

### การตรวจเอกสาร

ในระบบปลูกพืชหมุนเวียนตลอดปีที่มีข้าวเป็นหลัก และมีการปลูกพืชไร่ตามหลังนาข้าว นั้น การเตรียมดินปลูกข้าวโดยการทำเทือก เป็นสิ่งที่นิยมปฏิบัติโดยทั่วไปในดินนาสภาพน้ำถึงการทำเทือกเอื้อประโยชน์ต่อการปลูกข้าวหลายกรณี เช่นทำให้ดินอ่อนนุ่ม ง่ายต่อการปักดำ และลดการสูญเสียน้ำ แต่การทำเทือกทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเปลี่ยนแปลงไป อยู่ในสภาพไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชไร่ตามหลังข้าว (De Datta, 1981)

Sanchez (1973a) ให้ความหมายไว้ว่าการทำเทือกในไร่นาประกอบด้วย การไถและคราดในระดับความลึก 10-15 ซม. ในขณะที่ดินอืดด้วยน้ำ จนกระทั่งก้อนดินหรือเม็ดดินแตกออกเป็นสสารแขวนลอยเนื้อเดียวกันของอนุภาคปฐมภูมิ หรือทำให้ดินไหลไปได้ อย่างต่อเนื่อง Bodman and Rubin (1948) ให้ความหมายในเชิงสมบัติทางกายภาพว่าเป็นกระบวนการทางกลที่ทำให้ปริมาตรจำเพาะ (apparent specific volume) ของดินลดลง

ระดับความเป็นเทือกของดิน (degree of puddling) ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือ จำนวนครั้งของการทำเทือกและชนิดของดิน ในการบ่งบอกระดับความเป็นเทือกของดินชนิดหนึ่งๆ สามารถแสดงออกมาในรูปของพลังงานที่ใช้ในการทำเทือก (Ghildyal, 1978) หรือใช้ค่าการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินก่อน และหลังทำเทือก เช่น ปริมาตรจำเพาะของดิน (Bodman and Rubin, 1948) ความหนาแน่นรวม (bulk density) สมบัติในการนำน้ำของดิน (hydraulic conductivity) และอัตราการไหลซึม (percolation rate) (Sharma and De Datta, 1985)

#### ผลกระทบจากการทำเทือกต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีดิน

Ghildyal (1978) พบว่าการเพิ่มระดับการเป็นเทือกของดิน จะทำให้ค่ารีดอกซ์รีเพนเซียล (redox potential,  $E_h$ ) ลดลง ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และ

การนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) สูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพการขาดออกซิเจน ( $O_2$ ) ของดิน ที่รุนแรงมากขึ้น Sharma and De Datta (1985) พบว่าดินที่ทำเทือกมีค่า Eh ต่ำกว่าดินที่ไม่ทำเทือก ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการใช้ของน้ำในดินที่ไม่ทำเทือกสูงกว่าซึ่งสามารถพาออกซิเจน ( $O_2$ ) ที่ละลายน้ำลงไปดินซึ่งเห็นได้ชัดในดินร่วนเหนียวมากกว่าดินเหนียว นอกจากนี้ยังพบว่าดินที่ทำเทือกมีเหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) ละลายออกมามากกว่าดินที่ไม่ทำเทือกซึ่งเป็นผลมาจากค่ารีดอกซ์โปเทนเชียล (Eh) ของดินที่ต่ำลง Syarifudin and Zandstra (1981) พบว่าดินที่ผ่านการทำเทือกจะมีค่าฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (extractable-P, Olesen) มากกว่าดินที่ไม่ทำเทือกภายหลังการเก็บเกี่ยวข้าว

การทำเทือกทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลายบางส่วนหรือทั้งหมด ขึ้นอยู่กับเนื้อดิน และความเสถียรของเม็ดดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณและชนิดของดินเหนียว (clay) และปริมาณอินทรีย์วัตถุ จากการทดลองของ Chaudhary and Ghildyal (1978) อ้างโดย Sharma and De Datta (1985) สรุปว่า การทำเทือกทำให้เม็ดดินที่มีขนาด 1.7 มม. ลดขนาดลงเป็น 0.36 มม. Ghildyal (1978) ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้เม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าทรายหยาบ (1.0 มม.) พบว่าผลการทำเทือกทำให้เม็ดดินแตกเป็นขนาดเล็กกว่า 0.05 มม. เป็นปริมาณ 40% ดินที่ได้รับการทำเทือกหลังจากปลูกข้าวแล้วจะแตกเป็นก้อนขนาดกลางถึงขนาดใหญ่โดยเฉพาะดินเนื้อละเอียด (fine texture) ซึ่งจะทำให้สภาพของดินไม่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชตามหลังข้าว (Prihar et al., 1985)

