



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการระบบสนับสนุนการใช้ปุ๋ยเคมี สำหรับการผลิตข้าวโพด: ระยะที่ 3



อาจารย์ ดร. ทัศนีย์ ชัยชนะนันท์ และ คณะ

พฤษภาคม 2547

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการระบบสนับสนุนการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับ การผลิตข้าวโพด: ระยะที่ 3

คณะผู้วิจัย

สังกัด

1. ศ.ดร. ทัศนี	ชัชวาลย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. นายทวีศักดิ์	เวียรศิลป์	กรมพัฒนาที่ดิน
3. นายภูเขียว	สร้อยทอง	กรมส่งเสริมการเกษตร
4. นางสาวอรุณี	เจริญศักดิ์ศิริ	กรมส่งเสริมการเกษตร

ชุดโครงการ "ข้าวและข้าวโพด"

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทนำ

เอกสารฉบับนี้เป็นรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการ “ระบบสนับสนุนการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวโพด : ระยะที่ 3” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สัญญาเลขที่ RDG 4520007) โครงการวิจัยได้ดำเนินการศึกษาแปรปรวนของระดับธาตุอาหาร NPK ในดิน หลังจากใช้ปุ๋ยตามระบบแนะนำปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวโพด ปรับปรุงน้ำยาสกัดในชุดตรวจสอบ NPK ในดินให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น พัฒนาโปรแกรมคำนวณคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมแบบเฉพาะพื้นที่สำหรับ 38 ชุดดินที่ปลูกข้าวโพดใน 4 จังหวัด ศึกษาการยอมรับของเกษตรกรในการจัดการธาตุอาหาร NPK เฉพาะพื้นที่สำหรับการผลิตข้าวโพด และพัฒนาโปรแกรมระบบคำแนะนำปุ๋ยบรรจุในคอมพิวเตอร์พกพา

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้มีส่วนที่ส่งแยกจากรายงานคือ คู่มือคำแนะนำปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพดในแต่ละชุดดินใน 3 จังหวัด ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ และโปรแกรมคำแนะนำปุ๋ย NPK บรรจุในแผ่น CD

Executive summary

The TRF (Thailand Research Fund) projects were used to initially test the concept of adapting high technology precision agriculture concepts being applied in the maize belt of the US to small maize farms of the tropics. The initial TRF projects tested the feasibility of the concept in the Thailand maize belt and found it successful. Subsequent TRF funding was used to refine the three simplifications that now are the cornerstones of the site-specific nutrient management technology (Graphical soil series identification, Soil test kits, and Simplified decision-aids). The site-specific nutrient management technology was ready for dissemination with the support of the FAO project (2002-2004). Refinements and new aspects of the technology continue to be defined in current TRF funded projects.

Site-specific nutrient management concepts were adapted from the high-technology approach in the Midwest United States to small farms of the tropics and were applied on selected major maize soils in the maize belt area using soil series identification guides, soil test kits, and decision-aids. DSSAT CERES-Maize version 3.0 software was used for nitrogen fertilizer recommendations while PDSS 2.0 was used for phosphorus fertilizer predictions. Potassium recommendations were derived from the Mitscherlich-Bray equation. The NPK fertilizer recommendations were generated for 38 soil series in four provinces, namely; Lop Buri, Nakhon Sawan, Petchabun and Nakhon Ratchasima which are in the maize belt of the country. The steps of this technology were (1) soil series identification; (2) soil testing by soil test kit; (3) adapting and simplifying the decision-aid results to Thai conditions as well as for loading onto desktop and handheld computers in the Thai language. The decision-aids results were also recorded in fertilizer recommendation handbooks also in the Thai language, for direct use by extension agents and farmer leaders. The technology was transferred to 200 farmer leaders in 10 provinces since 2001. The adoption of the technology was continued by giving more training to the farmers. The higher profits of the farmers on maize production using decision-aids and soil test kits compared to the farmers' practices were confirmed in many field studies. Further TRF studies were (1) analysis of the spatial variability of nutrients after cropping (2) extraction solution improvement (3) new algorithm for K prediction (4) measurement of the acceptance of the farmers on this technology (5) installation the NPK fertilizer recommendation on a handheld computer. The results revealed that (1) the variation of NPK was reduced after cropping, the site-specific nutrient management reduced the over application of fertilizers in some areas and replenished the deficient nutrients in other areas (2) sodium lactate is a satisfactory alternative extracting solution for alkaline soils (3) the first approximation of K prediction was done for 38 soil series in the four provinces (4) the farmers accepted and appreciated the new technology but they need the sustained support from the extension officers after the research projects conclude and (5) the decision-aid loaded handheld computers were given, together with training, to the 26 extension officers.

บทคัดย่อ

การวิจัยของโครงการวิจัย “ระบบพัฒนาคำแนะนำปุ๋ยสำหรับการผลิตข้าวโพด :ระยะที่3” ซึ่งได้ดำเนินการตั้งแต่ปี 2544-2546 ได้วิจัยเรื่อง (1) การศึกษาความแปรปรวนของธาตุอาหาร NPK เมื่อมีการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้อง (2) การปรับปรุงน้ำยาสกัดสำหรับการตรวจสอบ NPK ในดิน (3) การพัฒนาคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่ (4) ศึกษาการยอมรับของเกษตรกร และผลที่ได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยี (5) การนำเอาคำแนะนำปุ๋ยที่ได้พัฒนารรจุลงในคอมพิวเตอร์พกพา เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำปุ๋ยไปใช้ ผลการวิจัยพบว่า (1) ความแปรปรวนของธาตุอาหาร NPK มีน้อยลงหลังจากใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้อง และปลูกพืชไป 2 ฤดู การใส่ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่ลดการใช้ปุ๋ยที่มากเกินไปในบางบริเวณ และเพิ่มการใช้ปุ๋ยในบางบริเวณที่มีการใส่ปุ๋ยน้อยเกินไป (2) sodium lactate เป็นน้ำยาสกัดที่เหมาะสมสำหรับดินต่าง (3) ได้คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่สำหรับ 38 ชุมชน ใน 4 จังหวัด ฉบับที่ 1 ซึ่งต้องมีการทดสอบในภาคสนามต่อไป (4) เกษตรกรยอมรับเทคโนโลยี โดยได้รับผลผลิต และผลตอบแทนสูงขึ้น เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยแบบปัจจุบัน แต่ยังต้องการความสนับสนุนจากนักส่งเสริมการเกษตรต่อไป เมื่อสิ้นสุดโครงการ (5) ได้มอบคอมพิวเตอร์พกพาที่บรรจุโปรแกรมคำแนะนำปุ๋ย NPK และฝึกอบรมการใช้คอมพิวเตอร์พกพาแก่นักส่งเสริมการเกษตร 26 คน

Abstract

Site-specific nutrient management concepts were adapted from the high-technology approach in the Midwest United States to small farms of the tropics and were applied on selected major maize soils in the maize belt area using soil series identification guides, soil test kits, and decision-aids. DSSAT CERES-Maize version 3.0 software was used for nitrogen fertilizer recommendations while PDSS 2.0 was used for phosphorus fertilizer predictions. Potassium recommendations were derived from the Mitscherlich-Bray equation. The NPK fertilizer recommendations were generated for 38 soil series in four provinces, namely; Lop Buri, Nakhon Sawan, Petchabun and Nakhon Ratchasima which are located in the maize belt of the country. The steps of this technology were (1) soil series identification; (2) soil testing by soil test kit; (3) adapting and simplifying the decision-aid results to Thai conditions as well as for loading onto desktop and handheld computers in the Thai language. The decision-aids results were also recorded in fertilizer recommendation handbooks also in the Thai language, for direct use by extension agents and farmer leaders. The technology was transferred to 200 farmer leaders in 10 provinces since 2001. The adoption of the technology had been continued by giving more training to the farmers. The higher profits of the farmers on maize production using decision-aids and soil test kits compared to the farmers' practices was confirmed in many field studies. Further TRF studies were (1) analysis of the spatial variability of nutrients after cropping (2) extraction solution improvement (3) new algorithm for K prediction (4) measurement of the acceptance of the farmers on this technology (5) installation the NPK fertilizer recommendations on a handheld computer. The results revealed that (1) the variation of NPK was reduced after cropping, the site-specific nutrient management reduced the over application of fertilizers in some areas and replenished the deficient nutrients in other areas (2) sodium lactate is a satisfactory alternative extracting solution for alkaline soils (3) the first approximation of K prediction was done for 38 soil series in the four provinces (4) the farmers accepted and appreciated the new technology but they need the sustained support from the extension officers after the research projects conclude and (5) the decision-aid loaded handheld computers were given, together with training, to the 26 extension officers.

สารบัญ

บทนำ	I
Executive summary	III
บทคัดย่อ	V
Abstract	VI
สารบัญ	VII
สารบัญตาราง	IX
สารบัญภาพ	XIII
สารบัญตารางภาคผนวก	XV
สารบัญภาพผนวก	XVII
บทที่ 1 ความแปรปรวนของระดับธาตุอาหาร NPK เมื่อมีการใส่ปุ๋ย และปลูกข้าวโพด	1
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 วิธีการดำเนินงาน	2
1.4 ผลการศึกษา และวิจารณ์	2
1.5 สรุปผล	17
บทที่ 2 การพัฒนาน้ำยาสกัดดิน และการปรับปรุงคุณภาพของชุดตรวจสอบ NPK ในดิน	19
2.1 คำนำ	19
2.2 วัตถุประสงค์	19
2.3 วิธีการดำเนินงาน	19
2.4 ผลการศึกษา และวิจารณ์	19
2.5 การปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดตรวจสอบ NPK	26
2.6 สรุปผล	28
บทที่ 3 การพัฒนาคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่	31
3.1 คำนำ	31
3.2 วัตถุประสงค์	31
3.3 วิธีการดำเนินงาน	31
3.4 ผลการศึกษา และวิจารณ์	31
3.5 สรุปผล	56
บทที่ 4 การศึกษาทัศนคติและการยอมรับของเกษตรกรในการใช้คำแนะนำปุ๋ยเฉพาะพื้นที่	57
4.1 คำนำ	57
4.2 วัตถุประสงค์	57
4.3 วิธีดำเนินการวิจัย	57
4.4 ผลการศึกษาและวิจารณ์	58
4.5 สรุปผลการศึกษา	76
บทที่ 5 การพัฒนาโปรแกรมคำแนะนำปุ๋ย NPK ให้อยู่ในรูปของคอมพิวเตอร์พกพา	79
5.1 คำนำ	79
5.2 วัตถุประสงค์	79

สารบัญ (ต่อ)

5.3 การพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องปาล์ม	79
5.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา	80
5.5 โครงสร้างรวมของโปรแกรม	80
5.6 การใช้งานโปรแกรมบนเครื่องปาล์ม	81
5.7 สรุปผล	83
เอกสารอ้างอิง	85
ตารางภาคผนวก	87
ภาพผนวก	93
ภาคผนวกที่ 1	99
ภาคผนวกที่ 2	101

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	แสดงข้อมูลการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงหลังปลูกข้าวโพด	2
ตารางที่ 1.2	ความถี่ของความแปรปรวนธาตุอาหาร NPK ก่อนและหลังปลูกพืช (ฤดูปลูกที่ 1) 4	
ตารางที่ 1.3	ความถี่ของความแปรปรวนธาตุอาหาร NPK ก่อนและหลังปลูกพืช (ฤดูปลูกที่ 2) 5	
ตารางที่ 1.4	ความแปรปรวน (sample variance) ของธาตุอาหาร NPK ก่อน และหลังปลูกข้าวโพด	7
ตารางที่ 1.5	ค่า Nugget variance ของธาตุอาหาร NPK ก่อน และหลังปลูกข้าวโพด	8
ตารางที่ 1.6	ค่า spatial dependence ของธาตุอาหาร NPK ก่อน และหลังปลูกข้าวโพด	8
ตารางที่ 1.7	ค่า Range ของธาตุอาหาร NPK ก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	9
ตารางที่ 1.8	เปรียบเทียบวิธีการคาดคะเนการใส่ปุ๋ย P ในแปลงทดลองที่มีความ แปรปรวนสูง	10
ตารางที่ 2.1	แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรตใน 5 ชุดดินที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักรดอซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดกิน ไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพด	20
ตารางที่ 2.2	แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรตในกลุ่มดินปนหินปูนที่สกัดด้วย น้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักรดอซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดกิน ไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพด	21
ตารางที่ 2.3	แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรตในกลุ่มดินกรด และดินด่างที่มี Ca ไม่สูง สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักรดอซัง น้ำหนักเมล็ด และ ปริมาณการดูดกินไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพด	21
ตารางที่ 2.4	แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในทั้ง 5 ชุดดิน ที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักรดอซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณ การดูดกินฟอสฟอรัสทั้งหมด	22
ตารางที่ 2.5	แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินปนหิน ปูนที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักรดอซัง เมล็ด และปริมาณการ ดูดกินฟอสฟอรัสทั้งหมด	23
ตารางที่ 2.6	แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินกรด และดินด่างที่มี Ca ไม่สูงที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักรดอซัง เมล็ด และปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสทั้งหมด	23
ตารางที่ 2.7	แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมในทั้ง 5 ชุดดิน ที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักรดอซัง เมล็ด และปริมาณการดูดกิน โพแทสเซียมทั้งหมด	24
ตารางที่ 2.8	แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมในดินปนหินปูน ที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักรดอซัง เมล็ด และปริมาณการดูดกิน โพแทสเซียมทั้งหมด	25
ตารางที่ 2.9	แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมในดินกรด และดินด่างที่มี Ca ไม่สูง ที่สกัดด้วยน้ำยาสกัดทั้ง 4 ชนิด กับน้ำหนักรดอซัง เมล็ด และปริมาณการดูดกินโพแทสเซียมทั้งหมด	26

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 2.10	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรต และ ฟอสฟอรัสที่สกัดโดย Sodium lactate และวัดปริมาณด้วย spectrophotometer เปรียบเทียบกับการใช้สายตาวัดในดินกรดและด่างที่มีเนื้อดินต่างกัน	27
ตารางที่ 2.11	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดโดย Sodium lactate และวัดปริมาณด้วย A.A. เปรียบเทียบกับการใช้สายตาวัดในดินกรดและด่างที่มีเนื้อดินต่างกัน	27
ตารางที่ 3.1	ตัวอย่างของพืชต่างๆที่ดูดดึงโพแทสเซียมมาไว้ในส่วนต่างๆของพืช (Pretty & Stangel, 1985)	32
ตารางที่ 3.2	ความแปรปรวนของโพแทสเซียมในเมล็ดในชุดดินต่างๆ จากการทดลอง ในปี 2546	33
ตารางที่ 3.3	ค่า critical level ของโพแทสเซียม และ buffer coefficients (BC_K) ที่ได้จากการทดลองในภาคสนามในปี 2545	35
ตารางที่ 3.4	ค่า buffer coefficients ของ 7 ชุดดินที่ได้จากการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ และใช้ Mehlich เป็นน้ำยาสกัด	36
ตารางที่ 3.5	ค่า buffer coefficients ของ 7 ชุดดินที่ได้จากการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ และใช้ NH_4OAc เป็นน้ำยาสกัด	36
ตารางที่ 3.6	ค่า buffer coefficients ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.3	37
ตารางที่ 3.7	แสดงการคำนวณค่าของโพแทสเซียมก่อนปลูกและหลังใส่ปุ๋ยจากข้อมูลในภาคสนามปี 2545	38
ตารางที่ 3.8	สมบัติบางประการของดินที่นำมาใช้ในการคำนวณค่า buffer coefficients	39
ตารางที่ 3.9	ค่า buffer coefficients ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากภาคสนามใน 38 ชุดดิน	39
ตารางที่ 3.10	คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมโดยการใช้ค่า buffer coefficients ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ (วิธีที่ 1)	42
ตารางที่ 3.11	คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมโดยการใช้ค่า buffer coefficients ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ (วิธีที่ 2)	42
ตารางที่ 3.12	คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมโดยการใช้ค่า buffer coefficients ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ (วิธีที่ 3)	43
ตารางที่ 3.13	คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับชุดดินต่างๆใน จ.เพชรบูรณ์	44
ตารางที่ 3.14	คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับชุดดินต่างๆใน จ.นครราชสีมา	46
ตารางที่ 3.15	คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับชุดดินต่างๆใน จ.นครสวรรค์	49
ตารางที่ 3.16	คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียม สำหรับชุดดินต่างๆใน จ.ลพบุรี	51
ตารางที่ 4.1	การเปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ระหว่างแปลงสาธิตและแปลงปกติ	64
ตารางที่ 4.2	การเปรียบเทียบค่าปุ๋ยเคมีต่อไร่ระหว่างแปลงสาธิตและแปลงปกติ	64
ตารางที่ 4.3	การเปรียบเทียบรายได้ต่อไร่เมื่อหักค่าปุ๋ยเคมีแล้วระหว่างแปลงสาธิตและแปลงปกติ	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 4.4	การวิเคราะห์สัมพัทธ์การถดถอยพหุคูณของการยอมรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ (เกษตรกร 34 ราย)	65
ตารางที่ 4.5	จำนวนและร้อยละของเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในปัจจัยการสนับสนุน	66
ตารางที่ 4.6	จำนวนและร้อยละของเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในการบริหารโครงการ	67
ตารางที่ 4.7	เปรียบเทียบผลผลิตและปริมาณ NPK ที่ใส่ในแปลงการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ เปรียบเทียบกับแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดิน ในบริเวณ 4 จังหวัด	73
ตารางที่ 4.8	เปรียบเทียบผลผลิตและปริมาณ NPK ที่ใส่ในแปลงการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ เปรียบเทียบกับแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดิน ในอำเภอต่างๆ บริเวณ 4 จังหวัด	74
ตารางที่ 4.9	เปรียบเทียบผลผลิตและปริมาณ NPK ที่ใส่ในแปลงการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ เปรียบเทียบกับแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดิน ในตำบลต่างๆ บริเวณ 4 จังหวัด	75
ตารางที่ 4.10	ผลการวิเคราะห์ผลผลิต ต้นทุน และผลตอบแทนระหว่างแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่และแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินใน 4 จังหวัด	76

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1	Variogram ของตัวอย่างที่มีค่า spatial dependence สูง	1
ภาพที่ 1.2	Variogram ของตัวอย่างที่มีค่า spatial dependence ต่ำ	1
ภาพที่ 1.3	การกระจายของปริมาณ N ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)	11
ภาพที่ 1.4	variogram ของธาตุอาหาร N ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)	11
ภาพที่ 1.5	แผนที่แสดงปริมาณ N ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)	11
ภาพที่ 1.6	การกระจายของปริมาณ N หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)	11
ภาพที่ 1.7	variogram ของธาตุอาหาร N หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)	11
ภาพที่ 1.8	แผนที่แสดงปริมาณ N ก่อนปลูกหลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)	11
ภาพที่ 1.9	การกระจายของปริมาณ P ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)	12
ภาพที่ 1.10	variogram ของธาตุอาหาร P ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)	12
ภาพที่ 1.11	แผนที่แสดงปริมาณ P ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)	12
ภาพที่ 1.12	การกระจายของปริมาณ P หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)	12
ภาพที่ 1.13	variogram ของธาตุอาหาร P หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)	12
ภาพที่ 1.14	แผนที่แสดงปริมาณ P หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)	12
ภาพที่ 1.15	การกระจายของปริมาณ K ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)	13
ภาพที่ 1.16	variogram ของธาตุอาหาร K ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)	13
ภาพที่ 1.17	แผนที่แสดงปริมาณ K ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)	13
ภาพที่ 1.18	การกระจายของปริมาณ K หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)	13
ภาพที่ 1.19	variogram ของธาตุอาหาร K หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)	13
ภาพที่ 1.20	แผนที่แสดงปริมาณ K หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)	13
ภาพที่ 1.21	การกระจายของปริมาณ N ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)	14
ภาพที่ 1.22	variogram ของธาตุอาหาร N ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)	14
ภาพที่ 1.23	แผนที่แสดงปริมาณ N ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)	14
ภาพที่ 1.24	การกระจายของปริมาณ N หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)	14
ภาพที่ 1.25	variogram ของธาตุอาหาร N หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)	14
ภาพที่ 1.26	แผนที่แสดงปริมาณ N หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)	14
ภาพที่ 1.27	การกระจายของปริมาณ P ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)	15
ภาพที่ 1.28	variogram ของธาตุอาหาร P ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)	15
ภาพที่ 1.29	แผนที่แสดงปริมาณ P ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)	15
ภาพที่ 1.30	การกระจายของปริมาณ P หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)	15
ภาพที่ 1.31	variogram ของธาตุอาหาร P หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)	15
ภาพที่ 1.32	แผนที่แสดงปริมาณ P หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)	15
ภาพที่ 1.33	การกระจายของปริมาณ K ก่อนปลูกฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)	16
ภาพที่ 1.34	การกระจายของปริมาณ K หลังปลูกฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)	16
ภาพที่ 2.1	สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่สกัดโดย Modified Mehlich 1 กับปริมาณการดูดกลืนไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพด	20

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 2.2	สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดโดย Sodium lactate กับปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด	22
ภาพที่ 2.3	สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมในดินที่สกัดด้วย Modified Mehlich 1 กับปริมาณการดูดกินโพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพด	24
ภาพที่ 3.1	ชนิดของแร่ต่างๆในชุดดินลำนารายณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณ smectite ที่สูง kaolinite ที่ต่ำ โดยวิธี X-ray	41
ภาพที่ 3.2	ชนิดของแร่ต่างๆในชุดดินสติก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณ illite ที่สูงโดยวิธี X-ray	41
ภาพที่ 3.3	การสร้างโปรแกรมโพแทสเซียมเริ่มต้น แสดงให้เห็นถึงการนำเอาข้อมูลค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมเข้าโปรแกรม	54
ภาพที่ 3.4	รายงานผลการวินิจฉัยการขาดแคลนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม	54
ภาพที่ 3.5	การคำนวณปุ๋ยจากโปรแกรมโดยป้อนข้อมูลที่สำคัญๆเข้าไปในโปรแกรม	55
ภาพที่ 3.6	ร่างรายงานคำแนะนำปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ซึ่งอยู่ในโปรแกรมเดียวกัน	55
ภาพที่ 4.1	ผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกรใน 4 จังหวัดปีเพาะปลูก 2543 และ 2545	69
ภาพที่ 4.2	กำไรสุทธิของเกษตรกรใน 4 จังหวัดปีเพาะปลูก 2543 และ 2545	70
ภาพที่ 4.3	ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยใน 3 ชุดดินปีเพาะปลูก 2543 และ 2545	70
ภาพที่ 4.4	ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครสวรรค์ ปีเพาะปลูก 2543 และ 2545	71
ภาพที่ 4.5	ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ปีเพาะปลูก 2543 และ 2545	71
ภาพที่ 4.6	ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดลพบุรี ปีเพาะปลูก 2543 และ 2545	72
ภาพที่ 4.7	ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครราชสีมา ปีเพาะปลูก 2543 และ 2545	72
ภาพที่ 5.1	แสดงโครงสร้างของโปรแกรม	80

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1	จำนวนอำเภอและเกษตรกรในแต่ละจังหวัดที่จัดทำแปลงสาธิต	87
ตารางภาคผนวกที่ 2	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดช่วงเดือนต่างๆ	87
ตารางภาคผนวกที่ 3	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ปลูกพืชสลับในแปลงข้าวโพด	87
ตารางภาคผนวกที่ 4	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ปลูกปลูกพืชบำรุงดินในแปลงข้าวโพด	87
ตารางภาคผนวกที่ 5	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวโพด	88
ตารางภาคผนวกที่ 6	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้พันธุ์ข้าวโพดปลูกในปี 2546	88
ตารางภาคผนวกที่ 7	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่เลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดปลูกในปี 2546	88
ตารางภาคผนวกที่ 8	ราคาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแต่ละพันธุ์	89
ตารางภาคผนวกที่ 9	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้เงินทุนปลูกข้าวโพดจากแหล่งต่างๆ	89
ตารางภาคผนวกที่ 10	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ซื้อปุ๋ยเคมีจากแหล่งต่างๆ	89
ตารางภาคผนวกที่ 11	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่จำหน่ายผลผลิตในแหล่งต่างๆ	90
ตารางภาคผนวกที่ 12	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรแต่ละจังหวัดเมื่อเปรียบเทียบรายได้เมื่อหักค่าปุ๋ยแล้ว	90
ตารางภาคผนวกที่ 13	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ได้รับความรู้จากการทำแปลงสาธิต	90
ตารางภาคผนวกที่ 14	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่เลือกประเด็นความรู้นำไปปฏิบัติต่อกับพืชอื่น	91
ตารางภาคผนวกที่ 15	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้ส่วานเจาะดิน	91
ตารางภาคผนวกที่ 16	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้คู่มือจำแนกชุดดิน	91
ตารางภาคผนวกที่ 17	จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้ชุดตรวจสอบ NPK ในดิน	91

สารบัญภาพผนวก

[illegible]

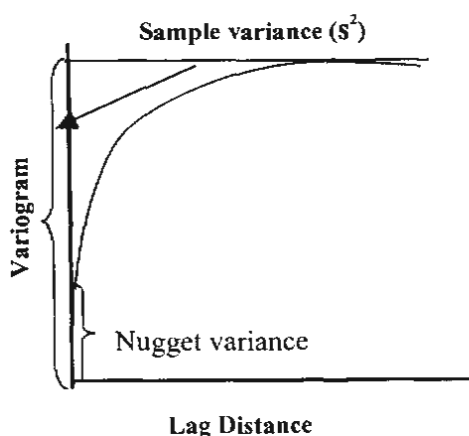
บทที่ 1

ความแปรปรวนของระดับธาตุอาหาร NPK เมื่อมีการใส่ปุ๋ย และปลูกข้าวโพด

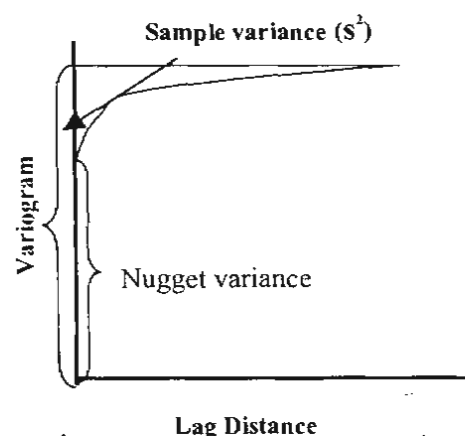
1.1 คำนำ

การศึกษาในเรื่องของความแปรปรวนของธาตุอาหาร NPK ในดินนั้นมีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อศึกษาระดับธาตุอาหาร NPK ในแปลงเกษตรกรรมก่อนและหลังการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องตามหลักวิชาการว่ามีความแปรปรวนน้อยลงหรือไม่ โดยมีสมมติฐานว่า เมื่อเกษตรกรใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช และปริมาณธาตุอาหารดั้งเดิมที่มีอยู่ในดินแล้ว ความแปรปรวนของธาตุอาหาร NPK ในดินจะมีย่อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปฏิบัติเช่นนี้เป็นเวลาหลายๆปี (2) เพื่อศึกษาระยะห่างของการเก็บตัวอย่างดิน โดยประหยัดค่าใช้จ่าย และในขณะเดียวกันได้ประโยชน์สูงสุด

การศึกษานี้ได้นำเอาการคำนวณทาง geostatistics มาวิเคราะห์ค่า spatial dependence หรือความใกล้เคียงกัน โดยคำนวณค่านี้จาก ค่า sample variance (s^2)- nugget variance เมื่อตัวอย่างมี spatial dependence สูง ค่า nugget variance จะมีค่าต่ำ ภาพที่ 1.1 และ 1.2 แสดง variogram ของตัวอย่างที่มีค่า spatial dependence สูงและต่ำตามลำดับ การศึกษา spatial dependence นั้น เป็นการศึกษาความใกล้เคียงกันของสิ่งต่างๆ ที่มีระยะทางเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงใคร่ขอทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการศึกษา spatial dependence พอเป็นสังเขป ดังนี้ เมื่อเราต้องการศึกษาความแปรปรวนของ pH ดินในพื้นที่แห่งหนึ่ง โดยปกติแล้วดินจะมีค่า pH แตกต่างกันในแปลงเดียวกัน ค่า pH ของตัวอย่างดินที่อยู่ห่างกันจะมีความแตกต่างกันมาก และความแตกต่างจะน้อยลงเมื่อระยะทางการเก็บตัวอย่างใกล้เข้ามา ถ้าเป็นเช่นนี้ เรากล่าวได้ว่าค่า pH ของดินนี้มี spatial dependence สูง ดังนั้นการวิเคราะห์ความแปรปรวนวิธีนี้จึงมีความละเอียดกว่าการวิเคราะห์ทางสถิติปกติเพราะจะได้ทราบค่าระยะทางที่เริ่มมีความแตกต่างกันของสมบัติต่างๆของตัวอย่างที่ศึกษา การวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้ใช้โปรแกรม Surfer 8 วิเคราะห์ค่า nugget variance, sample variance และ range และยังใช้โปรแกรมนี้ทำแผนที่ ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างกันของสิ่งต่างๆที่เราศึกษาได้ ในกรณีนี้เราสามารถแสดงความแตกต่างกันของระดับธาตุอาหาร NPK ในแปลงปลูกข้าวโพดที่สัมพันธ์กับผลผลิตโดยใช้โปรแกรมดังกล่าว



ภาพที่ 1.1 Variogram ของตัวอย่างที่มีค่า spatial dependence สูง



ภาพที่ 1.2 Variogram ของตัวอย่างที่มีค่า spatial dependence ต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาความแปรปรวนของระดับธาตุอาหาร NPK เมื่อเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยตรงตามค่าวิเคราะห์ดินและปลูกพืชไป 2 ฤดูปลูก
- 1.2.2 เพื่อทราบข้อมูลระยะห่างของการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ธาตุอาหาร NPK ในพื้นที่ที่ศึกษา โดยประหยัดค่าใช้จ่ายและมีประสิทธิภาพ

1.3 วิธีการดำเนินงาน

1.3.1 การเก็บตัวอย่างดิน

ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินอย่างละเอียด แบบ grid ทุกๆ 15 และ 30 เมตร ในแปลงเกษตรกร 6 ราย ซึ่งเป็นชุดดินปากช่องและลพบุรี ทำการศึกษาใน จังหวัดนครราชสีมา ได้วิเคราะห์ค่า spatial dependence, sample variance, nugget variance และ range รายละเอียดของชุดดิน พื้นที่ที่ศึกษา จำนวนตัวอย่างดินที่เก็บ พร้อมทั้งระดับธาตุอาหาร NPK แสดงอยู่ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงข้อมูลการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงหลังปลูกข้าวโพด

แปลงที่	เกษตรกร	ชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ระยะ (เมตร)	จำนวน ที่เก็บ	ระดับธาตุอาหารเฉลี่ย		
						N	P	K
1	นายประเสริฐ เกตุสวัสดิ์	Pc	17	15	131	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง
2	นางใส ขอนปานกลาง	Pc	26	30	43-40	ต่ำ	สูง	สูง
3	นายทวี งามอาจ	Pc	30	30	58-63	ปานกลาง	สูง	สูง
4	นายเฉลา ขุนเณร	Lb	25	30	48	ต่ำมาก	สูง	สูง
5	นางวันเพ็ญ เฝือกจิตต์	Lb	25	30	49	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
6	นายเพิ่ม รักษ์วงศ์	Lb	30	30	60-62	ต่ำ	ต่ำ	สูง

1.3.2 การวิเคราะห์ธาตุอาหาร N P K

ทำการวิเคราะห์ NPK ในตัวอย่างดินหลังปลูกข้าวโพดของทั้ง 6 แปลง โดยมีจำนวนตัวอย่างที่เก็บไม่เท่ากัน รายละเอียดแสดงอยู่ในตารางที่ 1.1 ได้ใช้ชุดตรวจสอบ NPK ในดินวิเคราะห์ระดับธาตุอาหาร NPK ในดิน และนำค่าที่ได้มาคำนวณ variance ต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Surfer 8

1.4 ผลการศึกษา และวิจารณ์

1.4.1 ความถี่ของระดับความแปรปรวนของธาตุอาหาร NPK ก่อนและหลังการใส่ปุ๋ย (ฤดูปลูกที่ 1)

ได้ทำการศึกษาความถี่ของความแปรปรวนของระดับธาตุอาหารในชุดดินปากช่อง 3 แปลง และชุดดินลพบุรี 3 แปลงก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพดโดยใช้ชุดตรวจสอบ NPK ในดิน โดยเก็บดินทุกๆ 15 เมตรเฉพาะชุดดินปากช่อง (แปลง R) ส่วนแปลงอื่นๆนั้นเก็บดินทุกๆ 30 เมตร เมื่อพิจารณาระดับธาตุอาหารไนโตรเจนของชุดดินปากช่อง 1, 2 และ 3 ก่อนปลูกข้าวโพด ส่วนใหญ่มีระดับไนโตรเจนต่ำและต่ำมาก ในกรณีของฟอสฟอรัส แปลงปากช่อง 1 มีระดับฟอสฟอรัสต่ำถึงปานกลาง แปลง 2 มีระดับ

ฟอสฟอรัสต่ำถึงต่ำมาก แปลงที่ 3 มีระดับฟอสฟอรัสปานกลางถึงสูง ส่วนโพแทสเซียมนั้นทุกแปลงมีระดับโพแทสเซียมปานกลางถึงสูง (ตารางที่ 1.2)

เมื่อมีการใส่ปุ๋ยและปลูกข้าวโพดในโตรเจนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่มีระดับต่ำลงไปจากค่าระดับเดิมก่อนปลูกข้าวโพด ส่วนฟอสฟอรัสมีระดับต่ำถึงปานกลางเหมือนเดิม โพแทสเซียมมีแนวโน้มอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง และสูง (ตารางที่ 1.2)

ในกรณีของชุดดินลพบุรี ก่อนปลูกข้าวโพดในโตรเจนอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ยกเว้นแปลงที่ 3 ซึ่งมีในโตรเจนในระดับต่ำถึงปานกลาง ฟอสฟอรัสมีระดับสูงถึงสูงมาก ยกเว้นแปลงลพบุรี 3 ซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง โพแทสเซียมอยู่ในระดับสูง

เมื่อมีการใส่ปุ๋ยและปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่ในโตรเจนมีระดับต่ำมาก ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับแปรปรวนทุกแปลง ยกเว้นแปลงลพบุรี 3 มีฟอสฟอรัสต่ำถึงปานกลาง โพแทสเซียมอยู่ในระดับสูง

จากผลการทดลองฤดูปลูกที่ 1 พบว่า การใส่ปุ๋ย NPK ลงไปในดินทั้ง 2 ชุด จำนวน 6 แปลงนั้น เมื่อปลูกข้าวโพดไปแล้ว ในโตรเจนมีระดับต่ำลง แสดงว่าปุ๋ยในโตรเจนที่แนะนำให้ใส่นั้นไม่มากเกินไป เป็นการใส่ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ อีกประการหนึ่งการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในแต่ละฤดูปลูกนั้น จะไม่เหลือตกค้างในดินเพราะนอกจากพืชดูดเอาไปใช้แล้วยังสูญหายไปจากดินโดยวิธีการต่างๆ ได้ง่าย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงระดับในโตรเจนในชุดดินทั้ง 2 นั้นไม่แตกต่างกัน ส่วนในกรณีของระดับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีค่าเหมือนเดิม

1.4.2 ความถี่ของระดับความแปรปรวนของธาตุอาหาร NPK ก่อนและหลังการใส่ปุ๋ย (ฤดูปลูกที่ 2)

ก่อนปลูกข้าวโพดในฤดูปลูกที่ 2 ระดับในโตรเจนส่วนใหญ่ในชุดดินปากช่องแปลงที่ 1 และ 2 มีค่าต่ำมาก ฟอสฟอรัสต่ำถึงปานกลาง โพแทสเซียมแปลงที่ 1 มีระดับปานกลางถึงสูง ส่วนแปลงที่ 2 มีระดับต่ำถึงปานกลาง เมื่อมีการใส่ปุ๋ยและปลูกข้าวโพดแปลงที่ 1 จำนวนตัวอย่างที่มีในโตรเจนในระดับต่ำมากมีสูงขึ้น แปลงที่ 2 ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (ตารางที่ 1.3, ภาพที่ 1.3, 1.6, 1.5 และ 1.8) ส่วนฟอสฟอรัสไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (ภาพที่ 1.9, 1.22, 1.11 และ 1.14) โพแทสเซียมแปลงที่ 1 ส่วนใหญ่มีระดับสูง ส่วนแปลงที่ 2 และ 3 ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (ภาพที่ 1.15, 1.18, 1.17 และ 1.20)

ในกรณีของชุดดินลพบุรี ก่อนปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่ดินมีระดับในโตรเจนต่ำมากถึงต่ำทั้ง 3 แปลง ฟอสฟอรัสสูงถึงสูงมากในแปลงที่ 1 และ 2 ส่วนแปลงที่ 3 มีระดับฟอสฟอรัสต่ำมากถึงต่ำ โพแทสเซียมสูงทั้ง 3 แปลง เมื่อมีการใส่ปุ๋ย และปลูกข้าวโพดจำนวนตัวอย่างที่มีในโตรเจนระดับต่ำมากมีสูงขึ้นในแปลงที่ 1 ส่วนแปลงที่ 2 และ 3 ระดับในโตรเจนไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (ภาพที่ 1.21, 1.24, 1.23 และ 1.26) ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ในแปลงที่ 1 และ 2 ส่วนแปลงที่ 3 มีระดับต่ำถึงปานกลาง (ภาพที่ 1.27, 1.30, 1.29 และ 1.32) โพแทสเซียมอยู่ในระดับสูงเหมือนเดิม

เมื่อปลูกข้าวโพดไป 1 ฤดูปลูก ชุดดินปากช่องแปลงที่ 1, 3 ในโตรเจนมีความสม่ำเสมอมากขึ้น กล่าวคือปริมาณในโตรเจนส่วนใหญ่มีระดับต่ำมากถึงต่ำ ส่วนแปลงที่ 2 มีความสม่ำเสมอของระดับ

ไนโตรเจนน้อยลง ในกรณีของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมก็มีแนวโน้มที่สม่ำเสมอมากขึ้น กล่าวคือ จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากันมีสูงขึ้น

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยตรงตามค่าวิเคราะห์ดินนั้น หลังจากปลูกพืชไปแล้ว ปริมาณไนโตรเจนไม่ตกค้างในดิน การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีความถูกต้องเพราะมีปริมาณเหลือตกค้างอยู่ในดิน ทำให้ดินมีปริมาณสำรองของฟอสฟอรัสเหลืออยู่ ส่วนในกรณีของโพแทสเซียมนั้นมีอยู่ในระดับสูง เพราะดินเดิมมีปริมาณโพแทสเซียมสูง และไม่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในการปลูกข้าวโพด ยกเว้นในชุดดินปากช่อง แปลงที่ 1 (ตารางที่ 1.3)

ตารางที่ 1.2 ความถี่ของความแปรปรวนธาตุอาหาร NPK ก่อนและหลังปลูกพืช (ฤดูปลูกที่ 1)

แปลง	ชุดดิน	ธาตุอาหาร	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	รวม
(L) ก่อนใส่ปุ๋ย	Pc1	N	58	47	17	9	0	131
		P	9	63	39	16	4	131
		K	0	17	53	61	0	131
(R) หลังใส่ปุ๋ย	Pc1	N	101	26	4	0	0	131
		P	0	47	54	24	6	131
		K	0	1	38	92	0	131
(K) ก่อนใส่ปุ๋ย	Pc2	N	37	5	0	1	0	43
		P	19	19	4	1	0	43
		K	0	0	7	36	0	43
(S) หลังใส่ปุ๋ย	Pc2	N	19	7	11	2	1	40
		P	0	13	17	7	3	40
		K	0	0	8	32	0	40
(H) ก่อนใส่ปุ๋ย	Pc3	N	11	24	15	8	0	58
		P	0	1	21	28	8	58
		K	0	0	13	43	0	58
(T) หลังใส่ปุ๋ย	Pc3	N	51	9	3	0	0	63
		P	0	50	12	1	0	63
		K	0	0	0	63	0	63
(D) ก่อนใส่ปุ๋ย	Lb1	N	6	40	2	0	0	48
		P	7	3	9	11	18	48
		K	0	0	0	48	0	48
(N) หลังใส่ปุ๋ย	Lb1	N	48	0	0	0	0	48
		P	11	13	9	6	9	48
		K	0	0	0	48	0	48

(F) ก่อนใส่ปุ๋ย	Lb2	N	22	22	5	0	0	49
		P	2	13	5	10	19	49
		K	0	0	0	49	0	49
(M) หลังใส่ปุ๋ย	Lb2	N	48	1	0	0	0	49
		P	10	12	11	11	5	49
		K	0	0	0	49	0	49
(P) ก่อนใส่ปุ๋ย	Lb3	N	2	15	34	9	0	60
		P	5	33	13	9	0	60
		K	0	0	0	60	0	60
(U) หลังใส่ปุ๋ย	Lb3	N	48	14	0	0	0	62
		P	2	46	12	2	0	62
		K	0	0	0	62	0	62

ตารางที่ 1.3 ความถี่ของความแปรปรวนธาตุอาหาร NPK ก่อนและหลังปลูกพืช (ฤดูปลูกที่ 2)

