การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินนาที่ใช้น้ำฝนในภาคเหนือตอนบนเพื่อการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ

Rainfed Paddy Soil Fertility Evaluation in Upper Northern Region for Effective Fertilizer Application

นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ[1] อภิชาติ เนินพลับ[1]
สมพงษ์ พงศ์พุฒิ[1] วิจารณ์ วิทยศิริ[1]
Nopharat Muangprasert[1] Apichart Noeunplub[1]
Sompong Pongput[1] Vichan Wittayasiri[1]

ABSTRACT

Soil fertility under the rainfed paddy field conditions was evaluated during 1992-1996. Data was obtained from 9 provinces in the upper north of Thailand : Chiang Mai, Chiang Rai, Phayao, Mae Hong Son, Lamphun, Lampang, Phrae, Nan and Uttaradit. The Majority of 269 soil samples analysed was defined with moderate level of soil fertility having 1.5-3.5% organic matter. Available phosphorus was lower than 10 ppm while the moderate level of 60-90 ppm of extractable potassium was detected. The soil pH was moderately acidity with 5.1-6.0 and soil texture were sandy loam, clay loam and loam. Response of chemical fertilizer, 16-20-0 at the rate of 0, 15, 25 and 35 kg/rai, was study in rice variety RD 6 in 4 type of soil series : Phan/Hang Dong (Tropaqualfs), Chiang Rai (Paleaqualfs), Mae Sai (Tropaqualfs) and Mae Rim (Paleaqualgs). The highest average yield of 596 kg/rai was obtained from 25 kg/rai in Phan/Hang Dong series. The average yield of 564, 508 and 416 kg/rai were observed in Chiang Rai. Mae Sai and Mae Rim series with the application of 35, 25 and 35 kg/rai, respectively. Maximum fertilizer response in Phan/Hang Dong Chiang Rai, Mae Sai and Mae Rim soil series was analysed using the Cate-nelson Model. Results revealed maximal, 580 kg/rai with the application of 19 kg/rai of fertilizer to the Phan/Hang Dong soil series resulting in the return of income of 2,139 baht/rai. To a lesser extent, the yield of 516, 494 and 380 kg/rai were obtained 21, 17 and 30 kg/rai of fertilizer to Chiang Rai, Mae Sai and Mae Rim soil series with the 1,736, 1,641 and 945 baht/rai return of income, respectively. The analysis on the effect of critical level of soil organic matter on fertilizer response using the 2-means discontinuous model showed that highly response of fertilizer was obtained from the soil with organic matter lower than 1.69%.

บทคัดย่อ

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินนาที่ใช้น้ำฝน ภาคเหนือตอนบน 9 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์ ตั้งแต่ปี 2534-2539 จำนวนตัวอย่างดินที่นำมาวิเคราะห์ทั้งสิ้น 269 ตัวอย่าง พบว่าส่วน

(1) ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อ. เมือง จ. แพร่ 54000
Phrae Rice Research Center, Muang District, Phrae 54000

ใหญ่ความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลาง มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 1.5-3.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำกว่า 10 ppm ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สะกัดได้อยู่ในระดับปานกลางระหว่าง 60-90 ppm ปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 5.1-6.0 (กรดปานกลาง) และเนื้อดินเป็นดินร่วนทราย ดินร่วนเหนียว และดินร่วน ได้ทดสอบการใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 0, 15, 25 และ 35 กก./ไร่ ในพันธุ์ข้าว กข6 ในดินนาน้ำฝนชุดต่างๆ ได้แก่ ชุดพาน/หางดง เชียงราย แม่สายและแม่ริม พบว่าดินชุดพาน/หางดง ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 596 กก./ไร่ ที่อัตราปุ๋ย 25 กก./ไร่ ส่วนดินชุดเชียงราย แม่สายและแม่ริมให้ผลผลิตเฉลี่ย 564, 508 และ 416 กก./ไร่ ที่อัตราปุ๋ย 25 กก./ไร่ ที่อัตราปุ๋ย 35, 25 และ 35 กก./ไร่ ตามลำดับ ได้วิเคราะห์การตอบสนองต่อปุ๋ยโดยวิธี Cate-Nelson Model พบว่าปริมาณสูงสุดที่ข้าวสามารถตอบสนองในดินนาชุดพาน/หางดง เชียงราย แม่สาย และแม่ริม ในอัตรา 19, 21, 17 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ผลผลิต 580, 516, 494 และ 380 กก./ไร่ ให้ผลตอบแทน 2,139, 1,736, 1,641 และ 945 บาท/ไร่ ตามลำดับ และได้ศึกษาการวิเคราะห์ระดับวิกฤตของค่าอินทรียวัตถุในดินนาต่อการตอบสนองต่อปุ๋ย โดยใช้เทคนิคทางสถิติแบบ 2-means discontinuous model พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ต่ำกว่า 1.69 เปอร์เซ็นต์จะมีการตอบสนองต่อปุ๋ยได้สูง