ดินที่เคยผ่านการทำเทือกมาแล้วจะอัดแน่นและแข็งเมื่อแห้งการทำเทือกครั้งใหม่จะทำให้ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าลดลง แต่ในดินมีโครงสร้างที่ดี การทำเทือกมีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินสูงขึ้น Sharma and De Datta (1985) พบว่าการทำเทือกในดินร่วนเหนียวและดินเหนียว ทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป และจะไม่แตกต่างจากดินที่ไม่ทำเทือกเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 60 วันหลังจากการทำเทือก นอกจากนี้ยังพบว่าการทำเทือกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการกระจายขนาดของช่องว่างในดิน กล่าวคือทำให้ช่องว่างขนาดใหญ่ ( $30 \mu m$  หรือ transmission

pore ) ลดลง 83% และเพิ่มช่องว่างขนาดเล็ก ( 0.6-30  $\mu\text{m}$  หรือ storage pore) 7 % และช่องว่างขนาดเล็กกว่า 0.6  $\mu\text{m}$  เพิ่มขึ้น 52 % การเปลี่ยนแปลงการกระจายขนาดของช่องว่างในดิน จะมีผลต่อความแข็งแรงของดิน และอุณหภูมิดิน Singh *et al.* (1985) กล่าวว่าขนาดของช่องว่าง และระดับความชื้นมีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ของดินกระบวนการทางเคมีและชีวเคมีในดิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก และการให้ผลผลิตของพืชไร่หลังนา ดินที่ผ่านการทำเทือกทำให้ลักษณะการดูดซับความชื้น (moisture characteristic curve ) เปลี่ยนแปลง โดยดินสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ในระดับความเค้นตึงเดียวกัน (Taylor, 1972; Sharma and De Datta, 1985 ) และ Sanchez (1973b) พบว่าดินที่ผ่านการทำเทือกจะแห้งช้ากว่าดินที่ไม่ทำเทือก เช่นเดียวกับผลการทดลองของ De Datta (1974) ซึ่งเป็นผลมาจากดินที่ทำเทือกมีอัตราการไหลซึมช้า และ Gupta and Jaggi (1979) ได้ให้เหตุผลไว้ว่าดินที่ทำเทือกจะมีค่าการนำน้ำในสภาพที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated hydraulic conductivity,  $K_u$ ) สามารถรักษาระดับความชื้นที่ผิวดินไว้ได้ในขณะที่น้ำระเหยออกมาทางผิวดิน และน้ำในดินจะเคลื่อนที่เข้าแทนที่น้ำที่ถูกระเหย ดินที่ผ่านการทำเทือกจะทำให้ดินมีค่าการนำน้ำในสภาพที่อิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity,  $K_s$ ) ต่ำลง (Wickham and Singh, 1978 Sanchez, 1973b; Ghildyal, 1978) จากการทดลองของ Sharma and De Datta (1985) พบว่าดินเหนียวที่มีมอนท์มอริลโลไนท์ (montmorillonite) อยู่สูง เมื่อมีการทำเทือกและไม่ทำเทือก (ไม่ไถพรวน) จะมีค่าการนำน้ำในสภาพที่อิ่มตัว และอัตราการไหลซึมไม่แตกต่างกัน แต่จะพบความแตกต่างในดินร่วนเหนียว Manguiat and Broadbent (1977) ได้ให้ข้อสังเกตว่า การปลูกข้าวในดินที่ไม่ทำเทือกมีข้อได้เปรียบตรงที่ดินแห้งเร็ว เหมาะสำหรับการจัดการดินปลูกพืชไร่ตามหลังนา

