องจากในการทดลองนี้ไม่มีกรรมวิธีที่ให้น้ำมากกว่าสัปดาห์ละครั้ง ดังนั้นจึงไม่อาจบอกได้ว่าถ้ามีการให้น้ำบ่อยกว่าสัปดาห์ละครั้งแล้วจะมีผลช่วยส่งเสริมการเจริญทางลำต้นและใบ และส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในที่สุดหรือไม่

ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตเฉลี่ยที่เสนอไว้ในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าทั้งกรรมวิธีการให้น้ำ และระยะปลูกมีผลทำให้ผลผลิตที่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) W_1 ให้ผลผลิตสูงสุด ในขณะที่ W_3 และ W_4 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และให้ผลผลิตต่ำกว่าสองกรรมวิธีอื่น และผลจากการวิเคราะห์ในทางสถิติพบความสัมพันธ์ร่วมระหว่างวิธีการให้น้ำ × ระยะปลูกต่อการให้ผลผลิต ซึ่งพอที่จะอธิบายได้ว่าทั้ง W_1 และ W_2 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นลำดับอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อความหนาแน่นของต้นเพิ่มขึ้นในขณะที่ W_3 และ W_4 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันภายใต้ระยะปลูกต่าง ๆ กัน ผลผลิตของ W_1 อยู่ ระหว่าง 2087–2597 กก./เฮกแตร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะปลูก ส่วน W_3 และ W_4 ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 718–793 กก./เฮกแตร์ และ 1010–1140 กก./-เฮกแตร์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงความผันแปรขององค์ประกอบของผลผลิตต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และขนาดของเมล็ด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในระหว่างกรรมวิธีการให้น้ำ และในระหว่างระยะปลูกที่ทุกกรรมวิธีการให้น้ำ องค์ประกอบของผลผลิตทั้งสามดังกล่าวเพิ่มขึ้นเมื่อระยะปลูกเพิ่มขึ้น แต่ถึงกระนั้นก็ตามการเพิ่ม

Table 3 Seed yields (t/ha) of soybean (SJ.5) under different plant spacings and irrigation regimes

Irrigation regime	Plant Spacing (cm)			Mean
	10 x 50	20 x 50	30 x 50	(S.E)
W_1	2.60	2.32	2.09	2.34
W_2	1.85	1.41	1.31	1.52 (±0.244)
W_3	0.79	0.72	0.73	0.75
W_4	1.14	1.06	1.01	1.07
Mean	1.59	1.38	1.28	Interaction
(S.E)		(±0.218)**		(±0.124)**

** significant at $p < 0.01$

Table 4 Yield components of soybean (SJ.5) under different plant spacings and irrigation segimes

Irrigation regime	Plant Spacing (cm)			Mean
	10 × 50	20 × 50	30 × 50	(S.E)
		No. of pod/plt		
W_1	22.1	34.7	43.9	33.6
W_2	20.3	28.3	35.0	27.9(±1.655)*
W_3	10.2	18.6	23.5	17.4
W_4	19.2	27.4	34.6	27.0
Mean	17.96	27.2	34.2	Interaction^{NS}
(S.E)		(±1.376)**		
		No. of seeds/pod		
W_1	1.9	2.1	2.2	2.07
W_2	1.8	2.0	2.1	1.97(±0.052)*
W_3	1.8	1.8	1.9	1.83
W_4	1.8	1.9	2.1	1.90
Mean	1.8	2.0	2.1	Interaction
(S.E)		(±0.037)**		
		100 seeds wt. (g)		
W_1	14.9	15.4	17.2	15.96
W_2	13.2	14.8	15.4	14.42(±0.115)*
W_3	7.9	10.6	12.4	10.27
W_4	9.0	11.9	13.8	11.54
Mean	11.22	13.28	14.65	Interaction
(S.E)		(±0.137)**		

** and * significant at $P < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively.

NS = non-significant $p > 0.05$

Appendix 1. Time table of irrigation managements and stage of growth of soybean (SJ.5)

Sown + watered ↓ Jan. ↓ Germinate ↓ Thinning ↓ Feb. ↓ 50% Flowering ↓ Mar. Apr.

Irrigation regime	9	16	23	30	6	13	20	27	6	13	20	27	3	7	12	16
	Growth stages						R1 50%	R2 90%	R3 80%	R4 60%	R5 80%	R6 80%	R7 70%			
W_1	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			*
W_2	+	−	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−		*	
W_3	+	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	+		*		
W_4	+	−	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	+	*		

+ irrigated

− non-irrigated

* harvesting

ขึ้นขององค์ประกอบของผลผลิตนั้นก็ยังไม่มากพอ หรือเพียงพอที่จะช่วยส่งเสริมให้ได้ผลผลิตมากเท่ากับระยะปลูกที่ถี่ขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะการปลูกห่างพืชมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำ (ตารางที่ 2) องค์ประกอบของผลผลิตทั้งสามลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพืชได้รับผลกระทบจากความเครียดน้ำ (ตารางที่ 4) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของจำนวนฝักต่อต้น และขนาดของเมล็ด และผลกระทบนี้เกิดขึ้นกับพืชใน W_3 และ W_4 มากกว่า W_1 และ W_2 ทั้งนี้เพราะพืชดังกล่าวอยู่ภายใต้สภาวะที่เกิดความเครียดน้ำที่มากกว่า และเป็นเวลานานกว่า ถ้าพิจารณาจากตารางเวลาการให้น้ำ และระยะการเจริญของพืชโดยประมาณ (ภาคผนวกที่ 1)ประกอบกับ Ψ_1 (ตารางที่ 1) จะเห็นว่าพืชของ W_3 และ W_4 ได้รับผลกระทบจากความเครียดน้ำเป็นเวลาที่ยาวนานกว่าทั้งในระหว่างการเจริญทางลำต้นและใบ (ซึ่งส่งผลให้ดัชนีพื้นที่ใบลดลง) และการเจริญทางการติดดอกออกผลซึ่งเกิดขึ้นในระยะที่พืชกำลังสร้างฝักจนถึงการสะสมน้ำหนักเมล็ด จึงมีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้นและขนาดเมล็ดลดลง เกี่ยวกับเรื่องนี้ Shaw and Laing (1966) รายงานว่า ระยะการเจริญของถั่วเหลืองที่อ่อนไหวต่อการเกิดความเครียดน้ำมากที่สุดคือ ระยะตั้งแต่ปลายระยะของการสร้างฝักจนถึงกลางระยะการสะสมน้ำหนักเมล็ด ซึ่งจะทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหายมากที่สุด เพราะการเกิดความเครียดน้ำในช่วงนี้มีผลทำให้ฝักไม่สมบูรณ์ และยังมีผลกระทบต่อขบวนการเคลื่อนย้ายอาหารที่จะส่งไปยังฝัก ในที่สุดก็จะทำให้ได้จำนวนฝักต่อต้น และขนาดเมล็ดลดลง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การที่พืชจาก W_3 และ W_4 ได้ผลผลิตต่ำกว่าเป็นผลเนื่องมาจากองค์ประกอบของผลผลิตลดลง นอกเหนือจากที่พืชมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำเกินไป จากผลงานวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ (กำลังดำเนินการอยู่) ของวิลาสลักษณ์ ว่องไว (2529 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) ซึ่งทำการศึกษากับถั่วเหลืองพันธุ์เดียวกันนี้ (สจ. 5) แสดงให้เห็นว่าผลผลิตได้เพิ่มขึ้นตามดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 5.1 ในฤดูฝน และ 3.7 ในฤดูหลังฝน

สรุป

จากผลการทดลองอาจสรุปได้ว่า การให้น้ำแก่ถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูหลังนานน้อยกว่าสัปดาห์ละครั้ง จะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง และผลผลิตจะยิ่งลดลงมากขึ้น ถ้ายิ่งให้น้ำน้อยลง เนื่องมาจากในการศึกษาทดลองครั้งนี้ไม่มีการให้น้ำถี่กว่าสัปดาห์ละครั้ง ดังนั้นจึงน่าที่จะได้ศึกษาว่าถ้ามีการให้น้ำเช่นนั้นจะช่วยเพิ่มผลผลิตได้หรือไม่ หรืออาจพิจารณาให้น้ำถี่ขึ้นเฉพาะในช่วงการเจริญที่วิกฤตของพืช คือช่วงระยะตั้งแต่พืชออกดอกเป็นต้นไป เพราะเมื่อพิจารณาค่าในช่วงระยะการเจริญดังกล่าวของพืช (ตารางที่ 1) แสดงว่าพืชยังเกิดความเครียดน้ำอยู่

คำขอบคุณ

ผู้ทำวิจัยใคร่ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้ และขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่ที่ให้การสนับสนุนใช้สถานที่ทดลอง เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

Claassen, M.M. and Shaw, R.H. (1970). Water deficit effect on corn. II. Grain components. Agron. J. 62 : 652–55.

Gardner, F., Pearce. P., Brent R., and Michell, Roger L. (1985) eds. physiology of Crop Plants. Iowa State University Press : Ames.

Lawn (1982). Response of four grain legumes to water stress in South-Eastern Queensland. I Physiological response mechanisms. Aust. J. Agric. Res., 33,481-96.

Hsiao, T.C. (1973). Plant responses to water stress. Annu. Rev. Plant physiol. 24, 519-70.

Pookpakdi, A. (1979). A study of growth and yield component of soybean. Dissert. Abst. Int. B. 39 (9) 3624.

Shaw, R.H. and Laing, D.R, (1966). Moisture stress and plant response. In "Plant Environment and Efficient Water Use", eds. W.H. Pierie, D.Kirkham, J.T. Pesek and R.H. Shaw, pp. 73-94. Am. Soc. Agron., Soil Sci. Soc. Am. : Madison, Wis.

Turner, N.C. and Kramar, P.J. ((1980). Adaptation of plants to water and high temperature stress. Wiley-Interscience, New York.

วารสารเกษตร 3,2 : 101-113 (2530)
Journal of Agriculture 3,2 : 101-113 (1987)

การเปรียบเทียบทานตะวันลูกผสมที่เชียงใหม่

เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม

TESTING SUNFLOWER HYBRIDS IN CHIANG MAI

Benjavan Rerkasem

ABSTRACT : Several sunflower hybrids from the U.S.A. and Australia were evaluated under irrigation in the cool season following wetland rice on San Sai soil (coarse-loamy, mixed, isohyperthermic, Typic Tropaqualf) in Chiang Mai over a period of three years. Many of the hybrids, namely : Hysun 21, Hysun 31, Hysun 32, Hysun 33, Asgrow 500, Asgrow 504, Asgrow 515, Asgrow 533, H7810, Pac116, Pac252 and Pac296, showed potential yields ranging from 400 to 600 kg/rai. A few of the lines were sown monthly from October 15 to January 15. Very little difference was observed between crop sown from October to December in all lines. Hysun 31 also gave good a yield when planted on January 15; however, later plantings tended to reduce the grain yields of Hysun 11, Hysun 21 and Hysun 32. Seed analysis of a few lines grown in 1982/83 revealed oil contents of 41-48 percent. The oil-free meal contained 53 to 58 percent protein.

ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

บทคัดย่อ : เมล็ดทานตะวันลูกผสม จากประเทศสหรัฐอเมริกา และ ออสเตรเลียจำนวนทั้งหมด 20 พันธุ์ ได้รับการทดสอบปลูกในนาตามหลังข้าว โดยอาศัยน้ำชลประทาน ในดินสันทราย ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใน พ.ศ. 2525–2527 มีหลายพันธุ์ ที่มีศักยภาพ ผลผลิต อยู่ในช่วง 400–600 กก/ไร่ ได้แก่พันธุ์ Hysun 21 Hysun 31 Hysun 32 Hysun 33 Asgrow 500 Asgrow 504 Asgrow 515 Asgrow 533 H7810 Pac116 Pac252 และ Pac296 จากการทดลองปลูกในเวลาต่างกันของสี่สายพันธุ์ พบว่าการปลูกในช่วง 15 ตุลาคมถึง 15 ธันวาคม ไม่มีผลแตกต่างต่อผลผลิตเมล็ดแต่อย่างใด การปลูกล่าไปถึง 15 มกราคม ก็ไม่มีผล ต่อผลผลิตของสายพันธุ์ Hysun 31 แต่มีแนวโน้มว่าจะลดผลผลิตลงบ้างในพันธุ์ Hysun 11, Hysun 21 และ Hysun 32 การวิเคราะห์องค์ประกอบของเมล็ดในบางสายพันธุ์ ที่ปลูกในปีแรกพบว่ามีปริมาณน้ำมัน 41–48 เปอร์เซ็นต์ ในกากที่ปราศจากน้ำมัน มีโปรตีน 53–58 เปอร์เซ็นต์

คำนำ

ทานตะวันเป็นพืชน้ำมันสำคัญของโลก มีปริมาณการผลิตในปี 2528/2529 เป็นเมล็ด 18 ล้านตัน นับเป็นน้ำมัน 6.2 ล้านตัน และ กาก 7.3 ล้านตัน ในประเทศไทยได้มีการตื่นตัวให้ความสนใจในพืชนี้ มาหลายครั้ง แต่ปัญหาการผลิต ที่เชื่อว่า เป็นอุปสรรคหนึ่ง คือ ความล้มเหลวในการผสมเกสร ซึ่งมีผลทำให้ติดเมล็ดน้อย ผลผลิตต่ำ เป็นที่เชื่อกันว่า การผสมเกสรด้วยแมลง เช่นผึ้ง มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการติดเมล็ดทานตะวัน (โฉมเฉลา 2525) การทดลองในออสเตรเลีย พบว่าผลผลิตเมล็ดพันธุ์ผสมเปิด (open pollinated) จะลดลงเป็นอย่างมาก ถ้าไม่มีผึ้งช่วยผสมเกสร แต่ในปัจจุบันมีพันธุ์ ทานตะวันลูกผสม หลายพันธุ์ที่สามารถผสมเกสรในตัวเองได้ดี (highly self compatible) (Robinson 1978)

โครงการศูนย์วิจัย ฯ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้เริ่มทำการศึกษาทานตะวันมาตั้งแต่ พ.ศ. 2519 ในโครงการสรรหาพืชสำหรับปลูกในฤดูหนาวในเขตชลประทาน ตามหลังข้าวเบาและข้าวไม่ไวแสง ในภาคเหนือตอนบน (Sektheera and Hobbs 1974) พันธุ์ที่นำเข้ามาทดสอบ ในปี 2516 และ 2517 มีทั้งพันธุ์ผสมเปิด และ พันธุ์ลูกผสม (Hybrids) จากประเทศ สหรัฐอเมริกา รัสเซีย คานาดา อิสราเอล และรูมาเนียส่วนใหญ่อายุสั้น เก็บเกี่ยวเมล็ดได้ภายในเวลา 75–95 วัน ซึ่งเหมาะกับระบบพืชที่ต้องการพืชอายุสั้น แต่ผลผลิตเมล็ดที่ได้อยู่ในเกณฑ์ต่ำ เฉลี่ยเพียง 105

กก/ไร่ พันธุ์ผสมเปิดทุกพันธุ์ให้ผลผลิตต่ำ มีพันธุ์ลูกผสมบางพันธุ์จาก University of California at Davis เช่น Hybrid 2 (Male sterile HA89 X RHA266) ให้ผลผลิตเฉลี่ยถึง 453 กก/ไร่ นับว่าอยู่ในขั้นสูง เมื่อเทียบกับผลผลิตเฉลี่ยในระดับไร่นาในสหรัฐอเมริกา 165–198 กก/ไร่ (Cobia 1978) แต่การศึกษาที่เชียงใหม่ได้ข้อสรุปว่า พันธุ์ลูกผสมนี้แม้จะมีศักยภาพดีด้านผลผลิต แต่จะมีปัญหาเมล็ดพันธุ์ ในขั้นส่งเสริม จึงมีข้อสรุปว่าพันธุ์ที่เหมาะสำหรับภาคเหนือควรจะเป็นพันธุ์ผสมเปิด Tchernianka ซึ่งเป็นพันธุ์เบาจากรัสเซีย ให้ผลผลิต 107 กก/ไร่ ซึ่งนับว่าต่ำมาก

ศูนย์วิจัยฯ ได้หันมาสนใจทานตะวันอีกครั้งหนึ่ง ตั้งแต่ พ.ศ. 2524 เมื่อได้มีทางฝ่ายเอกชน ผู้ผลิตและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ ผู้ค้าเมล็ดพืชไร่ และ ผู้ผลิต และจำหน่ายน้ำมันพืช ได้แสดงความสนใจพืชนี้อย่างจริงจัง ผลการทดลองทานตะวันลูกผสมจากออสเตรเลีย ในฤดูหนาว 2523/2524 ได้ผลผลิต ในช่วง 142–236 กก/ไร่ ได้ฝักที่มีการติดเมล็ดดี ขนาดฝักมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 12–17 ซม (ชุณหวงศ์ 2524)

บทความนี้รายงานถึงผลการทดสอบทานตะวันลูกผสม จากประเทศออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา ที่เชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2525/26 ถึง 2527/28

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบทานตะวันลูกผสม 4 พันธุ์ (ตารางที่ 1) แผนการทดลองเป็นแบบ Randomized complete block (RCBD) มี 3 ซ้ำ การทดลองนี้ทำการปลูกซ้ำ 3 ครั้ง ในวันที่ 15 ของเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม 2526 และได้ปลูกอีก 1 ชุดโดยไม่มีซ้ำ ในวันที่ 15 มกราคม 2527 ได้เตรียมแปลงโดยการไถพรวนด้วยจอบหมุน ใส่ปุ๋ย 15–15–15 ในอัตรา 40 กก/ไร่ และ สาร บอแรกซ์ (Borax) 1.6 กก/ไร่ มีการยกแปลงขนาดกว้าง 1.5 ม ปลูกทานตะวันเป็นแถว ห่าง 0.5 ม ระหว่างแถว และ 0.5 ม ระหว่างต้น ขนาดแปลงของแต่ละพันธุ์ใน 1 ซ้ำกว้าง 3 ม ยาว 5 ม มีฟางปูคลุมทั่วแปลง เพื่อชะลอการเจริญของวัชพืช มีการให้น้ำทางร่องทุก 7–15 วัน อายุถึงดอกบาน นับเมื่อ 50 เปอร์เซ็นต์ของดอกทั้งหมดมีดอกชุดขอบจาน (ray flowers) บานแล้ว เห็นกลีบดอกสีเหลืองชัดเจน คืออยู่ในช่วง R5 (Schneiter and Miller 1981) การเก็บเกี่ยวทำเมื่อหลังฝักมีสีเหลือง บางส่วนเช่นกลีบหุ้มดอก (bracts) เริ่มแห้งเป็นสีน้ำตาล (R9)

Table 1. Sunflower hybrids tested at Chiang Mai

Year	Country of origin	
	Australia*	U.S.A.**
1982	Hynsun 11 Hysun 21	-
	Hysun 31 Hysun 32	
1983	Hysun 11 Hysun 21	Asgrow 500 Asgrow 504
	Hysun 22 Hysun 31	Asgrow 515 Asgrow 533
	Confec II	H7810
1984	Hysun 11 Hysun 22	Asgrow 500 Asgrow 504
	Hysun 31 Hysun 32	Asgrow 515 Asgrow 533
	Hysun 33	H7180
	Unreplicated: Confec II	
	Pac116 Pac356 Pac269	
	Pac252 Pac354 Pac336	
	Sunbird II Kernel	

* Pacific Seeds Co

** Upjohn

การทดลองที่ 2 ในฤดูหนาวปี 2526/27 ได้เปรียบเทียบ ทานตะวันลูกผสม จากออสเตรเลีย 6 พันธุ์ และจาก สหรัฐอเมริกา 5 พันธุ์ (ตารางที่ 1) โดยปลูกเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2526 มีการจัดแปลงแบบ RCBD มี 4 ซ้ำ การจัดการต่าง ๆ เหมือนการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 ทานตะวันลูกผสม 10 พันธุ์ (ตารางที่ 1) ได้รับการเปรียบเทียบอีกครั้งในการทดลองแบบ RCBD ที่มี 4 ซ้ำ ในฤดูหนาว 2527/28 โดยปลูกเมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน 2527 นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ใหม่สมทบอีก 9 พันธุ์โดยไม่มีซ้ำ การจัดการเหมือน การทดลองที่ 1 และ 2

ผลการทดลอง

ผลผลิตเมล็ด

ทานตะวันที่ปลูกในฤดูหนาวที่เชียงใหม่ ให้ผลผลิตเมล็ดโดยเฉลี่ย 458 กก/ไร่ ในปี 2525/26 486 กก/ไร่ ในปี 2526/27 และ 382 กก/ไร่ ในปี 2527/28 (ตารางที่ 2) พันธุ์-ส่วนใหญ่ให้ผลใกล้เคียงกัน ในช่วง 400–500 กก/ไร่ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ Confec II Kernel และ Pac 256 ในการทดลองปี 2525/26 การปลูกในเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน หรือ ธันวาคม ล้วนแต่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 3) การปลูกล่าไปกลางเดือนมกราคม ไม่มีท่าทีว่าจะมีผลต่อผลผลิตของ Hysun 31 แต่มีแนวโน้มว่าจะให้ผลผลิตลดลงบ้างใน Hysun 11 Hysun 21 และ Hysun 32

องค์ประกอบผลผลิต

ขนาดผักทานตะวันมีความแตกต่างกันน้อยมากระหว่างพันธุ์ต่าง ๆ (ตารางที่ 3 และตารางที่ 4) ที่ปลูก 2525/26 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 18.6 ซม. ซึ่งมากกว่าขนาดเฉลี่ยจากปี 2527/28 ที่ 16.2 ซม ในฤดูเดียวกันวันปลูกต่างกันไม่มีผลทำให้ขนาดของผักต่างกันแต่อย่างใด สำหรับขนาดเมล็ด ทานตะวันที่ปลูก 2525/26 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดโดยเฉลี่ย 6.4 กรัม เมื่อเทียบกับขนาด 4.6 กรัมของปี 2527/28 พันธุ์ต่าง ๆ ก็มีขนาดเมล็ดแตกต่างกัน Hysun 31 และ Hysun 32 มี น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำกว่า Hysun 11 และ Hysun 21 อยู่เสมอ พันธุ์ที่มีขนาด 100 เมล็ด> 5.0 กรัม ในฤดูปลูก 2527/28 ได้แก่ Pac 116 Hysun 21R Pac 252 Kernel และ Confec II พันธุ์ที่มีขนาด 100 เมล็ด < 4.0 กรัม ในฤดูปลูกเดียวกันได้แก่ H7180 Hysun 31 Asgrow 500 Hysun 32 Pac 354 Asgrow 533 และ Pac 336

Table 2. Seed yields of sunflower hybrids at Chiang Mai in three seasons (experiment 1, 2 and 3)

Year	1982/83	1983/84	1984/85
	..... Seed yield (kg/rai)*.....		
Hysun 11	364.6	438.0	333.9
Hysun 21	486.4	652.1	-
Hysun 22	-	472.7	328.5
HYsun 31	465.3	574.9	401.5
Hysun 32	418.5	594.0	342.1
Hysun 33	-	-	433.6
Asgrow 500	-	566.7	358.2
Asgrow 504	-	574.7	424.4
Asgrow 515	-	575.8	417.7
Asgrow 533	-	453.6	318.6
H7810	-	645.4	395.9
ConfecII(c)	-	337.6	225.2
Pac116	-	-	590.3(1)
Pac356	-	-	536.3(1)
SunbirdII(c)	-	-	397.9
Pac269	-	-	438.5(1)
Pac252	-	-	405.6(1)
Pac354	-	-	370.2(1)
Kernel(c)	-	-	291.1
Pac336	-	-	256.2
Significant difference between lines	p<.001	p<.001	p<.01
LSD(p<.05)	85	92	66

* Each number mean of at least 4 reps except (1) where there was one replicate only; 1982/83 yields were means of four planting dates.