คำนำ

ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ตามกำหนดเขตภูมิภาคของคณะกรรมการภูมิศาสตร์แห่งชาติ 9 จังหวัด คือ เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์ มีพื้นที่รวมกัน 58 ล้านไร่ ภูมิประเทศโดยทั่วไป ประกอบด้วยภูเขาและเทือกเขาสูง ทอดยาวไปตามเหนือสู่ใต้ (โสภณและบุญยงค์, 2526) สำหรับที่ราบระหว่างหุบเขาจะพบบริเวณสองฝั่งแม่น้ำปิง วัง ยม น่านและแม่น้ำกก (เฉลียว, 2529) ในเขตภาคเหนือตอนบนมีพื้นที่ปลูกข้าว 5.8 ล้านไร่ ประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศ ให้ผลผลิตเฉลี่ย (ปี 2533-2537) 460 กิโลกรัมต่อไร่ในฤดูนาปี (เศรษฐกิจการเกษตร, 2538) มีพื้นที่ที่อยู่ในเขตอาศัยน้ำฝนประมาณ 2.1 ล้านไร่ (บริบูรณ์และสงกรานต์, 2535) ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 10 ปี 1,219.3 มิลลิเมตร ปริมาณฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายน โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม ในระยะนี้เกษตรกรจะเริ่มตกกล้าและเตรียมแปลง ส่วนดีเปรสชั่นจากทะเลจีนใต้จะพัดผ่านในเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ช่วงนี้ปริมาณฝนมีมาก เกษตรกรเริ่มปักดำ (นำพวัลย์, 2538)

ลักษณะสัณฐานและวัตถุต้นกำเนิดดินชนิดต่างๆ ส่วนใหญ่จะเป็นดินที่เกิดจากตะกอนลำน้ำใหม่ น้ำจะพัดพาเอาตะกอนมาทับถมกันจึงเป็นดินที่มีการระบายน้ำเลว ได้แก่ ชุดดินหางดง แม่สาย เชียงราย และน่าน เป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง ชุดดินนี้อยู่ในกลุ่ม (Great group) Tropaqualfs เป็นกลุ่มดินพบบริเวณที่ราบมีลักษณะค่อนข้างเรียบ ความลาดเทไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ส่วนชุดดินแม่ริมอยู่ในกลุ่ม Paleustults เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ค่อนข้างระบายน้ำดี ไม่เหมาะในการทำนา (ประสาท, 2536) พบว่า ในเขตการทำนาภาคเหนือส่วนใหญ่เป็นชุดดิน พาน/หางดง แม่ริม เชียงราย แม่สายและน่าน ประมาณ 24, 12.8, 11.3, 5.8 และ 5.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกนั้นเป็นดินชุดอื่นๆ

แนวทางการเพิ่มผลผลิตข้าวสภาพนาน้ำฝนสามารถทำได้โดยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ การใส่ปุ๋ยให้ถูกต้องตามหลักวิชาการเป็นอีกแนวทางหนึ่ง การที่จะกำหนดการใช้ปุ๋ยแต่ละพื้นที่ให้คุ้มค่าต่อการลงทุนเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งการวิเคราะห์ดินก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะบอกให้ทราบว่าในดินมีธาตุอาหารอยู่ในปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ การที่จะใช้ค่าวิเคราะห์ดินกำหนดการใช้ปุ๋ยนั้นต้องศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการแปรความหมาย ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถจัดทำเป็นรูปแบบประเมินการตอบสนอง

ของข้าวต่อปุ๋ยให้สอดคล้องกับสภาพการผลิตดินแต่และแห่งได้ (โชติและคณะ, 2538)

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ เพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินนาที่ใช้น้ำฝน หาอัตราปุ๋ยเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวในเขตใช้น้ำฝนในชุดดินต่างๆ เพื่อกำหนดคำแนะนำและให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพและการวิเคราะห์หาค่าวิกฤตของธาตุอาหารในดินโดยวิธีทางสถิติเพื่อจำแนกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินต่อการตอบสนองของปุ๋ยเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาการใส่ปุ๋ย

วิธีดำเนินการ

1.อุปกรณ์

1. แผนที่ดิน
2. เสียม ที่เจาะดิน
3. ถุงพลาสติก ยางรัด
4. ถังพลาสติก
5. ปากกาสี
6. pH meter
7. Spectrophotometer
8. Flame photometer
9. Hydrometer
10. สารเคมีต่างๆ
11. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 และแอมโมเนียมซัลเฟต (21%)
12. พันธุ์ข้าว กข6
13. ไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรม, Lotus 123