แปลง	ชุดดิน	ธาตุอาหาร	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	รวม
(V) ก่อนใส่ปุ๋ย	Pc1	N	102	18	10	1	0	131
		P	2	51	49	18	11	131
		K	0	4	21	106	0	131
(BB)หลังใส่ปุ๋ย	Pc1	N	125	4	1	1	0	131
		P	1	55	44	26	5	131
		K	0	0	1	130	0	131
(W)ก่อนใส่ปุ๋ย	Pc2	N	33	4	2	4	0	43
		P	8	20	10	4	1	43
		K	8	20	10	4	1	43
(AA)หลังใส่ปุ๋ย	Pc2	N	29	10	2	2	0	43
		P	0	27	9	6	1	43
		K	0	27	9	6	1	43
(Y)ก่อนใส่ปุ๋ย	Lb1	N	21	15	10	2	0	48
		P	7	11	6	14	10	48
		K	0	0	0	48	0	48
(CC)หลังใส่ปุ๋ย	Lb1	N	47	1	0	0	0	48
		P	7	12	13	4	12	48
		K	0	0	0	48	0	48
(X)ก่อนใส่ปุ๋ย	Lb2	N	47	2	0	0	0	49

		P	7	11	6	16	9	49
		K	0	0	0	49	0	49
(DD)หลังใส่ปุ๋ย	Lb2	N	37	11	0	0	0	48
		P	4	6	12	17	9	48
		K	0	0	0	48	0	48
(U)ก่อนใส่ปุ๋ย	Lb3	N	48	14	0	0	0	62
		P	48	14	0	0	0	62
		K	0	0	0	62	0	62
(Z) หลังใส่ปุ๋ย	Lb3	N	19	36	7	0	0	62
		P	0	57	5	0	0	62
		K	0	0	0	62	0	62

1.4.3 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยต่อความแปรปรวนของธาตุอาหาร (sample variance)

เมื่อพิจารณา sample variance ของธาตุอาหาร NPK ใน 2 ชุดดินนี้ก่อน และหลังปลูกข้าวโพด จะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยทำให้ sample variance ของ NPK ในชุดดินทั้ง 2 นี้ลดลงเล็กน้อย ความแปรปรวนของธาตุอาหารทั้ง 3 ในแต่ละชุดดินมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ความแปรปรวนของไนโตรเจน ในชุดดินปากช่องมีมากกว่าชุดดินลพบุรี (ตารางที่ 1.4 ภาพที่ 1.7 และ 1.25) ในทางตรงกันข้าม ความแปรปรวนของฟอสฟอรัส ในชุดดินลพบุรีมีมากกว่าชุดดินปากช่อง เมื่อเฉลี่ยค่าความแปรปรวนของธาตุอาหารแต่ละตัวใน 2 ชุดดินจะเห็นว่าความแปรปรวนของธาตุอาหารฟอสฟอรัสมีก่าสูงที่สุด รองลงมาเป็นไนโตรเจน และโพแทสเซียม ตามลำดับ และความแปรปรวนเหล่านี้มีค่าลดลงหลังการใส่ปุ๋ยและปลูกข้าวโพด (ตารางที่ 1.4) ภาพที่ 1.4 และ 1.7 แสดง variogram ของธาตุอาหาร N ก่อนปลูกข้าวโพดฤดูปลูกที่ 1 และหลังปลูกข้าวโพดฤดูปลูกที่ 2 ของชุดดินปากช่อง ภาพที่ 1.10 และ 1.13 แสดง variogram ของธาตุอาหาร P ก่อนปลูกข้าวโพดฤดูปลูกที่ 1 และหลังปลูกข้าวโพดฤดูปลูกที่ 2 ของชุดดินปากช่อง ซึ่งแสดงให้เห็นค่า sample variance และ Nugget variance ที่เปลี่ยนไป ภาพที่ 1.22 และ 1.25 แสดง variogram ของธาตุอาหารไนโตรเจน ก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพดในชุดดินลพบุรี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงค่า sample variance ที่ลดลง ในกรณีของธาตุอาหารฟอสฟอรัสก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน คือ ค่า sample variance มีค่าลดลง (ตารางที่ 1.4, ภาพที่ 1.28 และ 1.31) ส่วนเหตุผลสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงไปดิน สารประกอบของไนโตรเจนจะสูญหายไปได้ง่าย เช่น สูญหายไปโดยการชะล้าง สารประกอบไนโตรเจนจะเคลื่อนที่ลึกลงไปในหน้าตัดดินได้ง่ายกว่าธาตุอาหารอื่น ดังนั้นเราจึงไม่พบว่าปริมาณไนโตรเจนตกค้างอยู่ในดิน ในขณะที่ฟอสฟอรัสเคลื่อนที่ไต่ยากกว่า ทำให้พบฟอสฟอรัสในดินในปริมาณสูง ส่วนโพแทสเซียมในดินเดิมมีอยู่สูง (ตารางที่ 1.2-1.3) และการทดลองไม่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในการปลูกข้าวโพด ดังนั้นจึงพบว่า ความแปรปรวนของโพแทสเซียมต่ำที่สุด อีกประการหนึ่ง เนื่องจากปริมาณโพแทสเซียมในดินมีสูง แต่ชุดตรวจสอบ NPK

ในดินไม่สามารถอ่านค่าที่สูงมากได้ ดังนั้นจึงไม่พบว่าโพแทสเซียมมีความแปรปรวนหรือไม่ แต่พบว่ามี ความสม่ำเสมอสูง ภาพของ variogram ที่แสดงถึง sample variance, nugget variance และ spatial dependence ของทั้ง 2 ชุดดินก่อนและหลังการปลูกข้าวโพด แสดงอยู่ในภาพผนวกที่ 1 - 23

ตารางที่ 1.4 ความแปรปรวน (sample variance) ของธาตุอาหาร NPK ก่อน และหลังปลูกข้าวโพด

ชุดดิน	ธาตุอาหาร	ความแปรปรวน (s^2)	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
ปากช่อง (Pc)	N	0.660	0.485
	P	0.734	0.536
	K	0.257	0.132
ลพบุรี (Lb)	N	0.350	0.129
	P	1.420	1.020
	K	-	-
เจดีย์	N	0.491	0.291
	P	1.110	0.800
	K	0.147	0.132

1.4.4 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยต่อ Nugget variance

เมื่อพิจารณาค่า Nugget variance ของธาตุอาหารใน 2 ชุดดินนี้ พบว่า Nugget variance ของธาตุอาหาร NPK มีค่าลดลง เมื่อมีการใส่ปุ๋ยและปลูกข้าวโพด ในกรณีของชุดดินปากช่อง ค่า Nugget variance ของ P มีค่าต่ำกว่า N แต่สูงกว่า K ทั้งก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด หมายความว่า ความแปรปรวนของ P นั้นมีค่าน้อยลงเมื่อมีระยะทางใกล้เข้ามา แต่เมื่อเทียบกับไนโตรเจนแล้วความแปรปรวนของไนโตรเจนมีค่าน้อยลงเมื่อระยะทางใกล้เข้ามา แต่ความแปรปรวนมีมากกว่าฟอสฟอรัสที่ระยะทางเท่ากัน แสดงว่าความสม่ำเสมอของปริมาณฟอสฟอรัสในชุดดินปากช่องนี้มีมากกว่าปริมาณไนโตรเจน ส่วนชุดดินลพบุรีนั้นค่า Nugget variance ของ P มีค่ามากกว่า N ทั้งก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด หมายความว่า ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสมีค่าน้อยลงเมื่อระยะทางใกล้เข้ามา แต่ความแปรปรวนของ P ยังมีค่าสูงกว่าไนโตรเจนที่ระยะทางเท่ากัน แสดงว่าความสม่ำเสมอของปริมาณฟอสฟอรัสนั้นต่ำกว่าปริมาณไนโตรเจน (ตารางที่ 1.5)

ตารางที่ 1.5 ค่า Nugget variance ของธาตุอาหาร NPK ก่อน และหลังปลูกข้าวโพด

ชุดดิน	ธาตุอาหาร	Nugget variance	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
ปากช่อง (Pc)	N	0.588	0.486
	P	0.398	0.348
	K	0.151	0.118
ลพบุรี (Lb)	N	0.256	0.020
	P	0.519	0.208
	K	-	-
เฉลิข	N	0.422	0.353
	P	0.459	0.270
	K	0.151	0.118

1.4.5 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยต่อ spatial dependence

เมื่อพิจารณาความใกล้เคียงกันของธาตุอาหาร NPK โดยมีระยะทางเข้ามาเกี่ยวข้องนั้น พบว่า spatial dependence ของธาตุอาหาร NPK มีค่าลดลง หลังจากใส่ปุ๋ย และปลูกข้าวโพด

เมื่อพิจารณาค่า spatial dependence ของแต่ละธาตุอาหาร จะเห็นว่าค่า spatial dependence ของ P สูงกว่า N และ K ตามลำดับ หมายความว่าเมื่อระยะทางใกล้เคียงเข้ามา สมมุติว่าที่ระยะทางใกล้เคียงเข้ามาเป็น 10 เมตร จาก 100 เมตรเท่ากัน ธาตุอาหาร P มีความแปรปรวนน้อยกว่า N และ K (ตารางที่ 1.6)

ตารางที่ 1.6 ค่า spatial dependence ของธาตุอาหาร NPK ก่อน และหลังปลูกข้าวโพด

ชุดดิน	ธาตุอาหาร	spatial dependence	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
ปากช่อง (Pc)	N	0.122	0
	P	0.342	0.269
	K	0.133	0.050
ลพบุรี (Lb)	N	0.163	0.046
	P	0.815	0.695
	K	-	-
เฉลิข	N	0.145	0.023
	P	0.579	0.506
	K	0.132	0.050

1.4.6 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยต่อค่า range ของธาตุอาหาร NPK

การเปลี่ยนแปลงของ range หลังจากใส่ปุ๋ยและปลูกข้าวโพดนั้น เมื่อพิจารณาชุดดินปากช่อง พบว่าในกรณีของฟอสฟอรัสค่า range ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ในกรณีของโพแทสเซียม range มีค่าลดลง ส่วนชุดดินลพบุรี range ของไนโตรเจนมีค่าลดลง ส่วนฟอสฟอรัสมีค่าคงที่ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของชุดดินทั้ง 2 พบว่า range ของไนโตรเจนลดลงเล็กน้อย ฟอสฟอรัสมีค่า range คงที่ ส่วนโพแทสเซียมมีค่าลดลง แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยนั้นไม่มีอิทธิพลต่อค่า range ของธาตุอาหาร N และ P ในกรณีของโพแทสเซียมนั้น เนื่องจากปริมาณของโพแทสเซียมในชุดดินลพบุรีมีค่าสูง ทำให้ไม่สามารถคำนวณค่า range ได้ และมีจำนวนแปลงที่ศึกษาความแปรปรวนน้อย อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การเก็บดินมาวิเคราะห์ธาตุอาหาร K อย่างเดียวนั้นควรเก็บดินทุกๆ 50 เมตร หากต้องการวิเคราะห์เฉพาะ N และ P นั้น สามารถลดจำนวนตัวอย่างในการเก็บดินมาวิเคราะห์โดยเก็บดินทุกๆ 70 และ 90 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1.7) ดังนั้นในพื้นที่ 20 ไร่ ถ้าเก็บดินทุกๆ 30 เมตร เราต้องเก็บดินจำนวน 35 ตัวอย่าง แต่ถ้าเพิ่มระยะทางในการเก็บดินเป็นทุกๆ 50 เมตร จำนวนดินที่ต้องเก็บมีเพียง 13 ตัวอย่างเท่านั้น

ตารางที่ 1.7 ค่า Range ของธาตุอาหาร NPK ก่อนและหลังปลูกข้าวโพด

ชุดดิน	ธาตุอาหาร	Range (เมตร)	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
ปากช่อง (Pc)	N	28.0	no value
	P	79.4	77.7
	K	109.0	52.0
ลพบุรี (Lb)	N	101.0	70.0
	P	99.6	99.2
	K	-	-
เฉลี่ย	N	76.0	70.0
	P	90.0	90.0
	K	109.0	52.0

1.4.7 ประโยชน์ของการพิจารณาค่า spatial variability ต่อการคำนวณปุ๋ยที่ใช้

จากการศึกษาค่า spatial variability ในแปลงทดลองของเกษตรกร ซึ่งมีการเก็บดินไปศึกษาอย่างละเอียดทุกๆ 30 เมตรนั้น นอกจากจะได้ทราบถึงความแปรปรวนในลักษณะต่างๆของธาตุอาหาร NPK แล้ว ยังพบว่า การศึกษาลักษณะนี้มีประโยชน์ต่อการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรเป็นอย่างยิ่ง กล่าวคือ เมื่อคำนวณปุ๋ยที่ใส่เฉพาะพื้นที่ในแปลงเล็กๆ (30 x 30 เมตร) พบว่า ในพื้นที่ 24 ไร่ นั้นต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 49 กก. ซึ่งเป็นการคาดคะเนที่ถูกต้องและแม่นยำ แต่ถ้าใส่ปุ๋ยตามระดับธาตุอาหารส่วนใหญ่นั้น จะใส่ปุ๋ยในบางบริเวณมากเกินไป

ไปถึง 29.1 กก. แต่ถ้าใช้ค่าเฉลี่ย (average) ของค่าวิเคราะห์ดินนั้น จะใส่ปุ๋ยมากเกินไป 9.6 กก. ในบางบริเวณ และใส่น้อยไป 32.8 กก. ในบางบริเวณของพื้นที่ (ตารางที่ 1.8)

ดังนั้นการเก็บดินมาวิเคราะห์ธาตุอาหารอย่างละเอียดแบบเฉพาะพื้นที่จะทำให้การใส่ปุ๋ยมีประสิทธิภาพ ในกรณีที่มีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินหลายจุด และเลือกเอาระดับที่มีเป็นส่วนใหญ่ (Median) จะทำให้มีการใส่ปุ๋ยมากเกินไปจนจำเป็น เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ในกรณีที่เก็บดินหลายจุดมาวิเคราะห์และใช้ค่าเฉลี่ยมาคำนวณปุ๋ยที่ใช้ พบว่าบางพื้นที่ใส่ปุ๋ยมากเกินไป บางพื้นที่ใส่น้อยเกินไป ในกรณีที่ใส่น้อยเกินไปจะทำให้ผลผลิตลดลง ส่วนในกรณีที่ใส่ปุ๋ยมากเกินไปเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม การเก็บดินอย่างละเอียดเฉพาะพื้นที่มาวิเคราะห์ธาตุอาหารนั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้องและมีประโยชน์ แต่ต้องคำนึงความเป็นไปได้ในการปฏิบัติและยอมรับของเกษตรกรด้วย

อย่างไรก็ตาม ตัวเลขนี้เป็นเพียงตัวอย่างเดียวที่ศึกษาเท่านั้น การคาดคะเนนี้อาจแตกต่างกันไปในพื้นที่ที่มีระดับความแปรปรวนแตกต่างไปจากนี้ การใส่ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่เป็นการใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องและเหมาะสมทำให้ไม่มีปริมาณไนเตรตตกค้างในน้ำใต้ดิน ลดปัญหาไนเตรตปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ได้ทิ้งปุ๋ยไปโดยเปล่าประโยชน์ นอกจากนั้นทำให้ P และ K มีสำรองอยู่ในดิน อย่างไรก็ตาม จะมีค่าใช้จ่ายในการเก็บตัวอย่างดิน และการใส่ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการใส่ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ด้วย

ตารางที่ 1.8 เปรียบเทียบวิธีการคาดคะเนการใส่ปุ๋ย P ในแปลงทดลองที่มีความแปรปรวนสูง

วิธีการใส่ปุ๋ย ฟอสฟอรัส	ปริมาณปุ๋ยที่ต้องการ สำหรับพื้นที่ 24 ไร่ (กก.)	ปริมาณปุ๋ยที่ใส่มากเกินไป (สมมุติว่าการจัดการธาตุ อาหารเฉพาะพื้นที่นั้น คำนวณถูกต้อง) (กก.)	ปริมาณปุ๋ยที่ใส่น้อย กว่าที่ควร (กก.)
^{1/} เมื่อใส่เฉพาะพื้นที่	49	-	-
^{2/} ใส่ตามค่า Median	78.1	29.1	-
^{3/} ใส่ตามค่าเฉลี่ย	25.8	9.6	32.8

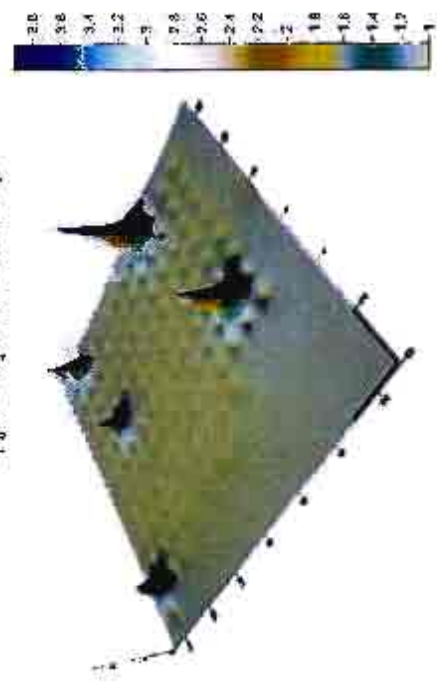
^{1/} จำนวนจาก 43 ตัวอย่าง ในพื้นที่ 24 ไร่ ซึ่งเก็บดิน 1 ตัวอย่างในพื้นที่ 30x30 เมตร เป็นตัวอย่างของชุดดินปากช่อง แปลง AA ซึ่งเป็นดินที่เก็บหลังจากปลูกข้าวโพดครั้งที่ 2 แล้ว

^{2/} จำนวนจากค่าที่มากที่สุด ในกรณีนี้ ค่าวิเคราะห์ส่วนใหญ่มีค่าต่ำ

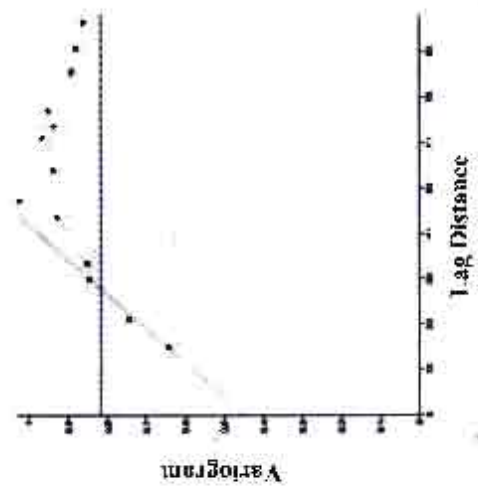
^{3/} จำนวนค่าเฉลี่ยของค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ชุดตรวจสอบ NPK ในดิน



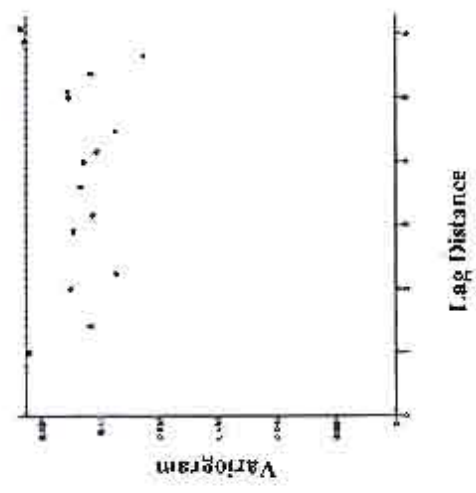
ภาพที่ 1.5 แผนที่แสดงปริมาณ N ก่อนปลูก
ชุดที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



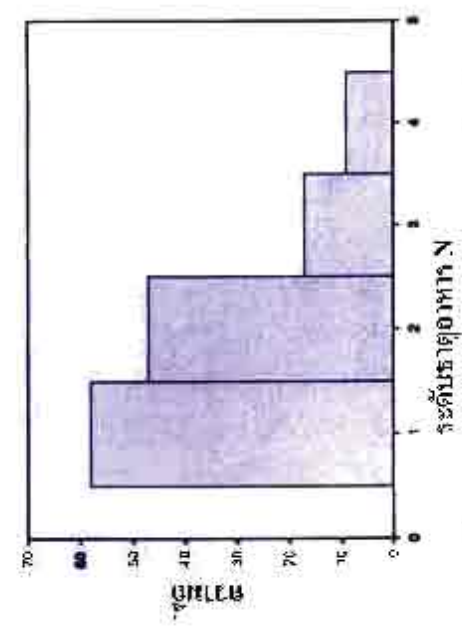
ภาพที่ 1.8 แผนที่แสดงปริมาณ N หลังปลูก
ชุดที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)



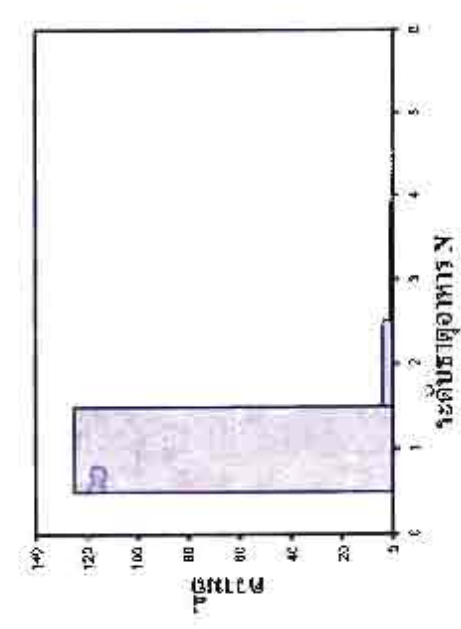
ภาพที่ 1.4 variogram ของธาตุอาหาร N ก่อนปลูก
ชุดที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



ภาพที่ 1.7 variogram ของธาตุอาหาร N
หลังปลูกชุดที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)

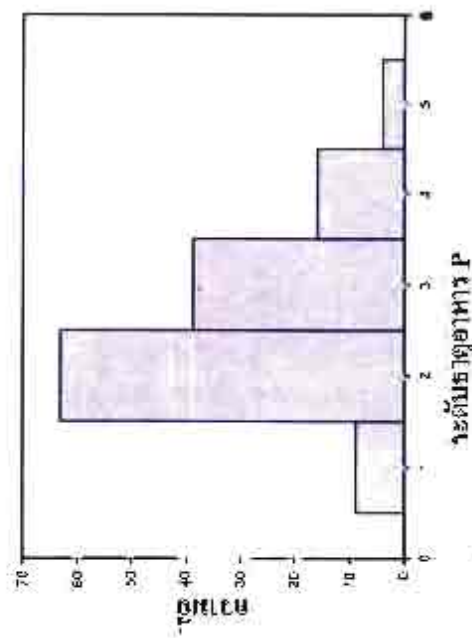


ภาพที่ 1.3 การกระจายของปริมาณ N ก่อนปลูก
ชุดที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



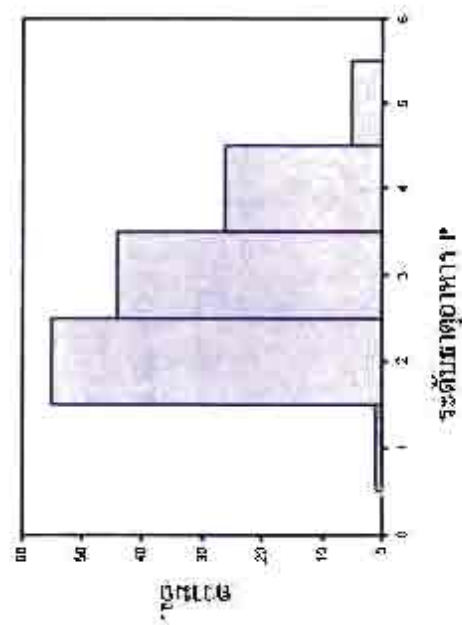
ภาพที่ 1.6 การกระจายของปริมาณ N หลังปลูก
ชุดที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)

หมายเหตุ ระดับธาตุอาหาร NPK 1 = ต่ำมาก 2 = ต่ำ 3 = ปานกลาง 4 - สูง 5 - สูงมาก



ภาพที่ 1.9 การกระจายของปริมาณ P ก่อนปลูก

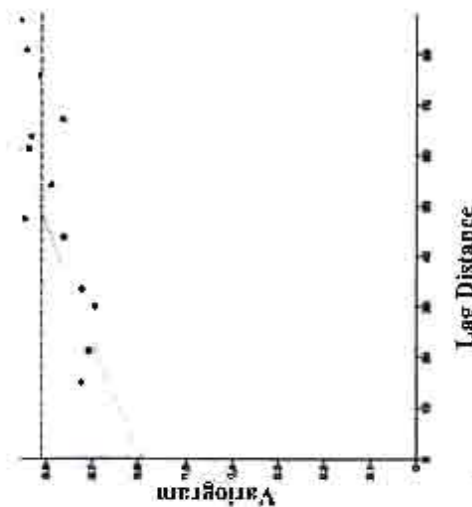
ชุดที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



ภาพที่ 1.12 การกระจายของปริมาณ P หลังปลูก

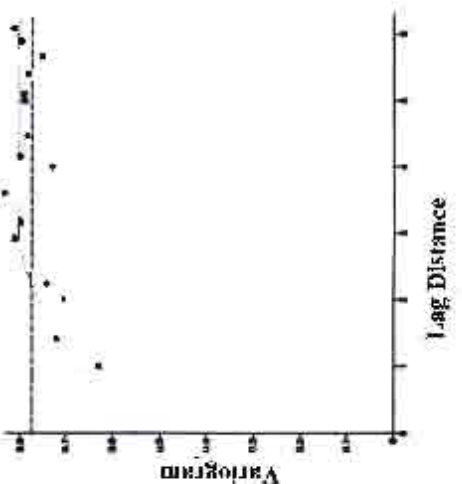
ชุดที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)

หมายเหตุ ระดับธาตุอาหาร NPK 1 – ต่ำมาก 2 = ต่ำ 3 = ปานกลาง 4 = สูง 5 – สูงมาก



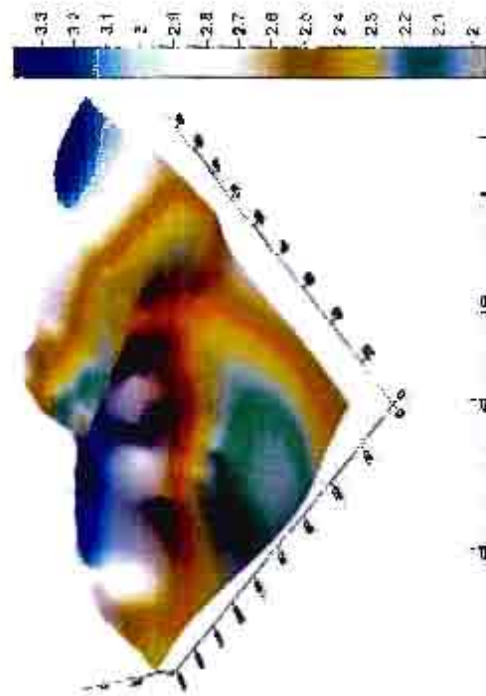
ภาพที่ 1.10 variogram ของธาตุอาหาร P ก่อนปลูก

ชุดที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



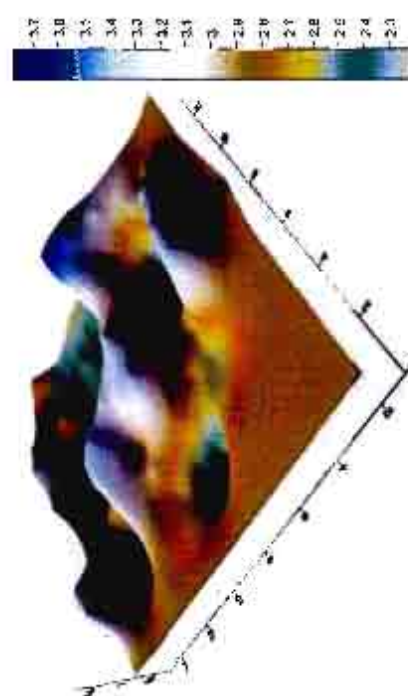
ภาพที่ 1.13 variogram ของธาตุอาหาร P หลังปลูก

ชุดที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)



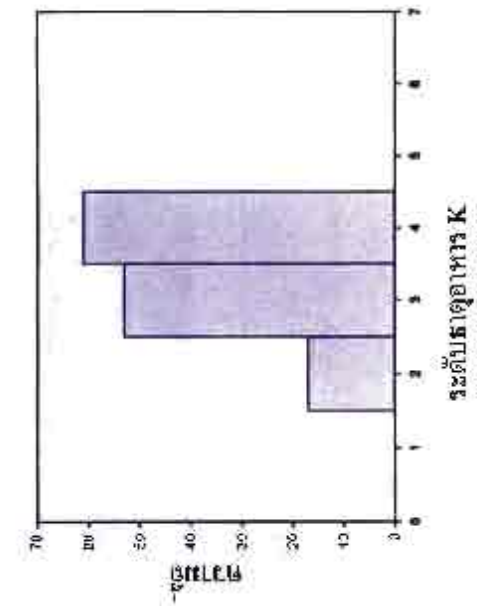
ภาพที่ 1.11 แผนที่แสดงปริมาณ P ก่อนปลูก

ชุดที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)

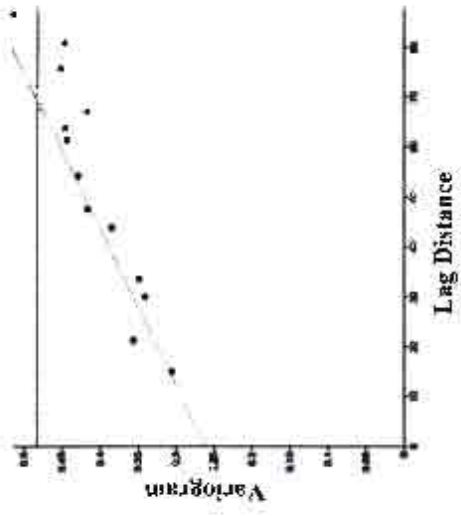


ภาพที่ 1.14 แผนที่แสดงปริมาณ P หลังปลูก

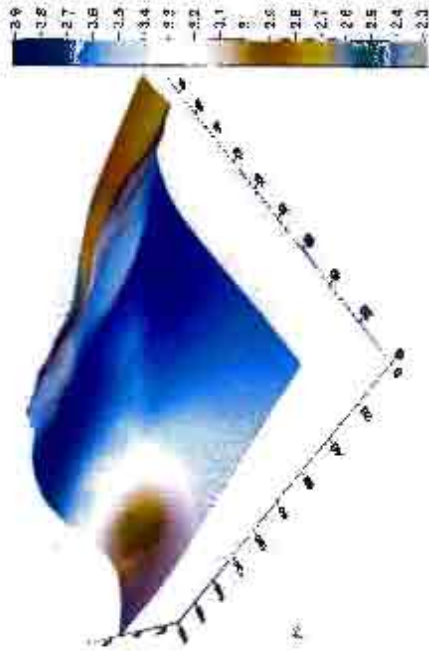
ชุดที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)



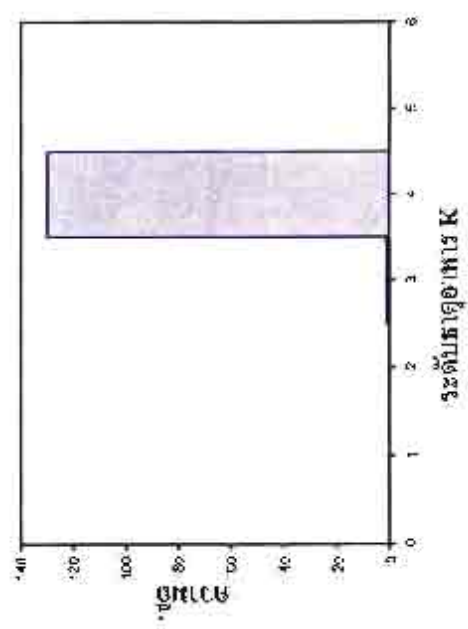
ภาพที่ 1.15 การกระจายของปริมาณ K ก่อนปลูก
ชุดที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



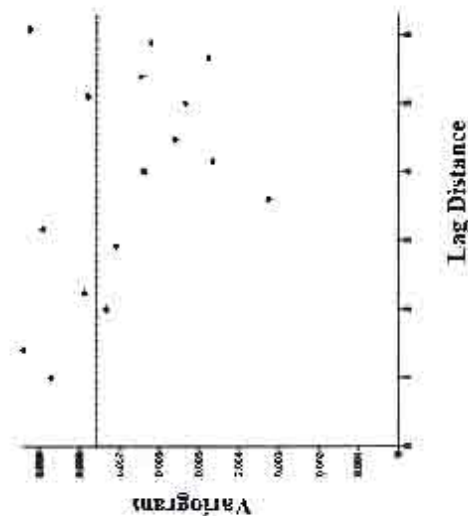
ภาพที่ 1.16 varioqram ของธาตุอาหาร K ก่อนปลูก
ชุดที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



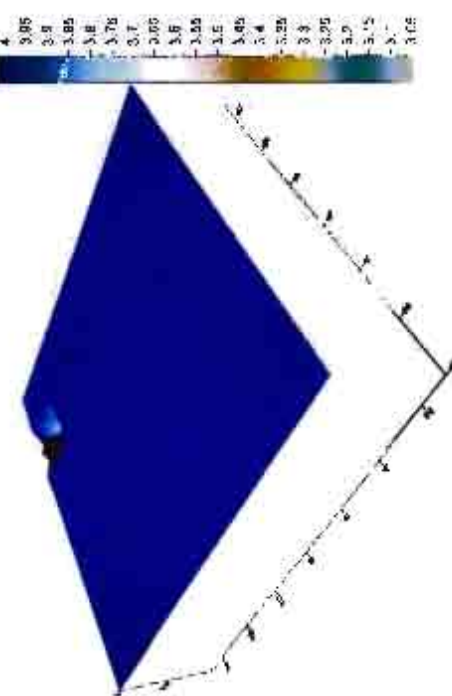
ภาพที่ 1.17 แผนที่แสดงปริมาณ K ก่อนปลูก
ชุดที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



ภาพที่ 1.18 การกระจายของปริมาณ K หลังปลูก
ชุดที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)

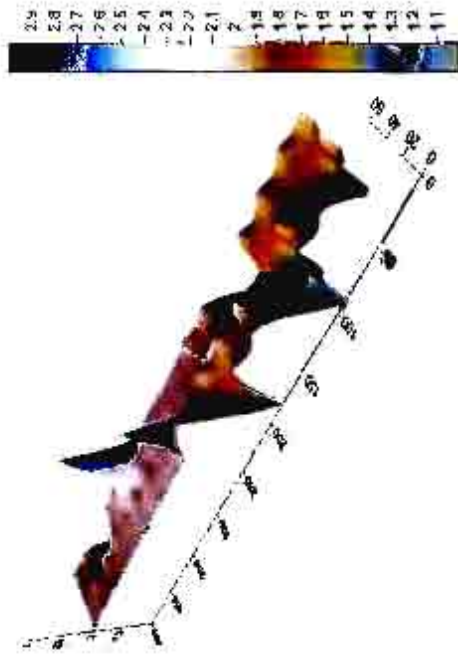


ภาพที่ 1.19 varioqram ของธาตุอาหาร K หลังปลูก
ชุดที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)



ภาพที่ 1.20 แผนที่แสดงปริมาณ K หลังปลูก
ชุดที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)

หมายเหตุ ระดับธาตุอาหาร NPK 1-ต่ำมาก 2-ต่ำ 3-ปานกลาง 4 = สูง 5 = สูงมาก



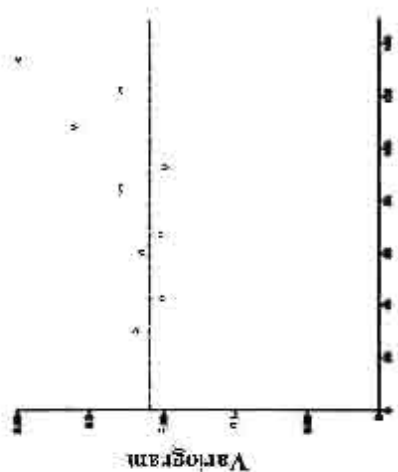
ภาพที่ 1.23 แผนที่แสดงปริมาณ N ก่อนปลูก

ถดู่ที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)



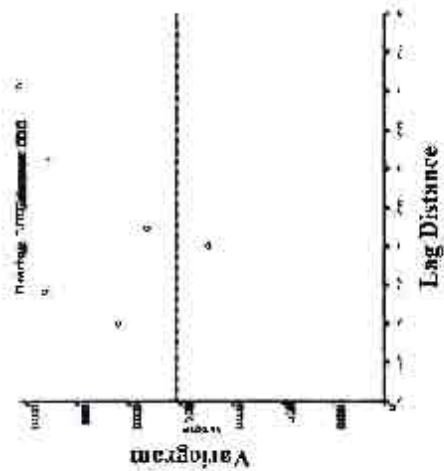
ภาพที่ 1.26 แผนที่แสดงปริมาณ N หลังปลูก

ถดู่ที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)



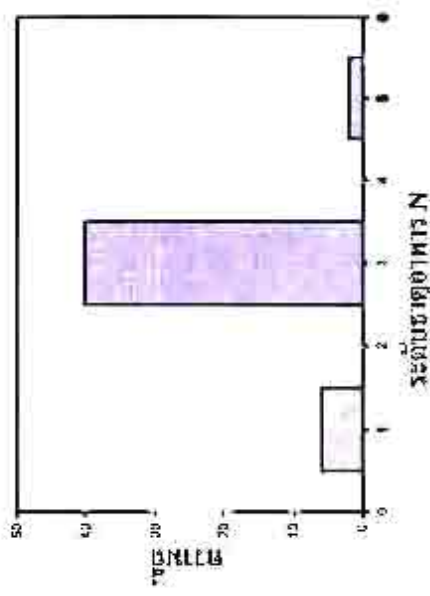
ภาพที่ 1.22 variogram ของธาตุอาหาร N ก่อนปลูก

ถดู่ที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)



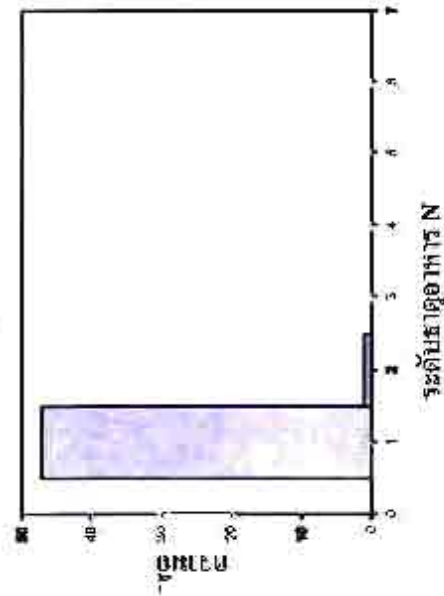
ภาพที่ 1.25 variogram ของธาตุอาหาร N หลังปลูก

ถดู่ที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)



ภาพที่ 1.21 การกระจายของปริมาณ N ก่อนปลูก

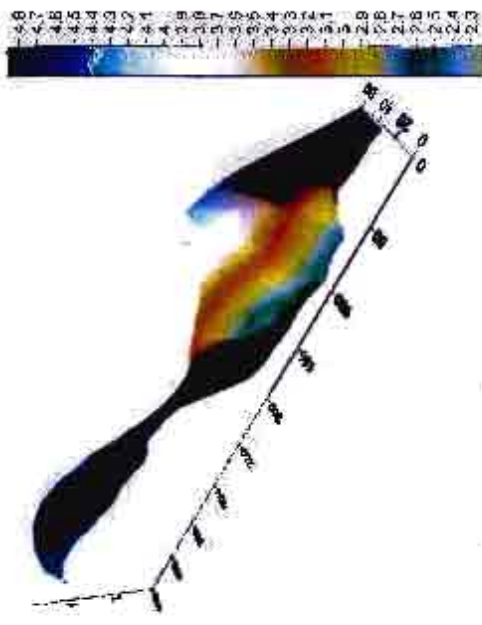
ถดู่ที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)



ภาพที่ 1.24 การกระจายของปริมาณ N หลังปลูก

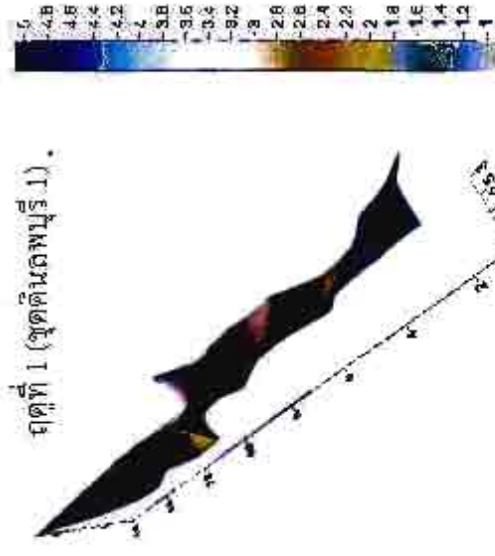
ถดู่ที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)

หมายเหตุ ระดับธาตุอาหาร NPK 1 - ต่ำมาก 2 = ต่ำ 3 = ปานกลาง 4 = สูง 5 = สูงมาก



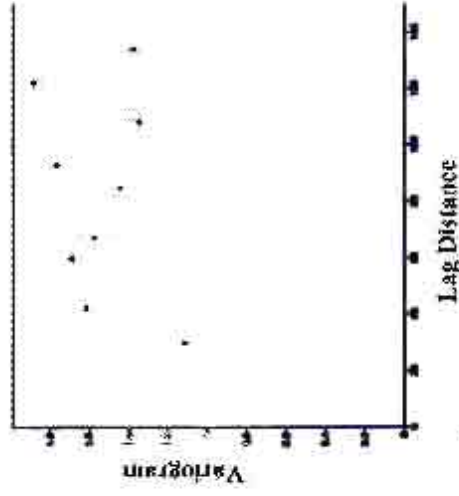
ภาพที่ 1.29 แผนที่แสดงปริมาณ P ก่อนปลูก

ฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1).



