

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี
สำหรับการผลิตข้าวโพด



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรมพัฒนาที่ดิน

กรมวิชาการเกษตร

กรมส่งเสริมการเกษตร

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี

สำหรับการผลิตข้าวโพด

จัดทำโดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรมพัฒนาที่ดิน

กรมวิชาการเกษตร

กรมส่งเสริมการเกษตร

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระยะที่ 1

โครงการวิจัยการพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวโพด

คณะผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศ.ทัศนีย์ อุตตะนันท์ (หัวหน้าโครงการ)

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร

ผศ.ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรมพัฒนาที่ดิน

นายทวีศักดิ์ เวียรศิลป์

กองสำรวจและจำแนกดิน

นายสหัชชัย คงทน

กรมพัฒนาที่ดิน

กรมวิชาการเกษตร

นายหรั่ง มีสวัสดิ์

กองปฐพีวิทยา

นายประดิษฐ์ บุญอำพล

กรมวิชาการเกษตร

กรมส่งเสริมการเกษตร

นายภูเกียรติ สร้อยทอง

สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต

นางสาวอรุณี เจริญศักดิ์ศิริ

กรมส่งเสริมการเกษตร

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

ศ. ดร. สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน

ที่ปรึกษา บริษัทปุ๋ยแห่งชาติ จำกัด

ดร. อรรถชัย จินตะเวช

ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ดร. บุรี บุญสมภพพันธ์

กองสำรวจและจำแนกดิน

กรมพัฒนาที่ดิน

ผู้ประสานงานโครงการ

ดร. อำนาจ คอวนิช

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

บทนำ

เอกสารฉบับนี้เป็นรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัย การพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวโพด: ระยะที่ 1 ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2543 (สัญญาเลขที่ RDG2/011/2540) โดยมีการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ 1. พัฒนฐานข้อมูลดิน ข้อมูลภูมิอากาศ และการคาดคะเนการเจริญเติบโตของข้าวโพดโดยโปรแกรมจำลองการปลูกพืชเพื่อสร้างฐานข้อมูลคำแนะนำการใช้ปุ๋ย 2. การศึกษาพันธุกรรมพันธุ์ข้าวโพดที่นิยมปลูกในประเทศไทยและการทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ย 3. ศึกษาหาวิธีการวิเคราะห์ดินเพื่อตรวจสอบธาตุอาหารในชุดดินต่าง ๆ สำหรับการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยในการปลูกข้าวโพด 4. การทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยในพื้นที่เกษตรกร

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้มีส่วนประกอบที่ตีพิมพ์แยกออกจากรายงานนี้ ได้แก่ คู่มือตรวจสอบชุดดิน คู่มือการใช้ชุดวิเคราะห์ดินอย่างง่าย (บรรจุไว้ในกล่องชุดวิเคราะห์ดิน) และคู่มือคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพด

บทคัดย่อ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทย พื้นที่ปลูกข้าวโพดมีประมาณ 8.7 ล้านไร่ทั่วประเทศ พื้นที่ปลูกในบริเวณจังหวัด ลพบุรี นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และ นครราชสีมา ซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทยมีประมาณ 3.6 ล้านไร่ การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเป็นการเพิ่มอาหารเลี้ยงสัตว์ ทำให้พลเมืองมีอาหารเพิ่มขึ้น เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้นฐานะยากจนก็จะหมดไป ความเป็นอยู่ของเกษตรกรดีขึ้น

การใส่ปุ๋ยให้เพียงพอเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการผลิตข้าวโพด ปัจจุบันการใส่ปุ๋ยกับข้าวโพดเป็นเพียงคำแนะนำทั่วไป และถูกจำกัดที่สูตรปุ๋ยที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยไม่ได้พิจารณาถึงความต้องการของพืช การกระทำเช่นนี้ก่อให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน และใช้ปุ๋ยที่มีราคาแพงอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ไม่เพียงแต่เป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรเท่านั้น แต่รัฐบาลควรตระหนักในเรื่องนี้ เพราะปุ๋ยส่วนใหญ่ยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนั้นการใส่ปุ๋ยอย่างไม่สมดุลอาจชักนำให้เกิดการขาดธาตุอาหารบางตัว และการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชมีผลทำให้ดินเสื่อมโทรม

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วน ในการพัฒนาการใช้คำแนะนำปุ๋ยเฉพาะที่ (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง N P K) เพื่อให้เหมาะสมต่อการผลิต และการใช้ทรัพยากร โดยเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ไปให้เกษตรกร อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ดินในอดีตยังมีปัญหาเนื่องจากขาดงานวิจัยรองรับ ไม่มีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินเพียงพอ และใช้เวลานานในกระบวนการส่งดินมาที่ห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์และส่งผลการวิเคราะห์กลับไปให้เกษตรกร

ดังนั้นจึงได้ศึกษาและพัฒนาระบบคำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพดโดยใช้โปรแกรมจำลองการปลูกพืช DSSAT (CERES-Maize) คำนวณความต้องการปุ๋ยในโตรเจน ส่วนอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมได้จากงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตร ดินที่พบในบริเวณพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย 4 จังหวัดคือ นครสวรรค์ ลพบุรี เพชรบูรณ์ และนครราชสีมาทั้งหมด มีอยู่ 38 ชุดดิน ได้ทำการเก็บดิน และทำคำอธิบายหน้าตัดดินใหม่สำหรับ 10 ชุดดินที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากที่สุดในบริเวณ 4 จังหวัดนี้ ส่วนข้อมูลดินอีก 28 ชุดดินนั้นได้จากรายงานการสำรวจดิน ได้ใช้ข้อมูลภูมิอากาศ 30 ปี ย้อนหลังของกรมอุตุนิยมวิทยา มาพยากรณ์สภาพภูมิอากาศในช่วงปี 2539-2544 ได้ทำการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และสุวรรณ 3601 ใน จ.เชียงใหม่ ขอนแก่น และสุพรรณบุรี ทั้งนี้เพื่อต้องการนำเอาข้อมูลพันธุกรรมของข้าวโพดมาทดแทนข้อมูลจากต่างประเทศ ทำการคำนวณผลผลิตที่เหมาะสมที่ให้ผลตอบแทน

สูงสุดของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และ สุวรรณ 3601 ในแต่ละชุดดินใน 4 จังหวัด เมื่อทราบค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยใช้ชุดตรวจสอบ N P K ในดิน และได้แนะนำวันปลูกข้าวโพดไว้ด้วย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้พัฒนาชุดตรวจสอบ N P K ในดิน ซึ่งทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว เหมาะที่จะนำไปใช้ได้ภาคสนาม โดยทดลองกับดิน 5 ชุดดินที่เป็นตัวแทนของดินที่ปลูกข้าวโพดในบริเวณ 4 จังหวัด ได้ศึกษาและพัฒนาป้ายสีกัดที่สีกัด N P K ครึ่งเดียว โดยการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ในกระถาง และในภาคสนาม ได้ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้อง และแม่นยำของวิธีการวิเคราะห์ และพบว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการซึ่งใช้เวลานานในการวิเคราะห์

ได้พัฒนาวิธีการตรวจสอบชุดดินที่ใช้ในภาคสนาม โดยมีการสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวโพดในภาคสนาม และจากรายงานสำรวจดิน ได้จัดทำข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบชุดดินในสมุดเคลื่อนพลาสติก ผู้ใช้สามารถตรวจสอบคุณสมบัติของดิน เพื่อให้เรียกชื่อดินที่ปลูกข้าวโพดได้อย่างถูกต้อง

นักวิชาการ และนักส่งเสริมได้ทดสอบคำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพด 2 พันธุ์ โดยปลูกในชุดดินที่สำคัญโดยใช้พื้นที่ 0.5 ไร่ ในแต่ละแปลงทดสอบ วัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลผลิตที่ปลูกในสภาพธรรมชาติเปรียบเทียบกับปลูกในสภาพที่สมบูรณ์จากการคาดคะเนโดยใช้โปรแกรมจำลองการปลูกพืช ในการทดสอบแปลงย่อยแต่ละแปลงได้ใช้ค่าดัชนีการยอมรับ (Agreement index, AI) เป็นตัวบอกความใกล้เคียงของผลผลิตที่คาดคะเนจากโปรแกรม ผลการทดสอบพบว่า แปลงทดสอบ 8 แปลง จาก 11 แปลง ซึ่งทดสอบโดยนักวิชาการมีค่า AI เท่ากับ 0.62 และ 0.86 สำหรับพันธุ์สุวรรณ 5 และ สุวรรณ 3601 ส่วนค่า AI ที่ต่ำใน 3 แปลงนั้น เนื่องจากเกษตรกรปลูกข้าวโพดล่าช้า และเกิดฝนแล้ง ในกรณีที่นักส่งเสริมการเกษตรเป็นผู้ดำเนินการทดสอบจำนวน 57 แปลงนั้น พบว่าค่า AI ที่ต่ำกว่า 0.70 นั้นมีถึง 24.5-26.3 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดสอบทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเกษตรกรขาดประสบการณ์ในการใช้เทคโนโลยีนี้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องให้มีการฝึกอบรมและให้คำแนะนำแก่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในการใช้คำแนะนำปุ๋ยที่ได้พัฒนาขึ้นมาถ่ายทอดสู่เกษตรกร

ได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีของระบบการให้คำแนะนำปุ๋ยโดยนักส่งเสริมการเกษตร การตรวจสอบปริมาณ N P K ในดิน และการรู้จักชื่อดินก่อนที่จะให้คำแนะนำปุ๋ย ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับเกษตรกร ดังนั้นจึงต้องมีการฝึกอบรม และให้ความรู้แก่นักส่งเสริมการเกษตร และเกษตรกรเป็นการเร่งด่วน รวมทั้งจัดทำวัสดุ อุปกรณ์ ในระบบให้ง่ายต่อการใช้

Executive summary

Maize is one of the important economic crops in Thailand, and is grown in an extensive area of 1.4 million hectares in the country. There are about 0.6 million hectares of corn production area in Lop Buri, Nakhon Sawan, Petchabun and Nakhon Ratchasima provinces, which is known to be the maize-belt of Thailand. Increasing production of maize will generate adequate feed grains for the animals, supplying adequate nutrition to the people and generating additional income of small farmers, thus, alleviating poverty and improving standard of living.

It has been well recognized that application of adequate quantities of plant nutrients is the key to increasing maize production. At present, there are only general recommendations for maize fertilization. Fertilizer applications by farmers is often dictated by the fertilizer grades available in the market irrespective of crop needs. This practice leads to the imbalance and inefficient use of costly fertilizers, which is not only an economic loss to the farmers, but also a concern to the Government because most of the fertilizer materials is imported. Also, the imbalance use is causing degradation of the soils due to undue depletion of some essential nutrient elements. Over use of some nutrients (N and P), which are lost from the soil-crop systems, contribute to increased load in the streams, rivers and water bodies in the watershed with consequent damaging of water quality.

Therefore, there is an urgent need to develop site-specific nutrient recommendations (primarily N, P, and K). These improved, site-specific recommendations must also be suited to the farmer's production goals and resources. For any site-specific recommendations, soil testing is an important tool. However, actual use of soil testing has been very poor in the past due to lack of supportive research, lack of adequate soil testing capacity and long time taken in shipping, processing, analyzing the samples, and returning the results to the farmers.

The CERES-Maize model of the Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) was used to determine the appropriate nitrogen application for the

development of the NPK fertilizer recommendation system for corn. The suitable rates of phosphorus and potassium fertilizer were derived from the previous research of Department of Agriculture. Thirty-eight soil series were found under corn cultivation in the maize-belt area. The ten soil series with the largest acreage in corn were described and sampled for laboratory analysis whereas all the data of twenty-eight soil series were obtained from soil survey reports. Thirty years climatic data obtained from the Department of Meteorology was used to forecast the climatic data of the five-year duration of 1997 to 2001. The experiments were conducted in three locations; Chiang Mai, Khon Kaen and Suphanburi provinces to obtain plant data used to estimate the genetic coefficients of the two corn varieties. These coefficients permit adaptation of the CERES-Maize to Thai maize varieties. The yield prediction of two corn varieties of Suwan 5 and Suwan 3601 were generated in each soil series in the four provinces with the maximum benefit according to the nutrient level using soil test kit for nitrogen, phosphorus and potassium (NPK). The optimum planting date was also recommended by the CERES software.

Kasetsart University has been able to design a simple and inexpensive soil test kit, which employs rapid methods for the determination of soil NPK at the farmers fields. The soil test kit developed was tested with the five representative soils of corn production area. The single extraction of NPK in the soils was developed by doing the correlation study in the pot and tested further in the field. The comparison of accuracy and reproducibility of the kit was investigated. The kit was found to be nearly as accurate as the time-consuming collection of samples, sending to a central laboratory, analysis of the samples, interpretation and returning the results to the sender. The test of NPK is done by single extraction of the soil and standard color chart is employed for NPK determination.

A field method for soil series identification was also developed and validated in the areas that under corn cultivation as well as with the use of soil data from the soil survey reports. The Key to Soil Series developed was published as a plastic laminated book. With this guide book, the users are able to identify the soils used to produce maize permitting proper recommendations.

The NPK fertilizer recommendation for two corn varieties grown on the important soil series were tested by the researchers and extension workers. The plot size of 800 m² was used for each plot and each variety. The yield under the natural environment or actual yield was compared with the yield under ideal condition generated from the modeling program. The agreement index was used as the criteria for evaluating the predicted and actual yields. The results showed that 8 out of 11 plots which were managed by the researchers had the agreement index of 0.62 and 0.86 for Suwan 5 and Suwan 3601 corn varieties respectively. The three plots which had a low agreement index was attributed to the late planting of corn and drought period during the corn growth. On the other hand, the results on the tested plots conducted by the extension workers revealed 24.5-26.3% of 57 plots having the agreement index lower than 0.70. This was attributed to lack of experience and training of the extension workers to use the fertilizer recommendation system. More training and advice should be given to the extension workers to use this technology and transfer to the farmers appropriately.

The transfer of the technology of the process of fertilizer recommendation for corn was done by the extension workers. It was found that to do the NPK testing and checking the soil series before making the fertilizer recommendation was a new and different technology for the farmers. Training and experience is needed by the extension workers and farmers. All of the equipment used should be simplified.

สารบัญ

	หน้า
คณะผู้วิจัย	I
บทนำ	III
บทคัดย่อ	V
Executive summary	VII
สารบัญ	XI
สารบัญตาราง	XV
สารบัญภาพ	XXI
บทที่ 1 คำนำ	1
บทที่ 2 แหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยที่ทำการศึกษ	3
2.1 คำนำ	3
2.2 การพัฒนาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย	4
2.3 สถานภาพการพัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ทำการศึกษ	5
2.4 ทรัพยากรดิน	6
2.5 ชุมดินที่ปลูกข้าวโพด	7
2.6 ลักษณะและคุณสมบัติของชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด	9
บทที่ 3 การคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพด	13
3.1 คำนำ	13
3.2 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร	13
3.3 การคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และพันธุ์สุวรรณ 3601	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 ผลการคาดคะเนผลผลิตข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และสุวรรณ 3601 ที่ปลูกบนดิน 38 ชุดดิน ในจังหวัดเพชรบูรณ์ นครสวรรค์ ลพบุรี และนครราชสีมา	34
บทที่ 4 การประเมินความต้องการปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชของข้าวโพด	45
4.1 คำนำ	45
4.2 การประเมินความต้องการปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชของข้าวโพด	45
4.3 การให้คำแนะนำปุ๋ยฟอสเฟตตามปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดิน	46
4.4 การให้คำแนะนำปุ๋ยโพแทชตามปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดิน	48
4.5 การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชต่อข้าวโพด 2 พันธุ์	50
4.6 แนวทางการกำหนดอัตราปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชที่เหมาะสม สำหรับ 38 ชุดดิน	56
บทที่ 5 การตรวจสอบชุดดิน	57
5.1 คำนำ	57
5.2 การใช้ประโยชน์ข้อมูลดิน	57
5.3 การอ่านแผนที่ดิน	58
5.4 การใช้แผนที่ดินและรายงานการสำรวจดิน	59
5.5 การตรวจสอบชุดดิน	61
5.6 คุณสมบัติที่ใช้ในการตรวจสอบชุดดินที่ปลูกข้าวโพด	62
5.7 วิธีการตรวจสอบชุดดิน	63
5.8 ตัวอย่างการตรวจสอบชุดดิน	66
บทที่ 6 ชุดตรวจสอบธาตุอาหาร N P K ในดิน	71
6.1 คำนำ	71

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.2 การศึกษาน้ำยาสกัดธาตุอาหาร N P K ในดิน	74
6.3 การศึกษาและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N P K ในดิน	93
6.4 การพัฒนาการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N P K ในดินโดยใช้สายคา และแผ่นเทียบสีมาตรฐาน	100
6.5 การวัดปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรต ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยใช้แผ่นสีมาตรฐานเปรียบเทียบกับการวัดโดยวิธีมาตรฐาน ในห้องปฏิบัติการ	105
6.6 การพัฒนาประสิทธิภาพการตรวจสอบปริมาณโพแทสเซียม	110
6.7 ชุดตรวจสอบ N P K ในดิน	111
บทที่ 7 การทดสอบและประเมินผลคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี	115
7.1 คำนำ	115
7.2 การทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีโดยนักวิชาการ	115
7.3 การทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีโดยเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร	123
7.4 การประเมินระดับความเชื่อมั่นของคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี	144
7.5 สรุป	149
บทที่ 8 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี	151
เอกสารอ้างอิง	175
ภาคผนวกที่ 1 คำอธิบายหน้าตัดดินของ 10 ชุดดินหลัก	183
ภาคผนวกที่ 2 คำอธิบายคำย่อเพิ่มข้อมูลงานทดลอง FILE X	205
ภาคผนวกที่ 3 ข้อมูลการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ	209

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อมูลสถิติการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาคต่างๆ ของประเทศไทยปี 2540/41	5
2.2 การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย ปี 2531-2541	5
2.3 ข้อมูลการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่จังหวัดที่ศึกษาในโครงการ	6
2.4 พื้นที่ของแต่ละชุดดินในบริเวณ 4 จังหวัด	7
2.5 ลักษณะและคำอธิบาย 38 ชุดดิน	9
3.1 พิกัดที่ตั้งและชื่อชุดดินของแปลงทดลองข้าวโพด โครงการ การพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพด	17
3.2 ข้อมูลการเจริญเติบโต พัฒนาการและผลผลิตของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และพันธุ์สุวรรณ 3601 เพื่อจัดทำค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรม (Genetic coefficient)	18
3.3 สัมประสิทธิ์พันธุกรรมประจำพันธุ์ข้าวโพดที่ใช้ในแบบจำลองข้าวโพด CERES-Maize 3.0	20
3.4 สัมประสิทธิ์พันธุกรรมประจำพันธุ์ข้าวโพดที่ได้จากการคำนวณ ของโปรแกรม GenCalc	21
3.5 แสดงชนิด ตำแหน่ง และแหล่งที่มาของชุดดิน	21
3.6 ตัวอย่างโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลดิน	23
3.7 ตัวอย่างแสดงรูปแบบของแฟ้มข้อมูลดินชุด THUL790001	24
3.8 ตัวอย่างโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลภูมิอากาศ	26
3.9 ตัวอย่างแสดงรูปแบบของข้อมูลภูมิอากาศ	26
3.10 ตัวแปรส่วนต่างๆ ใน FILEX	28
3.11 ตัวอย่างแสดงแฟ้มข้อมูลงานทดลอง (FILEX)	29
3.12 วันปลูกที่คาดว่าจะให้ผลผลิตสูงสุดในแต่ละชุดดินพื้นที่ 4 จังหวัด	34
3.13 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูก ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT	37