(c) confectionary type, others were oilseed type

การเจริญเติบโต

เมื่อปลูกวันที่ 15 ตุลาคม พันธุ์ Hysun 11 เป็นพันธุ์เบาที่สุด มีดอกบานได้ในเวลา 51 วัน และ แก่ เก็บเกี่ยวได้ในเวลา 85 วัน พันธุ์อื่นๆ ดอกบานเมื่ออายุได้ 56–59 วัน และแก่ที่ 100 วัน การชลอการปลูกไปจนถึงกลางเดือนธันวาคม จะทำให้อัตราการเจริญใน Hysun 11 Hysun 31 และ Hysun 32 ช้าลงประมาณ 10 วัน แต่ไม่มีผลต่อ Hysun 21 ทานตะวันที่ปลูกวันที่ 15 มกราคม มีอัตราการเจริญ ใกล้เคียงที่ปลูกในเดือนตุลาคม และ พฤศจิกายน

พันธุ์ทานตะวันลูกผสมทั้งหมดที่ได้ทำการทดสอบ มีอายุใกล้เคียงกัน คือสามารถเก็บผลผลิตได้ภายในเวลา 80–100 วัน (ตารางที่ 4 และตารางที่ 5)

ส่วนประกอบเมล็ด

ส่วนประกอบเมล็ดได้รับการวิเคราะห์เพียง 3 พันธุ์ คือ Hysun 11 Hysun 21 Hysun 32 ที่ปลูก 2525/26 (ตารางที่ 6) ซึ่งมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์บ้างเล็กน้อยเมื่อกระเทาะเอาเปลือกออกแล้ว มีเนื้อ 76–80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อยังไม่กระเทาะเปลือก จะมี น้ำมัน 40–48 เปอร์เซ็นต์ หลังจากสกัดน้ำมันแล้ว กากที่เหลือมีโปรตีน 17–20 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลผลิตเมล็ดทานตะวันลูกผสมที่ได้จากการศึกษานี้นับว่าอยู่ในเกณฑ์ดี เป็นส่วนใหญ่ เมื่อเทียบกับผลผลิตเฉลี่ยในระดับไร่นาในสหรัฐอเมริกา 165–198 กก/ไร่ (Cobia 1978) และผลผลิตจากแปลงทดลองที่ 400 กก/ไร่ (Blamey et al. 1984) หรือผลผลิต 107 กก/ไร่ จากพันธุ์ผสมเปิด (Sektheera and Hobbs 1974) และไม่พบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการผสมเกสร และติดเมล็ดอย่างเด่นชัดแต่อย่างใด ดังเห็นได้จากน้ำหนัก 100 เมล็ด ซึ่งจัดว่าไม่ต่ำไปกว่า น้ำหนัก 100 เมล็ด 3.8 กรัม และ 5.3 สำหรับสายพันธุ์ลูกผสม Cargill 204 และ Morden 3 ตามลำดับ ที่ได้จากการปลูกในเขตอบอุ่นในประเทศคานาดา (Dorrell 1978) ตลอดการทดลองนี้ปรากฏว่ามี ผึ้งและชันโรง (**Trigona sp**) มาตอมในระยะดอกบาน ประมาณ 1–2 ตัว/ดอกเสมอ ซึ่งอาจมีส่วนช่วยในการผสมเกสรด้วย

เมล็ดทานตะวันจากพันธุ์ลูกผสมที่ปลูกที่เชียงใหม่ ที่ได้รับการวิเคราะห์ล้วนมีปริมาณน้ำมันและโปรตีน อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับที่ผลิตได้ ในแหล่งผลิตสำคัญของโลกในปัจจุบัน เช่น สหรัฐอเมริกา และ คานาดา (Dorrell 1978) แต่ในขั้นต่อไป ควรจะได้มี การคำนึงถึงคุณภาพ

Table 3. Effects of planting date on seed yield and yield components of four sunflower hybrids (experiment 1).

Hybrid	Planting date				
	15 Oct.	15 Nov.	15 Dec.	mean*	15 Jan.*
(a) Seed yield (kg/rai)**					
Hysun 11	384	365	458	402	267
Hysun 21	661	486	529	559	288
Hysun 31	390	465	413	422	468
Hysun 32	503	418	421	447	380
Mean	484	434	455	458	351

LSD($p<.05$) between cultivar means 85

Significant difference: cultivar $p<.05$; planting date NS ($p<.05$)

cultivar X date NS ($p<.05$)

(b) Head diameter (cm)				
Hysun 11	17.5	17.2	18.7	17.8
Hysun 21	19.2	18.2	19.1	18.9
Hysun 31	16.3	20.5	19.7	18.8
Hysun 32	20.1	18.3	18.6	19.0

Significant difference: cultivar NS, planting date NS

date X cultivar NS ($p<.05$)

(c) 100 seeds weight (g)				
Hysun 11	6.5	7.6	7.6	5.2
Hysun 21	7.7	7.5	8.6	5.5
Hysun 31	5.1	4.7	4.8	4.7
Hysun 32	5.8	5.7	4.8	5.2

LSD($p<.05$) between cultivar means 1.0

Significant difference: cultivar $p<.05$; planting date NS ($p<.05$)

date X cultivar NS ($p<.05$)

* Data from Jan 15 planting excluded from statistical analysis mean of October, November and December plantings.

** sundried seed at 7 - 8 % moisture

Table 4. Yield components and days to maturity of the hybrids planted in 1984/85 and 1985/86

	Head diameter (cm)		100 seed wt (g)		Days to maturity	
	1984/85	1985/86	1984/85	1985/86	1984/85	1985/86
Hysun 11	14.5	15.2	4.9	5.9	81	83
Hysun 21R	15.8	na	4.3	na	94	na
Hysun 22	15.8	15.3	4.3	5.4	93	95
Hysun 31	17.8	15.8	3.8	4.7	96	97
Hysun 32	16.5	16.8	3.7	5.5	97	94
Hysun 33	17.4	na	4.7	na	93	na
Asgrow 500	16.5	16.6	3.8	5.1	97	98
Asgrow 504	16.3	16.6	4.2	6.6	96	98
Asgrow 515	16.7	16.7	4.5	5.6	98	98
Asgrow 533	15.6	16.2	3.9	5.3	98	98
H7810	17.3	17.5	3.7	5.0	97	98
Confecll(c)	13.9	15.5	5.4	7.4	89	86
Pac116	18.2	na	6.1	na	89	na
Pac356	16.2	na	5.0	na	97	na
Sunbirdll(c)	15.9	na	4.9	na	89	na
Pac269	16.3	na	4.6	na	89	na
Pac252	16.4	na	5.8	na	95	na
Pac354	16.5	na	3.6	na	97	na
Kernel(c)	14.9	na	5.7	na	81	na
Pac336	14.5	na	3.6	na	100	na
Significant difference	p<.05	p<.01	p<.05	p<.001		
LSD(p<.05)	2.1	2.0	1.4	1.2		

Table 5. Effects of planting date on rate of development of four sunflower hybrids (experiment 1)

Hybrid	Planting date			
	15 Oct.	15 Nov.	15 Dec.	15 Jan.
(a) Days to flowering				
Hysun 11	51	55	59	57
Hysun 21	56	59	61	57
Hysun 31	59	68	72	64
Hysun 32	59	64	70	64
(b) Days to maturity				
Hysun 11	85	90	102	95
Hysun 21	100	90	93	95
Hysun 31	100	107	111	102
Hysun 32	100	107	111	102

Table 6. Seed analysis* of three sunflower hybrids sown November 1982

Component (percent)	Hybrid					
	Hysun 11		Hysun 21		Hysun 32	
	Hulled	Whole	Hulled	Whole	Hulled	Whole
Kernels	-	76.01	-	76.01	-	80.55
Moisture	5.04	7.04	4.76	6.62	5.06	6.12
Oil	52.73	41.72	50.85	40.35	57.32	48.09
Protein(*)	53.34	17.32	57.32	19.96	57.62	17.88
Ash(*)	9.92	3.40	9.23	3.39	10.81	3.39
Crude fiber (*)	3.43	11.00	4.30	10.42	4.30	10.03

* Oil and moisture free

Analyses carried out by Industrial Enterprises Co. Ltd., August 1983.

Table 7. Maturity groups of November sown sunflower at Chiang Mai.

Group	Hybrid lines
Main season	Hysun 21, Hysyn 21R, Hysun 22, Hysun 31, Hysun 32, Hysun 33, Asgrow 500, Asgrow 504, Asgrow 515, Asgrow 533, H7180, Sunbird II, Pac 269, Pac 252, Pac 354, Pac 336, Confec II
Early	Pac 116, Kernel, Hysun 11

Rate of development

Stage*	Number of days from sowing	
	Main season group	Early group
VE (5 days to germinate)	9	9
V4	15	15
V6	19	19
R1 (20 - 24 leaves)	40	30
R2	50	44
R3	55	46
R4	58	48 - 50
(Plant height at R4:	156 - 180	114 - 153 cm)
R5	63	51
R6	80	62
R9	95 - 100	82 - 89

* (Schneiter and Miller 1981)

ของน้ำมันด้วย เนื่องจากทานตะวันที่ปลูกในนาตามหลังข้าวประเทศไทย จะมีช่วงติดเมล็ดในตอนปลายฤดูหนาว ซึ่งจะมีอุณหภูมิที่เริ่มสูงขึ้น ซึ่งมีอิทธิพลมาก ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดทานตะวัน ในสหรัฐอเมริกา ทานตะวันที่ปลูกทางตอนเหนือที่หนาว จะมีกรดไขมันเป็น linoleic ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ หรือ มากกว่านั้น และมี กรด oleic ในอัตราส่วนที่ต่ำกว่า ส่วนที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ร้อนกว่าของรัฐทางใต้จะมี linoleic เพียง 30 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราส่วนของ oleic ที่ค่อนข้างสูง (Kinman and Earle 1964 และ Doty 1978)

พันธุ์ทั้งหมดที่ได้ทดสอบนี้ อาจแบ่งออกได้เป็น สองกลุ่ม (ตารางที่ 7) คือ พันธุ์เบาที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ใน 90 วัน ได้แก่ Pac 116 Kernel Hysun11 และพันธุ์หลัก ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ใน 90–100 วัน ได้แก่ Hysun 21 Hysun 21R Hysun 22 Hysun 31 Hysun 32 Hysun 33 Asgrow 500 Asgrow 504 Asgrow 515 Asgrow 535 H7180 Sunbird II Pac 269 Pac 252 Pac 354 Pac 336 และ Confec II พันธุ์เหล่านี้ทั้งสองกลุ่มน่าจะใช้ปลูกตามหลังข้าวได้ การปลูกถั่วเหลืองในระบบหลังนา จะต้องชะลอการปลูกไปจนถึง กลางเดือนธันวาคม (ยอดที่รัก และ ณ ลำปาง 2523) การที่ทานตะวันปลูกได้ตั้งแต่เดือนตุลาคมย่อมเป็นข้อหนึ่งที่จะได้เปรียบถั่วเหลือง ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดิน และอายุเก็บเกี่ยวเพียง 85–100 วันย่อมเป็นการลดความเสี่ยง ต่อการขาดน้ำในปลายฤดู ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ในการปลูกถั่วเหลืองหน้าแล้ง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ อาจารย์สติ พุทธรักษา แห่งภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการจำแนก แมลง ชันโรง

เอกสารอ้างอิง

โฉมเฉลา, ณรงค์ (2525) งานปรับปรุงพันธุ์พืช สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย หน้า 405–410 ใน ความก้าวหน้า ของการปรับปรุงพันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตร เอกสารวิชาการเล่มที่ 8 กรมวิชาการเกษตร

ชุณหวงศ์ วินัย (2524) การเปรียบเทียบพันธุ์ทานตะวันลูกผสม รายงานปัญหาพิเศษ นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ยอดที่รัก, วิบูลย์ และ ณ ลำปาง, อาวุธ (2523) การเขตกรรม บทที่ 3 หน้า 30–33 ใน ถั่วเหลืองเอกสารวิชาการเล่มที่ 3 กรมวิชาการเกษตร

Cobia, D.W. (1978). Production costs and marketing. Pp 387 - 403 in : Sunflower science and technology, ed. Carter, J.F. Agronomy Monograph No. 19. ASA, Madison, Wis.

Dorrell, D.G. (1978). Processin and utilization of oilseed sunflower. Pp 407-440 in : Sunflower science and technology, ed. Carter, J.F. Agronomy Monograph No. 19. ASA, Madison, Wis.

Doty, H.O. 1978. Future of sunflower as an economic crop in North America and the world. PP 457–488, in: Sunfower science and technology, ed. Carter, J.F. Agronomy Monograph No. 19. ASA, Maditon, Wis.

Kinman, M.L. and Earle, F.R. (1964) Agronomic performance of and chemical composition of the seed of sunflower hybrids and introduced varieties. Crop Sci. 4:517–420.

Robinson, R.G. (1948). Production and culture. Pp 89–144, in: Sunflower science and technology, ed. Carter, J.F. Agronomy Monograph No. 19. ASA, Madison, Wis.

Schnieter, A.A. ane Miller, J.F. (1981). Descriptioo of sunflower growth stages. Croy Sci. 21:801–803.

Sektheera, S. and Hobbs, P.R. (1974). Sunflowers. In Chiangmai University Multiple Cropping Project, Annual Report 1973–74.

วารสารเกษตร 3,2 : 114-129 (2530)
Journal of Agriculture 3,2 : 114-129 (1987)

การศึกษาคุณสมบัติของที่ดิน เพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาระบบการจำแนกที่ดินสำหรับระบบพืช

จิตติ ปิ่นทอง[1] ดุสิต มานะจุติ[1] และประหยัด ปานดี[2]

A STUDY OF LAND CHARACTERISTICS APPLICABLE TO THE DEVELOPMENT OF A LAND CLASSIFICATION SYSTEM IN RELATION TO CROPPING PATTERNS

Jitti Pinthong[1] Dusit Manajuti[1] and Prayad Pandee[2]

ABSTRACT : The main objective of this research program is to investigate the importance of land attributes (land characteristics and land qualities) of the intensive lowland rice – based cropping systems in Northern Thailand.

This research study was initiated at the beginning of 1984. A total of 27 sites in 7 provinces in the north were studied. The field data collected was related to topography and those socio-economical aspects which help farmeas select which second and third crops to grow after rice.

Soils were sampled at all sites and analysed in the laboratory. The major land attributes investigated were landform, soil drainage, surface soil texture, soil reaction, cation exchange capacity, percentage of base saturation, and fertility status.

1 ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Soil Science and Conservation. Faculty of Agriculture. Chiang Mai University.
2 ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Geography. Faculty of Social Science. Chiang Mai University.

These parameters were used for land groupings by "cluster" analysis. Eight land groups showed a high correlation with similarity indices of more than 0.82. With regard to the cropping systems, nineteen sites were used for double cropping systems and eight sites for triple cropping systems, showing a high correlation with the availability of irrigation water supply. However, 13 cropping patterns also showed a strong relationship to certain land attributes. It is therefore considered vital for further research to test all land attributes in order to be able to classify land meaningfully in relation to cropping patterns.

บทคัดย่อ : วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ก็เพื่อศึกษาถึงความสำคัญของลักษณะที่ดิน ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติของที่ดิน และคุณภาพที่ดินบางชนิด ในแหล่งที่มีการใช้ที่ดินอย่างหนาแน่นในภาคเหนือโดยมีระบบพืชที่แตกต่างกัน ลักษณะของที่ดินดังกล่าวจะนำไปพิจารณาเพื่อพัฒนาระบบการจำแนกที่ดินสำหรับระบบพืช การศึกษาวิจัยครั้งนี้เริ่มดำเนินการเมื่อต้นปี พ.ศ. 2527 โดยเลือกแหล่งที่ดินทำการศึกษาทั้งหมด 27 แห่งในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย การเก็บข้อมูลในสนามประกอบด้วยสภาพภูมิประเทศ ดิน ระบบการปลูกพืช สภาพการให้น้ำชลประทานและแหล่งน้ำ ภูมิอากาศ และสภาพทางสังคม–เศรษฐกิจ ลักษณะของที่ดิน 7 ชนิด ประกอบด้วย สภาพพื้นที่ การระบายน้ำของดิน เนื้อดินบน ปฏิกิริยาดิน ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ประมาณร้อยละของประจุบวกที่เป็นด่าง และสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดิน เมื่อนำมาวิเคราะห์ประเมินผลในการจัดแบ่งกลุ่มที่ดินโดยวิธี Cluster Analysis สามารถแบ่งกลุ่มที่ดินออกได้เป็น 10 กลุ่มด้วยกัน และพบว่าลักษณะของที่ดินทั้ง 7 ชนิด มีความเหมาะสม กลุ่มที่ดินจำนวน 8 กลุ่มแสดงค่าดรรชนีความคล้ายคลึงกันมากกว่า 0.82 ขึ้นไป การปลูกพืชที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่ในพื้นที่ๆ ศึกษาครั้งนี้จำแนกได้ถึง 13 ระบบด้วยกัน กล่าวโดยทั่วไปพบว่าจำนวน 19 แหล่งที่ดินเป็นระบบการปลูกพืชสามครั้งจำนวน 8 แหล่งที่ดินซึ่งแสดงความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำชลประทานที่อุดมสมบูรณ์อย่างเด่นชัด ลักษณะของที่ดินทั้งหมดจำเป็นต้องมีการทดสอบและศึกษาวิจัยต่อไป เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบการจำแนกที่ดินสำหรับระบบพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำนำ

การใช้ประโยชน์ของที่ดินเพื่อเพาะปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งชนิดต่อปีนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ตลอดจนสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมในบริเวณนั้น ๆ จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินนาข้าวบริเวณแอ่งเชียงใหม่–ลำพูนและในหลายจังหวัดภาคเหนือของประเทศไทย (Pinthong et al. 1983; Lampaopong et al. 1984) พบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ระบบน้ำในแปลงนา ลักษณะของที่ดิน ปริมาณน้ำชลประทาน และสัดส่วนระหว่างแหล่งรับน้ำกับพื้นที่นา (Catchment/Paddy land ratio) มีความสำคัญในการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับปลูกพืชสองหรือสามอย่าง Morris (1984) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับดินและลักษณะของพื้นที่ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อระบบของน้ำในแปลงนา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยระบบการเกษตรที่มีข้าวเป็นพืชหลัก พบว่าปริมาณน้ำมีความสำคัญต่อจำนวนครั้งของพืชที่ปลูกและผลผลิตของพืช

การเพิ่มผลผลิตของพืชต่อหน่วยพื้นที่และเนื้อที่ที่เหมาะสมต่อการผลิตโดยทั่วไปนั้นควรจะต้องพิจารณาถึงดิน ภูมิอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ และจำเป็นต้องมีระบบการจำแนกดินที่เหมาะสมและมีหลักเกณฑ์ โดยเฉพาะการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินที่เหมาะสำหรับพืชเฉพาะอย่างหรือระบบพืช การจัดจำแนกสมรรถนะที่ดินของประเทศไทย (Gallup et al. 1967) นั้นเป็นการจัดจำแนกดินออกเป็นหมวดหมู่ตามความสามารถของดินที่จะใช้ในการปลูกพืชทั่วไป ส่วนการจำแนกความเหมาะสมของที่ดิน (กองสำรวจดิน 2523) เป็นการจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเฉพาะอย่าง เช่น ข้าวหรือกลุ่มของพืชที่คาดว่าต้องการดินที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะที่คล้ายคลึงกัน สำหรับระบบการจำแนกที่ดินเพื่อการจัดการระบบพืชในปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่ายังไม่มี

ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย มีระบบการปลูกพืชหลายครั้ง ที่เกษตรกรดำเนินการเอง คุณสมบัติของที่ดินเพื่อการใช้ประโยชน์ดังกล่าว จึงควรได้รับการศึกษาโดยละเอียด เพื่อนำมาประเมินหาความสำคัญสำหรับการพัฒนาระบบการจำแนกที่ดินสำหรับการจัดการระบบพืช การศึกษาถึงคุณสมบัติของที่ดิน ในครั้งนี้เป็นแนวหนึ่งของการศึกษาเพื่อมุ่งที่จะเพิ่มผลผลิตของพืชสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญของการวิจัยคือ

1) วิเคราะห์ถึงคุณสมบัติของที่ดิน ที่เกษตรกรใช้ทำการปลูกพืชครั้งที่สองหรือครั้งที่

สาม หรือจากฤดูการทำนาข้าวประจำปีแล้ว

2) เปรียบเทียบคุณสมบัติของที่ดินจากแหล่งต่าง ๆ กับคุณสมบัติของที่ดินบริเวณแปลงทดลองปลูกพืชหมุนเวียน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3) พิจารณาถึงคุณสมบัติของที่ดินที่เหมาะสม สำหรับนำไปประกอบการพิจารณาพัฒนาระบบการจำแนกดินเพื่อการจัดการระบบพืชต่อไป

Table 1 Location of study areas and number of soil samples collecting

No of Location	Name of village, Amphoe, and Province	No of Soil Samples	
		Disturbed	Undisturbed
1	Ban Thung Prao,Mae Sariang, Mae Hong Son	5	4
2	Ban Kung Mai Sak, Muang, Mae Hong Son	6	6
3	Ban Wiang Nua, Pai, Mae Hong Son	6	5
4	Ban Nong Yang, Muang, Lampang	5	5
5	Ban Rong Kok, Muang, Lampang	6	3
6	Ban Nong Kham, Muang, Phrae	5	2
7	Ban San, Sa, Nan	5	2
8	Ban Rai Oi, Mae Chai, Phayao	6	2
9	Ban San Pak Hi, Phan, Chiang Rai	5	2
10	Ban Prao, Ngao, Lampang	6	2
11	Ban Wiang Chai, Wiang Chai, Chiang Rai	5	3
12	Ban Mae Kham Nong Bua, Chiang Sean, Chiang Rai	5	3
13	Ban Pa Yang, Mae Sai, Chiang Rai	5	4
14	Ban Rong Ko, Mae Chan, Chiang Rai	5	3
15	Ban Muang Kham, Mae Taeng, Chiang Mai	5	4
16	Ban Nong Teng. Mae Ai, Chiang Mai	7	2
17	Ban Pa Ruak, Fang, Chiang Mai	4	3
18	Ban Nong Lom, Mae Taeng, Chiang Mai	6	3

19	Ban Don, San Sai, Chiang Mai			4	3
20	Ban Buak Krok, Saraphi, Chiang Mai			5	3
21	Ban Kard, San Pa Tong, Chiang Mai			5	3
22	Ban Kuang Pao, Chom Tong, Chiang Mai			8	3
23	Ban Ton Hean, San Pa Tong, Chiang Mai			6	3
24	Ban Tung Luang, Ban Hong, Lamphun			6	3
25	Ban Pa Tan, Pa Sang, Lamphun			4	3
26	MCP, Muang, Chiang Mai			7	4
27	MCP, Muang, Chiang Mai			8	4
Total	27	23	8	150	86

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การเลือกพื้นที่ทำการศึกษา

พื้นที่เป้าหมายในการศึกษาและวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมบริเวณต่าง ๆ ของจังหวัดในภาคเหนือของประเทศไทย ประกอบด้วยจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน โดยเลือกแหล่งที่ใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชกันอย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นตัวแทนของระบบการปลูกพืชที่แตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการเลือกพื้นที่จะพิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศ คุณลักษณะของดิน ความสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ระบบการปลูกพืช และปัจจัยทางด้านสังคม-เศรษฐกิจ

การเก็บข้อมูลในสนาม

ทำการหาข้อมูลและศึกษาดินภาคสนามจากพื้นที่ที่ได้เลือกไว้แล้ว ในระหว่างปลายเดือนมีนาคมจนถึงต้นเดือนกรกฎาคม 2527 บริเวณที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 27 แหล่ง (ตารางที่ 1) ในแต่ละแหล่งเลือกดินที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาเพื่อทำคำอธิบายรูปหน้าตัดดิน โดยการขุดหลุมกว้าง-ยาว 1–5–2 เมตร และลึก 1–2 เมตร ในบริเวณที่ได้เลือกไว้แล้วแบ่งชั้นดินและทำคำอธิบายลักษณะของดินแต่ละชั้น และทำการเก็บตัวอย่างดินในระดับความลึกต่าง ๆ กันตามลักษณะของชั้นดินคือ ตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน โดยใช้กล่องคูเบียนา (Kubiena box)

จำนวน 86 ตัวอย่าง และตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และเคมีดิน อีกจำนวน 150 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างดินทั้งหมด 236 ตัวอย่าง นำไปวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ พร้อมกันนี้ในแต่ละบริเวณที่ทำคำอธิบายหน้าตัดดินได้ศึกษาลักษณะที่เกี่ยวกับบริเวณที่ตั้งในสภาพภูมิประเทศหนึ่ง ๆ คือ การระบายน้ำ สภาพการมีน้ำท่วม ความลาดเท ตำแหน่งที่ตั้งในภูมิประเทศ พืชพรรณ และการใช้ประโยชน์ของที่ดิน การกระจายของน้ำฝนและอุณหภูมิ และสำรวจข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมโดยการสอบถามจากเกษตรกรเจ้าของที่โดยตรง

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดินทั้ง 236 ตัวอย่างได้ส่งไปยังคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีต่าง ๆ ของดิน และจำนวน 38 ตัวอย่างจาก 7 หลุมดินได้นำไปยังมหาวิทยาลัยเกียวโต เพื่อวิเคราะห์ทางจุลสัญฐานวิทยาและการวิเคราะห์แร่ของดิน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาคุณสมบัติของที่ดิน (land characteristios) ที่มีความสำคัญต่อระบบพืชในครั้งนี้ ได้ทำการคัดเลือกคุณบัติของที่ดินจำนวน 7 ชนิดมาพิจารณาคือ ลักษณะภูมิสัณฐาน (landform) การระบายน้ำของดิน (soil drainage) เนื้อดินชั้นบน (surface soil texture) ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) เปอร์เซนต์การอิ่มตัวด้วยด่าง (%BS) ปฏิกิริยาดินชั้นบน (pH) และได้นำคุณภาพของที่ดิน คือ สถานะความอุดมสมบูรณ์ของดิน มาพิจารณาด้วย แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1) นำคุณสมบัติ และคุณภาพของที่ดินดังกล่าวมาคำนวณหากลุ่มของที่ดินโดยวิธี Cluster Analysis (Rayner 1966; Sneath and Sokal 1973; Pinthong 1979)
2) จัดลักษณะของระบบการปลูกพืช ที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่
3) วิเคราะห์ลักษณะของกลุ่มดิน กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชระบบต่าง ๆ
4) ประเมินระดับความสำคัญของตัวแปร ทั้ง 7 ชนิด

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การจัดกลุ่มดิน

จากข้อมูลในรูปของรหัสของแหล่งที่ศึกษาที่ดินทั้ง 27 แหล่ง นำมาคำนวณหาค่าดรรชนีความคล้ายคลึง (Similarity Indices) (ตารางที่ 2) และทำการจัดกลุ่มดิน โดยวิธี Cluster

Analysis แล้วสามารถจำแนกกลุ่มที่ดินได้ 10 กลุ่มด้วยกัน โดยใช้ค่าดรรชนีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดในระดับ 0.82 (รูปที่ 1) กลุ่มที่ดินทั้ง 10 กลุ่มพร้อมทั้งการกระจายตัวของลักษณะที่ดินในแต่ละกลุ่มที่ดินแสดงไว้ในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าลักษณะของที่ดิน (Land Attributas) ทั้ง 7 ชนิด ที่ใช้ในการศึกษาเพื่อจัดกลุ่มที่ดินในครั้งนี้มีความเหมาะสม เนื่องจากเป็นคุณสมบัติที่ง่ายต่อการเข้าใจและเมื่อใช้จัดกลุ่มที่ดินโดยวิธี Cluster Analysis แล้ว จะให้กลุ่มดินที่มีความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งที่ดินต่าง ๆ ภายในกลุ่มน้อยมาก (รูปที่ 1) แต่อย่างไรก็ตาม จะต้องเป็นที่เข้าใจว่ากลุ่มที่ดินที่ได้มาโดยวิธีจัดกลุ่ม เพื่อการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ศึกษาเกี่ยวกับประบบพืชเท่านั้น จึงมิได้นำคุณสมบัติของดิน (soil properties) อื่น ๆ ที่ใช้ในระบบการจำแนกดิน (Soil Taxonomy) มาประกอบในการพิจารณา

Table 2 Similarity Indices of 27 study areas culculated from land attributes (lanform, soil drainage, soil texture, soil reaction, cation exchange capacity, base saturation percentage, and fertility status)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	.87	.82	.72	.82	.85	.78	1	.78	.71	.65	.65	.82	.71	.57	.65	.68	.82	.68	.89	.75	.75	.68	.85	.75	.61	.68		1
2		.79	.53	.65	.68	.90	.82	.61	.68	.82	.82	.64	.82	.90	.78	.65	.71	.50	.79	.58	.71	.78	.68	.72	.58	.71		2
3			.59	.65	.75	.75	.82	.65	.89	.65	.65	.79	.75	.68	.65	.85	.65	.57	.78	.57	.92	.65	.75	.78	.72	.79		3
4				.89	.75	.5	.72	.93	.5	.43	.43	.53	.43	.65	.79	.68	.68	.82	.75	.82	.6	.68	.78	.53	.65	.53		4
5					.75	.61	.82	.97	.61	.47	.47	.65	.53	.53	.82	.65	.78	.78	.65	.65	.57	.71	.89	.65	.65	.65		5
6						.78	.66	.71	.86	.65	.65	.68	.65	.75	.61	.61	.82	.71	.82	.65	.66	.61	.85	.75	.53	.53		6
7							.78	.58	.78	.85	.85	.75	.71	.93	.71	.68	.75	.46	.68	.46	.66	.78	.65	.68	.53	.61		7
8								.78	.71	.65	.65	.82	.71	.71	.65	.68	.82	.68	.89	.75	.74	.65	.85	.72	.61	.68		8
9									.58	.5	.5	.61	.50	.58	.86	.61	.75	.75	.68	.75	.52	.75	.93	.60	.61	.61		9
10										.65	.65	.68	.65	.75	.58	.75	.68	.46	.68	.46	.82	.61	.72	.75	.68	.75		10
11											1	.68	.82	.93	.65	.49	.68	.53	.53	.60	.53	.57	.50	.53	.53	.68		11
12												.68	.82	.93	.65	.49	.68	.53	.53	.60	.53	.57	.50	.53	.53	.68		12
13													.75	.75	.61	.65	.71	.50	.72	.58	.71	.68	.68	.89	.58	.71		13
14														.71	.58	.61	.61	.61	.68	.61	.75	.65	.65	.72	.61	.75		14
15															.71	.53	.71	.39	.60	.53	.59	.75	.57	.60	.46	.61		15
16																.61	.61	.58	.53	.61	.52	.90	.72	.60	.61	.61		16
17																	.50	.71	.79	.71	.92	.50	.75	.65	.71	.65		17
18																		.65	.65	.58	.57	.68	.68	.60	.58	.71		18
19																			.79	.86	.64	.50	.75	.5	.71	.65		19
20																				.79	.84	.57	.82	.65	.65	.57		20
21																					.57	.57	.67	.71	.78	.71		21
22																						.65	.61	.65	.85	.79		22
23																							.60	.75	.65	.65		23
24																								.75	.53	.53		24
25																									.57	.60		25
26																										.66		26

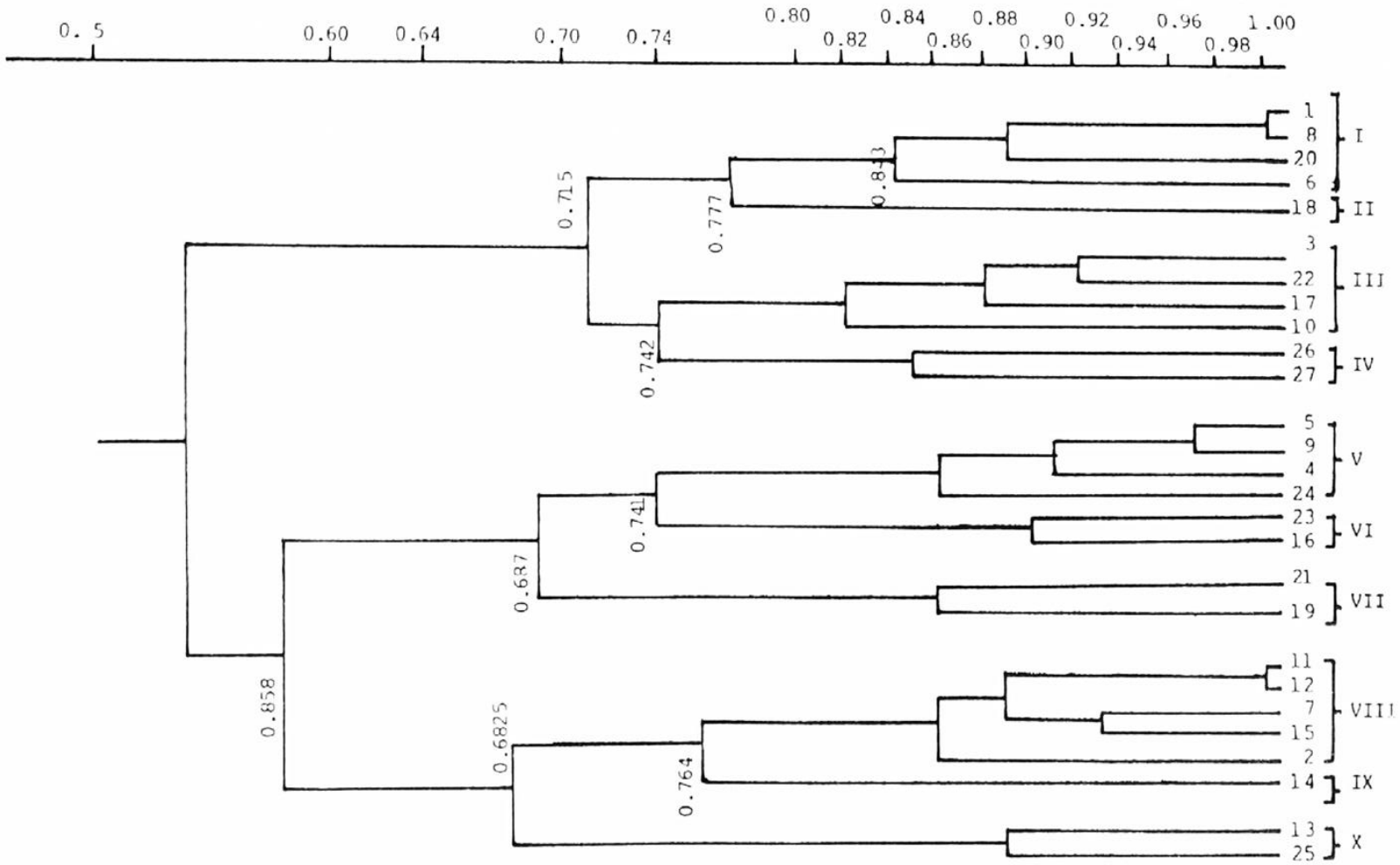


Figure 1 Structure of land group as characterized by similarity indices calculated by weignted average pair group method.

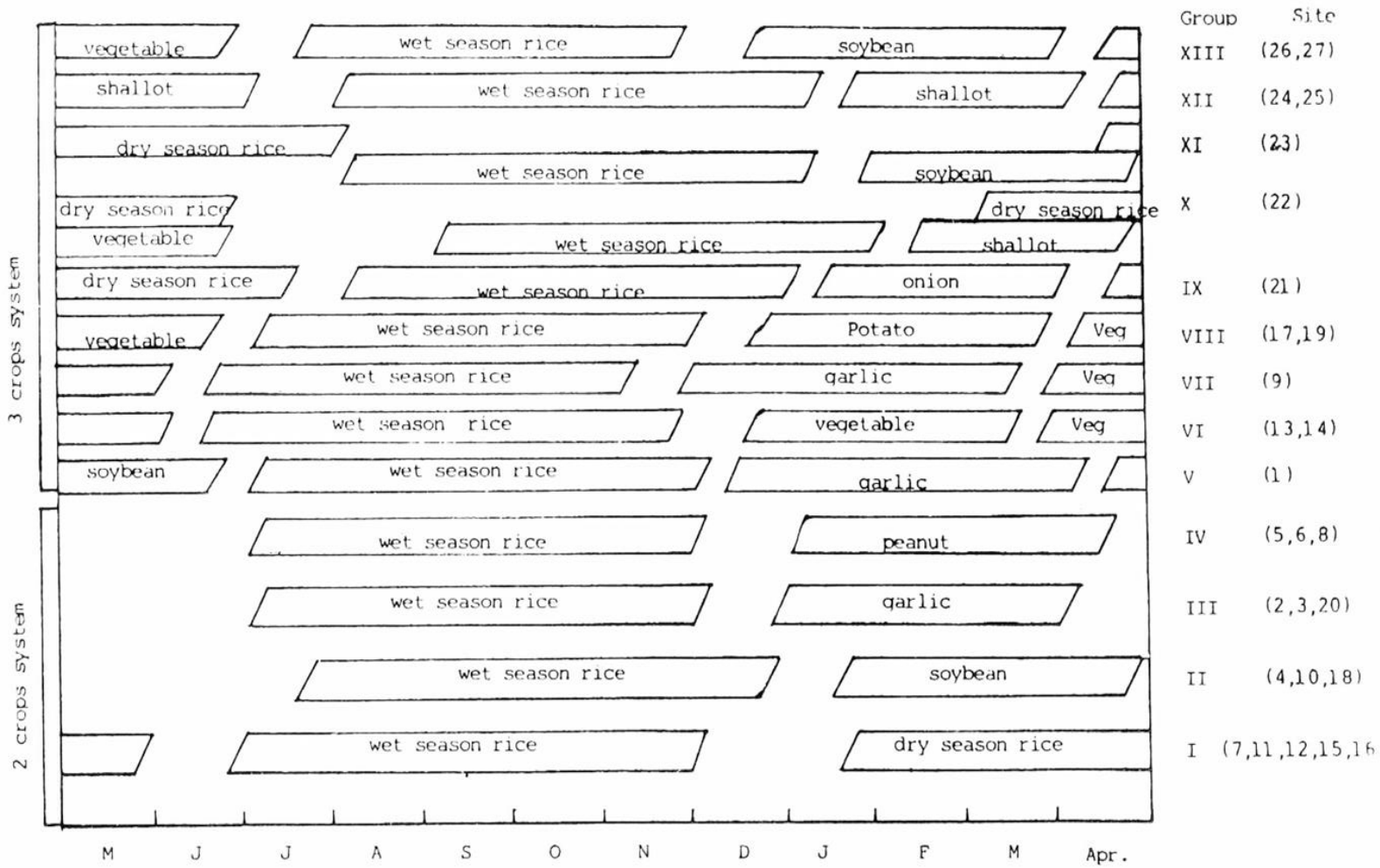


Figure 2 Land use classification in relation to cropping pattern.

ระบบของการปลูกพืช

ในการศึกษาระบบการปลูกพืชของเกษตรกรนั้นพบว่า ตัวแปรที่สำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการเลือกปลูกพืชครั้งที่สองและสามในรอบปีหนึ่งๆ คือ แหล่งน้ำและปริมาณความอุดมสมบูรณ์ของน้ำที่นำมาใช้ในการเพาะปลูก ซึ่งระบบพืชที่พบในการศึกษาครั้งนี้แสดงไว้ในรูปที่ 2 จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงระบบการปลูกพืชสองครั้งและสามครั้งในรอบปี ในระบบการปลูกพืชสองครั้งนั้นประกอบด้วย ระบบข้าว–ข้าว, ระบบข้าว ถั่วเหลือง, ระบบข้าว กระเทียม, และระบบข้าว – ถั่วลิสง ในระบบการปลูกพืชสามครั้งประกอบด้วย ระบบข้าว – ถั่วเหลือง – ข้าว, ระบบข้าว – มันฝรั่ง – ผัก, ระบบข้าว – ผัก – ผัก, และระบบข้าว – หอมแดง – หอมแดง

ลักษณะของที่ดินกับระบบพืช

จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ระบบการปลูกพืชพบว่า นอกจากปริมาณความอุดมสมบูรณ์ของน้ำแล้วลักษณะของที่ดินยังเป็นตัวแปรที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่ทำให้เกษตรกรเลือกปลูกพืชครั้งที่สองหรือครั้งที่สาม ความสัมพันธ์ของปริมาณความสมบูรณ์ของน้ำ ลักษณะของที่ดินและระบบการปลูกพืชแสดงไว้ในตารางที่ 4 จากตารางที่ 3 และ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความอุดมสมบูรณ์ของน้ำ ลักษณะภูมิสัณฐาน หรือลักษณะพื้นที่ กับคุณสมบัติของที่ดินอื่น ๆ กล่าวพอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. สภาพที่ปริมาณน้ำชลประทานสมบูรณ์

1.1 พื้นที่ราบน้ำท่วม เนื้อดินละเอียด ระบายน้ำเลว จะใช้ปลูกข้าวนาปี–ข้าวนาปรัง พืชครั้งที่สามไม่นิยมปลูก เนื่องจากน้ำแช่ขังมากเกินไปหรือเนื้อดินเหนียวเกินไป เช่น กลุ่มดินที่ VIII

1.2 พื้นที่ราบน้ำท่วมหรือเนินตะกอนรูปพัดและที่ราบขั้นบันไดต่ำ เนื้อดินละเอียดปานกลาง ระบายน้ำเลว ระบบพืชเป็นข้าวนาปี–ข้าวนาปรัง ระบายน้ำเลวถึงปานกลาง ระบบพืชมีแตกต่างกัน เช่น ข้าวนาปี–ถั่วเหลือง–ข้าวนาปรัง และข้าวนาปี ผัก–ผัก เป็นต้น

1.3 พื้นที่ราบขั้นบันไดระดับต่ำ และกลาง เนื้อดินหยาบ การระบายน้ำดีปานกลาง ระบบพืชเป็น ข้าวนาปี–มันฝรั่ง–ผัก ซึ่งให้ผลตอบแทนสูง

1.4 พื้นที่ราบขั้นบันไดระดับกลาง เนื้อดินปานกลาง การระบายน้ำเลวถึงปานกลาง สามารถปลูกพืชได้หลายระบบ ดังเช่น โครงการศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โครงการนี้ได้ทำการวิจัย เน้นการจัดระบบพืชที่เหมาะสมกับ

Table 3 Number of land groups and the distribution of land characteristics and land qualities in each land group.