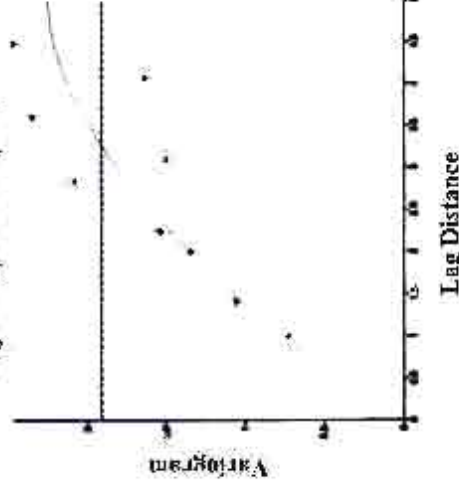
ภาพที่ 1.32 แผนที่แสดงปริมาณ P หลังปลูก

ฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)



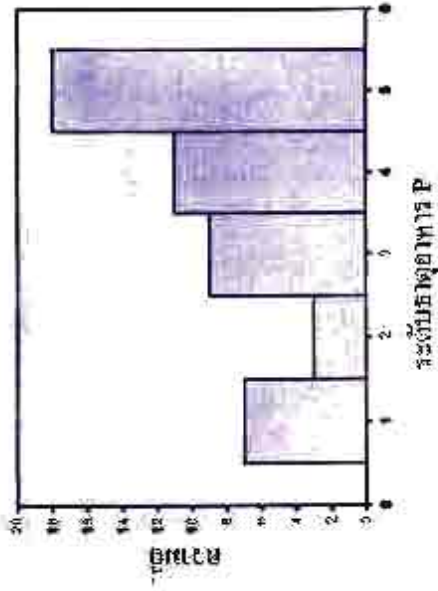
ภาพที่ 1.28 variogram ของข้อมูลหาร P ก่อนปลูก

ฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)



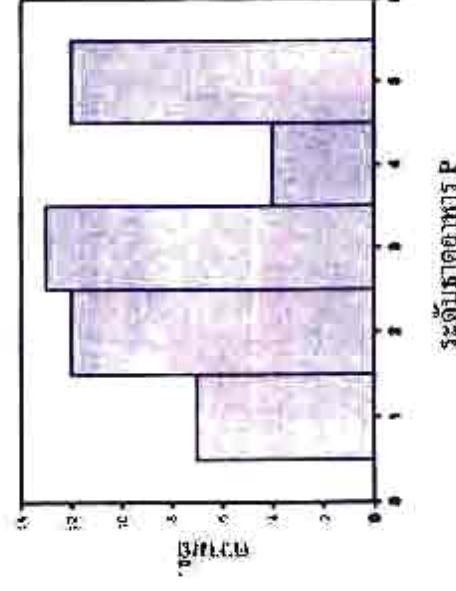
ภาพที่ 1.31 variogram ของข้อมูลหาร P หลังปลูก

ฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)



ภาพที่ 1.27 การกระจายของปริมาณ P ก่อนปลูก

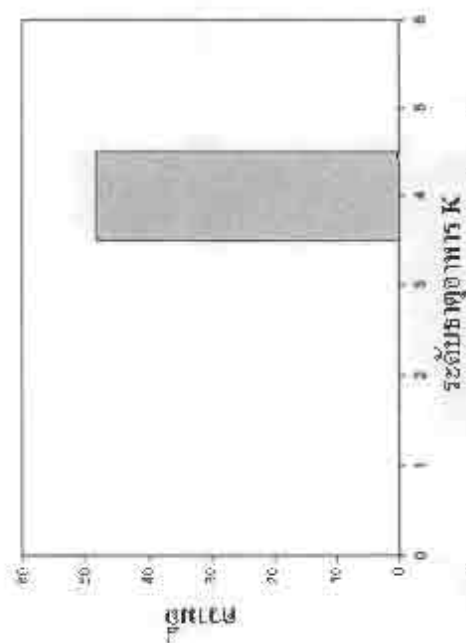
ฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)



ภาพที่ 1.30 การกระจายของปริมาณ P หลังปลูก

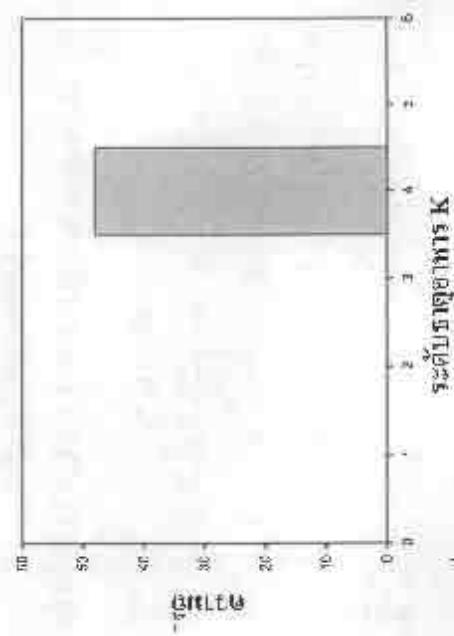
ฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)

หมายเหตุ ระดับธาตุอาหาร NPK 1 = ต่ำมาก 2 = ต่ำ 3 - ปานกลาง 4 - สูง 5 - สูงมาก



ภาพที่ 1.33 การกระจายของปริมาณ K ก่อนปลูก

กรณีที่ 1 (ชุดดินพรวน 1)



ภาพที่ 1.34 การกระจายของปริมาณ K หลังปลูก

กรณีที่ 2 (ชุดดินพรวน 1)

หมายเหตุ ระดับความพึงพอใจ NPK 1 = ต่ำมาก 2 = ต่ำ 3 = ปานกลาง 4 = สูง 5 = สูงมาก

1.5 สรุปผล

เมื่อปลูกข้าวโพดไป 2 ฤดูปลูก จะเห็นว่าชุดดินปากช่อง ปริมาณไนโตรเจนซึ่งมีอยู่หลายระดับในดินก่อนปลูกข้าวโพดจะเปลี่ยนไปอยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณฟอสฟอรัสนั้นไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ส่วนปริมาณโพแทสเซียมซึ่งเดิมมีหลายระดับตั้งแต่ต่ำมากถึงสูงจะเปลี่ยนเป็นระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจากการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในชุดดินปากช่อง 1 และพืชดูดเอา K ไปใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณที่มีอยู่ในดิน ทำให้ดินมีปริมาณโพแทสเซียมสูงหลังจากปลูกพืชไปแล้ว 2 ฤดูปลูก

ในกรณีของชุดดินลพบุรี ระดับธาตุอาหารไนโตรเจนซึ่งมีหลายระดับก่อนปลูกพืช เมื่อปลูกพืชไป 2 ฤดู ระดับไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในระดับต่ำมาก ส่วนฟอสฟอรัส ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ในกรณีของระดับโพแทสเซียมไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการไม่มีการใส่ปุ๋ย K ในชุดดินลพบุรี

การศึกษาความแปรปรวน (sample variance) ของธาตุอาหาร NPK ก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด 2 ฤดู พบว่า การใส่ปุ๋ยและปลูกข้าวโพดทำให้ความแปรปรวนของธาตุอาหาร NPK ลดลง ค่าความแปรปรวนของธาตุอาหาร P สูงกว่า N ในชุดดินปากช่อง และชุดดินลพบุรี

ในกรณีของ Nugget variance การใส่ปุ๋ยและปลูกข้าวโพดทำให้ Nugget variance ของธาตุอาหาร NPK ลดลง และเมื่อพิจารณาโดยเฉลี่ยของ 2 ชุดดินแล้ว ค่า Nugget variance ของ N และ P มีค่าใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าค่า Nugget variance ของ K ในกรณีของ spatial dependence พบว่า ค่า spatial dependence ของธาตุอาหาร P สูงกว่า spatial dependence ของ N แสดงว่าเมื่อระยะทางใกล้เข้ามา เช่น จาก 100 เมตร เป็น 10 เมตร ธาตุอาหาร P มีความใกล้เคียงกันมากกว่าธาตุอาหาร N

จากการคำนวณปริมาณปุ๋ยโดยวิธีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ของชุดดินปากช่อง ซึ่งเก็บดิน 43 ตัวอย่าง ในพื้นที่ 24 ไร่ โดยเก็บ 1 ตัวอย่างในพื้นที่ 30 x 30 เมตร พบว่าต้องใส่ปุ๋ย P 49 กก. แต่การใส่ปุ๋ยแบบที่ปฏิบัติอยู่ ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยตามค่าเฉลี่ยของระดับธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากดินหลายๆตัวอย่าง จะทำให้ใส่ปุ๋ย P น้อยไป 32.8 กก. ในบางบริเวณ และใส่ปุ๋ยมากไป 9.6 กก. ในบางบริเวณ ผลการทดลองของการใส่ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ที่ได้จากตัวอย่างนี้เป็นการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่พืชต้องการ ลดปัญหาไนเตรตปนเปื้อนในน้ำใต้ดินและทำให้ P และ K ไม่เหลือตกค้างมากเกินไปในดิน อย่างไรก็ตาม จะมีค่าใช้จ่ายในการเก็บตัวอย่างดินและการใส่ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการใส่ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ด้วย

บทที่ 2

การพัฒนาปุ๋ยสกัดดิน และการปรับปรุงคุณภาพของชุดตรวจสอบ NPK ในดิน

2.1 คำนำ

จากงานวิจัยในระยะที่ 1 พบว่าปุ๋ยสกัดดิน Mehlich 1 เป็นปุ๋ยสกัดที่เหมาะสมในการสกัดธาตุอาหารได้ทั้ง N P และ K โดยได้ทดลองในกระถาง และใช้ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 เป็นพืชทดสอบ การทดลองได้ใช้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่อายุ 28 วันเป็นตัวชี้บ่งการตอบสนองของพืช งานวิจัยในระยะที่ 2 ได้มีการทดสอบเพิ่มเติม โดยปลูกข้าวโพดในกระถางจนถึงระยะเก็บเกี่ยว และใช้น้ำหนักต่อชั่ง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดดึง NPK ในข้าวโพด เป็นตัวชี้บ่งการตอบสนองของพืช ได้นำค่าปริมาณธาตุอาหาร NPK ที่สกัดได้จากปุ๋ยสกัดชนิดต่างๆ ไปวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์กับน้ำหนักต่อชั่ง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดดึง NPK ของข้าวโพด ค่าสหสัมพันธ์ที่สูงแสดงถึงความเหมาะสมของปุ๋ยสกัดชนิดนั้นๆ งานวิจัยในระยะที่ 3 ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมอีก โดยนำเอาตัวอย่างดินที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน และมีความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันมาวิเคราะห์โดยใช้ปุ๋ยสกัด 4 ชนิด และศึกษาข้อจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณ NPK โดยการใช้วิธีทำให้เกิดสี นอกจากนั้นได้ปรับปรุงให้อ่านค่า K ในดินให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยการเพิ่มตัวอย่างดินมาตรฐานเข้าไปในชุดตรวจสอบ NPK ในดิน

2.2 วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงคุณภาพในการใช้งานของชุดตรวจสอบ NPK ในดินทั้งในส่วนของปุ๋ยสกัด และการวิเคราะห์ปริมาณ NPK

2.3 วิธีการดำเนินงาน

ทำการศึกษาเปรียบเทียบปุ๋ยสกัดดิน 4 ชนิด คือ Mehlich 1, Modified Mehlich 1, Sodium lactate และ Morgan โดยเลือกมาจากปุ๋ยสกัด 10 ชนิด ที่ศึกษาในโครงการวิจัยระยะที่ 1 และ 2 และนำปุ๋ยสกัดทั้ง 4 ชนิดนี้มาสกัดดิน 5 ชุดดิน คือ ชุดดินลพบุรี ชุดดินตาคี ชุดดินชัยบาดาล ชุดดินปากช่อง และชุดดินสตึก ได้แยกศึกษาค่าสหสัมพันธ์เป็น 3 ส่วน คือ (1) ศึกษาต่อดินทั้ง 5 ชุด (2) ศึกษาต่อดิน 2 ชุดซึ่งเป็นดินปนหินปูน (ลพบุรีและตาคี) (3) ศึกษาต่อดิน 3 ชุดซึ่งเป็นดินกรดและดินด่างที่มี Ca ไม่สูง (ปากช่อง สตึก และชัยบาดาล) นำปริมาณ NPK ที่สกัดได้โดยปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด มาหาค่าสหสัมพันธ์กับน้ำหนักต่อชั่ง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดดึง NPK ของข้าวโพด

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต ใช้วิธี alpha naphthylamine pink color (Jackson, 1958) ส่วนฟอสฟอรัสที่สกัดได้ ใช้วิธี ascorbic acid (Murphy and Riley, 1962) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมใช้ Atomic Absorption Spectrophotometry

2.4 ผลการศึกษา และวิจารณ์

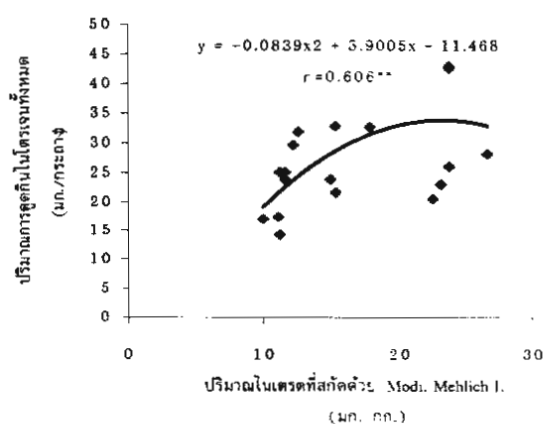
2.4.1 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรตที่สกัดได้กับน้ำหนักต่อชั่ง น้ำหนักเมล็ด และการดูดดึงไนโตรเจนของข้าวโพด

(1) การศึกษากับดินทั้ง 5 ชุดดิน พบว่า ปริมาณไนเตรดที่สกัดได้โดยน้ำยาสกัด Modified Mehlich 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับน้ำหนักคอตซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดคั่งไนโตรเจนทั้งหมด รองลงมาเป็น Sodium lactate, Mehlich 1 และ Morgan ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างไนเตรดที่สกัดได้กับปริมาณการดูดคั่งไนโตรเจนทั้งหมด พบว่า น้ำยาสกัด Modified Mehlich 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด รองลงมาเป็น Mehlich 1, Sodium lactate และ Morgan ตามลำดับ (ตารางที่ 2.1 ภาพที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรดใน 5 ชุดดินที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักคอตซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดคั่งไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพด

น้ำยาสกัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรดกับ		
	น้ำหนักคอตซัง	น้ำหนักเมล็ด	ปริมาณการดูดคั่งไนโตรเจนทั้งหมด
Morgan	0.374 ^{ns}	0.110 ^{ns}	0.453*
Sodium lactate	0.529*	0.753**	0.566**
Mehlich 1	0.447*	0.201 ^{ns}	0.584**
Modified Mehlich 1	0.579**	0.616**	0.606**

หมายเหตุ : เครื่องหมาย ns หมายถึงไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ส่วน * และ ** หมายถึงมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ



ภาพที่ 2.1 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรดที่สกัดโดย Modified Mehlich 1 กับปริมาณการดูดคั่งไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพด

(2) การศึกษากับกลุ่มดินปนหินปูนที่มี Ca สูง พบว่า ปริมาณไนเตรดที่สกัดได้โดยน้ำยาสกัด Mehlich 1 มีค่าสหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับน้ำหนักคอตซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดคั่งไนโตรเจนทั้งหมด รองลงมาเป็น Sodium lactate, Morgan และ Modified Mehlich 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.2)

(3) การศึกษากับของกลุ่มดินกรด และดินด่างที่มี Ca ไม่สูงมาก พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้โดยน้ำยาสกัด Mehlich 1 มีค่าสัมพันธ์สัณฐานอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการดูดซับไนโตรเจนทั้งหมด แต่มีนัยสำคัญกับน้ำหนักตอซัง และเมล็ด (ตารางที่ 2.3) รองลงมาเป็น Modified Mehlich 1 ส่วนปริมาณไนโตรเจนที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด Sodium lactate และ Morgan นั้นมีสหสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ดเท่านั้น

ตารางที่ 2.2 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในกลุ่มดินปนหินปูนที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับ น้ำหนักตอซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดซับไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพด

น้ำยาสกัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนกับ		
	น้ำหนักตอซัง	น้ำหนักเมล็ด	ปริมาณการดูดซับไนโตรเจนทั้งหมด
Morgan	0.760*	0.741*	0.887**
Sodium lactate	0.934**	0.818*	0.947**
Mehlich 1	0.944**	0.882**	0.916**
Modified Mehlich 1	0.763*	0.671 ^{ns}	0.771*

หมายเหตุ : เครื่องหมาย ns หมายถึง ไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ส่วน * และ ** หมายถึงมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

ตารางที่ 2.3 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในกลุ่มดินกรด และดินด่างที่มี Ca ไม่สูง สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักตอซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดซับไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพด

น้ำยาสกัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนกับ		
	น้ำหนักตอซัง	น้ำหนักเมล็ด	ปริมาณการดูดซับไนโตรเจนทั้งหมด
Morgan	0.222 ^{ns}	0.641*	0.432 ^{ns}
Sodium lactate	0.253 ^{ns}	0.940**	0.161 ^{ns}
Mehlich 1	0.605*	0.697*	0.719**
Modified Mehlich 1	0.296 ^{ns}	0.647*	0.624*

หมายเหตุ : เครื่องหมาย ns หมายถึง ไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ส่วน * และ ** หมายถึงมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

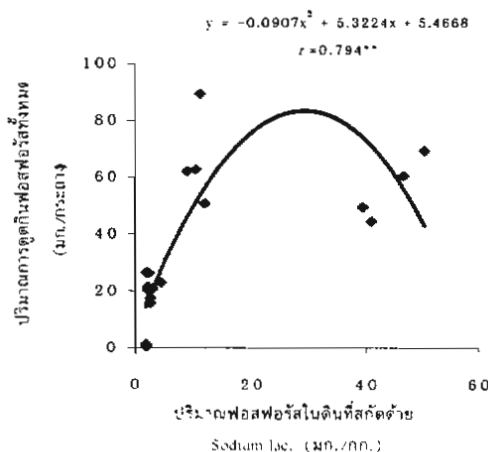
2.4.2 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้กับน้ำหนักตอซัง น้ำหนักเมล็ด และการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพด

(1) การศึกษากับดินทั้ง 5 ชุดดิน พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้โดยน้ำยาสกัด Sodium lactate และ Morgan มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับน้ำหนักตอซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดคืนฟอสฟอรัสทั้งหมด รองลงมาเป็น Mehlich 1 และ Modified Mehlich 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.4 ภาพที่ 2.2)

ตารางที่ 2.4 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในทั้ง 5 ชุดดินที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักตอซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดคืนฟอสฟอรัสทั้งหมด

น้ำยาสกัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสกับ		
	น้ำหนักตอซัง	น้ำหนักเมล็ด	ปริมาณการดูดคืนฟอสฟอรัสทั้งหมด
Morgan	0.698**	0.677**	0.860**
Sodium lactate	0.718**	0.720**	0.794**
Mehlich 1	0.494*	0.428 ^{ns}	0.454*
Modified Mehlich 1	0.491*	0.430 ^{ns}	0.481*

หมายเหตุ : เครื่องหมาย ns หมายถึงไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ส่วน * และ ** หมายถึงมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ



ภาพที่ 2.2 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดโดย Sodium lactate กับปริมาณการดูดคืนฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด

(2) การศึกษากับกลุ่มดินปนหินปูนที่มี Ca สูง พบว่าในกรณีของกลุ่มดินปนหินปูน ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้โดยน้ำยาสกัด Mehlich 1 และ Morgan มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับน้ำหนักตอซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดคืนฟอสฟอรัสทั้งหมด รองลงมาเป็นน้ำยาสกัด Modified Mehlich 1 และ Sodium lactate (ตารางที่ 2.5)

(3) ในกรณีของกลุ่มดินกรด และดินด่างที่มี Ca ไม่สูง พบว่าน้ำยาสกัดดินทั้ง 4 ชนิด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดกับน้ำหนักต่อซัง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสทั้งหมด (ตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.5 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินปนหินปูนที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักต่อซัง เมล็ด และปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสทั้งหมด

น้ำยาสกัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้กับ		
	น้ำหนักต่อซัง	น้ำหนักเมล็ด	ปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสทั้งหมด
Morgan	0.907**	0.988**	0.919**
Sodium lactate	0.752*	0.947**	0.908**
Mehlich 1	0.978**	0.956**	0.988**
Modified Mehlich 1	0.758*	0.970**	0.969**

หมายเหตุ : เครื่องหมาย ns หมายถึงไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ส่วน * และ ** หมายถึงมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

ตารางที่ 2.6 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินกรด และดินด่างที่มี Ca ไม่สูง ที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักต่อซัง เมล็ด และปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสทั้งหมด

น้ำยาสกัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้กับ		
	น้ำหนักต่อซัง	น้ำหนักเมล็ด	ปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสทั้งหมด
Morgan	0.754**	0.724**	0.923**
Sodium lactate	0.732**	0.709**	0.911**
Mehlich 1	0.922**	0.941**	0.944**
Modified Mehlich 1	0.972**	0.998**	0.968**

หมายเหตุ : เครื่องหมาย ns หมายถึงไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ส่วน * และ ** หมายถึงมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

2.4.3 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ โปแทสเซียมที่สกัดได้กับน้ำหนักต่อซัง เมล็ด และการดูดซับโปแทสเซียมของข้าวโพด

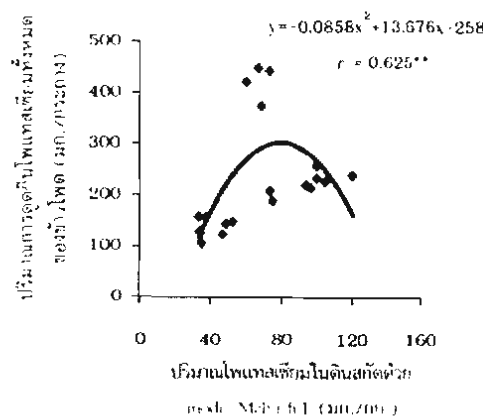
(1) การศึกษากับดินทั้ง 5 ชุดดิน พบว่า ปริมาณโปแทสเซียมที่สกัดได้โดย Modified Mehlich 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดกับน้ำหนักต่อซัง และปริมาณการดูดซับโปแทสเซียมทั้ง

หมด แต่มีนัยสำคัญกับน้ำหนักเมล็ด รองลงมาเป็น Mehlich 1, Morgan และ Sodium lactate ตามลำดับ (ตารางที่ 2.7 ภาพที่ 2.3)

ตารางที่ 2.7 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมในทั้ง 5 ชุดดิน ที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักต่อชั่ง เมล็ด และปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด

น้ำยาสกัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้กับ		
	น้ำหนักต่อชั่ง	น้ำหนักเมล็ด	ปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด
Morgan	0.320 ^{ns}	0.595**	0.940**
Sodium lactate	0.397 ^{ns}	0.793**	0.945**
Mehlich 1	0.664**	0.384 ^{ns}	0.790**
Modified Mehlich 1	0.797**	0.495*	0.625**

หมายเหตุ : เครื่องหมาย ns หมายถึง ไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ส่วน * และ ** หมายถึง มีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ



ภาพที่ 2.3 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมในดินที่สกัดด้วย Modified Mehlich 1 กับปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพด

(2) การศึกษากับกลุ่มดินปนหินปูนที่มี Ca สูง พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด Sodium lactate ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับน้ำหนักต่อชั่ง น้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียม รองลงมาเป็น Morgan, Mehlich 1 และ Modified Mehlich 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.8)

(3) ในกรณีของกลุ่มดินกรด และดินด่างที่มี Ca ไม่สูง พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้โดย Modified Mehlich 1 มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับน้ำหนักดอซัง และปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด แต่ไม่มีสหสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ด ในกรณีของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้โดย Mehlich 1 นั้น มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับน้ำหนักเมล็ด และปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้โดย Morgan นั้น มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด และมีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักเมล็ด ในกรณีของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้โดย Sodium lactate นั้นมีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด (ตารางที่ 2.9)

ตารางที่ 2.8 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมในดินปนหินปูนที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับน้ำหนักดอซัง เมล็ด และปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด

น้ำยาสกัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้กับ		
	น้ำหนักดอซัง	น้ำหนักเมล็ด	ปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด
Morgan	0.952**	0.747*	0.982**
Sodium lactate	0.970**	0.863**	0.984**
Mehlich 1	0.901**	0.712*	0.963**
Modified Mehlich 1	0.825*	0.721*	0.929**

หมายเหตุ : เครื่องหมาย ns หมายถึง ไม่มีสหสัมพันธ์ทางสถิติ ส่วน * และ ** หมายถึงมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

ตารางที่ 2.9 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมในดินกรด และดินด่างที่มี Ca ไม่สูง ที่สกัดด้วยน้ำยาสกัดทั้ง 4 ชนิด กับน้ำหนักรดซัง เมล็ด และปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด

น้ำยาสกัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้กับ		
	น้ำหนักรดซัง	น้ำหนักเมล็ด	ปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมด
Morgan	0.322 ^{ns}	0.576*	0.847**
Sodium lactate	0.176 ^{ns}	0.386 ^{ns}	0.812**
Mehlich 1	0.144 ^{ns}	0.743**	0.870**
Modified Mehlich 1	0.877**	0.355 ^{ns}	0.942**

หมายเหตุ : เครื่องหมาย ns หมายถึงไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ส่วน * และ ** หมายถึงมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

2.5 การปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดตรวจสอบ NPK

2.5.1 การปรับปรุงน้ำยาสกัด จากการนำเอาชุดตรวจสอบ NPK ในดินไปใช้ตรวจสอบปริมาณ NPK ในดินชนิดต่างๆ นั้น พบว่า เมื่อสกัดปริมาณฟอสฟอรัสในดินด่างที่มีแคลเซียมสูง ปรากฏว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้มีค่าต่ำ ทำให้การตรวจสอบปริมาณทำได้ยาก ดังนั้นจึงได้นำเอาน้ำยาสกัด Sodium lactate ซึ่งได้ทดสอบแล้วว่า ปริมาณที่สกัดได้โดยน้ำยาดังนี้มีสหสัมพันธ์กับการดูดดึง N P และ K มาหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่วิเคราะห์ได้โดยใช้สายตากับการใช้ spectrophotometer โดยนำดินมา 100 ตัวอย่าง ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินเนื้อหยาบ เนื้อปานกลาง และเนื้อละเอียด โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มดินกรดและดินด่าง ผลการทดลองพบว่า ปริมาณแอมโมเนียมที่อ่านค่าโดยใช้สายตา และ spectrophotometer มีค่าสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ เฉพาะดินเนื้อละเอียดที่เป็นกรด และด่าง ส่วนดินเนื้อหยาบนั้น พบค่าสหสัมพันธ์เฉพาะดินด่างเท่านั้น ส่วนปริมาณไนเตรดนั้น พบค่าสหสัมพันธ์เฉพาะดินเนื้อละเอียด เป็นที่สังเกตว่าค่าสหสัมพันธ์ของปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับดินที่มีเนื้อดินหยาบ ปานกลาง และละเอียด ในดินกรดและดินด่าง (ตารางที่ 2.10) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมนั้น ไม่พบสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่อ่านโดยใช้สายตา กับ Atomic Absorption Spectrophotometer (ตารางที่ 2.11)

ดังนั้นควรมีน้ำยาสกัด 2 ชนิดในชุดตรวจสอบ NPK เพื่อให้ตรวจสอบปริมาณ NPK ในดินกรดและดินด่าง แม่นยำยิ่งขึ้น นั่นก็คือเมื่อวัดค่า pH ของดินแล้ว ในกรณีที่เป็นดินด่างควรใช้น้ำยาสกัด Sodium lactate สกัดดินเพื่อวัดปริมาณฟอสฟอรัสเพียงตัวเดียว ในกรณีของแอมโมเนียม ไนเตรด และโพแทสเซียมควรใช้น้ำยาสกัด Mehlich 1 ตามปกติ

ตารางที่ 2.10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรต และฟอสฟอรัสที่สกัดโดย Sodium lactate และวัดปริมาณด้วย spectrophotometer เปรียบเทียบกับการใช้สายดาวัดในดินกรดและด่างที่มีเนื้อดินต่างกัน

สายดา Spectrophotometer	ดินเนื้อหยาบ		ดินเนื้อปานกลาง		ดินเนื้อละเอียด	
	กรด	ด่าง	กรด	ด่าง	กรด	ด่าง
แอมโมเนียม	$r = 0.35^{NS}$	$r = 0.89^{**}$	-	-	$r = 0.50^{**}$	$r = 0.97^{**}$
	N = 17	N = 18	-	-	N = 29	N = 6
ไนเตรต	-	$r = 0.12^{NS}$	$r = 0.38^{NS}$	-	$r = 0.83^{**}$	$r = 1.00^{**}$
	-	N = 18	N = 26	-	N = 29	N = 6
ฟอสฟอรัส	$r = 0.79^{**}$	$r = 0.89^{**}$	$r = 0.79^{**}$	$r = 0.99^{**}$	$r = 0.87^{**}$	$r = 0.82^{*}$
	N = 17	N = 18	N = 26	N = 4	N = 29	N = 6

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 2.11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดโดย Sodium lactate และวัดปริมาณด้วย A.A. เปรียบเทียบกับการใช้สายดาวัดในดินกรดและด่างที่มีเนื้อดินต่างกัน

สายดา A.A	ดินเนื้อหยาบ		ดินเนื้อปานกลาง		ดินเนื้อละเอียด	
	กรด	ด่าง	กรด	ด่าง	กรด	ด่าง
โพแทสเซียม	$r = 0.02^{NS}$	$r = 0.06^{NS}$	$r = 0.02^{NS}$	-	$r = 0.03^{NS}$	-
	N = 17	N = 18	N = 26	-	N = 29	-

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

2.5.2 การปรับปรุงการอ่านค่าโพแทสเซียมโดยใช้แผ่นสีมาตรฐาน เนื่องจากวิธีการอ่านค่าโพแทสเซียมโดยทำให้เกิดสีสัมนั้นเป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ แต่ได้นำมาดัดแปลงให้เป็นวิธีเชิงปริมาณ จึงมีความแปรปรวนเกิดขึ้น และการเปรียบเทียบโดยใช้แผ่นสีมาตรฐานนั้นมีข้อผิดพลาด เนื่องจากการผลิตแผ่นสีมาตรฐานในประเทศไทยยังไม่ได้คุณภาพมาตรฐานที่ถูกต้อง ดังนั้นจึงขอเสนอวิธีแก้ไขเป็น 2 วิธีคือ

(1) ใช้ดินมาตรฐานเป็นตัวแทนแทนการใช้แผ่นสีมาตรฐาน ดินมาตรฐานนี้จะมอบให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร โดยใช้ในกรณีที่เกิดปัญหา ไม่สามารถอ่านค่าโพแทสเซียมได้ถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเป็นที่ปรึกษาแก่เกษตรกร

(2) เมื่อมีความไม่ชัดเจนเกิดขึ้นระหว่างค่าต่ำ และปานกลาง ให้เลือกอ่านว่าค่า ทั้งนี้เพื่อให้เกษตรกรใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในดินถึงแม้ว่าจะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอีกเล็กน้อย แต่เป็นการปลอดภัย ซึ่งดินอาจมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำแต่อ่านค่าผิดพลาดเป็นปานกลาง

การที่เสนอแนะการแก้ไขข้อที่ 2 เพราะว่าได้ทำการศึกษากับดิน 100 ตัวอย่าง ซึ่งมีเนื้อดินแตกต่างกัน คือดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย พบว่าการอ่านค่าโพแทสเซียม โดยใช้ชุดตรวจสอบ NPK ในดินอย่างง่ายเปรียบเทียบกับการสกัดดินในห้องปฏิบัติการ และอ่านโดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer นั้น อ่านค่าได้ถูกต้อง 48 ตัวอย่าง และอ่านค่าผิดพลาดจากต่ำเป็นปานกลาง 12 ตัวอย่าง จากปานกลางเป็นต่ำ 23 ตัวอย่าง อ่านค่าจากปานกลางเป็นสูง 14 ตัวอย่าง จากสูงเป็นปานกลาง 1 ตัวอย่าง จะเห็นว่าความผิดพลาดเกิดขึ้นระหว่างค่าต่ำและปานกลาง ดังนั้นจึงแนะนำให้อ่านค่าที่ระดับต่ำจากการเปรียบเทียบ 2 ระดับ เมื่อใช้แผ่นสีมาตรฐาน

2.5.3 การปรับปรุงการอ่านค่า NPK โดยใช้เครื่องมือเปรียบเทียบสี

ได้พัฒนาการอ่านค่าแอมโมเนียม ไนเตรต ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมให้มีความถูกต้อง และแม่นยำมากขึ้น โดยได้ร่วมมือกับนักวิจัยจาก NECTEC ซึ่งประดิษฐ์เครื่องมือเปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี โดยอ่านค่าเป็นต่ำ ปานกลาง สูง ซึ่งจะทำให้การใช้ชุดตรวจสอบ NPK ในดิน วัดปริมาณ NPK ในดินได้ถูกต้อง และแม่นยำยิ่งขึ้น

2.6 สรุปผล

จากการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรต ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สกัดโดยน้ำยาสกัด 4 ชนิด กับปริมาณการดูดซับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของข้าวโพดพบว่า

2.6.1 ไนโตรเจน ปริมาณไนเตรตที่สกัดโดยน้ำยาสกัด Sodium lactate, Mehlich 1 และ Modified Mehlich 1 มีค่าสหสัมพันธ์กับปริมาณการดูดซับไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยศึกษาในดินด่าง และดินกรด 5 ชุดดิน เมื่อศึกษากับดินปนหินปูนที่มี Ca สูง ผลปรากฏว่า ปริมาณไนเตรตที่สกัดโดย Mehlich 1, Sodium lactate และ Morgan มีสหสัมพันธ์กับปริมาณการดูดซับไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กรณียของดินกรดและดินด่างที่มี Ca ไม่สูง พบว่าปริมาณไนเตรตที่สกัดได้โดยน้ำยาสกัด Mehlich 1 มี สหสัมพันธ์กับปริมาณการดูดซับไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

2.6.2 ฟอสฟอรัส ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดโดยน้ำยาสกัด Morgan และ Sodium lactate มีสหสัมพันธ์กับปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยศึกษากับดินด่างและดินกรด 5 ชุดดิน เมื่อศึกษากับดินปนหินปูน รวมทั้งดินกรดและดินด่างที่มี Ca ไม่สูง ผลปรากฏว่า น้ำยาสกัดทั้ง 4 ชนิดมีสหสัมพันธ์กับปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ในกรณีของการสกัดฟอสฟอรัส การใช้น้ำยาสกัด Mehlich 1 หรือ Modified Mehlich 1 ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ และเป็นกรดที่เจือจางนั้นพบว่าสามารถละลายหรือสกัดปริมาณฟอสฟอรัสจากดินที่เป็นด่างได้น้อย เนื่องจากเกิดการสะเทินความเป็นกรดจากดินด่าง ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดโดยใช้น้ำยาสกัด

Mehlich 1 และ Modified Mehlich 1 มีน้อยกว่าการใช้น้ำยาสกัด Sodium lactate และ Morgan เนื่องจากการละลายของฟอสฟอรัสขึ้นอยู่กับ pH ของดิน

2.6.3 โพแทสเซียม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดโดยน้ำยาสกัดทั้ง 4 ชนิด มีสหสัมพันธ์กับปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยศึกษากับดินต่างและดินกรด 5 ชุดดิน เมื่อศึกษากับดินปนหินปูน รวมทั้งดินกรดและดินด่างที่มี Ca ไม่สูง ได้ผลในทำนองเดียวกัน ในกรณีของโพแทสเซียมนี้ไม่มีปัญหาของการสะท้อนความเป็นกรดของน้ำยาสกัดจากดินด่าง ดังนั้นน้ำยาสกัดทั้ง 4 ชนิด ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า Sodium lactate และ Mehlich 1 เป็นน้ำยาสกัดเดี่ยวที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นน้ำยาสกัด NPK ในดินทั้ง 5 ชนิด แต่เมื่อพิจารณาให้ละเอียดแล้ว Sodium lactate เหมาะสมกว่า Mehlich 1 ในกรณีของการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินด่างแต่ไม่เหมาะสมในการวิเคราะห์ไนโตรเจน และโพแทสเซียม ดังนั้นจึงควรใช้น้ำยาสกัด 2 ชนิด โดยแยกให้ใช้ Sodium lactate สกัดฟอสฟอรัส ในกรณีที่เป็นดินด่าง ส่วนในกรณีของดินกรดนั้นใช้น้ำยา Mehlich 1 สำหรับสกัดและวิเคราะห์ปริมาณ NPK ในดิน

บทที่ 3

การพัฒนาคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่

3.1 คำนำ

ปัจจุบันคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมในประเทศไทย ใช้สมการ Mitscherlich Bray คำนวณ ซึ่งเป็นคำแนะนำที่ใช้กันทั่วประเทศ สมการนี้พิจารณาเฉพาะปริมาณโพแทสเซียมจากดินบนเพื่อคาดคะเนคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียม แท้จริงแล้วความต้องการ โพแทสเซียมระบองพืช ปริมาณ โพแทสเซียมดั้งเดิมในดิน สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน รวมทั้งการสูญเสียโพแทสเซียมโดยกระบวนการต่างๆมีผลต่อปริมาณปุ๋ยที่แนะนำ ปัจจัยต่างๆเหล่านี้ควรนำมาพิจารณาประกอบในการให้คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่ คำแนะนำปุ๋ยสำหรับข้าวโพดโดยทั่วไปที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน คือ ใช้ปุ๋ย 16-20-0 หรือ 15-15-15 ประมาณ 30-50 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับทุกดินและทุกจังหวัด ผลที่ตามมาจากคำแนะนำก็คือ บางพื้นที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมมากเกินไป บางพื้นที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมน้อยเกินไป ปัจจุบันได้แนะนำให้เกษตรกรจัดการปุ๋ย N และ P แบบเฉพาะพื้นที่ ยกเว้นโพแทสเซียม และพบว่าเกษตรกรได้รับผลผลิตข้าวโพดสูงขึ้น และมีกำไรสูงขึ้น (Attanandana and Yost, 2003) ซึ่งเป็นผลงานวิจัยของโครงการวิจัย “การพัฒนาระบบคำแนะนำปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพด” ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งการจัดการปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่

3.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่สำหรับดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดที่สำคัญในบริเวณ 4 จังหวัดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศ

3.3 วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานประกอบด้วย (1) การติดตามผลงานวิจัยเกี่ยวกับโพแทสเซียมในต่างประเทศ (2) การคาดคะเนค่า buffer coefficients และ ค่าวิกฤติของโพแทสเซียมในดิน (3) การวิจัยในห้องปฏิบัติการและภาคสนามเพื่อให้ได้ค่า buffer coefficients และค่าวิกฤติของโพแทสเซียมในดินเพื่อนำเข้าในสมการ และ (4) การพัฒนาโปรแกรมคำนวณคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่

3.4 ผลการศึกษาและวิจารณ์

3.4.1 การศึกษาโพแทสเซียมในต่างประเทศ

การประเมินความเป็นประ โยชน์ของการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

McLean และ Watson (1985) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่ลงไป และปริมาณ exchangeable K ในดิน และพบว่าปริมาณ exchangeable K เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นในดินขึ้น และความสัมพันธ์นี้เป็นเส้นตรงจนถึงจุดๆหนึ่ง และ slope ของความสัมพันธ์นี้ไม่เพิ่มขึ้นในดินที่มีแร่ illite หรือ hydrous mica ที่จะตรึงโพแทสเซียมในดินในรูปของ non-exchangeable K ดังนั้น ดินที่มี CEC ต่ำ และ AEC สูง จะมีปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายดินสูง ซึ่งจะถูกระบายออกไปจากบริเวณรากพืชได้มาก

การพัฒนาคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่ต้องใช้ค่า buffer coefficients ของดินมาร่วมคำนวณ ดังนั้นจึงได้ศึกษาหาค่า buffer coefficients ของโพแทสเซียมในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน หลักการก็คือ ใส่โพแทสเซียมระดับต่างๆลงไปในดิน ทำให้ดินมีความชื้นและบ่มดินเป็นเวลาหลายๆ สัปดาห์ และสกัดดินที่ผ่านการบ่มแล้วเพื่อหา exchangeable K วิธีการที่บ่มดินในสภาพที่ใกล้เคียงกับในภาคสนามควรเป็นวิธีการที่นำไปใช้ในการคำนวณคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมจากสมการที่เสนอในการศึกษาค้างนี้

การประเมินค่าระดับวิกฤต (critical level) ของโพแทสเซียม

Vilela and Ritchey (1985) ได้ประเมินค่าวิกฤต critical ของโพแทสเซียมในดินที่ผ่านการสลายตัวอย่างรุนแรง สำหรับถั่วเหลือง และข้าวโพดได้เท่ากับ $0.128 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ โดยใช้ 1 เป็นน้ำยาสกัด และได้พบความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่สกัด โดย Mehlich และ NH_4OAc นั่นคือ exchangeable K (NH_4OAc) = $0.01 + 1.24 * \text{Mehlich K}$, $r = 0.99$ ต่อมา Gill (1988) ได้พบค่า critical level เท่ากับ $0.16 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ สำหรับข้าวไร่ในปีแรก และ $0.19 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ในปีต่อมา Munson (1982) รายงานว่าในเขตร้อนชื้น ช่วงของ critical level เท่ากับ $0.11\text{-}0.45 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$

ตารางที่ 3.1 เป็นตัวอย่างของโพแทสเซียมที่สูญหายไปกับพืชที่เก็บเกี่ยว จะเห็นว่าพืชต่างชนิดกันต้องการโพแทสเซียมไม่เท่ากัน และต้องการโพแทสเซียมมากกว่าฟอสฟอรัส ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปริมาณโพแทสเซียมในพืชที่ต้องนำมา รวมคำนวณคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียม

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างของพืชต่างๆที่ดูดดึงโพแทสเซียมมาไว้ในส่วนต่างๆของพืช (Pretty & Stangel, 1985)

พืช	ส่วนของพืช	โพแทสเซียมที่สูญหายไปกับพืชที่เก็บเกี่ยว (กก.K/เฮกตาร์)
ข้าวโพด (7 ตัน/เฮกตาร์)	ตอซัง	93
	เมล็ด	37
	ทั้งหมด	130
ข้าว	ตอซัง	20
	เมล็ด	70
	ทั้งหมด	90
มันสำปะหลัง (60 ตัน/เฮกตาร์)	หัว	291
มันฝรั่ง (60 ตัน/เฮกตาร์)	หัว	224
	ทุกส่วนของพืช	403
Elephant grass (46 ตัน/เฮกตาร์)	ส่วนของพืชเหนือดิน	~900
กล้วย (100 ตัน/เฮกตาร์)	ส่วนของพืชเหนือดิน	860
หญ้ากีนี (23 ตัน/เฮกตาร์)	ส่วนของพืชเหนือดิน	363

3.4.2 การเสนอสมการคำนวณความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียม

สมการที่ใช้คำนวณคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมที่เสนอนี้ ใช้หลักการที่ต้องรู้ปริมาณโพแทสเซียมดั้งเดิมในดิน การตอบสนองของโพแทสเซียมในดินแต่ละชนิด การสูญเสียโพแทสเซียมไปกับพืชที่เก็บเกี่ยว ดังนั้น

ความต้องการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม(กก. K_2O /ไร่)

$$= [\{ (K_{critical} - K_{soil}) / (BC_K) \} \cdot B.D. \} \cdot (Application\ depth / 10 \cdot Placement\ factor) + (Biomass\ removed) \cdot (\% K\ in\ biomass\ removed / 100)] \cdot 1.2 / 6.25 \quad (3.1)$$

$K_{critical}$ = ค่า critical ของโพแทสเซียมในดิน โดยใช้น้ำยาสกัดเดียวกันกับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้จากดิน และชนิดเดียวกับที่ใช้หาค่า BC_K

K_{soil} = ค่าที่สกัดได้จากดิน โดยใช้น้ำยาสกัดชนิดเดียวกัน

BC_K = เป็นค่า buffer coefficients ของโพแทสเซียมซึ่งหาได้หลายวิธี แต่วิธีที่ดีควรเป็นวิธีที่คำนวณจากภาคสนาม

Biomass = ปริมาณของ biomass ที่เอาออกไปจากดิน ในกรณีของโพแทสเซียมต้องรู้ว่ามี การเอาต่อซังออกไปจากไร่หรือไม่ เพราะปริมาณโพแทสเซียมในต่อซังมีสูงกว่าในเมล็ด การที่ใช้ 1.5 ไปหารก็เนื่องจากการเก็บตัวอย่างดินนั้นเก็บในระยะความลึก 15 ซม. และใช้ระดับความลึกที่ใส่ปุ๋ยลงไปดินเท่ากับ 10 ซม.