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.14 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT	38
3.15 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 จังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT	39
3.16 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 จังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT	40
3.17 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 จังหวัดลพบุรี โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT	41
3.18 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 จังหวัดลพบุรี โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT	42
3.19 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT	43
3.20 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT	44
4.1 ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินและปริมาณปุ๋ยฟอสเฟต (P_2O_5) ที่ต้องใส่เพื่อให้ได้ผลผลิต 87 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด	46
4.2 ระดับของธาตุอาหารฟอสฟอรัสในดินปลูกข้าวโพดและปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่	48
4.3 ค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมในดิน และปริมาณปุ๋ยโพแทช (K_2O) ที่ต้องใส่ เพื่อให้ได้ผลผลิต 87 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด	49
4.4 ระดับของธาตุอาหารโพแทสเซียมในดินปลูกข้าวโพดและปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่	50
4.5 ค่าเฉลี่ยวิเคราะห์ธาตุอาหาร P (Bray 2) ในดินก่อนปลูกและก่อนใส่ปุ๋ยในแปลงที่ใส่ปุ๋ย P_2O_5 ของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินต่างๆ	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.6 ค่าเฉลี่ยวิเคราะห์ธาตุอาหาร K (NH_4OAc) ในดินก่อนปลูกและก่อนใส่ปุ๋ย ในแปลงที่ใส่ปุ๋ย K_2O ของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินต่างๆ	52
4.7 อิทธิพลของ P_2O_5 ต่อผลผลิตของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินต่างๆ	54
4.8 อิทธิพลของ K_2O ต่อผลผลิตของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินต่างๆ	55
5.1 แนวทางการใช้ข้อมูลตามชนิดและมาตราส่วนของแผนที่ดินในประเทศไทย	61
5.2 ลักษณะที่เป็นบรรทัดฐานในการตรวจสอบชุดดิน	67
6.1 สมบัติทางเคมี และกายภาพบางประการของชุดดินต่างๆที่ใช้ใน งานทดลองปลูกพืชในกระถาง	76
6.2 การเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุไนโตรเจน (N) ของข้าวโพด พันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกใน 5 ชุดดิน ในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย ไนโตรเจน ; ดำรับการทดลอง PK (-N)	79
6.3 การเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุฟอสฟอรัส (P) ของข้าวโพด พันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกใน 5 ชุดดิน ในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย ฟอสฟอรัส ; ดำรับการทดลอง NK (-P)	80
6.4 การเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุโพแทสเซียม (K) ของข้าวโพด พันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกใน 5 ชุดดิน ในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย โพแทสเซียม ; ดำรับการทดลอง NP (-K)	81
6.5 น้ำยาสกัด 10 ชนิด ที่ใช้ในการทดลอง	83
6.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$, P และ K ที่สกัดได้ในน้ำยา 10 ชนิด กับน้ำหนักแห้งของข้าวโพด (อายุ 28 วัน)	84
6.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$, P และ K ที่สกัดได้ในน้ำยา 10 ชนิด กับปริมาณทั้งหมดของธาตุอาหาร N P K ที่ดูดกินโดยข้าวโพด	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สกัดได้ในดิน โดย Mehlich 1 กับการเจริญเติบโต และการดูดกินธาตุฟอสฟอรัส ของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ปลูกใน 3 ชุดดิน	92
6.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สกัดได้ในดิน โดยใช้น้ำยาสกัด Mehlich 1 กับการเจริญเติบโต และการดูดกิน ธาตุโพแทสเซียมของข้าวโพด 2 พันธุ์ที่ปลูกใน 3 ชุดดิน	93
6.10 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ NH_4 และ NO_3^- และ $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ ในดิน 15 ตัวอย่าง ที่สกัดโดยน้ำยาสกัด Mehlich 1 และวัดปริมาณโดยวิธีต่างๆ กับน้ำหนักแห้ง ข้าวโพดและการดูดกินไนโตรเจนของข้าวโพด	97
6.11 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ P ในดินที่สกัดโดยน้ำยาสกัดต่างๆ ที่มีค่าสหสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้ง และการดูดกิน P ของข้าวโพด	99
6.12 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ K ในดิน 15 ตัวอย่างที่สกัดโดยน้ำยา Mehlich 1 และวัดปริมาณโดย A.A. และอิเล็กโทรดกับน้ำหนักแห้งข้าวโพด และการดูดกินโพแทสเซียมของข้าวโพด	100
6.13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรต และฟอสฟอรัสที่สกัด โดย Mehlich 1 และวัดปริมาณด้วย spectrophotometer เปรียบเทียบกับการใช้สายตาวัดในดินกรดและด่างที่มีเนื้อดินต่างกัน	105
6.14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดโดย NH_4OAc และวัดปริมาณโดย A.A. เปรียบเทียบกับโพแทสเซียมที่สกัดโดย Mehlich 1 และวัดด้วยสายตาในดิน 200 ตัวอย่าง	105
6.15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรต และฟอสฟอรัสที่สกัดโดย Mehlich 1 และวัดปริมาณด้วย spectrophotometer เปรียบเทียบกับการใช้แผ่นสีมาตรฐานในดินกรด และดินด่างที่มีเนื้อดินต่างกัน	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6.16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดโดยใช้ NH_4OAc และวัดปริมาณ โดย A.A. เปรียบเทียบกับโพแทสเซียมที่สกัดโดย Mehlich 1 และวัดด้วยแผ่นสีมาตรฐานในดิน 285 ตัวอย่าง	109
6.17 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ K ในดินค่างที่มีเนื้อหยาบ โดยใช้ชุดตรวจสอบ N P K ในดินอย่างง่ายเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	111
7.1 ผลของค่าวิเคราะห์ระดับธาตุอาหาร N P K ของดินในแปลงทดสอบการใช้โปรแกรมคำแนะนำปุ๋ยเคมีและช่วงวันปลูกที่เหมาะสมกับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และพันธุ์สุวรรณ 3601 ในชุดดินต่างๆ	120
7.2 องค์ประกอบผลผลิต (Yield components) ข้าวโพด 2 พันธุ์ จากแปลงทดสอบปุ๋ยเคมีในชุดดินต่างๆ	121
7.3 ผลผลิตข้าวโพด 2 พันธุ์ที่ได้รับจากแปลงทดสอบปุ๋ยเคมี ในชุดดินต่างๆ รวม 11 แปลง เปรียบเทียบกับผลผลิตที่คาดคะเน	122
7.4 แสดงรายชื่อเกษตรกร ตำแหน่งแปลงและรายชื่อชุดดิน	123
7.5 เปรียบเทียบการตรวจสอบชุดดินระหว่างเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และผู้เชี่ยวชาญ	127
7.6 แสดงข้อมูลการปลูกและใส่ปุ๋ยแปลงทดสอบในจังหวัดเพชรบูรณ์	128
7.7 แสดงข้อมูลการปลูกและใส่ปุ๋ยแปลงทดสอบในจังหวัดนครสวรรค์	130
7.8 แสดงข้อมูลการปลูกและใส่ปุ๋ยแปลงทดสอบในจังหวัดลพบุรี	132
7.9 แสดงข้อมูลการปลูกและใส่ปุ๋ยแปลงทดสอบใน จังหวัดนครราชสีมา	134
7.10 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ N P K ตัวอย่างดินระหว่างเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรกับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	136
7.11 ผลผลิตจริงที่ได้จากแปลงทดสอบและผลผลิตคาดคะเนโดยระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจังหวัดเพชรบูรณ์	139
7.12 ผลผลิตจริงที่ได้จากแปลงทดสอบและผลผลิตคาดคะเนโดยระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจังหวัดนครสวรรค์	140

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
7.13 ผลผลิตจริงที่ได้จากแปลงทดสอบและผลผลิตคาดคะเนโดยระบบ คำแนะนำการใช้ปุ๋ยจังหวัดลพบุรี	141
7.14 ผลผลิตจริงที่ได้จากแปลงทดสอบและผลผลิตคาดคะเนโดยระบบ คำแนะนำการใช้ปุ๋ยจังหวัดนครราชสีมา	143
7.15 แสดง Agreement Index ของผลผลิตข้าวโพด 2 พันธุ์ ระหว่าง Predicted และ Observed values จากแปลงทดสอบปุ๋ยเคมีในชุดดินต่างๆ รวม 11 แปลง	145
7.16 แสดงค่า AI ของแต่ละแปลงทดสอบ	146
7.16 แสดง Agreement Index ของแปลงทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ย	149
8.1 คำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกบนดินชุดต่าง ๆ ในจังหวัดเพชรบูรณ์	152
8.2 คำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 ที่ปลูกบนดินชุดต่าง ๆ ในจังหวัดเพชรบูรณ์	154
8.3 คำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกบนดินชุดต่าง ๆ ในจังหวัดลพบุรี	156
8.4 คำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 ที่ปลูกบนดินชุดต่าง ๆ ในจังหวัดลพบุรี	158
8.5 คำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกบนดินชุดต่าง ๆ ในจังหวัดนครราชสีมา	160
8.6 คำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 ที่ปลูกบนดินชุดต่าง ๆ ในจังหวัดนครราชสีมา	164
8.7 คำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกบนดินชุดต่าง ๆ ในจังหวัดนครสวรรค์	168
8.8 คำแนะนำปุ๋ย N P K สำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 ที่ปลูกบนดินชุดต่าง ๆ ในจังหวัดนครสวรรค์	171

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนที่แสดงบริเวณพื้นที่ศึกษา	4
3.1 ผังกระบวนการทำงานในระบบจำลองของแบบจำลองการปลูกพืช	15
3.2 ผังแสดงการทำงานของ DSSAT V3	16
5.1 หน่วยของชุดดินที่แสดงบนแผนที่ดิน	59
5.2 รายงานการสำรวจดินจังหวัดต่างๆ	60
5.3 แสดงแผนที่ดินและการหาตำแหน่งโดย GPS	64
5.4 การเจาะดินด้วยสว่านเจาะดิน	65
5.5 การตรวจสอบสีดินโดยใช้คู่มือการตรวจสอบชุดดิน	65
5.6 การตรวจสอบลักษณะเนื้อดิน	65
5.7 การตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างของดิน	65
5.8 คู่มือการตรวจสอบชุดดินสำหรับดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด	66
5.9 แผนภาพแสดงการจัดหมวดหมู่ของชุดดิน	69
6.1 การทดลองปลูกข้าวโพดในกระถางบนชุดดินต่างๆ	75
6.2 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่สกัดได้ โดยใช้น้ำยาสกัด Mehlich 1 กับปริมาณการดูดกินไนโตรเจนของข้าวโพด	86
6.3 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ โดยใช้น้ำยาสกัด Mehlich 1 กับปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสของข้าวโพด	86
6.4 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ โดยใช้น้ำยาสกัด Mehlich 1 กับปริมาณการดูดกินโพแทสเซียมของข้าวโพด	87
6.5 ชุดตรวจสอบ N P K ในดิน	113
7.1 แสดงขนาดและรูปแบบแปลงทดสอบ	137
7.2 แสดงพื้นที่เก็บเกี่ยวในแปลงทดสอบ	138

บทที่ 1

คำนำ

ข้าวโพด (*Zea mays*, L.) เป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ มีการขยายพื้นที่ปลูกกันอย่างกว้างขวางในอดีตที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันการขยายพื้นที่มีขีดจำกัดทำให้การผลิตเริ่มคงที่และมีปริมาณไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ ซึ่งตรงกันข้ามกับความต้องการใช้ในประเทศที่เพิ่มมากขึ้น การใช้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดให้สูงขึ้น คำแนะนำการใช้ปุ๋ยโดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินจะได้ผลและมีประสิทธิภาพเมื่อนำปัจจัยอื่นได้แก่ สภาพดิน สภาพภูมิอากาศ และพันธุ์พืชที่แตกต่างกันมาพิจารณาร่วมกัน อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อให้ได้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย N P K สำหรับการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และสุวรรณ 3601 บนดิน 38 ชุดดินใน 4 จังหวัดคือ นครสวรรค์ ลพบุรี เพชรบูรณ์ และนครราชสีมา ซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศ โดยการใช้ชุดตรวจสอบปริมาณ N P K ในดิน ที่สามารถปฏิบัติได้ง่าย รวดเร็ว และสะดวก วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N P K ในดินก่อนทำการปลูกข้าวโพด โครงการวิจัยนี้ได้นำเอาเทคโนโลยีแบบจำลองการปลูกพืชมาให้คำแนะนำปุ๋ยในโตรเจนและคาตะเนผลผลิตข้าวโพด โดยสร้างฐานข้อมูลดิน (ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน, pH, เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยด่าง ความหนาแน่นรวม การซาบซึมน้ำของดิน ฯลฯ ในระยะความลึกต่างๆ ของชั้นดิน ตั้งแต่ชั้นดินบนจนถึงชั้นดินล่าง) ฐานข้อมูลภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ พลังงานแสงแดด ฯลฯ) และข้อมูลพันธุกรรม (การสะสมพลังงานความร้อนในการเจริญเติบโต อัตราการสะสมอาหารในเมล็ดต่อวัน จำนวนเมล็ดสูงสุดต่อต้น การเกิดใบแต่ละใบ ฯลฯ) มาใช้ในการคาดคะเนผลผลิต

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้คือ คำแนะนำปุ๋ยในโตรเจนที่เหมาะสม ผลผลิตที่คาดคะเนของข้าวโพดที่ปลูกในแต่ละชุดดินของแต่ละจังหวัดที่ศึกษา โดยคาดว่าจะได้รับผลตอบแทนสูงสุด ส่วนคำแนะนำปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมนั้นได้จากการคำนวณของสมการ Mitscherlich-Bray ดังนั้นระบบคำแนะนำปุ๋ยเคมี N P K สำหรับปลูกข้าวโพดประกอบด้วย การตรวจสอบชุดดิน การตรวจสอบปริมาณธาตุอาหาร N P K โดยใช้ชุดตรวจสอบ N P K ในดิน เมื่อทราบข้อมูลทั้ง 2 ส่วนแล้วสามารถใช้คำแนะนำปุ๋ยเคมีที่ได้รวบรวมไว้สำหรับแต่ละชุดดินที่มีระดับธาตุอาหาร N P K ในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด

ได้ทดสอบระบบคำแนะนำปุ๋ย N P K ที่ได้พัฒนาขึ้นมา โดยทำการปลูกข้าวโพดในพื้นที่ของเกษตรกรซึ่งดำเนินการโดยนักส่งเสริมการเกษตร และนักวิจัยจากกรมวิชาการเกษตร วิเคราะห์

ความใกล้เคียงระหว่างผลผลิตที่ได้จากการคาดคะเนกับผลผลิตที่ได้จากแปลงทดสอบ ซึ่งกำหนดให้ค่าที่ใกล้ 1 เป็นค่าที่แสดงถึงความใกล้เคียงระหว่างการคาดคะเนกับแปลงทดสอบด้วยค่าการยอมรับ (Agreement Index, Willmott 1981) และพบว่าแปลงทดสอบที่ดำเนินการโดยนักวิชาการมีค่าการยอมรับ (Agreement Index, Willmott 1981) เท่ากับ 0.62 สำหรับพันธุ์สุวรรณ 5 และเท่ากับ 0.86 สำหรับพันธุ์สุวรรณ 3601 ส่วนแปลงทดสอบที่ดำเนินการโดยนักส่งเสริมการเกษตรพบว่ามีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากความผิดพลาดในการอ่านปริมาณ N P K จากชุดตรวจสอบดิน (Test kit) รวมทั้งความผิดพลาดในการจัดการแปลงทดสอบ ทำให้ค่าการยอมรับ (Agreement Index, Willmott 1981) ที่ต่ำกว่า 0.70 มี 24.5-26.3 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดสอบจำนวน 57 แปลง

ผลลัพธ์ของโครงการวิจัยนี้ประกอบด้วยคู่มือคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพดที่เหมาะสมสำหรับแต่ละชุดดินที่จะทำการเพาะปลูกข้าวโพด คู่มือตรวจสอบชุดดินที่จัดทำเป็นรูปเล่มเคลือบด้วยพลาสติกเพื่อสะดวกในการปฏิบัติงานสนาม ชุดวิเคราะห์ดินอย่างง่าย (Soil test kit)

คณะผู้วิจัยหวังอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2

แหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศไทยที่ทำการศึกษา

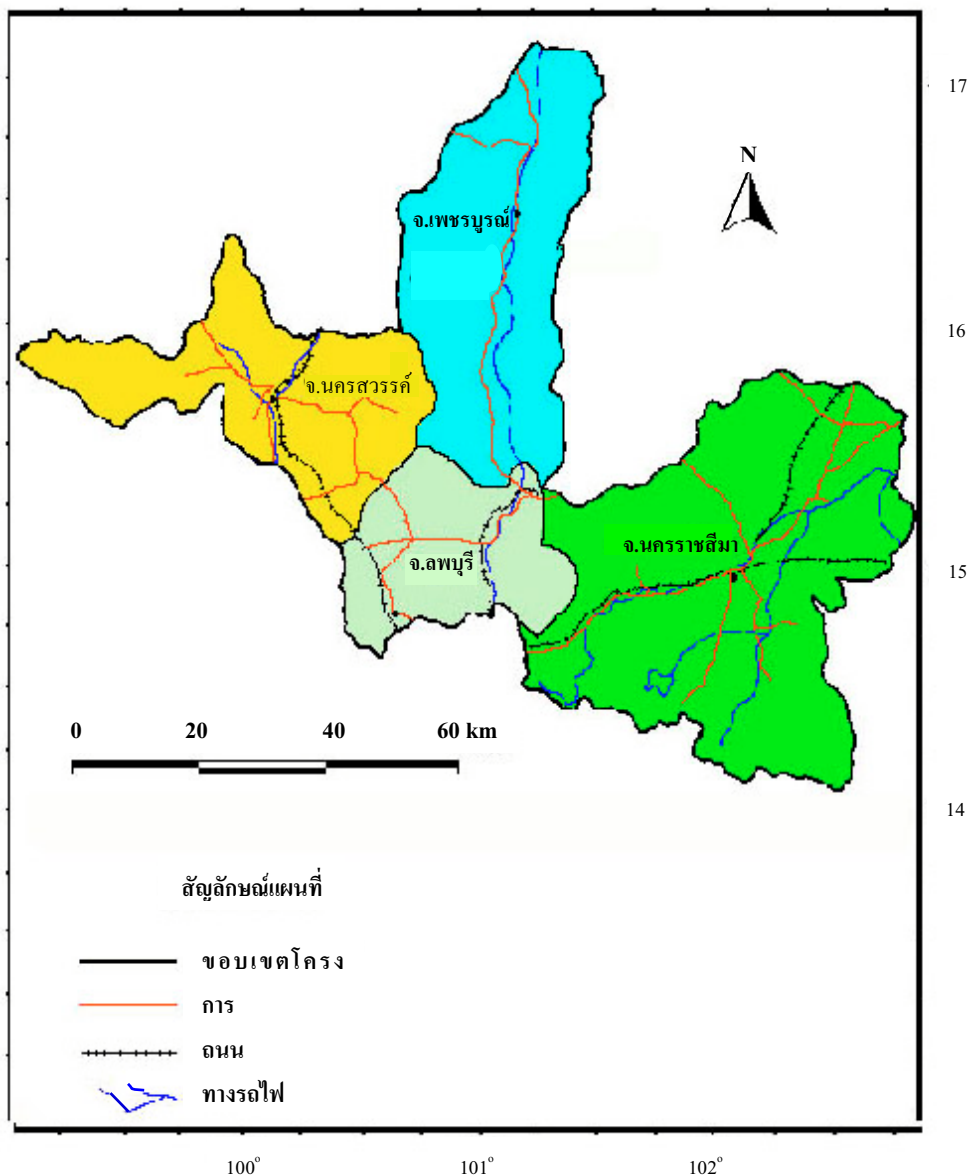
2.1 คำนำ

พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่จังหวัด ลพบุรี นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และนครราชสีมา ตั้งอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ 14° ถึง 17° N และเส้นรุ้งที่ 99° ถึง 103° E (ภาพที่ 2.1) จากรายงานการสำรวจและจำแนกดิน บริเวณนี้มีพื้นที่ทั้งหมด 5,815,704 ไร่

สภาพภูมิประเทศโดยรวมประกอบด้วยพื้นที่ที่มีสภาพค่อนข้างราบเรียบและเป็นลูกคลื่นลอนลาดจนถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ มีแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำแม่ปิง แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน ไหลผ่านทางตอนบนของพื้นที่บริเวณจังหวัดนครสวรรค์ แม่น้ำลพบุรี และแม่น้ำป่าสัก ไหลผ่านบริเวณจังหวัดเพชรบูรณ์และลพบุรี แม่น้ำมูล ลำเชียงไกร ลำทองหลวง ห้วยสามขา เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติในบริเวณจังหวัดนครราชสีมา นอกจากนี้ยังมีอ่างเก็บน้ำต่างๆ ที่สร้างขึ้นสำหรับกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตร ได้แก่ อ่างเก็บน้ำลำตะคอง อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เป็นต้น

ลักษณะทางธรณีวิทยา จากแผนที่ธรณีวิทยาของประเทศไทยพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินชั้นและหินแปรที่เกิดจากการทับถมของตะกอน ที่แม่น้ำลำธารเป็นตัวพัดพาма ซึ่งเกิดในยุคควอเตอร์นารี ได้แก่หินทราย หินดินดาน และหินทรายแป้ง นอกจากนี้ยังพบหินที่เกิดในยุคคาร์บอนิเฟอรัส และยุคเพอร์เมียน ได้แก่หินปูนสีเทาอ่อนและหินโคลน ส่วนหินอัคนีที่เกิดในยุคเทอร์เชียรี ที่พบได้แก่หินบะซอลท์ หินแอนดิไซท์ หินไรโอไรท์ หินควอตซ์ไดโอไรท์ และหินทัฟฟ์ เป็นต้น วัตถุต้นกำเนิดที่พบมีทั้งที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ หินดินดาน หินปูน หินฟิลไรท์ หินควอตซ์ หินซิลิโตน หินทราย หินชนวน มาร์ล หินไรโอไรท์ และหินแอนดิไซท์ เป็นต้น

ลักษณะภูมิอากาศ จากการจำแนกภูมิอากาศของ Koppen จัดอยู่ในประเภทภูมิอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู (Tropical Savannah Climate “Aw”) ซึ่งหมายความว่าลักษณะภูมิอากาศแบบนี้จะมีอุณหภูมิสูงตลอดปีและมีฤดูแล้งที่เด่นชัด โดยกำหนดว่าเดือนที่หนาวที่สุดจะต้องมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 18 องศาเซลเซียส และในเดือนที่แล้งที่สุดจะมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 60.9 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดใน 4 จังหวัดในท้องถิ่นปลูกข้าวโพดอยู่ระหว่าง 38-42 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ระหว่าง 8.5-17.5 องศาเซลเซียส ในช่วงปี 2539-2541 และมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอด 3 ปี อยู่ระหว่าง 26.5-29.1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่มีปัญหาต่อการปลูกข้าวโพด



ภาพที่ 2.1 แผนที่แสดงบริเวณพื้นที่ศึกษา

2.2 การพัฒนาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย

ปัจจุบันมีการพัฒนาระบบการปลูกข้าวโพดทั้งวิธีการปลูก ระยะปลูกที่เหมาะสม การกำหนด ฤดูปลูกตามท้องถิ่นต่างๆ การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดให้ได้ผลผลิตสูงสุด และด้านทานต่อศัตรูข้าวโพด ทั้งโรคและแมลงศัตรูข้าวโพด จากข้อมูลย้อนหลังถึงฤดูเพาะปลูก 2531 มีพื้นที่ปลูก 11.4 ล้านไร่ แต่ต่อมาในปี พ.ศ. 2534-2540 ปรากฏว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดลดลงเหลือ 8.7 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2540 ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระบบการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศจากภาคการเกษตรไปเป็นภาคอุตสาหกรรม จึงทำให้ผลผลิตรวมลดลงจาก 4.6 ล้านตันลงมาเหลือ 3.8 ล้านตัน อย่างไรก็ตาม แม้ว่า

ผลผลิตรวมและพื้นที่ปลูกจะลดลง แต่ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 419 กก./ไร่ ในปี พ.ศ. 2531 เป็น 512 กก./ไร่ ในปี พ.ศ. 2540 (ตารางที่ 2.2) เนื่องจากผลของการใช้พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่ได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมทางเดียว (Single cross hybrid) ของบริษัทเอกชนทั้งหลาย และการใช้ปุ๋ยเคมีในการช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดให้กับเกษตรกรที่ปลูกในภาคต่างๆ

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลสถิติการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาคต่างๆ ของประเทศไทยปี 2540/41

ภาค	พื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)
ตะวันออกเฉียงเหนือ	2,478,795	2,229,252	1,045,957	469
เหนือ	4,069,533	3,564,286	1,839,981	516
กลาง	2,167,401	1,684,834	941,764	559
ใต้	12,880	9,474	3,945	416
รวมทั้งประเทศ	8,728,609	7,487,846	3,831,647	512

แหล่งที่มา : เอกสารสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2540/41

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ตารางที่ 2.2 การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย ปี 2531-2541

ปีเพาะปลูก	พื้นที่ปลูก (1,000 ไร่)	พื้นที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่)	ผลผลิต (1,000 ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	ราคาขาย บาท/กก.	มูลค่า (ล้านบาท)
2531/32	11,471	11,163	4,675	419	2.62	12,248
2534/35	9,219	8,741	3,793	434	2.75	10,430
2537/38	8,829	8,446	3,965	470	2.92	11,577
2540/41	8,729	7,488	3,832	512	4.40	16,860

แหล่งที่มา : เอกสารสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2540/41

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2.3 สถานภาพการพัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ทำการศึกษา

แหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศไทยที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากที่สุดในประเทศคือ จังหวัดลพบุรี นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และนครราชสีมา มีพื้นที่ปลูกประมาณ 3.62 ล้านไร่ในปี 2537/38 และ 3.58 ล้านไร่ในปี 2540/41 แต่พื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละจังหวัดลดลง เนื่องจากสภาพภูมิอากาศแล้งซึ่งมีผลกระทบต่อการผลิตข้าวโพดในแต่ละปี พื้นที่เก็บเกี่ยวมีประมาณ 3.5 ล้านไร่ในปี 2537/38

และประมาณ 3.0 ล้านไร่ในปี 2540/41 โดยให้ผลผลิตรวมประมาณ 1.6 ล้านตัน ในปี 2537 และ 2540 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่จังหวัดที่ศึกษาในโครงการ

จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)		พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่)		ผลผลิต (ตัน)		ผลผลิตเฉลี่ย (กก.)	
	2537/38	2540/41	2537/38	2540/41	2537/38	2540/41	2537/38	2540/41
ลพบุรี	819,789	681,460	800,025	505,098	382,271	296,203	478	586
นครสวรรค์	594,441	617,326	570,262	494,408	255,277	267,614	448	541
เพชรบูรณ์	1,177,653	1,216,404	1,160,106	1,070,624	589,774	598,292	508	559
นครราชสีมา	1,033,184	1,072,363	958,916	915,545	361,528	411,966	377	450
	3,625,069	3,587,553	3,489,309	2,985,675	1,588,850	1,574,075	453	534

แหล่งที่มา : เอกสารสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2540/41

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2.4 ทรัพยากรดิน

ดินในบริเวณแหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศกำเนิดมาจากการผุพังของหินต้นกำเนิดต่างๆ และเกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำที่ถูกพัดพามาโดยกระแสน้ำ ดินที่กำเนิดมาจากทั้ง 2 แหล่งนี้ พบปะปนบนสภาพพื้นที่ต่างๆ เช่น พื้นที่ลานตะพักน้ำระดับสูง (High terrace) ซึ่งเป็นลานตะพักน้ำที่มีอายุมากที่สุด มีการกัดกร่อนโดยน้ำจนทำให้มีสภาพภูมิประเทศเป็นแบบลูกคลื่นลอนลาด พื้นที่แบบนี้จะอยู่สูงและไกลจากแม่น้ำ ตะกอนที่ทับถมกันส่วนใหญ่จะมีเนื้อหยาบหรือปานกลางและบางแหล่งจะพบมีศิลาแลงอยู่ด้วย ศิลาแลงมีขนาดเป็นก้อนเล็กๆ ตั้งแต่ขนาดก้อนกรวดจนถึงมีขนาดเป็นก้อนใหญ่ๆ ดินที่พบบนลานตะพักน้ำเหล่านี้ได้แก่ชุดดินโคราช ชุดดินสติก ชุดดินโพนพิสัย ชุดดินยางตลาด ชุดดินสันป่าตอง ชุดดินน้ำพอง และชุดดินวาริน เป็นต้น ดินที่พบบนสภาพพื้นที่ที่เป็นเนินตะกอนรูปพัดติดต่อกัน (Coalescing fans) ที่เกิดจากกิจกรรมของลำห้วย ลำธารต่างๆ พัดพาเอาตะกอนลำน้ำมาทับถมกันในบริเวณปากทางหุบเขาต่างๆ จนทำให้เกิดพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายรูปพัดหลายๆ อันที่มาต่อเรียงกัน กระบวนการทับถมเกิดจากการพัดพาโดยลำน้ำ รวมทั้งการชะล้างโดยน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ พื้นที่แบบเนินตะกอนรูปพัดจะพบบริเวณกว้าง มีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแบบลูกคลื่นลอนลาด ตะกอนที่มาทับถมกันมีหลายขนาดรวมทั้งก้อนกรวดและก้อนหิน แต่ส่วนใหญ่จะมีเนื้อหยาบปานกลางหรือหยาบ ตะกอนเหล่านี้เกิดจากการสลายตัวของหินต่างๆ ในบริเวณนี้ ชุดดินที่พบได้แก่ชุดดินดงยางเอน เป็นต้น ดินที่พบบนลานตะพักปูนมาร์ล (Marl terrace) พื้นที่ที่มีลักษณะ

เป็นลูกกลิ้งลอนลาดหรือราบเรียบมีความลาดเทจากเชิงเขาสูงสู่ที่ราบลุ่ม หินที่พบในบริเวณนี้เป็นพวกหินปูน เมื่อสลายตัวจึงทำให้เกิดการทับถมของปูนมาร์ล (Lime concretion) อยู่เป็นชั้นหนาๆ ในบางแห่งพบว่ามีความหนามากกว่า 10 เมตร ดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินปูนหรือปูนมาร์ล ได้แก่ ชุดดินลพบุรี ชุดดินตากลี ชุดดินชัยบาดาล ชุดดินสมอทอด และชุดดินลำนารายณ์ เป็นต้น

2.5 ชุดดินที่ปลูกข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีบนดินที่มีการระบายน้ำดี พื้นที่ไม่มีสภาพน้ำขังและน้ำท่วมในฤดูเพาะปลูก พื้นที่ส่วนใหญ่ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดได้แก่ บริเวณที่ดอน มีสภาพพื้นที่เป็นสภาพลูกกลิ้งลอนลาดถึงลาดชันไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ การกำหนดแหล่งปลูกข้าวโพดทั้ง 4 จังหวัดที่ทำการศึกษาระทำโดยการซ้อนทับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่แสดงการใช้เพาะปลูกข้าวโพด แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินนี้ได้จากการสำรวจในสนามและผลจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศจากหน่วยงานสำรวจสภาพการใช้ที่ดิน กองวางแผนการใช้ที่ดิน กับแผนที่ดิน (พ.ศ. 2519, 2520, 2530) ของกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยใช้ระบบอนุกรมวิธานดิน เป็นต้นแบบในการจำแนกดินและแสดงขอบเขตของชนิดดินต่างๆ ไว้บนแผนที่ ในพื้นที่ศึกษามีชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด 38 ชุดดิน โดยมีพื้นที่รวมประมาณ 5,815,704 ไร่ (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.4 พื้นที่ของแต่ละชุดดินในบริเวณ 4 จังหวัด

ชื่อชุดดิน		ชื่อย่อชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)
ตากลี	Takhli	Tk	346,446
ลพบุรี	Lop Buri	Lb	215,240
วาริน	Warin	Wn	158,328
ชัยบาดาล	Chai Badan	Cd	154,995
สตึก	Satuk	Suk	119,251
สมอทอด	Samo Thod	Sat	114,315
สบปราบ	Sop Prap	So	113,848
ปากช่อง	Pak Chong	Pc	107,826
จัตุรัส	Chatturat	Ct	90,011
ลำนารายณ์	Lam Narai	Ln	69,450
ทับทิม	Thap Khwang	Tw	66,407
โชคชัย	Chok Chai	Ci	65,677

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) พื้นที่ของแต่ละชุดดินในบริเวณ 4 จังหวัด

ชื่อชุดดิน		ชื่อย่อชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)
เชียงคาน	Chiang Khan	Ch	62,629
โพนพิสัย	Phon Phisai	Pp	60,136
สูงเนิน	Sung Noen	Sn	57,809
มวกเหล็ก	Muak Lek	MI	54,524
ลำพญากลาง	Lam Phaya Klang	Lg	52,784
สกล	Sakon	Sk	45,185
บ้านกลาง	Ban Klang	Bag	44,766
สุรินทร์	Surin	Su	35,367
ไพศาลี	Phaisali	Phi	33,394
ท่าลี่	Tha Li	Tl	32,447
บ้านจ้อง	Ban Chong	Bg	27,573
วังไฮ	Wang Hai	Wi	27,042
ลาดหญ้า	Lat Ya	Ly	23,298
น้ำพอง	Nam Phong	Ng	19,673
บุรีรัมย์	Buri Ram	Br	17,659
โคราช	Korat	Kt	13,356
นาकु	Nakhu	Nu	10,921
โคกปรือ	Khok Pru	Kok	9,205
จันทึก	Chan Tuk	Cu	6,999
สันป่าตอง	San Pa Tong	Sp	6,678
สีคิ้ว	Si Khiu	Si	3,666
หินซ็อน	Hin Son	Hs	3,213
ลี่	Li	Li	1,719
ดงยางเอน	Dong Yang En	Don	448
ยางตลาด	Yang Talat	Yl	184
ยโสธร	Yasothon	Yt	149
พื้นที่รวม			5,815,704

แหล่งที่มา : กองสำรวจและจำแนกดิน (2533ก, ข, ค)

2.6 ลักษณะและคุณสมบัติของชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด

ชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดในแหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศไทยทั้ง 38 ชุดดิน ที่แจกกระจายตามจังหวัดต่างๆ ในบริเวณ 4 จังหวัดที่ทำการศึกษา จากแผนที่ดินพบว่านอกจากชุดดินทั้ง 38 ชุดดินแล้ว หน่วยแผนที่ชุดดินดินคล้าย (Soil variants) และหน่วยสัมพันธ์ (Soil associates) ของชุดดินยังใช้ปลูกข้าวโพดเช่นกัน ในการศึกษาและออกสำรวจดินและตรวจสอบชุดดินต่างๆ ได้ใช้แผนที่ดินมาตราส่วน 1:100,000 เป็นหลักในการตรวจสอบชุดดิน เพื่อกำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างดินและการจัดทำคำอธิบายหน้าตัดดิน และเพื่อการศึกษาชั้นละเอียดสำหรับการจัดทำฐานข้อมูลจำเพาะในการประมวลผลโดยแบบจำลองการปลูกพืช เนื่องจากระยะเวลาและข้อกำหนดบางอย่างทำให้การศึกษาข้อมูลดินอย่างละเอียดทำได้เฉพาะชุดดินหลักที่ใช้ปลูกข้าวโพด 10 ชุดดินเท่านั้น ได้แก่ชุดดิน Tk, Lb, Cd, Ln, Ct, Tw, Pc, Ci, Wn, Suk สำหรับคำอธิบายหน้าตัดดินและผลวิเคราะห์ชุดดินอีก 28 ชุดดิน ได้จากรายงานการสำรวจดิน

คำอธิบายหน้าตัดดินและผลวิเคราะห์ทั้ง 38 ชุดดิน แสดงถึงลักษณะและคุณสมบัติอย่างละเอียดของชุดดิน ข้อมูลละเอียดได้นำมาจัดทำฐานข้อมูลจำเพาะสำหรับการคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดโดยแบบจำลองการปลูกพืช คำอธิบายชุดดินโดยย่อทั้ง 38 ชุดดินมีดังนี้ (ตารางที่ 2.5)

ตารางที่ 2.5 ลักษณะและคำอธิบาย 38 ชุดดิน

ชื่อชุดดิน			คำอธิบาย
1 ป่านกลาง	Ban Klang	Bag	เป็นดินลิกปานกลาง มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว เนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ปลูกพืชไร่ได้ผลดีปานกลาง
2 บ่านจ้อง	Ban Chong	Bg	เป็นดินลิกหรือลิกมาก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วน หรือดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เหมาะสำหรับปลูกพืชไร่
3 บุรีรัมย์	Buri Ram	Br	เป็นดินลิก มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินเหนียวตลอด ในหน้าแล้งมีร่องระแหงลึกที่ผิวดิน ความอุดมสมบูรณ์สูง เหมาะสมในการปลูกพืชไร่
4 ชัยบาดาล	Chai Badan	Cd	เป็นดินลิกปานกลาง มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง หรือเป็นดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่

ตารางที่ 2.5 (ต่อ) ลักษณะและคำอธิบาย 38 ชุมชน

ชื่อชุมชน			คำอธิบาย
5 เชียงคาน	Chiang Khan	Ch	เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนกรวด ถึงดินร่วนเหนียวปนกรวด มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เหมาะสมปานกลางในการปลูกพืชไร่
6 โชคชัย	Chok Chai	Ci	เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เหมาะสมดีในการปลูกพืชไร่และไม้ผล
7 จัตุรัส	Chatturat	Ct	เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ใช้ในการปลูกพืชไร่
8 จันทิก	Chan Tuk	Cu	เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เหมาะสมน้อยในการปลูกพืชไร่
9 ดงยางเอน	Dong Yang En	Don	เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เหมาะที่จะใช้สำหรับปลูกพืชไร่
10 หินซอน	Hin Son	Hs	เป็นดินตื้น การระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงค่อนข้างสูง ใช้ปลูกพืชไร่
11 โลกปรือ	Khok Pru	Kok	เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนกรวด ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ไม่ค่อยเหมาะในการปลูกพืชไร่
12 โคราช	Korat	Kt	เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ใช้สำหรับปลูกพืชไร่
13 ลพบุรี	Lop Buri	Lb	เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์สูง เหมาะสมในการปลูกพืชไร่
14 ลำพูนกลาง	Lam Phaya Klang	Lg	เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินเหนียว ดินล่างเป็นดินเหนียวที่มีเม็ดปูน หรือก้อนกรวดปะปน ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ใช้ปลูกพืชไร่
15 ลิ	Li	Li	เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนหรือดินร่วนเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกพืชไร่
16 ลำนารายณ์	Lam Narai	Ln	เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว หรือดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเหมาะสมดีในปลูกพืชไร่

ตารางที่ 2.5 (ต่อ) ลักษณะและคำอธิบาย 38 ชุดดิน

ชื่อชุดดิน			คำอธิบาย
17 ลาดหญ้า	Lat Ya	Ly	เป็นดินลิกปานกลาง มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วน ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ เหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่
18 มวกเหล็ก	Muak Lek	MI	เป็นดินตื้น การระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วน ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกพืชไร่
19 น้ำพอง	Nam Phong	Ng	เป็นดินลิกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างมาก เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วนหรือดินทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกพืชไร่
20 นาคู	Nakhu	Nu	เป็นดินลิก มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกพืชไร่
21 ปากช่อง	Pak Chong	Pc	เป็นดินลิกมาก การระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ใช้ในการปลูกพืชไร่
22 ไพศาลี	Phaisali	Phi	เป็นดินลิกปานกลาง มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ใช้ปลูกพืชไร่
23 โพนพิสัย	Phon Phisai	Pp	เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนกรวด ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกพืชไร่
24 สมอทอด	Samo Thod	Sat	เป็นดินลิก มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ใช้ปลูกพืชไร่
25 สีคิ้ว	Si Khiu	Si	เป็นดินลิก การระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินเหนียวปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เหมาะสำหรับปลูกพืชไร่
26 สกล	Sakon	Sk	เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกพืชไร่
27 สูงเนิน	Sung Noen	Sn	เป็นดินลิก การระบายน้ำดี เป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่

ตารางที่ 2.5 (ต่อ) ลักษณะและคำอธิบาย 38 ชุดดิน

ชื่อชุดดิน			คำอธิบาย
28 สบปราบ	Sop Prap	So	เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียวถึงดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ใช้ในการปลูกพืชไร่
29 สันป่าตอง	San Pa Tong	Sp	เป็นดินลึกมาก ดินมีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วน ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ใช้ในการปลูกพืชไร่
30 สุรินทร์	Surin	Su	เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนกรวด หรือดินร่วน ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ใช้ปลูกพืชไร่
31 สตึก	Satuk	Suk	เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ใช้ในการปลูกพืชไร่
32 ตาคลี	Takhli	Tk	เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง เหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่
33 ท่าลี่	Tha Li	Tl	เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว และอาจมีกรวดหรือหินปน ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่
34 ทับทวน	Thap Khwang	Tw	เป็นดินลึกมาก การระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่
35 วังไฮ	Wang Hai	Wi	เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่
36 วาริน	Warin	Wn	เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่
37 ยางตลาด	Yang Talat	Yl	เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างมาก เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ใช้ปลูกพืชไร่
38 ยโสธร	Yasothon	Yt	เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่

แหล่งที่มา : กองสำรวจและจำแนกดิน (2533ก, ข, ค)

บทที่ 3

การคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพด

3.1 คำนำ

ในอดีตการคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช กระทำโดยอาศัยการศึกษาจากแปลงทดลอง ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทำให้นักวิทยาศาสตร์ด้านการเกษตรประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้โดยการใช้โปรแกรมจำลองการปลูกพืช ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาแบบจำลองการปลูกพืชต่างๆ เพื่อการทำนาย การวางแผนการเพาะปลูกและอื่นๆ ในต่างประเทศ พืชเศรษฐกิจบางพืชมีแบบจำลองมากกว่า 1 แบบ ซึ่งแต่ละแบบจำลองมีทั้งจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกันไป แบบจำลองข้าวโพดที่มีการเผยแพร่และนิยมใช้กันมากได้แก่แบบจำลองที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยฮาวาย ร่วมกับมหาวิทยาลัยฟลอริดาและมหาวิทยาลัยมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา โครงการวิจัยการพัฒนาระบบคำแนะนำปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวโพดได้พิจารณาและเล็งเห็นประโยชน์ในการนำแบบจำลองมาใช้คาดคะเนอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่เหมาะสม สำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และพันธุ์สุวรรณ 3601 โดยใช้โปรแกรมจำลองการปลูกข้าวโพด (Maize model) ที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบสนับสนุนการตัดสินใจการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร (Decision Support System for Agrotechnology Transfer : DSSAT) สำหรับคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดที่ปลูกบนดิน 38 ชนิด ในแหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศไทย

3.2 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร (DSSAT) ระบบนี้ทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยหน่วยความจำอย่างน้อย 640 K มีหน่วยความจำชนิดแข็งมากกว่า 12 MB มีจอภาพชนิด VGA color และมีโปรแกรมควบคุมการทำงานชนิด DOS 3.3 หรือสูงกว่า ภายในระบบนี้ประกอบด้วยแบบจำลองการปลูกข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง ข้าวสาลี และอื่นๆ ประมาณ 10 แบบจำลอง นอกจากนั้นยังมีฟังก์ชันอื่นๆ ได้แก่การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ การคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช การจัดการฐานข้อมูลดิน พืช ภูมิอากาศ และอื่นๆ เป็นต้น ขั้นตอนในการดำเนินงานและข้อมูลที่ต้องใช้ในการทำงานของแบบจำลองการปลูกพืชมีดังนี้

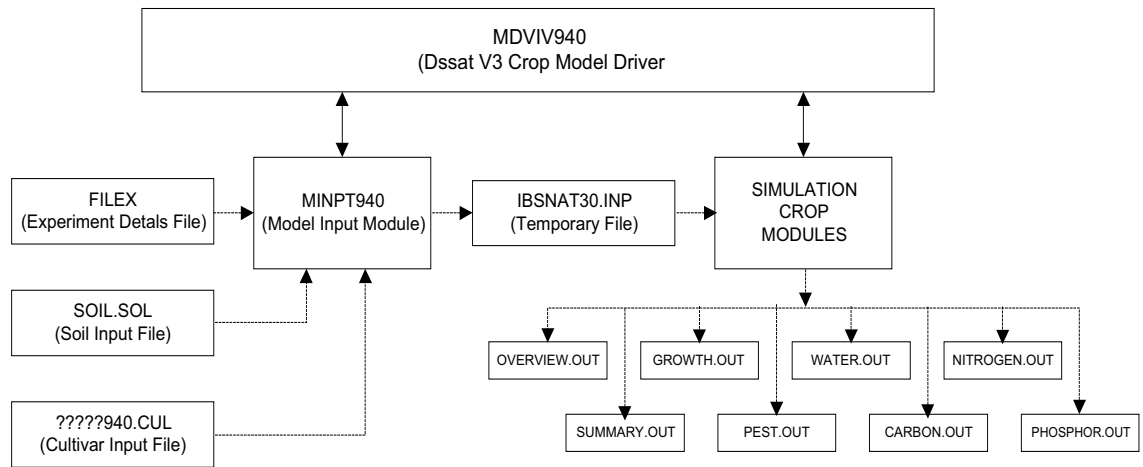
3.2.1 ข้อมูลพื้นฐานในการทำงานของแบบจำลองการปลูกพืช (Minimum data sets for model operation)

ข้อมูลที่จำเป็นในการทำงานของแบบจำลองการปลูกพืชประกอบด้วยข้อมูลดินและข้อมูลสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่อยู่เหนือพื้นดิน ข้อมูลสภาพแวดล้อมต่างๆ ตั้งแต่ลักษณะทางพันธุกรรมพืช ตลอดจนการจัดการดินและพืชต่างๆ มีความสำคัญและจำเป็นในการทำงานของแบบจำลอง แต่ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสมดุลซึ่งกันและกัน ดังนั้นระบบสนับสนุนการตัดสินใจการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตรจึงพัฒนาชุดข้อมูลเฉพาะ (Minimum data set) สำหรับการทำงานของแบบจำลองฯซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ข้อมูลสภาพพื้นที่ ประกอบด้วย ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ความสูง อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี ความลาดชัน มุมรับแสงแดด ตำแหน่งที่อับแสง การระบายน้ำ ปริมาณกรวดที่ปะปนกับดิน เป็นต้น
- ข้อมูลภูมิอากาศ ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความเข้มของพลังงานแสงแดดในแต่ละวัน
- ข้อมูลดิน ประกอบด้วย ชื่อชุดดิน ชื่อดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน ข้อมูลพื้นฐานแต่ละชั้นดิน ได้แก่ความหนาแน่นรวมของดิน การอิ่มตัวด้วยน้ำ ระดับการระบายน้ำสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณธาตุอาหาร N P K ในดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน เป็นต้น
- ข้อมูลสภาพการใช้ที่ดินในอดีต ประกอบด้วยข้อมูลพืชที่ปลูกในฤดูที่ผ่านมา ปริมาณรากพืช การไถกลบเศษเหลือของพืช ปริมาณน้ำ ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรดของดินในแต่ละชั้นดิน
- ข้อมูลการจัดการการเพาะปลูก ประกอบด้วยข้อมูลชนิดและชื่อพันธุ์ วันปลูก ระยะปลูก ความลึก และวิธีเพาะปลูก วิธีการและปริมาณการให้น้ำ การให้ปุ๋ยเคมี การเตรียมดิน การจัดการสิ่งแวดล้อมและตารางการเก็บเกี่ยว เป็นต้น

3.2.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร (DSSAT)

การทำงานของระบบ DSSAT จะต้องมีการสร้างข้อมูลพื้นฐานดังได้กล่าวมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะต้องสร้างไฟล์งานทดลอง (FILEX) ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลจากแปลงทดลองและข้อมูลการจัดการการเพาะปลูก ข้อมูลส่วนนี้จะถูกเรียกมาทำการประมวลผลโดยแบบจำลองการปลูกพืชเพื่อจำลองการเจริญเติบโต และผลผลิตตามสภาวะที่กำหนดในแฟ้มงานทดลอง (ภาพที่ 3.1)