2.วิธีการ

1. การวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ดำเนินการโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่เขตอาศัยน้ำฝนใน 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534-2536 รวมทั้งสิ้น 269 ตัวอย่างโดยร่วมมือกับสำนักงานเกษตรจังหวัด สำนักงานเกษตรอำเภอและเกษตรตำบลในการกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน โดยเลือกพื้นที่ที่อยู่ในเขตอาศัยน้ำฝน ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบน (0-20 ซม.) สุ่มเก็บ 10 หลุมแล้วรวมเป็น 1 ตัวอย่างดินรวม (composite soil sample) แนวทางการสุ่มเก็บตัวอย่างปฏิบัติตามคำแนะนำของกองปฐพีวิทยา สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ตัวอย่างดินที่วิเคราะห์ประกอบด้วย

1. ปฏิกิริยาดิน ทำการวัด pH ของดินโดยใช้อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1: 1 วัดด้วยเครื่อง pH meter

2. อินทรียวัตถุ ใช้วิธี Walkley-Black โดยการ reduced $Cr_2O_7^-$ ที่เหลือไตเตรทด้วย reducing agent ($Fe(NH_4)_2SO_4)_2H_2O$) (Allison,1965)

3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ใช้วิธี Bray II โดยใช้ 0.1N HCl+0.03 NH_4F เป็นน้ำยาสกัด วัดโดยใช้ Spectrophotometer

4. ปริมาณโพแทสเซียม โดยใช้ 1N NH_4OAc เป็นน้ำยาสกัด วัดด้วย Flame photometer

5. เนื้อดิน (Texture) โดยวิธี Hydrometer (Bouyouces, 1972)

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยกรมพัฒนาที่ดิน (เล็กและ สุนันท์, 2535)

	% OM	P (ppm)	K (ppm)
ต่ำ	<1.5	<10	<60
ปานกลาง	1.5-3.5	10-25	60-90
สูง	>3.5	>25	>90

ปฏิกิริยาดิน (Soil pH)

4.0 - 5.0 กรดจัด
5.1 - 6.0 กรดปานกลาง
6.1 - 7.0 กรดอ่อน-เล็กน้อย
7.0 กลาง

2. การศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยในดินนาน้ำฝนชุดต่าง ๆ

2.1 ศึกษาจากแผนที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินพบว่าดินนาส่วนใหญ่เป็นชุดดินพาน/หางดง (Ph/Hd,

Table 1. Area of main soil series in 9 provinces in the upper North.

Provinces	Soil series			
	Ph/Hd	Cr	Ms	Mr
Chiang Mai	423,681	45,070	15,440	248,171
Chiang Rai	919,480	664,720	66,750	106,240
Phayao	257,757	26,132	203,117	95,818
Mae Hong Son	1,110	-	159	35,745
Lamphun	20,944	43,801	35,813	139,118
Lampang	109,038	9,791	49,897	243,063
Phrae	70,057	68,050	73,163	63,875
Nan	511,380	3,950	-	43,500
Uttaradit	51,375	74,713	62,325	2,713
Total	2,364,822	936,227	506,664	978,243
	(24%)*	(11.3%)	(5.8%)	(12.8%)

* percentage of total soil series in the upper north

หน่วยที่ดินที่ 5, ปัจจุบันได้รวบรวมชุดดินต่างๆ เข้าด้วยกันนิยมเรียกเป็นหมายเลขแทน) ชุดดินเชียงราย (Cr, หน่วยที่ดินที่ 6) แม่สาย (Ms, หน่วยที่ดินที่ 15) และแม่ริม (Mr, หน่วยที่ดินที่ 48) (Table 1)

จากการศึกษาผลผลิตข้าวนาปี พบว่าใน 3 จังหวัด ได้แก่ ลำปาง พะเยา และแพร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 5 ปี (2535-2538) ต่ำที่สุดในเขตภาคเหนือตอนบน (เศรษฐกิจการเกษตร, 2538) แสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 จังหวัดมีพื้นที่อาศัยน้ำฝนอยู่มากจึงกำหนดให้เป็นพื้นที่เป้าหมายในการทดสอบปุ๋ยในดินนาชุดต่างๆ

2.2. ออกสำรวจพื้นที่เป้าหมายทั้ง 3 จังหวัด โดยร่วมมือกับเกษตรตำบล กรมส่งเสริมการเกษตร แล้วเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ตามคำแนะนำของกองปฐพีวิทยา

2.3 ทดสอบปุ๋ยในนาเกษตรกรโดยเลือกจัดทำแปลงทดสอบตามลักษณะของชุดดินดังกล่าว ใช้พันธุ์ข้าว กข6 เป็นพันธุ์ที่นิยมของเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนบน ให้เกษตรกรปักดำตามที่เคยปฏิบัติมาใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 0, 15, 25 และ 35 กก./ไร่ในช่วงปักดำ ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) อัตรา 10 กก./ไร่ ในช่วงกำเนิดช่อดอก ขนาดพื้นที่แต่ละตำรับ 5x10 เมตร เก็บเกี่ยวโดยสุ่มขนาด 2x4 เมตร ตำรับละ 3 จุด