LAND GROUP	SITE	LAND FORM	DRAINAGE	SURFACE pH	TEXTURE	CEC	%BS	FERTILITY
I	1	LT	I	MA	M	M	G	M
	8	LT	I	MA	M	M	G	M
	20	LT	MW	MA	CO	M	G	M
	6	LT	MW	N	F	M	G	M
II	18	LT	I	St.A	F	M	G	ML
III	3	MT	MW	MA	M	M	G	M
	22	MT	MW	MA	CO	M	G	M
	17	MT	MW	MA	CO	L	G	M
	10	MT	MW	Sl.A	F	M	G	M
IV	26	MT	I	Sl.A	CO	M	M	ML
	27	MT	I	St.A	M	M	M	ML
V	5	LT	I	N	M	L	G	ML
	9	LT	I	Sl.A	M	L	G	ML
	4	LT	P	Sl.A	CO	L	G	ML
	24	LT	MW	Sl.A	M	L	G	M
VI	23	FP	P	MALK	M	M	G	ML
	16	FP	P	N	M	L	G	ML
VII	21	LT	P	MA	CO	L	M	M
	19	LT	MW	MA	CO	L	M	ML
VIII	11	FP	P	VSt.A	F	M	G	M
	12	FP	P	St.A	F	M	M	M
	7	FP	I	MA	F	M	G	M
	15	FP	P	VSt.A	F	M	G	M
	2	FP	I	VSt.A	M	M	G	M
IX	14	FP	MW	VSt.A	M	M	M	M
X	13	AF	I	VSt.A	M	M	G	M
	25	AF	MW	MALK	M	M	G	M

Landform; LT = Low Terrace, MT = Middle Terrace, FP = Flood Plain, AF = Alluvial Fan

Drainage; I = Somewhat Imperfect, MW = Mod Well, P = Poorly

Surface pH; MA = Mod Acid, N = Neutral, Sl.A = Slightly Acid, St.A = Strong Acid, VSt.A = Very Strong Acid, MALK = Mod. Alkalai

Texture; M = Medium, F = Fine, CO = Coarse

CEC; M = Medium, L = Low

% BS; G = Good, M = Medium

Fertility; M = Medium, ML = Mod. Low

Table 4 The availibility of irrigation water and cropping patterns in relation to land characteristics and land quality.

WATER AVAILIBILITY	CROPPING PATTERN	SITE	LAND FORM	DRAINAGE	TEXTURE	REACTION	CEC	%BS	FERTILITY
GOOD	R—P—V, R—G—V	17	MT	MW	CO	MA	L	G	M
		19	LT	MW	CO	MA	L	M	ML
	R—O—R, R—G—R	21	LT	P	CO	MA	L	M	M
	R—G—V, R—Sh—V, R—S—-	22	MT	MW	CO	MA	M	G	M
	R—G—S—R, R—S—R	1	LT	I	M	MA	M	G	M
		23	FP	P	M	MALK	M	G	ML
	R—G—V, G—Sh, R—R—-	9	LT	I	M	Sl.A	L	G	ML
	R—V—V, R—G, R—R—-	13	AF	I	M	VSt.A	M	G	M
	R—V, R—G—V, R—T—S	14	FP	MW	M	VSt.A	M	M	M
	R—R—-	16	FP	P	M	N	L	G	ML
GOOD	R—S—V, R—W—V, R—V—V	26***	MT	I	Co	SI.A	M	M	ML
		27***	MT	I	M	St.A	M	M	ML

Table 4 Continued

Fairly Good	R — R —	7*	FP	I	F	MA	M	G	M
	R — P —	11	FP	P	F	VSt.A	M	G	M
	R — R —	12	FP	P	F	St.A	M	M	M
	R<(R, S) —	15	FP	P	F	VSt.A	M	G	M
	R<(S, P) —	18	LT	T	F	St.A	M	G	ML
	R<(O, Pn, G) —	19	MT	MW	F	St.A	M	G	M
FAIR To POOR	R — S —	4	LT	P	Co	St.A	L	G	ML
	R<(G, P, O, V) —	20	LT	MW	Co	MA	M	G	M
	R<(O, G) —	2	FP	I	M	VSt.A	M	G	M
	R<(T, V, V, Sh, Sh)	3	MT	MW	M	MA	M	G	M
		24**	LT	MW	M	St.A	L	G	M
	R — Sh — Sh	25**	AF	MW	M	MALX.	M	G	M
	R<(Pn, G, V) —	5	LT	T	M	N	L	G	ML
	R<(V, S, Pn) —	8	LT	L	M	MA	M	G	M
	R — Pn —	6	LT	MW	F	N	M	G	M

* Irrigation water from Mae Nam Nan

** Irrigation water from well

*** Irrigation water from Mae Taeng irrigation canal

G = garlic, O = onion, P = potato, Pn = peanut,
R = rice, S = soybean, Sh = shallot, T = tomato,
V = vegetable, W = wheat

สภาวะแวดล้อมของเกษตรกรในที่ราบลุ่มเชียงใหม่–ลำพูน วัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้ และเน้นการให้เกษตรกรใช้ทรัพยากรธรรมชาติทั้งด้านกายภาพ และชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (MCP 1980) ผลการทดลองระบบพืชในระหว่างปี พ.ศ. 2518–2519 (MCP 1976) พบว่า ระบบพืชที่ให้รายได้สุทธิสูงสุดคือ ข้าว–ถั่วลิสง–มะเขือเทศ รองลงมาคือ ข้าว–มะเขือเทศ–ข้าว และข้าว–ถั่วเหลือง–กระหล่ำปลี ตามลำดับ

2. สภาพที่น้ำชลประทานจำกัดในระดับปานกลางจนถึงน้อย

2.1 พื้นที่เนินตะกอนรูปพัด เนื้อดินปานกลาง ระบายน้ำดีปานกลาง ระบบพืชมีข้าวนาปี–หอมแดง–หอมแดง หรือ ข้าวนาปี–ผัก–ผัก

2.2 พื้นที่ราบน้ำท่วม ระบายน้ำเลวหรือค่อนข้างเลว ระบบพืชมีข้าวนาปี ข้าว, ข้าวนาปี–ผัก, ข้าวนาปี–กระเทียม, ข้าวนาปี–ถั่วลิสง

2.3 บริเวณที่ราบขั้นบันไดระดับต่ำ เนื้อดินหยาบ ระบายน้ำดีปานกลาง ระบบพืชเป็น ข้าวนาปี–ถั่วลิสง, ข้าวนาปี–กระเทียม, ข้าวนาปี–ผัก เป็นต้น

อย่างไรก็ตามรูปแบบของการปลูกพืชอาจมีหลายระบบขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ขึ้นอยู่กับระบบนิเวศน์เกษตรในแต่ละท้องที่ (ฤกษ์เกษม 2525) สภาพดินฟ้าอากาศ และตลาด (ศรีมงคลและคณะ 2525) ทุนและแรงงาน (สุรฤกษ์ 2528; เอกะสิงห์และคณะ 2527) เป็นต้น

สรุป

1. การวิเคราะห์ประเมินผลจัดแบ่งกลุ่มที่ดินโดยวิธี Cluster Analysis สามารถแบ่งกลุ่มที่ดินออกได้เป็น 10 กลุ่ม และมีดรรชนีความคล้ายคลึงกันมากกว่า 0.82 ขึ้นไป ลักษณะของที่ดินทั้ง 7 ชนิดที่นำมาวิเคราะห์มีความเหมาะสมเนื่องจากง่ายต่อความเข้าใจ

2. การศึกษาครั้งนี้พบระบบพืชที่เกษตรกรปฏิบัติกันอยู่ 13 ระบบ กล่าวอย่างกว้างๆ คือจัดเป็นระบบพืชสองครั้งจำนวน 19 แหล่งที่ดิน และระบบการปลูกพืชสามครั้งจำนวน 8 แหล่งที่ดิน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำชลประทานที่อุดมสมบูรณ์ นอกจากนั้นยังมีความสัมพันธ์กับลักษณะของดิน เช่น เนื้อดิน การระบายน้ำ และ ลักษณะพื้นที่อย่างเด่นชัด

3. ผลจากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติของที่ดินซึ่งประกอบด้วยตัวแปรต่าง ๆ นั้นสามารถนำมาจำแนกความแตกต่างของระบบพืชที่น่าชี้ให้เห็นถึงความเหมาะสม หรือไม่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ได้ แต่อย่างไรก็ตามยังมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาค้นคว้าวิจัยต่อไปในการที่จะทดสอบตัวแปรดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

กองสำรวจดิน. (2523). คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการเล่มที่ 28 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ฤกษ์เกษม, กนก (2525). "ประสบการณ์ การถ่ายทอดระบบการปลูกพืชในที่ราบลุ่ม เชียงใหม่-ลำพูน" เอกสารการประชุมทางวิชาการระบบการปลูกพืช ครั้งที่ 4 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศรีมงคล, กฐิน ณ ลำปาง, ดุษฎี และพัฒนพงศา, นรินทร์ชัย (2525). "การทดสอบการปลูกพืชตลอดปีบนพื้นที่เกษตรกร" เอกสารการประชุมทางวิชาการระบบการปลูกพืชครั้งที่ 4 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรฤกษ์, วันเพ็ญ (2528). "พัฒนาการทางประวัติความเป็นมาและการจัดการเกี่ยวกับระบบการชลประทานในภาคเหนือของประเทศไทย" สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกะสิงห์, เมธี ยิบมันตะสิริ, พฤกษ์ ฤกษ์เกษม, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, กนก คีติสาร, มนู วุฒิการ, ภัททนันท์ และธานี, พิชิต (2527). "สมบัติเชิงผลวัตบางประการของระบบเกษตรในเขตรับน้ำโครงการชลประทานแม่แตงเชียงใหม่" เอกสารโครงการศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Gallup, D.L., Kashemsanta, S. and Pimpanda, (1967). Soil Survey Interpretation Handbook for Northeast Thailand. Soil Survey Report No. 60 Soil Survey Division Depl of and Development, Bangkok

Lampaopong, B., Pinthong, J., Chalothorn, C., and Kaida, Y. (1984). Chiang Mai Lamphun Valley Thailand Asian Rice–Land Inventory : A Descriptive Atlas No 2. Center for Southeasl Asian Studies, Kyoto University.

Multiple Cropping Project (1976). Annual Report 1975–1976. Faculty of Agricul-Chiang Mai University.

Multiple Cropping Project. (1980). The multiple cropping project, Faculty of Agriture, culture, Chiang Mai University.

Pinthong, J. (1979). The nature and origins of mottle patterns in soil B horizon

in term of variation in these patterns patially and temporally. Ph. D thesis (Unpublished the Univ of Reading).

Pinthong, J. , Lumpaopong, B. , and Chalothorn, C. (1983). Present Landuses for Agricultural as Affected by Environmental Factors in Chiang Mai-Lumphun valley. Thai J. Agric. Soi. 16 : 153–172.

Rayner, J.H. (1966). Classification of Soil by numerical method. J. Soil Soi 17 pp 79–92.

Sneath, P.H.A., and Sokal, R.R. (1973). Numerical Taxonomy. San Francisco; W.H Freeman.

วารสารเกษตร 3,2 : 130-146 (2530)
Journal of Agriculture 3,2 : 130-146 (1987)

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวในดินนาชุดสันทราย

สุชาติ จิรพรเจริญ

NITROGEN FERTILIZATION FOR RICE IN SANSAI PADDY SOIL

Suchart Jiraporncharoen

Abstract : A study conducted to find a suitable source and method of supplying fertilizer nitrogen to rice was established in the experimental field of the Multiple Cropping Center, Chiang Mai University, during the 1984 rainy season. Two sources of fertilizer nitrogen, ammonium sulfate and urea, were compared and applied to the soil by 3 different methods : basal incorporation, split application and a mudball technique at the rate of 60 kg N/ha. Rice variety R.D. 7 was used as the test crop and was transplanted at spacings of 25 x 25 cm.

The results obtained indicated the importance of fertilizer nitrogen application in increasing total dry matter production and grain yield over control (no-N). While there were no significant differences in rice yield between the different methods of ammonium sulfate application, those for urea did affect grain yield. Rice yield was significantly increased when urea was applied in the form of

ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Soil Science and Conservation,
Faculty of Agriculture, Chiangmai University.

mudball. Data from chemical analysis of the soil-plant system also demonstrated the important role of fertilizer nitrogen in rice production. In this soil series, the use of ammonium sulfate was superior to urea, except when it was applied in the form of mudball. The influence of the method of fertilizer nitrogen application on plant uptake was reflected in the variations of 45-61% and 30-56% of total-N applied in the ammonium sulfate and urea series respectively. Most of the fertilizer nitrogen taken up by the rice plant was accumulated in the above ground portion, a large amount being used for grain production. A considerable portion of the fertilizer nitrogen, ranging from 8-40% of the total-N applied, still remained in the soil. The accumulated amount was observed to be the largest in split application followed by mudball and basal incorporation treatments. Experimental results also suggested for this soil series that urea should not be applied by basal incorporation due to large losses (62 % of total-N added) and low consumption by the rice plant (30% of total-N added). However, the application of both sources of fertilizer nitrogen as mudball seems to be a promising technique in tems of minimizing Losses while, at the sametime, maximizing nitrogen recovery in the soil-plant system at a satisfactory level as well as yield.

บทคัดย่อ : การศึกษาเพื่อค้นคว้าหาชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนและวิธีการใส่ที่เหมาะสมสำหรับข้าว ได้กระทำที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างฤดูฝนปี พ.ศ. 2527 โดยทำการเปรียบเทียบปุ๋ย 2 ชนิด คือ แอมโมเนียมซัลเฟต (Ammonium sulfate) และ ยูเรีย (Urea) โดยวิธีการใส่ที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ ใส่คลุกกับดินเป็นปุ๋ยรองพื้น (basal incorporation), แบ่งใส่ (split application) และใส่แบบปุ๋ยดินปั้น (mudball) ในอัตรา 60 กก. N/ เฮกตาร์ พันธุ์ข้าวที่ใช้เป็นพืชทดสอบคือพันธุ์ กข. 7 ปลูกแบบย้ายกล้า (transplanting) โดยใช้ระยะปลูก 25 x 25 ซม.

ผลการทดลองที่ได้รับชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในการเพิ่มผลผลิตที่เป็นน้ำหนักแห้งทั้งหมด และผลผลิตเมล็ด มากกว่าแปลงเปรียบเทียบที่ไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างในผลผลิตของข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตโดยวิธีแตกต่างกัน ในขณะที่การใส่ยูเรียในวิธีต่าง ๆ กัน มีผลความแตกต่างในผลผลิตของข้าว อย่างไรก็ดีผลผลิตของข้าวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยยูเรียในรูปของปุ๋ยดินปั้น ข้อมูลจากการวิเคราะห์ของระบบดิน–พืชได้ชี้แนะถึงบทบาทที่สำคัญของปุ๋ยไนโตรเจนในการผลิตข้าว ในดินชุดนี้การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตมีประสิทธิผลดีกว่าปุ๋ยยูเรีย ยกเว้นเมื่อมีการใส่ในรูปของปุ๋ยดินปั้นเท่านั้น วิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลอย่างมากต่อการดูดใช้ปุ๋ยโดยพืช และความแตกต่างนี้จะมีตั้งแต่ 45–61% และ 30–56% ของปริมาณไนโตรเจนที่เติมลงไปในดินในรูปของแอมโมเนียมซัลเฟตและยูเรียตามลำดับ ปุ๋ยไนโตรเจนที่พืชดูดใช้ไปโดยส่วนมากจะสะสมอยู่ในส่วนของพืชที่อยู่เหนือดินและจะถูกใช้ไปเป็นจำนวนมากในการสร้างเมล็ด มีปุ๋ยไนโตรเจนจำนวนพอสมควรตั้งแต่ 8–40% ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เติมลงไป ยังคงเหลือตกค้างอยู่ในดิน โดยปริมาณที่สะสมอยู่นั้นพบว่ามีอยู่มากที่สุดในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยแบบแบ่งใส่ ตามด้วยแบบปุ๋ยดินปั้น และแบบรองพื้น ผลการทดลองได้ให้ข้อชี้แนะสำหรับดินชุดนี้ไว้ว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียไม่ควรปฏิบัติโดยการใส่แบบรองพื้น เนื่องจากเกิดการสูญเสียมาก (62 % ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ใส่) และมีการใช้โดยข้าวในปริมาณที่น้อย (30 % ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ใส่) อย่างไรก็ดี การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้ง 2 ชนิดนี้ในรูป ปุ๋ยดินปั้น ดูเหมือนว่าจะเป็นเทคนิคที่ดีที่สุดในการลดการสูญเสียของปุ๋ย และในขณะเดียวกันช่วยเพิ่มการสะสมในระบบดิน–พืชในระดับที่น่าพอใจเช่นเดียวกันกับการเพิ่มผลผลิต

คำนำ

ข้าวเป็นธัญญพืชที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของโลก และปลูกกันมากในประเทศแถบเอเชีย ซึ่งพบว่ามีปริมาณการผลิตสูงถึง 70% ของผลผลิตอาหารที่ผลิตได้ในทวีปนี้ (Stangel 1979) สำหรับในประเทศไทยเราข้าวถือเป็นพืชอาหารที่นิยมปลูกกันทั่วไปมาช้านานแล้ว แต่ในปัจจุบันนี้เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร พร้อมกับการลดลงและมีข้อจำกัดในพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกข้าว ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้ได้มากที่สุด วิธีปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ก็คือการนำเอาข้าวพันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูงมาปลูกทดแทนข้าวพันธุ์พื้นเมือง

ที่ให้ผลผลิตต่ำ แต่การปลูกข้าวพันธุ์ดีจำเป็นจะต้องมีการเพิ่มเติมปุ๋ย โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน (Patnaik and Rao 1979; De Datta 1981 และ Reddy 1982) เพราะเป็นธาตุที่พืชต้องการมากที่สุดในการสร้างผลผลิต ขณะเดียวกันก็เป็นธาตุที่มักจะเป็นปัญหาในการปลูกข้าวเสมอ (Murayama 1979; Ishizuka 1980; และ Juang 1980) ทั้งนี้เนื่องจากพบว่าข้าวสามารถดูดใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เติมลงไปในดินได้น้อย ปกติมักจะไม่เกิน 30-50% (Patrick and Reddy 1976; Craswell and De Datta 1980; De Datta 1981 และ Savant and De Datta 1983) ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากการใช้ปุ๋ยในรูปแบบที่ไม่เหมาะสม ใส่ให้กับพืชไม่ถูกวิธี หรือใส่ให้ในเวลาที่ไม่ถูกต้องตรงตามความต้องการของพืช ทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยมากเกินกว่าที่พืชจะนำไปใช้ได้อย่างเต็มที่ Sanchez 1972; Reddy and Patrick 1976; Craswell and Vlek 1979; De Datta 1978, 1981 และ Kai et al. 1982) ดังนั้นเพื่อให้มีการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้อง ทั้งชนิดรูปแบบและวิธีการใส่ให้กับข้าวที่ปลูกในดินนาชุดสันทราย การทดลองครั้งนี้จึงได้กระทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. หาลู่ทางในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโดยความพยายามที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ให้มากที่สุด

2. ศึกษาและเปรียบเทียบชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ได้เหมาะสมกับดินนาชุดสันทราย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองได้กระทำในแปลงทดลองของสถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2527 ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินชุดสันทราย มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย จัดอยู่ในกลุ่มดินหลัก Low humic grey soil ตามระบบการจำแนกดินของสหประชาชาติหรือ Typic Tropaqualfs ตามระบบการจำแนกดินของ USDA 1975 คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์บางประการของดินแสดงให้เห็นในตารางที่ 1

ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองคือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 % N) และยูเรีย (46 % N) แต่ละชนิดใช้ในอัตรา 60 กก. N/เฮกตาร์ (ประมาณ 10 กก. N/ไร่) วิธีการใส่ปุ๋ยแต่ละชนิดแบ่งออกเป็น 3 วิธีดังนี้

1. ใส่ครั้งเดียวในรูปของปุ๋ยรองพื้น โดยคลุกเคล้าให้เข้ากับดินชั้นไถพรวน (basal incorporation) 1 วันก่อนย้ายกล้าปลูก

2. ใส่ในรูปปุ๋ยดินปั้น (mudball) หลังจากปักดำแล้ว 1 อาทิตย์ ในความลึกประมาณ 8–10 ซม. ที่จุดศูนย์กลางระหว่างต้นข้าว 4 ต้นต่อปุ๋ยดินปั้น 1 ลูก