$K_{percentage}$ = เป็นความเข้มข้นของโพแทสเซียมใน biomass ที่พืชดูดออกไปจากดิน ในประเทศไทยส่วนใหญ่เกษตรกรไถกลบต่อซังลงไปดิน ดังนั้นสมการที่ใช้คำนวณครั้งนี้จะนำเอา %K ในเมล็ดมาคำนวณเท่านั้น ค่าเฉลี่ยของ %K ในเมล็ดมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.5 % (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 ความแปรปรวนของโพแทสเซียมในเมล็ดในชุดดินต่างๆ จากการทดลองในปี 2546

ชุดดิน	ค่าเฉลี่ย	Variance
ปากช่อง	0.582	0.0021
ชัยบาดาล	0.384	0.0001
ลำน้ำราชนัย	0.478	0.0039
วังไฮ	0.536	0.0002
ดาคี	0.54	0.0004
ค่าเฉลี่ย	0.50	

มีสมมติฐานหลายข้อที่ใช้ในการคำนวณปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมจากสมการที่ 3.1

- 1) มีการเอาเมล็ดออกไปจากดินเท่านั้น
- 2) ความลึกของดินที่ใส่ปุ๋ยเท่ากับ 10 ซม.

3) การเปลี่ยนค่า มก./กก. เป็น กก./เฮกตาร์ ได้ใช้ค่าความลึกของดินที่ใส่ปุ๋ยและค่าความหนาแน่นรวมของแต่ละดินแทนที่จะใช้น้ำหนักดินเท่ากับ 2,000,000 กก./เฮกตาร์ และ ใช้ความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1.3

4) ใช้ค่า $K_{critical}$ เท่ากับ 43 มก./กก. โดยใช้ Mehlich เป็นน้ำยาสกัด

เนื่องจากน้ำยาสกัดสำหรับโพแทสเซียมที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่คือ NH_4OAc แต่ชุดตรวจสอบ NPK ในดินใช้ Mehlich เป็นน้ำยาสกัด ดังนั้นจึงได้ใช้สมการที่เปลี่ยนค่าโพแทสเซียมจากน้ำยาสกัด NH_4OAc เป็นโพแทสเซียมที่สกัดได้โดย Mehlich ดังสมการ

$$\text{Mehlich ext.K} = -0.43 + 0.5376 * \text{NH}_4\text{OAc ext. K} \quad (3.2)$$

3.4.3 การทดสอบการตอบสนองของข้าวโพดต่อปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมในปี 2545

ตัวเลขที่ได้จากการทดลองในภาคสนามในปี 2545 พบว่าข้าวโพดไม่ตอบสนองต่อปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่ เนื่องจากปริมาณโพแทสเซียมในดินมีอยู่ในระดับปานกลาง เป็นการยากที่จะหาดินที่มีระดับโพแทสเซียมต่ำเพื่อใช้ในการทดสอบการตอบสนองของข้าวโพดต่อปริมาณโพแทสเซียมที่ใส่ลงไป เนื่องจากดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่มีโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง

3.4.4 การทดสอบการตอบสนองของข้าวโพดต่อปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมในปี 2546

ได้ทำการทดสอบการตอบสนองของโพแทสเซียมใน 2 ชุดดิน ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำ ชุดดินที่ 1 คือชุดดินลำนารายณ์ใน จ.นครสวรรค์ ที่มีปริมาณโพแทสเซียม 60 มก./กก. และชุดดินที่ 2 คือชุดดินที่ 1 ใน จ.น่าน ที่มีปริมาณโพแทสเซียม 40 มก./กก. การศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาการตอบสนองของโพแทสเซียมในดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำเพื่อหาค่า critical level ดำรับการทดลองของโพแทสเซียมใน 2 ชุดดินมีดังนี้:

1) ชุดดินลำนารายณ์ ดินมีธาตุอาหาร NPK ดั้งเดิม ต่ำมาก-ต่ำ-ปานกลาง วิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจสอบ NPK ในดิน แต่เมื่อวิเคราะห์โพแทสเซียมในห้องปฏิบัติการมีค่าเท่ากับ 60 มก./กก. ดำรับการทดลองคือ

$$K_0 = 8-7-0 \text{ กก./ไร่}$$

$$K_1 = 8-7-5 \text{ กก./ไร่}$$

$$K_2 = 8-7-10 \text{ กก./ไร่}$$

$$K_3 = 8-7-15 \text{ กก./ไร่}$$

2) ชุดดินที่ 2 ดินมีธาตุอาหาร NPK ดั้งเดิมเท่ากับ ต่ำมาก-ต่ำ-ปานกลาง โดยใช้ชุดตรวจสอบ NPK ในดิน แต่เมื่อวิเคราะห์โพแทสเซียมในห้องปฏิบัติการมีค่าเท่ากับ 40 มก./กก. ดำรับการทดลองคือ

$$K_0 = 15-5-0 \text{ กก./ไร่}$$

$$K_1 = 15-5-5 \text{ กก./ไร่}$$

$$K_2 = 15-5-10 \text{ กก./ไร่}$$

$$K_3 = 15-5-15 \text{ กก./ไร่}$$

จากผลการทดลองของ 2 แปลงนี้ พบว่า ไม่มีการตอบสนองของโพแทสเซียมถึงแม้ว่าปริมาณโพแทสเซียมในดินมีค่าเพียง 40-60 มก./กก. ทั้งนี้เนื่องจากดินทั้ง 2 นี้มีปริมาณ non-exchangeable K สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชุดดินลำนารายณ์ ซึ่งเป็นดิน Mollisol และมีแร่ smectite เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่

3.4.5 การศึกษาหาค่า critical level ของโพแทสเซียม

ค่า critical level ของโพแทสเซียมเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการคำนวณคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียม ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของการทดลองหลายแห่งในภาคสนาม จากการวิเคราะห์ปริมาณแร่ดินเหนียวในดินต่างๆ พบว่า ดินบางชนิดมีปริมาณแร่ดินเหนียวที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบเช่น illite ซึ่งทำให้มีปริมาณ non-exchangeable K สูง ยกตัวอย่างในกรณีของชุดดินสตึก ถึงแม้ว่าจะเป็นดินทรายแต่มีปริมาณ illite สูง ดังนั้นจึงไม่พบการตอบสนองของโพแทสเซียมและไม่สามารถศึกษาค่า critical level ของชุดดินต่างๆ ได้ ภาพที่ 3.1 และ 3.2 แสดงถึงชนิดของแร่ดินเหนียวในชุดดินลำนารายณ์ และสตึก ในกรณีของชุดดินลำนารายณ์นั้นมี smectite อยู่ในปริมาณสูงมาก ดินมีโพแทสเซียมสูง ส่วนกรณีของชุดดินสตึกนั้น ถึงแม้ว่าเป็นดินทรายแต่มีแร่ดินเหนียวประเภท illite ทำให้มีปริมาณ non-exchangeable K สูง และไม่พบการตอบสนองของโพแทสเซียมที่ใส่ลงไปในดิน จากการศึกษาในภาคสนามปี 2545 ได้เสนอค่า buffer coefficients ของ 2 ชุดดินในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่า critical level ของโพแทสเซียม และ buffer coefficients (BC_K) ที่ได้จากการทดลองในภาคสนามในปี 2545

เกษตรกร	ชุดดิน	critical level ของโพแทสเซียม ที่เสนอ (มก./กก.)	buffer coefficients ของ โพแทสเซียมที่เสนอ
ดาษ	สตึก (Suk)	140	-
น้อย	สตึก (Suk)	-	0.69
จำลอง	ปากช่อง (Pc)	125	-
สมภักดิ์	ปากช่อง (Pc)	90	-
สำรวจ	ปากช่อง (Pc)	75	0.89

3.4.6 การศึกษาค่า buffer coefficients ในห้องปฏิบัติการ

ได้นำชุดดินลพบุรี ลำนารายณ์ ชัยบาดาล ตากลิ สตึก ปากช่อง และวาริน มาใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับ 0, 20, 40, 60 และ 80 มก./กก. ตามลำดับ และบ่มดินด้วยวิธีการต่างๆ กัน 3 วิธี คือ

- 1) นำดินมาใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับต่างๆ และทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำและบ่มเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 105°C อีก 1 สัปดาห์ (วิธีที่ 1)

- 2) นำดินมาใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับต่างๆ ทำให้ดินมีความชื้นที่ระดับความจุความชื้นสนามที่อุณหภูมิ 30°C และปล่อยให้ดินแห้งเป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำให้ดินมีความชื้นในระดับความจุความชื้นในภาคสนามอีก และปล่อยให้แห้งอีก 1 สัปดาห์ (วิธีที่ 2)
- 3) นำดินมาใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับต่างๆ ทำให้ดินมีความชื้นที่ระดับที่ความจุความชื้นสนามที่อุณหภูมิ 30°C และรักษาให้ดินมีความชื้นในระดับนี้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ (วิธีที่ 3)

วิธีที่ 1 เป็นวิธีที่ทำให้ดินแห้งมากและพบว่ามีความค่า buffer coefficients ต่ำ แสดงให้เห็นถึงการตรึงที่สูงสุดเมื่อใส่โพแทสเซียมลงไปดิน วิธีที่ 2 เป็นวิธีที่ทำให้ดินอยู่ในสภาพเปียกและแห้ง สลับกันได้ค่า buffer coefficients สูงสุด และมีสภาพใกล้เคียงกับภาคสนาม วิธีที่ 3 ซึ่งเป็นวิธีที่บ่มดินในสภาพความชื้นที่คงที่ได้ค่า buffer coefficients อยู่ระหว่างวิธีที่ 1 และ 2 ตารางที่ 3.4 และ 3.5 แสดงค่า buffer coefficients ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ 3 วิธี โดยใช้น้ำยาสกัด Mehlich และ NH_4OAc

ตารางที่ 3.4 ค่า buffer coefficients ของ 7 ชุดดินที่ได้จากการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ และใช้ Mehlich เป็นน้ำยาสกัด

ชุดดิน	น้ำยาสกัด Mehlich		
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
Lb	0.280	0.808	0.513
Ln	0.390	0.841	0.386
Tk	0.270	0.990	0.418
Cd	0.670	1.018	0.674
Suk	0.610	0.880	0.685
Pc	0.370	0.370	0.325
Wn	0.400	1.081	0.592
Mean	0.370	0.749	0.449

ตารางที่ 3.5 ค่า buffer coefficients ของ 7 ชุดดินที่ได้จากการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ และใช้ NH_4OAc เป็นน้ำยาสกัด

ชุดดิน	น้ำยาสกัด NH_4OAc		
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
Lb	0.720	0.575	0.655
Ln	0.880	0.598	0.541
Tk	0.350	0.517	0.578
Cd	1.200	1.002	0.721
Suk	0.650	0.693	0.750
Pc	0.570	0.567	0.662
Wn	0.840	0.844	0.545
Mean	0.740	0.600	0.557

3.4.7 การประเมิน buffer coefficients ในภาคสนาม

ถึงแม้ว่าการหาค่า buffer coefficients ในห้องปฏิบัติการจะทำได้ง่ายและรวดเร็ว แต่การประเมินในภาคสนามจะสะท้อนถึงสภาพการเจริญเติบโตในแปลงเกษตรกรได้ดีกว่า ดังนั้นจึงได้นำค่าโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้ในดินหลังเก็บเกี่ยวของ 4 ชุดดินใน 6 แปลงทดลองมาคำนวณค่า buffer coefficients โดยใช้สมการที่ 3.3 การประเมินค่า buffer coefficients ของโพแทสเซียมในภาคสนามประเมินจากค่าที่ลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้จากการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่ลงไปดิน ไถกลบและปลูกพืชซึ่งเป็นการเอาโพแทสเซียมออกไปจากดินโดยคำนวณจากสมการที่ 3.3

$$BC_K = \text{ExtK}_{\text{after}} / (\text{ExtK}_{\text{before}} + K_{\text{added}} - K_{\text{removed}}) \quad (3.3)$$

BC_K = ค่า buffer coefficients ที่คำนวณจากสมการ

$\text{ExtK}_{\text{after}}$ = ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินที่เก็บจากพื้นที่ที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดแล้ว

$\text{ExtK}_{\text{before}}$ = $\text{ExtK}_{\text{after}} + (\% K \times \text{grain yield} / 100)$

K_{added} = ปริมาณของปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่ลงไปดิน (กก./กก.)

K_{removed} = ปริมาณของโพแทสเซียมที่หายออกไปจากดิน ในกรณีนี้สมมติว่าเกษตรกรนำเอาเมล็ดออกไปจากดินเท่านั้นโดยเหลือต่อซังไว้ไถกลบลงไปดิน

ค่า BC_K ที่คำนวณได้จากสมการนี้แสดงอยู่ในตารางที่ 3.6 ตัวอย่างของ การคำนวณค่าโพแทสเซียมก่อนปลูกและใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม โดยใช้ข้อมูลในภาคสนามของการทดลองในปี 2545 แสดงอยู่ในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.6 ค่า buffer coefficients ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.3

ชุดดิน	BC_K	$\text{ExtK}_{\text{after}}$ (กก./เฮกตาร์)	% K ในเมล็ด	น้ำหนักเมล็ด (กก./เฮกตาร์)	K_{added} (กก./เฮกตาร์)	$\text{ExtK}_{\text{before}}$ (กก./เฮกตาร์)	K_{removed} (กก./เฮกตาร์)
Li	0.61	77.7	0.29	4709.	50	91.4	13.66
Bg	0.71	122.6	0.35	8318.	50	151.7	29.11
Wi1	0.95	512	0.32	7759.	25	536.8	24.8
Wi2	0.95	438.3	0.33	8942.	25	467.8	29.5
Hc	0.83	251.7	0.32	8269.	50	278.2	26.46
Bg	0.73	136.4	0.29	4904.	50	150.6	14.22

$$^1 BC_K = \text{ExtK}_{\text{after}} / (\text{ExtK}_{\text{before}} + K_{\text{added}} - K_{\text{removed}})$$

ตารางที่ 3.7 แสดงการคำนวณค่าของโพแทสเซียมก่อนปลูกและหลังใส่ปุ๋ยจากข้อมูลในภาคสนามปี 2545

เกษตรกร	ดำเนินการทดลอง	ชุดดิน	ก่อนปลูกและหลังใส่ปุ๋ย	หลังเก็บเกี่ยว	ก่อนปลูก (1)	น้ำหนักเมล็ด
			โพแทสเซียมที่สกัดได้โดย NH_4OAc (มก./กก)			(กก./เฮกตาร์)
น้อย	K1	Suk	40	54.53	66.67	5350
	K2		40	36.57	52.44	6994
	K3		40	50.96	64.39	5919
คาบ	K1	Suk	170	139.93	155.15	6706
	K2		170	172.86	187.81	6588
	K3		170	125.12	138.13	5738
จำลอง	K1	Pc	140	110.91	122.44	5081
	K2		140	111.81	126.53	6488
	K3		140	112.27	120.68	3706
สมภักดิ์	K1	Pc	70	56.81	70.29	5938
	K2		70	39.53	49.72	4488
	K3		70	72.91	91.59	8231
ทวี	K1	Pc	58	43.41	55.72	5425
	K2		58	83.53	95.31	5194
	K3		58	76.17	88.45	5413
ศิริพร	K1	Suk	100	159.52	174.33	6525
	K2		100	164.07	179.29	6706
	K3		100	156.19	172.72	7281
สำรวจ	K1	Pc	80	60.99	76.12	6669
	K2		80	60.93	69.55	3800
	K3		80	76.51	92.25	6931

(1) ค่าของโพแทสเซียมก่อนปลูกและหลังใส่ปุ๋ยคำนวณจาก $K_{\text{after}} + (0.0059 * \text{Yield}_{\text{kg ha}^{-1}}) / 2.6$

ค่า 2.6 ใช้เปลี่ยนหน่วย กก./เฮกตาร์ ให้เป็น มก./กก. โดยใช้ค่าความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1.3 และดินลึก 20 ซม.

สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่นำมาคำนวณค่า buffer coefficients ในตารางที่ 3.6 แสดงอยู่ในตารางที่ 3.8 โดยการนำเอาค่าเหล่านี้มาคำนวณหาความสัมพันธ์กับค่า buffer coefficients โดยวิธี regression analysis และคำนวณ buffer coefficients ของ 38 ชุดดินใน 4 จังหวัด ซึ่งแสดงอยู่ในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.8 สมบัติบางประการของดินที่นำมาใช้ในการคำนวณค่า buffer coefficients

Order	ชุดดิน	% ดินเหนียว	pH	โพแทสเซียม (มก./กก.)	CEC (เซนติโมล/กก.)	CEC /100 กรัม ดินเหนียว (เซนติโมล/กก.)
Alfisols	Li	41	5.0	50	14.0	34.1
Ultisols	Bg2	51	5.1	80	18.8	36.9
Alfisols	Wi1	41	6.2	400	29.2	71.2
Alfisols	Wi2	35	5.9	600	24.6	70.3
Ultisols	Hc	13	5.2	110	11.8	90.8
Ultisols	Bg1	13	4.5	70	13.4	103.0

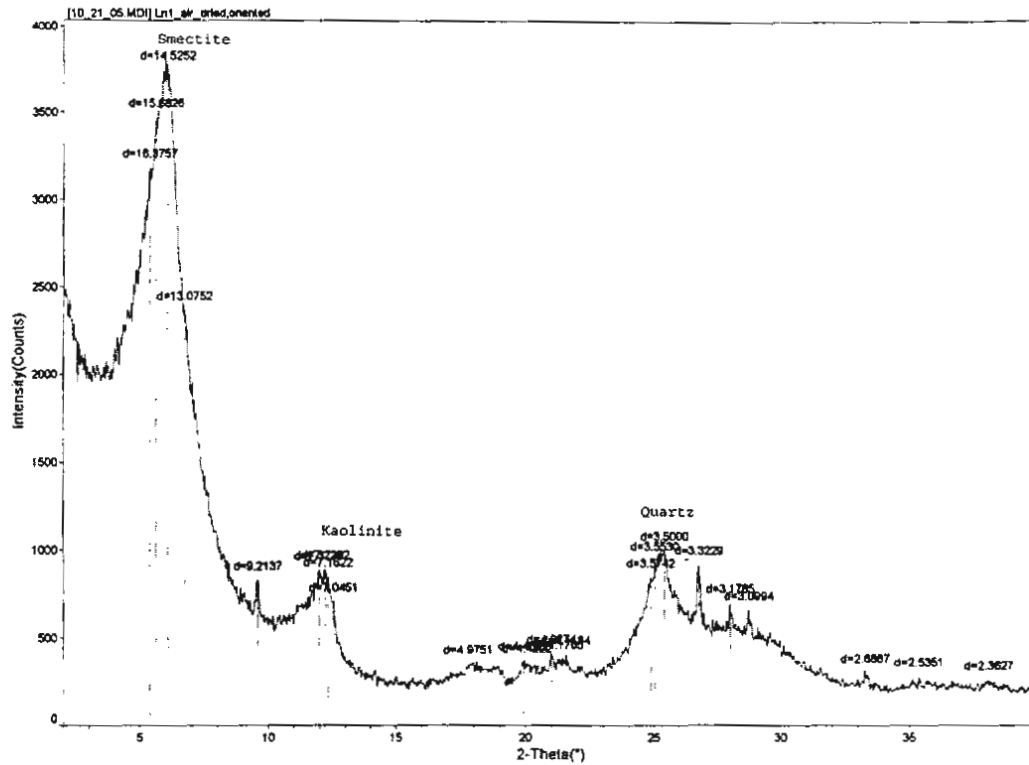
ตารางที่ 3.9 ค่า buffer coefficients ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากภาคสนามใน 38 ชุดดิน

ชุดดิน	Order	% ดินเหนียว	pH	โพแทสเซียม (มก./กก.)	CEC (เซนติโมล/กก.)	CEC/100 กรัม ดินเหนียว (เซนติโมล/กก.)	BC _k ที่คาดคะเน
Bag	Inceptisols	52.1	6.0	113.8	51.9	99.6	0.6861
Bg	Ultisols	40.0	5.0	103.2	10.8	27.0	0.7212
Br	Vertisols	40.0	5.6	77.5	35.0	87.5	0.6982
Cd	Vertisols	27.0	7.3	105.6	57.7	213.7	0.7281
Ch	Ultisols	31.4	4.9	65.2	7.4	23.6	0.7223
Ci	Oxisols	60.3	5.2	50.7	10.8	17.9	0.6426
Ct	Alfisols	40.5	7.0	174.0	23.2	57.3	0.7546
Cu	Entisols	6.3	6.2	43.0	2.8	44.4	0.7700
Don	Alfisols	20.3	5.3	105.5	15.5	76.4	0.7648
Hs	Alfisols	56.7	5.2	372.0	40.6	71.6	0.8212
Kok	Alfisols	10.4	6.5	88.5	17.2	165.4	0.7673
Kt	Ultisols	21.0	4.9	16.5	3.3	15.7	0.7227
Lb	Vertisols	63.4	7.6	195.0	80.3	126.7	0.6987
Lg	Inceptisols	33.7	7.9	150.0	30.3	89.9	0.7537
Ln	Mollisols	52.0	6.6	251.1	84.0	161.5	0.7532
Ly	Ultisols	23.0	4.9	57.3	8.5	37.0	0.7371
Ml	Alfisols	50.8	5.7	95.2	18.4	36.2	0.6883
Mr	Ultisols	14.6	5.5	64.0	3.8	26.0	0.7635

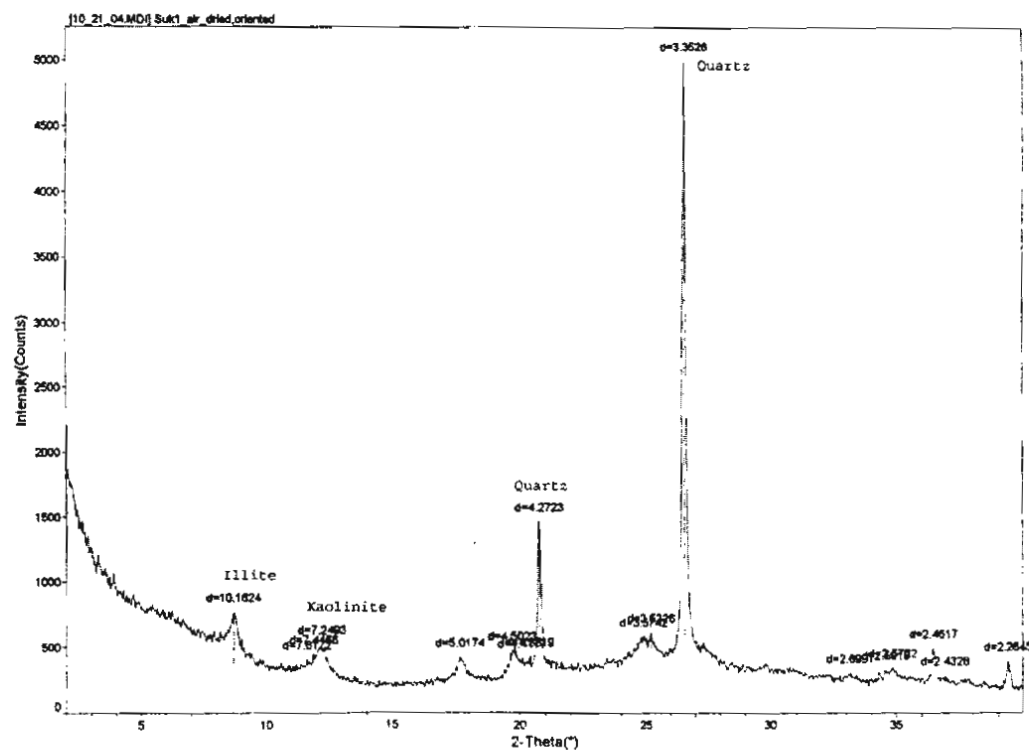
ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ชุดดิน	Order	% ดิน เหนียว	pH	โพแทสเซียม (มก./กก.)	CEC (เซนติโมล/กก.)	CEC/100 กรัม ดินเหนียว (เซนติโมล/กก.)	BC _K ที่ภาคเคเน
Ng	Entisols	1.0	6.0	24.5	1.5	150.0	0.7578
Nu	Ultisols	7.5	6.2	44.4	0.8	10.7	0.7727
Pc	Oxisols	66.8	5.3	42.0	10.9	16.3	0.6217
Phi	Inceptisols	13.2	7.2	165.8	5.5	41.7	0.8209
Pp	Ultisols	19.1	5.2	98.7	7.0	36.6	0.7698
Ps	Ultisols	15.0	5.9	58.5	2.8	18.6	0.7604
Sat	Vertisols	58.7	5.8	119.0	37.2	63.4	0.6771
Si	Oxisols	15.4	5.6	57.6	11.2	72.7	0.7511
Sk	Alfisols	17.3	5.7	94.3	16.5	95.4	0.7633
Sn	Ultisols	32.3	4.7	217.0	12.5	38.7	0.8017
So	Mollisols	48.2	6.6	186.0	59.6	123.7	0.7323
Sp	Ultisols	8.3	4.9	26.3	4.7	56.6	0.7541
Su	Alfisols	40.2	5.9	75.8	12.4	30.8	0.7051
Suk	Ultisols	4.0	4.8	36.3	1.3	32.5	0.7733
Tk	Mollisols	30.4	8.3	145.3	34.1	112.2	0.7562
Tl	Alfisols	23.3	5.7	131.0	13.0	55.8	0.7743
Tw	Inceptisols	48.0	5.9	167.9	29.0	60.4	0.7320
Wi	Alfisols	20.5	5.1	125.6	14.9	72.7	0.7759
Wn	Ultisols	19.6	4.4	66.7	4.9	25.0	0.7526
Yl	Alfisols	6.8	5.5	46.8	2.9	42.6	0.7713
Yt	Ultisols	14.2	6.0	37.0	6.1	43.0	0.7471

ค่า buffer coefficients ของโพแทสเซียมขึ้นอยู่กับปริมาณ และชนิดของแร่ดินเหนียว แต่เนื่องจากไม่ได้วิเคราะห์แร่ดินเหนียวสำหรับทุกดิน ดังนั้นจึงได้ใช้ค่า CEC/100 กรัม ดินเหนียว ซึ่งสะท้อนถึงชนิดของแร่ดินเหนียว มาคำนวณ buffer coefficients ดังแสดงในตารางที่ 3.9 ซึ่งจะเห็นว่าดินแต่ละชนิดมี CEC/100 กรัม ดินเหนียว แตกต่างกันไป ตั้งแต่ 10.7 ถึง 214 ดินที่ผ่านการสลายตัวอย่างรุนแรง เช่น Ultisols และ Oxisols มีค่า CEC/100 กรัม ดินเหนียวต่ำมาก ในขณะที่ดินที่มีการสลายตัวน้อย เช่นดินที่มี smectite และ vermiculite สูงจะมีค่า CEC/100 กรัม ดินเหนียวสูง ได้ทำการวิเคราะห์แร่ดินเหนียวในบางชุดดินเพื่อศึกษาแร่ดินเหนียวที่มีอยู่เป็นส่วนใหญ่ในดินต่างๆ ภาพที่ 3.1 และ 3.2 แสดงปริมาณแร่ดินเหนียวของชุดดินลันารายณ์ ซึ่งมี smectites เป็นส่วนใหญ่ และชุดดินสติก ซึ่งมีแร่ illite เป็นส่วนใหญ่และเป็นดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวต่ำประมาณ 4%



ภาพที่ 3.1 ชนิดของแร่ต่างๆในชุดดินลำนารายณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณ smectite ที่สูง kaolinite ที่ต่ำ โดยวิธี X-ray



ภาพที่ 3.2 ชนิดของแร่ต่างๆในชุดดินสติก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณ illite ที่สูงโดยวิธี X-ray

3.4.8 กำหนดค่าปุ๋ยโพแทสเซียม โดยใช้ค่า buffer coefficients ในห้องปฏิบัติการ

ได้นำเอาค่า buffer coefficients ที่ได้จากห้องปฏิบัติการทั้ง 3 วิธีมาคำนวณความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียม ผลที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 3.10-3.12

ตารางที่ 3.10 กำหนดค่าปุ๋ยโพแทสเซียมโดยใช้ค่า buffer coefficients ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ (วิธีที่ 1)

ชุดดิน	Ko (มก./กก.)	Kc (มก./กก.)	BC _K	โพแทสเซียมในเมล็ด (% K /100)	ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)	คำแนะนำปุ๋ย โพแทสเซียม (กก. K ₂ O/ไร่)
Lb (L)	21.07	43	0.28	0.0064	5688	12
(M)	43.00	43	0.28	0.0064	5688	7
(H)	64.08	43	0.28	0.0064	5688	0
Ln (L)	21.07	43	0.39	0.0059	5875	10
(M)	43.00	43	0.39	0.0059	5875	7
(H)	64.08	43	0.39	0.0059	5875	0
Cd (L)	21.07	43	0.67	0.0078	5688	11
(M)	43.00	43	0.67	0.0078	5688	9
(H)	64.08	43	0.67	0.0078	5688	0
Tk (L)	21.07	43	0.27	0.0085	4938	13
(M)	43.00	43	0.27	0.0085	4938	8
(H)	64.08	43	0.27	0.0085	4938	0
Suk (L)	21.07	43	0.61	0.0058	6375	9
(M)	43.00	43	0.61	0.0058	6375	7
(H)	64.08	43	0.61	0.0058	6375	0
Pc (L)	21.07	43	0.37	0.0059	7188	13
(M)	43.00	43	0.37	0.0059	7188	8
(H)	64.08	43	0.37	0.0059	7188	0
Wn (L)	21.07	43	0.39	0.0058	6056	11
(M)	43.00	43	0.39	0.0058	6056	7
(H)	64.08	43	0.39	0.0058	6056	0

ตารางที่ 3.11 กำหนดค่าปุ๋ยโพแทสเซียมโดยใช้ค่า buffer coefficients ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ (วิธีที่ 2)

ชุดดิน	Ko (มก./กก.)	Kc (มก./กก.)	BC _K	โพแทสเซียมใน เมล็ด (% K /100)	ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)	คำแนะนำปุ๋ย โพแทสเซียม (กก. K ₂ O/ไร่)
Lb (L)	21.07	43	0.81	0.0064	5688	9
(M)	43.00	43	0.81	0.0064	5688	7
(H)	64.08	43	0.81	0.0064	5688	0
Ln (L)	21.07	43	0.84	0.0059	5875	8
(M)	43.00	43	0.84	0.0059	5875	7
(H)	64.08	43	0.84	0.0059	5875	0
Cd (L)	21.07	43	1.02	0.0078	5688	10

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ชุดดิน	Ko (มก./กก.)	Kc (มก./กก.)	BC _k	โพแทสเซียมใน เมล็ด (% K /100)	ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)	คำแนะนำปุ๋ย โพแทสเซียม (กก. K ₂ O/ไร่)
(M)	43.00	43	1.02	0.0078	5688	9
(H)	64.08	43	1.02	0.0078	5688	0
Tk (L)	21.07	43	0.99	0.0085	4938	9
(M)	43.00	43	0.99	0.0085	4938	8
(H)	64.08	43	0.99	0.0085	4938	0
Suk (L)	21.07	43	0.88	0.0058	6375	9
(M)	43.00	43	0.88	0.0058	6375	7
(H)	64.08	43	0.88	0.0058	6375	0
Pc (L)	21.07	43	0.37	0.0059	7188	13
(M)	43.00	43	0.37	0.0059	7188	8
(H)	64.08	43	0.37	0.0059	7188	0
Wn (L)	21.07	43	1.08	0.0058	6056	8
(M)	43.00	43	1.08	0.0058	6056	7
(H)	64.08	43	1.08	0.0058	6056	0

ตารางที่ 3.12 คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมโดยการใช้ค่า buffer coefficients ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ (วิธีที่ 3)

ชุดดิน	Ko (มก./กก.)	Kc (มก./กก.)	BC _k	โพแทสเซียมใน เมล็ด (% K /100)	ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)	คำแนะนำปุ๋ย โพแทสเซียม (กก. K ₂ O/ไร่)
Lb (L)	21.07	43	0.513	0.0064	5688	10
(M)	43.00	43	0.513	0.0064	5688	7
(H)	64.08	43	0.513	0.0064	5688	0
Ln (L)	21.07	43	0.386	0.0059	5875	10
(M)	43.00	43	0.386	0.0059	5875	7
(H)	64.08	43	0.386	0.0059	5875	0
Cd (L)	21.07	43	0.674	0.0078	5688	11
(M)	43.00	43	0.674	0.0078	5688	9
(H)	64.08	43	0.674	0.0078	5688	0
Tk (L)	21.07	43	0.418	0.0085	4938	11
(M)	43.00	43	0.418	0.0085	4938	8
(H)	64.08	43	0.418	0.0085	4938	0
Suk (L)	21.07	43	0.685	0.0058	6375	9
(M)	43.00	43	0.685	0.0058	6375	7
(H)	64.08	43	0.685	0.0058	6375	0
Pc (L)	21.07	43	0.325	0.0059	7188	14
(M)	43.00	43	0.325	0.0059	7188	8
(H)	64.08	43	0.325	0.0059	7188	0
Wn (L)	21.07	43	0.592	0.0058	6056	10
(M)	43.00	43	0.592	0.0058	6056	7
(H)	64.08	43	0.592	0.0058	6056	0

ได้ใช้ค่า $K_{critical}$ เท่ากับ 80 มก./กก. (ใช้น้ำยาสกัด NH_4OAc) ซึ่งเมื่อเปลี่ยนเป็นค่าที่สกัดด้วยน้ำยาสกัด Mehlich มีค่าเท่ากับ 43 มก./กก. และความลึกของปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินเท่ากับ 10 ซม. คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมที่ได้ในชุดดินต่างๆ แสดงให้เห็นว่าการใช้ buffer coefficients ที่ได้จากห้องปฏิบัติการโดยวิธีที่ 2 นั้นมีค่าต่ำกว่าอีก 2 วิธี

3.4.9 คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมโดยใช้ค่า buffer coefficients จากการประเมินในภาคสนาม

ได้นำเอาค่า buffer coefficients ที่ได้จากตัวเลขในภาคสนามมาคำนวณความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียมของชุดดินทั้ง 38 ใน 4 จังหวัด (ตารางที่ 3.13-3.16) จะเห็นว่าความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียมนั้นแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละชุดดิน และคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับชุดดินเดียวกันแตกต่างกันในแต่ละจังหวัด

ตารางที่ 3.13 คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับชุดดินต่างๆ ใน จ.เพชรบูรณ์

ชุดดิน	B.D.	Kc (มก./กก.)	Ko (มก./กก.)	BC_K	น.น.เมล็ด (กก./ เฮกตาร์)	% K ใน เมล็ด	ความต้องการ การ K ของ ดิน ที่ 10 ซม. (กก./เฮกตาร์)	ความต้องการ K ของพืช (กก./เฮกตาร์)	ปริมาณ K ที่แนะนำใส่ ที่ 20 ซม. (กก. K_2O /ไร่)	ปริมาณ K ที่แนะนำใส่ ที่ 10 ซม. (กก. K_2O /ไร่)
Bag (L)	1.2	43	21.07	0.6861	6288	0.5	10.66	31.44	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.6861	6288	0.5	0.00	31.44	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.6861	6288	0.5	-10.25	31.44	0	0
Bg (L)	1.2	43	21.07	0.7212	6588	0.5	10.14	32.94	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7212	6588	0.5	0.00	32.94	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7212	6588	0.5	-9.75	32.94	0	0
Cd (L)	1.2	43	21.07	0.7280	6256	0.5	10.05	31.28	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7280	6256	0.5	0.00	31.28	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7280	6256	0.5	-9.66	31.28	0	0
Ch (L)	1.2	43	21.07	0.7223	6113	0.5	10.13	30.57	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7223	6113	0.5	0.00	30.57	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7223	6113	0.5	-9.74	30.57	0	0
Ci (L)	1.2	43	21.07	0.6426	6431	0.5	11.39	32.16	11	8
(M)	1.2	43	43.00	0.6426	6431	0.5	0.00	32.16	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.6426	6431	0.5	-10.94	32.16	0	0
Don (L)	1.5	43	21.07	0.7648	6626	0.5	11.96	33.13	11	9
(M)	1.5	43	43.00	0.7648	6626	0.5	0.00	33.13	6	6
(H)	1.5	43	64.08	0.7648	6626	0.5	-11.49	33.13	0	0
Kok (L)	1.5	43	21.07	0.7673	5700	0.5	11.92	28.5	10	8