3. วิเคราะห์การตอบสนองต่อปุ๋ยโดยวิธี Cate - Nelson Model

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบปุ๋ยทุกแห่งใส่ไว้ในโปรแกรมระบบฐานข้อมูล Lotus 123 แล้วนำมาวิเคราะห์การตอบสนองของปุ๋ยโดยวิธี Cate-Nelson Model ประกอบด้วยการคำนวณหาเส้น Linear Response Line และเส้น Plateau function หรือเส้น Plateau Yield ทั้งสองเส้นนี้จะเป็นตัวชี้ถึงระดับผลผลิตที่ตอบสนองต่อปุ๋ยที่เป็นตัวกำหนดผลผลิต

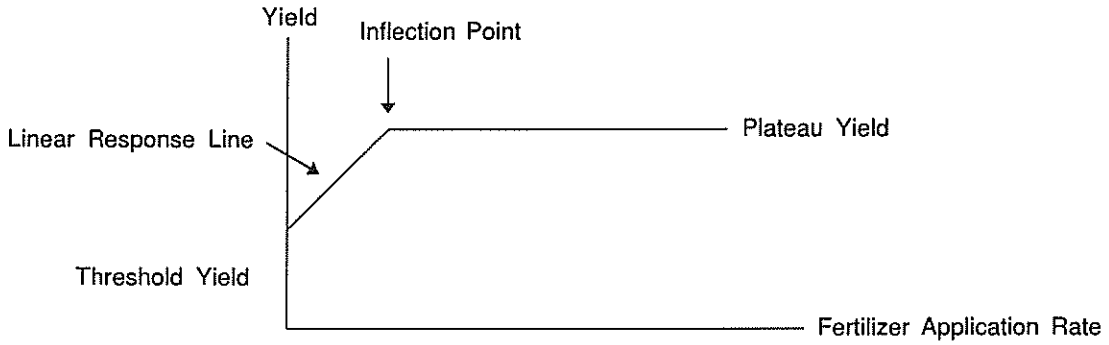

Fig. 1. Estimation of nutrient requirement with linear response and plateau Model (LRP).

Threshold Yield คือระดับผลผลิตที่เริ่มตันตอบสนองต่อปุ๋ย (ที่อัตรา 15 กก./ไร่)

Plateau Yield คือระดับผลผลิตสูงสุดที่สามารถเพิ่มขึ้นได้จากการใส่ปุ๋ย

Linear Response Line คือเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณผลผลิตที่ตอบสนองต่อปุ๋ยและปริมาณปุ๋ยที่ใส่ลงไปโดยเริ่มจากจุด Threshold Yield ไปจนกระทั่งถึงระดับเส้น Plateau Yield คำนวณได้จากผลผลิตเฉลี่ยที่ตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยต่ำสุด

Inflection Point คือปริมาณสูงสุดที่ผลิตยังมีการตอบสนองต่อปุ๋ยอยู่กล่าวคือ จะไม่มีการตอบสนองของผลผลิตถ้าใส่ปุ๋ยเกินจุดนี้ ดังนั้นจุด Inflection Point จึงเป็นจุดที่เส้น Linear Response Line ตัดกับเส้น Plateau Yield คำนวณได้จาก

$$= \frac{\text{ผลผลิตเฉลี่ยของอัตราปุ๋ย (15+25+35 กก./ไร่) - ผลิตเฉลี่ยที่ไม่ใส่ปุ๋ย}}{\text{Linear Response Line}}$$

Linear Response Rate คือ อัตราการตอบสนองต่อปุ๋ยของผลผลิตและปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น 1 หน่วย (ในที่นี้ใช้เป็น 1 กก.) หรือเป็นค่า slope ของเส้น Linear Response Line คำนวณได้จาก

$$= \frac{\text{Linear Response Line-ผลผลิตเฉลี่ยที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย}}{\text{อัตราปุ๋ยระดับที่ 1 (15 กก./ไร่)}}$$

(Cate and Nelson, 1965)

4. การคำนวณหาระดับวิกฤต (critical level) ของธาตุอาหารในดินต่อการตอบสนองของปุ๋ย

ระดับวิกฤตของธาตุอาหารในดินโดยใช้เทคนิคทางสถิติแบบ 2-means discontinuous model (Cate and Nelon, 1971) โดยแยกส่วนข้อมูลที่ตอบสนองและไม่ตอบสนองออกจากกัน ทำให้ได้ระดับวิกฤตและใช้ค่าระดับวิกฤตของธาตุอาหารในดินเป็นจุดแบ่งชั้นสูง-ต่ำของค่าวิเคราะห์ดิน สามารถแยกกลุ่มของธาตุอาหารในดินอยู่ในกลุ่มที่ใช้ปุ๋ยร่วมกันได้

แนวทางการคำนวณหาค่าวิกฤต

4.1 ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย ผลผลิตข้าวต่อการตอบสนองต่อปุ๋ยระดับต่างๆ กับค่าวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดินในแปลงที่ทดสอบปุ๋ย คำนวณหาค่าผลผลิตสัมพัทธ์ (Relative Yield) ดังนี้

$$Y = \frac{Yo}{Ymax} \times 100$$

Y = เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสัมพัทธ์

Yo = ผลผลิตที่ไม่ใส่ปุ๋ย

Ymax = ผลผลิตสูงสุดที่ใส่ปุ๋ย

4.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ดำเนินตามวิธีของ Cate and Nelson (1971) ดังนี้