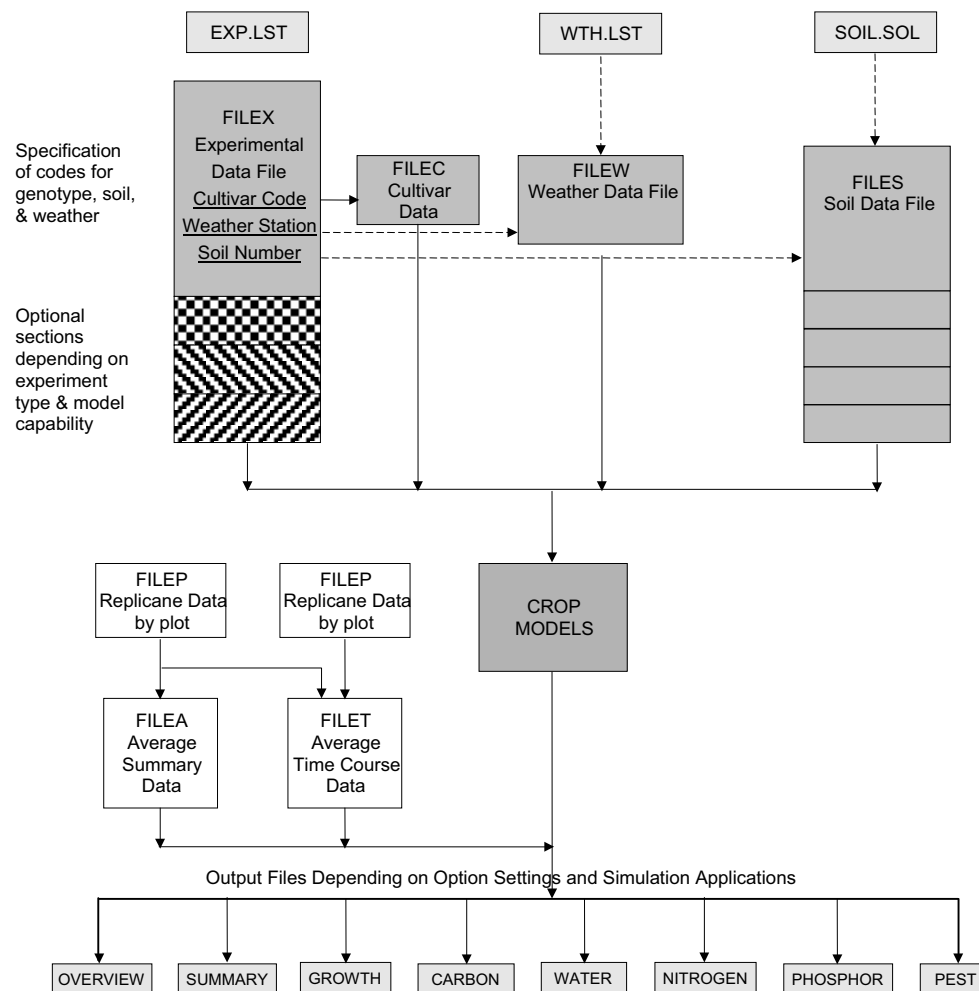


ภาพที่ 3.1 ฟังก์ชันการทำงานในระบบจำลองของแบบจำลองการปลูกพืช

ที่มา : Tsuji et al, (1994)

- ข้อมูลดินจะถูกเรียกมาทำการประมวลผลโดยข้อมูลดินจะถูกคัดเลือกตามหมายเลขประจำหน้าตัดดินที่กำหนดในแฟ้มงานทดลอง
- ข้อมูลภูมิอากาศซึ่งถูกกำหนดเป็นแฟ้มรายปีตามกฎเกณฑ์การตั้งชื่อ (Name year convention) รหัสอักษรตัวที่ 1 และ 2 เป็นรหัสสถาบัน อักษรตัวที่ 3 และ 4 เป็นรหัสสถานี อักษรตัวที่ 5 และ 6 เป็น 2 หลักสุดท้ายของปี คศ. อักษรตัวที่ 7 และ 8 เป็นลำดับการทดลองตามด้วยนามสกุล โดยข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงจะจัดเก็บใน .WTH ส่วนข้อมูลที่ได้จากการจำลองจัดเก็บในสกุล .WTG ข้อมูลภูมิอากาศมีลักษณะเป็นข้อมูลรายวันในรูปแบบที่ระบบ DSSAT เรียกใช้ได้ โดยอาจได้จากการสร้างจากข้อมูลรายวันจำนวน 5 ปีขึ้นไปหรือข้อมูลจริงที่ได้จากการตรวจวัดโดยการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดกึ่งอัตโนมัติ (Data logger)
- ข้อมูลประจำสายพันธุ์พืชซึ่งถูกเรียกใช้โดยส่วนป้อนข้อมูลของแฟ้มข้อมูลพืช (mzcer940.cul) ในแฟ้มข้อมูลพืชจะบรรจุค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมประจำสายพันธุ์พืช พันธุ์พืชที่กำหนดในแฟ้มงานทดลองจะได้รับการเลือกมาทำการจำลอง
- แฟ้มข้อมูลแสดงผลจะถูกสร้างขึ้นหลังจากทำการจำลองระบบโดยแฟ้มแสดงผล (Output file) จะถูกกำหนดในส่วนควบคุมการจำลอง (Simulation control) ของแฟ้มงานทดลองเช่น overview.out , summary.out, growth.out, carbon.out, water.out , nitrogen.out เป็นต้น ซึ่งสามารถกำหนดให้มีการแสดงผลการจำลองหรือไม่ก็ได้ด้วย Y or N ในขณะที่แฟ้มข้อมูลผลการทดลองจากการตรวจวัดจะเก็บไว้ในแฟ้มชื่อเดียวกับแฟ้มงานทดลอง แตกต่างเพียงนามสกุล (Extension)

เช่น *.mza, แสดงผลการตรวจวัดจากแปลงทดลองเป็นรายคำรับการทดลองหรือทรีตเมนต์ ส่วน *.mzt แสดงผลการตรวจวัดจากแปลงทดลองเป็นรายวัน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลอง (ภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 ฟังแสดงการทำงานของ DSSAT V3

แหล่งที่มา : Tsuji et al, (1994)

3.3 การคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และพันธุ์สุวรรณ 3601

3.3.1 การสร้างค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมข้าวโพด

ทำการทดลองโดยปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และพันธุ์สุวรรณ 3601 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวโพดที่ได้จากการทดลองปรับปรุงพันธุ์แบบผสมเปิดและผสมทางเดียวตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้จัดทำแปลงบริเวณสถานีวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหิยะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ แปลงทดลองสถานีพัฒนาที่ดินขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น และ

แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี กรมวิชาการเกษตร อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี (ตารางที่ 3.1) มีการติดตั้งเครื่องตรวจสอบสภาพอากาศเกษตรในรัศมี 1 กิโลเมตรจากแปลงทดลอง เป็นเครื่องมือตรวจสอบสภาพแบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถจัดเก็บข้อมูลเป็นราย 10 นาที จัดเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศ สูง-ต่ำ และปริมาณน้ำฝนรวม ทำการดูแลรักษาข้าวโพดอย่างเหมาะสม ให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอ พร้อมการใช้ปุ๋ยเคมี และการพันสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ตารางที่ 3.1 พิกัดที่ตั้งและชื่อชุดดินของแปลงทดลองข้าวโพด โครงการ การพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพด

หน่วยงาน	จุดที่ทำแปลงทดลอง	ชื่อชุดดิน	วันปลูก	วันเก็บเกี่ยว
ศูนย์วิจัยพืชไร่ สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	14 °18'N 99 °52'E 593213 1581374 UTM	กำแพงแสน (Ks)	19 พ.ค. 40 และ 9 มิ.ย. 40	31 ส.ค. 40 และ 19 ก.ย. 40
แปลงทดลองสถานี พัฒนาที่ดิน จ.ขอนแก่น	16 °28'N 102 °48'E 265940 1821986 UTM	วาริน (Wn)	20 มิ.ย. 40 และ 9 ก.ค. 40	30 ก.ย. 40 และ 19 ต.ค. 40
สถานีวิจัยและฝึก อบรมแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่	18 °45'N 98 °55'E 492508 2074117 UTM	สติก (Suk)	22 พ.ค. 40 และ 7 มิ.ย. 40	3 ก.ย. 40 และ 19 ก.ย. 40

พันธุ์ข้าวโพดสองพันธุ์ในการทดสอบนี้คือพันธุ์สุวรรณ 5 และสุวรรณ 3601 เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่ได้จากกระบวนการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมเปิดและลูกผสมทางเดียวตามลำดับ

การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพด คือเมื่อถึงระยะพัฒนาการใบที่ 6 ระยะ R1 (50 เปอร์เซ็นต์ของต้นข้าวโพดเริ่มมีไหมโผล่จากฝัก) และ R6 (50 เปอร์เซ็นต์ของต้นข้าวโพดอยู่ในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา สังเกตพบสีน้ำตาลหรือดำบริเวณฐานเมล็ดและเมล็ดมีลักษณะแก่แข็ง) ในแต่ละครั้งเก็บตัวอย่างข้าวโพดจากแปลงย่อยที่ได้กำหนดไว้แล้วจำนวน 8 ต้น นำเข้าห้องปฏิบัติการ แยกส่วนข้าวโพดออกเป็น ลำต้น ใบ กาบใบ ชังข้าวโพด และเมล็ด ทำการอบแห้งส่วนต่างๆ และชั่งน้ำหนัก และนำเข้าข้อมูลตามระบบ DSSAT 3.0 เพื่อดำเนินการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรม (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลการเจริญเติบโต พัฒนาการและผลผลิตของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และพันธุ์ สุวรรณ 3601 เพื่อจัดทำค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรม (Genetic coefficient)

ข้อมูลการเจริญเติบโต พัฒนาการและผลผลิตของข้าวโพด พันธุ์สุวรรณ 5												
Site		Fl-days	Mat-days	Grain-Wt. gm	Seed/ear	Seed/m ²	Biomass kg/ha	Top Wt. kg/ha	LAI m ² /m ²	Lf.No_	Yield kg/ha	Remarks
	PD1	57	103	0.37	344.08	2,295.00	20120	11630	3.98	24	8490.0	PD1= 22/May
Chiang Mai	PD2	54	103	0.42	319.94	2,150.00	22627	13598	3.76	24	9029.0	PD2= 07/June
	ave.	56	103	0.40	332.01	2,222.50	21374	12614	3.58	24	8760.0	
	PD1	50	110	0.32	446.00	3,120.00	18525	11128	5.44	22	7397.0	PD1= 19/May
Suphan Buri	PD2	51	107	0.32	493.00	3,210.00	19525	11077	5.46	22	8448.0	PD2= 09/June
	ave.	51	109	0.32	470.00	3,165.00	19025	11102	5.46	22	7922.0	
	PD1	52	102	0.27	421.40	2,217.70	14314	8260	4.44	21	6054.0	PD1= 20/June
Kon Kaen	PD2	55	100	0.24	383.70	2,019.30	10872	5896	3.78	21	4976.0	PD2= 09/July
	ave.	54	101	0.26	402.60	2,118.50	12593	7078	4.11	21	5515.0	
	Ave.	53.67	104.17	0.33	401.52	2,502.00	17664	10265	4.38	22	7399.0	
ข้อมูลการเจริญเติบโต พัฒนาการและผลผลิตของข้าวโพด พันธุ์สุวรรณ 3601												
Site		Fl-days	Mat-days	Grain-Wt. gm	Seed/ear	Seed/m ²	Biomass kg/ha	Top Wt. kg/ha	LAI m ² /m ²	Lf.No_	Yield kg/ha	Remarks
	PD1	56	103	0.38	433.63	2,757.89	19314	8835	3.73	21	10479.0	PD1= 22/May
Chiang Mai	PD2	53	103	0.38	398.46	2,534.21	20162	10532	3.83	22	9630.0	PD2= 07/June
	ave.	55	103	0.38	416.35	2,646.05	19738	9684	3.78	22	10055.0	
	PD1	53	114	0.322	559.00	3,020.00	18594	9529	4.67	20	9065.0	PD1= 19/May
Suphan Buri	PD2	53	107	0.317	572.00	3,034.00	18347	9572	5.21	20	8775.0	PD2= 09/June
	ave.	53	111	0.32	566.00	3,027.00	18471	9551	4.94	20	8920.0	
	PD1	52	102	0.288	421.90	2,222.30	13495	7298	3.75	21	6197.0	PD1= 20/May
Kon Kaen	PD2	55	101	0.265	482.70	2,540.40	13314	6459	4.10	21	6855.0	PD2= 09/July
	ave.	54	102	0.276	452.30	2,381.30	13404	6878	3.93	21	6526.0	
	Ave.	54	104.5	0.33	478.12	2,685.00	17204	8704	4.22	21	8500.0	

PD = Planting date , Fl-day = Flowering day , Mat-day = Maturity day.

3.3.2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมข้าวโพด

การคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ทำโดยใช้โปรแกรม GenCalc (Hunt and Pararajasingham, 1993) การคำนวณค่าดังกล่าวแยกแต่ละสถานี เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ของแต่ละสถานีแล้ว หาค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละสายพันธุ์ แล้วนำไปประกอบการใช้แบบจำลองในการคำนวณช่วงวันออกไหมที่ร้อยละ 75 ของวันสุกแก่ทางสรีรวิทยา จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักต่อเมล็ดข้าวโพด จำนวนฝักต่อพื้นที่และผลผลิตต่อพื้นที่ เปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างของผลการคำนวณของโปรแกรม (สัญลักษณ์ S ในสมการ) และการวัดจริง (สัญลักษณ์ O ในสมการ) โดยวิธีการทางสถิติสามวิธีการคือ ค่า Bias และ root mean square error (RMSE) ตามสมการ 1 และ 2 ตามลำดับ (Willmot, 1982) ค่า standardized bias (R) และ standardized mean square error (V) ตามสมการ 3 และ 4 ตามลำดับ (Graf et al, 1990) สัญลักษณ์ S (Simulated) หมายถึงค่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองข้าวโพด CERES-Maize 3.0 และสัญลักษณ์ O (Observed) หมายถึงค่าที่วัดได้จากแปลงทดลองข้าวโพดในสถานี และการทดสอบแบบ F-Test (Little and Hills, 1978)

$$\text{สมการที่ 1} \quad Bias = (1/n) \sum_{i=1}^N (Si - Oi) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{สมการที่ 2} \quad RMSE = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^N (Si - Oi)^2} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{สมการที่ 3} \quad R = \frac{\sum_{i=1}^N (Si - Oi)}{\sum_{i=1}^N Oi} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{สมการที่ 4} \quad V = \frac{\sum_{i=1}^N (Si - Oi)^2}{\sum_{i=1}^N Oi^2} \dots \dots \dots (4)$$

ข้อมูลพันธุกรรมประจำสายพันธุ์ข้าวโพดที่ใช้ในแบบจำลองข้าวโพด CERES-Maize ในระบบ DSSAT 3.0 (ตารางที่ 3.3) ประกอบด้วยข้อมูลแสดงสัมประสิทธิ์การพัฒนากา (Phenology Coefficients) และสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (Growth Coefficients)

ตารางที่ 3.3 สัมประสิทธิ์พันธุกรรมประจำพันธุ์ข้าวโพดที่ใช้ในแบบจำลองข้าวโพด CERES-Maize 3.0

รหัส	ความหมาย
	สัมประสิทธิ์กระบวนการพัฒนาการ (Phenology Coefficients)
P1	เป็นค่าความร้อนสะสมของพืช (growing degree day : GDD) ที่ระดับอุณหภูมิพื้นฐาน 8°C (GDD ₈) เป็นค่าที่กำหนดช่วงพัฒนาตั้งแต่ระยะเมล็ดงอกถึงระยะสิ้นสุดความเป็นหนุ่มสาว (End of Juvenile) จากการศึกษาที่มีแล้วพบว่าค่า P1 มีช่วงอยู่ระหว่าง 110-355 GDD.
P2	เป็นค่าแสดงความไวต่อช่วงแสงของพันธุ์ข้าวโพด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0-0.8
P5	เป็นค่าความร้อนสะสมของพืช (growing degree day : GDD) ที่ระดับอุณหภูมิพื้นฐาน 8°C (GDD ₈) เป็นค่าที่กำหนดช่วงพัฒนาตั้งแต่ระยะออกไหมถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological Maturity) จากการศึกษาที่มีแล้วพบว่าค่า P5 มีช่วงอยู่ระหว่าง 685-900 GDD.
PHINT (Phyllochron Interval)	เป็นค่า GDD. ที่ระดับอุณหภูมิพื้นฐาน 8°C (GDD ₈) ของใบข้าวโพดแต่ละใบมีค่าเท่ากับ 75.0
สัมประสิทธิ์กระบวนการเจริญเติบโต (Growth Coefficients)	
G2	เป็นค่าแสดงจำนวนเมล็ดสูงสุดต่อต้นของข้าวโพด มีค่าอยู่ระหว่าง 560-834 เมล็ดต่อต้น
G3	เป็นค่าแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดสูงสุดต่อวัน มีค่าอยู่ระหว่าง 6-11 mg kernel ⁻¹ d ⁻¹ สามารถประมาณได้โดยการชั่งน้ำหนักของเมล็ดที่อยู่ตอนกลางของฝักข้าวโพด การสุ่มควรเริ่มหลังจากออกไหม 10 วัน จนกระทั่งถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาควรทำการสุ่มประมาณ 3 ครั้ง

แหล่งที่มา : IBSNAT (1989)

3.3.3 ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรม

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์พัฒนาการ (Phenology coefficients) และค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (Growth coefficients) ของข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม GenCalc ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์มีลักษณะทาง สรีรวิทยา และ การเจริญเติบโตใกล้เคียงกันมาก ทำให้ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์หลายค่าใกล้เคียงหรือเท่ากัน มีระยะตั้งแต่ระยะเมล็ดงอกถึงระยะสิ้นสุดความเป็นหนุ่มสาวเท่ากันและสามารถสังเกตได้ในแปลงทดลอง ผลลัพธ์ของการคำนวณค่า P1 เท่ากันคือ 310.0 GDD ทั้งสองพันธุ์ ค่า P1 ที่ได้อยู่ในช่วงที่ทำการศึกษาโดยผู้พัฒนาแบบจำลองข้าวโพด ค่า P2 ของทั้งสองพันธุ์เป็นค่าเดียวกัน หมายความว่าข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสงเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม การคำนวณค่า P5 ได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างเล็กน้อยแต่เป็นผลมาจากลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาหลังพันธุ์สุวรรณ 3601 จึงทำให้ได้ค่า P5 มากกว่า ส่วนค่า G2 และ G3 ของข้าวโพดทั้งสองพันธุ์มีความแตกต่างกันเล็กน้อย แต่ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของพันธุ์สุวรรณ 3601 สูงกว่า ซึ่งจะมีผลต่อการคำนวณผลผลิตของแบบจำลอง

ตารางที่ 3.4 สัมประสิทธิ์พันธุกรรมประจำพันธุ์ข้าวโพดที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม GenCalc

พันธุ์	P1	P2	P5	G2	G3	PHINT
สุวรรณ 5	310.0	0.5	975.0	583	8.2	75.0
สุวรรณ 3601	310.0	0.5	967.0	632	8.6	75.0

3.3.4 การสร้างฐานข้อมูลดิน

ข้อมูลดินจำนวน 38 ชุดดินที่นำมาจัดสร้างฐานข้อมูล จำเป็นต้องมีข้อมูลคำอธิบายหน้าตัดดิน (Profile description) แต่ละชุดดิน ได้ทำการศึกษา 10 ชุดดินหลักที่มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเป็นจำนวนมากอย่างละเอียด โดยการจัดทำคำอธิบายหน้าตัดดินและเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ชุดดินตาคลี ลพบุรี ชัยบาดาล สดึก วาริน ปากช่อง จตุรัส ลำนารายณ์ ทับทวน และโชคชัย (ภาคผนวกที่ 1) ข้อมูลคำอธิบายหน้าตัดจำนวน 28 ชุดดิน รวบรวมจากรายงานการสำรวจดินของทั้ง 4 จังหวัดในพื้นที่ปลูกข้าวโพดของประเทศไทยโดยแต่ละชุดดินจะคัดเลือกคำอธิบายหน้าตัดดินมาเป็นตัวแทนในการศึกษาเพียง 1 ชุดดินเท่านั้น (ตารางที่ 3.5) ในการสร้างเพิ่มข้อมูลดินแต่ละชุดดิน ข้อมูลคำอธิบายหน้าตัดดินและผลวิเคราะห์จะถูกบันทึกโดยโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูลดินซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม DSSAT ซึ่งมีโครงสร้างเพิ่มข้อมูลแต่ละชุดดินแสดงไว้ในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.5 แสดงชนิด, ตำแหน่ง และแหล่งที่มาของชุดดิน

ชุดดิน	พื้นที่/ไร่	สถานที่ตั้งของโปรไฟล์	ที่มาของข้อมูล
Bag	22,383	ลพบุรี	รายงานจังหวัดลพบุรี
Bg	27,573	นครสวรรค์	รายงานจังหวัดนครสวรรค์
Br	17,659	ลพบุรี	รายงานจังหวัดลพบุรี
Cd	107,637	ลพบุรี	***
Ch	62,629	นครสวรรค์	รายงานจังหวัดนครสวรรค์
Ci	65,677	นครราชสีมา	***
Ct	90,011	นครราชสีมา	***
Cu	6,999	นครราชสีมา	รายงานจังหวัดนครราชสีมา
Don	448	เพชรบูรณ์	รายงานจังหวัดเพชรบูรณ์
Hs	3,213	ลพบุรี	รายงานจังหวัดลพบุรี
Kt	13,356	ศรีสะเกษ	เอกสารวิชาการ 314
Kok	9,205	เพชรบูรณ์	รายงานจังหวัดเพชรบูรณ์
Lb	215,240	ลพบุรี	***

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) แสดงชนิด, ตำแหน่ง และแหล่งที่มาของชุดดิน

ชุดดิน	พื้นที่ไร่	สถานที่ตั้งของโปรไฟล์	ที่มาของข้อมูล
Ln	69,450	ลพบุรี	***
Ly	23,298	เพชรบูรณ์	รายงานจังหวัดเพชรบูรณ์
Lg	52,784	เพชรบูรณ์	รายงานจังหวัดเพชรบูรณ์
Li	1,719	เพชรบูรณ์	รายงานจังหวัดเพชรบูรณ์
Ml	57,586	เพชรบูรณ์	รายงานจังหวัดเพชรบูรณ์
Ng	19,673	อุบลราชธานี	เอกสารวิชาการ 314
Nu	10,921	กาฬสินธุ์	เอกสารวิชาการ 314
Pc	171,502	นครราชสีมา	***
Pp	60,136	นครพนม	เอกสารวิชาการ 314
Phi	33,394	นครสวรรค์	รายงานจังหวัดนครสวรรค์
Si	3,666	นครราชสีมา	เอกสารวิชาการ 314
Sat	33,637	เพชรบูรณ์	รายงานจังหวัดเพชรบูรณ์
So	113,848	นครสวรรค์	รายงานจังหวัดนครสวรรค์
Sp	6,678	นครราชสีมา	เอกสารวิชาการ 225
Sk	45,186	นครสวรรค์	รายงานจังหวัดนครสวรรค์
Su	35,367	ศรีสะเกษ	เอกสารวิชาการ 314
Suk	119,251	นครราชสีมา	***
Tl	32,447	เพชรบูรณ์	รายงานจังหวัดเพชรบูรณ์
Tw	66,407	นครราชสีมา	***
Tk	346,446	นครสวรรค์	***
Wn	158,328	นครราชสีมา	***
Wi	27,042	เพชรบูรณ์	รายงานจังหวัดเพชรบูรณ์
Yt	149	นครราชสีมา	เอกสารวิชาการ 225

*** ทำการเก็บตัวอย่างดินและจัดทำคำอธิบายหน้าตัดดิน

ในแต่ละชุดดินจะมีจำนวนชั้นดินไม่เท่ากันซึ่งทำให้จำนวนข้อมูลที่บันทึกทั้งหมดที่มีอยู่ในฐานข้อมูลดินนั้นมีจำนวน 164 ข้อมูล ซึ่งประกอบเป็นแฟ้มข้อมูลดิน และการตั้งชื่อแฟ้มข้อมูลอาศัยหลักการในการสื่อความหมายกับลักษณะดินและปีที่ทำการสำรวจ เช่นตัวอย่างแฟ้มข้อมูลชุดดิน THUL970001 โดยที่ TH หมายถึงกรมพัฒนาที่ดิน UL หมายถึงดินที่ใช้ประโยชน์ในการทำไร่ 97 หมายถึงปีที่ทำการเจาะสำรวจจัดทำรายละเอียดหน้าตัดดิน 0001 หมายถึงหมายเลขประจำชุดดินที่