(M)	1.5	43	43.00	0.7673	5700	0.5	0.00	28.5	5	5
(H)	1.5	43	64.08	0.7673	5700	0.5	-11.46	28.5	0	0
Lb (L)	1.2	43	21.07	0.6987	6469	0.5	10.47	32.35	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.6987	6469	0.5	0.00	32.35	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.6987	6469	0.5	-10.07	32.35	0	0
Lg (L)	1.2	43	21.07	0.7537	6350	0.5	9.71	31.75	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7537	6350	0.5	0.00	31.75	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7537	6350	0.5	-9.33	31.75	0	0
Ln (L)	1.2	43	21.07	0.7532	6075	0.5	9.71	30.38	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7532	6075	0.5	0.00	30.38	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7532	6075	0.5	-9.34	30.38	0	0
Ly (L)	1.5	43	21.07	0.7371	6469	0.5	12.41	32.35	11	9
(M)	1.5	43	43.00	0.7371	6469	0.5	0.00	32.35	6	6
(H)	1.5	43	64.08	0.7371	6469	0.5	-11.93	32.35	0	0
Ml (L)	1.2	43	21.07	0.6883	6138	0.5	10.63	30.69	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.6883	6138	0.5	0.00	30.69	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.6883	6138	0.5	-10.22	30.69	0	0
Nu (L)	1.5	43	21.07	0.7727	6094	0.5	11.84	30.47	10	8
(M)	1.5	43	43.00	0.7727	6094	0.5	0.00	30.47	6	6
(H)	1.5	43	64.08	0.7727	6094	0.5	-11.38	30.47	0	0
Pc (L)	1.2	43	21.07	0.6217	6681	0.5	11.77	33.41	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.6217	6681	0.5	0.00	33.41	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.6217	6681	0.5	-11.31	33.41	0	0
Phi (L)	1.5	43	21.07	0.8209	6444	0.5	11.14	32.22	10	8
(M)	1.5	43	43.00	0.8209	6444	0.5	0.00	32.22	6	6
(H)	1.5	43	64.08	0.8209	6444	0.5	-10.71	32.22	0	0
Pp (L)	1.5	43	21.07	0.7698	5256	0.5	11.88	26.28	10	7
(M)	1.5	43	43.00	0.7698	5256	0.5	0.00	26.28	5	5
(H)	1.5	43	64.08	0.7698	5256	0.5	-11.42	26.28	0	0
Sat (L)	1.2	43	21.07	0.6777	6388	0.5	10.80	31.94	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.6777	6388	0.5	0.00	31.94	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.6777	6388	0.5	-10.38	31.94	0	0
Si (L)	1.5	43	21.07	0.7511	6563	0.5	12.17	32.82	11	9

(M)	1.5	43	43.00	0.7511	6563	0.5	0.00	32.82	6	6
(H)	1.5	43	64.08	0.7511	6563	0.5	-11.70	32.82	0	0
Sk (L)	1.5	43	21.07	0.7633	6394	0.5	11.98	31.97	11	8
(M)	1.5	43	43.00	0.7633	6394	0.5	0.00	31.97	6	6
(H)	1.5	43	64.08	0.7633	6394	0.5	-11.52	31.97	0	0
So (L)	1.2	43	21.07	0.7323	5838	0.5	9.99	29.19	9	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7323	5838	0.5	0.00	29.19	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7323	5838	0.5	-9.60	29.19	0	0
Tk (L)	1.2	43	21.07	0.7562	6263	0.5	9.67	31.32	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7562	6263	0.5	0.00	31.32	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7562	6263	0.5	-9.30	31.32	0	0
Tl (L)	1.5	43	21.07	0.7743	6375	0.5	11.81	31.88	11	8
(M)	1.5	43	43.00	0.7743	6375	0.5	0.00	31.88	6	6
(H)	1.5	43	64.08	0.7743	6375	0.5	-11.35	31.88	0	0
Tw (L)	1.2	43	21.07	0.7320	6644	0.5	9.99	33.22	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7320	6644	0.5	0.00	33.22	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7320	6644	0.5	-9.61	33.22	0	0
Wi (L)	1.5	43	21.07	0.7759	6481	0.5	11.79	32.41	11	8
(M)	1.5	43	43.00	0.7759	6481	0.5	0.00	32.41	6	6
(H)	1.5	43	64.08	0.7759	6481	0.5	-11.33	32.41	0	0
Wn (L)	1.5	43	21.07	0.7525	6544	0.5	12.15	32.72	11	9
(M)	1.5	43	43.00	0.7525	6544	0.5	0.00	32.72	6	6
(H)	1.5	43	64.08	0.7525	6544	0.5	-11.68	32.72	0	0

ตารางที่ 3.14 กำหนดนำปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับชุดดินต่างๆใน จ.นครราชสีมา

ชุดดิน	B.D.	Kc (มก./กก.)	Ko (มก./กก.)	BC _K	น.น.เมล็ด (กก./ เฮกตาร์)	% K ใน เมล็ด	ความต้องการ การ K ของ ดิน ที่ 10 ซม. (กก./เฮกตาร์)	ความต้องการ K ของพืช (กก./เฮกตาร์)	ปริมาณ K ที่แนะนำใส่ ที่ 20 ซม. (กก.K ₂ O/ไร่)	ปริมาณ K ที่แนะนำใส่ ที่ 10 ซม. (กก.K ₂ O/ไร่)
Bg (L)	1.2	43	21.07	0.7212	9413	0.5	10.14	47.07	13	11
(M)	1.2	43	43.00	0.7212	9413	0.5	0.00	47.07	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.7212	9413	0.5	-9.75	47.07	0	0
Br (L)	1.2	43	21.07	0.6982	9419	0.5	10.48	47.10	13	11
(M)	1.2	43	43.00	0.6982	9419	0.5	0.00	47.10	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.6982	9419	0.5	-10.07	47.10	0	0

Cd (L)	1.2	43	21.07	0.7280	9263	0.5	10.05	46.32	13	11
(M)	1.2	43	43.00	0.7280	9263	0.5	0.00	46.32	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.7280	9263	0.5	-9.66	46.32	0	0
Ci (L)	1.2	43	21.07	0.6426	9369	0.5	11.39	46.85	13	11
(M)	1.2	43	43.00	0.6426	9369	0.5	0.00	46.85	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.6426	9369	0.5	-10.94	46.85	0	0
Ct (L)	1.2	43	21.07	0.7546	9375	0.5	9.69	46.88	13	11
(M)	1.2	43	43.00	0.7546	9375	0.5	0.00	46.88	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.7546	9375	0.5	-9.32	46.88	0	0
Cu (L)	1.5	43	21.07	0.7700	7825	0.5	11.88	39.13	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7700	7825	0.5	0.00	39.13	8	8
(H)	1.5	43	64.08	0.7700	7825	0.5	-11.42	39.13	0	0
Don(L)	1.5	43	21.07	0.7648	9294	0.5	11.96	46.47	14	11
(M)	1.5	43	43.00	0.7648	9294	0.5	0.00	46.47	9	9
(H)	1.5	43	64.08	0.7648	9294	0.5	-11.49	46.47	0	0
Hs (L)	1.2	43	21.07	0.8212	8900	0.5	8.91	44.50	12	10
(M)	1.2	43	43.00	0.8212	8900	0.5	0.00	44.50	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.8212	8900	0.5	-8.56	44.50	0	0
Kt (L)	1.5	43	21.07	0.7227	9513	0.5	12.65	47.57	14	12
(M)	1.5	43	43.00	0.7227	9513	0.5	0.00	47.57	9	9
(H)	1.5	43	64.08	0.7227	9513	0.5	-12.16	47.57	0	0
Lb (L)	1.2	43	21.07	0.6987	9213	0.5	10.47	46.07	13	11
(M)	1.2	43	43.00	0.6987	9213	0.5	0.00	46.07	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.6987	9213	0.5	-10.07	46.07	0	0
Lg (L)	1.2	43	21.07	0.7537	9063	0.5	9.71	45.32	12	11
(M)	1.2	43	43.00	0.7537	9063	0.5	0.00	45.32	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.7537	9063	0.5	-9.33	45.32	0	0
Li (L)	1.2	43	21.07	0.7029	8681	0.5	10.41	43.41	12	10
(M)	1.2	43	43.00	0.7029	8681	0.5	0.00	43.41	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.7029	8681	0.5	-10.01	43.41	0	0
Ln (L)	1.2	43	21.07	0.7532	8481	0.5	9.71	42.41	12	10
(M)	1.2	43	43.00	0.7532	8481	0.5	0.00	42.41	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.7532	8481	0.5	-9.34	42.41	0	0

48 ระบบสนับสนุนการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวโพด : ระยะที่ 3

Ly (L)	1.5	43	21.07	0.7371	9025	0.5	12.41	45.13	13	11
(M)	1.5	43	43.00	0.7371	9025	0.5	0.00	45.13	9	9
(H)	1.5	43	64.08	0.7371	9025	0.5	-11.93	45.13	0	0
Ml (L)	1.2	43	21.07	0.6883	8375	0.5	10.63	41.88	12	10
(M)	1.2	43	43.00	0.6883	8375	0.5	0.00	41.88	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.6883	8375	0.5	-10.22	41.88	0	0
Ng (L)	1.5	43	21.07	0.7578	7919	0.5	12.07	39.60	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7578	7919	0.5	0.00	39.60	8	8
(H)	1.5	43	64.08	0.7578	7919	0.5	-11.60	39.60	0	0
Pc (L)	1.2	43	21.07	0.6217	10088	0.5	11.77	50.44	14	12
(M)	1.2	43	43.00	0.6217	10088	0.5	0.00	50.44	10	10
(H)	1.2	43	64.08	0.6217	10088	0.5	-11.31	50.44	0	0
Pp (L)	1.5	43	21.07	0.7698	7213	0.5	11.88	36.07	11	9
(M)	1.5	43	43.00	0.7698	7213	0.5	0.00	36.07	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7698	7213	0.5	-11.42	36.07	0	0
Sat (L)	1.2	43	21.07	0.6777	8163	0.5	10.80	40.82	12	10
(M)	1.2	43	43.00	0.6777	8163	0.5	0.00	40.82	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.6777	8163	0.5	-10.38	40.82	0	0
Si (L)	1.5	43	21.07	0.7511	9244	0.5	12.17	46.22	14	11
(M)	1.5	43	43.00	0.7511	9244	0.5	0.00	46.22	9	9
(H)	1.5	43	64.08	0.7511	9244	0.5	-11.70	46.22	0	0
Sn (L)	1.2	43	21.07	0.8017	9250	0.5	9.13	46.25	12	11
(M)	1.2	43	43.00	0.8017	9250	0.5	0.00	46.25	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.8017	9250	0.5	-8.77	46.25	0	0
Sp (L)	1.5	43	21.07	0.7540	9125	0.5	12.13	45.63	13	11
(M)	1.5	43	43.00	0.7540	9125	0.5	0.00	45.63	9	9
(H)	1.5	43	64.08	0.7540	9125	0.5	-11.66	45.63	0	0
Su (L)	1.2	43	21.07	0.7050	8525	0.5	10.38	42.63	12	10
(M)	1.2	43	43.00	0.7050	8525	0.5	0.00	42.63	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.7050	8525	0.5	-9.97	42.63	0	0
Suk (L)	1.5	43	21.07	0.7738	9338	0.5	11.82	46.69	14	11
(M)	1.5	43	43.00	0.7738	9338	0.5	0.00	46.69	9	9
(H)	1.5	43	64.08	0.7738	9338	0.5	-11.36	46.69	0	0

Tk (L)	1.2	43	21.07	0.7562	9156	0.5	9.67	45.78	13	11
(M)	1.2	43	43.00	0.7562	9156	0.5	0.00	45.78	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.7562	9156	0.5	-9.30	45.78	0	0
Tw (L)	1.2	43	21.07	0.7320	9150	0.5	9.99	45.75	13	11
(M)	1.2	43	43.00	0.7320	9150	0.5	0.00	45.75	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.7320	9150	0.5	-9.61	45.75	0	0
Wn (L)	1.5	43	21.07	0.7525	9144	0.5	12.15	45.72	13	11
(M)	1.5	43	43.00	0.7525	9144	0.5	0.00	45.72	9	9
(H)	1.5	43	64.08	0.7525	9144	0.5	-11.68	45.72	0	0
YI (L)	1.5	43	21.07	0.7711	8219	0.5	11.86	41.10	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7711	8219	0.5	0.00	41.10	8	8
(H)	1.5	43	64.08	0.7711	8219	0.5	-11.40	41.10	0	0
Yt (L)	1.5	43	21.07	0.7471	9150	0.5	12.24	45.75	13	11
(M)	1.5	43	43.00	0.7471	9150	0.5	0.00	45.75	9	9
(H)	1.5	43	64.08	0.7471	9150	0.5	-11.77	45.75	0	0

ตารางที่ 3.15 กำหนดปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับชุดดินต่างๆใน จ.นครสวรรค์

ชุดดิน	B.D.	Kc (มก./กก.)	Ko (มก./กก.)	BC _K	น.น.เมล็ด (กก./ เฮกตาร์)	% K ใน เมล็ด	ความต้องการ การ K ของ ดิน ที่ 10 ซม. (กก./เฮกตาร์)	ความต้องการ K ของพืช (กก./เฮกตาร์)	ปริมาณ K ที่แนะนำใส่ ที่ 20 ซม. (กก.K ₂ O/ไร่)	ปริมาณ K ที่แนะนำใส่ ที่ 10 ซม. (กก.K ₂ O/ไร่)
Bg (L)	1.2	43	21.07	0.7212	8344	0.5	10.14	41.72	12	10
(M)	1.2	43	43.00	0.7212	8344	0.5	0.00	41.72	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.7212	8344	0.5	-9.75	41.72	0	0
Cd (L)	1.2	43	21.07	0.7280	6894	0.5	10.05	34.47	10	9
(M)	1.2	43	43.00	0.7280	6894	0.5	0.00	34.47	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.7280	6894	0.5	-9.66	34.47	0	0
Ch (L)	1.2	43	21.07	0.7223	7169	0.5	10.13	35.85	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.7223	7169	0.5	0.00	35.85	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.7223	7169	0.5	-9.74	35.85	0	0
Don (L)	1.5	43	21.07	0.7648	8538	0.5	11.96	42.69	13	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7648	8538	0.5	0.00	42.69	8	8
(H)	1.5	43	64.08	0.7648	8538	0.5	-11.49	42.69	0	0
Kok (L)	1.5	43	21.07	0.7673	6375	0.5	11.92	31.88	11	8
(M)	1.5	43	43.00	0.7673	6375	0.5	0.00	31.88	6	6

(H)	1.5	43	64.08	0.7673	6375	0.5	-11.46	31.88	0	0
Kt (L)	1.5	43	21.07	0.7227	7988	0.5	12.65	39.94	13	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7227	7988	0.5	0.00	39.94	8	8
(H)	1.5	43	64.08	0.7227	7988	0.5	-12.16	39.94	0	0
Lb (L)	1.2	43	21.07	0.6987	8119	0.5	10.47	40.60	12	10
(M)	1.2	43	43.00	0.6987	8119	0.5	0.00	40.60	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.6987	8119	0.5	-10.07	40.60	0	0
Ln (L)	1.2	43	21.07	0.7532	6806	0.5	9.71	34.03	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7532	6806	0.5	0.00	34.03	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.7532	6806	0.5	-9.34	34.03	0	0
Ng (L)	1.5	43	21.07	0.7578	7194	0.5	12.07	35.97	12	9
(M)	1.5	43	43.00	0.7578	7194	0.5	0.00	35.97	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7578	7194	0.5	-11.60	35.97	0	0
Pc (L)	1.2	43	21.07	0.6217	8906	0.5	11.77	44.53	13	11
(M)	1.2	43	43.00	0.6217	8906	0.5	0.00	44.53	9	9
(H)	1.2	43	64.08	0.6217	8906	0.5	-11.31	44.53	0	0
Phi (L)	1.5	43	21.07	0.8209	8131	0.5	11.14	40.66	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.8209	8131	0.5	0.00	40.66	8	8
(H)	1.5	43	64.08	0.8209	8131	0.5	-10.71	40.66	0	0
Pp (L)	1.5	43	21.07	0.7698	5513	0.5	11.88	27.57	10	8
(M)	1.5	43	43.00	0.7698	5513	0.5	0.00	27.57	5	5
(H)	1.5	43	64.08	0.7698	5513	0.5	-11.42	27.57	0	0
Sat (L)	1.2	43	21.07	0.6777	7019	0.5	10.80	35.10	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.6777	7019	0.5	0.00	35.10	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.6777	7019	0.5	-10.38	35.10	0	0
Sk (L)	1.5	43	21.07	0.7633	7550	0.5	11.98	37.75	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7633	7550	0.5	0.00	37.75	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7633	7550	0.5	-11.52	37.75	0	0
So (L)	1.2	43	21.07	0.7323	5975	0.5	9.99	29.88	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7323	5975	0.5	0.00	29.88	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7323	5975	0.5	-9.60	29.88	0	0
Sp (L)	1.5	43	21.07	0.7540	8250	0.5	12.13	41.25	13	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7540	8250	0.5	0.00	41.25	8	8

(H)	1.5	43	64.08	0.7540	8250	0.5	-11.66	41.25	0	0
Suk (L)	1.5	43	21.07	0.7738	8150	0.5	11.82	40.75	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7738	8150	0.5	0.00	40.75	8	8
(H)	1.5	43	64.08	0.7738	8150	0.5	-11.36	40.75	0	0
Tk (L)	1.2	43	21.07	0.7562	6888	0.5	9.67	34.44	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7562	6888	0.5	0.00	34.44	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.7562	6888	0.5	-9.30	34.44	0	0
Tl (L)	1.5	43	21.07	0.7743	7669	0.5	11.81	38.35	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7743	7669	0.5	0.00	38.35	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7743	7669	0.5	-11.35	38.35	0	0
Tw (L)	1.2	43	21.07	0.7320	8838	0.5	9.99	44.19	12	10
(M)	1.2	43	43.00	0.7320	8838	0.5	0.00	44.19	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.7320	8838	0.5	-9.61	44.19	0	0
Wi (L)	1.5	43	21.07	0.7759	7844	0.5	11.79	39.22	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7759	7844	0.5	0.00	39.22	8	8
(H)	1.5	43	64.08	0.7759	7844	0.5	-11.33	39.22	0	0
Wn (L)	1.5	43	21.07	0.7525	8288	0.5	12.15	41.44	13	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7525	8288	0.5	0.00	41.44	8	8
(H)	1.5	43	64.08	0.7525	8288	0.5	-11.68	41.44	0	0

ตารางที่ 3.16 คำนำน้าปุ๋ยโพแทสเซียม สำหรับชุดดินต่างๆใน จ.ลพบุรี

ชุดดิน	B.D.	Kc (มก./กก.)	Ko (มก./กก.)	BC _K	นน.เมล็ด (กก./ เฮกตาร์)	% K ใน เมล็ด	ความต้องการ การ K ของ ดิน ที่ 10 ซม. (กก./เฮกตาร์)	ความต้องการ K ของพืช (กก./เฮกตาร์)	ปริมาณ K ที่แนะนำใส่ ที่ 20 ซม. (กก.K ₂ O/ไร่)	ปริมาณ K ที่แนะนำใส่ ที่ 10 ซม. (กก.K ₂ O/ไร่)
Bag (L)	1.2	43	21.07	0.6861	7088	0.5	10.66	35.44	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.6861	7088	0.5	0.00	35.44	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.6861	7088	0.5	-10.25	35.44	0	0
Bg (L)	1.2	43	21.07	0.7212	7825	0.5	10.14	39.13	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.7212	7825	0.5	0.00	39.13	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.7212	7825	0.5	-9.75	39.13	0	0
Br (L)	1.2	43	21.07	0.6982	7494	0.5	10.48	37.47	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.6982	7494	0.5	0.00	37.47	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.6982	7494	0.5	-10.07	37.47	0	0

Cd (L)	1.2	43	21.07	0.7280	7725	0.5	10.05	38.63	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.7280	7725	0.5	0.00	38.63	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.7280	7725	0.5	-9.66	38.63	0	0
Ch (L)	1.2	43	21.07	0.7223	6388	0.5	10.13	31.94	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7223	6388	0.5	0.00	31.94	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7223	6388	0.5	-9.74	31.94	0	0
Don(L)	1.5	43	21.07	0.7648	7575	0.5	11.96	37.88	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7648	7575	0.5	0.00	37.88	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7648	7575	0.5	-11.49	37.88	0	0
Hs (L)	1.2	43	21.07	0.8212	7106	0.5	8.91	35.53	10	9
(M)	1.2	43	43.00	0.8212	7106	0.5	0.00	35.53	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.8212	7106	0.5	-8.56	35.53	0	0
Lb (L)	1.2	43	21.07	0.6987	7288	0.5	10.47	36.44	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.6987	7288	0.5	0.00	36.44	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.6987	7288	0.5	-10.07	36.44	0	0
Lg (L)	1.2	43	21.07	0.7537	7219	0.5	9.71	36.10	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.7537	7219	0.5	0.00	36.10	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.7537	7219	0.5	-9.33	36.10	0	0
Ln (L)	1.2	43	21.07	0.7532	6725	0.5	9.71	33.63	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7532	6725	0.5	0.00	33.63	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7532	6725	0.5	-9.34	33.63	0	0
Ly (L)	1.5	43	21.07	0.7371	7425	0.5	12.41	37.13	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7371	7425	0.5	0.00	37.13	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7371	7425	0.5	-11.93	37.13	0	0
Pc (L)	1.2	43	21.07	0.6217	8406	0.5	11.77	42.03	13	10
(M)	1.2	43	43.00	0.6217	8406	0.5	0.00	42.03	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.6217	8406	0.5	-11.31	42.03	0	0
Phi (L)	1.5	43	21.07	0.8209	7225	0.5	11.14	36.13	11	9
(M)	1.5	43	43.00	0.8209	7225	0.5	0.00	36.13	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.8209	7225	0.5	-10.71	36.13	0	0
Sat (L)	1.2	43	21.07	0.6777	7238	0.5	10.80	36.19	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.6777	7238	0.5	0.00	36.19	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.6777	7238	0.5	-10.38	36.19	0	0

Si (L)	1.5	43	21.07	0.7511	7563	0.5	12.17	37.82	12	10
(M)	1.5	43	43.00	0.7511	7563	0.5	0.00	37.82	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7511	7563	0.5	-11.70	37.82	0	0
So (L)	1.2	43	21.07	0.7323	6394	0.5	9.99	31.97	10	8
(M)	1.2	43	43.00	0.7323	6394	0.5	0.00	31.97	6	6
(H)	1.2	43	64.08	0.7323	6394	0.5	-9.60	31.97	0	0
Sp (L)	1.5	43	21.07	0.7540	7463	0.5	12.13	37.32	12	9
(M)	1.5	43	43.00	0.7540	7463	0.5	0.00	37.32	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7540	7463	0.5	-11.66	37.32	0	0
Suk (L)	1.5	43	21.07	0.7738	7531	0.5	11.82	37.66	12	9
(M)	1.5	43	43.00	0.7738	7531	0.5	0.00	37.66	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7738	7531	0.5	-11.36	37.66	0	0
Tk (L)	1.2	43	21.07	0.7562	7688	0.5	9.67	38.44	11	9
(M)	1.2	43	43.00	0.7562	7688	0.5	0.00	38.44	7	7
(H)	1.2	43	64.08	0.7562	7688	0.5	-9.30	38.44	0	0
Tl (L)	1.5	43	21.07	0.7743	7188	0.5	11.81	35.94	11	9
(M)	1.5	43	43.00	0.7743	7188	0.5	0.00	35.94	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7743	7188	0.5	-11.35	35.94	0	0
Tw (L)	1.2	43	21.07	0.7320	7925	0.5	9.99	39.63	11	10
(M)	1.2	43	43.00	0.7320	7925	0.5	0.00	39.63	8	8
(H)	1.2	43	64.08	0.7320	7925	0.5	-9.61	39.63	0	0
Wi (L)	1.5	43	21.07	0.7759	7194	0.5	11.79	35.97	11	9
(M)	1.5	43	43.00	0.7759	7194	0.5	0.00	35.97	7	7
(H)	1.5	43	64.08	0.7759	7194	0.5	-11.33	35.97	0	0

3.4.10 การพัฒนาคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป

ได้จัดวางโครงร่างของการนำข้อมูลเข้าโปรแกรม โดยจัดทำแบบฟอร์มเข้าไปอยู่ในโปรแกรม PDSS และพิจารณาว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่ต้องใช้ในสมการ (ภาพที่ 3.3) ขั้นตอนที่ 2 ได้เตรียมข้อมูลการวินิจฉัยการขาดแคลนโพแทสเซียม ซึ่งจะขึ้นอยู่กับค่าวิเคราะห์ดิน รวมทั้งมีภาพการขาดแคลนโพแทสเซียมให้ด้วย (ภาพที่ 3.4) ขั้นตอนที่ 3 คือการสร้างแบบฟอร์มสำหรับผู้ใช้ให้กรอกข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับการคำนวณคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียม ซึ่งจะมีข้อมูลที่ต้องกรอกคล้ายคลึงกับกรณีของ P เช่น วิธีการใส่ปุ๋ย ความลึกที่ใส่ปุ๋ย ชนิดของปุ๋ยที่ต้องการใส่ และผลผลิตที่ต้องการ เป็นต้น (ภาพที่ 3.5) ขั้นตอนที่ 4 แสดงผลลัพธ์ของการคาดคะเน (ภาพที่ 3.6)

Previous Analysis

Soil Analysis

P Data

☒ P Content (mg/L)

P Test Method

☒ Clay Content (%)

☒ Soil Texture

K Data

☒ K Content (mg/L)

K Test Method

Other Data

☐ Al Saturation (%)

☒ Soil pH (water)

Note

If P/K Content is checked, both P/K Content and P/K Test Method must be entered. Both fields are needed for probability calculations. If Clay Content is checked, a clay content must be entered too.

ภาพที่ 3.3 การสร้างโปรแกรมโพแทสเซียมเริ่มต้น แสดงให้เห็นถึงการนำเอาข้อมูลค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมเข้าโปรแกรม

Diagnosis Report

DIAGNOSIS REPORT

Probability of Deficiency

Factor	Value	P Probability	K Probability
Region	Thailand	0.50	0.50
Taxonomy	Entisols	0.51	0.40
Plant T0/Tc	Plant T0/Tc (P, K) = (0.13, 0.16)	0.82	0.82
Soil Analysis	Ext.P, K/Pc = 0.1, 0.8	0.79	0.62
Cumulative Probability		0.95	0.83

Result of P Probability Calculation

Cumulative probability of P deficiency = 0.95
P deficiency is highly probable.

Result of K Probability Calculation

Cumulative probability of K deficiency = 0.83
K deficiency is highly probable.

Possible Probability Conflicts

Your observation and data are generally consistent.

Crop Yield

Not enough information.

Nitrogen Observation

Not enough information.

ภาพที่ 3.4 รายงานแสดงการวินิจฉัยการขาดแคลนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

K Prediction

Input Data: Intended Crop: Maize Test Method: Ammonium Acetate Location: Thailand Clay Content (%) 22 Soil Extractable K 88 Application Method: Broadcast (1) Fertilizer: 15-15-15 Application Depth (cm) 15 Maximum Yield (ton/ha) 6	More Data: Was the stover removed from the field? ☒ Yes ☐ No K Buffer Coefficient 0.79 K Critical Value (mg/kg) 115 Fertilizer for Max Yield (kg/ha): 133
---	--

[To Main](#) [P Prediction](#) **[K Prediction](#)** [Economics](#)

Report

Based on your input, the K required to reach the expected maximum yield of 6.0 ton/ha is 158 kg/ha of K, however, the fertilizer 15-15-15 that you chosen to apply in P Prediction contains 141 kg/ha of K. Thus, the K requirement now is 17 kg/ha, which is 133 kg/ha of the K fertilizer (15-15-15).

NOTE: The Economics analysis of K application is not available in this PDSS version.

ภาพที่ 3.5 การคำนวณปุ๋ยจากโปรแกรมโดยป้อนข้อมูลที่สำคัญๆเข้าไปในโปรแกรม

Recommendation

[Economics](#) [Print](#) [To Main](#)

RECOMMENDATIONS

Diagnostic Result

Phosphorus deficiency is highly probable.
Cumulative probability of P deficiency = 0.95

Potassium deficiency is highly probable.
Cumulative probability of K deficiency = 0.93

NOTE -- Please see Diagnostic Form for additional results.

Predicted P Requirement

Based on your input, the P required to reach the expected maximum yield of 6.0 ton/ha is 74 kg/ha P, which is 1135 +/- 90 kg/ha of the P Fertilizer (15-15-15), with a soil residual extractable P at 14.6 mg/L. You can select your desired soil extractable P level for the second crop or to maintain soil P to ensure sustainability of soil phosphorus.

NOTE -- This prediction is rather approximate because of uncertainties on predicting reactivity with the soil, predicting the critical level for your crop, and sampling error in measuring extractable P. For further information, see the Help associated with "F Prediction".

Predicted K Requirement

Based on your input, the K required to reach the expected maximum yield of 6.0 ton/ha is 158 kg/ha of K, however, the fertilizer 15-15-15 that you chosen to apply in P Prediction contains 141 kg/ha of K. Thus, the K requirement now is 17 kg/ha, which is 33 kg/ha of the K fertilizer (0-0-60(KC0)).

NOTE: The Economics analysis of K application is not available in this PDSS version.

ภาพที่ 3.6 ร่องรงานคำแนะนำปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ซึ่งอยู่ในโปรแกรมเดียวกัน

3.5 สรุปผล

จากการทดสอบการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับต่างๆ ในหลายชุดดินทั้งปี 2545 และ 2546 พบว่าไม่มีการตอบสนองของโพแทสเซียมในชุดดินที่ศึกษาทั้งดินเหนียวและดินทรายทั้งๆที่ดินมีโพแทสเซียมต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าดินบางชนิดมีปริมาณ non-exchangeable K สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินพวก Mollisols ได้ศึกษาและคำนวณค่า buffer coefficients จากข้อมูลในภาคสนามที่ได้จากการทดลองในภาคเหนือ นำสมบัติทางเคมีและกายภาพบางอย่างของดินมารวมคำนวณค่า buffer coefficients และ พบว่าค่า buffer coefficients ของชุดดินต่างๆมีค่าแตกต่างกัน ดังนั้นความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียมของแต่ละชุดดินจึงมีความแตกต่างกันและแม้แต่ชุดดินเดียวกันในแต่ละจังหวัดก็มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามตัวเลขที่ได้นำมาคำนวณ และจัดทำเป็นคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมครั้งนี้ยังมีน้อยอยู่ ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม และต้องทดสอบคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมที่ได้จากสมการที่เสนอขึ้นในภาคสนาม และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

บทที่ 4

การศึกษาทัศนคติและการยอมรับของเกษตรกรในการใช้คำแนะนำปุ๋ยเฉพาะพื้นที่

4.1 คำนำ

ตามที่โครงการพัฒนาการผลิตข้าวโพดแบบยั่งยืนโดยระบบสนับสนุนการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ ได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารในข้าวโพดที่มีประสิทธิภาพโดยการใช้เครื่องมือต่างๆช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ และได้กำหนดให้มีการถ่ายทอดนวัตกรรมนี้สู่เกษตรกรผู้ปฏิบัติ เพื่อพิสูจน์ว่านวัตกรรมที่โครงการฯค้นพบนี้สามารถใช้งานได้ผลตามที่คาดหวังหรือไม่ โดยร่วมมือกับกรมส่งเสริมการเกษตรให้คัดเลือกเกษตรกรผู้นำจากศูนย์ข้าวโพดชุมชนในจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดสำคัญของประเทศมาทำการฝึกอบรม ได้ใช้กระบวนการมีส่วนร่วมและให้อำนาจเกษตรกรเป็นผู้ตัดสินใจ ในการคัดเลือกเกษตรกรผู้นำ และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรจากศูนย์ข้าวโพดชุมชนที่จะเข้าร่วมโครงการ โดยมี ดร.ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ เป็นวิทยากรฝึกอบรม โครงการฯได้ถ่ายทอดความรู้ในการใช้เครื่องมือต่างๆที่จะสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ในข้าวโพดแก่เกษตรกรผู้นำ และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรระดับจังหวัด ดำบล จากศูนย์ข้าวโพดชุมชนต่างๆ และสนับสนุนเครื่องมือต่างๆแก่ศูนย์ข้าวโพดชุมชน ได้แก่ สว่านเจาะดิน คู่มือการจำแนกชุดดิน ชุดตรวจสอบธาตุอาหารในดิน (Soil Test Kit) และคู่มือคำแนะนำปุ๋ยเคมี โครงการฯได้มอบงานศูนย์ข้าวโพดชุมชนดำเนินการดังนี้

1. ให้เกษตรกรผู้นำบริการจำแนกชุดดิน วิเคราะห์ตัวอย่างดิน พร้อมให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยข้าวโพดแก่สมาชิกเกษตรกรในศูนย์ข้าวโพดชุมชนของตนเอง
 2. จัดทำแปลงสาธิตศูนย์ละ 3 แปลง เพื่อสาธิตวิธีการใช้เครื่องมือต่างๆ พร้อมคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี และสาธิตผลการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่เปรียบเทียบกับแปลงปกติที่เกษตรกรใช้ปุ๋ยโดยไม่มีการวิเคราะห์ดิน และจัดงานวันสาธิตเพื่อเป็นแหล่งให้สมาชิกได้เรียนรู้ถึงเทคโนโลยีนี้
 3. ให้มีการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างศูนย์ข้าวโพดชุมชนที่มาประชุมร่วมกันทั้ง 4 จังหวัด
- เพื่อให้ทราบว่าการที่ค้นพบใช้งานได้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายหรือไม่ จึงได้ทำการศึกษาทัศนคติของเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่เข้าร่วมโครงการฯ การศึกษานี้จะทำให้ทราบถึงปัญหาอุปสรรคในการใช้นวัตกรรมของโครงการฯ และความยั่งยืนของนวัตกรรมนี้

4.2 วัตถุประสงค์

- 4.2.1 เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมต่างๆที่โครงการฯ จัดให้และแผนการดำเนินงานในอนาคตของศูนย์ข้าวโพดชุมชน
- 4.2.2 เพื่อศึกษาทัศนคติของเกษตรกรผู้นำที่ได้ผ่านการฝึกอบรม และจัดทำแปลงสาธิต
- 4.2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรต่อโครงการฯ

4.3 วิธีดำเนินการวิจัย

- 4.3.1 ออกแบบสอบถามเกษตรกร โดยประชากรที่ศึกษามี 3 กลุ่มคือ

- (1) ศูนย์ข้าวโพดชุมชนที่เข้าร่วมโครงการจาก 4 จังหวัด 12 อำเภอ 20 ตำบล ๆละ 1 ศูนย์ รวมจำนวน 20 ศูนย์
- (2) เกษตรกรผู้จัดทำแปลงสาธิต จำนวน 60 ราย ปี 2546
- (3) เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรระดับจังหวัด 4 จังหวัด ระดับตำบล 20 ราย รวม 24 ราย

4.3.2 จัดทำ SWOT Analysis ในประเด็นกิจกรรมต่างๆ

4.3.3 จัดทำแบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้จัดทำแปลงสาธิต

4.3.4 จัดทำแบบสอบถามเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร

4.3.5 วิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตของเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพด โดยการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่เปรียบเทียบกับแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้มีการวิเคราะห์ดิน

4.3.6 วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการที่ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้อง

4.3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

- (1) วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่เก็บข้อมูล โดยหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ได้แก่ทัศนคติเกษตรกรในการใช้เครื่องมือ ความเชื่อมั่นของเกษตรกรในผลการใช้เครื่องมือ ความรับผิดชอบของเกษตรกรต่อบทบาทที่ได้รับมอบหมาย และบทบาทของเกษตรกรเมื่อโครงการสิ้นสุดลง
- (2) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา สถิติทดสอบได้แก่ t-test, Multiple Regression

4.4 ผลการศึกษาและวิจารณ์

4.4.1 ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามเกษตรกรผู้นำ

ผลจากการทำ SWOT Analysis ของศูนย์ข้าวโพดชุมชนในประเด็นกิจกรรมที่โครงการฯดำเนินการหรือมอบให้ศูนย์ข้าวโพดชุมชนดำเนินการ สรุปได้ดังนี้

(1) การอบรมให้ความรู้และมีการฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆที่จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ การคำนวณเนื้อธาตุอาหารปุ๋ยเพื่อผสมปุ๋ยใช้เองนั้น มีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

- จุดเด่น
 - มีความเหมาะสมตรงกับความต้องการ
 - เกษตรกรสามารถนำความรู้ไปปฏิบัติได้
 - ได้ความรู้ใหม่ๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง
 - ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างเพื่อนเกษตรกร
- จุดด้อย
 - ใช้เวลาอบรมนาน
 - เปลี่ยนสถานที่อบรมบ่อย
 - บางเรื่องเน้นการบรรยายมากเกินไป
 - เนื้อหายากเกินไป

(2) การสนับสนุนเครื่องมือแก่ศูนย์ข้าวโพดชุมชน ได้แก่ ส่วนงานเจาเคดิน คู่มือการจำแนกชุดดิน ชุดตรวจสอบธาตุอาหารในดิน คู่มือการให้คำแนะนำปุ๋ยมีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

- จุดเด่น**
- ช่วยสร้างความเชื่อมั่นแก่เกษตรกรผู้นำในการให้คำแนะนำปุ๋ยข้าวโพดแก่สมาชิก
 - อุปกรณ์กะทัดรัด ใช้สะดวก
 - สามารถให้ผลการตรวจวิเคราะห์ได้เร็ว
 - เครื่องมือมีประโยชน์มาก
- จุดด้อย**
- เครื่องมือที่สนับสนุนให้ไม่สามารถหาซื้อในท้องถิ่นได้ เช่น ชุดตรวจสอบธาตุอาหารในดิน ต้องสั่งซื้อจากบริษัททำให้ไม่แน่ใจว่าจะสามารถซื้อได้ในช่วงที่ต้องการหรือไม่
 - การใช้เครื่องมือต้องฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะ เช่น การหยคน้ำยา ต้องทำให้ถูกต้องให้ตรงกับคำแนะนำเพื่อป้องกันความผิดพลาดในผลการวิเคราะห์
 - ขาดการติดตามนิเทศงานการใช้เครื่องมือจากเจ้าหน้าที่ในพื้นที่เพื่อสร้างความมั่นใจแก่ผู้ใช้
 - ชุดตรวจสอบธาตุอาหารในดินประกอบด้วยน้ำยาต่างๆซึ่งมีอายุการใช้งานและต้องเก็บรักษาในที่เย็น

(3) คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี โดยการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ มีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

- จุดเด่น**
- ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงจากเดิมที่เคยใช้
 - ได้กำไรเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยแบบใหม่
 - การใช้ปุ๋ยแบบใหม่ช่วยให้ข้าวโพดทนต่อความแห้งแล้งได้เพิ่มขึ้นในระยะเวลาหนึ่ง
- จุดด้อย**
- ปุ๋ยเคมีบางสูตรหาซื้อยากในบางท้องที่ เนื่องจากมีผู้ใช้น้อยร้านค้าจึงไม่นำมาจำหน่าย
 - ในบางพื้นที่ต้องใช้ปุ๋ยหลายสูตรผสมกัน จึงเพิ่มภาระแก่เกษตรกร
 - คู่มือในการให้คำแนะนำปุ๋ยต้องเปิดคู่มือ 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งเมื่อทราบชุดดินและผลวิเคราะห์ดินจะได้คำแนะนำคือเนื้อธาตุอาหารที่ต้องใช้ ส่วนที่สองนำเนื้อธาตุอาหารที่ต้องใช้ไปหาสูตรปุ๋ยและปริมาณปุ๋ยที่ต้องใช้ต่อไร่ แต่เกษตรกรผู้นำยังใช้คู่มือนี้ไม่ถูกต้องจึงได้คำแนะนำที่ไม่ถูกต้อง

(4) การจัดทำแปลงสาธิต โดยใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำ มีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

- จุดเด่น**
- สามารถแสดงวิธีและผลการใช้ปุ๋ยแบบใหม่ให้สมาชิกได้เห็นจริงและเปรียบเทียบกับของเดิม
 - เกษตรกรในพื้นที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ได้ทดลองใช้ปุ๋ยแบบใหม่

- ได้ข้อสรุปจากการเรียนรู้และเพิ่มประสบการณ์แก่เกษตรกรผู้จัดทำแปลงสาธิต

- จุดด้อย**
- ขาดการติดตามนิเทศงานอย่างใกล้ชิดจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรทำให้มีความผิดพลาดในการจัดทำแปลงสาธิต ได้แก่ การใช้คู่มือการให้คำแนะนำปุ๋ยไม่ถูกต้อง การใช้ปุ๋ยไม่ถูกสูตรและอัตราที่แนะนำ ส่งผลให้การทำแปลงสาธิตไม่สามารถใช้เป็นข้อมูลในการเรียนรู้ได้
 - เกษตรกรผู้จัดทำแปลงสาธิตยังขาดความเข้าใจในการทดสอบเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยแบบใหม่และแบบเดิม
 - ช่วงเวลาการปลูกข้าวโพดแตกต่างกันในแต่ละจังหวัดจึงต้องมีการเตรียมการล่วงหน้า
 - การเลือกพื้นที่จัดทำแปลงสาธิตควรอยู่ติดถนนที่มีคนผ่านเพื่อประชาสัมพันธ์ให้ผู้อื่นทราบนอกจากสมาชิกในกลุ่ม

(5) การจัดงานวันสาธิต เพื่อแสดงผลการใช้ปุ๋ยแบบใหม่และแบบเดิมเปรียบเทียบกัน มีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