3. แบ่งใส่ (split application) เป็น 3 ครั้งในอัตราส่วน 4: 3: 3 โดยปุ๋ยที่ใส่ในครั้งแรกจะใส่โดยการผสมคลุกเคล้ากับดิน 1 วันก่อนย้ายกล้าปลูกเป็นปุ๋ยรองพื้น ส่วนปุ๋ยที่เหลือจะใส่เป็นปุ๋ยแต่งหน้า (top–dressing) ในระยะแตกกอสูงสุด (maximum tillering stage) กับระยะที่ข้าวเริ่มตั้งท้อง (panicle initiation stage)

เพื่อให้การเจริญเติบโตของข้าวเป็นไปตามปกติทุกแปลงรวมทั้งแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (control) จะได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซี่ยมในอัตรา 10 กก. P_2O_5 /ไร่ ในรูปของ triple superphosphate และ 10 กก. K_2O/ไร่ ในรูปของ potassium sulfate ตามลำดับ

การทดลองใช้การวางแผนแบบ RCBD (Randomized complete block design) ประกอบด้วยปุ๋ย 7 กรรมวิธี กระทำเป็น 3 ซ้ำในแปลงย่อยขนาด 5×5 เมตร

ข้าวที่ใช้ทดสอบเป็นข้าวพันธุ์ กข. 7 ต้นกล้าขณะย้ายปลูกมีอยู่ 1 เดือน ปลูก 3 ต้นต่อ 1 หลุม โดยใช้ระยะปลูก 25×25 ซม. ในระหว่างการเจริญเติบโต มีการวัดความสูง นับจำนวนกอ และมีการฉีดพ่นยาป้องกันกำจัดศัตรูข้าวเป็นครั้งคราวพร้อมทั้งจดบันทึกผลผลิตทั้งหมด

ในระหว่างการทดลองจะมีการสุ่มเก็บตัวอย่างดินและพืชเป็นระยะคือ ระยะแตกกอสูงสุด ระยะเริ่มตั้งท้องของข้าวและระยะเก็บเกี่ยว ตัวอย่างดินนำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มม. นำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Micro kjeldahl (Bremner 1965) ตัวอย่างพืชนำมาผึ่งในร่มเป็นเวลา 2 วันก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 60–70°C เป็นเวลา 1–2 วัน ชั่งน้ำหนักหลังอบแล้วนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มม. แยกวิเคราะห์เป็นส่วนของเมล็ด ฟาง และราก เพื่อหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Micro Kjeldahl (Bremner 1965)

Table 1 Some physicochemical properties of sansai paddy soil (Multiple Cropping Center, Chiangmai University)

pH (H_2O, 1:1)	5.9	(pH meter)
Total-N	0.06%	(Micro Kjeldahl method)
Organic matter	1.0%	(Walkley–Black method)
Extractable–P	6.1 ppm.	(Bray II)
Extractable–K	44 ppm.	(Cobaltinitrite method)
C.E.C	4.8 me/100 g soil	(1 N NH_4OAc pH 7.0 extraction)
Sand	54.56%	
Silt	27.00%	(Hydrometer method)
Clay	18.44%	
Textural class	Sandy loam	
Soil classification	Typic Tropaqualf	(USDA 1975 system)
	Low humic grey soil	(International system)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในดินนาชุดสันทราย มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของข้าวอย่างเด่นชัด เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ปลูกโดยไม่มีการเติมปุ๋ยไนโตรเจนเลย ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 2 การตอบสนองต่อปุ๋ยของข้าวที่ปลูกในแถบร้อนปกติจะมีสหสัมพันธ์ที่ดียิ่งกับการเพิ่มจำนวนกอที่มีผลต่อการเพิ่มของผลผลิต ดังรายงานของ Tanaka et al. (1964) การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในดินชุดนี้ ไม่ว่าจะใส่โดยวิธีใดก็ตามไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างในทางสถิติต่อน้ำหนักแห้งทั้งหมด หรือแม้กระทั่งผลผลิตของข้าวเลย ในขณะที่วิธีการใส่ปุ๋ยยูเรียมีบทบาทมากต่อการเปลี่ยนแปลงในผลผลิตของข้าว ประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยในรูป ปุ๋ยดินปั้น ซึ่งผลการทดลองที่คล้ายคลึงกันนี้ได้มีรายงานเสนอกันขึ้นมามากมายพอสมควร (Mitsui 1956; De Datta 1978; IRRI 1978 และ Jiraporncharoen 1984) สาเหตุที่การให้ปุ๋ยในรูป ปุ๋ยดินปั้น มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีอื่น ๆ นั้นน่าจะเนื่องจาก

Table 2 Effect of sources and methods of fertilizer-N application on plant height, number of panicle/hill, total dry matter production, yield increment and nitrogen use efficiency by rice

Fertilizer Source	Method of N application	Plant height*	Number of Panicle/hill*	Total dry matter production*	Grain yield*	Yield increasing due to fertilizer		N-use efficiency
		(cm.)		kg/ha			% of control	kg rice/kg N applied
	Basal	111.5	16	12346 a	4413 a	1338	43.5	22.3
$(NH_4)_2SO_4$	Split	112.0	16	11269 a	4319 ab	1244	40.5	20.7
	Mudball	115.0	16	12010 a	4527 a	1452	47.2	24.2
	Basal	105.3	15	10288 b	3671 c	596	19.4	9.9
urea	Split	111.6	15	10605 ab	4065 b	990	32.2	16.5
	Mudball	120.5	16	12223 a	4550 a	1475	48.0	24.6
Control	No-N	97.4	12	7508 c	3075 d			

* Average of three replications

: Any two means within the same column having a common letter are not significantly different at the 5 % level of significance (Duncan new multiple range test)

ความสามารถของดินเหนียวที่ห่อหุ้มจะช่วยดูดยึดปุ๋ยไว้ทำให้ไม่เกิดการสูญเสียปุ๋ยโดยง่ายเมื่อใส่ลงไปในดิน ขณะเดียวกันปุ๋ยที่ดูดยึดหรือถูกห่อหุ้มไว้นี้จะค่อยปลดปล่อยออกมาให้กับพืชใช้ในรูปที่พืชต้องการ (รูป NH) ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืชและไม่เกิดการเปลี่ยนรูปไปอยู่ในรูปอื่น เช่นไนเตรต หรืออินทรีย์ไนโตรเจนได้โดยง่าย ทั้งนี้เพราะปุ๋ยถูกฝังอยู่ในชั้นดินลึก (8–10 ซม.) ซึ่งเป็นชั้นที่ขาดออกซิเจน และมีข้อจำกัดในกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน (Mitsui 1956; Patrick and Mahapatra 1968; Takai 1969 และ Ponnamperuma 1972)

บทบาทของไนโตรเจนจากปุ๋ย (Fertilizer–N) และดิน (Soil–N) ที่มีต่อข้าว

ไนโตรเจนที่ข้าวดูดไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตและสะสมอยู่ในต้นข้าวในระยะต่างๆ นั้นได้มาจาก 2 แหล่งใหญ่ๆ คือ ไนโตรเจนในดิน และไนโตรเจนที่มาจากปุ๋ย จากการใช้ปุ๋ยต่างชนิดรวมถึงวิธีการใส่ปุ๋ย ที่แตกต่างกันนั้น มีผลต่อการดูดใช้และสะสมของไนโตรเจนในต้นพืชในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละระยะการเจริญเติบโตอย่างเด่นชัด (รูปที่ 1) เปอร์เซนต์ของปุ๋ยไนโตรเจนในต้นข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยต่างชนิดกัน และในวิธีการใส่ที่แตกต่างกันนั้นแสดงอยู่ในตารางที่ 3 เปอร์เซนต์ของไนโตรเจนที่มาจากปุ๋ย และสะสมอยู่ในต้นพืชจะเพิ่มตามอายุของพืช การใส่ปุ๋ยในรูปของ ปุ๋ยดินปั้น จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยได้อย่างดียิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับการแบ่งใส่หรือใส่เพียงครั้งเดียวในรูปของปุ๋ยรองพื้น โดยปุ๋ยจะไปสะสมในพืชถึงครึ่งหนึ่งของปริมาณไนโตรเจนที่พืชดูดเข้าไป (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ดีไนโตรเจนจากดินยังคงแสดงบทบาทสำคัญในการเพาะปลูกข้าว โดยข้าวจะใช้ไนโตรเจนจากดินตั้งแต่ 50–65% เพื่อสร้างเสริมการเจริญเติบโตในพืช ซึ่งไนโตรเจนจากดินนี้ได้มาจากการปลดปล่อยออกมาจากแหล่งของอินทรีย์ไนโตรเจนในดินเป็นหลัก (Koyama et al. 1973) และการดูดใช้ไนโตรเจนจากดินนั้นส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโตเท่านั้น ทั้งนี้เพราะดินชุดสันทรายมีลักษณะพิเศษเช่นเดียวกับดินชุดบางเขน ซึ่งเป็นดินในเขตร้อนที่แตกต่างจากดินในแถบอบอุ่นโดยสิ้นเชิงคือดินในแถบร้อนจะปลดปล่อยไนโตรเจนในดินให้กับพืชใช้ในปริมาณที่มาก และรวดเร็วในระยะแรกๆ ของการปลูกข้าว หลังจากนั้นการปลดปล่อยก็จะเกิดขึ้นน้อยและช้าลงในระยะท้ายๆ ของการเจริญเติบโตของข้าว ซึ่งลักษณะเช่นนี้ถ้าไม่มีการเพิ่มเติมปุ๋ยให้กับข้าวเลยจะทำให้ข้าวมีไนโตรเจนไม่พอใช้ทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก (ตารางที่ 2) ดังนั้นการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหรือการใช้ในรูปการปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ ในรูปของปุ๋ยดินปั้นก็ดี เท่ากับเป็นการให้ปุ๋ยไนโตรเจนให้กับพืช เพื่อชดเชยในช่วงที่มีการขาดของดินนั่นเอง ดังจะสังเกตเห็นได้ชัดว่าเปอร์เซนต์ไน-

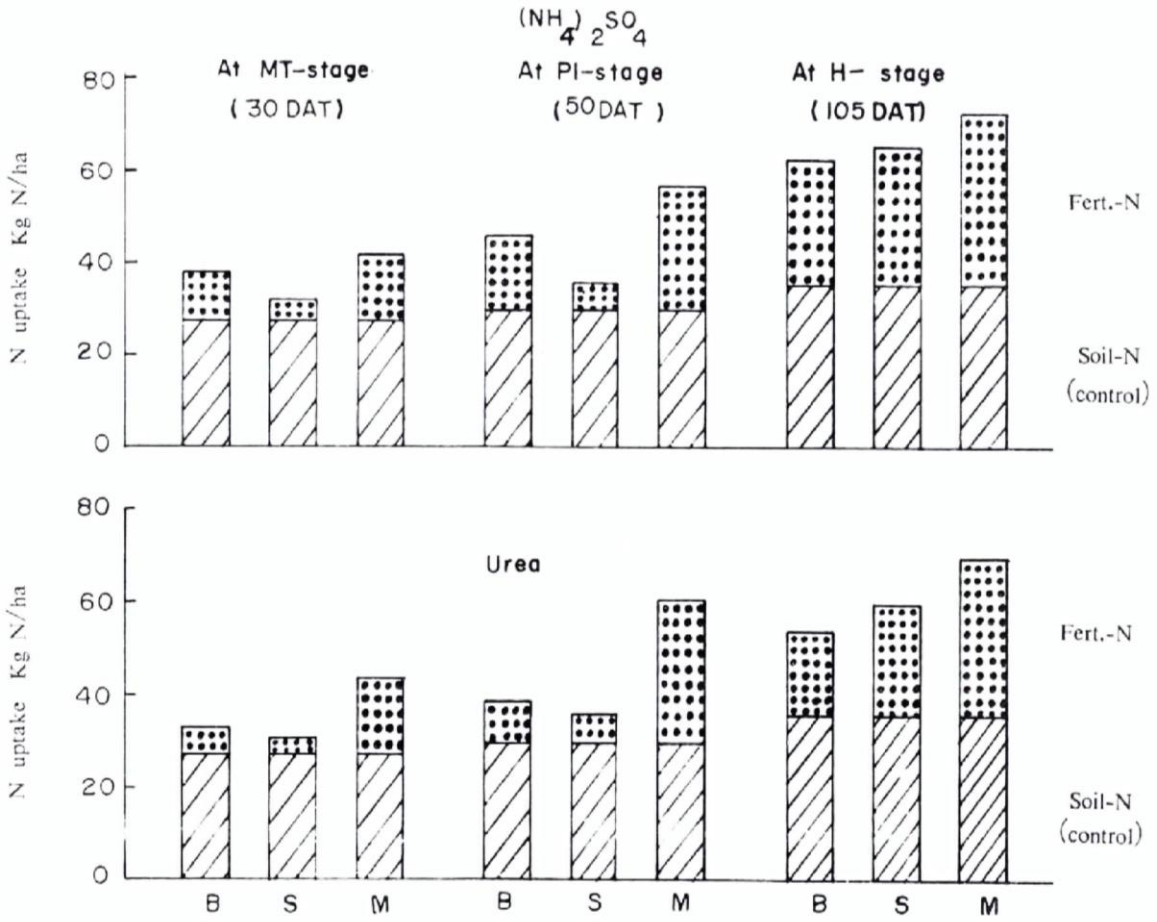


Figure 1 Nitrogen utilization by the rice plant at different growth stages as affected by sources and methods of fertilizer nitrogen application,

MT=Maximum tillering, PI=Panicle Initiation, H=Harvesting, DAT=Day After Transplanting, B=Basal, S=Split, M=Mudball,

โตรเจนในพืชที่มาจากปุ๋ยจะเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในระยะท้าย ๆ ของการเจริญเติบโต เมื่อปุ๋ยนั้น (ไม่ว่าจะเป็นแอมโมเนียมซัลเฟตหรือยูเรีย) มีการแบ่งใส่เป็นระยะ ๆ หรือใส่ในรูปปุ๋ยดินปั้น (ตารางที่ 3)

ชนิดของปุ๋ยและวิธีการใส่ที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ได้ของปุ๋ย

เพื่อให้มีการใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมในดินนาชุดสันทราย โดยปุ๋ยนั้นจะต้องมีความเป็นประโยชน์ได้สูง พร้อมจะให้พืชดูดใช้ได้อย่างดีมีประสิทธิภาพ และมีการสูญเสียน้อยที่สุดด้วย จากการทดลองโดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ชนิด คือแอมโมเนียมซัลเฟตและยูเรียแบ่งใส่เป็น 3 วิธี และติดตามดูการดูดใช้ปุ๋ยโดยข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต (ตารางที่ 4) รวมถึงการสูญเสียปุ๋ยในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตดังกล่าว (ตารางที่ 5) พบว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียม-ซัลเฟตและยูเรียแบบรองพื้น จะทำให้การใช้ปุ๋ยโดยข้าวมีประสิทธิภาพต่ำ โดยยูเรียจะด้อยกว่าแอมโมเนียซัลเฟต ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานการทดลองในประเทศไทย, สหรัฐอเมริกา, ญี่ปุ่น, อินเดีย, ไต้หวันและศรีลังกา (IAEA, 1970) ทั้งนี้เนื่องจากยูเรียเกิดการสูญเสียมากในระยะแรก ๆ ของการเจริญเติบโตของข้าว (จากระยะย้ายกล้าถึงระยะตั้งท้อง) ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 5 โดยสาเหตุแห่งการสูญเสียอาจเนื่องมาจากการเกิด hydrolysis ที่ช้าหรือน้อยในดินชุดสันทราย เพราะมี urease activity ต่ำ ทำให้มีการสะสมของยูเรียอยู่สูงในดิน ยูเรียปกติละลายน้ำได้ดีและไม่ถูกดูดยึดโดยอนุภาคดินเหนียวเช่นเดียวกับไนเตรต (NO) ทำให้เกิดการสูญเสียโดยการชะล้างหรือชะพาได้ง่าย ขณะเดียวกันเมื่อมีการเปลี่ยนรูปเป็น NH เกิดขึ้นน้อย จึงทำให้การดูดใช้ หรือประสิทธิภาพของปุ๋ยต่ำลงไปด้วย (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบกับแอมโม-เนียมซัลเฟต จะเห็นว่ามีเปอร์เซนต์ recovery สูงกว่าในทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้เพราะแอมโมเนียมซัลเฟตแตกตัวให้ NH กับพืชใช้ได้ทันที ถึงแม้จะอยู่ในรูปที่พร้อมจะเป็นประโยชน์ แต่เนื่องจากในระยะแรกของการเจริญเติบโตของข้าวนั้น ต้นข้าวยังเล็กอยู่การเจริญเติบโตและแพร่กระจายของระบบรากยังน้อย ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนมีอยู่สูง ทำให้เกิดการสูญเสียบางส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนไปโดยที่ปุ๋ยบางส่วนยังคงดูดยึดอยู่ กับแร่ดินเหนียวในชั้นใต้ดินที่ขาดออกซิเจนอยู่รวมกับบางส่วนที่ถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นอินทรีย์ไนโตรเจนโดยขบวนการ immobilization ซึ่งปุ๋ยที่ตกค้างอยู่ในดินนี้จะถูกปลดปล่อยออกมาให้กับพืชใช้ได้อีกทำให้มีเปอร์-เซนต์ recovery เพิ่มขึ้นดังตารางที่ 4 ดังนั้นเมื่อมีการแบ่งใส่ปุ๋ยเป็นระยะแล้วจะพบว่าปุ๋ยถูกดูดใช้โดยพืชได้ดีขึ้นในทุกระยะการเจริญเติบโต ยกเว้นในระยะตั้งแต่มีการแตกกอสูงสุดถึงระยะตั้ง

Table 3 Contribution percentages of fertilizer nitrogen at the different growth stage of the rice plant

Growth stage	Ammonium sulfate			Urea		
	Basal	Split	Mudball	Basal	Split	Mudball
	%					
Maximum tillering (30 DAT)	27.8	13.8	34.4	15.6	10.4	37.2
Panicle initiation (50 DAT)	34.2	15.7	47.3	22.7	17.1	50.5
Harvesting (105 DAT)	43.0	45.1	50.8	33.6	39.9	48.6

$$\text{Contribution percentage of fertilizer nitrogen} = \frac{\text{Fertilizer nitrogen in plant}}{\text{Total nitrogen in plant}} \times 100$$

Table 4 Fertilizer nitrogen use efficiency by the rice plant at different growth stage as affected by sources and methods of fertilizer application

Fertilizer Source	Method of N application	Amount of N applied	Fertilizer nitrogen uptake by the rice plant from TP[a] to MT[b] (30 days)	MT to PI[c] (20 days)	PI to H[d] (55 days)	Total plant uptake
		kgN/ha				
$(NH_4)_2SO_4$	Basal	60 (100)	10.6 (17.7)	5.0 (8.3)	11.3 (18.8)	26.9 (44.8)
	Split	60 (24 : 18 : 18)*	4.4 (7.3) [18.3]	1.2 (2.0) [2.9]	23.7 (39.5)	29.3 (48.8)
	Mudball	60 (100)	14.4 (24.0)	12.5 (20.8)	9.9 (16.5)	36.8 (61.3)
Urea	Basal	60 (100)	5.1 (8.5)	3.7 (6.2)	9.3 (15.5)	18.1 (30.2)
	Split	60 (24 : 18 : 18)*	3.2 (5.3) [13.3]	3.0 (5.0) [7.1]	17.5 (29.2)	23.7 (39.5)
	Mudball	60 (100)	16.3 (27.2)	14.3 (23.8)	3.2 (5.3)	33.8 (56.3)

* Fertilizer nitrogen was split into 3 applications at the rate of 24 kgN/ha as basal, each 18 kgN/ha at MT-and PI-stages, repectively.

a, TP = Transplanting

b, MT = Maximum Tillering Stage

c, PI = Panicle Initiation Stage

d, H = Harvesting time

( ), Represented the recovery percentage of total fertilizer-N added

[ ], Represented the recovery percentage of sub fraction-N added at each rice growth stage

Table 5 Amount of fertilizer nitrogen loss during successive growth stages of the rice plant as affected by sources and methods of fertilizer nitrogen application

Fertilizer Source	Method of N application	Amount of N applied	Amount of fertilizer-N loss during period from		
			TP to MT (30 days)	MT to PI (20 days)	PI to H (55 days)
		kgN/ha			
$(NH_4)_2SO_4$	Basal	60	8.4 (14.0)	8.6 (14.3)	3.9 (6.5)
	Split	60 (24:18:18)	5.9 (9.8) [24.6]	3.1 (5.2) [7.4]	3.4 (5.7)
	Mudball	60	4.6 (7.7)	1.1 (1.8)	1.4 (2.3)
Urea	Basal	60	13.9 (23.2)	23.4 (39.0)	0
	Split	60 (24:18:18)	7.1 (11.8) [29.6]	1.3 (2.2) [3.1]	4.0 (6.7)
	Mudball	60	2.3 (3.8)	0.4 (0.7)	5.2 (8.7)

Note : Data in ( ) are expressed as% of total amount of fertilizer-N applied

: Data in [ ] are expressed as% of N added during each period of investigation

ท้องที่ประสิทธิภาพของปุ๋ยต่ำมาก เมื่อตรวจสอบการสูญเสียในตารางที่ 5 พบว่าเกิดน้อยในระยะนี้เช่นกัน แสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่ของปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 1 ยังคงสะสมอยู่ในดิน และปุ๋ยที่เหลือนี้ไปแสดงบทบาทเสริมให้กับปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 2 ทำให้มีการดูดใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้นอย่างมากในระยะตั้งแต่เริ่มการตั้งท้องจนถึงเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 4) ส่วนในกรณีของปุ๋ยดินปั้นนั้น ปุ๋ยถูกใช้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จะเห็นได้ว่าปุ๋ยดินปั้นช่วยลดการสูญเสียของปุ๋ยลงได้อย่างดียิ่งโดยเฉพาะปุ๋ยยูเรีย (ตารางที่ 5) จากการทดลองนี้สามารถกล่าวได้ว่าถ้าหากจะใช้ปุ๋ยยูเรียใส่ให้กับข้าวในดินชุดสันทราย ควรจะใส่ในรูปปุ๋ยดินปั้นจะดีที่สุด