4.1.1 จัดเรียงข้อมูลจากค่าวิเคราะห์อินทรียวัตถุจากน้อยไปมาก กับผลผลิตสัมพัทธ์ เป็นคู่เรียงลำดับตามค่าวิเคราะห์ที่เพิ่มขึ้น

4.1.2 ดำเนินการแยกส่วนข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนโดยใช้เทคนิคแบบ 2 means discontinuous model โดยเริ่มจากข้อมูลผลผลิตสัมพัทธ์ 2 คู่แรก เป็นข้อมูลส่วนที่ 1 และข้อมูลส่วนที่เหลือเป็นส่วนที่ 2 แล้วหาค่า Sum of Square ของข้อมูลแต่ละส่วนตามวิธีวิเคราะห์ความผันแปร (variance) ข้อมูลสามารถจำแนกเป็นส่วนๆ ได้ (discontinuous data) ดังนี้

$$\text{Class SS} = (\text{Total Y Class 1})^2/n_2 + (\text{Total Y Class 2})^2/n_2 - (\text{Total Y All Class})^2/n$$

เมื่อ n_1 = number observation in class 1

n_2 = number observation in class 2

n = total number obervation ($n_1 + n_2$)

การแยกส่วนข้อมูลถัดไปเรื่อยๆ เพิ่มขึ้นครั้งละ 1 จุด และคำนวณ class sum of square ใหม่ในแต่ละครั้งจนสิ้นสุด จนถึง 2 จุดสุดท้าย โดยใช้โปรแกรม Lotus 123

4.1.3 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ของข้อมูลเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.1.4 การคำนวณหาระดับวิกฤต (critical level) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์แบ่งระดับชั้นสูง-ต่ำของค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เทคนิคทางสถิติจำแนก (partition) คำนวณหาค่า Coefficient of determination (R^2) ของข้อมูลสามารถคำนวณได้จาก

$$R^2 = \frac{\text{class SS}}{\text{Total class SS}} \times 100$$

จะได้ค่า R^2 ของแต่ละส่วนที่แตกต่างกันไป โดยค่า R^2 สูงสุด เป็นจุดแยกพวกข้อมูลที่เหมาะสมเชิงสถิติ ทำให้สามารถกำหนดระดับวิกฤตของค่าวิเคราะห์ดินได้ผลการแยกส่วนแสดงว่าดินที่มีค่าวิเคราะห์ต่ำกว่าระดับวิกฤต จะให้ผลผลิตตอบสนองต่อปุ๋ยชัดเจน ขณะที่ค่าวิเคราะห์สูงกว่าระดับวิกฤตจะไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยหรือตอบสนองเพียงเล็กน้อย

เวลาและสถานที่

ดำเนินงานทดลองระหว่างปี 2534-2539 ในปี 2534-2536 เก็บตัวอย่างดินในแปลงเกษตรกรที่ใช้น้ำฝนภาคเหนือตอนบน 9 จังหวัดในปี 2536-2539 ทดสอบปุ๋ยในแปลงเกษตรกร 3 จังหวัด ได้แก่

จังหวัดแพร่ อ. ลอง (ชุดดิน Ph, Ms) อ. สูงเม่น (Cr, Mr) อ. เมือง (Hd)

จังหวัดลำปาง อ. เสริมงาม (Mr, Ms) อ. งาว (Ph) อ. แม่พริก (Cr, Ms.Mr) อ. เถิน (Ms)

จังหวัดพะเยา อ. จุน (Ms, Cr) อ. เชียงคำ (Hd)

วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารดินที่ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยข้าวแพร่

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความอุดมสมบูรณ์ของดินนาในเขตอาศัยน้ำฝนในเขตภาคเหนือตอนบน

อินทรียวัตถุ ในดินนาส่วนใหญ่เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (1.5-3.5%) จังหวัดที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ (<1.5%) เป็นส่วนใหญ่ได้แก่ แพร่ ลำปาง และอุตรดิตถ์ (Table 2)

ฟอสฟอรัส ปริมาณฟอสฟอรัสที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวอยู่ในระดับปานกลาง (10-25 ppm) ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ต่ำ (<10 ppm) ดังนั้นในการปลูกข้าวจำเป็นต้องเพิ่มปุ๋ยฟอสเฟตในดินนา จังหวัดที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในระดับปานกลาง-สูง ได้แก่ ลำพูน แม่ฮ่องสอน และเชียงราย (Table 3) ทั้งนี้เนื่องจากจังหวัดดังกล่าวมีระบบการปลูกพืชหลังนา เช่น ถั่วเหลือง กระเทียม ยาสูบ ฯลฯ โดยอาศัยน้ำใต้ดินในฤดูแล้งบางพืชจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยมากทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในดินนามาก

โพแทสเซียม ทั้ง 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบนอยู่ในระดับปานกลาง (60-90 ppm) (Table 4) เนื่องจาก

Table 2. Chemical analysis for organic matter (%) in rainfed paddy soil in the upper north.