- จุดเด่น**
- เป็นการสรุปผลการเรียนรู้การใช้ปุ๋ยแบบใหม่และแบบเดิมให้เห็นจริง เพื่อสร้างความเชื่อมั่น
 - เป็นการประชาสัมพันธ์นวัตกรรมของโครงการฯ แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพด
 - เป็นการแสดงผลการจัดทำแปลงสาธิตให้สมาชิกได้ทราบและเปรียบเทียบกับแบบเดิม
 - เกษตรกรที่มาร่วมงานได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และได้เรียนรู้โดยไม่ต้องปฏิบัติเอง

- จุดด้อย**
- ไม่มีการคัดเลือกแปลงสาธิตที่มีการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้อง และสามารถแสดงความแตกต่างของผลการทดสอบเปรียบเทียบได้
 - ไม่มีการแสดงผลข้อมูลการจัดทำแปลงที่ชัดเจนว่าใช้ปุ๋ยอะไร ได้ผลอย่างไร โดยคำนวณเป็นเงินให้เกษตรกรเห็นผลที่ชัดเจน
 - การจัดงานต้องเลือกช่วงเวลาที่เกษตรกรพอมีเวลาว่างจากไร่นา เพื่อให้เกษตรกรได้มีเวลาร่วมงานและทราบผลการดำเนินงานไม่รีบกลับ

(6) การฝึกอบรม เกษตรกรผู้นำ และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร มีจุดเด่นจุดด้อยดังนี้

- จุดเด่น**
- เกษตรกรผู้นำได้ความรู้ทางการเกษตรและแนวคิดในการพัฒนากลุ่ม
 - ได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เข้าประชุม

- ได้สร้างเครือข่ายระหว่างศูนย์ข้าวโพดชุมชนมีความคุ้นเคยกัน สามารถปรึกษาหารือปัญหาทางการเกษตรได้ระหว่างกัน และส่งข่าวสารถึงกันได้ต่อเหตุการณ์ต่างๆ เช่น ราคาปัจจัยการผลิต ราคาผลผลิตหรือปัญหาอื่นๆ
- ได้มีโอกาสฝึกการพูดในที่ประชุมจากการนำเสนอผลและแผนการดำเนินงานให้ที่ประชุมทราบ
- ได้ประโยชน์จากการประชุมสัมมนาทุก ทั้งในด้านการพัฒนาตัวเองและได้แนวคิดในการพัฒนากลุ่ม และมีกำลังใจในการพัฒนาต่อไป

จุดด้อย

- การประชุมบางครั้งตรงกับช่วงที่มีงานในไร่นามาก ต้องเสียเวลามาร่วมประชุม
- เกษตรกรผู้นำบางรายไม่พร้อมเข้าประชุมเนื่องจากเป็นแรงงานสำคัญในครอบครัวไม่สามารถเสียสละเวลาได้มากนัก เดินทางลำบากเนื่องจากไม่มีรถของตนเอง มีข้อจำกัดด้านการเงินต้องมีรายได้ให้ครอบครัวทุกวัน
- เกษตรกรผู้นำบางรายไม่เข้าใจแนวคิดในการพัฒนากลุ่มที่วิทยากรได้ถ่ายทอดเนื่องจากขาดประสบการณ์ในการพัฒนา
- เกษตรกรผู้นำส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำแนวคิดในการพัฒนากลุ่มที่รับความรู้มาไปสู่การปฏิบัติได้

หลักการและแนวทางปฏิบัติที่โครงการได้มอบให้กับเกษตรกรผู้นำคือ

- ใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดิน
- ต้องมีการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยพืชสดร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี
- ผสมปุ๋ยใช้เอง
- เกษตรกรผู้นำต้องมีความจริงจังในการดำเนินงานเพื่อขยายนวัตกรรมสู่สมาชิกเพิ่มขึ้น

และจากการติดตามผลพบว่ามีปัญหาที่ทำให้เกษตรกรผู้นำไม่สามารถขับเคลื่อนการขยายผลของนวัตกรรมนี้ได้อย่างสะดวก ปัญหาเหล่านั้นคือ

- การใช้ปุ๋ยอาจไม่ตรงตามอัตราที่แนะนำเนื่องจากใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเคมีที่ปรับปริมาณปุ๋ยไม่ได้
- เกษตรกรบางรายที่ปลูกข้าวโพดมีพื้นที่มากอาจทำไม่ทัน
- เกษตรกรบางรายไม่สามารถเลือกสูตรปุ๋ยเคมีและกำหนดอัตราปุ๋ยที่จะใช้ได้เนื่องจากมีปัญหาการกู้เงินจาก ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์หรือเจ้าแก้ในท้องถิ่นซึ่งจะจัดสรรปุ๋ยเคมีให้จำกัดกับวงเงินกู้
- ปุ๋ยเคมีบางสูตรไม่สามารถหาซื้อในท้องถิ่นได้ จึงต้องสั่งซื้อล่วงหน้า หรือซื้อจากแหล่งใกล้เคียง

4.4.2 ทศนคติของเกษตรกรผู้จัดทำแปลงสาธิต ปี 2546

(1) ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกข้าวโพด

สถานการณ์ของการปลูกข้าวโพดนั้นเกษตรกรปลูกข้าวโพดในพื้นที่ตนเองและเช่าพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น ขนาดพื้นที่เฉลี่ยของเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเท่ากับ 55 ไร่ พื้นที่ต่ำสุดมีเพียง 5 ไร่ และรายได้ปลูกข้าวโพดมากที่สุดมีพื้นที่ 204 ไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละเท่ากับ 58.8 ปลูกข้าวโพด 1-50 ไร่ ช่วงฤดูปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่จังหวัดลพบุรีปลูกเดือนพฤษภาคม นครสวรรค์ปลูกเดือนมิถุนายน สำหรับเพชรบูรณ์ปลูกเดือนเมษายนและพฤษภาคม ในภาพรวมส่วนใหญ่ร้อยละ 32.4 ปลูกเดือนพฤษภาคม ซึ่งช่วงฤดูปลูกจะสอดคล้องกับระบบปลูกพืช ส่วนใหญ่จะมีการปลูกพืชอื่นสลับกับการปลูกข้าวโพดแตกต่างกันในแต่ละจังหวัด คือลพบุรีจะปลูกทานตะวัน นครสวรรค์จะปลูกงา สำหรับเพชรบูรณ์ปลูกพืชตระกูลถั่ว เกษตรกรจะไถกลบพืชเหล่านี้ลงไปในดินแล้วจึงทำการปลูกข้าวโพด เกษตรกรมีการปรับปรุงบำรุงดิน 2 วิธีคือการปลูกพืชปุ๋ยสดที่มีการไถกลบพืชในช่วงออกดอก มีเกษตรกรปฏิบัติร้อยละ 44.1 วิธีที่สองคือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้มูลไก่ที่ผสมเกลบใส่ดินในช่วงไถพรวนอัตราประมาณ 1-200 กก./ไร่ มีเกษตรกรใช้เพียงร้อยละ 29.4 การเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดเกษตรกรทั้งหมดใช้พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว ซึ่งมีหลากหลายพันธุ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด แต่พันธุ์ที่เกษตรกรเลือกใช้มากที่สุดร้อยละ 40.9 คือพันธุ์ซีพีดีเค 888 ราคาเมล็ดพันธุ์กิโลกรัมละ 90-100 บาท (ตารางภาคผนวกที่ 1-8)

(2) แหล่งปัจจัยการผลิตและการจำหน่ายผลผลิตข้าวโพด

เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดต้องอาศัยแหล่งเงินทุนจากภายนอกคือธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ร้อยละ 41.2 ซึ่งในการกู้เงินนี้ธนาคารจะแบ่งสัดส่วนให้เป็นเงินทุนและปัจจัยการผลิตด้วย แต่ปรากฏว่าไม่เพียงพอเนื่องจากเกษตรกรเช่าที่ปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น ดังนั้นแหล่งเงินทุนต้องกู้จากเจ้าอื่นที่ไม่ต้องแสดงเอกสารการจดจำนอง ดังนั้นปัจจัยการผลิตได้แก่เมล็ดพันธุ์หรือปุ๋ยเคมีส่วนใหญ่จึงซื้อจากเจ้าอื่น ร้อยละ 58.8 และ 61.8 ตามลำดับ สำหรับการจำหน่ายผลผลิตข้าวโพดส่วนใหญ่ร้อยละ 85.3 จำหน่ายให้เจ้าอื่นเนื่องจากเป็นลูกค้าที่กู้เงิน และจ่ายปัจจัยการผลิตให้ด้วย เกษตรกรจึงต้องพึ่งพาเจ้าอื่นแบบครบวงจร (ตารางภาคผนวกที่ 9-11)

(3) การจัดทำแปลงสาธิตเปรียบเทียบกับแปลงปกติ

โครงการกำหนดให้ศูนย์ข้าวโพดชุมชนจัดทำแปลงสาธิตเพื่อแสดงวิธีการใช้เครื่องมือที่ได้รับการสนับสนุนได้แก่ ส่วนเจาะดิน คู่มือการจำแนกชุดดิน ชุดตรวจสอบ NPK ในดินและคู่มือคำแนะนำการใช้ปุ๋ย ในการจัดทำแปลงเปรียบเทียบนี้ใช้พื้นที่ใกล้เคียงกัน มีการปฏิบัติดูแลรักษาเหมือนกัน เช่น ใช้พันธุ์เดียวกัน ใส่ปุ๋ยช่วงเวลาเดียวกัน เพื่อสาธิตผลความแตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเพียงประเด็นเดียว จากการศึกษาพบว่าสูตรปุ๋ยครั้งที่หนึ่งแปลงสาธิตใช้สูตร 16-20-0 ผสมกับ 0-0-60 ร้อยละ 29.5 ส่วนแปลงปกติใช้สูตร 16-20-0 ร้อยละ 56 สำหรับครั้งที่สองทั้งแปลงสาธิตและแปลงปกติใช้สูตร 46-0-0 ร้อยละ 97.1 และ 67.8 ตามลำดับ อัตราการใช้ปุ๋ยครั้งที่หนึ่งจะใส่พร้อมปลูก แปลงสาธิตจะใช้ปุ๋ยอัตราสูงกว่าแปลงปกติ คือแปลงสาธิตร้อยละ 41.2 ใช้อัตรา 31-40 กก./ไร่ แปลงปกติร้อยละ 29.4 ใช้อัตรา 21-30 กก./ไร่ ส่วนการใช้

ปุ๋ยครั้งที่สองใส่เมื่อข้าวโพดอายุ 41-60 วัน แปลงสาธิตและแปลงปกติส่วนใหญ่ใช้อัตราเดียวกันคือ 11-20 กก./ไร่ การเปรียบเทียบรายได้เมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วปรากฏว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 76.5 แปลงสาธิตมีรายได้สูงกว่าแปลงปกติ (ตารางภาคผนวกที่ 12)

สิ่งที่เกษตรกรได้รับจากการจัดทำแปลงสาธิต ร้อยละ 39.7 ได้รับความรู้เรื่องการวิเคราะห์ดิน จากความรู้นี้สามารถนำไปปฏิบัติต่อกับพืชอื่นร้อยละ 37.5 นอกจากนำความรู้ไปใช้แล้วยังเผยแพร่ความรู้แก่เพื่อนบ้านอีกร้อยละ 44.2 (ตารางภาคผนวกที่ 13, 14)

(4) การประเมินทัศนคติของเกษตรกรในเรื่องต่างๆ

1. ความคิดเห็นของเกษตรกรในการใช้เครื่องมือที่สนับสนุนจากโครงการ ปรากฏว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เห็นว่าเครื่องมือมีประโยชน์มากคือ ชุดตรวจสอบ NPK ในดินร้อยละ 64.8% การใช้คู่มือคำแนะนำปุ๋ยข้าวโพดร้อยละ 61.8% ส่วนเจาะดินร้อยละ 52.9% เหตุผลที่เกษตรกรคิดว่าชุดตรวจสอบ NPK ในดินมีประโยชน์มากเนื่องจากผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าดินมีธาตุอาหารมากน้อยเพียงใด เกษตรกรสามารถนำไปปรับการใช้ปุ๋ยได้ทันทีจึงมีประโยชน์มากกว่าการจำแนกชุดดินเพราะเมื่อทราบชุดดินแล้วยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการใช้ปุ๋ยได้ (ตารางภาคผนวกที่ 15-17)

2. ความเชื่อมั่นของเกษตรกรในการใช้เครื่องมือ ปรากฏว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความเชื่อมั่นในคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีว่าเหมาะสมกับพื้นที่ร้อยละ 73.6% ความเชื่อมั่นคำแนะนำปุ๋ยทำให้ผลคุ้มกับการลงทุนร้อยละ 70.6% ความเชื่อมั่นในผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารร้อยละ 70.6% และความเชื่อมั่นในผลการจำแนกชุดดินร้อยละ 52.8% แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำแล้วให้ผลคุ้มกับการลงทุนถึงแม้ค่าปุ๋ยแปลงสาธิตจะสูงกว่าแปลงปกติก็ตาม

3. ความรับผิดชอบของเกษตรกรต่อบทบาทที่ได้รับมอบหมายจากโครงการฯ ปรากฏว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 67.7% มีความเห็นด้วยกับบทบาทวิทยากรซึ่งต้องเสียเวลาให้สมาชิกในการให้บริการต่างๆ บทบาทการเป็นผู้ให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแก่สมาชิกร้อยละ 61.8% บทบาทการจัดประชุมภายในกลุ่มเพื่อช่วยพัฒนาสมาชิกร้อยละ 58.9% บทบาทให้บริการสำรวจและวิเคราะห์ดินแก่สมาชิกร้อยละ 58.9% บทบาทเข้าร่วมประชุมสัมมนาโครงการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพร้อยละ 52.9% บทบาทการหาสมาชิกเพิ่มเพื่อเผยแพร่ความรู้ร้อยละ 50% บทบาทการจัดทำแปลงสาธิตเพื่อแสดงผลการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำเฉพาะพื้นที่ร้อยละ 47.1%

4. บทบาทของเกษตรกรเมื่อโครงการสิ้นสุดลงต้องมีการดำเนินงานในด้านต่างๆคือ เกษตรกรผู้นำต้องเป็นวิทยากรต่อไปร้อยละ 67.7% ต้องมีการประชุมเพื่อพัฒนาสมาชิกร้อยละ 61.8% การให้บริการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยแก่สมาชิกร้อยละ 52.9% การเชื่อมโยงเครือข่ายร้อยละ 52.9% การจัดทำแปลงทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาร้อยละ 50% การสนับสนุนความรู้มากกว่าปัจจัยการผลิตจากภาครัฐร้อยละ 32.4%

5. การพัฒนาข้าวโพดของศูนย์ข้าวโพดชุมชนในอนาคต เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าต้องมีการดำเนินงานดังนี้ มีการใช้ปุ๋ยเคมีตามแปลงสาธิตร้อยละ 67.7% มีการบริการจำแนกชุดดินแก่

สมาชิกร้อยละ 79.2% การจัดหาน้ำยาเพื่อใช้วิเคราะห์ธาตุอาหารโดยขอรับการสนับสนุนจากภาครัฐร้อยละ 32.5% การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับพืชชนิดอื่นร้อยละ 58.8%

(5)การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลผลิต ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี และรายได้ระหว่างแปลงสาธิตและแปลงปกติ

1. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิต

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t-test ระหว่างแปลงสาธิตและแปลงปกติ ปรากฏว่าผลผลิตเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 แปลงสาธิตมีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าแปลงปกติ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่าแปลงปกติ (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ระหว่างแปลงสาธิตและแปลงปกติ

ผลผลิต	จำนวน	ค่าเฉลี่ย (กก./ไร่)	S.D.	t	P
แปลงสาธิต	34	876.71	243.699	3.732	0.001
แปลงปกติ	34	723.99	309.68		

2. การเปรียบเทียบค่าปุ๋ยเคมีเฉลี่ยต่อไร่

เมื่อนำค่าปุ๋ยเคมีเฉลี่ยของแปลงสาธิตและแปลงปกติมาวิเคราะห์ทางสถิติ t-test ปรากฏว่าต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีต่อไร่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าปุ๋ยเฉลี่ยของแปลงสาธิตสูงกว่าของแปลงปกติ แต่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่าแปลงปกติ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าปุ๋ยเคมีเฉลี่ยต่อไร่ระหว่างแปลงสาธิตและแปลงปกติ

ค่าปุ๋ยเคมี	จำนวน	ค่าเฉลี่ย (บาท./ไร่)	S.D.	t	P
แปลงสาธิต	34	406.00	128.84	1.36	0.181
แปลงปกติ	34	361.89	174.42		

3. การเปรียบเทียบรายได้เฉลี่ยต่อไร่เมื่อหักค่าปุ๋ยแล้ว

เมื่อคำนวณรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตข้าวโพดและหักค่าปุ๋ยเคมีแล้วรายได้เฉลี่ยต่อไร่จากแปลงสาธิตและแปลงปกตินำมาวิเคราะห์ทางสถิติ t-test ปรากฏว่ารายได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 รายได้ต่อไร่เฉลี่ยจากแปลงสาธิตเมื่อหักค่าปุ๋ยเคมีสูงกว่าของแปลงปกติ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบรายได้เฉลี่ยต่อไร่เมื่อหักค่าปุ๋ยเคมีแล้วระหว่างแปลงสาธิตและแปลงปกติ

ค่าปุ๋ยเคมี	จำนวน	ค่าเฉลี่ย (บาท./ไร่)	S.D.	t	P
แปลงสาธิต	32	2761.494	824.97	4.061	0.000
แปลงปกติ	32	2382.901	816.72		

(6) การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ของเกษตรกรผู้จัดทำแปลงสาธิต 34 ราย มีตัวแปรต้นรวม 4 ปัจจัย คือ 1) ทักษะของเกษตรกรในการใช้เครื่องมือ (X_1) 2) ความเชื่อมั่นของเกษตรกรในการใช้เครื่องมือ (X_2) 3) ความรับผิดชอบของเกษตรกรต่อบทบาทที่ได้รับมอบหมาย (X_3) 4) บทบาทของเกษตรกรเมื่อโครงการสิ้นสุด (X_4) ตัวแปรตามคือการยอมรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ (y) ใช้สถิติวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ได้ผลดังนี้

การยอมรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ (y) = $3.326 + 3.125 X_2 + 6.407 X_4 + 5.052 X_1 + 5.183 X_3$

หมายความว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่อันดับแรกคือความเชื่อมั่นในผลการใช้เครื่องมือ รองลงมาคือบทบาทของเกษตรกรเมื่อโครงการสิ้นสุด ทักษะของเกษตรกรในการใช้เครื่องมือและความรับผิดชอบของเกษตรกรต่อบทบาทที่ได้รับมอบหมายตามลำดับ จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรอิสระ 4 ตัว สามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของการยอมรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ได้ ร้อยละ 98.7 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ 0.993

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของการยอมรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่

(เกษตรกร 34 ราย)

ตัวแปร	B	Std..Error	BETA	t	Sig.
ค่าคงที่	3.326	1.921		1.731	.094
ความเชื่อมั่นในการใช้เครื่องมือ (X_2)	3.125	0.664	0.190	4.707	.000
บทบาทของเกษตรกรเมื่อโครงการสิ้นสุด (X_4)	6.407	0.467	0.390	13.719	.000
ทักษะของเกษตรกรในการใช้เครื่องมือ (X_1)	5.052	0.400	0.401	12.633	.000
ความรับผิดชอบของเกษตรกรต่อบทบาทที่ได้รับมอบหมาย (X_3)	5.183	0.746	0.259	6.949	.000
R = 0.993 R ² = 0.987 R ² _{adj.} = 0.985 SEE = 2.37197					

4.4.3 การศึกษาความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรต่อโครงการ ปี 2546

ในการดำเนินโครงการทุกกิจกรรมกำหนดให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและเกษตรกรผู้นำจากศูนย์ข้าวโพดชุมชนได้รับการอบรม การสัมมนาร่วมกัน เพื่อให้เจ้าหน้าที่ได้เป็นพี่เลี้ยงแก่เกษตรกรอย่างใกล้ชิด ปรากฏว่าเกษตรกรผู้นำสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในบางศูนย์ข้าวโพดชุมชน

เจ้าหน้าที่ไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรม ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการจัดทำแปลงสาธิตที่ต้องการความแม่นยำในการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

การเก็บข้อมูล แบ่งเป็น 3 ส่วน

(1) สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือที่ได้รับความสนับสนุนจากโครงการฯ

(2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริหารโครงการ

(3) การเสนอแนวทางการพัฒนาข้าวโพดในส่วนที่รับผิดชอบ

(1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือที่ได้รับความสนับสนุนจากโครงการฯ

ความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรต่อการได้รับความสนับสนุนจากโครงการ การสนับสนุนที่เจ้าหน้าที่พอใจมากคือเครื่องมือ ได้แก่ กลุ่มี้อำเภอกุดดิน กลุ่มี้อำเภอนำปุ๋ยเคมีตามผลวิเคราะห์ดิน คอมพิวเตอร์ชนิดพกพา(Palm) ได้บรรจุข้อมูลขั้นตอนการจำแนกชนิดดินที่สำคัญในพื้นที่ 4 จังหวัด และสามารถสืบค้นข้อมูลได้มากมายซึ่งเป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ทันสมัยที่สุดในขณะนั้น สำหรับประเด็นการสนับสนุนอื่นได้รับความพึงพอใจน้อยกว่าประเด็นเครื่องมือ เมื่อเทียบคะแนนในแต่ละประเด็น จะเห็นว่าเจ้าหน้าที่มีความเห็นด้วยกับการสนับสนุนเครื่องมือและการอบรมความรู้ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากัน 4.42 คะแนน แต่การติดตามนิเทศงานจากส่วนกลางได้รับคะแนนน้อยที่สุดเนื่องจากขาดการติดตามงานจากส่วนกลาง (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 จำนวนและร้อยละของเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในปัจจัยการสนับสนุน

การได้รับสนับสนุน	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	คะแนนเฉลี่ย
การอบรมความรู้	5 (41.66%)	7 (58.34%)	-	4.42
การร่วมประชุมสัมมนา	3 (25%)	9 (75%)	-	4.25
การติดตามงาน	1 (8.33%)	9 (75%)	2 (16.67%)	3.92
เครื่องมือ	6 (50%)	5 (41.67%)	1 (8.33%)	4.42
ค่าใช้จ่าย	3 (25%)	8 (66.67%)	1 (8.33%)	4.17

(2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริหารโครงการ

ความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในการบริหารโครงการ แสดงให้เห็นว่าการจัดทำแปลงสาธิตมีความสำคัญมากและได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด 4.75 คะแนน รองลงมาคือการขยายเครือข่ายภายในตำบลและสู่ตำบลอื่นด้วยเกษตรกรผู้นำและตัวเจ้าหน้าที่ ลำดับสุดท้ายคือการบริการสมาชิกด้วยเครื่องมือต่างๆซึ่งเป็นหน้าที่ของเกษตรกรผู้นำเจ้าหน้าที่จึงให้ความสำคัญน้อย (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 จำนวนและร้อยละของเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในการบริหารโครงการ

การบริหารโครงการ	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	คะแนนเฉลี่ย
การจัดทำแปลงสาธิต	9 (75%)	3 (25%)	-	4.75
การบริการสมาชิก	5 (41.67%)	7 (58.34%)	-	4.17
การขยายเครือข่ายในตำบล	4 (33.33%)	7 (58.34%)	1 (8.33%)	4.25
การขยายเครือข่ายสู่ตำบลอื่น	3 (25%)	9 (75%)	-	4.25

(3) การเสนอแนวทางพัฒนาข้าวโพดในส่วนที่รับผิดชอบ

1. การขยายสมาชิก ดำเนินการโดยกำหนดสัดส่วน 1 คนให้ขยายไป 5 คน การจัดงานวันสาธิตจะช่วยประชาสัมพันธ์ให้มีสมาชิกเพิ่มขึ้น การเชื่อมโยงเครือข่าย
2. การสนับสนุนจากเจ้าหน้าที่ โดยให้คำแนะนำสนับสนุนกิจกรรมของกลุ่ม ให้ความรู้ เป็นวิทยากร เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ให้ข้อมูลด้านต่างๆ
3. การทำให้กลุ่มเข้มแข็ง โดยฝึกอบรมเทคโนโลยีใหม่ จัดตั้งกองทุน ให้สมาชิกมีส่วนร่วม คณะกรรมการกลุ่มต้องเข้มแข็ง ซื่อสัตย์ ต้องมีการประชุมสร้างความเข้าใจร่วมกัน ประชาสัมพันธ์
4. ส่วนกลางควรสนับสนุนในเรื่องเทคโนโลยี ปัจจัยการผลิต จัดให้มีการประชุมอย่างต่อเนื่อง งบประมาณ การประสานงานกับเจ้าหน้าที่ระดับพื้นที่ วัสดุอุปกรณ์
5. ข้อคิดเห็นอื่นๆ งานจะสำเร็จขึ้นกับเจ้าหน้าที่ ควรร่วมดำเนินการกับโครงการอื่น จัดทำแปลงสาธิตในตำบลอื่น ควรดำเนินงานโครงการอย่างต่อเนื่อง

4.4.4 การยอมรับเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ของเกษตรกร ปี 2545

ได้มีการศึกษาปัญหาและเงื่อนไขของเกษตรกรที่ไม่สามารถรับเทคโนโลยีนี้ไปใช้ ได้ทำการสำรวจข้อมูล และพบกับเกษตรกรผู้นำประมาณ 104 คน ที่สนใจจะร่วมโครงการ ได้ตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ดิน โดยเกษตรกรกลุ่มนี้ และพบว่าเกษตรกรสามารถตรวจสอบปริมาณธาตุอาหาร NPK ในดิน โดยใช้ชุดตรวจสอบ NPK ได้ถูกต้อง 80% ได้มีการเน้นถึงชุดดินที่สำคัญๆ ในกระบวนการจัดการปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ให้เกษตรกรเข้าใจ

เมื่อสัมภาษณ์เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการหลังจากฤดูปลูกปี 2545 พบว่าสามารถแบ่งเกษตรกรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ยอมรับ ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรที่มีการวิเคราะห์ดินและใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำที่ได้พัฒนาขึ้น อีกกลุ่มหนึ่งคือกลุ่มที่ไม่ยอมรับ ได้แก่กลุ่มเกษตรกรที่มีการวิเคราะห์ดินแต่ยังไม่ใช้ปุ๋ยตามเดิมคือใส่เท่ากันหมดไม่ว่าจะปลูกข้าวโพดในดินต่างชนิดหรือในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาหลายประการ เช่น ไม่สามารถหาสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมในท้องตลาดได้ ไม่มีเครื่องหว่านปุ๋ยที่ปรับปริมาณได้ และมีปัญหานี้สิน จากข้อมูลการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ยอมรับเทคโนโลยีนี้พบว่าเกษตรกรมีความพอใจต่อผลผลิตและกำไรที่สูงขึ้น เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่อยากจะกลับไปใช้ปุ๋ยแบบเดิมอีก การยอมรับ

ของเกษตรกรสามารถอธิบายได้ในรูปของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ และการพัฒนาเครือข่ายของเกษตรกร

(1) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ แสดงได้ในรูปของผลผลิตและกำไรสุทธิ รวมทั้งประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ได้ศึกษาข้อมูลการผลิตข้าวโพด ค่าใช้จ่าย กำไรสุทธิ ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการในบริเวณ 4 จังหวัดคือ จังหวัดนครสวรรค์ ลพบุรี เพชรบูรณ์ และนครราชสีมา โดยศึกษาข้อมูลปี 2545 ซึ่งเกษตรกรได้มีการวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำที่ได้พัฒนาขึ้น เปรียบเทียบกับข้อมูลปี 2543 ซึ่งเกษตรกรใช้ปุ๋ยตามความเคยชิน ผลการทดลองพบว่าในปี 2545 เมื่อเกษตรกรได้วิเคราะห์ดิน และใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำนั้น ผลผลิตมีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2543 อย่างเห็นได้ชัด เช่น ผลผลิตในจังหวัดนครสวรรค์ เพชรบูรณ์ ลพบุรี และนครราชสีมา เพิ่มขึ้นจาก 394 เป็น 566, 771 เป็น 994, 350 เป็น 689 และ 386 เป็น 916 กก./ไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) ส่วนกำไรสุทธินั้น เกษตรกรในจังหวัดนครสวรรค์ เพชรบูรณ์ ลพบุรี และนครราชสีมา มีกำไรสุทธิเพิ่มขึ้นจาก 46 เป็น 711, 1,309 เป็น 2,121, 96 เป็น 1,525 และ 60 เป็น 2,527 บาท/ไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2) ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้จากเกษตรกรจำนวน 15, 11, 8 และ 29 ราย ตามลำดับ

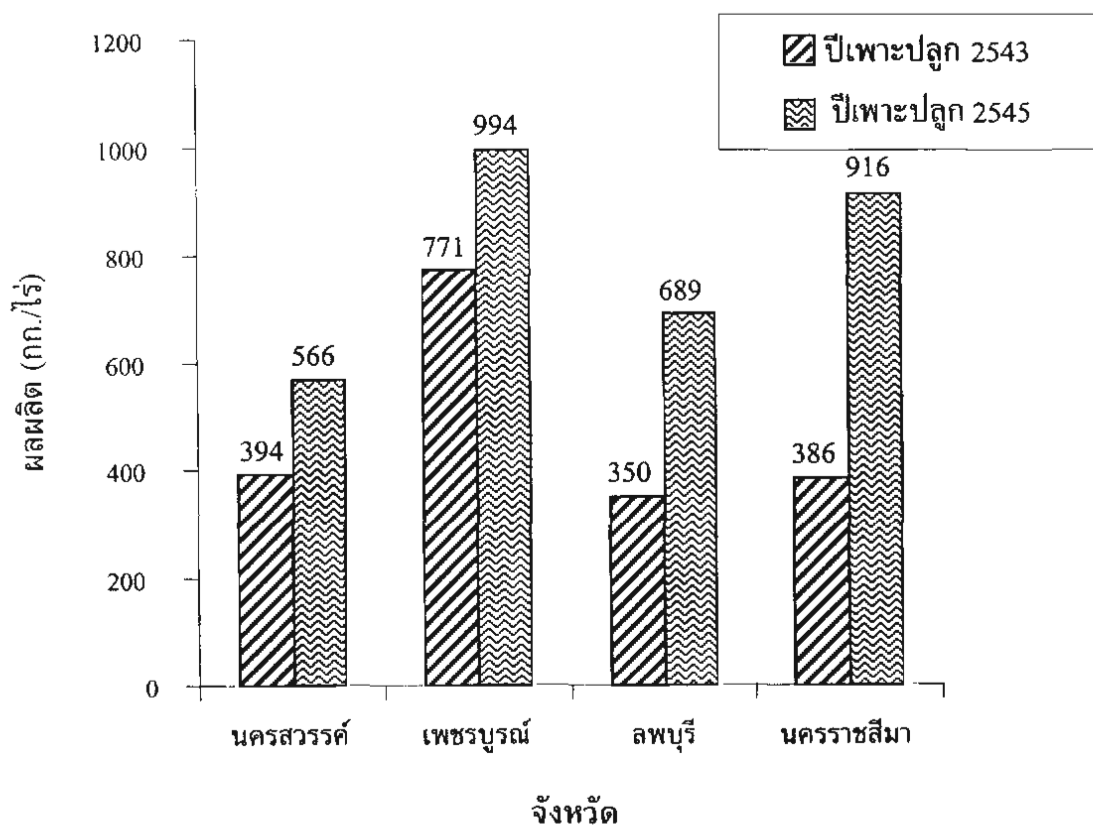
เมื่อพิจารณาการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในจังหวัดนครราชสีมา จะเห็นว่าในปี 2543 เกษตรกรใส่ปุ๋ยเท่ากันหมดในทุกแปลงโดยไม่ได้อะไรวิเคราะห์ดิน คือ ใส่ปุ๋ย 15-15-15 จำนวน 20 กก./ไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นและใส่ปุ๋ยยูเรีย 35 กก./ไร่ เป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่อคิดเป็นต้นทุนค่าปุ๋ยเท่ากับ 430 บาท/ไร่ ดังนั้นราคาปุ๋ยที่เป็นต้นทุนของเกษตรกรทุกรายจึงเท่ากันหมด แต่ในปี 2545 เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำ โดยมีการวิเคราะห์ดินนั้น ปริมาณปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ไม่เท่ากันในแต่ละราย ทำให้ต้นทุนการใช้ปุ๋ยแตกต่างกัน เมื่อนำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ได้แก่ผลผลิตของข้าวโพดต่อ 1 หน่วยของราคาปุ๋ยที่ใส่ หรือเท่ากับกิโลกรัมของข้าวโพดต่อ 1 บาทของการใส่ปุ๋ย จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในชุดดินทับทิม (Tw) เพิ่มขึ้นจาก 0.9 เป็น 2.4 กก./บาท ส่วนชุดดินสติ๊ก (Suk) และปากช่อง (Pc) ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเพิ่มจาก 0.7 เป็น 2.0 และ 1.3 เป็น 2.5 กก./บาท ในปี 2543 และ 2545 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.3)

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนในปี 2545 จะเห็นว่าปริมาณฝนทั้งหมดใน 4 จังหวัดมีค่าต่ำกว่าปี 2543 อย่างเห็นได้ชัด ในจังหวัดนครสวรรค์ การกระจายของน้ำฝนมีค่าต่ำมากในช่วงฤดูปลูก เกิดภาวะฝนแล้งและเกิดน้ำท่วมหลังจากนั้น ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณน้ำฝนที่สูงขึ้นมาในช่วงเดือนกันยายน ปี 2545 (ภาพที่ 4.4) การกระจายของน้ำฝนในจังหวัดเพชรบูรณ์คล้ายคลึงกันทั้ง 2 ปีที่ศึกษาแต่ปริมาณน้ำฝนรวมในปี 2545 ต่ำกว่าปี 2543 จังหวัดลพบุรีมีภาวะแล้งเกิดขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม ส่วนจังหวัดนครราชสีมามีภาวะแล้งเกิดขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม ในปี 2545 (ภาพที่ 4.5-4.7) ถึงแม้ว่า โดยภาพรวมปริมาณน้ำฝนทั้งหมดในปี 2545 จะต่ำกว่าปี 2543 และมีปริมาณน้ำฝนต่ำมากในบางช่วงของฤดูปลูก แต่เกษตรกรยังได้ผลผลิตสูงกว่า และมีกำไรสุทธิสูงกว่าในการผลิตข้าวโพดปี 2545 เมื่อเทียบกับปี 2543 ดังนั้น การจัดการปุ๋ยเฉพาะพื้นที่จึงเป็นสิ่งที่ทำให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น และยังมีผลสืบเนื่องต่อ

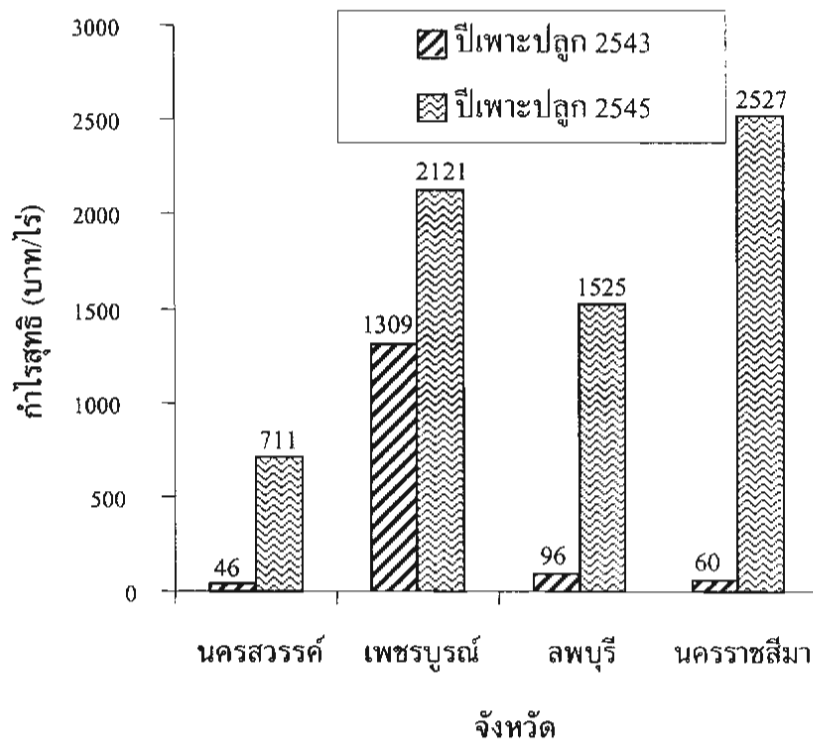
ไปในระยะยาว คือทำให้คุณภาพของดินดีขึ้น ทั้งนี้เพราะเกษตรกรมีการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควบคู่ไปกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

(2) การพัฒนาเครือข่ายของเกษตรกร

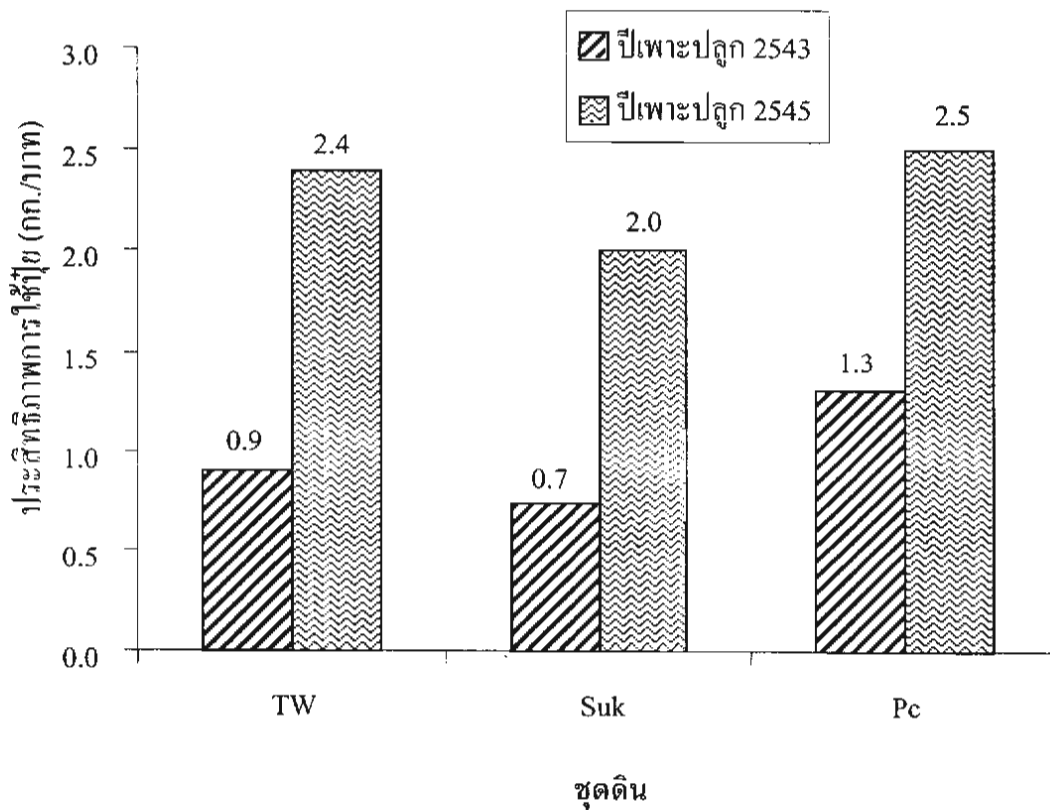
เกษตรกรผู้นำในจังหวัดนครราชสีมา และเพชรบูรณ์ได้ริเริ่มการจัดตั้งเครือข่าย ซึ่งจะเป็นศูนย์รวมของข้อมูลการผลิตข้าวโพดแก่เกษตรกรทั่วไป การจัดตั้งเครือข่ายนี้กำลังขยายไปสู่จังหวัดอื่นๆ ศูนย์ข้าวโพดชุมชนแต่ละศูนย์ได้รวมกลุ่มและจัดตั้งเป็นชุมชนซึ่งมีกรรมการประจำกลุ่ม เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้แก่สมาชิกอื่นๆต่อไป ได้มีการประชุมกลุ่มหมุนเวียนกันไปในแต่ละศูนย์ข้าวโพดชุมชน เกษตรกรผู้นำได้ดำเนินการสาธิตการจำแนกชุดดิน และการตรวจสอบ NPK ในดิน ให้แก่สมาชิกและเกษตรกรทั่วไป