#### การตอบสนองของข้าวต่อการทำเทือก

Mabbayad and Buencosa (1967) แสดงให้เห็นว่าผลผลิตของข้าวนาดำใน

ดิน Maahas clay ไม่แตกต่างกัน เมื่อเตรียมดินโดยทำเทือกแบบข้าวบ้าน ไม่ไถพรวน และไถพรวนน้อยที่สุด Lal (1985) อ้างถึง งานทดลองของ Maurya (1979) และ Rodriguez (1985) ในการเตรียมดินแบบไม่ไถพรวนและทำเทือกกับผลผลิตข้าวในดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียวปนทรายติดต่อกัน 7 ปี พบว่าทั้งสองวิธีจะไม่ทำให้ข้าวให้ผลผลิตแตกต่างกัน เมื่อมีการควบคุมวัชพืชที่ดี Sanchez (1973a) สรุปว่า การทำเทือกในดินนาเขตร้อนไม่ได้เพิ่มความชื้นของธาตุอาหาร การเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของข้าว การทำเทือกก่อนข้างมีความสัมพันธ์กับการลดอัตราการไหลซึม ซึ่งทำให้การสูญเสียธาตุอาหารโดยกระบวนการชะล้าง (leaching) ลดน้อยลง Sharma and De Datta (1985) พบว่าข้าวที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วน การเตรียมดินแบบทำเทือกให้ผลผลิตสูงกว่าไม่ทำเทือก ความแตกต่างของผลผลิตเกิดจากจำนวนเมล็ดต่อรวง การทำเทือกให้ผลผลิตสูงกว่าเพราะ การละลายของธาตุอาหารเพิ่มขึ้น และมีการสูญเสียของธาตุอาหารโดยกระบวนการชะล้าง น้อยกว่าการเตรียมดินแบบไม่ทำเทือก การทดลองในเขตน้ำฝนของ De Datta and Kerim (1974) พบว่าการทำเทือกในดินเหนียวไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวดีขึ้น และจะมีผลเสียกับพืชไร่ที่ปลูกตามหลังข้าวทั้งนี้เพราะพืชไร่ที่ต้องการดินที่มีโครงสร้างที่ดี ดังนั้นการเตรียมดินโดยการไม่ไถพรวน หรือไถพรวนให้น้อยที่สุดน่าจะเป็นวิธีที่ดีกว่าการทำเทือก เพราะวิธีการดังกล่าวประหยัดพลังงานและเวลา และไม่ทำลายโครงสร้างของดินอีกด้วย (Lal, 1985; Sharma and De Datta, 1985; De Datta, 1981) สำหรับดินเนื้อหยาบ (coarse texture) ซึ่งมีโครงสร้างและการระบายน้ำดีการอัดแน่นของดิน (compaction) น่าที่จะเป็นทางเลือกแทนวิธีการทำเทือก (Ghildyal, 1978; Singh et al., 1980) เมื่อใช้ดินในการผลิตพืชในระบบปลูกพืชที่มีข้าวเป็นหลัก

#### การตอบสนองของพืชไร่ที่ปลูกตามหลังข้าว

Prihar et al. (1985) ได้อ้างการทดลองของ Sur et al. (1981) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ข้าวสาส์ที่ปลูกตามหลังข้าว ในระยะแรกจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าข้าวสาส์ที่ปลูก

ระยะต่อมาการเจริญเติบโตของข้าวสาลีที่ปลูกตามหลังข้าวโพดจะดีกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะความชื้นในดินชั้นล่างมีมากกว่าเนื่องจากดินนามีชั้นดินดานป้องกันความชื้นไม่ให้ชั้นมาสู่ดินชั้นบน Syarifudin and Zandstra (1981) พบว่าข้าวโพดที่ปลูกตามหลังวิธีการเตรียมดินปลูกข้าวแบบไม่ทำเทือกขังน้ำ ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวโพดที่ปลูกตามหลังระบบการปลูกข้าวแบบทำเทือกขังน้ำ และไม่ทำเทือกไม่ขังน้ำเมื่อไม่มีการใช้ปุ๋ย และผลผลิตยิ่งเพิ่มความแตกต่างมากขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยและไถพรวนดิน Lal (1985) พบว่ารูปแบบการไถพรวนดินที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพของดิน และประวัติการใช้ดิน เป็นการยากที่จะกำหนดลักษณะและรูปแบบการไถพรวนที่ดีที่สุด เขาให้ข้อสรุปไว้ว่าในดินเหนียวที่ฝังกระจายได้ง่าย (dispersed) เมื่อน้ำขังและมีอัตราการไหลซึมต่ำ ถ้ามีการกำจัดวัชพืชดีพอสมควร ข้าวสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีโดยไม่ต้องทำเทือก ภายใต้อากาศเช่นนี้การเตรียมดินปลูกข้าวโดยไม่ทำเทือก ช่วยทำให้พืชไร่ที่ปลูกตามหลังข้าวมีผลผลิตดีขึ้น ดินนาในเขตพื้นที่รับน้ำชลประทานโครงการแม่วัง จ. ลำปาง เกษตรกรมีการปลูกข้าวเป็นพืชหลักในฤดูฝน และปลูกพืชไร่ตามในฤดูแล้ง ถั่วเหลืองเป็นพืชที่นิยมปลูกกันหลังการทำนา พบว่ามีปัญหาในเรื่องการระบายน้ำ และการขาดธาตุฟอสฟอรัส (กองสำรวจดิน, 2527) Syarifudin and Zandstra (1981) อ้างถึงผลงานของ Willet *et al.* (1977) ว่าเมื่อดินผ่านการทำเทือกแห้งลงฟอสเฟตจะมีความเป็นประโยชน์น้อยกว่าดินก่อนการทำเทือก น้อยและคณะ (2520) พบว่าถั่วเหลืองจะไม่ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต เมื่อค่าวิเคราะห์ของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินสูงกว่า 12 ppm ซึ่งเป็นไปได้ว่าการตอบสนองฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองถูกควบคุมด้วยสมบัติทางกายภาพของดิน (Shierlaw and Alston, 1984)