กำหนดขึ้นใช้เฉพาะในโครงการ เช่นอาจหมายถึงชุดดินใดชุดดินหนึ่ง เป็นต้น ข้อมูลทุกชุดดินเมื่อถูกบันทึกลงในแฟ้มข้อมูลดินแล้ว ข้อมูลดินจะถูกคำนวณและแฟ้มข้อมูลดินทุกแฟ้มจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ชื่อ SOIL.SOL (รายละเอียดและรูปแบบของแฟ้มของข้อมูลชุดดินแสดงในตารางที่ 3.7)

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลดิน

Variable	Variable Name ¹	Header ²	Format ³
*SOILS :			0 C 10
Institute + country name			1 C 70
Subsequent lines relate to sections, as follows :			
Line 1			
Identifier (Institute + Site + Year + Soil)	PEDON	ID_SOIL	1 C 10
Source	SLSOUR	SLSOURCE	2 C 11
Texture, code ⁴	SLTX	SLTX	1 C 5
Depth, cm	SLDP	SLDP	1 R 5 0
Description or local classification	SLDESC	SLDESCRIP	1 C 50
Line 2			
Site name	SSITE	SITE	1 C 11
Country name	SCOUNT	COUNTRY	1 C 11
Latitude	SLAT	LAT	1 R 8 3
Longitude	SLONG	LONG	1 R 8 3
Family, SCS system	TACON	SCSFAMILY	1 C 50
Line 3			
Color, moist, Munsell hue	SCOM	SCOM	1 C 5
Albedo, fraction	SALB	SALB	1 R 5 2
Evaporation limit, cm	U	SLU1	1 R 5 0
Drainage rate, fraction day ⁻¹	SWCON	SLDR	1 R 5 2
Runoff curve number			
(Soil Conservation Service)	CN2	SLRO	1 R 5 0
Mineralization factor, 0 to 1 scale	SLNF	SLNF	1 R 5 2
Photosynthesis factor, 0 to 1 scale	SLPF	SLPF	1 R 5 2
pH in buffer determination method,	SMHB	SMHB	1 C 5
Phosphorus, extractable, determination	SMPX	SMPX	1 C 5
Potassium determination method,	SMKE	SMLE	1 C 5
Line 4 + (NL-1), where NL = number of layers.			
(L = Layer number)			
Depth, base of layer, cm	ZLYR (L)	SLB	1 R 5 0
Master horizon	MH (L)	SLMH	1 C 5
Lower limit, cm ³ cm ⁻³	LL (L)	SLLL	1 R 5 3
Upper limit, drained, cm ³ cm ⁻³	DUL (L)	SDUL	1 R 5 3
Upper limit, saturated, cm ³ cm ⁻³	SAT (L)	SSAT	1 R 5 3
Root growth factor, 0.0 to 1.0	SHF (L)	SRGF	1 R 5 2
Sat. hydraulic conductivity, macropore, cm h ⁻¹	SWCN (L)	SSKS	1 R 5 1
Bulk density, moist, g cm ⁻³	BD (L)	SBDM	1 R 5 2
Organic carbon, %	OC (L)	SLOC	1 R 5 2
Clay (<0.002 mm), %	CLAY (L)	SLCL	1 R 5 1
Silt (0.05 to 0.002 mm), %	SILT(L)	SLSI	1 R 5 1
Coarse fraction (>2 mm), %	STONES (L)	SLCF	1 R 5 1
Total nitrogen, %	TOTN(L)	SLNI	1 R 5 2
Cation exchange capacity, cmol kg ⁻¹	CEC (L)	SCEC	1 R 5 1

ตารางที่ 3.6(ต่อ) ตัวอย่างโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลดิน

Variable	Variable Name ¹	Header ²	Format ³
Line 4 + (NL-1), where NL = number of layers.			
Depth, base of layer, cm	ZZLYE (L)	SLB	1 R 5 0
Phosphorus, extractable, mg kg ⁻¹	EXTP (L)	SLPX	1 R 5 1
Phosphorus, total, mg kg ⁻¹	TOTP (L)	SLPT	1 R 5 1
Phosphorus, organic, mg kg ⁻¹	ORGP (L)	SLPO	1 R 5 1
CaCO ₃ content, g kg ⁻¹	CACO (L)	SLCA	1 R 5 1
Aluminium	EXTAL (L)	SLAL	1 R 5 1
Iron	EXTFE (L)	SLFE	1 R 5 1
Manganese	EXTMN (L)	SLMN	1 R 5 1
Base saturation, cmol kg ⁻¹	TOTBAS (L)	SLBS	1 R 5 1
Phosphorus iostherm A, mmol kg ⁻¹	PTERMA (L)	SLPA	1 R 5 1
Phosphorus iostherm B, mmol kg ⁻¹	PTERMB (L)	SLPB	1 R 5 1
Potassium, exchangeable, cmol kg ⁻¹	EKK (L)	SLKE	1 R 5 1
Magnesium, cmol kg ⁻¹	EXMG (L)	SLMG	1 R 5 1
Sodium, cmol kg ⁻¹	EXNA (L)	SLNA	1 R 5 1
Sulfur	EXTS (L)	SLSU	1 R 5 1
Electric conductivity, seimen	SLEC (L)	SLEC	1 R 5 1

1 Abbreviation used as variable names in the IBSNAT models.

2 Abbreviation suggested for used in header lines (those designated with '@') within the file.

3 Formats are presented as follows: number of leading spaces, variable type (character = C, Real = R, Integer = I), variable width and (if real) number of decimals.

ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างแสดงรูปแบบของแฟ้มข้อมูลดินชุด THUL790001

THUL790001 DLD LOSA 100 BAN CHONG (Bg)															
@SITE COUNTRY LAT LONG USDA. FAMILY															
NAKONSAWAN THAILAND 0.000 0.000 isohyperthermic,Ustoxic Quartzisamments															
@SCOM SALB SLU1 SLDR SLRO SLNF SLPF SMHB SMPX SMKE															
NB 0.13 10.0 0.6 76 1.00 1.00 IB001 IB001 IB001															
@SLB SLMH SLLL SDUL SSAT SRGF SSKS SBDM SLOC SLCL SLSI SLCF SLNI SLHW SLHB SCEC															
23	AP	.144	.275	.388	.50	-99	1.44	1.51	24.4	45.8	0.0	-99	6.8	5.6	16.9
65	BT	.197	.325	.385	1.00	-90	1.45	0.92	36.3	38.7	0.0	-99	5.1	3.8	16.3
100	BT	.275	.396	.411	.50	-90	1.49	0.77	53.8	26.1	0.0	-99	4.8	3.5	18.3

บรรทัดที่ 1-3 ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับชุดดินนั้น ๆ เช่นชื่อแฟ้มข้อมูล (THUL 790001) ชื่อสถาบัน (DLD) ชนิดของเนื้อดิน (LOSA) ความลึกของดิน (100) ชื่อชุดดิน (BAN CHONG) และชื่อดินระดับวงศ์ดิน (USDA, Family) ของระบบอนุกรมวิธานดิน isohyperthermic, Ustoxic Quartzisamments เป็นต้น

บรรทัดที่ 6 ประกอบด้วยข้อมูลด้านกายภาพและเคมีของแต่ละชั้นดินเช่น ข้อมูลอินทรีย์คาร์บอน (SLOC) ในตัวอย่างตารางที่ 3.7 มีค่าเป็น 1.51 เป็นต้น ในแต่ละชุดดินจะมีมากกว่า 4 บรรทัดขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นดินที่ประกอบใน 1 ชุดดิน

3.3.5 การสร้างฐานข้อมูลภูมิอากาศ

ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโต พัฒนาการและผลผลิตของพืชด้วยแบบจำลองการปลูกพืชจะต้องเป็นข้อมูลภูมิอากาศรายวันและอยู่ในช่วงเวลาครอบคลุมระยะการเจริญเติบโตของพืช โดยเริ่มตั้งแต่ก่อนปลูกพืชและสิ้นสุดหลังวันสุกแก่เพื่อการจำลองกระบวนการเจริญเติบโตซึ่งจะเริ่มด้วยการประเมิน (Estimate) สภาพของดินและน้ำในดิน ซึ่งเป็นปัจจัยที่ใช้ในการงอกของเมล็ดเป็นต้นไป ในกรณีที่แหล่งข้อมูลรายวันไม่สมบูรณ์ เช่นมีตัวเลขสูญหาย ข้อมูลสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงมาก ข้อมูลไม่สมเหตุสมผล ข้อมูลมีหน่วยแตกต่างกันไปจากที่แบบจำลองต้องการ หรือไม่มีข้อมูลบางอย่างที่ต้องการใช้ในการจำลองการเจริญเติบโต โปรแกรมสามารถสร้างข้อมูลขึ้นมาใหม่ โดยโปรแกรมจะทำการตรวจสอบข้อมูลนำเข้าและทำการปรับแก้ไขด้วยวิธีการหลายขั้นตอนบนพื้นฐานวิธีการทางสถิติ ฐานข้อมูลภูมิอากาศสามารถนำมาใช้ประเมินวันปลูกที่เหมาะสมเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกวันปลูกภายใต้สภาวะภูมิอากาศและชุดดินต่างๆ ตลอดจนสามารถนำมาใช้ในการจำลองการเจริญเติบโตและพัฒนารายวันของข้าวโพดพันธุ์ต่างๆ ภายใต้รูปแบบการทดลองต่างๆ ในระยะยาว ซึ่งต้องใช้ข้อมูลภูมิอากาศหลายปี โปรแกรมจำลองภูมิอากาศนี้สามารถสร้างข้อมูลล่วงหน้าได้หลายๆ ปี

เพิ่มข้อมูลภูมิอากาศประกอบด้วยข้อมูลที่แสดงสถานที่ตั้งสถานีวัดภูมิอากาศ เส้นรุ้ง เส้นแวง อุณหภูมิเฉลี่ย ความสูงจากระดับน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝน ในแบบจำลอง DSSAT3 ข้อมูลภูมิอากาศที่ต้องใช้อย่างน้อยที่สุด (Minimum data set) จะต้องประกอบด้วยข้อมูลแสงแดด (Solar radiation: $\text{MJ/m}^2/\text{d}^{-1}$) อุณหภูมิต่ำสุด (Minimum temperature: $^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิสูงสุด (Maximum temperature: $^{\circ}\text{C}$) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall: mm) โครงสร้างเพิ่มข้อมูลภูมิอากาศแสดงในตารางที่ 3.8

แบบจำลอง DSSAT จะมีโปรแกรมสร้างข้อมูลภูมิอากาศ (Weather generator) มีชื่อว่า Weatherman ประกอบด้วยโปรแกรมย่อยได้แก่ SIMMETEO ซึ่งพัฒนาโดย Geng et al. (1988) และ WGEN ซึ่งพัฒนาโดย Richardson (1984) คำสั่งประสิทธิ์ที่ใช้สร้างข้อมูลภูมิอากาศจะเก็บไว้ในไฟล์ .CLI เช่น THLB.CLI หมายถึงสถานีตรวจอากาศลพบุรี โปรแกรม SIMMETEO ต้องการข้อมูลนำเข้าเพียงค่าเฉลี่ยรายเดือนของ Solar radiation, Tmax, Tmin, Rainfall, Rainy days, ส่วนโปรแกรม WGEN ต้องการข้อมูลนำเข้ารายวัน (Historical weather years) 5 ปีขึ้นไป ความสามารถในการจำลองภูมิอากาศโดยใช้ข้อมูลเพียงค่าเฉลี่ยรายเดือนทำให้แบบจำลองการปลูกพืชสามารถนำไปใช้งานในพื้นที่ซึ่งมีข้อมูลเพียงค่าเฉลี่ยรายเดือนได้อย่างดี

การจัดทำฐานข้อมูลภูมิอากาศในบริเวณศึกษาได้รวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 30 ปีของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยมีตำแหน่งสถานีตรวจอากาศแต่ละจังหวัด ฉะนั้นขอบเขตของภูมิอากาศที่เป็นตัวแทนของแต่ละจังหวัดจำเป็นต้องใช้ขอบเขตการปกครองของแต่ละจังหวัดซึ่งจะมี 4 เพิ่มข้อมูลหรือข้อมูล

ภูมิอากาศของ 4 จังหวัดในการจัดทำฐานข้อมูลภูมิอากาศล่วงหน้าได้แก่ข้อมูลภูมิอากาศในปี 2540, 2541, 2542, 2543 และปี 2544 แสดงปีและวันด้วยตัวเลข 2 ตัวสุดท้าย ซึ่งเรียกว่า Julian date เช่น 97001 หมายถึงปีคริสต์ศักราช 1997 วันที่ 1 มกราคม ปีใดเป็นปีอธิกสุรทิน วันที่ 31 ธันวาคม จะเป็นวันที่ 366 เช่น 98366 เพิ่มข้อมูลภูมิอากาศมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างโครงสร้างของเพิ่มข้อมูลภูมิอากาศ

Variable	Variable Name ¹	Header ²	Format ³
Line 1			
*WEATHER :		0	C 10
Site + country name	SLSOUR	1	C 60
Line 2			
Institute code	INSTE	IN	2 C 2
Site code	SITEE	SI	0 C 2
Latitude, degrees (decimals)	XLAT	LAT	1 R 8 3
Longitude, degrees (decimals)	XLONG	LONG	1 R 8 3
Elevation, m	ELEV	ELEV	1 R 5 1
Air temperature average, °C	TAV	TAV	1 R 5 1
Air temperature amplitude, monthly Averages, °C	TAMP	AMP	1 R 5 1
Height of temperature measurements, m	REFHT	TMHT	1 R 5 1
Height of wind measurements, m	WNDHT	WMHT	1 R 5 1
All other lines			
Year + days from Jan. 1	YRDOYW	DATE	0 I 5
Solar radiation, MJ m ⁻² day ⁻¹	SRAD	SRAD	1 R 5 1
Air temperature maximum, °C	TMAX	TMAX	1 R 5 1
Air temperature minimum, °C	TMIN	TMIN	1 R 5 1
Precipitation, mm	RAIN	RAIN	1 R 5 1
Dewpoint temperature	TDEW	DEWP	1 R 5 1
Wind run ⁵ , km day ⁻¹	WINDSP	WIND	1 R 5 1
Photosynthetic active radiation (PAR) ⁵ Moles m ⁻² day ⁻¹	PAR	PAR	1 R 5 1

ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างแสดงรูปแบบของข้อมูลภูมิอากาศ

*WEATHER : CMU MaeHia Farm, Chiang Mai, Thailand (UNIDATA)								
@INIS	LAT	LONG	ELEN	TAV	AMP	REEHT	WNDHT	
CMMH	18.780	98.950	330	25.0	3.0	2.0	2.0	
@DATE	SRAD	TMAX	TMIN	RAIN				
97001	13.5	30.9	17.2	0.0				
97002	14.9	30.4	17.2	0.0				
97003	14.4	30.0	17.7	0.0				
97004	15.1	30.6	17.5	0.0				
⋮								
97365	12.5	26.8	15.2	0.0				

คำอธิบายคำย่อ

INIS	=	Initiation station
LAT	=	Latitude
LONG	=	Longitude
ELEN	=	Elevation
TAV	=	Temperature average
AMP	=	Amplitude
REEHT	=	Reference height (Thermometer)
WINDHT	=	Wind height (Wind vane)

3.3.6 การสร้างแฟ้มงานทดลอง (Experimental detail file)

แฟ้มข้อมูลหลักสำหรับการประมวลผลโดยแบบจำลองการปลูกพืช ได้แก่ แฟ้มงานทดลองที่มีชื่อเรียกว่า FILEX ประกอบด้วยข้อมูลการทดลองจริงในแต่ละการทดลองที่ได้จากการเก็บข้อมูลในแปลงทดลอง หรืออาจเป็นข้อมูลที่ได้จากการตั้งสมมุติฐานซึ่งเป็นค่าที่กำหนดขึ้น เราสามารถนำผลที่ได้จากการจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง วิธีการนี้เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง นอกจากนั้นงานทดลองที่กำหนดขึ้นใน FILEX อาจเป็นงานทดลองที่เราตั้งใจกำหนดขึ้นเพื่อศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองของพืชต่อปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อม ปัจจัยการจัดการ เช่น ปริมาณน้ำฝน พันธุ์ ชนิดของดิน เป็นต้น ทั้งนี้โดยไม่ได้กำหนดในแปลงทดลอง อย่างไรก็ตามการสร้างงานทดลองโดยการประมวลด้วยแบบจำลองนั้นเพื่อที่จะนำผลที่ได้มาช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจปลูกพืช

โครงสร้างของ FILEX นั้นประกอบด้วยส่วนต่างๆ (Section) 16 ส่วน (ตารางที่ 3.10) อย่างไรก็ตามแม้ว่า FILEX จะถูกแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ หลายส่วน แต่การจำลอง (Run) แบบจำลองนั้นเราสามารถกำหนดข้อมูลขั้นต่ำ (Minimum required information) ใน FILEX เพื่อที่จะนำมาใช้ในการจำลอง (Run) แบบจำลองได้ ซึ่งข้อมูลขั้นต่ำจาก FILEX ที่จำเป็นต่อการจำลอง (Run) ของแบบจำลองนี้ได้แก่ Experiment, Cultivar, Treatment, Field, Planting details และ Simulation controls

ตารางที่ 3.10 ตัวแปรส่วนต่างๆ ใน FILEX

File Section	Typical Contents
Experiment details	Experiment name and codes
General	Names of people, address; name and location of experiment sites(s); plot information
Treatments	Treatment number, name and specification of level codes of the treatment factors
Cultivar	Cultivar level, crop code, cultivar ID and name
Fields	Specification of field level, ID, weather station name, soil, and field description details
Soil Analysis	Set of soil properties used for the simulation of nutrient dynamics, bases on field nutrient sampling, if any
Initial Condition	Starting conditions for water and nitrogen in the profile. Also used for carryover of root residue from the previous crop, and N symbiosis initialization details when needed
Planting Details	Planting date, amounts, thresholds and rice flood water depths
Irrigation and Water Management	Irrigation dates, amounts, thresholds and rice flood water depths
Fertilizers	Fertilizer rate, date and type information
Residues	Additions of straw, green manure, animal manure
Chemical Applications	Herbicide and pesticide application data
Environment Modifications	Adjustment factors for weather parameters as used in climate change and constant environment studies (e.g., constant daylength, shading, constant temperature, etc.)
Tillage Information	Details of dates, types of tillage operations
Harvest Details	Information on harvest dates, plant components harvested, etc.
Simulation Controls	Specification of simulation options (e.g., starting dates), on/off options for model components (e.g., water, and nitrogen balances), and output options

ข้อมูลแต่ละส่วนใน FILEX นั้นถูกกำหนดโดยเครื่องหมาย *, @ และ ! โดย

* หมายถึง ส่วนหรือ section แต่ละ section

@ หมายถึง หัวข้อของตัวแปรต่างๆ ในแต่ละ section

! หมายถึง หมายเหตุหรือ comment line

ยกตัวอย่างเช่น

*CULTIVARS

@C CR INGENO CNAME

1 MZ TH0001 SUWAN-1

2 MZ TH0006 SUWAN 3601

จากตัวอย่างที่แสดง section ของพันธุ์จะเห็นได้ว่า การกำหนด section จะถูกกำหนดด้วยเครื่องหมาย * จากนั้นหัวข้อของตัวแปรจะอยู่ที่บรรทัดที่ 2 โดยมีเครื่องหมาย @ นำ ซึ่งหัวข้อตัวแปรของพันธุ์จะมีอยู่ 3 หัวข้อได้แก่

C หมายถึงลำดับพันธุ์ที่ใช้ในงานทดลอง (Level of cultivar)

CR หมายถึงรหัสของพืช

INGENO หมายถึงรหัสของพันธุ์

CNAME หมายถึงชื่อพันธุ์

ตัวอย่างดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในแต่ละส่วน หรือ section ใน FILEX จะประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ซึ่งรายละเอียดของตัวแปรในแต่ละ section ใน FILEX สามารถดูได้จากตารางที่ 3.11 สำหรับคำอธิบายคำย่อคุณลักษณะที่ 2

ตารางที่ 3.11 ตัวอย่างแสดงเพิ่มข้อมูลงานทดลอง (FILEX)

*EXP.DETAILS: THCD9704MZ 2 MAIZE * Cd * 6 N (TRF.)

*GENERAL

@PEOPLE

SAHASCHAI ET AL.

@ADDRESS

SOIL SURVEY & CLASSIFICATION DIV.

@SITE

NAKONRACHASIMA

@ PAREA PRNO PLEN PLDR PLSP PLAY HAREA HRNO HLEN HARM.....

60.0 8 10.0 0 100 N-S 28.0 7 4.0 Hand harvest

@NOTES

The experiment was conducted in rainfed of 1997-2001 with 2 cultivars of maize in response to 5 levels of Nitrogen fertilizer. Suwan-5, and SUWAN 3601 are planted at NAKONRACHASIMA farmer's field. Weather station is NAKONRACHASIMA and soil is CHAI BADAN soil series.

*TREATMENTS

-----FACTOR LEVELS-----

@N R O C TNAME.....	CU	FL	SA	IC	MP	MI	MF	MR	MC	MT	ME	MH	SM
1 1 0 0 SUWAN-5,0 N	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
2 1 0 0 SUWAN-5,35 N	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
3 1 0 0 SUWAN-5,65 N	1	1	0	1	1	1	3	1	0	0	0	0	1
5 1 0 0 SUWAN-5,125 N	1	1	0	1	1	1	4	1	0	0	0	0	1
6 1 0 0 SUWAN-5,155 N	1	1	0	1	1	1	5	1	0	0	0	0	1
7 1 0 0 SUWAN 3601,0 N	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
8 1 0 0 SUWAN 3601,35 N	2	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
9 1 0 0 SUWAN 3601,65 N	2	1	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	1
10 1 0 0 SUWAN 3601,95 N	2	1	0	1	1	1	3	1	0	0	0	0	1

ตารางที่ 3.11(ต่อ) ตัวอย่างแสดงเพิ่มข้อมูลงานทดลอง (FILEX)

11	1	0	0	SUWAN 3601,125 N	2	1	0	1	1	1	4	1	0	0	0	0	1
12	1	0	0	SUWAN 3601,155 N	2	1	0	1	1	1	5	1	0	0	0	0	1

*CULTIVARS

@ C CR INGENO CNAME

1 MZ TH0001 SUWAN-1

2 MZ TH0006 SUWAN 3601

*FIELDS

@L ID_FIELD WSTA.... FLSA FLOB FLDT FLDD FLDS FLST SLTX SLDP ID_SOIL

1 THCD0001 THNM9701 -99 0 DR003 20 6 0 CL 120 THUL880006

*INITIAL CONDITIONS

@C PCR ICDAT ICRT ICND ICRN ICRE

1 GW 97211 500 0 1.00 1.00

@C ICBL SH2O SNH4 SNO3

1 15 0399 1.0 6.8

1 33 0.385 0.5 3.7

1 58 0.283 0.5 3.8

1 90 0.276 0.5 4.0

1 120 0.223 0.5 1.7

*PLANTING DETAILS

P PDATE EDATE PPOP PPOE PLME PLDS PLRS PLRD PLDP PLWT PAGE PENV PLPH

1 97211 97214 5.3 5.3 S R 75 0 5.0 -99 -99 -99.0 -99.0

*IRRIGATION AND WATER MANAGEMENT

@I EFIR IDEP ITHR IEPT IOFF IAME IAMT

1 1.00 30 50 100 GS006 IR001 10

*FERTILIZERS (INORGANIC)

@F FDATE FMCD FACD FDEP FAMN FAMP FAMK FAMC FAMO FOCD

1 97211 FR002 AP007 5 35 0 0 0 0 -99

2 97211 FE002 AP007 5 35 0 0 0 0 -99

2 97231 FE005 AP004 5 30 0 0 0 0 -99

3 97211 FE002 AP007 5 50 0 0 0 0 -99

3 97231 FE005 AP004 5 45 0 0 0 0 -99

4 97211 FE002 AP007 5 65 0 0 0 0 -99

4 97231 FE005 AP004 5 60 0 0 0 0 -99

5 97211 FE002 AP007 5 80 0 0 0 0 -99

5 97231 FE005 AP004 5 75 0 0 0 0 -99

6 97211 FE002 AP007 5 35 0 0 0 0 -99

7 97211 FE002 AP007 5 35 0 0 0 0 -99

ตารางที่ 3.11(ต่อ) ตัวอย่างแสดงเพิ่มข้อมูลงานทดลอง (FILEX)

7	97231	FE005	AP004	5	30	0	0	0	0	-99
8	97211	FE002	AP007	5	50	0	0	0	0	-99
8	97231	FE005	AP004	5	45	0	0	0	0	-99
9	97211	FE002	AP007	5	65	0	0	0	0	-99
9	97231	FE005	AP004	5	60	0	0	0	0	-99
10	97211	FE002	AP007	5	80	0	0	0	0	-99
10	97231	FE005	AP004	5	75	0	0	0	0	-99

*RESIDUES AND OTHER ORGANIC MATERIALS

@RDATE RCODE RAMT RESN RESP RESK RINP RDEP

1 97181 RE001 700 0.05 0.00 0.00 100 20

*SIMULATION CONTROLS

@N GENERAL NYERS NREPS START SDATE RSEED SNAME.....