Provinces	Soil samples	Organic matter (% of soil samples)		
		<1.5	1.5-3.5	>3.5
Chiang Rai	49	14	78	8
Chiang Mai	20	25	60	15
Phayao	25	40	56	4
Mae Hong Son	16	6	56	38
Lamphun	18	17	83	-
Lampang	47	51	49	-
Phrae	63	65	35	-
Nan	25	32	68	-
Uttaradit	6	83	17	-
Total	269	<---------- average ---------->		
		37	56	7

Table 3. Chemical analysis for available phosphorous (ppm) in rainfed paddy soil in the upper north.

Provinces	Soil samples	Phosphorous (% of soil samples)		
		<10	10-25	>25
Chiang Rai	49	53	37	20
Chiang Mai	20	30	20	50
Phayao	25	56	24	20
Mae Hong Son	16	12	38	50
Lamphun	18	11	78	11
Lampang	47	57	32	11
Phrae	63	100	-	-
Nan	25	60	28	12
Uttaradit	6	50	50	-
Total	269	<---------- average ---------->		
		48	34	18

ดินในภาคเหนือส่วนใหญ่ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเนื้อปานกลาง (medium textured soils) ความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมไว้มีมาก ดังนั้นการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในดินนาจึงมีความจำเป็นน้อย

ปฏิกิริยาดิน ส่วนใหญ่จะเป็นดินที่ความเป็นกรดปานกลาง (5.1-6.0) (Table 5) ซึ่งในดินนาน้ำขังความเป็นกรดในดินไม่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของข้าวทั้งนี้เพราะว่า เมื่อข้าวถูกน้ำขัง pH จะสูงขึ้นใกล้ 7 (เป็นกลาง) ภายใน 2 สัปดาห์ ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารมีมาก ข้าวสามารถดูดไปใช้ได้

เนื้อดิน ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนทราย ดินร่วน และดินเหนียว

การใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในดินนาชุดต่าง ๆ เขตอาศัยน้ำฝน ภาคเหนือตอนบน

Table 4. Chemical analysis for extractable potassium (ppm) in rainfed paddy soil in the upper north.

Provinces	Soil samples	Potassium (% of soil samples)		
		<60	60-90	>90
Chiang Rai	49	55	38	7
Chiang Mai	20	25	60	15
Phayao	25	40	56	4
Mae Hong Son	16	6	56	38
Lamphun	18	17	83	-
Lampang	47	51	49	-
Phrae	63	65	35	-
Nan	25	32	68	-
Uttaradit	6	83	17	-
Total	269	<---------- average ---------->		
		42	51	7

Table 5. Chemical analysis for soil pH in rainfed paddy soil in the upper north.

Provinces	Soil samples	pH (% of soil samples)			
		4.0-5.0	5.1-6.0	6.1-7.0	>7.1
Chiang Rai	49	53	47	-	-
Chiang Mai	20	35	35	30	-
Phayao	25	8	76	16	-
Mae Hong Son	16	6	50	38	6
Lamphun	18	17	61	22	-
Lampang	47	6	49	36	9
Phrae	63	37	38	25	-
Nan	25	16	76	8	-
Uttaradit	6	34	33	33	-
Total	269	<---------- average ---------->			
		24	52	26	1

จากผลการวิเคราะห์ดินนาน้ำฝนชุดต่างๆ ได้แก่ พาน/หางดง เชียงราย แม่สาย และแม่ริม พบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของชุดดินพาน/หางดงสูงกว่าดินชุดอื่นๆ มีปริมาณอินทรียวัตถุ 2.26-3.6 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 6 ส่วนชุดดินเชียงราย แม่สายและแม่ริม มีอินทรียวัตถุที่ใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 1.1-2.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมใกล้เคียงกัน ส่วนเนื้อดิน ในชุดดินพาน/หางดง และแม่สาย เป็นดินร่วน ชุดดินเชียงรายเป็นดินร่วนเหนียวเป็นเนื้อดินปานกลาง (medium-textured soils) และดินชุดแม่ริมเป็นดินร่วนทราย ซึ่งเป็นดินเนื้อหยาบ (coarse textured soils)

ได้ทำการทดสอบปุ๋ยในนาข้าวในดินนาชุดต่างๆ พบว่าชุดดินพาน/หางดง ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด 596 กก./ไร่ อัตราปุ๋ย 25 กก./ไร่ ในขณะที่ชุดดินเชียงราย แม่สายและแม่ริม ให้ผลผลิตสูงสุด 564, 508 และ