บัญชีสมดุลย์ของปุ๋ยไนโตรเจน (Nitrogen balance sheet)

จากบัญชีสมดุลย์ของไนโตรเจนในตารางที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบกันโดยทั่วๆ ไปแล้วจะเห็นได้ว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าปุ๋ยยูเรียสำหรับดินนาชุดสันทราย โดยพบว่าข้าวมีการดูดใช้ปุ๋ย (ที่ให้โดยวิธีแตกต่างกัน) ตั้งแต่ 45–61% ของปริมาณปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ ในขณะที่ข้าวดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยยูเรียเพียง 30–56% ของปริมาณปุ๋ยที่ใช้ อย่างไรก็ดีพบว่าส่วนใหญ่ของปุ๋ยที่พืชดูดไปใช้ พืชจะนำไปใช้ในการสร้างเมล็ด โดยจะเห็นได้ว่าปริมาณไนโตรเจนสะสมจะมีมากที่สุดในเมล็ด รองลงมาคือส่วนที่เป็นฟางและต้น นอกจากนี้ยังมีปริมาณพอสมควรในส่วนที่เป็นเหง้าและรากของข้าว ซึ่งตามปกติส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เหลือทิ้งอยู่ในดิน นอกจากนี้ยังพบว่ามีปุ๋ยไนโตรเจนบางส่วนเหลือตกค้างอยู่ในดินหลังจากผ่านพ้นระยะการเก็บเกี่ยวไปแล้ว โดยปริมาณการสะสมจะมากน้อยแตกต่างกันไปตามวิธีการใส่ปุ๋ยและชนิดของปุ๋ย การใส่ปุ๋ยแบบแบ่งใส่ ทำให้มีการสะสมของปุ๋ยในดินมากที่สุด รองลงมาคือ ใส่แบบปุ๋ยดินปั้น สุดท้ายคือวิธีใส่ปุ๋ยรองพื้น ยูเรียถ้าใส่แบบ แบ่งใส่ และ แบบปุ๋ยดินปั้นแล้วจะมีโอกาสตกค้างอยู่ในดินได้มากกว่าแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใส่โดยวิธีเดียวกัน จากผลการทดลองสามารถแนะนำได้ว่ายูเรียไม่ควรใส่แบบรองพื้น เพราะเสี่ยงต่อการสูญเสียมาก (62% ของปริมาณปุ๋ยที่ใช้) พืชดูดใช้ได้น้อย เหลือตกค้างในดินน้อยด้วยเช่นกัน และจะเห็นได้ชัดว่าถ้าต้องการให้มีการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพโดยเน้นให้ปุ๋ยนั้นมีการดูดใช้โดยพืชมากที่สุด มีการสูญเสียน้อยที่สุดแล้วละก็ควรจะต้องใส่ปุ๋ยทั้งแอมโมเนียมซัลเฟตและยูเรียในรูปของ ปุ๋ยดินปั้น

Table 6 Balance Sheet of fertilizer nitrogen applied to Sansai paddy soil by different sources and methods of application

Fraction	Ammonium sulfate			Urea		
	Basal	Split	Mudball	Basal	Split	Mudball
	kg N/ha					
Fertilizer-N added	60 (100)	60 (100)	60(100)	60 (100)	60 (100)	60 (100)
Plant uptake	26.9 (44.8)	29.3 (48.8)	36.8 (61.3)	18.1 (30.2)	23.7 (39.5)	33.8 (56.3)
in grain	15.0 (25.0)	16.8 (28.0)	19.3 (32.2)	10.6 (17.7)	11.8 (19.7)	18.1 (30.2)
in straw	10.0 (16.7)	9.4 (15.7)	11.9 (19.8)	5.6 (9.3)	9.4 (15.7)	9.4 (15.6)
in stubble & roots	1.9 (3.1)	3.1 (5.1)	5.6 (9.3)	1.9 (3.2)	2.5 (4.1)	6.3 (10.5)
Fertilizer-N remaining in soil	12.2 (20.3)	18.3 (30.5)	16.1 (26.8)	4.9 (7.7)	23.9 (39.8)	18.3 (30.5)
Total-N recovered in soil-plant system	39.1 (65.2)	47.6 (79.3)	52.9 (88.2)	22.7 (37.8)	47.6 (79.3)	52.1 (86.8)
Fertilizer-N loss	20.9 (34.8)	12.4 (20.7)	7.1 (11.8)	37.3 (62.2)	12.4 (20.7)	7.9 (13.2)

Data in parentheses are expressed as recovery percentage of fertilizer-N added

สรุป

ผลการทดลองพบว่าปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับดินนาชุดสันทราย ควรจะเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตมากกว่ายูเรีย เพราะข้าวมีการดูดใช้ได้ดีกว่ามีการสูญเสียเกิดขึ้นน้อยกว่า สามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าด้วยเช่นกัน แต่ถ้าหากจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยยูเรีย ควรจะต้องใส่ในรูปปุ๋ยดินปั้น จึงจะมีประสิทธิภาพเท่ากับการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

เอกสารอ้างอิง

Bremner, J.M. (1965). Total nitrogen. In. Methods of soil analysis, part 2. Am. Soc. of Agron. No. 9. Madison, Wisconsin, USA : 1149–1176.

Craswell, E.T. and Vlek, P.L.G. (1979). Fate of fertilizer nitrogen applied to Wetland rice. In. Nitrogen and rice. IRRI : 173-192.

Craswell, E.T. and S.K. De Datta. (1980). Recent developments in research on nitrogen fertilizers for rice. IRRI Res. Pap. Ser. 49:1-11.

De Datta, S.K. (1978). Fertilizer management for efficient use in wetland rice soils. In. Soils and rice. IRRI : 671-701.

De Datta, S.K. (1981). Evaluation of nitrogen fertility and increasing fertilizer efficiency in wetland rice soils. Proc. Symp. on Paddy Soil. Inst. of Soil Sci. Press. Beijing : 171–206.

IAEA (1970). Rice fertilization; a six-year isotope study on nitrogen and phosphorus fertilizer utilization. Tech. Rep. Ser. 108:1 184.

IRRI. (1978). Sumnary report (Agronomic data and economic analysis) on the first and second international trials on nitrogen fertilizer efficiency in rice (1975-1977). Los Banos, Philippines : 1-30.

Ishizuka, Y. (1980). The importance of nitrogen for the growth of the rice plant. In. Increasing nitrogen efficiency for rice cultivation. ASPAC. Food. Fert. Tech. Center. Taiwan : 1-12.

Jirapornchaoen, S. (1984). Significance of fertilizer and straw nitrogen in crop production and fertility of lowland rice soil. Ph.D. thesis, Kyushu University, Fukuoka, Japan: 1-330.

Juang, T.C. (1980). Increasing nitrogen efficiency through deep placement of urea supergranules under tropical and subtropical paddy conditions. In. Increasing nitrogen efficiency for rice cultivation. ASPAC. Food. Fert. Tech Center. Taiwan: 83-99.

วารสารเกษตร 3,2 : 147-163 (2530)
Journal of Agriculture 3,2 : 147-163 (1987)

การสงวนสภาพฟิสิกส์ดินและความชื้นในดิน โดยวิธีจัดการหน้าดินสำหรับระบบการปลูกพืช ภายใต้สภาพน้ำฝน

มัตติกา พนมธรนิจกุล

SOIL TILTH AND SOIL WATER CONSERVATION AFFECTED BY SOIL SURFACE MANAGEMENTS FOR CROPPING SYSTEM UNDER RAINFED CONDITION.

Mattiga Panomtaranichagul.

ABSTRACT : The project was set up under rainfed condition in Amphoe Chiang Dao, Chiangmai Province in order to evaluate soil tilth, soil water storage and crop yields affected by different treatments of tillage and mulching. The experiment was in 3 × 2 factorial in Randomized Complete Block Design with 3 replications. The cropping system was wheat, peanut and wheat which had been grown during Oct 1985–Jan 1986, June–Aug 1986 and Oct 1986–Jan 1987 respectively. Soil physical properties were determined as the indices of soil tilth after growing eash crop and soil water storage had been determined at 4 stages of wheat growth. Crop yields were also determined after each crop harvesting. The results for the first year experiment indicated that good soil tilth could be deteriorated by either hoetillage or disk–plow tillage and mulching could conserve more soil water storage than no–mulching practice. Wheat yields gained by disk–plow tillage and no-tillage were higher than by hoe-tillage treatment. The second–year–results for peanut and wheat were similarl. The obtained data showed that disk–plow tillage could improve top soil structure causing lower value of Bulk Density and higher values of Aerated

ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Soil Science and Conservation, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Porosity, Stable Aggregate and Infiltration Rate of top soil layer (0–15 cm) but it tended to induce slightly denser lower subsoil layer (30–45 cm) compared with either hoe–tillage or no tillage treatment. Disk-plow tended to cause smaller amount of top soil water storage during ripening stage of wheat and also caused higher yields of both crops compared with the other tillage treatments. Mulching could protect good soil structure from rain drop impaction, prevent destruction of stable aggregate, conserve greater amount of soil water for every stage of wheat growth and caused higher yields of both crops compared with no-mulching.

บทคัดย่อ : การศึกษา เกี่ยวกับการสงวนสภาพ พีสิกส์ของดิน และความชื้น ในดิน โดยวิธี จัดการหน้าดิน สำหรับระบบการปลูกพืชภายใต้สภาพน้ำฝน ได้กระทำระหว่างเดือนกันยายน 2528 ถึงเมษายน 2530 ในเขต อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินถึงผลกระทบของวิธีการเตรียมดินและคลุมดินต่อสภาพพีสิกส์ของดิน และการเก็บน้ำในดิน รวมทั้งผลผลิตของพืชที่ปลูกภายใต้สภาพน้ำฝน แผนการทดลองได้กระทำ 3 ซ้ำ โดยวางแผนแบบ 3×2 แฟคทอเรียลในระบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) มีการปลูกพืช 3 ช่วง คือ ปลูกข้าวสาลี ถั่วลิสง และข้าวสาลี ในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม 2528–มกราคม 2529, มิถุนายน–สิงหาคม 2529 และ ตุลาคม 2529–มกราคม 2530 ตามลำดับ ได้ประเมินสมบัติทางพีสิกส์ดินบางประการภายหลังปลูกพืชแต่ละชนิด และประเมินปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของข้าวสาลี 4 ระยะด้วยกัน ตลอดถึงการประเมินผลผลิตของพืชที่ได้แต่ละครั้ง ผลการทดลองในปีแรกปรากฏว่าการเตรียมดิน โดยใช้ไถจานหรือใช้จอบเล็กต่างมีผลทำให้สมบัติทางพีสิกส์ดินบางประการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่เหมาะสมมากขึ้น แต่การเตรียมดินด้วยไถจานหรือไม่เตรียมดินต่างทำให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงกว่า การเตรียมดินด้วยจอบเล็ก ส่วนการคลุมดินมีผลในการสงวนน้ำในดินสูงกว่าการไม่คลุมดิน สำหรับการทดลองในปีที่สองจากการจัดการหน้าดินก่อนปลูกถั่วลิสงและปลูกข้าวสาลี ต่างให้ผลคล้ายคลึงกันและแตกต่างจากผลในปีแรกกล่าวคือ การเตรียมดินด้วยไถจานมีผลช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน โดยทำให้ค่าความหนาแน่นรวมลดลง ความจุอากาศ เม็ดดินที่เสถียร (ของดินบน) และอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเตรียมดินด้วยจอบเล็กหรือไม่เตรียมดินเลย นอกจากนี้ไถจานมีแนวโน้มทำให้

ดินชั้นล่าง (30–45 ซม.) แน่นขึ้น และทำให้ความชื้นในชั้นไถพรวนลดลง แต่ให้ผลผลิตแก่พืชที่ปลูกทั้งสองฤดูสูงกว่าการใช้จอบเล็กหรือการไม่เตรียมดินเลย การคลุมดินช่วยปกป้องโครงสร้างที่ดีของดินจากการกระแทกของเม็ดฝน ป้องกันการทำลายเม็ดดินที่เสถียร และช่วยสงวนความชื้นสำหรับการเจริญเติบโตของข้าวสาลีในช่วงต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีและมีผลทำให้ผลผลิตของพืชทั้งสองฤดูสูงกว่าการไม่คลุมดิน

คำนำ

วิธีปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการหน้าดิน เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพที่ดีของดินและสงวนน้ำในดินอาจกระทำได้หลายวิธี เป็นต้นว่าใช้วิธีการไถพรวนดินเพื่อให้หน้าดินเกาะกันหลวมขึ้น มีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินดีขึ้น และตัดการเคลื่อนที่ของน้ำขึ้นสู่ผิวดินโดยขบวนการคาปิลลารี่ หรืออาจใช้วัสดุคลุมดินเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำโดยการระเหยจากผิวดินในฤดูแล้ง และเพื่อป้องกันการทำลายโครงสร้างของผิวหน้าดิน จากการกระแทกของเม็ดฝน การไม่ไถพรวนดินเลยก็เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยให้ดินมีโอกาสสร้างตัว และเสริมสร้างสมบัติที่ดีทางกายภาพ มีรายงานต่าง ๆ ที่ขัดแย้งกันพอสมควรเกี่ยวกับการเตรียมดิน อาทิเช่น การไถดินด้วยจานไถและใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ อาจมีผลเสียต่อการทำลายโครงสร้างดิน และก่อให้เกิดดินดานใต้ชั้นไถพรวน (Hillel 1980) แต่ขณะเดียวกันก็อาจช่วยในการกักเก็บน้ำในดินเพิ่มขึ้นโดยเพิ่มอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน และลดการสูญเสียน้ำจากดินล่างในการระเหยโดยตัดคาบิลลารี่ที่ขึ้นมาจากดินชั้นล่าง การไถพรวนดินอาจทำให้ดินโปร่งขึ้น และในทางกลับกันอาจทำให้เกิดการอัดแน่นขึ้นกว่าเดิมก็ได้ ขึ้นกับระดับความชื้นของดินขณะไถพรวนและชนิดของดิน (Burwell et al. 1966) และนอกจากนี้ยังขึ้นกับวิธีการไถพรวน หรือชนิดของเครื่องจักรกลอีกด้วย (Voorhees et al. 1978) การใช้วิธีเพาะปลูกโดยไม่ไถพรวน ซึ่งกำจัดวัชชพืชโดยวิธีใช้ยากำจัดวัชชพืช ก่อนการเพาะปลูกเป็นที่นิยมปฏิบัติกันทั่วไปในปัจจุบัน และเชื่อกันว่าเป็นวิธีการที่ทำให้การใช้น้ำของพืชมีประสิทธิภาพดีขึ้น เนื่องจากลดการระเหยน้ำและเพิ่มอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเป็นต้น แต่ก็มีรายงานว่าวิธีการดังกล่าวสามารถลดอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยเพิ่มการไหลบ่าของหน้าดินได้เช่นกัน (Lindstrom et al. 1981)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่า ผลของการจัดการหน้าดินเพื่อสงวนสภาพฟิสิกส์ดินและความชื้นในดินยังสรุปให้แน่นอนไม่ได้ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของดิน วิธีการเตรียมดินและสภาพ

พื้นที่แต่ละแห่ง โดยเฉพาะการปลูกพืชภายใต้สภาพน้ำฝนยังมีการศึกษากันน้อยมาก ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาถึงวิธีการจัดการหน้าดิน เพื่อวัตถุประสงค์ในการประเมินถึงผลกระทบของการเตรียมดินโดยการไถดินด้วยเครื่องจักรกล การใช้จอบเล็กเตรียมดินและการคลุมดินด้วยเศษพืชต่อการสงวนสมบัติทางฟิสิกส์ดิน ความชื้นในดินและผลผลิตของพืชที่ปลูกภายใต้สภาพน้ำฝน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการปรับปรุงการผลิตพืชภายใต้สภาพน้ำฝนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ได้ทำการปลูกพืช 3 ครั้งคือ ข้าวสาลีพันธุ์อิเนีย-66 ในช่วงฤดูฝนถึงต้นฤดูแล้งระหว่างวันที่ 15 ตุลาคม 2528-30 มกราคม 2529 สลับกับถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน-9 ในช่วงฤดูฝนระหว่างวันที่ 10 มิถุนายน-30 สิงหาคม 2529 และปลูกข้าวสาลีพันธุ์เดิมอีกในช่วงวันที่ 25 กันยายน 2529-17 มกราคม 2530 ตามลำดับ บนดินชุดปากช่องเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 750 เมตร ณ บริเวณหมู่บ้านหนองเขียว ต. เมืองนะ อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่ และมีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยตลอดปีไม่เกิน 1,000 มม.

1. การทดลองประกอบด้วยวิธีการเตรียมดิน 3 วิธี ซึ่งได้แก่การไม่ไถพรวนดินเลย และกำจัดวัชชพืชด้วยการฉีดยากำจัดวัชชพืช (T_0) การเตรียมดินโดยใช้จอบขุดดินและสับพรวนด้วยจอบเล็กซึ่งกระทำด้วยมือ(T_1) และวิธีการเตรียมดินโดยใช้ไถจานติดรถแทรกเตอร์ทำการไถพรวนดิน(T_2) นอกจากนี้วิธีการจัดการหน้าดินอีก 2 วิธี คือการไม่คลุมดินด้วยวัสดุใด ๆ (M_0) และการคลุมดินด้วยเศษพืชหรือตอซังที่จัดหาได้ในท้องถิ่น (M_1) ฉะนั้นวิธีจัดการหน้าดินก่อนการปลูกจึงประกอบด้วยตำรับต่างๆ 6 ตำรับด้วยกันคือ T_0M_0, T_0M_1, T_1M_0, T_1M_1, T_2M_0 และ T_2M_1 การทดลองนี้ วางแผนแบบ แฟคทอเรียล ในรูป ของ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 3 ซ้ำ โดยใช้แปลงทดลองขนาด 4×5 ตารางเมตรจำนวน 18 แปลง

2. ในระหว่างปลูกข้าวสาลีทั้งสองครั้งได้ทำการวัดความชื้นในดิน โดยวิธีเก็บตัวอย่างดินและชั่งน้ำหนักก่อนอบและหลังอบดินโดยตรง (gravimetric method) ทุก ๆ ช่วง 15 ซม. จนถึงความลึก 90 ซม. เพื่อประเมินปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของข้าวสาลีคือ ช่วงเริ่มเจริญ ช่วงออกดอก ช่วงออกรวง และช่วงแก่ใกล้เก็บเกี่ยว

3. ภายหลังปลูกพืชแต่ละครั้งได้ทำการวัดสมบัติ ทางฟิสิกส์ของดินแต่ละ แปลงคือ ความหนา แน่นรวม (Bulk Density, BD.) โดยวิธี Core method ความจุอากาศ (Aerated Porosity, AP)

ซึ่งคำนวณจากผลต่างระหว่างความพรุนทั้งหมดของดิน และความจุความชื้นในสนามของดินในช่วงความลึกต่าง ๆ ตั้งแต่ 0–90 ซม. และวัดเม็ดดินที่เสถียร (Stable Aggregate, SA) โดยวิธีร่อนด้วยตะแกรงในน้ำ (wet sieving method) รวมทั้งอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน (Infiltration Rate, IR) โดยใช้วิธี Double ring method.