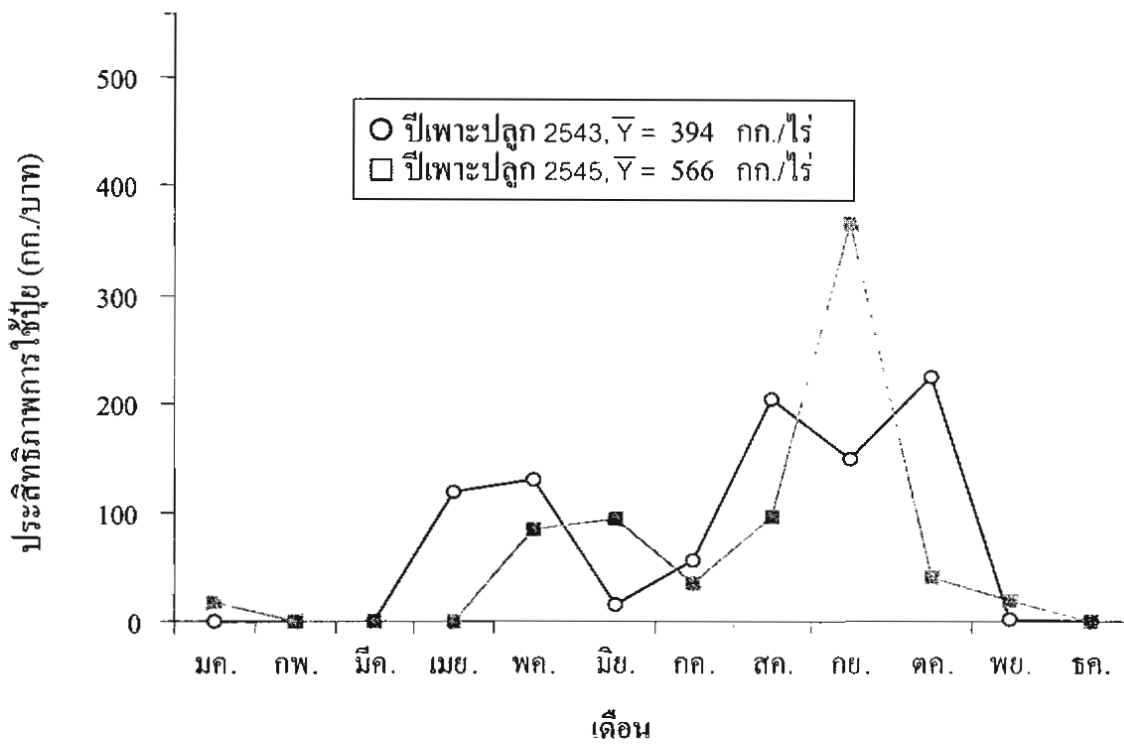
ภาพที่ 4.1 ผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกรใน 4 จังหวัดปีเพาะปลูก 2543 และ 2545



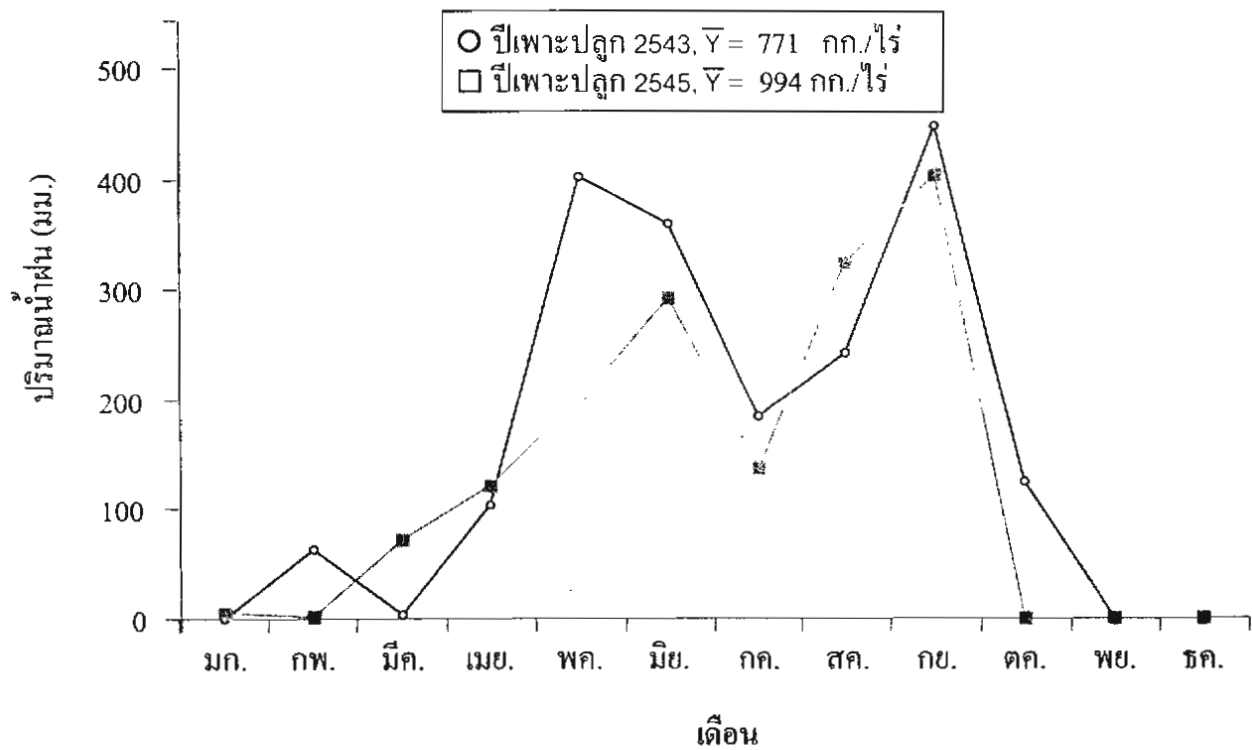
ภาพที่ 4.2 กำไรสุทธิของเกษตรกรใน 4 จังหวัดปีเพาะปลูก 2543 และ 2545



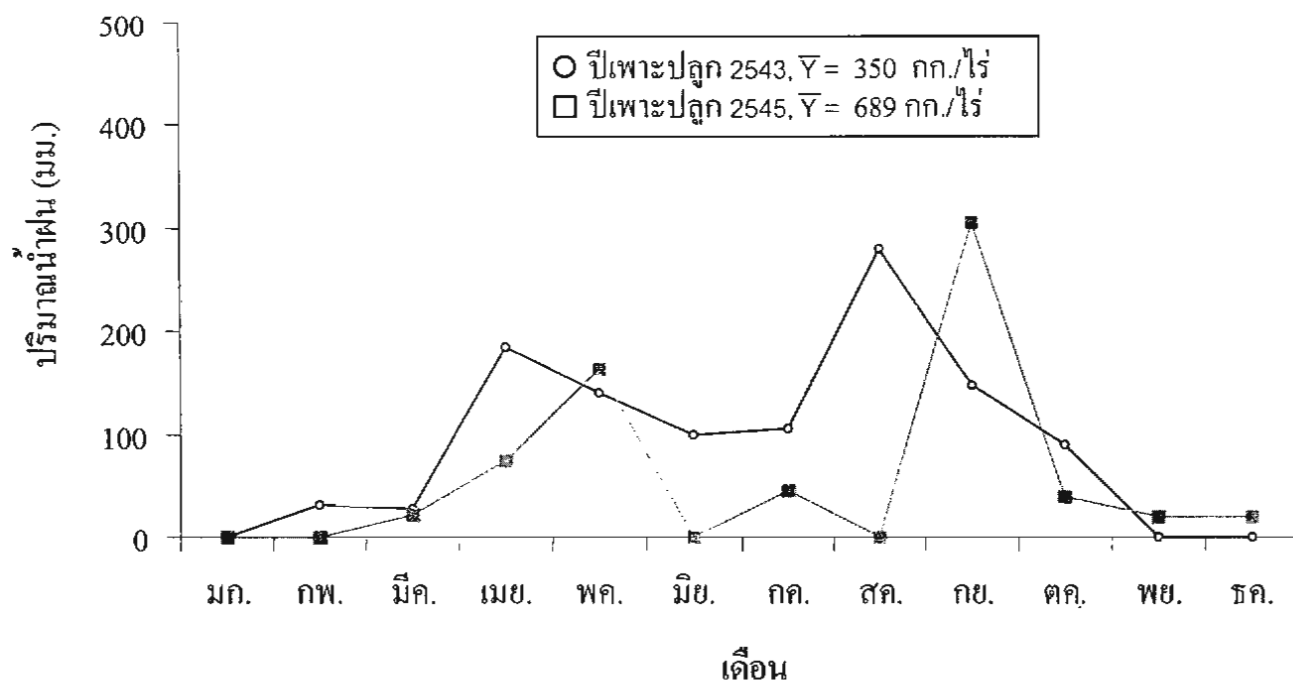
ภาพที่ 4.3 ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยใน 3 ชุดดินปีเพาะปลูก 2543 และ 2545



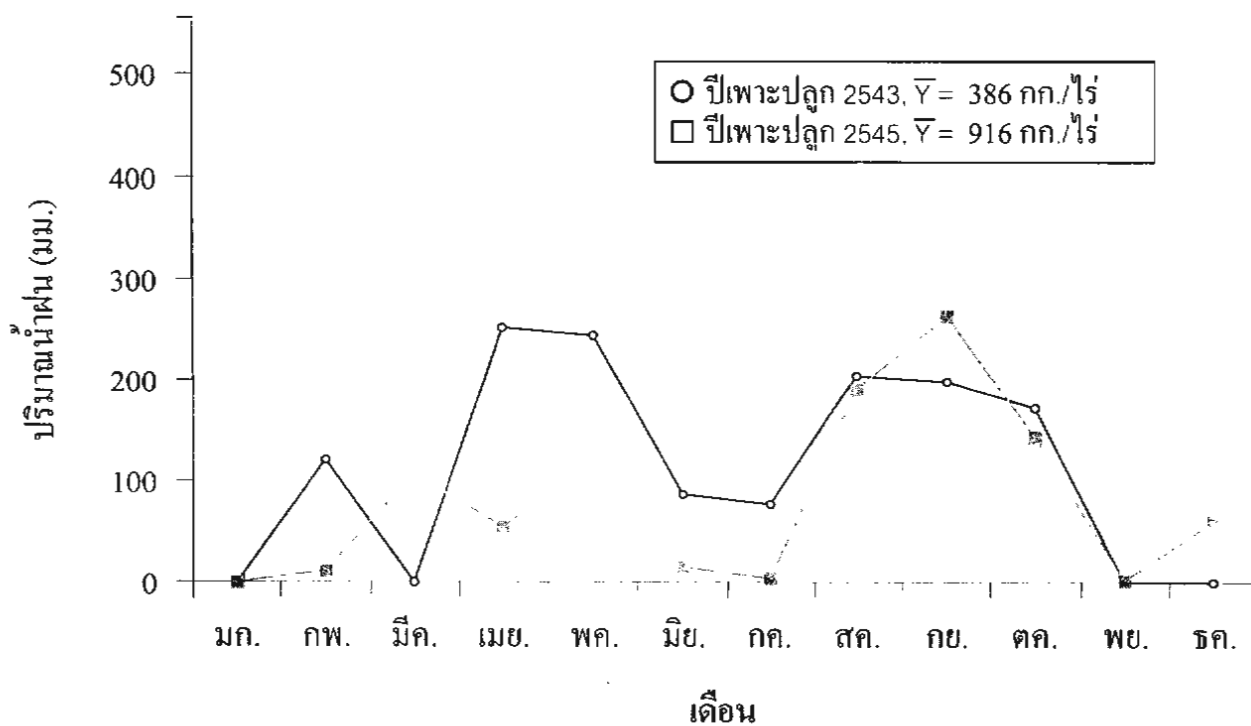
ภาพที่ 4.4 ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครสวรรค์ปีเพาะปลูก 2543 และ 2545



ภาพที่ 4.5 ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดเพชรบูรณ์ปีเพาะปลูก 2543 และ 2545



ภาพที่ 4.6 ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดลพบุรี ปีเพาะปลูก 2543 และ 2545



ภาพที่ 4.7 ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครราชสีมา ปีเพาะปลูก 2543 และ 2545

4.4.5 การยอมรับเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ของเกษตรกร ปี 2546

(1) การขยายผลการผลิตข้าวโพด

หลังจากที่เกษตรกรผู้นำ ได้รับการฝึกอบรมแล้ว ได้ทำการขยายผลโดยการฝึกอบรมแก่สมาชิกอื่นๆ ในศูนย์ข้าวโพดชุมชน เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยและปริมาณเฉลี่ยของธาตุอาหาร NPK ที่ใส่ระหว่างแปลงของเกษตรกรใกล้เคียงซึ่งมีการใส่ปุ๋ยโดยไม่มีการวิเคราะห์ดินกับแปลงที่มีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ใน 4 จังหวัด ได้แก่ จ.ลพบุรี นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และนครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตเฉลี่ยจากแปลงที่มีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ที่มีค่าสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยจากแปลงเกษตรกรใกล้เคียงทั้ง 4 จังหวัด และเป็นที่น่าสังเกตว่า การใส่ปุ๋ย K มากขึ้น และใส่ปุ๋ย N น้อยลงจากการวิเคราะห์ดิน และการใช้คำแนะนำปุ๋ยที่ได้พัฒนาขึ้นทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดจากแปลงที่มีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ใน จ.นครราชสีมา และเพชรบูรณ์ สูงกว่าแปลงเกษตรกรใกล้เคียง ในขณะที่การใส่ปุ๋ย K เพิ่มขึ้นในแปลงที่มีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าแปลงของเกษตรกรใกล้เคียงที่ไม่มีการวิเคราะห์ดินใน จ.นครสวรรค์ และลพบุรี ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการธาตุอาหารอย่างสมดุลในการผลิตข้าวโพด และเป็นที่น่าสังเกตว่าผลผลิตเฉลี่ยจากแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ใน จ.นครราชสีมา มีค่าสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยในจังหวัดอื่นๆ (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยและปริมาณเฉลี่ยของ NPK ที่ใส่ในแปลงการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ เปรียบเทียบกับแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินในบริเวณ 4 จังหวัด

จังหวัด	จำนวน ตัวอย่าง	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)		ปริมาณเฉลี่ยของ N ที่ใส่ (กก./ไร่)		ปริมาณเฉลี่ยของ P ที่ใส่ (กก./ไร่)		ปริมาณเฉลี่ยของ K ที่ใส่ (กก./ไร่)	
		แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}	แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}	แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}	แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}
นครราชสีมา	150	767 a	1198 a	19.4 a	13.1 a	7.8 a	4.9 a	2.2 a	6.7 a
นครสวรรค์	14	774 a	784 b	11.8 c	16.8 a	4.4 a	4.9 a	0.0 b	6.6 a
ลพบุรี	104	636 a	877 b	15.5 b	15.2 a	4.6 a	4.4 a	2.6 a	4.4 b
เพชรบูรณ์	70	626 b	759 c	15.7 b	14.5 a	5.2 a	5.2 a	0.4 b	7.4 a

หมายเหตุ ^{1/} แปลงเกษตรกรที่ไม่มีการวิเคราะห์ดิน

^{2/} แปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่

เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยจากอำเภอต่างๆ ในแต่ละจังหวัดจะเห็นว่า ผลการศึกษาเป็นไปในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ ผลผลิตเฉลี่ยจากแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ที่มีค่าสูงกว่าแปลงเกษตรกรใกล้เคียง จะสังเกตว่าผลผลิตเฉลี่ยของทุกอำเภอใน จ.นครราชสีมา มีค่าสูงที่สุด กรณีของ จ.เพชรบูรณ์นั้น ผลผลิตเฉลี่ยจากแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ที่มีค่าสูงกว่าของแปลงเกษตรกรใกล้เคียงอย่างเห็นได้ชัดใน อ.ชนแดน ส่วนผลผลิตเฉลี่ยใน อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์นั้นไม่แตกต่างกันมากนัก ระหว่างแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่กับแปลงเกษตรกรใกล้เคียง เฉพาะ อ.ตาคลี เท่านั้นที่ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่มีค่าต่ำกว่าผลผลิตเฉลี่ยของแปลงเกษตรกรใกล้เคียงที่ไม่มีการวิเคราะห์ดิน (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยและปริมาณเฉลี่ยของ NPK ที่ใส่ในแปลงการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ เปรียบเทียบกับของแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินในอำเภอต่างๆ บริเวณ 4 จังหวัด

จังหวัด อำเภอ	จำนวน ตัวอย่าง	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)		ปริมาณเฉลี่ยของ N ที่ใส่ (กก./ไร่)		ปริมาณเฉลี่ยของ P ที่ใส่ (กก./ไร่)		ปริมาณเฉลี่ยของ K ที่ใส่ (กก./ไร่)	
		แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}	แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}	แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}	แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}
ฉะเชิงเทรา									
ชัยบาดาล	18	600	729	14.1	14.9	3.9	3.5	0.4	4.0
หนองม่วง	72	692	993	17.4	15.4	5.3	4.4	3.7	4.5
พัฒนานิคม	14	415	470	8.6	14.6	2.1	5.7	0.9	4.5
นครราชสีมา									
ด่านขุนทด	6	809	1243	18.9	16.6	5.0	6.7	5.0	12.0
ปากช่อง	87	783	1232	16.3	11.8	4.4	4.1	3.6	7.8
วังน้ำเขียว	60	742	1147	23.7	14.7	12.9	6.0	0.0	4.8
นครสวรรค์									
ตากฟ้า	10	821	843	12.8	15.1	4.5	5.7	0.0	7.2
ตากถี	4	656	637	9.3	21.3	4.2	3.0	0.0	5.0
เพชรบูรณ์									
ชนแดน	48	672	820	16.0	16.0	5.5	5.5	0.0	7.3
เมือง	17	515	600	12.9	12.1	3.8	4.4	1.7	8.5
หนองไผ่	5	561	716	2.0	8.0	5.3	5.0	0.7	4.8

หมายเหตุ ^{1/} แปลงเกษตรกรที่ไม่มีการวิเคราะห์ดิน

^{2/} แปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่

เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยในระดับตำบล จะเห็นว่า ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงจัดการธาตุอาหารใน ต.ศิลาทิพย์ และชนอนสรเดช มีค่าสูงกว่าตำบลอื่นๆ ใน จ.ฉะเชิงเทรา ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ในทุกตำบลของ จ.นครราชสีมา มีค่าสูงกว่าของแปลงเกษตรกรใกล้เคียง ผลของการศึกษาใน จ.เพชรบูรณ์เป็นไปในทำนองเดียวกัน ในกรณีของตำบลลำพยนต์ใน จ.นครสวรรค์ ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงที่มีการจัดการทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนผลผลิตเฉลี่ยของแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ใน ตำบลหนองโพนันมีค่าต่ำกว่าของแปลงเกษตรกรใกล้เคียง (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยและปริมาณเฉลี่ยของ NPK ที่ใส่ในแปลงการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ เปรียบเทียบกับของแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินในอำเภอ และตำบลต่างๆ บริเวณ 4 จังหวัด

จังหวัด อำเภอ ตำบล	จำนวน ตัวอย่าง	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)		ปริมาณเฉลี่ยของ N ที่ใส่ (กก./ไร่)		ปริมาณเฉลี่ยของ P ที่ใส่ (กก./ไร่)		ปริมาณเฉลี่ยของ K ที่ใส่ (กก./ไร่)	
		แปลง ¹	แปลง ²	แปลง ¹	แปลง ²	แปลง ¹	แปลง ²	แปลง ¹	แปลง ²
ฉะเชิงเทรา									
ชัยบาดาล									
ศิลาทิพย์	18	600	728	14.1	14.9	3.9	3.5	0.4	4.0
หนองม่วง									
ชอนสรเดช	72	692	993	17.4	15.4	5.3	4.4	3.7	4.5
พัฒนานิคม									
พัฒนานิคม	14	415	470	8.6	14.6	2.1	5.7	0.9	4.5
นครราชสีมา									
ด่านขุนทด									
ตะเคียน	6	809	1243	18.9	16.6	5.0	6.7	5.0	12.0
ปากช่อง									
โป่งตาลอง	10	672	1023	26.9	20.0	4.6	10.0	0.0	8.9
วังไทร	72	802	1272	14.5	10.5	4.4	3.5	4.3	7.6
จันทัก	5	719	1069	22.4	16.2	4.4	1.6	0.0	8.8
วังน้ำเขียว									
ระเรียง	18	862	1232	28.2	19.5	7.7	8.3	0.0	5.6
วังหมี	24	691	1063	21.3	12.8	15.2	5.0	0.0	5.0
วังน้ำเขียว	18	692	1175	22.2	12.4	15.0	4.8	0.0	3.8
นครสวรรค์									
ตากฟ้า									
ลำพยนต์	10	821	843	12.8	15.1	4.5	5.7	0.0	7.2
ตากดี									
หนองโพ	4	656	637	9.4	21.3	4.2	3.0	0.0	5.0
เพชรบูรณ์									
ชนแดน									
ลาดแค	26	666	793	16.5	14.0	5.8	6.4	0.0	8.0
ซับพุทราร	22	678	852	15.4	18.4	5.1	4.5	0.0	6.5
เมือง									
ตะบะ	12	570	601	12.9	10.4	3.8	4.9	1.7	8.3
บ้านโคก	5	383	598	0.0	16.0	0.0	3.0	0.0	8.8
หนองไผ่									
หนองไผ่	3	540	592	12.8	8.0	2.2	5.0	1.1	4.0
ยางงาม	2	592	651	0.0	8.0	10.0	5.0	0.0	6.0

หมายเหตุ ¹ แปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดิน

² แปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่

(2) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคำนวณต้นทุนค่าปุ๋ย และเงินที่ได้จากการขายข้าวโพด และวิเคราะห์ค่าตอบแทนที่ได้ ผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมของทั้ง 4 จังหวัดนั้น ต้นทุนค่าปุ๋ยมีค่าไม่แตกต่างกัน ผลผลิตเฉลี่ยสูงขึ้น และมีค่าตอบแทนสูงขึ้นในแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ เปรียบเทียบกับแปลงเกษตรกรใกล้เคียงที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินในระดับความเชื่อมั่น 99% ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมดมี 248 ราย

เมื่อพิจารณาเป็นรายจังหวัด ในกรณีของ จ.ลพบุรี ต้นทุนไม่แตกต่างกัน แต่ผลผลิตและผลตอบแทนของแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่มีค่าสูงกว่าแปลงเกษตรกรใกล้เคียง ที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินในระดับความเชื่อมั่น 99% (ข้อมูลจากเกษตรกร 101 ราย) ในกรณีของ จ.นครราชสีมา แปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่มีต้นทุนค่าปุ๋ยต่ำกว่าในระดับความเชื่อมั่น 99% ในขณะที่ผลผลิต และผลตอบแทนสูงกว่าแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินอย่างเห็นได้ชัดในระดับความเชื่อมั่น 99% (ข้อมูลจากเกษตรกร 89 ราย) ในกรณีของ จ.เพชรบูรณ์ แปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่มีต้นทุน ผลผลิต และผลตอบแทนสูงกว่าแปลงเกษตรกรใกล้เคียงที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินในระดับความเชื่อมั่น 99% (ข้อมูลจากเกษตรกร 52 ราย) ในกรณีของ จ.นครสวรรค์ แปลงการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่มีต้นทุน ผลผลิตและผลตอบแทนไม่แตกต่างจากแปลงเกษตรกรใกล้เคียงที่ไม่ได้วิเคราะห์ดิน อย่างไรก็ตามข้อมูลใน จ.นครสวรรค์ได้มาจากเกษตรกร 6 ราย เท่านั้น (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของผลผลิต ต้นทุน และผลตอบแทนระหว่างแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่และแปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินใน 4 จังหวัด

จังหวัด	จำนวน ตัวอย่าง	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)		ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ไร่)		ผลตอบแทนเฉลี่ย (บาท/ไร่)	
		แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}	แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}	แปลง ^{1/}	แปลง ^{2/}
รวมทุกจังหวัด	248	749 ^{4/}	1012	419 ^{5/}	413	2723 ^{4/}	3855
จังหวัดลพบุรี	101	682 ^{4/}	940	390 ^{5/}	415	2648 ^{4/}	3768
จังหวัดนครราชสีมา	89	811 ^{4/}	1151	489 ^{4/}	352	3072 ^{4/}	4697
จังหวัดนครสวรรค์	6	757 ^{2/}	740	253 ^{5/}	406	2883 ^{5/}	2664
จังหวัดเพชรบูรณ์	52	770 ^{4/}	947	374 ^{4/}	513	2250 ^{4/}	2719

หมายเหตุ ^{1/} แปลงเกษตรกรที่ไม่ได้วิเคราะห์ดิน ^{4/} แตกต่างทางสถิติในระดับ 99%

^{2/} แปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ ^{5/} ไม่แตกต่างทางสถิติ

^{3/} แตกต่างทางสถิติในระดับ 95%

4.5 สรุปผลการศึกษา

ความคิดเห็นของผู้นำเกษตรกรจากศูนย์ข้าวโพดชุมชนเกี่ยวกับกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การอบรมให้ความรู้ การสนับสนุนเครื่องมือ การเปลี่ยนแปลงปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการปลูกข้าวโพด การจัดทำแปลงสาธิต การ

จัดงานวันสาธิต การสัมมนาเกษตรกรผู้นำ พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดมีความพึงพอใจมาก นวัตกรรมของโครงการที่ถ่ายทอดสู่เกษตรกร สร้างโอกาสให้เกษตรกรได้ใช้เครื่องมือต่างๆด้วยตนเอง และมีข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เกษตรกรมีความมั่นใจในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพด เกษตรกรยอมรับที่จะดำเนินการปลูกข้าวโพดโดยใช้การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ในปีเพาะปลูก 2547

ทัศนคติของเกษตรกรผู้จัดทำแปลงสาธิตปี 2546 มีความมั่นใจในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่เรียงตามลำดับดังนี้ ความเชื่อมั่นของเกษตรกรในผลการใช้เครื่องมือ รองลงมาคือบทบาทของเกษตรกรเมื่อโครงการสิ้นสุด ทัศนคติของเกษตรกรในการใช้เครื่องมือ และความรับผิดชอบของเกษตรกรต่อบทบาทที่ได้รับมอบหมาย

ทัศนคติของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรต่อกิจกรรมที่ดำเนินโครงการ มีความพึงพอใจในระดับหนึ่ง แต่ไม่มีแนวคิดในการพัฒนาข้าวโพดที่ชัดเจน

จากการสำรวจข้อมูลต่างๆของเกษตรกรเกี่ยวกับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น พอสรุปได้ว่าเกษตรกรได้รับผลผลิตและกำไรสุทธิเพิ่มขึ้นในปี 2545 ซึ่งเกษตรกรได้มีการวิเคราะห์ดินและใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำที่ได้พัฒนาขึ้น เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลผลผลิตและกำไรสุทธิในปี 2543 ซึ่งเกษตรกรยังใช้ปุ๋ยแบบเดิม นอกจากนั้นพบว่าประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดใน 3 ชุมชนที่ศึกษา เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ได้เปลี่ยนแปลงการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำที่ได้พัฒนานี้แล้วไม่ยอมกลับไปใส่ปุ๋ยตามวิธีเดิม

จากการติดตามผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยเกษตรกรผู้นำในปี 2546 พบว่าประสบผลสำเร็จอย่างดี โดยจะเห็นว่า เมื่อเกษตรกรมีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ในการปลูกข้าวโพดจะได้ผลผลิตสูงกว่าแปลงเกษตรกรใกล้เคียงที่ไม่มีการวิเคราะห์ดินอย่างเห็นได้ชัด ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้มาจากเกษตรกร 338 ราย ผลผลิตที่สูงกว่าในแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่นั้นเนื่องจากเกษตรกรใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเปรียบเทียบกับแปลงเกษตรกรใกล้เคียงซึ่งไม่มีการวิเคราะห์ดินและเคยใส่แต่ปุ๋ย 16-20-0 นอกจากนั้นในบางพื้นที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยในโตรเจนน้อยลงแต่ได้รับผลผลิตสูงขึ้น ข้อมูลนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคำนวณต้นทุนค่าปุ๋ย และเงินที่ได้จากการขายข้าวโพด และวิเคราะห์ค่าตอบแทนที่ได้ ผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมของทั้ง 4 จังหวัดนั้น ต้นทุนค่าปุ๋ยมีค่าไม่แตกต่างกัน ผลผลิตเฉลี่ยสูงขึ้น และมีค่าตอบแทนสูงขึ้นในแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ เปรียบเทียบกับแปลงเกษตรกรใกล้เคียงที่ไม่ได้วิเคราะห์ดินในระดับความเชื่อมั่น 99% ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมดมี 248 ราย ในกรณีของจังหวัดนครสวรรค์ จากข้อมูลเพียง 6 รายนั้น พบว่าผลผลิต ต้นทุน และผลตอบแทนระหว่างแปลงจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ที่มีค่าไม่แตกต่างจากแปลงเกษตรกรใกล้เคียงที่ไม่ได้วิเคราะห์ดิน

บทที่ 5

การพัฒนาโปรแกรมคำแนะนำปุ๋ย NPK ให้อยู่ในรูปของคอมพิวเตอร์พกพา

5.1 คำนำ

การพัฒนาโปรแกรมคำแนะนำปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของแต่ละชุดดินเพื่อการผลิตข้าวโพด (SimCorn) สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรได้ใช้เพื่อแนะนำปุ๋ยแก่เกษตรกร ในโครงการวิจัยระยะที่ 2 ได้พัฒนาโปรแกรมคำแนะนำปุ๋ย NPK ของแต่ละชุดดิน สำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษา Visual Basic ในขั้นตอนการใช้งาน เมื่อมีการตรวจสอบดินที่ต้องทำในพื้นที่จริง และนำข้อมูลที่ได้มากรอกในโปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ตั้งอยู่ในห้องทำงาน เพื่อทำการวิเคราะห์และสรุปคำแนะนำให้แก่เกษตรกรนั้น ไม่สามารถให้คำปรึกษาในทันทีได้ และต้องมีการขนย้ายเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ตามไปด้วยทุกครั้งที่มีการให้คำแนะนำ การติดตั้งโปรแกรมลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุ๊กเป็นทางเลือกหนึ่งของการแก้ปัญหาดังกล่าว แต่ก็อาจมีข้อจำกัดในเรื่องของราคาที่ค่อนข้างสูง และความไม่สะดวกในการพกพา

5.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาโปรแกรมคำแนะนำปุ๋ย NPK ที่สามารถทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดพกพาที่มีขนาดเล็ก เพื่อสะดวกในการใช้งานภาคสนามในพื้นที่จริงอย่างมีประสิทธิภาพและราคาประหยัด ที่ให้ผลลัพธ์ไม่ต่างไปจากเดิม โดยใช้หลักการหรือวิธีการทำงานของโปรแกรมเช่นเดียวกับที่พัฒนาบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

5.3 การพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องปาล์ม

ปาล์ม (Palm) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกพัฒนาเริ่มต้นโดยมุ่งหวังให้ทำหน้าที่หลักในการเป็น organizer คือการจัดระบบระเบียบส่วนตัว แต่ด้วยความสามารถของหน่วยประมวลผลที่รวดเร็ว ไม่ค่อยไปกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะทั่วไปมากนัก ปาล์มจึงมีคุณสมบัติเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ขนาดประมาณฝ่ามือ (จึงได้ชื่อว่า Palm-size Computers) หรือ ขนาดพกพาไปไหนมาไหน ได้ (จึงได้ชื่อว่า Handheld Computers) ซึ่งคุณลักษณะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำพวกนี้ สามารถเรียกโดยรวมได้ว่าเป็นอุปกรณ์จำพวก PDAs (Personal Digital Assistants) ก็คือเลขส่วนตัวในรูปแบบของเครื่องมือทางดิจิทัลนั่นเอง

ในการพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องปาล์ม สามารถทำได้หลาย Platform ทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ หรือ ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ การพัฒนาโปรแกรมนี้อาศัยลักษณะคล้ายกับการพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์โดยทั่วไป คือใช้หลักการตรวจสอบเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโปรแกรม หรือที่เรียกว่า Events Handler

โครงการนี้ได้ทำการพัฒนาบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยใช้ภาษาในโปรแกรมคือ C++ ซึ่งพัฒนาบนโปรแกรมที่ชื่อว่า Code Warrior Version 8.0 ส่วนระบบภาษาไทยบนเครื่องปาล์มใช้โปรแกรม ThaiHack

5.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

5.4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา ปาล์ม รุ่น M100 จำนวน 1 เครื่อง

5.4.2 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง

5.4.3 อุปกรณ์ในการเชื่อมต่อระหว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์ และปาล์ม เพื่อโอนถ่ายข้อมูล (สาย Sync ข้อมูล)

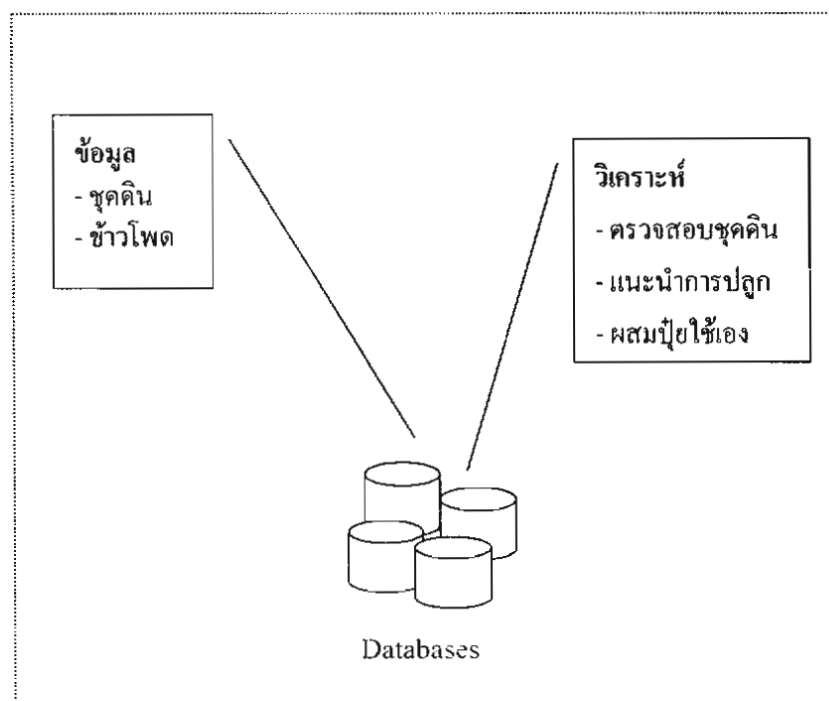
5.4.4 Code Warrior Version 8.0

5.4.5 โปรแกรม Palm OS Emulator

5.4.6 ระบบภาษาไทย ThaiHack

5.5 โครงสร้างรวมของโปรแกรม

โครงสร้างของโปรแกรมจะเป็นการติดต่อกับฐานข้อมูลกลาง ซึ่งอยู่บนเครื่องปาล์ม ดังแสดงในภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 แสดงโครงสร้างของโปรแกรม

โปรแกรมประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

5.5.1 ส่วนแสดงข้อมูลจุดดิน และข้อมูลข้าวโพด

เป็นส่วนแสดงถึงคุณสมบัติลักษณะต่างๆของดินแต่ละชนิด (จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลจุดดิน SoilDataBase.pdb) และบอกถึงคุณสมบัติ ลักษณะต่างๆของข้าวโพดประเภทต่างๆ (จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลข้าวโพด CornDataBase.pdb)

5.5.2 ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณปุ๋ย

เป็นส่วนการวิเคราะห์คุณภาพของดินเพื่อคำนวณปริมาณของปุ๋ยที่เหมาะสม โดยแบ่งเป็นสองส่วนหลักคือ ระบบการตรวจสอบชุดดิน และระบบคำแนะนำการใส่ปุ๋ย

ในส่วนของการตรวจสอบชุดดิน เป็นส่วนการตรวจสอบลักษณะของดินโดยผู้ใช้งาน จะระบุคุณสมบัติของดินที่พบเพื่อนำไปค้นหาชนิดของดินนั้น (จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลSoilAttrDataBase.pdb)

ในส่วนระบบคำแนะนำในการใส่ปุ๋ย เป็นส่วนการทำงานต่อเนื่องหลังจากทราบถึงลักษณะ และสามารถระบุคุณสมบัติของดินที่พบ เมื่อรวมกับข้อมูลอื่น เช่น ชนิดข้าวโพด ปริมาณธาตุอาหาร NPK ก็จะสามารถทำการวิเคราะห์การใส่ปุ๋ย, คาดคะเนผลผลิต และช่วงเวลาที่เหมาะในการปลูกข้าวโพด (จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล SoilAttrDataBase.pdb, PlantDayDB.pdb, LB1DB.pdb, NR1DB.pdb, NS1DB.pdb, PB1DB.pdb, ProductDB.pdb)

นอกจากคำแนะนำชนิดของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์แล้ว ผู้ใช้ยังสามารถที่จะนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสูตรปุ๋ย เพื่อทำการผสมปุ๋ยใช้เองได้ (จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล FerCalDB.pdb)

5.5.3 ส่วนช่วยเหลือการใช้งานโปรแกรม

เป็นส่วนช่วยเหลือการใช้งานของโปรแกรม ตลอดจนแสดงข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย

5.6 การใช้งานโปรแกรมบนเครื่องปาล์ม

ในการใช้งาน โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

5.6.1 ขั้นการเตรียมโปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

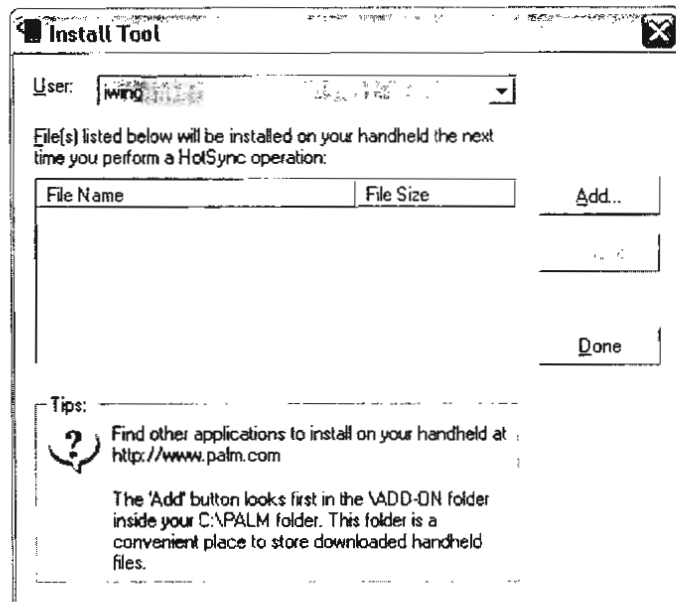
เริ่มต้นด้วยการติดตั้งโปรแกรม Palm Desktop จากแผ่น CD เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อถ่ายเทข้อมูลระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์กับเครื่องปาล์ม โดยแผ่น CD และรายละเอียดการติดตั้งสามารถดูได้จากคู่มือการติดตั้งที่มากับเครื่องปาล์ม โดยหลังจากติดตั้งโปรแกรมโดยสมบูรณ์แล้วจะเห็นสัญลักษณ์  อยู่ที่ System Tray ทางมุมขวาล่างของจอภาพ

จากนั้นให้ทำการเชื่อมต่อสาย Sync จาก Serial Port ของเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องปาล์ม และทดลองการโอนถ่ายข้อมูลทั่วไปเพื่อเตรียมพร้อมในการโอนถ่ายโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนต่อไป

5.6.2 ขั้นการถ่ายโอนโปรแกรม SimCorn จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ลงสู่เครื่องปาล์ม

เปิดโปรแกรม Palm DeskTop เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม SimCom พร้อมด้วยฐานข้อมูลที่จำเป็นลงบน Palm โดยมีขั้นตอนดังนี้

- คลิกที่รูป Install  เพื่อเริ่มการติดตั้ง โดย Palm Desktop จะแสดงกรอบตอบโต้ขึ้นมา ให้คลิกที่ Add เพื่อหาไฟล์ของโปรแกรม SimCom และฐานข้อมูลดังรูป



- ใส่แผ่น CD โปรแกรม SimCom ลงไปใน CD-ROM Drive
- เลือกไฟล์ของโปรแกรม SimCom (x:\SimCom\SimCom.prc) และคลิก OK
- จากนั้นเลือก ไฟล์ของฐานข้อมูล (*.pdb) จากไดเรกทอรี x:\SimComDB (x เป็นไดรฟ์ CD-ROM) ตามรายการดังต่อไปนี้ให้ครบทุก File
 - ☐ CornDataBase.pdb
 - ☐ FerCalDB.pdb
 - ☐ LB1DB.pdb
 - ☐ NR1DB.pdb
 - ☐ NS1DB.pdb
 - ☐ PlantDayDB.pdb
 - ☐ ProductDB.pdb
 - ☐ SoilAttrDataBase.pdb
 - ☐ SoilDataBase.pdb
- หลังจากเลือกทุกไฟล์ตามที่กล่าวข้างต้นทั้งหมดแล้ว (โดยสังเกตได้จากรายการที่แสดงในกรอบตอบโต้) คลิกที่ ADD
- กดปุ่มวงกลม (HotSync) บนหัวต่อของสายเคเบิลด้าน Palm
- ในขณะนี้จะสังเกตเห็นว่า icon HotSync บน System Tray กำลังหมุนอยู่แสดงว่า ระบบกำลังติดตั้งโปรแกรมและฐานข้อมูลอยู่
- เมื่อทำการติดตั้งเสร็จแล้ว สังเกตบนหน้าจอของ Palm จะปรากฏไอคอนของโปรแกรม SimCom
- ใช้ปากกา (Griffiti) ของ Palm ไปคลิกที่ App ทางด้านบนของจอ
- เลือก Info จาก Drop-Menu
- จะสามารถตรวจสอบไฟล์ของโปรแกรมและฐานข้อมูลของ SimCom ได้

หมายเหตุ ถ้าไฟล์ของฐานข้อมูลไม่ครบตามรายการที่แสดงในหัวข้อข้างต้น
จำเป็นต้องทำการติดตั้งใหม่ตามวิธีข้างต้นอีกครั้ง