416 กก./ไร่ ที่อัตราปุ๋ย 35, 25 และ 35 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 7) จะเห็นว่าชุดดินแม่ริมให้ผลผลิตต่อนข้างต่ำกว่าชุดอื่นเพราะเป็นดินที่อยู่ในเขตสภาพลาดชันสูง โอกาสที่จะถูกชะล้างมีมาก ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ลักษณะดินเป็นดินเนื้อหยาบการดูดซับธาตุอาหารต่างๆ มีน้อย

การวิเคราะห์การตอบสนองต่อปุ๋ยโดยวิธี Cate-Nelson Model

จากการทดสอบปุ๋ยในดินนาชุดต่างๆ ทำให้ทราบว่าอัตราปุ๋ยที่ให้ผลผลิตสูงสุดขึ้นอยู่กับตำรับปุ๋ยที่ได้กำหนดขึ้นมา จากข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถนำมาวิเคราะห์โดยวิธีของ Cate-Nelson Model (Cate and Nelson, 1965) เพื่อประเมินหาอัตราปุ๋ยสูงสุดที่ข้าวสามารถจะตอบสนองได้ และให้ผลผลิตสูงสุดที่แท้จริงจึงจะเป็นประโยชน์ในการแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องและคุ้มค่าต่อการลงทุน

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ชุดดินพานหรือหางดง เชียงราย แม่สาย และแม่ริม มีการตอบสนองต่อปุ๋ยสูงที่สุดที่อัตรา 18.83, 21.15, 16.64 และ 29.35 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้ามีการใส่ปุ๋ยในระดับนี้ คาดว่าจะให้ผลผลิต 580, 516, 494 และ 380 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลตอบแทน 2,136, 1,736, 1,641 และ 945 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (Table 8)

Table 6. Chemical properties of main soil series.

Soil series	OM	P (ppm)	K (ppm)	Texture
Phan/Hang Dong	2.26-3.6	5-9	53-79	loam
Chiang Rai	1.7-2.4	9-10	44-59	clay loam
Mae Sai	1.6-2.8	10-18	24-36	loam
Mae Rim	1.1-2.0	4-6	75-82	sandy loam

Table 7. Grain yield as affected by chemical fertilizer rates in main soil series.

Soil series	Fertilizer rate 16-20-0 (kg/rai)			
	0	15	25	35
Phan/Hang Dong	452	556	596	589
Chiang Rai	379	481	502	564
Mae Sai	380	478	508	496
Mae Rim	280	334	391	416

Table 8. Analysis of maximum rate of fertilizer in main soil series by Cate-Nelson Model.

Soil series	Fertilizer (kg/rai)	Yield (kg/rai)	Profit (Baht/rai)
Phan/Hang Dong	18.83	580	2,139
Chiang Rai	21.15	516	1,736
Mae Sai	16.64	494	1,641
Mae Rim	29.35	380	945

16-20-0 : 5,400 Baht/ton, Ammonium sulfate : 3,600 Baht/ton
Rice hull : 5.5 Baht/kg

ระดับค่าวิกฤตของธาตุอาหารในดินต่อการตอบสนองต่อปุ๋ย

จากการทดสอบข้อมูลสหสัมพันธ์ ระหว่างผลผลิตสัมพันธ์ ของค่าวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน โดยจัดเรียงข้อมูลตามลำดับจากค่าต่ำสุดจนถึงสูงสุด จำนวน 20 แปลงทดลองพบว่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ (correlation cofficient, r) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่า r = 0.44* โดยมีค่า R^2 สูงสุดอยู่ที่ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.69 เปอร์เซ็นต์ (Table 9) แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยเคมีในดินนาน้ำฝนในเขตภาคเหนือตอนบนจะมีการตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดีในพื้นที่ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ต่ำกว่า 1.69 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าในดินที่มีอินทรียวัตถุสูงกว่า 1.69 เปอร์เซ็นต์ การตอบสนองของปุ๋ยเล็กน้อยหรือไม่ตอบสนองต่อปุ๋ย ค่าระดับวิกฤตนี้เป็นตัวที่จะชี้ให้เห็นถึงการตัดสินใจในการที่จะใช้ปุ๋ยในอัตราสูงหรือต่ำได้ กล่าวคือ ถ้าดินมีปริมาณอินทรียวัตถุที่ต่ำกว่า 1.69 เปอร์เซ็นต์สามารถแนะนำการใช้ปุ๋ยในอัตราสูงได้ เพราะพืชสามารถดูดไปใช้ได้มากกว่าดินที่มีดินที่มีอินทรียวัตถุสูงกว่า

สรุปผลการทดลอง

ดินนาน้ำฝนในเขต 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบนส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง (1.5 - 3.5%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณที่ต่ำกว่า 10 ppm ส่วนโพแทสเซียมมีปริมาณอยู่ในระดับปานกลาง (60 - 90 ppm) ปฏิกิริยาดินส่วนใหญ่เป็นดินกรดปานกลาง (pH 5.1 - 6.0) และเนื้อดินเป็นดินร่วนทราย ดินร่วนเหนียว และดินร่วน

Table 9. Calculation of coefficient of determination (r^2) and critical level of soil-OM using the 2-means discontinuous model.