4 ผลผลิตของข้าวสาลีเก็บเกี่ยวโดยวิธีใช้มีดตัดที่โคนต้น ในพื้นที่ซึ่งสุ่มเก็บครั้งละ 1 ตารางเมตร เป็นจำนวน 3 ตารางเมตรต่อ 1 แปลงทดลองหรือ 1 ตำรับ อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 55° ซ เป็นเวลาประมาณ 3 วัน แล้วชั่งน้ำหนักของเมล็ดพร้อมทั้งรวง และน้ำหนักแห้งทั้งหมดของส่วนที่อยู่เหนือดิน คำนวณค่าเฉลี่ยของผลผลิตส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ส่วนผลผลิตถั่วลิสงได้จากการเก็บตัวอย่างโดยวิธีถอนเก็บผัก แล้วใช้มีดตัดโคนต้นแยกรากออก โดยสุ่มเก็บครั้งละ 1 ตารางเมตรเป็นจำนวน 3 ตารางเมตรต่อ 1 แปลงทดลอง ล้างดินออกจากฝักถั่วลิสงแล้วอบฝักถั่วพร้อมทั้งต้น ที่อุณหภูมิ 55° ซ เป็นเวลา 3 วัน แกะฝักถั่วและชั่งน้ำหนักเมล็ด เปลือกฝัก, ลำต้นและใบ น้ำหนักแห้งทั้งหมด (ไม่รวมราก) และน้ำหนัก 100 เมล็ด คำนวณค่าเฉลี่ยของผลผลิตต่าง ๆ ที่ได้ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร

5. วิเคราะห์ผลทางสถิติจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น เพื่อประเมินถึงผลกระทบของการจัดการดินโดยวิธีต่าง ๆ ต่อสภาพฟิสิกส์ดิน การสงวนความชื้นในดินและผลผลิตของพืชที่ปลูกแต่ละครั้งภายใต้สภาพน้ำฝน (สำหรับผลการทดลองรายงานเฉพาะบางส่วนเท่านั้น)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของการจัดการหน้าดินต่อสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของดิน

ผลกระทบของการจัดการหน้าดินโดยวิธีต่าง ๆ ต่อค่าเฉลี่ยของสมบัติทางฟิสิกส์ดินบางประการได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า หลังการปลูกข้าวสาลีปีแรก การเตรียมดินด้วยจอบเล็ก (T_1) มีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดิน (BD) เป็น 1.16 กรัม/ลบ.ซม. ซึ่งสูงกว่าการเตรียมดินด้วยไถจาน (T_2) ที่ให้ค่า BD = 1.12 กรัม/ลบ.ซม. และต่างก็ให้ค่าสูงกว่าวิธีไม่เตรียมดิน (T_0) ซึ่งให้ค่า BD เป็น 1.06 กรัม/ลบ.ซม. ส่วนความจุอากาศ (AP) เม็ดดินที่เสถียร (SA) และอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน (IR) ของดินที่มีการเตรียมดินด้วยไถจานมีค่าเป็น 16.2 %, 42.2 % และ 43.2 ซม. / ชม. ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับผลของการเตรียมดินด้วยจอบเล็ก ที่ให้ค่าดังกล่าวเป็น 13.1 %, 42.8 % และ 42.0 ซม. / ชม. แต่การไม่เตรียมดิน

เลย (T_0) ทำให้ค่าสมบัติดังกล่าวสูงกว่าวิธีการเตรียมดินทั้งสองวิธี โดยให้ค่าเฉลี่ยเป็น 21.7 %, 46.6 % และ 67.7 ซม. / ชม. ตามลำดับ ผลข้างต้นกล่าวได้ว่าการเตรียมดินด้วยจอบเล็กหรือไถจานต่างก็ทำให้ดินบนเริ่มอัดแน่นกว่าการไม่เตรียมดิน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการไถเตรียมดินทำให้เม็ดดินแตกกระจายมากขึ้น ประกอบกับอินทรีย์วัตถุที่ไถกลบยังมีการสะสมน้อยทำให้การสร้างเม็ดดินที่เสถียรมีน้อย เมื่อดินส่วนล่างใต้ผิวดินโดนพลิกขึ้นมา ย่อมเป็นการทำให้เม็ดดินที่ไม่เสถียรแตกกระจายมากขึ้น ทำให้เม็ดดินเล็ก ๆ เรียงตัวอัดกันแน่นขึ้น เป็นผลให้การถ่ายเทอากาศและอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่เตรียมดิน ส่วนการคลุมดินช่วยป้องกันเม็ดดินไม่ให้แตกกระจายจากการกระแทกของเม็ดฝน และอาจควบคุมอุณหภูมิบริเวณผิวดินให้เหมาะสม จึงทำให้เม็ดดินที่เสถียรมีค่า 44.8 % ซึ่งสูงกว่ากรณีที่ไม่คลุมดินคือ 42.9 % อย่างไรก็ดีการคลุมดินในปีแรก ไม่มีผลต่อสมบัติทางฟิสิกส์อื่น ๆ ของดินเลย

Table 1 The average values of Bulk Density (BD), Aerated Porosity (AP), Stable Aggregate (SA) and Infiltration Rate (IR) of top soil as influenced by different soil surface managements after growing wheat (Inia-66)(Triticum aestivum.) in 1985-1986; peanut (Tainan-9)(Arachis hypogaea L.) in 1986 and wheat in 1986-1987. respectively.

Soil surface treatment	Average some physical properties of top soil			
	BD gm/cm^3	AP (% v/v)	SA (% w/w)	IR (cm/hr)
Growing wheat; 1985-1986				
T_0	1.06^c	21.7^a	46.6^a	67.7^a
T_1	1.16^a	13.1^c	42.8^b	42.0^b
T_2	1.12^b	16.2^b	42.2^b	43.2^b
M_0	1.11	16.4	42.9^b	50.6
M_1	1.11	17.6	44.8^a	51.3
Growing peanut; 1986				
T_0	1.01^a	23.9^b	76.9	40.0^b
T_1	1.02^a	23.7^b	77.5	39.9^b
T_2	0.96^b	29.0^a	78.1	42.5^a
M_0	1.00	24.2^b	75.7^b	34.9^b
M_1	0.99	26.8^a	79.2^a	46.8^a
Growing wheat; 1986-1987				
T_0	1.04^a	15.8^b	77.8^c	41.1^c
T_1	1.00^b	18.6^b	85.7^b	63.6^b
T_2	0.95^c	24.3^a	92.0^a	71.6^a
M_0	1.00	18.3^a	81.0^b	51.5^b
M_1	0.99	21.4^a	89.3^a	66.0^a

a,b,c- Means with different Superscripls differ at least at 5% level

T_0 = No-tillage M_0 = No-mulching

T_1 = Tillage by hoe with hand M_1 = Mulching

T_2 = Tillage by disk-plow

ผลการเตรียมดินและการคลุมดินสำหรับการปลูกถั่วลิสง และข้าวสาลีในปีที่สองปรากฏว่าหลังปลูกถั่วลิสง การเตรียมดินด้วยไถจานทำให้ดินมีลักษณะโปร่งขึ้น โดยมีค่า BD, AP และ IR เป็น 0.96 กรัม/ลบ.ซม., 29.0% และ 42.5 ซม./ชม. ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าสมบัติดินที่มีสภาพโปร่งกว่าผลจากการเตรียมดินด้วยจอบเล็ก ซึ่งให้ค่าดังกล่าวเป็น 1.02 กรัม/ ลบ.ซม. 23.7% และ 39.9 ซม./ชม. และโปร่งกว่าการไม่เตรียมดินที่ให้ค่าเป็น 1.01 กรัม/ลบ.ซม., 23.9 % และ 40.0 ซม./ชม. ตามลำดับ ส่วนผลการเตรียมดินสำหรับการปลูกข้าวสาลีในปีที่สอง ให้ผลคล้ายคลึงกันกับผลจากการปลูกถั่วลิสงคือ การเตรียมดินด้วยไถจานทำให้ดินโปร่งกว่าการใช้จอบเล็กและการใช้จอบเล็กทำให้ดินโปร่งกว่าการไม่เตรียมดิน ซึ่งสังเกตได้จากการใช้ไถจาน, จอบเล็กและไม่เตรียมดิน ต่างมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของ BD เป็น 0.95, 1.00 และ 1.04 กรัม/ลบ.ซม. AP เป็น 24.3, 18.6 และ 16.8% SA เป็น 92.0, 85.7 และ 77.8% และ IR เป็น 71.6, 63.6 และ 41.1 ซม./ชม. ตามลำดับ สำหรับการคลุมดินในการปลูกพืชทั้งสองครั้งในปีที่สอง ให้ผลทำนองเดียวกันคือทำให้ค่าเฉลี่ยของ AP, SA และ IR ต่างสูงกว่าผลการไม่คลุมดิน ผลการทดลองในปีที่สองแตกต่างจากปีแรกอาจเนื่องจาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีการสะสมมากขึ้น และการใช้ไถจานมีโอกาสกลบอินทรีย์วัตถุมากขึ้น ประกอบกับมีการพลิกกลับของผิวดินที่ไถกลบในปีแรกทำให้ผิวหน้าดินมีความโปร่งและเม็ดดินที่เสถียรมากกว่า เป็นเหตุให้การซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเตรียมดินด้วยจอบเล็ก หรือการไม่เตรียนดิน นอกจากนี้การปลูกถั่วลิสงอาจส่งผลตกค้างในด้านการเกิดเม็ดดินขณะมีการเจริญของฝักถั่วใต้ผิวดิน ทำให้เม็ดดินจับกันแน่นขึ้น และมีความคงทนสูงขึ้น เป็นผลให้ปริมาณเม็ดดินเสถียรมีมากขึ้นจึงทำให้ดินมีการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลการเตรียมดินในปีแรก งานทดลองนี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์หลายท่านอาทิ เช่น Burwell et al. (1968), Linstrom and Onstad (1982) และ Johnson and Moldenhaver (1979)

ผลการคลุมดินในปีที่สองมีเหตุผลอธิบายได้เช่นเดียวกับผลของปีแรก แต่มีความเด่นชัดกว่า ทำให้ค่าเฉลี่ยต่าง ๆ มีค่าสูงกว่าผลของปีแรก ทั้งนี้อาจเนื่องจากความหนาของชั้นวัสดุคลุมดินมีมากขึ้น เนื่องจากผลตกค้างจากซากพืชในปีแรก จึงมีผลป้องกันการกระทบของเม็ดฝนมากขึ้น ทำให้ปริมาณเม็ดดินเสถียรเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด อย่างไรก็ดีปริมาณเม็ดดินที่เสถียรภายหลังปลูกพืชในปีที่สองมีปริมาณสูงกว่าปีแรกในทุกกรณีอย่างเด่นชัด ทั้งนี้อาจเนื่องจากอิทธิพลของรากพืชและฝักถั่วลิสงซึ่งอยู่บริเวณดินชั้นบนต่อให้เกิดการสร้างเม็ดดินสะสมมากขึ้น

ผลการจัดการหน้าดิน ต่อสมบัติฟิสิกส์ บางประการของดินชั้นล่าง ยังไม่แน่นอนและเด่นชัดเท่าที่ควร อย่างไรก็ตามการเตรียมดินด้วยไถจาน มีแนวโน้มทำให้ดินล่างมีการอุ้มน้ำดีขึ้น โดยลดการระบายน้ำและอากาศลง ซึ่งจะเห็นได้จากรูปกราฟรูปที่ 1 ซึ่งแสดงการกระจายความจุอากาศของดินในช่วงความลึก 0–90 ซม. ภายหลังปลูกข้าวสาลีทั้งสองครั้ง ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวจะเด่นชัดขึ้นเมื่อกระทำการเตรียมดินเช่นนี้ไปหลาย ๆ ปี (Voorhees 1979)

ผลการจัดการหน้าดินต่อการสงวนความชื้นในดิน

ผลค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นในดิน ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า การปลูกข้าวสาลีในปีแรกในช่วงออกดอก ผลของการเตรียมดินด้วยจอบเล็กทำให้ดินชั้น 0–15 ซม. มีปริมาณความชื้นเป็น 64.0 มม. ซึ่งสูงกว่าผลของการเตรียมดินด้วยไถจานหรือการไม่เตรียมดิน ซึ่งมีปริมาณความชื้นเป็น 59.7 และ 58.2 มม. ตามลำดับส่วนในช่วงสุกแก่ใกล้เก็บเกี่ยวนั้น การเตรียมดินด้วยจอบเท่านั้นที่มีผลทำให้การสงวนน้ำในดินลึก 0–90 ซม. มีค่าสูงกว่าการไม่เตรียมดิน

ส่วนการปลูกข้าวสาลีในปีที่สอง พบว่าการเตรียมดินด้วยไถจานทำให้ดินสงวนความชื้นในชั้น 0–15 ซม. ได้น้อยกว่าการเตรียมดินด้วยจอบ หรือการไม่เตรียมดินโดยเฉพาะในช่วงสุกแก่ของข้าวสาลี ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การเตรียมดินโดยจอบเล็กหรือไถจานนั้น แม้จะตัดการต่อเนื่องของช่องคาปิลลารี่ได้ก็ตาม แต่การสูญเสียความชื้นในดินโดยการเคลื่อนที่จากดินล่างขึ้นสู่ดินบน โดยขบวนการคาปิลลารี่นั้น จะไม่แตกต่างกันจากการไม่เตรียมดินเลย เพราะขบวนการเคลื่อนที่ ของน้ำในดิน โดยแรงคาปิลลารี่นั้น จะมีความสำคัญ เมื่อดินมี ความชื้น ในระดับใกล้อิ่มตัวหรือใกล้เคียงความจุความชื้นในสนามเท่านั้น (Baver 1968) และปรากฏการณ์นี้ควรจะเกิดขึ้นชัดเจนในช่วงฤดูแล้งเท่านั้น ฉะนั้นในปลายฤดูฝนหรือช่วงออกดอกของข้าวสาลี ยังมีฝนตกในปริมาณที่ไม่แน่นอน แม้ระดับความชื้นในดินสูง แต่ขบวนการเคลื่อนที่ของน้ำจากแรงคาปิลลารี่น่าจะเป็นจากดินบนลงสู่ดินล่างมากกว่า ดังนั้นผลของการเตรียมดินด้วยจอบเล็กต่อปริมาณความชื้นดินในปีแรก จึงน่าจะมีผลจากการที่ดินมีความจุอากาศน้อย ซึ่งหมายถึงความจุความชื้นในสนามสูง จึงมีการกักเก็บน้ำได้ดีกว่ากรณีการใช้ไถจานหรือการไม่เตรียมดิน ส่วนในปีที่สองนั้นการเตรียมดินด้วยไถจานทำให้ดินชั้นบน (0–15 ซม.) โปร่งขึ้น มีพื้นที่ผิวสัมผัสอากาศมากขึ้น จึงมีการระเหยสูงขึ้นโดยเฉพาะในช่วงสุกแก่ของข้าวสาลี จะมีปริมาณความชื้นในชั้นดินบนต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลการเตรียมดินด้วยจอบเล็กหรือการไม่เตรียมดิน

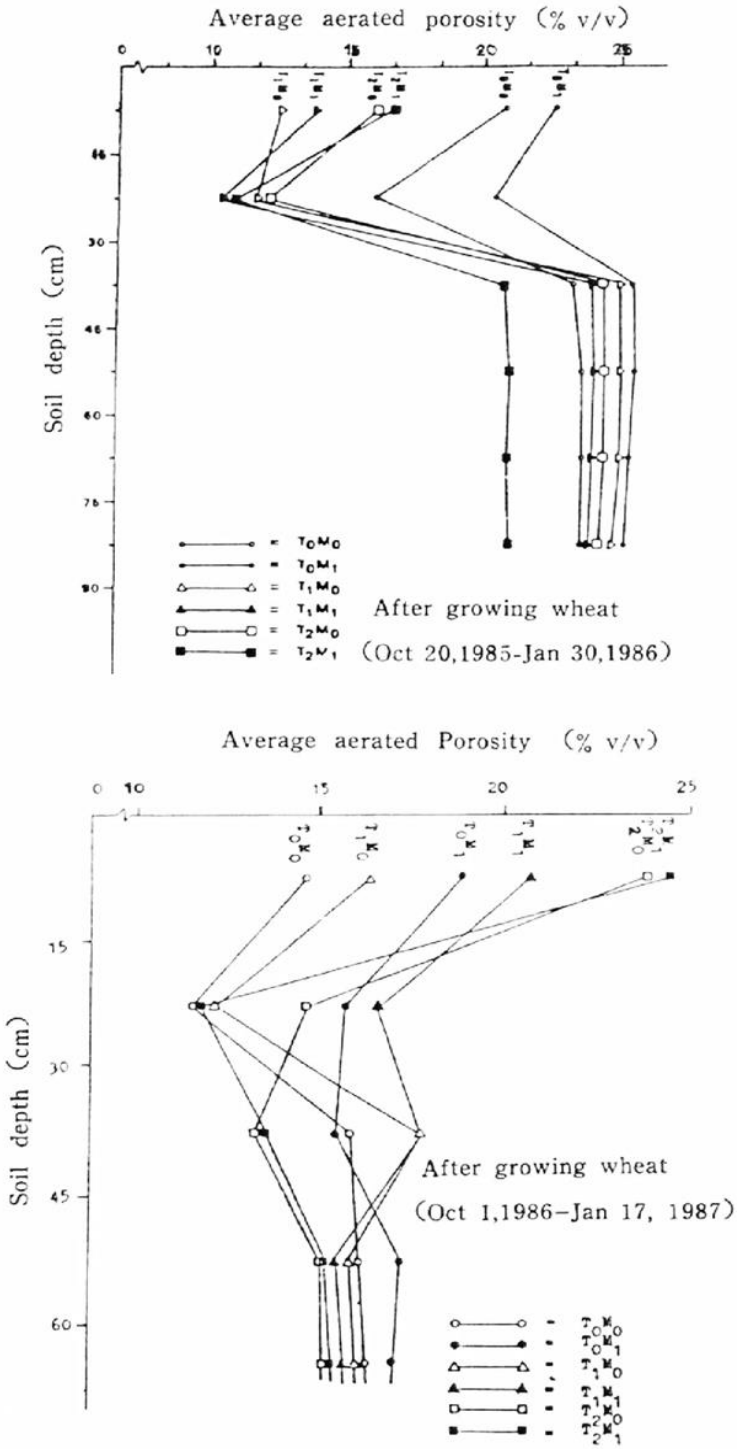


Figure 1 The distribution of average Aerated Porosity along the soil profile affected by different soil surface managements after growing wheat in the first and the second year respectively

Table 2 The average soil water storage within the soil profile during different stages of wheat growth in October 1985-January 1986 and October 1986-January 1987 as influenced by different soil surface managements under rainfed condition.

Stages of wheat growth	Average soil water storage (mm.) within each soil depth (cm.)					
	Wheat growth 1985-1986			Wheat growth 1986-1987		
	0-15	15-30	0-90	0-15	15-30	0-90
Flowering Stage						
T_0	58.2^b	64.4^b	360.0	37.3	51.4	302.5
T_1	64.0^a	69.0^a	366.4	35.8	51.4	300.1
T_2	59.7^b	66.2^b	361.3	33.3	52.1	298.1
M_0	60.1	65.3	360.2	32.6^b	48.9^b	291.8^b
M_1	61.1	67.8	364.9	38.3^a	54.5^a	308.6^a
Yield Formation Stage						
T_0	41.3	51.1	291.7	33.2	44.0	268.0
T_1	45.3	54.4	300.7	33.3	42.6	263.6
T_2	45.1	53.2	296.8	32.4	43.3	267.5
M_0	41.8	50.0^b	283.6^b	31.9^b	41.9^b	258.0^b
M_1	46.0	56.2^a	309.2^a	34.1^a	44.7^a	274.7^a
Ripening Stage						
T_0	33.5	42.8	260.4^b	48.3^a	49.6	307.9
T_1	35.8	47.2	273.9^a	46.6^a	55.2	327.9
T_2	33.5	44.8	266.1^{ab}	41.9^b	49.9	294.9
M_0	33.3	43.6	262.4^b	43.6^b	48.6^b	293.5^b
M_1	35.2	46.2	271.2^a	47.7^a	54.5^a	327.0^a

Different letter (a,b or c) means that the average values are significantly different at least 5 % level.

T_0 = No-tillage
T_1 = Tillage by hoe with hand
T_2 = Tillage by disk-plow
M_0 = No-mulching
M_1 = Mulching

การคลุมดินอาจมีส่วนทำให้อุณหภูมิดินโดยเฉพาะผิวดินต่ำกว่าการไม่คลุมดิน จึงช่วยลดอัตราการระเหยน้ำจากผิวดินได้ดีกว่า และเนื่องจากอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่า จึงช่วยสงวนความชื้นในดินตลอดโปรไฟล์ดินไว้ได้มากกว่ากรณีที่ไม่คลุมดินในทุก ๆ ช่วงของการเจริญเติบโตของข้าวสาลี

นอกจากนี้การกระจายความชื้นในโปรโฟล์ดิน ซึ่งเป็นผลกระทบจากอิทธิพลของการจัดการหน้าดิน โดยการเตรียมดินและคลุมดินในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของข้าวสาลีที่ปลูกทั้งสองครั้งนั้น ได้แสดงให้เห็นเด่นชัดขึ้น ในรูปของกราฟการกระจายความชื้นในดินในช่วงต่าง ๆ ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ซึ่งจะเห็นว่าการคลุมดินในเกือบทุกกรณีของการเตรียมดินมีผลอย่างเด่นชัดต่อการสงวนความชื้นในดินโดยเฉพาะดินลึก 0–30 ซม. สำหรับการกระจายความชื้นทั้งหมดในโปรไฟล์ดินในช่วงเดือนต่าง ๆ ระหว่างฤดูกาลเพาะปลูกข้าวสาลี ทั้งสองครั้งได้แสดงไว้ในรูปที่ 4 A และ B ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่า ปริมาณความชื้นทั้งหมดที่กักเก็บไว้ในโปรไฟล์ดินช่วงความลึก 0–90 ซม. นั้น ในแต่ละเดือนผันแปรอย่างยิ่งทั้งนี้ขึ้นกับการกระจายของฝน และสามารถสงวนไว้ในดินได้โดยวิธีการคลุมดินเท่านั้น ส่วนวิธีการเตรียมดินนั้นยังให้ผลไม่แน่นอน

ผลของการจัดการหน้าดินต่อผลผลิตของพืชที่ปลูกทั้ง 3 ครั้ง

ค่าเฉลี่ยจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลผลิตข้าวสาลีในปีแรก ถั่วลิสงและข้าวสาลีในปีที่สอง แสดงไว้ในตารางที่ 3 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การปลูกข้าวสาลีในปีแรก โดยการเตรียมดินด้วยจอบเล็กทำให้ผลผลิตต่ำสุด น้ำหนักเมล็ด, น้ำหนักต้นและน้ำหนักรวมทั้งหมดมีค่าเป็น 35.83, 59.89 และ 95.72 กรัม/ตรม. ตามลำดับซึ่งต่ำกว่าผลจากการเตรียมดินด้วยไถจาน ซึ่งให้ผลผลิตดังกล่าวเป็น 54.95, 76.44 และ 131.39 กรัม/ตรม. และต่ำกว่าผลจากการไม่เตรียมดินซึ่งให้ผลผลิตเป็น 51.81, 100.63 และ 152.44 กรัม/ตรม. ตามลำดับ ผลการคลุมดินในปีแรกทำให้น้ำหนักข้าวสาลีต่ำกว่าการไม่คลุมดิน สำหรับปีที่สองการเตรียมดินด้วยไถจาน ทำให้น้ำหนักเมล็ดข้าวสาลี, น้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสง และข้าวสาลี และน้ำหนักแห้งทั้งหมดของข้าวสาลีสูงกว่าการเตรียมดินด้วยจอบเล็ก หรือการไม่เตรียมดิน ส่วนการคลุมดินก็มีผลทำให้น้ำหนักข้าวสาลี และน้ำหนักต้นข้าวสาลีและถั่วลิสง และน้ำหนักแห้งรวมของข้าวสาลีและถั่วลิสงต่างสูงกว่ากรณีไม่คลุมดิน ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า การเตรียมดินด้วยไถจานนั้นส่งเสริมให้สมบัติกายภาพของดินดีขึ้น และสามารถกำจัดวัชพืชในระยะต้น ๆ ได้ดีกว่าการเตรียมดินด้วยจอบเล็กหรือการไม่เตรียมดิน จึงทำให้ได้ผลผลิตที่ดีกว่า ส่วนการคลุมดินช่วยทำให้สภาพทางฟิสิกส์ดินดีขึ้น และสงวนความ