5.6.3 ขั้นตอนการนำปาล์มไปใช้งาน

หลังจากที่ผ่านขั้นตอนที่ 5.6.2 แล้ว โปรแกรม SimCom ก็จะพร้อมใช้งาน โดยมี icon ปรากฏอยู่บนเครื่องปาล์มเป็นรูปข้าวโพดให้เลือก เมื่อต้องการใช้งานจริงในภาคสนามก็เพียงแค่ click บน icon ดังกล่าวก็สามารถเริ่มใช้งาน ได้ทันทีเช่นเดียวกับการใช้งานโปรแกรมรุ่นแรกที่พัฒนาบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

5.7 สรุปผล

ได้พัฒนาโปรแกรมคำแนะนำปุ๋ย NPK สำหรับ 38 ชุดดินใน 4 จังหวัด เป็นภาษาไทย และมอบให้กับนักส่งเสริมการเกษตรนำไปใช้คำแนะนำปุ๋ยให้กับเกษตรกรแทนสมุดคู่มือ และนักส่งเสริมการเกษตรสามารถใช้คอมพิวเตอร์พกพาในชีวิตประจำวัน และอาจพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในงานหลักของกรมส่งเสริมการเกษตรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Attanandana, T., and R.S. Yost. 2003. A site specific nutrient management approach for maize-Thailand. Better Crops International. Vol. 17, No.1(3-7), May 2003. Potash and Phosphate Institute/Potash and phosphate Institute of Canada.
- Cassman, K.G., D.C. Bryant, and B.A. Roberts. 1990. Comparison of soil test methods for predicting cotton response to soil and fertilizer potassium on potassium fixing soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis 21:1727-1743.
- Fageria, N.K. 1984. Adubação e nutrição mineral da cultura da arroz. Editora Campus, Rio de Janeiro.
- Gill, D.W. 1988. The response of upland crops to potassium at three levels of aluminum saturation in the humid tropics of West Sumatra. Ph.D. Dissertation, Department of Soil Science, N. Carolina State University.
- Goovaerts, P. 1997. Geostatistics for Natural Resources Estimation. Oxford University Press, New York, Oxford.
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 498 p.
- McLean, E.O. and M.E. Watson. 1985. Soil measurements of plant-available potassium. In R.D. Munson, editor, *Potassium in Agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- McLean, E.O., J.L., Adams and R.C. Hartwig. 1982. Improved corrective fertilizer recommendation based on a two-step alternative usage of soil tests; II Recovery of soil-equilibrated K. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:1198-1201. In R.D. Munson, editor, 1985. *Potassium in Agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Munson, R.D. 1982. Potassium, calcium and magnesium the tropics and subtropics. Int. Fert. Dev. Cen. Tech. Bull., Muscle Shoals, Alabama.
- Murphy, J. and J.P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural water. Anal. Chim. Acta. 27: 31-36.
- Olk, D.C., K.G. Cassman and R.M. Carlson. 1995. Kinetics of potassium fixation in vermiculitic soils under different moisture regimes. Soil Sci. Soc. Am. J 59:423-429.
- Pratt, P.F. and H.H. Morse. 1954. Potassium release from exchangeable and nonexchangeable forms in Ohio soils. Ohio Agric. Exp. Stn. Res. Bull. 747 In R.D. Munson, editor, 1985. *Potassium in Agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Pretty, K.M. and P.J. Stangel. 1985. Current and future use of world potassium. In R.D. Munson, editor, *Potassium in Agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

- Sri Adiningsih, J. 1984. Pengaruh beberapa factor terhadap penyediaan K tanah sawah daerah Sukabumi dan Bogor. Ph.D. diss. Inst. Pertanian Bogor. Bogor, W. Java.
- Vilela, L, and K.D. Ritchey. 1985. Potassium in intensive cropping systems in highly weathered soils. *In* R.D. Munson, editor, *Potassium in Agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 จำนวนอำเภอและเกษตรกรในแต่ละจังหวัดที่จัดทำแปลงสาธิต

จำนวน	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม
อำเภอ	3	3	3	9
ตำบล	4	4	6	14
เกษตรกร	12	8	14	34

ตารางภาคผนวกที่ 2 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดช่วงเดือนต่างๆ

เดือน	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
มกราคม	-	-	1	1	2.9
มีนาคม	2	-	-	2	5.9
เมษายน	2	-	7	9	26.5
พฤษภาคม	5	-	6	11	32.4
มิถุนายน	3	8	-	11	32.4
รวม	12	8	14	34	100

ตารางภาคผนวกที่ 3 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ปลูกพืชสลับในแปลงข้าวโพด

ปลูกพืชสลับ	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
ไม่ปลูก	5	1	5	11	32.4
งา	-	4	1	5	14.7
ทานตะวัน	5	2	-	7	20.6
ถั่ว	1	1	8	10	29.4
ข้าวฟ่าง	1	-	-	1	2.9
รวม	12	8	14	34	100

ตารางภาคผนวกที่ 4 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ปลูกพืชบำรุงดินในแปลงข้าวโพด

พืชบำรุงดิน	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
ไม่ปลูก	9	5	5	19	55.9
ปลูก	3	3	9	15	44.1
รวม	12	8	14	34	100

ตารางภาคผนวกที่ 5 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวโพด

ปุ๋ยอินทรีย์(กก./ไร่)	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
ไม่ใช้	5	4	10	19	55.9
1-200	5	1	4	10	29.4
201-400	1	2	-	3	8.8
401-600	-	1	-	1	2.9
601-800	1	-	-	1	2.9
รวม	12	8	14	34	100

ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 85.38 กก./ไร่ ปริมาณสูงสุด 800 กก./ไร่

ตารางภาคผนวกที่ 6 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้พันธุ์ข้าวโพดปลูกในปี 2546

จำนวนพันธุ์ปลูก	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
1 พันธุ์	8	6	6	20	58.8
2 พันธุ์	4	2	6	12	35.3
3 พันธุ์	-	-	2	2	5.9
รวม	12	8	14	34	100

ตารางภาคผนวกที่ 7 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่เลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดปลูกในปี 2546

ชื่อพันธุ์	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
มอนซานโต 959	-	2	2	4	8.2
คาร์กิลล์ 919	2	1	6	9	18.4
คาร์กิลล์ 842	-	1-	-	1	2
แปซิฟิก 984	4	1	-	5	10.2
หงษ์แดง	1	-	-	1	2
ไพโอเนีย 1097	1	1	-	2	4.1
ไพโอเนีย 97	-	1	-	1	2
ไพโอเนีย A33	1	-	-	1	2
ซีพีดีเค 888	8-	3	9	20	40.9
ซีพี 989	-	-	5	5	10.2
รวม	9	9	22	34	100

ตารางภาคผนวกที่ 8 ราคาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแต่ละพันธุ์

ชื่อพันธุ์	ราคา(บาท/กก.)	ราคาเฉลี่ย 85.21บาท ราคาสูงสุด 107 บาท ราคาต่ำสุด 12 บาท ค่า SD= 17.12
มอนซานโต 959	80-107	
คาร์กิลล์ 919	95	
คาร์กิลล์ 842	90	
แปซิฟิก 984	78	
หงษ์แดง	12	
ไพโอเนีย 1097	92	
ไพโอเนีย 97	90	
ไพโอเนีย A33	98	
ซีพีเค 888	40-90	
ซีพี 989	91-100	

ตารางภาคผนวกที่ 9 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้เงินทุนปลูกข้าวโพดจากแหล่งต่างๆ

แหล่งเงินทุน	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
ของตนเอง	4	-	1	5	14.7
กู้รทส.	7	4	3	14	41.2
กู้สหกรณ์	-	2	1	3	8.8
กู้เจ้าแก้ว	-	2	7	9	26.5
กองทุนหมู่บ้าน	1	-	2	3	8.8
รวม	12	8	14	34	100

ตารางภาคผนวกที่ 10 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ซื้อปุ๋ยเคมีจากแหล่งต่างๆ

แหล่งซื้อปุ๋ยเคมี	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
จากบริษัท			1	1	2.9
จากรทส.	2	1	2	5	14.7
จากสหกรณ์	-	1	1	2	5.9
จากเจ้าแก้ว	7	6	8	21	61.8
ร้านค้า	2	-	2	4	11.8
กลุ่มเกษตรกร	1	-	-	1	2.9
รวม	12	8	14	34	100

ตารางภาคผนวกที่ 11 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่จำหน่ายผลผลิตในแหล่งต่างๆ

การจำหน่ายผลผลิต	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
พ่อค้าในท้องถิ่น	-	1	1	2	5.9
เจ้าแก้ว	11	7	11	29	85.3
โรงงานรับซื้อโดยตรง	1	-	2	3	8.8
รวม	12	8	14	34	100

ตารางภาคผนวกที่ 12 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรแต่ละจังหวัดเมื่อเปรียบเทียบรายได้เมื่อหักค่าปุ๋ยแล้ว

การเปรียบเทียบรายได้เมื่อหักค่าปุ๋ยเคมีแล้ว	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
แปลงสาธิตสูงกว่าแปลงปกติ	10	4	12	26	76.5
แปลงสาธิตต่ำกว่าแปลงปกติ	2	2	2	6	17.6
เสียหาย	-	2	-	2	5.9
รวม	12	8	14	34	100

ตารางภาคผนวกที่ 13 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ได้รับความรู้จากการทำแปลงสาธิต

ความรู้ใหม่ที่ได้รับ	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
การวิเคราะห์ดิน	9	7	7	23	39.7
การใช้ปุ๋ยเคมี	8	4	9	21	36.2
การจำแนกชุดดิน	-	2	1	3	5.2
การปรับปรุงดิน	1	1	-	2	3.4
การลดต้นทุน	-	-	3	3	5.2
การวางแผนทำแปลงเปรียบเทียบ	1	-	2	3	5.2
การผสมปุ๋ย	-	1	1	2	3.4
การใช้เครื่องมือ	-	1	-	1	1.7
รวม				58	100

ตารางภาคผนวกที่ 14 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่เลือกประเด็นความรู้นำไปปฏิบัติต่อกับพืชอื่น

สิ่งที่นำไปใช้กับพืชอื่น	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
การวิเคราะห์ดิน	2	1	9	12	37.5
การจำแนกดิน	2	-	3	5	15.6
การปรับปรุงดิน	2	-	1	3	9.4
การลดต้นทุน	2	-	2	4	12.5
การใช้ปุ๋ยให้ถูกต้อง	-	2	6	8	25
รวม	8	3	21	32	100

ตารางภาคผนวกที่ 15 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้ส่วนajeะดิน

การใช้ส่วนajeะดิน	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
ไม่เคยใช้	2	2	2	6	17.6
ใช้และมีประโยชน์มาก	7	2	9	18	52.9
ใช้และมีประโยชน์	3	4	3	10	29.5
รวม	12	8	14	34	100

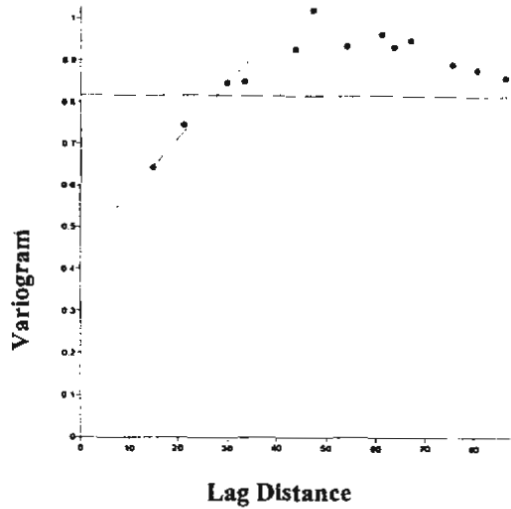
ตารางภาคผนวกที่ 16 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้คู่มือจำแนกชุดดิน

การใช้คู่มือจำแนกชุดดิน	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
ไม่เคยใช้	2	2	2	6	17.6
ใช้และมีประโยชน์มาก	9	2	9	20	58.8
ใช้และมีประโยชน์	1	4	3	8	26.6
รวม	12	8	14	34	100

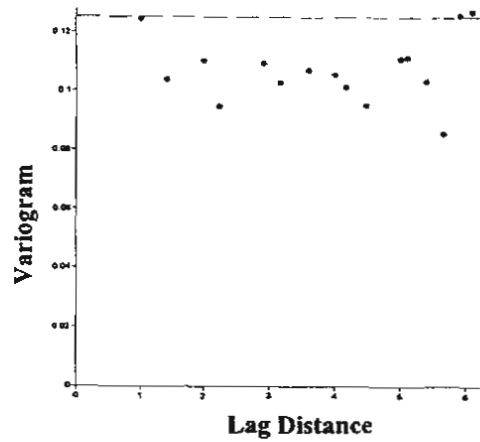
ตารางภาคผนวกที่ 17 จำนวนและร้อยละของเกษตรกรที่ใช้ชุดตรวจสอบ NPK ในดิน

การใช้ชุดวิเคราะห์ดิน	ลพบุรี	นครสวรรค์	เพชรบูรณ์	รวม	ร้อยละ
ไม่เคยใช้	2	2	2	6	17.6
ใช้และมีประโยชน์มาก	8	5	9	22	64.8
ใช้และมีประโยชน์	2	1	3	6	17.6
รวม	12	8	14	34	100

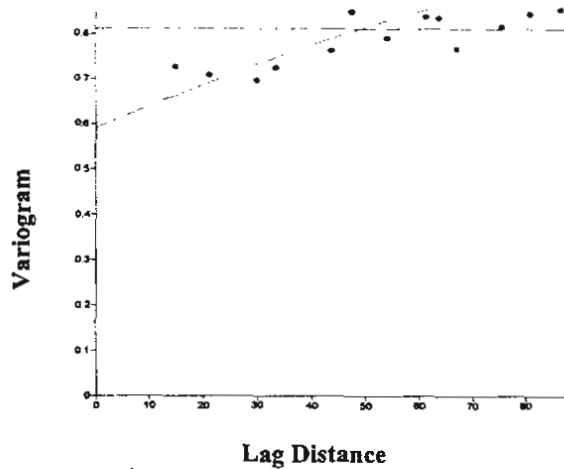
ภาพผนวก



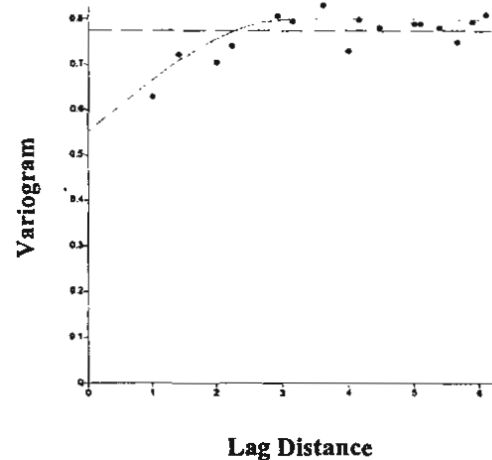
ภาพผนวกที่ 1 variogram ของชาตุอาหาร N ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



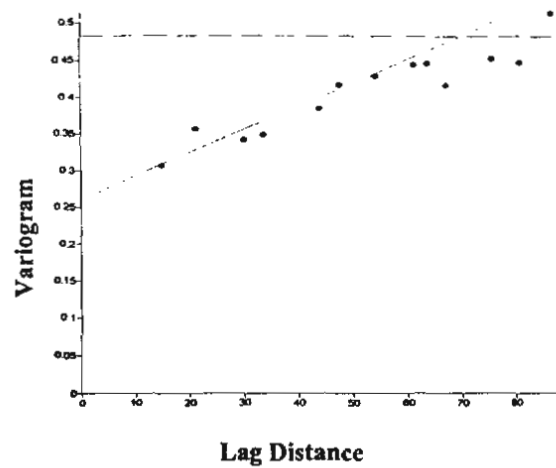
ภาพผนวกที่ 2 variogram ของชาตุอาหาร N หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)



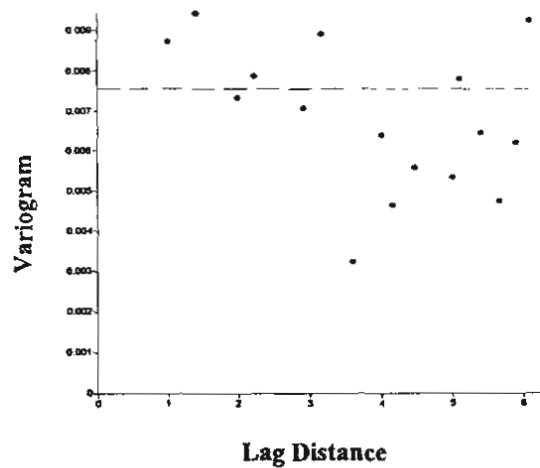
ภาพผนวกที่ 3 variogram ของชาตุอาหาร P ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



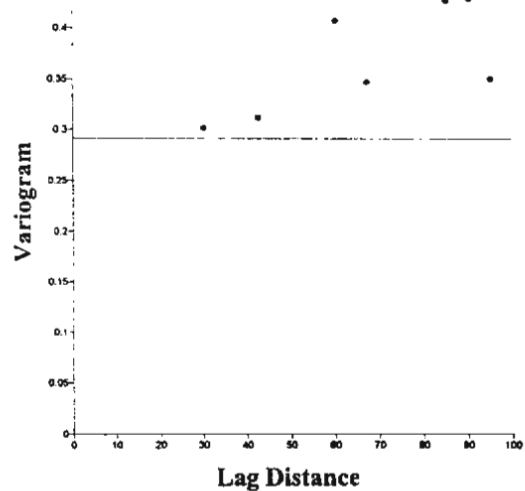
ภาพผนวกที่ 4 variogram ของชาตุอาหาร P หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)



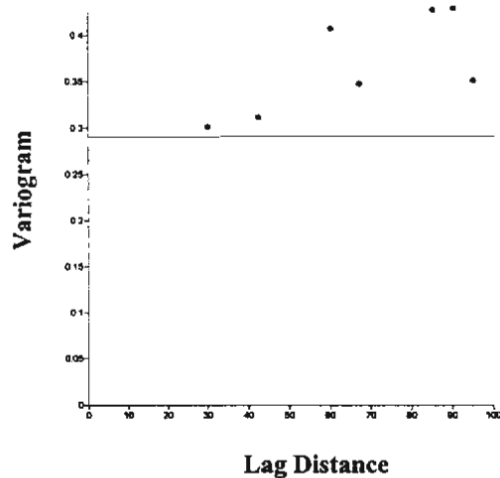
ภาพผนวกที่ 5 variogram ของชาตุอาหาร K ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 1)



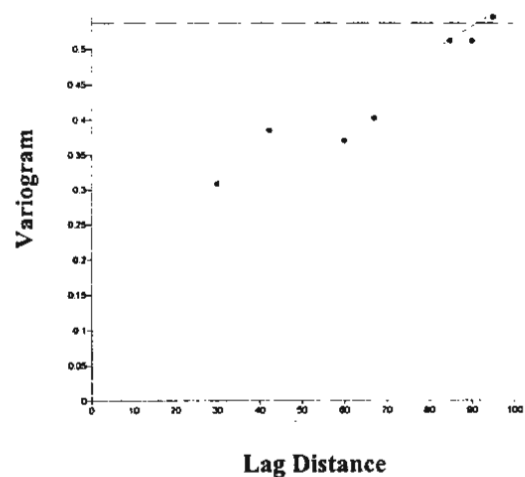
ภาพผนวกที่ 6 variogram ของชาตุอาหาร K หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 1)



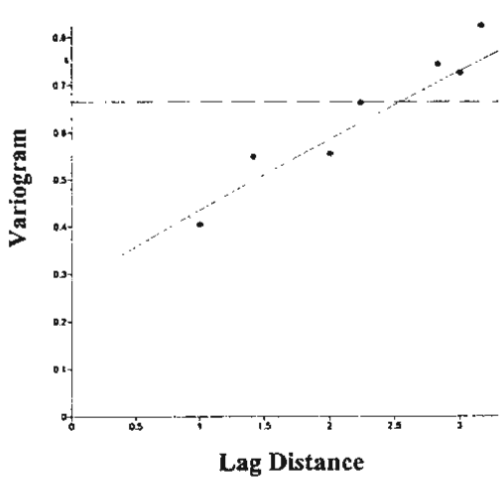
ภาพผนวกที่ 7 variogram ของธาตุอาหาร N ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 2)



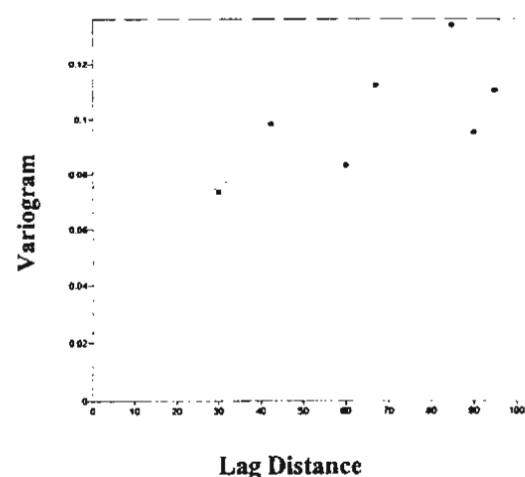
ภาพผนวกที่ 8 variogram ของธาตุอาหาร N หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 2)



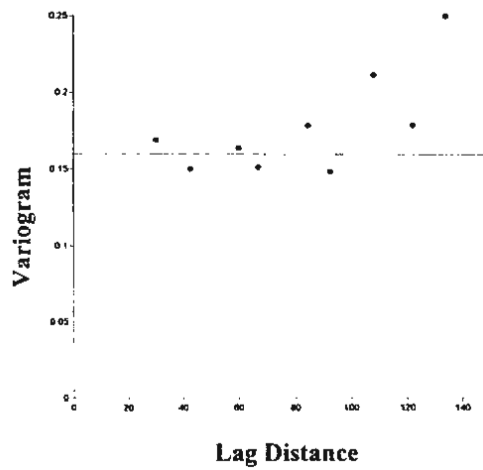
ภาพผนวกที่ 9 variogram ของธาตุอาหาร P ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 2)



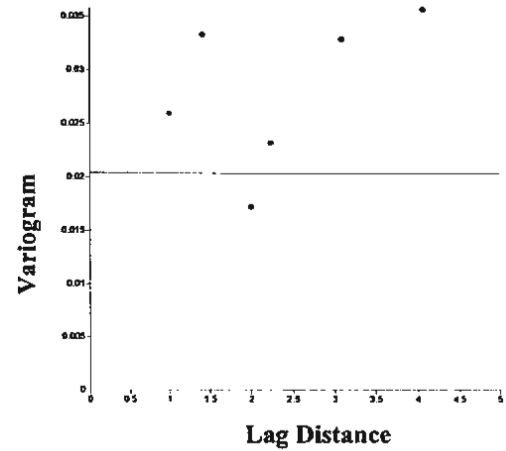
ภาพผนวกที่ 10 variogram ของธาตุอาหาร P หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินปากช่อง 2)



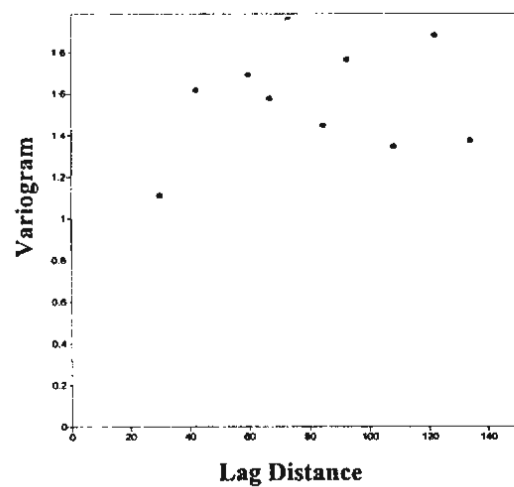
ภาพผนวกที่ 11 variogram ของธาตุอาหาร K ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินปากช่อง 2)



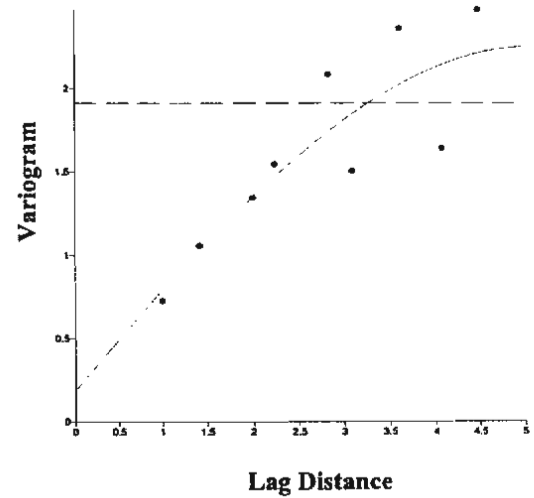
ภาพผนวกที่ 12 variogram ของธาตุอาหาร N ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)



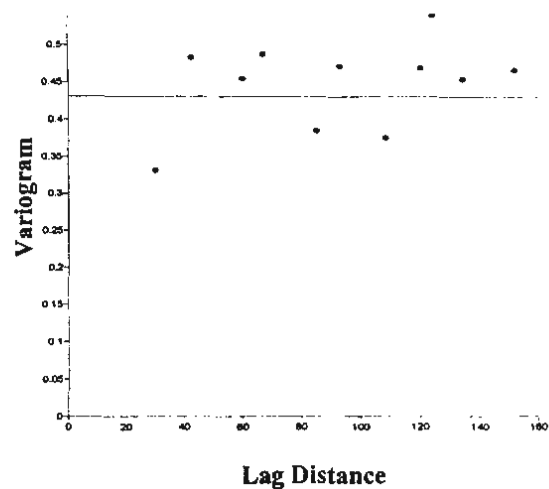
ภาพผนวกที่ 13 variogram ของธาตุอาหาร N หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)



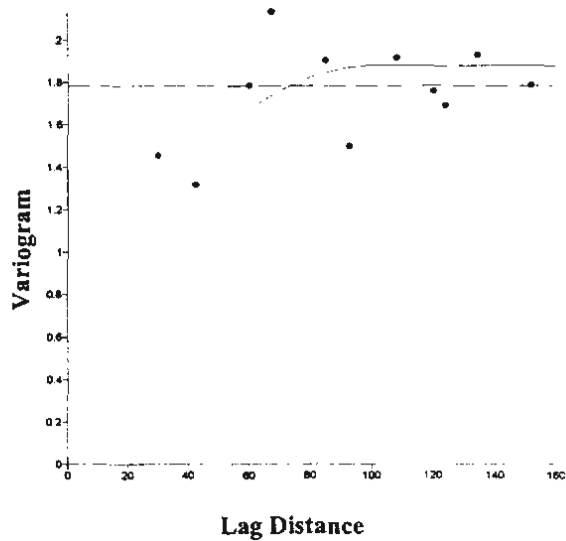
ภาพผนวกที่ 14 variogram ของธาตุอาหาร P ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 1)



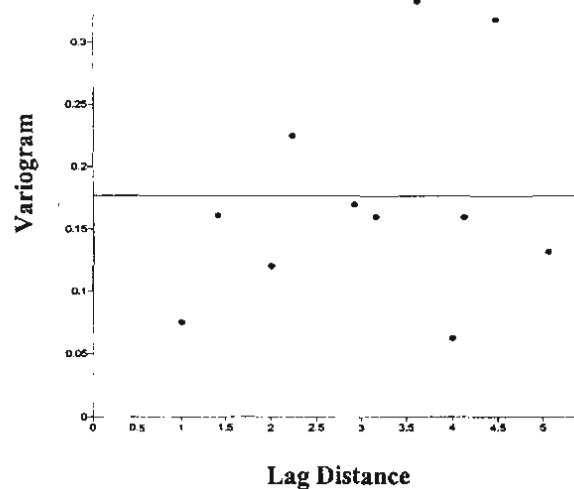
ภาพผนวกที่ 15 variogram ของธาตุอาหาร P หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 1)



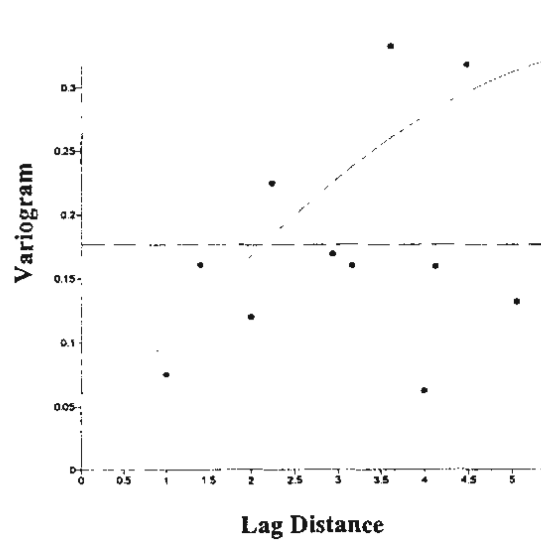
ภาพผนวกที่ 16 variogram ของธาตุอาหาร N ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 2)



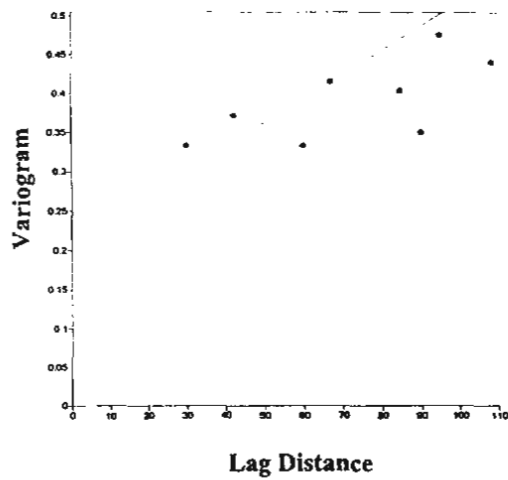
ภาพผนวกที่ 18 variogram ของธาตุอาหาร P ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 2)



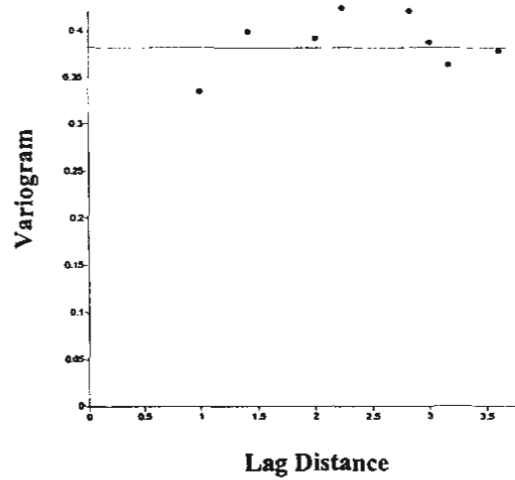
ภาพผนวกที่ 17 variogram ของธาตุอาหาร N หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 2)



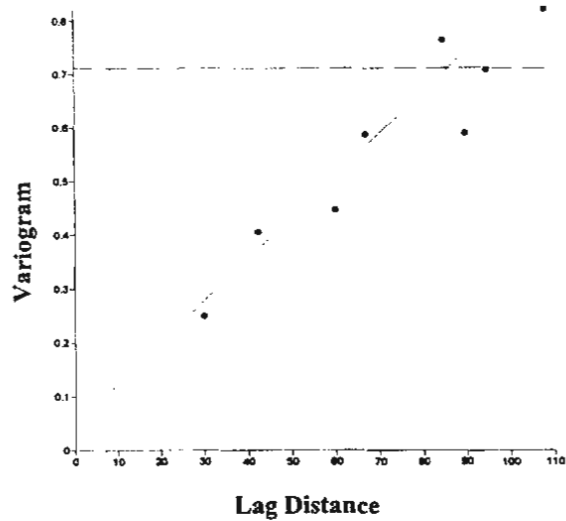
ภาพผนวกที่ 19 variogram ของธาตุอาหาร P หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 2)



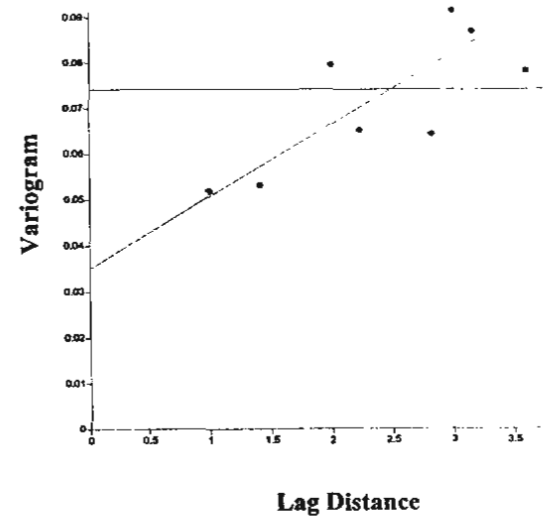
ภาพผนวกที่ 20 variogram ของธาตุอาหาร N ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 3)



ภาพผนวกที่ 21 variogram ของธาตุอาหาร N หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 3)



ภาพผนวกที่ 22 variogram ของธาตุอาหาร P ก่อนปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 1 (ชุดดินลพบุรี 3)



ภาพผนวกที่ 23 variogram ของธาตุอาหาร P หลังปลูก
ข้าวโพดฤดูที่ 2 (ชุดดินลพบุรี 3)

ภาคผนวกที่ 1

บทความและสิ่งตีพิมพ์ที่ได้เผยแพร่ไปแล้ว

1. ทศนีย์ อัดตะนันท์ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ สมชาย กริชาภิรมย์ และบุญแสน เตียวบุญธรรม 2542 การวิเคราะห์ N P K ในดินอย่างง่าย ผลงานทางวิชาการภาคโปสเตอร์ เสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 37 วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2542 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ทศนีย์ อัดตะนันท์ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ สมชาย กริชาภิรมย์ และบุญแสน เตียวบุญธรรม 2542 การวิเคราะห์ N P K ในดินอย่างง่าย วารสารดินและปุ๋ย 21 : 46-51
3. ทศนีย์ อัดตะนันท์ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ ทวีศักดิ์ เวียรศิลป์ สหัชชัย คงทน หรั่ง มีสวัสดิ์ และ ประดิษฐ์ บุญอำพล 2542 คำแนะนำปุ๋ยในโตรเจนสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินที่สำคัญของจังหวัด เพชรบูรณ์ โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช วารสารดินและปุ๋ย 21 : 52-61
4. บุญแสน เตียวบุญธรรม ทศนีย์ อัดตะนันท์ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ สมชาย กริชาภิรมย์ และ นิพนธ์ ดังคนานุรักษ์ 2543 การศึกษาน้ำยาสกัดเดี่ยวสำหรับ N,P และ K ในชุดดินชัยบาดาล ชุดดินคาคี ชุดดินลพบุรี ชุดดินสตึก และชุดดินปากช่อง เอกสารวิชาการ เสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 38 วันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2543 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. สมชาย กริชาภิรมย์ ทศนีย์ อัดตะนันท์ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ นิพนธ์ ดังคนานุรักษ์ และบุญแสน เตียวบุญธรรม 2543 วิธีวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรดที่สกัดได้โดย Mehlich1 ในดินปลูก ข้าวโพดของประเทศไทย เอกสารวิชาการ เสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 38 วันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2543 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. แสงดาว เขาแก้ว ทศนีย์ อัดตะนันท์ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และวิจารณ์ วิชชุกิจ 2545 เปรียบเทียบ วิธีการสกัดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในชุดดินคาคี ชัยบาดาล ลพบุรี สตึก และปากช่อง เอกสาร วิชาการ เสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 40 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2545
7. สุกัญญา เข้มประชา ทศนีย์ อัดตะนันท์ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และวิจารณ์ วิชชุกิจ 2545 การ ตรวจสอบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อข้าวโพด เอกสารวิชาการ เสนอ ในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 40 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2545
8. ทศนีย์ อัดตะนันท์ 2545. การใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพ วารสารเคหการเกษตร ปีที่ 23 ฉบับที่ 9 กันยายน 2545 : 146-150
9. ทศนีย์ อัดตะนันท์ 2545. เมื่อไปดูงานการผลิตข้าวโพดที่สหรัฐอเมริกา วารสารเคหการเกษตร ปีที่ 26 ฉบับที่ 10 ตุลาคม 2545: 201-204
10. ทศนีย์ อัดตะนันท์ 2545 การพัฒนาระบบคำแนะนำและส่งเสริมการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพด วาร สารเคหการเกษตร ปีที่ 26 ฉบับที่ 12 ธันวาคม 2545: 227-232

11. ทศนีย์ อัดตะนันท์ 2545 การพัฒนาระบบคำแนะนำ และส่งเสริมการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพด "วิธีการผสมปุ๋ยใช้เอง" วารสารเคหการเกษตร ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 มกราคม 2546: 188-190
12. ทศนีย์ อัดตะนันท์ 2546 การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่สำหรับข้าวโพด โดยใช้โปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจ และการวิเคราะห์ดิน หนังสือปฐพีวิทยาข้าวโพด วิจัย-วิชาการ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 46-67
13. ทศนีย์ อัดตะนันท์ 2546 การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่สำหรับข้าวโพด ประชาคมวิจัย จดหมายข่าวราย 2 เดือน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฉบับที่ 48 เดือนมีนาคม 2546 หน้า 1-4
14. Attanandana, T. C. Suwannarat, T. Vearasilp, S. Kongton, R. Meesawat, P. Boonampol, K. Soitong and A. Charoensaksiri. 1999. Nitrogen fertilizer recommendation for grain yield of corn using a modeling approach. Thai J. Agric. Sci. 32(1):73-83.
15. Attanandana, T., C. Suwannarat, T. Vearasilp, S. Kongton, R. Meesawat, P. Boonampol, K. Soitong, C. Tipanuka and R.S. Yost. 2001. NPK fertilizer recommendation systems for corn: Decision aids and test kits. Paper presented at the International Conference on Nutrient Balances for Sustainable Agriculture Production and Natural Resource management in Southeast Asia. IBSRAM and DOA-URRC, Bangkok, Thailand. 20-22 February, 2001.
16. Attanandana, T., C. Suwannarat, T. Vearasilp, S. Kongton, R. Meesawat, P. Boonampol, K. Soitong, C. Tipanuka and R.S. Yost. 2002. Use of decision-aids in on-farm experiments in Thailand. Proceedings of Field Testing of the Integrated Nutrient Management System (NuMaSS) in Southeast Asia, PhilRice, Maligaya, Nueva Ecija, Philippines 21-24 January, 2002.
17. Attanandana, T., T. Vearasilp and K. Soitong. 2002. Diagnosis of soil nutrient constraints and recommendations for lime, nitrogen and phosphorus in Thailand. Proceedings of Field Testing of the Integrated Nutrient Management System (NuMaSS) in Southeast Asia, PhilRice, Maligaya, Nueva Ecija, Philippines 21-24 January. 2002.
18. Attanandana, T. R.S. Yost. 2003. A site specific nutrient management approach for maize-Thailand. Better Crops International. Vol. 17, No.1(3-7), May 2003. Potash and Phosphate Institute/Potash and phosphate Institute of Canada.

ภาคผนวกที่ 2

วัตถุประสงค์	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการมา	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
1. ศึกษาความแปรปรวนของระดับธาตุอาหาร NPK ในดินหลังจากการใช้คำแนะนำปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวโพด	1. สำรวจดิน ตรวจสอบสภาพแปรปรวนของดิน โดยทำ site characterization และเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกข้าวโพดของเกษตรกร ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังเก็บเกี่ยว	✓	1. ข้อมูลการแพร่กระจาย และความแปรปรวนของปริมาณธาตุอาหาร NPK ในแต่ละแปลงของเกษตรกรก่อนปลูก และหลังปลูกข้าวโพด (บทที่ 1)
2. พัฒนาน้ำยาสกัดดินในชุดตรวจสอบ NPK ในดินให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น	2. พัฒนาน้ำยาสกัดดินเพิ่มเติม เพื่อให้เหมาะสมต่อดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดชนิดอื่นๆ โดยศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณ NPK ให้เหมาะสม	✓	2. น้ำยาสกัดดินที่เหมาะสมสำหรับดินต่างๆ ที่ใช้ปลูกข้าวโพด (บทที่ 2)
3. พัฒนาโปรแกรมคำนวณคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพด	3. พัฒนาคำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่	✓	3. คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่ ฉบับที่ 1 (บทที่ 3)
4. ศึกษาเงื่อนไขในทางปฏิบัติของเกษตรกร ที่จะนำไปสู่การยอมรับและใช้คำแนะนำปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวโพดเพื่อสนับสนุนโครงการศูนย์ข้าวโพดชุมชนของกรมส่งเสริมการเกษตร	4. สำรวจการยอมรับและความคิดเห็นในการใช้คำแนะนำปุ๋ยของเกษตรกร โครงการศูนย์ข้าวโพดชุมชน วิเคราะห์และสรุปผล	✓	4. การยอมรับของเกษตรกร ข้อมูลผลผลิต และผลตอบแทนของเกษตรกรหลังจากใช้คำแนะนำปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ (บทที่ 4)
5. พัฒนาโปรแกรมระบบคำแนะนำปุ๋ยสำหรับคอมพิวเตอร์พกพา	5. พัฒนาโปรแกรมการให้คำแนะนำปุ๋ย NPK และบรรจุโปรแกรมในคอมพิวเตอร์พกพา	✓	5. โปรแกรมคำแนะนำปุ๋ย NPK ที่ปรับปรุง และทำงานบนคอมพิวเตอร์พกพา (บทที่ 5)
		✓	6. คำแนะนำปุ๋ย NPK ที่ได้ปรับปรุงสำหรับแต่ละชุดดินใน 4 จังหวัด (เอกสารแยก)