No.	location	Soil series	Yo (kg/rai)	Ymax (kg/rai)	Relative yield (%)	OM (%)	Partition	R^2
1	Phrae	Ms	357	558	64	1.11	-	
2	Phayao	Cr	354	527	67	1.27	1.11 - 1.27	3.48
3	Lampang	Cr	216	406	53	1.56	1.27 - 1.56	24.40
4	Phayao	Mr	302	492	61	1.57	1.56 - 1.61	34.71
5	Lampang	Ms	406	595	68	1.61	1.61 - 1.66	31.69
6	Phrae	Mr	436	576	76	1.66	1.66 - 1.68	18.32
7	Phrae	Mr	320	573	56	1.68	1.68 - 1.69	38.72#
8	Lampang	Ms	539	695	78	1.69	1.69 - 2.29	19.02
9	Phrae	Cr	427	595	72	2.29	2.29 - 2.41	19.02
10	Phrae	Cr	410	511	80	2.41	2.41 - 2.41	7.34
11	Phrae	Ms	436	616	71	2.41	2.41 - 2.43	6.26
12	Phrae	Ms	405	616	66	2.43	2.43 - 2.47	9.53
13	Lampang	Cr	433	628	69	2.47	2.47 - 2.61	10.42
14	Lampang	Ph	462	628	74	2.61	2.61 - 2.67	7.12
15	Phrae	Ms	431	582	74	2.67	2.67 - 2.76	4.02
16	Phayao	Hd	454	626	73	2.76	2.76 - 2.83	2.47
17	Phrae	Ms	467	695	67	2.83	2.83 - 3.13	1.37
18	Phrae	Ms	448	596	75	3.13	3.13 - 3.30	0.02
19	Phayao	Hd	411	558	74	3.30	3.30 - 3.67	
20	Phrae	Hd	432	620	70	3.67		

Max R^2 = 38.72 critical level lies between 1.68-1.69%
r= 0.44*

คำแนะนำการใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ในพันธุ์ข้าว กข6 เขตภาคเหนือตอนบนในดินนาชุดต่างๆ ได้แก่ ชุดดิน พาน/หางดง เชียงราย แม่สาย และแม่ริม ในอัตรา 19, 21, 17 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ผลผลิตสูงสุด 580, 516, 494 และ 380 กก./ไร่ และให้ผลตอบแทนสูงสุดที่ 2,139 1,736 1,641 และ 945 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

ระดับวิกฤตของการตอบแทนต่อปุ๋ยในสภาพนาน้ำฝน ในดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1.69 เปอร์เซ็นต์ จะตอบสนองต่อปุ๋ยได้สูง

เอกสารอ้างอิง

เฉลียว แจ้งไพร. 2529. สภาพทรัพยากรดินในภาคเหนือของประเทศไทย. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 82 กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 158 หน้า.

โชติ สิทธิบุศย์ ชุมพล นาควิโรจน์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และหริ่ง มีสวัสดิ์. 2538 การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ดินกับผลผลิตตอบสนองต่อปุ๋ยของมันสำปะหลัง. กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา. เอกสารโรเนียว. 33 หน้า.

นำพวัลย์ กิจรักษ์กุล. 2538. ลักษณะอากาศ. ภูมิศาสตร์ประเทศไทย. ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร หน้า 54-83.

บริบูรณ์ สมฤทธิ์ และสงกรานต์ จิตรกร. 2535. การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาหลักด้านเทคโนโลยีของข้าวในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร. 79 หน้า.

ประสาท เกศวพิทักษ์. 2536. การจำแนกดิน. เอกสารวิชาการความรู้ทั่วไปเรื่องดิน. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร หน้า 98-112.

เล็ก มอญเจริญ และสุนันท์ คุณาพร. 2535. สถานะทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. ใน การปรับปรุงบำรุงดินและการใช้ปุ๋ย คณะกรรมการกิจกรรมเพื่อเพิ่มกองทุน ศ.ดร.สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 11-34.

เศรษฐกิจการเกษตร, กอง. 2538 สถิติการเกษตรประเทศไทย ปี 2537/2538. กองเศรษฐกิจการเกษตร

โสภณ ทองเปลว และบุญยงค์ ภูผาเรือง. 2526. ทรัพยากรดินภาคเหนือ. รายงานประจำปี กรมพัฒนาที่ดิน. 308: 84-108.

Allison, L.E. 1965. Organic Carbon. *In:* C.A. et al. (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. Agronomy 9:1367-1378. Am. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wis.

Bouyocos, G.J. 1962.Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Agron.J. 54:464-465

Cate, R.B.,Jr., and L.A. Nelson. 1965. A Rapid Method for Correlation of Soil Test Analyses Data. *In:* Soil Test Analyses Data In. Soil Testing Series Tech. Bull.no. 1.

Cate, R.B. and L.A. Nelson, 1971 A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes, Soil Sci. Soc, Am. Proc. 35 : 658-660.