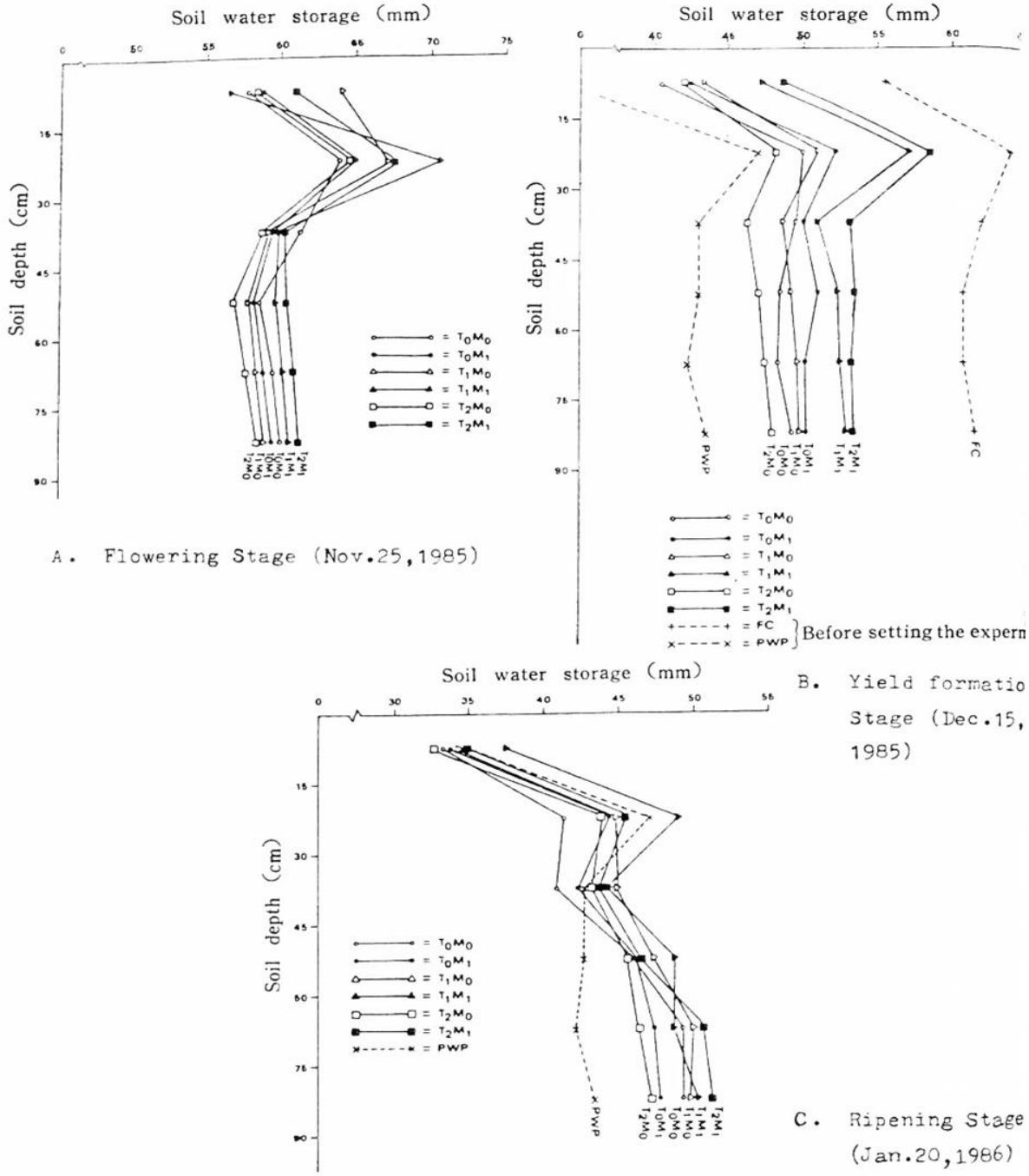


Figure 2 Soil water storage distribution along the soil profile affected by different soil surface managements at each stage of wheat growth during the first-year-experiment.

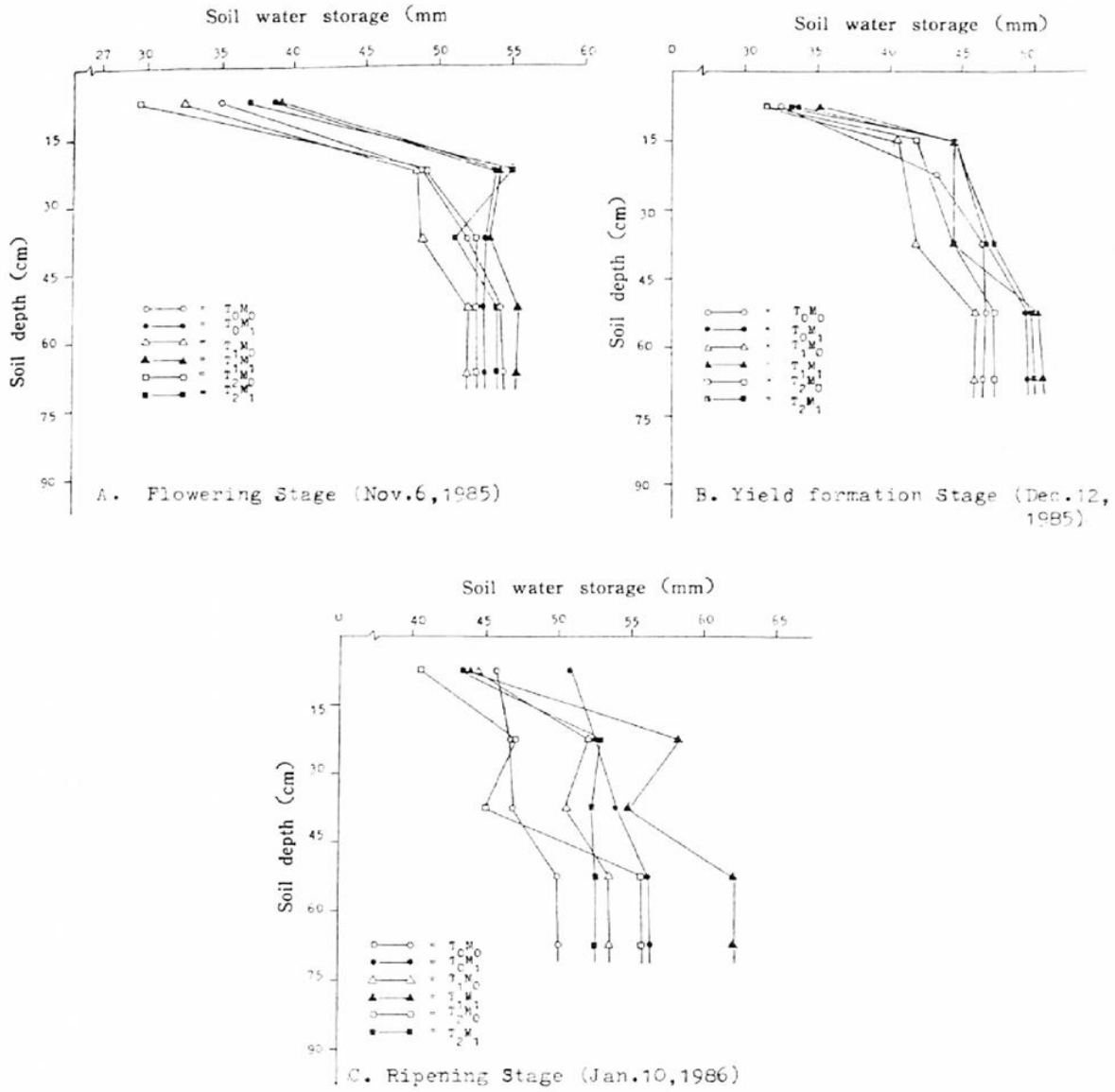
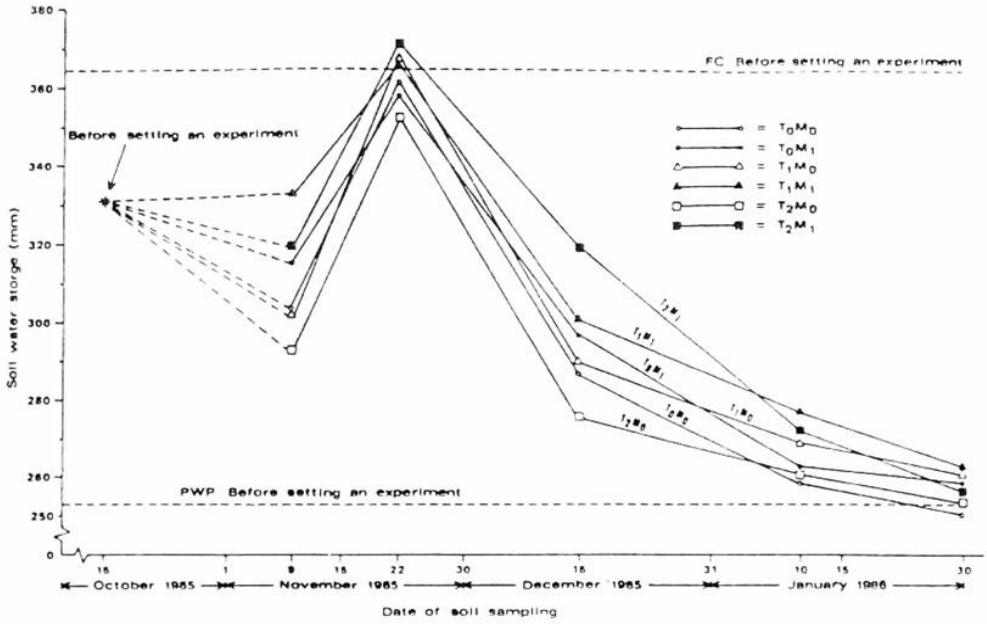
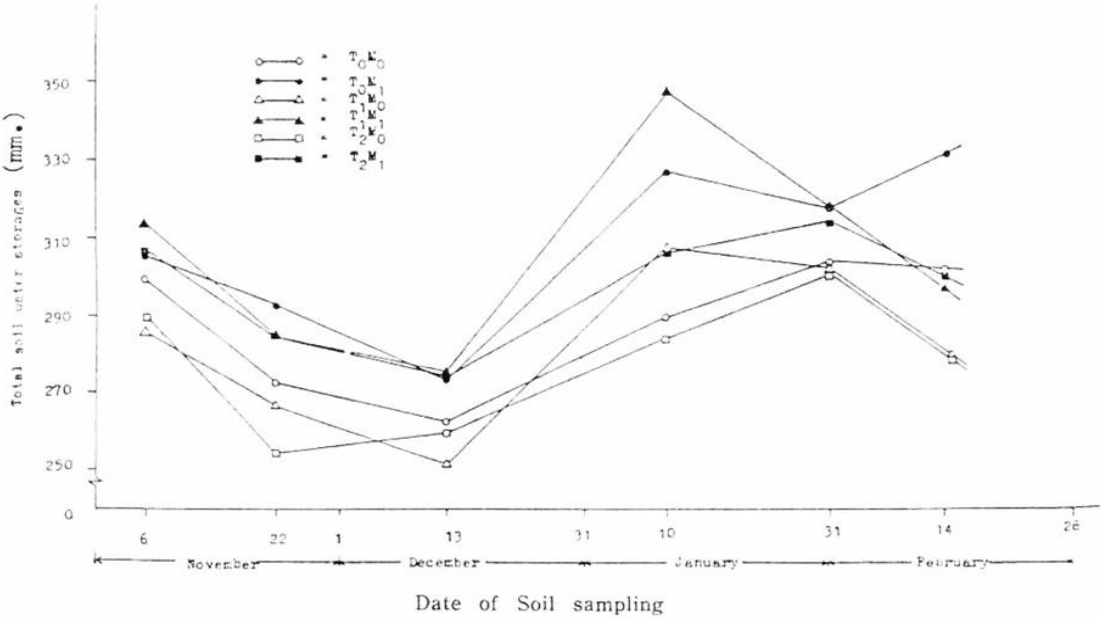


Figure 3 Soil water storage distribution along the soil profile affected by different soil surface managements at each stage of wheat growth during the second-year-experiment.



A. During growing wheat (first year experiment)



B. During growing wheat (The secand year experiment)

Figure 4 The variation of total soil water storage within 0-90 cm. soil depth at different periods of wheat growth (A) in the first year and (B) in the second year, as affected by different soil surface managements.

Table 3 The average values of wheat yields (1985-1986); peanut yields (1986) and wheat yields (1986-1987) as influenced by different soil surface managements under rainfed condition

Crops and different soil surface treatments	Average weight of each crop yields (gm/m^2)		
	Grain or seed	Vegetative	Total Plant
Wheat yields (growing from Oct. 1985. to Jan. 1986.)			
T_0	51.81^a	100.63^a	152.44^a
T_1	35.83^b	59.89^b	95.72^b
T_2	54.95^a	76.44^a	131.39^a
M_0	53.56^a	80.62	134.18
M_1	41.51^b	77.34	118.85
Peanut yields (growing from June to Aug. 1986)			
T_0	118.37	107.50^b	263.11
T_1	100.62	92.27^b	225.21
T_2	130.51	130.05^a	306.69
M_0	107.14	92.84^b	236.31^b
M_1	125.85	127.04^a	293.70^a
Wheat yields (growing from Oct.1986 to Jan.1987)			
T_0	68.92^b	69.38^b	138.31^c
T_1	88.81^b	81.57^b	170.38^b
T_2	95.26^a	110.31^a	205.57^a
M_0	75.50^b	76.98^b	152.49^b
M_1	93.16^a	97.19^a	190.35^a

Different letter (a,b or c) means that the average values of crop yields are significantly different at least 5 % level.

T_0 = No-tillage
T_1 = Tillage by hoe with hand
T_2 = Tillage by disk-plow

M_0 = No-mulching
M_1 = Mulching

ชื้นให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากกว่า และช่วยควบคุมอุณหภูมิดินให้เหมาะสมขึ้นจึงทำให้ผลผลิตพืชในปีที่สองสูงกว่าการไม่คลุมดินอย่างเด่นชัด สังเกตได้ชัดเจนว่ามีการแผ่กระจายของรากพืชที่ปลูกในกรณีคลุมดินได้กว้างกว่าและลึกกว่าการไม่คลุมดินมาก

สรุป

1. ผลจากการปลูกข้าวสาลีปีแรก พบว่าการเตรียมดินด้วยจอบเล็กมีแนวโน้มทำให้ดินแน่นขึ้น โดยส่งเสริมให้เม็ดดินแตกกระจายมากขึ้น ความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้น ความจุอากาศลดลง ปริมาณเม็ดดินที่เสถียรและอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินลดลง ตลอดจนมีการสงวนความชื้นในดินในชั้น 0–30 ซม. ในช่วงที่ข้าวสาลีออกดอกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการเตรียมดินด้วยไถจาน หรือการไม่เตรียมดินเลย ส่วนการคลุมดินในปีแรกเกือบไม่มีผลต่อสมบัติทางฟิสิกส์ดินและการสงวนความชื้นในดินเลย

2. ผลการเตรียมดินก่อนปลูกถั่วลิสง และก่อนปลูกข้าวสาลีในปีที่สอง มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือการเตรียมดินด้วยไถจานทำให้ดินชั้นไถพรวน (0–15 ซม.) มีลักษณะโปร่งขึ้น ความหนาแน่นรวมลดลง ความจุอากาศ เม็ดดินที่เสถียรและอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินต่างเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเตรียมดินด้วยจอบเล็กหรือการไม่เตรียมดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลดังกล่าวจะเห็นได้เด่นชัดภายหลังปลูกข้าวสาลีในปีที่สอง อย่างไรก็ดีการเตรียมดินเกือบไม่มีผลต่อการสงวนความชื้นในดินเลย ยกเว้นการใช้ไถจานซึ่งทำให้ดินชั้นไถพรวนสูญเสียความชื้นมากขึ้นในช่วงสุกแก่ของข้าวสาลี ส่วนการคลุมดินสามารถสงวนความชื้นในดินได้ดีกว่าการไม่คลุมในเกือบทุกช่วงของการเจริญเติบโตของข้าวสาลี

3. ผลการเตรียมดินด้วยไถจาน ทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีที่ปลูกปีแรก และถั่วลิสงในปีที่สองใกล้เคียงกับผลการไม่เตรียมดิน ซึ่งต่างก็สูงกว่าผลของการใช้จอบเล็กเตรียมดิน ส่วนการปลูกข้าวสาลีในปีที่สองนั้น การเตรียมดินด้วยไถจานทำให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงกว่าการเตรียมดินด้วยจอบเล็ก หรือการไม่เตรียมดิน ส่วนการคลุมดินก็มีผลทำให้ผลผลิตถั่วลิสง และข้าวสาลีในปีที่สองสูงกว่าการไม่คลุมดิน

เอกสารอ้างอิง

Baver, L.D. (1968). Physical Properties of Soils and Tillage. Soil Physics. Charles E. Tuttle Co., Tokyo.

Burwell, R.E., Allmaras, R.R. and Sloneker, L.L. (1966). Structural alteration of soil surfaces by tillage and rainfall. J. Soil Water Conserv. 21 : 61-63.

Burwell, R.E., Sloneker, L.L. and Nelson, W.W. (1986). Tillage influences water intake. J. Soil Water Conserv. 23: 1 85-187.

Hillel, D. (1980). "Fundamentals of Soil Physics." Academic Press, New York.

Johnson, C.B. and Moldenhaver, W.C. (1979). Effect of chisel versus moldboard plowing on soil eros.on by water. Soil Sci. Soc. Am. J. 43 : 177-179.

Lindstrom, M.J. and Onstad, C.A. (1982). Tillage systems influence on soil physical parameters and infiltration after planting. Minn. Agric. Exp. Stn. Sci. J. Series 12 : 123.

Lindstrom, M.J., Voohees, W.B. and Randall, G.W. (1981). Long term tillage effects on interrow runoff and infiltration. Soil Sci. Soc. Am. J. 45 : - 945-948.

Voorhees, W.B., Senst, C.G. and Nelson, W.W. (1978). Compaction and soil structure modification by wheel traffic in the northern corn belt. Soil Sci. Soc. Am. J. 42 : 344-349.

Voorhees, W.B. (1979). Soil tilth doterioration under row cropping in the northern corn belt : Influence of tillage and wheel traffic. J. Soil Water Conserv. 34 : 184-185.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารราย 6 เดือน (ในขณะนี้) ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อพิมพ์ เผยแพร่ผลงานทางวิชาการการเกษตร และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่ผู้เขียนจะส่งมาลงพิมพ์

1.1 ผลงานวิจัย

1. 2 บทความปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ต้นฉบับ : พิมพ์คีดเว้นบรรทัดห่าง และพิมพ์หน้าเดียว

2.2 ตาราง : พิมพ์แยกไว้ต่างหากจากเนื้อเรื่อง แต่ควรบ่งบอกว่าตารางนั้นควรอยู่ส่วนไหนของเนื้อเรื่อง

2.3 ภาพถ่าย: ควรเป็นภาพขาว-ดำ ขนาด 9.00 x 13.5 ซม. หรือเท่าตัวจริงที่จะปรากฏในหนังสือ เขียนคำอธิบายไว้ต่างหาก อย่าเขียนลงในรูป

2. 4 ภาพเขียนและกราฟ : เขียนด้วยหมึกสีดำหรือหมึกอินเดียนบนกระดาษอาร์ตหนาตัวหนังสือควรเขียนด้วย lettering guide หรือ letter press

2.5 เอกสารอ้างอิง :

2.5.1 ในเนื้อเรื่อง : การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่อง ใช้ระบุนามสกุลและปี (พ.ศ.) เช่น สิทธิพรชัย (2526) รายงานว่า.....หรือ.....(สิทธิพรชัย 2526) ในกรณีที่เป็นเอกสารภาษาอังกฤษก็เช่นเดียวกันใช้นามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Jone and Smith (1980). ในกรณีที่มีผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้และคณะ หรือ *et at.* ต่อท้ายผู้แต่งคนคนแรก แต่ในบัญชี เอกสารอ้างอิง ใส่ชื่อหมดทุกคน

2.5.2 ในตอนทำบัญชีรายการ เอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง: ให้เรียงอักษรตามชื่อสกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่

สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้ :

ผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. แต่ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ ค.ศ.) ชื่อเรื่อง(ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่ : หน้า

ตัวอย่าง : เฮงสวัสดิ์, วิเขียร (2524). การบริหารศัตรูพืชกับระบบ การปลูกพืชหลายชนิด ว. วิทย.กษ. (14)4. 193-196

สำหรับตำรา ควรเรียงลำดับดังนี้

ชื่อผู้แต่ง(ชื่อสกุล, ชื่อตัน) ปี (พ.ศ. หรือ ค.ศ. สำหรับวารสารภาษาอังกฤษ) ชื่อหนังสือ เมืองที่พิมพ์ สำนักพิมพ์

ตัวอย่าง : แซมเพชร, เฉลิมผล (2527) หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์ ท่าแพการพิมพ์, เชียงใหม่

JOURNAL OF AGRICULTURE

VOLUME 3 No. 2 JULY 1987

Editorial Notes

Research Paper

ISSN 0857-0841