1 GE 5 1 S 97181 2150 MAIZE*NITROGEN

@N OPTIONS WATER NITRO SYMBI PHOSP POTAS DISES

1 OP Y Y N N N N

@N METHODS WTHR INCON LIGHT EVAPO INFIL PHOTO

1 ME M M E R S C

@N MANAGEMENT PLANT IRRIG FERTI RESID HARVS

1 MA R N R R M

@N OUTPUTS FNAME OVVEW SUMRY FROPT GROUT CAOUT WAOUT NIOUT MIOUT DIOUT LONG

1 OU Y Y A 5 N N N Y N N N

@ AUTOMATIC MANAGEMENT

@N PLANTING PFRST PLAST PH2OL PH2OU PH2OD PSTMX PSTMN

1 PL 155 200 40 100 30 40 10

1 IR 30 50 100 GS003 IR001 10 1.00

@N NITROGEN NMDEP NMTHR NAMNT NCODE NAOFF

1 NI 30 50 25 FE001 GS000

@N RESIDUES RIPCN RTIME RDEP

1 RE 100 1 20

@N HARVEST HFRST HLAST HPCNP HPCNR

1 HA 0 365 100 0

3.3.7 การประมวลผลของแบบจำลองในการปลูกข้าวโพด 2 พันธุ์ บน 38 ชุดดินในพื้นที่ 4 จังหวัด

- การสร้างฐานข้อมูลดินในแหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศไทยในบริเวณพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ ลพบุรี นครราชสีมา จำนวน 38 ชุดดิน ได้ทำการสำรวจดินใน 10 ชุดดินที่สำคัญที่ใช้ปลูกข้าวโพด ส่วนอีก 28 ชุดดินนั้นใช้ข้อมูลเดิมของกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลดินทั้งหมดจัดเก็บในแฟ้มชื่อ SOIL.SOL ลักษณะหน้าตัดดินแต่ละชุดดินมีการกำหนดรหัสเป็นหมายเลขและตัวอักษรไว้ในแฟ้มงานทดลองเพื่อเรียกใช้ เช่น THUL8800004 เป็นรหัสหน้าตัดชุดดินปากช่อง TH แสดงสถาบันหมายถึงกรมพัฒนาที่ดิน UL หมายถึงประเภทดินไร 88 หมายถึงปีที่ทำการสำรวจและ 000004 แสดงลำดับหน้าตัดดินของชุดดินปากช่องเป็นต้น

- ข้อมูลภูมิอากาศ ได้จากการสร้างข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนจากรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา 30 ปีด้วยโปรแกรมจำลองภูมิอากาศ Weatherman ให้เป็นข้อมูลรายวันของจังหวัดดังกล่าวตั้งแต่ปี 1997–2001 เพื่อให้ระบบทำการจำลองการผลิเป็นฤดู (Seasonal) ระยะเวลา 5 ปีเพื่อให้การจำลองเป็นค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ทางสถิติ รหัสที่กำหนดโดยนักวิจัยได้แก่ TH???01.WTH โดยรหัส ?? คู่แรก หมายถึงจังหวัดเช่น PN หมายถึงจังหวัดเพชรบูรณ์ NW หมายถึงจังหวัดนครสวรรค์ LB หมายถึงลพบุรี NM หมายถึงนครราชสีมา รหัส ?? ถัดมาเป็นปี ค.ศ. เริ่มตั้งแต่ 97-01 หมายถึงปี 1997 จนถึง 2001

- ข้อมูลสัมประสิทธิ์พันธุกรรมข้าวโพด ได้ทำการสร้างข้อมูลสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของข้าวโพด 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุวรรณ 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ผสมเปิด (Open pollinated) กำหนดด้วยรหัส TH0005 และพันธุ์สุวรรณ 3601 ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมทางเดียว (Single cross hybrid) ด้วยรหัส TH0006 และถูกจัดเก็บไว้ในแฟ้ม mzcer940.cul การสร้างข้อมูลสัมประสิทธิ์พันธุกรรมกระทำโดยการวิจัยในพื้นที่ 3 แห่ง ได้แก่ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุทอง จ.สุพรรณบุรี และพื้นที่เกษตรกร อ.เมือง จ.ขอนแก่น ซึ่งมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดภูมิอากาศ (Data logger) ทั้ง 3 แห่ง ทำการเก็บบันทึกข้อมูลจากแปลงทดลองแล้วนำมาคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมโดยโปรแกรม GenCalc ซึ่งเป็นส่วนทำงานส่วนย่อยภายในแบบจำลอง

- การสร้างแฟ้มข้อมูลงานทดลอง(FILEX) ใช้รหัส TH??97??SNX โดยรหัส TH หมายถึง กรมพัฒนาที่ดิน ?? เป็นรหัสกำหนดชุดดิน เช่น Pc หมายถึงชุดดินปากช่อง รหัส 97 หมายถึงปีที่เริ่มทำการจำลองส่วนรหัส ?? สุดท้ายเป็นรหัสแสดงจังหวัดเช่น 01 หมายถึงจังหวัดเพชรบูรณ์ 02 หมายถึงจังหวัดนครสวรรค์ 03 หมายถึงจังหวัดลพบุรี 04 หมายถึงจังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น ส่วนนามสกุล .SNX เป็นการกำหนดให้แบบจำลองทำการจำลองการผลิตเป็นฤดูปลูก (Seasonal) ต่อเนื่อง 5 ปี ซึ่งกำหนดเองโดยนักวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์ให้มีการจำลองในสภาวะภูมิอากาศที่แตกต่างกันของค่าพลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนรายวัน แฟ้มงานทดลองจะบรรจุรหัสเรียกใช้โดย

กำหนดให้มีการจำลองระบบปลูกข้าวโพดเป็นชุดดินในแต่ละจังหวัด ข้อมูลดินในแต่ละชุดดินแบ่งระดับความอุดมสมบูรณ์เป็น 3 ระดับจากค่าอินทรีย์คาร์บอนในดิน

- การจัดการแปลงทดลองใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 75 ซม. ระหว่างต้น 25 ซม. และจำนวน 1 ต้นต่อหลุม ดังนั้นจำนวนต้นต่อไร่เท่ากับ 8,533 ต้น กำหนดให้มีการไถกลบเศษเหลือของพืช ก่อนปลูก 30 วัน ทำการเปรียบเทียบอัตราปุ๋ยในโตรเจน 6 ระดับได้แก่ อัตรา 0 35 65 95 125 และ 155 กก./เฮกตาร์ อัตราตั้งแต่ 65 กก./เฮกตาร์ มีการแบ่งใส่ 2 ครั้งการใส่ปุ๋ยครั้งแรกกระทำพร้อมปลูก ครั้งที่ 2 ใส่หลังปลูก 20 วัน ส่วนการวิจัยในส่วนของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เหมาะสมได้ทำการวิจัยในพื้นที่แยกจากการจำลองระบบแล้วจึงนำมากำหนดเป็นอัตราปุ๋ย N P K ในภายหลัง เนื่องจากแบบจำลองในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดเฉพาะในเรื่องไนโตรเจนบนพื้นฐานที่กำหนดว่าฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่เป็นข้อจำกัด

- การกำหนดวันปลูกลงในแฟ้มงานทดลอง ได้ทำการศึกษาวนปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุดในการวิจัยได้ทำการกำหนดการทดลองเป็นวันปลูก 15 ช่วงวันปลูก เริ่มตั้งแต่ วันที่ 10 เมษายน จนถึง 30 สิงหาคม ใช้ช่วงระยะห่าง 10 วันเพื่อให้แบบจำลองทำการคัดเลือกวันปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุดให้แล้วจึงนำวันปลูกนั้นๆ บรรจุในแฟ้มงานทดลอง

- การจำลองการเจริญเติบโต การพัฒนาการและผลผลิตของข้าวโพดทั้ง 2 พันธุ์เพื่อหาผลผลิตของแต่ละอัตราปุ๋ยในโตรเจนจำนวน 6 อัตรา บนชุดดินต่างๆ 38 ชุดดินทั้ง 3 ระดับความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ปลูกที่มีภูมิอากาศแตกต่างกัน 4 จังหวัด ผลการจำลองแสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าสูงสุด ต่ำสุดของผลผลิตในแต่ละอัตราปุ๋ยเคมีในโตรเจน

- การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ได้ทำการศึกษาในระดับราคาที่เกษตรกรขายได้เท่ากับ 4,000 บาทต่อตัน เมื่อราคาผลผลิตและค่าใช้จ่ายเปลี่ยนไปสามารถทำการคำนวณใหม่ได้จากฐานผลผลิตเดิม ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจได้กำหนดค่าใช้จ่ายพื้นฐานเช่นค่าไถเตรียมดิน 2 ครั้ง ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับทุกชุดดินและ ค่าปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับดินที่มีโพแทสเซียมต่ำ ค่าแรงในการหยอดเมล็ดพันธุ์และใส่ปุ๋ยและควบคุมวัชพืช ค่าแรงในการเก็บเกี่ยว ค่าเช่าที่ดิน ค่าเสียโอกาส ค่าซ่อมอุปกรณ์เกษตร จากค่าใช้จ่ายพื้นฐานได้กำหนดเป็นค่าใช้จ่ายแต่ละการทดลองซึ่งมีพันธุ์ปลูกและอัตราปุ๋ยที่แตกต่างกัน อัตราปุ๋ยตั้งแต่ 10 กก.N/ไร่ มีการแบ่งใส่ และใช้แรงงาน 2 ครั้ง ในการศึกษาใช้หลักการ $Return = Price \times Yield - Costs\ of\ production$ และทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้วยวิธี Mean Gini dominance (MGD) analysis $E(A) \geq E(B)$ and $E(A) - \Gamma(A) \geq E(B) - \Gamma(B)$

- ข้อมูลในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจเป็นข้อมูลที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจงและสอดคล้องกับความเป็นจริง ในแต่ละลักษณะของการจัดการหลังจากทำการจำลองระบบปลูกข้าว

โพด ข้อมูลที่ได้รับการวิเคราะห์หว่าให้ผลตอบแทนสูงสุดจะถูกนำไปประมวลเป็นคำแนะนำการปลูกข้าวโพดบนชุดดินและภูมิอากาศที่เฉพาะเจาะจง สำหรับเกษตรกรในพื้นที่ต่อไป

3.4 ผลการคาดคะเนผลผลิตข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และสุวรรณ 3601 ที่ปลูกบนดิน 38 ชุดดิน ในจังหวัดเพชรบูรณ์ นครสวรรค์ ลพบุรี และนครราชสีมา

3.4.1 การวิเคราะห์วันปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุด

เนื่องจากการคาดคะเนผลผลิตข้าวโพดบนชุดดินและพื้นที่ที่แตกต่างกันด้วยแบบจำลองมีความจำเป็นต้องกำหนดวันปลูกลงในแฟ้มงานทดลอง ในการวิจัยจึงมีความจำเป็นต้องทำการคาดคะเนวันปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุดเพื่อนำไปกำหนดวันปลูกในแฟ้มงานทดลองดังกล่าว จากการคาดคะเนวันปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุดของข้าวโพดด้วยแบบจำลองการปลูกพืชในพื้นที่ 4 จังหวัดโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศตัวแทนได้แก่ ภูมิอากาศ อ.วิเชียรบุรี เป็นตัวแทน จ.เพชรบูรณ์ ภูมิอากาศ อ.ตากฟ้า เป็นตัวแทน จ.นครสวรรค์ ภูมิอากาศ อ.ชัยบาดาล เป็นตัวแทน จ.ลพบุรี ภูมิอากาศ อ.ปากช่องเป็นตัวแทน จ.นครราชสีมา โดยทำการกำหนดให้แบบจำลองทำการจำลองการเจริญเติบโต พัฒนาการและผลผลิตของข้าวโพด จากวันปลูกตั้งแต่ 10 เมษายน ถึง 30 สิงหาคม ช่วงห่างระยะ 10 วันทำการจำลองด้วยการนำฐานข้อมูลภูมิอากาศ 30 ปี มาสร้างเป็นข้อมูลรายวันระหว่างปี 2540-2544 วันปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุดและมีค่าความคลาดเคลื่อน (Variance) ต่ำสุด ถือเป็นวันปลูกที่นำไปใช้ในการจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเพื่อหาอัตราปุ๋ยที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดทางเศรษฐกิจ ดังนั้นเกษตรกรสามารถเลือกวันปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุดได้จากผลการคาดคะเนของแบบจำลองการปลูกข้าวโพดในพื้นที่ 4 จังหวัด ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 วันปลูกที่คาดว่าจะให้ผลผลิตสูงสุดในแต่ละชุดดินพื้นที่ 4 จังหวัด

ลำดับที่	ชุดดิน	เพชรบูรณ์	นครสวรรค์	ลพบุรี	นครราชสีมา
1	บ้านกลาง(Bag)	20 เม.ย.,30 พ.ค.	ไม่พบชุดดินนี้	20 พ.ค., 10 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้
2	บ้านจ้อง (Bg)	20 เม.ย.,30 พ.ค.	20 พ.ค.,20 มิ.ย.	20,30 พ.ค., 10 มิ.ย.	20 ก.ค., 10 ส.ค.
3	บุรีรัมย์ (Br)	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	10 พ.ค., 10 มิ.ย.	20 ก.ค., 10 ส.ค.
4	ชัยบาดาล (Cd)	20 เม.ย.,30 พ.ค.,	20, 30 พ.ค., 20 มิ.ย., 10 ส.ค.	20,30 พ.ค., 10 มิ.ย., 30 ส.ค.	10 ส.ค.
5	เชียงคาน (Ch)	10,20 เม.ย., 30 พ.ค.	10 เม.ย.,10,20 มิ.ย., 10 ก.ค.	10 เม.ย., 20 พ.ค., 10 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้
6	โชคชัย (Ci)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	20, 30 มิ.ย., 20 ก.ค., 10 ส.ค.
7	จัตุรัส (Ct)	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	20 ก.ค., 10 ส.ค.

ตารางที่ 3.12 (ต่อ) วันปลูกที่คาดว่าจะให้ผลผลิตสูงสุดในแต่ละชุดดินพื้นที่ 4 จังหวัด

ลำดับที่	ชุดดิน	เพชรบูรณ์	นครสวรรค์	ลพบุรี	นครราชสีมา
8	จันทึก (Cu)	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	10, 20, 30 มิ.ย.
9	ดงยางเอน (Don)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	20, 30 พ.ค.	20,30 พ.ค., 10 มิ.ย.	10 ส.ค.
10	หินซ้อน (Hs)	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	30 เม.ย.,10,30 มิ.ย.,	20, 30 มิ.ย., 10 ก.ค.
11	โคกปรือ (Kok)	10,20 เม.ย., 10,20 มิ.ย.	10 เม.ย., 10,20 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้
12	โคราช (Kt)		20 พ.ค., 20 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้	20 ก.ค., 10 ส.ค.
13	ลพบุรี (Lb)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	20 พ.ค., 20 มิ.ย.	20 พ.ค., 10 มิ.ย.	20 ก.ค., 10 ส.ค.
14	ลำพญากลาง (Lg)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	20 มิ.ย., 20 ก.ค.
15	ลิ (Li)	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	20, 30 มิ.ย.
16	ลำนารายณ์ (Ln)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	20, 30 พ.ค.	20,30 พ.ค., 10 มิ.ย.	10, 30 ส.ค.
17	ลาดหญ้า (Ly)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	ไม่พบชุดดินนี้	20 พ.ค., 10 มิ.ย.	20 มิ.ย., 20 ก.ค.
18	มวกเหล็ก (Ml)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	20 ก.ค., 10 ส.ค.
19	น้ำพอง (Ng)	ไม่พบชุดดินนี้	10 เม.ย., 30 พ.ค.	ไม่พบชุดดินนี้	10, 20, 30 มิ.ย.
20	นาถุ (Nu)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้
21	ปากช่อง (Pc)	20 เม.ย., 30 พ.ค., 30 ส.ค.	20 พ.ค.,10, 30 ส.ค.	20, 30 ส.ค.	10, 30 ส.ค.
22	ไพศาล (Phi)	10 เม.ย., 30 พ.ค.	10, 20 เม.ย., 30 พ.ค., 20 มิ.ย.	10 เม.ย., 20 พ.ค., 10 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้
23	โพธิ์ชัย (Pp)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	20 พ.ค., 20 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้	30 มิ.ย., 10 ส.ค.
24	สมอทอด (Sat)	20 เม.ย., 20,30 พ.ค.	20 พ.ค., 20 ก.ค.	20 พ.ค., 10 มิ.ย.	20 ก.ค., 10 ส.ค.
25	สีคิ้ว (Si)	20 เม.ย., 20,30พ.ค., 30 ส.ค.	ไม่พบชุดดินนี้	20, 30 พ.ค., 10 มิ.ย.	10, 30 ส.ค.
26	สกล (Sk)	10,20 เม.ย.	10 เม.ย.,10, 20 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้
27	สูงเนิน (Sn)	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	10, 30 ส.ค.
28	สบปราบ (So)	10,20 เม.ย.	10 เม.ย.,10, 20 มิ.ย.	10, 20 เม.ย. 10, 20, 30 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้
29	สันป่าตอง (Sp)	ไม่พบชุดดินนี้	10 เม.ย., 30 พ.ค., 20 มิ.ย., 10 ก.ค.	ไม่พบชุดดินนี้	20 ก.ค., 10 ส.ค.
30	สุรินทร์ (Su)	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	20 ก.ค., 10 ส.ค.

ตารางที่ 3.12 (ต่อ) วันปลูกที่คาดว่าจะให้ผลผลิตสูงสุดในแต่ละชุดดินพื้นที่ 4 จังหวัด

ลำดับที่	ชุดดิน	เพชรบูรณ์	นครสวรรค์	ลพบุรี	นครราชสีมา
31	สตึก (Suk)	ไม่พบชุดดินนี้	20 พ.ค., 30 ส.ค.	20 พ.ค., 10 มิ.ย.	20 ก.ค., 10, 30 ส.ค.
32	ตาคี (Tk)	20 เม.ย., 20,30 พ.ค.	20,30 พ.ค., 20 มิ.ย., 10 ส.ค.	30 พ.ค., 10 มิ.ย., 20 ส.ค.	10 ส.ค.
33	ท่าลี่ (Tl)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	20 มิ.ย., 10 ก.ค.	10 เม.ย., 10 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้
34	ทับทิม (Tw)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	20 พ.ค., 20 มิ.ย., 30 ส.ค.	20 พ.ค. 10 มิ.ย. 20 ส.ค.	10, 30 ส.ค.
35	วังไฮ (Wi)	20 เม.ย. 30พ.ค.	20 พ.ค., 30 มิ.ย.	20 พ.ค., 10 มิ.ย.	20 ก.ค., 10 ส.ค.
36	วาริน (Wn)	20 เม.ย., 30 พ.ค.	10 เม.ย., 20 พ.ค., 20 มิ.ย.	ไม่พบชุดดินนี้	20 มิ.ย., 20 ก.ค.
37	ยางตลาด (Yl)	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	10, 20 มิ.ย.
38	ยโสธร (Yt)	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	ไม่พบชุดดินนี้	10 ส.ค.
รวม	38	25	22	20	29

3.4.2 การคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 และสุวรรณ 3601 ด้วยวันปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุด

ได้ทำการคาดคะเนการเจริญเติบโต พัฒนาการและผลผลิตของข้าวโพด 2 พันธุ์ได้แก่พันธุ์สุวรรณ 5 และพันธุ์สุวรรณ 3601 บนชุดดิน 38 ชุดดินในพื้นที่ 4 จังหวัด โดยการสร้างไฟล์งานทดลองซึ่งกำหนดวันปลูกจากการคาดคะเนว่าเป็นวันปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุด ทำการเปรียบเทียบอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 6 อัตราได้แก่ 0 6 10 15 20 และ 25 กก. N/ไร่ อัตราปุ๋ยตั้งแต่ 10 กก. N/ไร่ขึ้นไป กำหนดให้มีแบ่งใส่ 2 ครั้งและกำหนดอัตราต้นต่อไร่ 8,533 ต้น กำหนดให้มีการใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูกและใส่แต่งหน้าหลังปลูก 20 วัน การให้น้ำโดยอาศัยน้ำฝน ทำการจำลอง 5 ปี (2540-2544) ด้วยระบบจำลองระยะยาว (Seasonal) หลังจากการคาดคะเนผลผลิตตามอัตราปุ๋ยทั้ง 6 อัตราแล้วได้ทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจว่าอัตราปุ๋ยใดเป็นอัตราที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด โดยกำหนดให้แต่ละอัตราปุ๋ยมีค่าใช้จ่ายแตกต่างกัน ผลการคาดคะเนมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 3.13-3.20

ตารางที่ 3.13 ผลผลิตที่คาดการณ์และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพด
พันธุ์สุวรรณ 5 จังหวัดเพชรบูรณ์โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT

อัตราปุ๋ย ไนโตรเจนที่เหมาะสม ผลผลิตและรายได้ ในการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ฤดูดินต่างๆ จ.เพชรบูรณ์										
ลำดับ	ชุดดิน	อินทรีย์วัตถุต่ำ			อินทรีย์วัตถุปานกลาง			อินทรีย์วัตถุสูง		
		อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน
		กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
1	Bag	15	845	1,728	10	844	1,798	10	845	1,803
2	Bg	15	893	1,920	6	866	2,078	0	879	2,213
3	Cd	10	884	1,959	6	838	1,965	6	892	2,181
4	Ch	20	758	1,312	15	752	1,361	6	737	1,562
5	Ci	15	895	1,853	15	897	1,864	6	877	2,045
6	Don	15	752	1,357	10	745	1,400	6	730	1,532
7	Kok	20	387	-160	15	369	-162	10	389	-7
8	Lb	10	865	1,882	6	867	2,082	6	884	2,147
9	Lg	15	865	1,809	15	882	1,876	6	880	2,133
10	Ln	10	878	1,933	10	883	1,954	6	893	2,184
11	Ly	15	878	1,787	15	890	1,835	6	887	2,085
12	MI	25	776	1,312	20	752	1,288	20	780	1,398
13	Nu	20	846	1,587	15	846	1,660	6	810	1,778
14	Pc	10	880	1,866	10	889	1,900	6	895	2,118
15	Phi	25	808	1,437	20	807	1,507	15	805	1,570
16	Pp	15	793	1,520	15	807	1,575	10	807	1,650
17	Sat	15	890	1,910	10	890	1,983	6	881	2,136
18	Si	15	891	1,838	10	885	1,887	6	893	2,110
19	Sk	15	493	335	10	479	351	6	452	432
20	So	20	436	34	10	404	48	6	399	177
21	Tk	25	779	1,323	20	763	1,332	15	765	1,413
22	Tl	15	815	1,535	15	832	1,604	6	814	1,793
23	Tw	15	896	1,932	15	899	1,944	10	889	1,975
24	Wi	15	977	1,874	6	829	1,928	6	879	2,130
25	Wn	20	897	1,864	15	894	1,923	6	875	2,114

หมายเหตุ ราคาปุ๋ยไนโตรเจน 18.00 บาท / กก.

ราคาข้าวโพด 4.00 บาท / กก.

ตารางที่ 3.14 ผลผลิตที่คาดการณ์และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพด
พันธุ์สุวรรณ 3601 จังหวัดเพชรบูรณ์โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT

อัตราปุ๋ย ไนโตรเจนที่เหมาะสม ผลผลิตและรายได้ ในการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 ชุมชนต่างๆ จ.เพชรบูรณ์										
ลำดับ	ชุมชน	อินทรีย์วัตถุต่ำ			อินทรีย์วัตถุปานกลาง			อินทรีย์วัตถุสูง		
		อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน
		กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
1	Bag	20	963	2,014	10	935	2,044	10	936	2,050
2	Bg	15	995	2,210	6	966	2,358	0	988	2,531
3	Cd	15	1,017	2,300	6	943	2,266	6	999	2,491
4	Ch	20	840	1,526	15	832	1,569	6	820	1,780
5	Ci	15	1,001	2,161	15	1,004	2,174	6	977	2,327
6	Don	15	840	1,590	10	832	1,631	6	815	1,755
7	Kok	20	429	-75	15	409	-84	6	371	28
8	Lb	15	1,000	2,229	6	975	2,393	6	993	2,467
9	Lg	20	989	2,117	15	987	2,178	6	985	2,434
10	Ln	15	1,012	2,277	10	989	2,259	6	1,004	2,510
11	Ly	20	1,004	2,100	15	996	2,142	6	997	2,407
12	MI	20	845	1,550	20	844	1,546	15	857	1,667
13	Nu	20	937	1,835	15	937	1,908	6	906	2,046
14	Pc	10	989	2,184	10	999	2,223	6	1,006	2,445
15	Phi	25	892	1,660	20	892	1,731	15	889	1,792
16	Pp	15	882	1,760	15	901	1,837	10	902	1,912
17	Sat	15	991	2,196	10	996	2,289	6	985	2,437
18	Si	15	1,002	2,162	6	966	2,285	6	1,004	2,435
19	Sk	15	549	474	15	555	500	6	503	555
20	So	15	442	61	10	449	140	6	431	263
21	Tk	25	862	1,541	20	849	1,562	15	851	1,643
22	Tl	15	907	1,787	15	926	1,862	6	906	2,047
23	Tw	15	1,007	2,259	15	1,011	2,273	10	995	2,283
24	Wi	20	1,011	2,203	10	998	2,294	6	984	2,432
25	Wn	20	1,003	2,173	15	1,000	2,232	6	980	2,414

หมายเหตุ ราคาปุ๋ยไนโตรเจน 18.00 บาท / กก.

ราคาข้าวโพด 4.00 บาท / กก.

ตารางที่ 3.15 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพด
พันธุ์สุวรรณ5 จังหวัดนครสวรรค์โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT

อัตราปุ๋ย ไนโตรเจนที่เหมาะสม ผลผลิตและรายได้ ในการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ชุมดินต่างๆ จ.นครสวรรค์										
ลำดับ	ชุดดิน	อินทรีย์วัตถุต่ำ			อินทรีย์วัตถุปานกลาง			อินทรีย์วัตถุสูง		
		อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน
		กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
1	Bg	15	900	1,949	10	902	2,028	6	910	2,254
2	Cd	15	940	2,108	15	944	2,127	10	942	2,188
3	Ch	10	696	1,215	10	701	1,235	6	710	1,463
4	Don	15	935	2,088	15	941	2,111	10	936	2,163
5	Kok	10	532	563	10	539	591	6	533	760
6	Kt	20	953	2,015	15	956	2,099	6	921	2,222
7	Lb	15	945	2,127	6	901	2,215	6	935	2,352
8	Ln	15	951	2,153	15	954	2,163	6	919	2,289
9	Ng	25	1,008	2,160	15	1,000	2,274	15	1,011	2,318
10	Pc	20	1,246	3,180	15	1,235	3,207	6	1,214	3,390
11	Phi	15	731	1,283	10	745	1,343	6	719	1,497
12	Pp	15	788	1,502	15	790	1,512	10	790	1,584
13	Sat	15	833	1,681	10	828	1,736	6	804	1,832
14	Sk	10	609	869	6	594	1,002	6	611	1,071
15	So	25	487	172	20	483	228	15	463	223
16	Sp	25	1,073	2,424	15	1,077	2,584	6	1,064	2,794
17	Suk	20	1,016	1,836	20	1,054	2,352	15	1,027	2,383
18	Tk	20	706	1,103	20	717	1,147	15	715	1,211
19	Tl	20	823	1,494	15	819	1,548	6	775	1,638
20	Tw	20	956	2,102	15	943	2,121	15	954	2,163
21	Wi	20	870	1,756	10	863	1,875	6	852	2,020
22	Wn	20	924	1,973	20	935	2,016	10	919	2,097

หมายเหตุ ราคาปุ๋ยไนโตรเจน 18.00 บาท / กก.

ราคาข้าวโพด 4.00 บาท / กก.

ตารางที่ 3.16 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพด
พันธุ์สุวรรณ3601 จังหวัดนครสวรรค์โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT

อัตราปุ๋ย ไนโตรเจนที่เหมาะสม ผลผลิตและรายได้ ในการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 ชุมชนต่างๆ จ.นครสวรรค์										
ลำดับ	ชุมชน	อินทรีย์วัตถุต่ำ			อินทรีย์วัตถุปานกลาง			อินทรีย์วัตถุสูง		
		อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน
		กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
1	Bg	15	1,004	2,250	10	1,006	2,330	6	1,016	2,562
2	Cd	15	1,047	2,420	15	1,053	2,443	10	1,050	2,502
3	Ch	10	777	1,448	10	783	1,468	6	793	1,702
4	Don	15	1,042	2,396	15	1,048	2,422	10	1,042	2,470
5	Kok	10	591	718	10	597	743	6	591	910
6	Kt	20	1,063	2,335	15	1,067	2,420	6	1,027	2,527
7	Lb	15	1,053	2,443	10	911	2,521	6	1,043	2,663
8	Ln	15	1,060	2,470	15	1,063	2,481	6	1,025	2,591
9	Ng	25	1,115	2,469	15	1,107	2,580	15	1,119	2,629
10	Pc	20	1,385	3,604	15	1,371	3,625	6	1,349	3,800
11	Phi	15	817	1,532	15	833	1,596	6	803	1,740
12	Pp	15	877	1,742	15	879	1,752	10	879	1,826
13	Sat	15	929	1,952	10	925	2,007	6	898	2,093
14	Sk	10	673	1,044	6	660	1,184	6	682	1,270
15	So	25	547	344	20	543	399	10	481	295
16	Sp	25	1,188	2,770	15	1,192	2,932	6	1,178	3,138
17	Suk	20	1,133	2,620	20	1,157	2,713	15	1,146	2,740
18	Tk	20	785	1,311	20	794	1,347	15	790	1,401
19	Tl	20	907	1,711	15	902	1,763	6	854	1,834
20	Tw	20	1,066	2,420	15	1,051	2,432	15	1,062	2,477
21	Wi	20	969	2,041	10	963	2,159	6	950	2,299
22	Wn	20	1,022	2,243	20	1,034	2,290	15	1,036	2,369

หมายเหตุ ราคาปุ๋ยไนโตรเจน 18.00 บาท / กก.

ราคาข้าวโพด 4.00 บาท / กก.

ตารางที่ 3.17 ผลผลิตที่ภาคคะแนนและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 จังหวัดลพบุรี โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT

อัตราปุ๋ย ไนโตรเจนที่เหมาะสม ผลผลิตและรายได้ ในการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ชุมชนต่างๆ จ.ลพบุรี										
ลำดับ	ชุมชน	อินทรีย์วัตถุต่ำ			อินทรีย์วัตถุปานกลาง			อินทรีย์วัตถุสูง		
		อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน
		กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
1	Bag	20	866	1,739	15	864	1,804	15	865	1,809
2	Bg	15	888	1,897	10	890	1,978	6	896	2,194
3	Br	15	876	1,852	10	878	1,932	6	843	1,982
4	Cd	10	794	1,597	6	779	1,728	6	800	1,811
5	Ch	15	768	1,419	15	783	1,480	6	783	1,744
6	Don	15	803	1,562	10	796	1,606	6	792	1,782
7	Hs	6	219	-487	6	290	-204	6	365	97
8	Lb	25	1,188	2,952	20	1,181	2,997	15	1,173	3,035
9	Ln	20	1,044	2,455	20	1,046	2,462	6	996	2,598
10	Ly	20	891	1,766	15	883	1,805	6	863	1,990
11	Pc	20	1,149	2,793	15	1,135	2,811	6	1,107	2,963
12	Phi	20	831	1,601	15	827	1,656	15	847	1,735
13	Sat	15	875	1,846	10	880	1,940	6	858	2,043
14	Si	6	749	1,534	6	778	1,651	6	802	1,745
15	So	15	367	-172	6	301	-168	6	339	-16
16	Suk	20	902	1,807	15	901	1,877	6	859	1,972
17	Tk	20	794	1,454	20	804	1,493	15	806	1,571
18	Tl	15	834	1,609	15	858	1,704	6	835	1,876
19	Tw	15	899	1,944	15	902	1,956	10	892	1,988
20	Wi	20	890	1,836	10	880	1,938	6	853	2,023

หมายเหตุ ราคาปุ๋ยไนโตรเจน 18.00 บาท / กก.

ราคาข้าวโพด 4.00 บาท / กก.

ตารางที่ 3.18 ผลผลิตที่คาดคะเนและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพด
พันธุ์สุวรรณ 3601 จังหวัดลพบุรีโดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT

อัตราปุ๋ย ในโตรเจนที่เหมาะสม ผลผลิตและรายได้ ในการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 ชุมชนต่างๆ จ.ลพบุรี										
ลำดับ	ชุมชน	อินทรีย์วัตถุต่ำ			อินทรีย์วัตถุปานกลาง			อินทรีย์วัตถุสูง		
		อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน
		กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
1	Bag	20	949	1,952	15	948	2,023	15	954	2,043
2	Bg	15	974	2,126	10	985	2,240	6	998	2,482
3	Br	15	964	2,085	10	965	2,159	10	982	2,227
4	Cd	10	877	1,813	6	860	1,937	6	883	2,029
5	Ch	15	834	1,569	15	850	1,633	6	848	1,887
6	Don	15	887	1,782	10	879	1,822	6	875	1,996
7	Hs	15	417	-14	10	420	71	6	407	205
8	Lb	25	1,326	3,372	20	1,319	3,415	15	1,309	3,447
9	Ln	20	1,168	2,836	20	1,170	2,843	6	1,113	2,952
10	Ly	20	984	2,016	15	971	2,036	6	956	2,241
11	Pc	20	1,282	3,202	20	1,285	3,210	6	1,234	3,346
12	Phi	20	908	1,790	20	933	1,890	15	929	1,946
13	Sat	15	959	2,067	10	967	2,167	6	939	2,248
14	Si	6	827	1,728	6	859	1,857	6	885	1,962
15	So	15	404	-112	10	388	-92	6	376	50
16	Suk	20	995	2,060	15	998	2,145	10	997	2,212
17	Tk	20	874	1,628	20	876	1,665	15	879	1,748
18	Tl	20	942	1,848	15	941	1,919	6	912	2,068
19	Tw	15	987	2,177	15	996	2,211	15	1,007	2,253
20	Wi	20	982	2,084	15	995	2,205	10	991	2,263

หมายเหตุ ราคาปุ๋ยในโตรเจน 18.00 บาท / กก.

ราคาข้าวโพด 4.00 บาท / กก.

ตารางที่ 3.19 ผลผลิตที่คาดการณ์และอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพด
พันธุ์สุวรรณ 5 จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT

อัตราปุ๋ย ในโตรเจนที่เหมาะสม ผลผลิตและรายได้ ในการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ชุดดินต่างๆ จ.นครราชสีมา										
ลำดับ	ชุดดิน	อินทรีย์วัตถุต่ำ			อินทรีย์วัตถุปานกลาง			อินทรีย์วัตถุสูง		
		อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน
		กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
1	Bg	15	1,013	2,388	10	1,013	2,460	6	1,026	2,706
2	Br	20	956	2,091	15	948	2,131	15	955	2,161
3	Cd	15	991	2,301	15	1,001	2,345	6	952	2,412
4	Ci	15	977	2,171	15	980	2,183	6	961	2,369
5	Ct	15	1,010	2,379	15	1,016	2,401	6	986	2,545
6	Cu	20	802	1,403	15	803	1,479	10	798	1,533
7	Don	20	1,002	2,273	20	1,006	2,291	15	978	2,344
8	Hs	20	857	1,695	15	858	1,773	10	858	1,844
9	Kt	20	1,003	2,203	15	1,004	2,276	6	951	2,330
10	Lb	20	1,234	3,204	15	1,229	3,254	15	1,239	3,293
11	Lg	15	817	1,609	10	812	1,660	6	822	1,893
12	Li	15	758	1,375	10	744	1,389	6	740	1,567
13	Ln	15	1,039	2,503	15	1,043	2,517	6	1,030	2,732
14	Ly	15	816	1,530	10	804	1,554	6	820	1,812
15	Ml	25	636	757	25	642	783	20	654	900
16	Ng	25	938	1,877	10	907	1,968	6	893	2,106
17	Pc	15	1,156	2,891	15	1,169	2,944	6	1,148	3,124
18	Pp	15	806	1,566	15	810	1,578	10	804	1,632
19	Sat	15	970	2,217	6	923	2,292	6	956	2,426
20	Si	20	1,021	2,274	15	1,014	2,317	6	996	2,510
21	Sn	20	848	1,592	15	831	1,596	10	832	1,669
22	Sp	20	927	1,898	6	881	2,050	6	933	2,260
23	Su	15	923	1,953	6	896	2,111	6	932	2,255
24	Suk	20	934	1,932	15	937	2,018	6	890	2,093
25	Tk	25	976	2,100	25	979	2,112	15	958	2,174
26	Tw	15	1,017	2,404	15	1,022	2,424	15	1,033	2,468
27	Wn	15	963	2,188	15	979	2,253	6	964	2,458
28	Yl	15	824	1,569	15	834	1,608	10	827	1,651
29	Yt	20	1,015	2,251	15	1021	2,347	6	1003	2,538

หมายเหตุ ราคาปุ๋ยในโตรเจน 18.00 บาท / กก.

ราคาข้าวโพด 4.00 บาท / กก.

ตารางที่ 3.20 ผลผลิตที่คาดการณ์และอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวโพด
พันธุ์สุวรรณ 3601 จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT

อัตราปุ๋ย ในโตรเจนที่เหมาะสม ผลผลิตและรายได้ ในการปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3601 ชุมชนต่างๆ จ.นครราชสีมา										
ลำดับ	ชุมชน	อินทรีย์วัตถุต่ำ			อินทรีย์วัตถุปานกลาง			อินทรีย์วัตถุสูง		
		อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน	อัตรา N	ผลผลิต	ผลตอบแทน
		กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
1	Bg	15	1,111	2,634	10	1,124	2,756	6	1,139	3,008
2	Br	20	1,068	2,400	15	1,059	2,440	15	1,067	2,472
3	Cd	15	1,106	2,622	15	1,119	2,671	6	1,064	2,716
4	Ci	15	1,086	2,458	15	1,089	2,471	6	1,067	2,648
5	Ct	15	1,128	2,702	15	1,134	2,727	6	1,099	2,853
6	Cu	20	876	1,568	15	883	1,667	10	878	1,719
7	Don	20	1,118	2,592	20	1,123	2,611	15	1,118	2,663
8	Hs	20	935	1,874	15	938	1,960	10	858	2,063
9	Kt	20	1,118	2,513	15	1,119	2,588	15	1,130	2,634
10	Lb	20	1,376	3,630	15	1,370	3,678	15	1,382	3,726
11	Lg	15	899	1,804	10	893	1,852	6	904	2,089
12	Li	15	827	1,521	10	817	1,553	6	812	1,726
13	Ln	15	1,157	2,850	15	1,161	2,866	6	1,148	3,075
14	Ly	15	897	1,724	10	884	1,742	6	902	2,008
15	Ml	25	718	986	25	725	1,014	20	736	1,132
16	Ng	25	1,020	2,075	15	1,022	2,225	10	938	2,300
17	Pc	20	1,317	3,327	15	1,312	3,381	6	1,290	3,556
18	Pp	15	873	1,712	15	877	1,726	10	871	1,774
19	Sat	15	1,073	2,484	10	1,085	2,571	6	1,062	2,702
20	Si	20	1,138	2,597	15	1,131	2,638	6	1,110	2,821
21	Sn	20	938	1,823	20	938	1,825	15	938	1,896
22	Sp	20	1,019	2,127	15	1,044	2,295	6	1,038	2,539
23	Su	15	1,017	2,190	6	994	2,361	6	1,037	2,534
24	Suk	25	1,038	2,146	20	1,042	2,233	15	1,047	2,327
25	Tk	25	1,072	2,346	25	1,076	2,363	20	1,080	2,452
26	Tw	20	1,152	2,721	15	1,135	2,725	15	1,147	2,774
27	Wn	20	1,091	2,483	15	1,088	2,541	6	1,071	2,738
28	Yl	15	909	1,791	15	927	1,864	10	925	1,928
29	Yt	25	1,152	2,575	15	1,139	2,668	6	1,118	2,850

หมายเหตุ ราคาปุ๋ยในโตรเจน 18.00 บาท / กก.

ราคาข้าวโพด 4.00 บาท / กก.

บทที่ 4

การประเมินความต้องการปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชของข้าวโพด

4.1 คำนำ

ดินในแหล่งปลูกข้าวโพดมีสมบัติบางประการแตกต่างกันอย่างเด่นชัด เช่น ดินที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินร่วนและร่วนเหนียวปนทราย มีปฏิกิริยาเป็นกรด และมีบางส่วนที่เป็นด่าง โดยทั่วไปมีธาตุอาหารพืชต่ำไม่เพียงพอความต้องการของข้าวโพด จากการศึกษาการใช้ปุ๋ยข้าวโพดของกรมวิชาการเกษตรในช่วงปี พ.ศ. 2510–2540 ในดินเหนียว ชุดดินชัยบาดาล ชุดดินลพบุรี ชุดดินตากลี ชุดดินปากช่อง และชุดดินโชคชัย ซึ่งดินมีอินทรีย์วัตถุในช่วง 2.40–4.20 เปอร์เซ็นต์ (ระดับปานกลาง–สูง) ธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 14–112 มก./กก. (ระดับสูง–สูงมาก) และธาตุอาหารโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 128–320 มก./กก. (ระดับสูง–สูงมาก) ปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ยได้ผลผลิตเฉลี่ยในช่วง 213–593 กก./ไร่ และข้าวโพดมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสเฟต แต่ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทช การปลูกข้าวโพดในดินร่วนปนทราย เช่น ชุดดินโคราช ชุดดินสตึก ชุดดินวาริน ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุในดินช่วง 0.69–0.70 เปอร์เซ็นต์ (ระดับต่ำ) ธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 9–10 มก./กก. (ระดับต่ำ) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 44–60 มก./กก. (ระดับต่ำ) ปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ยเลยได้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำมาก คืออยู่ในช่วง 150–250 กก./ไร่ และข้าวโพดมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทช อย่างเด่นชัด

4.2 การประเมินความต้องการปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชของข้าวโพด

ในช่วงปี พ.ศ. 2507-2509 กรมวิชาการเกษตรได้นำค่าวิเคราะห์ธาตุอาหาร ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ซึ่งประเมินได้โดยการวิเคราะห์ดินทางเคมี เป็นแนวทางในการแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมกับข้าวโพด โดยทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินที่สกัดได้โดยวิธีการทางเคมีกับน้ำหนักเมล็ดข้าวโพด ที่ปลูกในบริเวณต่างๆ ของจังหวัดสระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ นครราชสีมา และขอนแก่น ซึ่งครอบคลุมหลายชุดดินด้วยกันได้แก่ ชุดดินปากช่อง ตากลี ลพบุรี ชัยบาดาล โคราช วาริน และสตึก และทำการศึกษาการตอบสนองของข้าวโพดต่อธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมพบว่าผลผลิตข้าวโพดมีสหสัมพันธ์กับค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้สมการของ Mitscherlich-Bray คือ $\log(A - Y) = \log A - c_1b - cx$ (A = ผลผลิตสูงสุดเทียบเป็น 100, Y = เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของผลผลิตสูงสุด, b = ค่าวิเคราะห์ดิน, x = อัตราปุ๋ยที่จะต้องใส่ (กก./ไร่), c_1 = ค่าคงที่ของค่าวิเคราะห์ดิน, c = ค่าคงที่

ของอัตราปุ๋ยที่ใช้) สำหรับวิธีการวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินใช้ วิธี Bray 2 และ ธาตุอาหารโพแทสเซียมใช้ วิธี Ammonium acetate ผลของการศึกษา 3 ปี ติดต่อกันสามารถประเมิน ค่า c_1 และ c สำหรับสมการการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต (P) และปุ๋ยโพแทช (K) ดังนี้

$$\log (100 - Y) = \log 100 - 0.05419 b - 0.03864 x \quad \text{ปุ๋ย P}$$

$$\log (100 - Y) = \log 100 - 0.00618 b - 0.05132 x \quad \text{ปุ๋ย K}$$

ได้มีการทดสอบการใช้สมการดังกล่าวนี้กับข้าวโพดและข้าวฟ่างในท้องที่ปลูกข้าวโพด พบว่าสมการนี้สามารถใช้กำหนดอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้กับข้าวโพดได้โดยได้ค่า ผลผลิตประมาณ 87 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด

4.3 การให้คำแนะนำปุ๋ยฟอสเฟตตามปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดิน

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available-P) ที่ได้จากการวิเคราะห์ดิน โดยวิธี Bray 2 นำมาประเมินปริมาณปุ๋ยฟอสเฟตในรูปของ P_2O_5 เพื่อใส่ให้ข้าวโพดที่ปลูกในดิน กลุ่มต่างๆ จากการคำนวณโดยใช้สมการของ Mitscherlich และคิดคำนวณเป็นปริมาณปุ๋ยฟอสเฟต เช่น ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ที่ใส่ให้กับข้าวโพดเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ 87 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุดในสถานภาพที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียมพอเพียง ดังนั้นปริมาณปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ในดินจะเป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินและปริมาณปุ๋ยฟอสเฟต (P_2O_5) ที่ต้องใส่เพื่อให้ได้ผลผลิต 87 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด

ค่าวิเคราะห์ Available P ในดิน (b) (มก. P/กก.)	ผลผลิตที่คาดการณ์ จากผลผลิตสูงสุด $\frac{1}{2}$ (Y) (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่ ต้องการ $\frac{2}{2}$ (x) (กก. P_2O_5 /ไร่)	ปริมาณปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ ฟอสเฟต (TSP) $\frac{3}{3}$ (กก./ไร่)
3	31.0	18.5	54.0
4	39.5	17.5	50.0
5	46.5	16.0	46.0
6	52.5	14.5	42.0
7	58.0	13.0	38.0
8	63.0	11.5	34.0
9	67.5	10.5	30.0

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินและปริมาณปุ๋ยฟอสเฟต (P_2O_5) ที่ต้องใส่เพื่อให้ได้ผลผลิต 87 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด

ค่าวิเคราะห์ Available P ในดิน (b) (มก./กก.)	ผลผลิตที่คาดการณ์ จากผลผลิตสูงสุด ^{1/} (Y) (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่ ต้องการ ^{2/} (x) (กก. P_2O_5 /ไร่)	ปริมาณปุ๋ยฟอสเฟต (TSP) ^{3/} (กก./ไร่)
10	71.5	9.0	26.0
11	74.5	7.5	22.0
12	77.5	6.0	18.0
13	80.5	4.5	14.0
14	82.5	3.5	10.0
15	84.5	2.0	5.2
16	86.5	0.5	1.3
17	88.0	-	-
18	89.5	-	-
19	90.5	-	-
20	91.0	-	-

หมายเหตุ ^{1/} คำนวณจากสมการ $\log (100 - Y) = \log 100 - 0.05419 b$ ค่า $c_1 = 0.05419$

^{2/} คำนวณจากสมการ $\log (100 - Y) = \log 100 - 0.05419 b - 0.03864 x$ ค่า $c = 0.03864$

^{3/} ปรับใช้กับปริมาณการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต (45% P_2O_5)

แหล่งที่มา : Annual Report (1966)

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าถ้าดินมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ต่ำ คือ 3 มก./กก. จะต้องใส่ปุ๋ย ฟอสเฟต (P_2O_5) อัตรา 18.5 กก./ไร่ เพื่อยกระดับผลผลิตให้สูงขึ้นที่ระดับ 87 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตสูงสุด และในทำนองเดียวกันถ้าดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงขึ้น เป็น 5 มก./กก. ปริมาณปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่จะน้อยลงเหลือเพียง 16 กก./ไร่ และถ้าปริมาณฟอสฟอรัสใน ดินยังมีระดับสูงขึ้นเกิน 16 มก./กก. ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเลย ข้าวโพดจะให้ผลผลิตสูงเป็นที่น่า พพอใจ (ประมาณ 87เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด)

ถ้าค่าวิเคราะห์ดินมี Available P ตั้งแต่ 6-11 มก./กก. จัดว่าเป็นระดับปานกลาง เพราะว่า สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดได้ประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด ถ้าดินมี Available P < 5 มก./กก. จัดว่าเป็นพวกที่เป็นระดับต่ำ เพราะว่าสามารถให้ผลผลิตได้ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของผล ผลิตสูงสุด ส่วนดินที่มี available P 12-16 มก./กก. จัดว่าเป็นระดับสูง เพราะว่าสามารถให้ผลผลิตได้

ประมาณ 77-86 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด และถ้าดินมี Available P มากกว่า 16 กก./กก. ก็จัดว่าเป็นดินที่สามารถจะให้ผลผลิตข้าวโพดได้สูงมากกว่า 87 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด

จากหลักการดังกล่าวข้างต้น จึงจัดแบ่งระดับความต้องการธาตุอาหารให้อยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้เปรียบเทียบกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างดิน เพื่อนำมาใช้เป็นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตกับข้าวโพด ได้จัดทำระดับธาตุอาหารฟอสฟอรัสในดินปลูกข้าวโพด และปริมาณปุ๋ยฟอสเฟต (P_2O_5) ที่ใส่ให้กับข้าวโพด (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ระดับของธาตุอาหารฟอสฟอรัสในดินปลูกข้าวโพดและปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่

ระดับ ธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P)	ค่าวิเคราะห์ P ในดิน (Bray 2) กก./กก.	ปริมาณปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ (กก. P_2O_5 /ไร่)
ต่ำมาก (VL)	< 5	> 16.0
ต่ำ (L)	5	16.0
ปานกลาง (M)	6-11	7.5-14.5
สูง (H)	12-16	0.5-6.0
สูงมาก (VH)	> 16	0

แหล่งที่มา : Annual Report (1966), หริง มีสวัสดี (2529), โชติ สิทธิบุตร (2539), สุทิน คล้ายมนต์ (2540), สัมฤทธิ์ ชัยวรรณกุล และคณะ (2525)

4.4 การให้คำแนะนำปุ๋ยโพแทสเซียมตามปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดิน

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินสามารถประเมินได้จากการวิเคราะห์ดินโดยการสกัดด้วย Ammonium acetate, pH 7.0 ซึ่งเป็นโพแทสเซียมที่อยู่ในรูป Exchangeable-K ในดิน การตอบสนองของข้าวโพดที่ปลูกต่อปุ๋ยโพแทสเซียมในดินกลุ่มต่างๆ พบว่ามีการตอบสนองในระดับต่างๆ กันตามชนิดของกลุ่มดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีเนื้อดินปานกลาง และเนื้อดินหยาบ ข้าวโพดที่ปลูกในดินกลุ่มหรือชุดดินต่างๆ ในจังหวัด นครสวรรค์ ลพบุรี สระบุรี นครราชสีมา และขอนแก่น มีผลผลิตอยู่ในช่วง 298-856 กก./ไร่ การกำหนดอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมสามารถใช้วิธีการประเมินอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมจากสมการ Mitscherlich เช่นกัน โดยคำนวณหาผลตอบสนองของข้าวโพดต่ออัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่ในดินกลุ่มต่างๆ เช่น กลุ่มดิน Paleustults (ชุดดิน ปากช่อง โคราข วาริน และสตึก) กลุ่มดิน Typic Calciustolls (ชุดดินตาคลี) กลุ่มดิน Typic Pellusterts (ชุดดินลพบุรี) กลุ่มดิน Vertic Haplustolls (ชุดดินชัยบาดาล) โดยได้ค่าคงที่ (c_1) เท่ากับ 0.00618 ซึ่งเป็นค่าคงที่ของปริมาณ

ธาตุโพแทสเซียม วิเคราะห์ได้จากดิน (b) และค่าคงที่ (c) เท่ากับ 0.05132 เป็นค่าคงที่ของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม (x) เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงที่ระดับ 87 เปอร์เซ็นต์ (Y) ของผลผลิตสูงสุด (Maximum yield) ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้กับสมการ $\log (100 - Y) = \log 100 - 0.00618 (b) - 0.05132 (x)$ จากผลการศึกษาในกลุ่มดินเหนียวสีแดง กลุ่มดินเหนียวสีดำ และกลุ่มดินร่วนทรายในชุดดินต่างๆ พบว่าปริมาณความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้จากดิน เพื่อให้ได้ผลผลิตข้าวโพดสูงที่ 87 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมในดิน และปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) ที่ต้องใส่เพื่อให้ได้ผลผลิต 87 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด

ค่าวิเคราะห์ K ในดิน (b) มก.K/กก.	ผลผลิตที่คาดคะเน จากผลผลิตสูงสุด ^{1/} (Y) (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณโพแทสเซียมที่ ต้องการ ^{2/} (x) (กก. K_2O /ไร่)	ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม ^{3/} (KCl) (กก./ไร่)
30	35.0	13.5	23.0
40	43.5	12.5	21.0
50	51.0	11.0	18.5
60	57.5	10.0	16.5
70	63.0	9.0	14.5
80	68.0	7.5	12.5
90	72.0	6.5	10.5
100	76.0	5.0	8.5
120	82.0	3.0	4.5
150	88.0	-	-
180	92.5	-	-

^{1/} คำนวณจากสมการ $\log (100 - Y) = \log 100 - 0.00618 b$ ค่า $c_1 = 0.00618$

^{2/} คำนวณจากสมการ $\log (100 - Y) = \log 100 - 0.00618 b - 0.05132 x$ ค่า $c = 0.05132$

^{3/} เปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (60% K_2O) ที่นำมาใช้ตามอัตราต่างๆ ตามคำแนะนำ

ในตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมที่ต้องใส่เมื่อดินมีระดับโพแทสเซียมแตกต่างกันโดยได้รับผลผลิต 87 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตสูงสุด โดยใช้วิธีของ Mitscherlich เช่นเดียวกันกับที่ใช้คำนวณความต้องการปุ๋ยฟอสเฟต ซึ่งในกรณีของโพแทสเซียม พบว่ามีการตอบสนองในทำนองเดียวกัน คือถ้าดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูงจะยกระดับผลผลิตข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับ 87 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตสูงสุด ตามหลักการของการ

คำนวณโดยวิธี Mitscherlich ดังกล่าวปริมาณการใช้ปุ๋ยโพแทชจะลดลงตามปริมาณของธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ที่สูงขึ้นตามค่าวิเคราะห์ดิน และในที่สุดที่ระดับธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินสูงเกิน 150 มก./กก. แล้วการใส่ปุ๋ยโพแทชไม่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด

ดังนั้นจากผลการศึกษาและการทดสอบความต้องการโพแทสเซียมจากการใช้ค่าวิเคราะห์ดินเป็นตัวกำหนดปริมาณปุ๋ยโพแทช จึงนำมาสร้างเป็นตารางเปรียบเทียบ (ตารางที่ 4.4) โดยใช้หลักเดียวกันกับธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยคำแนะนำปุ๋ยโพแทชจะกำหนดระดับต่ำ (L) ถ้าในดินมีธาตุโพแทสเซียมต่ำกว่า 50 มก./กก. จะให้เปอร์เซ็นต์การตอบสนองของผลผลิตต่ำกว่า 51 เปอร์เซ็นต์ต่อผลผลิตสูงสุด ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดินอยู่ในช่วง 50-100 มก./กก. ซึ่งเป็นระดับปานกลาง (M) เปอร์เซ็นต์การตอบสนองอยู่ที่ 51-76 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อโพแทสเซียมมีระดับสูงเกิน 100 มก./กก. เปอร์เซ็นต์การตอบสนองของผลผลิตจะเกิน 76 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด

ตารางที่ 4.4 ระดับของธาตุอาหารโพแทสเซียมในดินปลูกข้าวโพดและปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่

ระดับธาตุอาหาร K		ค่าวิเคราะห์ K ในดิน N-Ammonium acetate, pH 7.0 (มก./กก.)	ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่ (ก.ก.K ₂ O/ไร่)
ต่ำมาก	(VL)	-	-
ต่ำ	(L)	< 50	> 11
ปานกลาง	(M)	50-100	5.0-11.0
สูง	(H)	> 100	3.0-5.0
สูงมาก	(VH)	-	0

แหล่งที่มา : Annual Report (1966), หวัง มีสวัสดิ์ (2529), โชติ สิทธิบุตร (2539), สุทิน คล้ายมนต์ (2540), สัมฤทธิ์ ชัยวรรณกุล และคณะ (2525)

4.5 การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชต่อข้าวโพด 2 พันธุ์

การศึกษากการใช้ปุ๋ยกับข้าวโพดสองพันธุ์ (สุวรรณ 5 และสุวรรณ 3601) ในชุดดินชัยบาดาลที่สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดนครสวรรค์ ชุดดินตาคีที่ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดนครสวรรค์และชุดดินปากช่อง ที่สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธรบาท จังหวัดลพบุรี โดยที่ชุดดินต่างๆ เหล่านี้มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินก่อนปลูกอยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 4.5 และ 4.6) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะทราบว่าข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชมากน้อยเพียงใด และเพื่อเป็นการยืนยันคำแนะนำการใช้ปุ๋ย P และ K โดยวิธีการของ Mitscherlich-Bray

- วิธีดำเนินงาน

วางแผนการทดลองแบบ RCB ทำ 3 ซ้ำ โดยใช้ขนาดแปลงทดลองย่อยแปลงละ 4.0 X 4.5 เมตร กำหนดพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 3.0 X 3.0 เมตร ใช้ระยะปลูกข้าวโพดระหว่างแถว 0.75 เมตร ระยะระหว่างต้น 0.25 เมตร ถอนแยกเหลือ 1 ต้นต่อหลุม

- วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลตอบสนองของอัตราปุ๋ยฟอสเฟต 4 อัตรา คือ 0 5 10 และ 20 กก. P_2O_5 /ไร่ และศึกษาผลตอบสนองของโพแทสเซียม 3 อัตรา คือ 0 5 และ 10 กก. K_2O /ไร่

- วิธีการทดลอง

กำหนดวิธีการใส่ปุ๋ยในแปลงทดลองทั้งสองดังนี้ การศึกษาฟอสฟอรัสใส่ปุ๋ยในโตรเจน อัตรา 20 กก.N/ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10 กก. K_2O /ไร่ ร่วมกับอัตราปุ๋ยฟอสเฟตที่จะศึกษาทั้ง 4 อัตราตามที่กำหนด สำหรับการศึกษาโพแทสเซียมก็เช่นเดียวกันคือ ใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 20 กก.N/ไร่ กับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 20 กก. P_2O_5 /ไร่ ร่วมกับอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่จะศึกษาทั้ง 3 อัตราดังกล่าวที่กำหนดไว้ในแผนการศึกษาเพื่อเป็นการรักษาระดับของธาตุที่ไม่ได้ศึกษาให้อยู่ในสภาวะพอเพียงโดยไม่ให้เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืช

- การปลูกและการใส่ปุ๋ย

เตรียมแปลงปลูกโดยแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 4.0 X 4.5 เมตร ขุดร่องใส่ปุ๋ยและปลูกข้าวโพดเป็นแถวตามระยะปลูกและจำนวนต้นตามแผนการทดลอง

การใส่ปุ๋ยแบ่งออกเป็น 2 ครั้งๆ แรกเป็นการใส่ปุ๋ยรองพื้นโดยใส่ปุ๋ยครึ่งหนึ่งของ N (10 กก.N/ไร่) ร่วมกับ P และ K ตามอัตราศึกษาทั้ง 2 การศึกษา โดยใส่ปุ๋ยทั้งหมดรองพื้นร่องปลูกแล้วกลบปุ๋ยให้หนาประมาณ 4 นิ้ว หยอดเมล็ดข้าวโพดเป็นหลุมๆ ละประมาณ 3-5 เมล็ด เมื่อข้าวโพดงอกได้ประมาณ 10 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น และเมื่อข้าวโพดอายุ 25-30 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งที่สองเป็นปุ๋ยแต่งหน้าโดยใส่ปุ๋ย N อัตราครึ่งหนึ่งของที่เหลือ (10 กก.N/ไร่) โดยการโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนดินกลบปุ๋ยพร้อมทั้งพูนโคนต้นข้าวโพด

- การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว

พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามคำแนะนำ และดูแลการให้น้ำข้าวโพดตามความต้องการของข้าวโพด ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่ออายุประมาณ 105 วัน

- การบันทึกข้อมูล

บันทึกค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินก่อนปลูกข้าวโพด และผลผลิตน้ำหนักเมล็ดข้าวโพดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยวิเคราะห์ธาตุอาหาร P (Bray 2) ในดิน ก่อนปลูกและก่อนใส่ปุ๋ยในแปลงที่ใส่ปุ๋ย P_2O_5 ของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินต่างๆ

แปลงที่ใส่ปุ๋ย	พันธุ์สุวรรณ 5				พันธุ์สุวรรณ 3601			
P_2O_5 กก./ไร่	ชุดดิน ชัยบาดาล ^{1/}	ชุดดิน ตาคี ^{2/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{3/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{4/}	ชุดดิน ชัยบาดาล ^{1/}	ชุดดิน ตาคี ^{2/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{3/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{4/}
	----- ppm P -----				----- ppm P -----			
0	23	15	58	20	35	16	45	15
5	32	26	89	37	54	32	79	36
10	38	28	118	44	62	28	105	35
20	22	24	100	38	46	30	106	34
เฉลี่ย	29	23	91	35	49	26	84	30
C.V.(%)	47.6	13.4	32.0	22.9	41.5	23.5	48.0	35.2
F-test	NS	**	*	**	NS	*	*	**

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยวิเคราะห์ธาตุอาหาร K (NH_4OAc) ในดิน ก่อนปลูกและก่อนใส่ปุ๋ยในแปลงที่ใส่ปุ๋ย K_2O ของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินต่างๆ

แปลงที่ใส่ปุ๋ย	พันธุ์สุวรรณ 5				พันธุ์สุวรรณ 3601			
K_2O กก./ไร่	ชุดดิน ชัยบาดาล ^{1/}	ชุดดิน ตาคี ^{2/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{3/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{4/}	ชุดดิน ชัยบาดาล ^{1/}	ชุดดิน ตาคี ^{2/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{3/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{4/}
	----- ppm K -----				----- ppm K -----			
0	73	138	67	69	67	119	68	72
5	71	134	67	77	86	133	67	89
10	77	146	74	78	77	130	63	97
เฉลี่ย	73	139	69	75	77	127	66	86
C.V.(%)	15.5	21.4	19.6	24.5	31.0	16.0	25.1	37.9
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^{1/} สถานีพัฒนาที่ดิน จังหวัดนครสวรรค์ ใช้น้ำชลประทาน

^{2/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ จังหวัดนครสวรรค์ ใช้น้ำชลประทาน

^{3/} สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท จังหวัดลพบุรี ใช้น้ำชลประทาน

^{4/} สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท จังหวัดลพบุรี ใช้น้ำฝน

หมายเหตุ NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

● ผลการทดลอง

1) การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย P ของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดต่างๆ

ข้าวโพดสุวรรณ 5 เมื่อปลูกในดินชุดดินชัยบาดาล เมื่อไม่ใส่ปุ๋ย P เลยจะให้ผลผลิต 1,007 กก./ไร่ เทียบกับเมื่อใส่ปุ๋ย P ที่อัตรา 5 กก. P_2O_5 /ไร่ จะสูงขึ้นเป็น 1,040 กก./ไร่ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ย P เป็น 10 และ 20 กก. P_2O_5 /ไร่ ผลผลิตของข้าวโพดจะไม่สูงขึ้นอีก ผลผลิตเพิ่มของข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ย อัตรา 5-20 กก. P_2O_5 /ไร่ มีค่าเท่ากับ 1,035 กก./ไร่ และไม่ต่างจากที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเลย คือ 1,007 กก./ไร่ นั่นคือจะใส่ปุ๋ยหรือไม่ใส่ปุ๋ย P ข้าวโพดสุวรรณ 5 ที่ปลูกในดินชุดดินชัยบาดาลจะมีผลผลิตเพิ่มเท่ากับ 1,028 กก./ไร่ (ตารางที่ 4.7)

ในทำนองเดียวกัน ข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดดินตาคลี ปากช่องทั้งที่ได้รับน้ำชลประทาน และน้ำฝนตามธรรมชาติ ผลผลิตของข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ย P และไม่ได้รับปุ๋ย P เลย จะไม่แตกต่างกัน แต่อย่างใด ดังนั้นผลผลิตข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดดินเหล่านี้โดยเฉลี่ยเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย หรือใส่ปุ๋ย P จะมีค่าเท่ากับ 1,089 กก./ไร่สำหรับชุดดินตาคลี 1,106 กก./ไร่สำหรับชุดดินปากช่องได้รับการชลประทาน และ 1,081 กก./ไร่สำหรับชุดดินปากช่องที่ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ

สำหรับข้าวโพดสุวรรณ 3601 ซึ่งเป็นข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมจะมีแนวโน้มตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย P เล็กน้อย กล่าวคือเมื่อปลูกในดินชุดดินชัยบาดาลการใส่ปุ๋ย P ที่อัตรา 5-20 กก. P_2O_5 /ไร่ ผลผลิตข้าวโพดมีค่าเฉลี่ย 1,176 กก./ไร่ เทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย 1,147 กก./ไร่ เช่นเดียวกันเมื่อปลูกในดินตาคลีผลผลิตที่ P ได้รับปุ๋ย P เฉลี่ยเท่ากับ 1,244 กก./ไร่ เทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย 1,221 กก./ไร่ และเมื่อปลูกในดินชุดดินปากช่องที่ได้รับการชลประทาน เมื่อใส่ปุ๋ยจะมีค่าเฉลี่ย 1,299 กก./ไร่ เมื่อเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย 1,292 กก./ไร่ อย่างไรก็ตามความแตกต่างของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด ยกเว้นข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดดินปากช่องที่ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ ผลผลิตจากการใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้นเป็น 1,316 กก./ไร่ เทียบกับ 1,129 กก./ไร่ ที่ไม่ได้รับปุ๋ย ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

เป็นที่น่าสังเกตว่าผลผลิตโดยเฉลี่ยของข้าวโพดสุวรรณ 3601 โดยทั่วไปแล้วจะสูงกว่าข้าวโพดสุวรรณ 5 ไม่ว่าจะปลูกในดินชุดใด และมีแนวโน้มในการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย P ดีกว่าเช่นกัน

2) การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมของข้าวโพดปลูกในชุดดินต่างๆ

เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (0 กก. K_2O /ไร่) ในชุดดินชัยบาดาล ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ให้ผลผลิต 999 กก./ไร่ พันธุ์ลูกผสมสุวรรณ 3601 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,135 กก./ไร่ ในชุดดินตาคลีข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,116 กก./ไร่ และพันธุ์สุวรรณ 3601 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,244 กก./ไร่ (ตารางที่ 4.8) ข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่องสภาพที่ใช้น้ำชลประทานโดยไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม พันธุ์สุวรรณ 5 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,052 กก./ไร่ พันธุ์สุวรรณ 3601 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,268 กก./ไร่ และในชุด

ดินปากช่องที่ใช้น้ำฝน ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,092 กก./ไร่ พันธุ์สุวรรณ 3601 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,288 กก./ไร่ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ปลูกลงในชุดดินปากช่องให้น้ำชลประทานแสดงผลตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม โดยที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (0 กก. K_2O /ไร่) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,052 กก./ไร่ และผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 1,121 กก./ไร่ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อใส่โพแทสเซียมที่อัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ โดยที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเท่ากับ 67 มก.K/กก. แม้ว่าพันธุ์ลูกผสมสุวรรณ 3601 จะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วยก็ตามแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการให้น้ำชลประทาน มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกโดยอาศัยฝนธรรมชาติ

ข้าวโพดปลูกในดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระหว่าง 63-146 มก.K/กก. จะให้ผลผลิตแตกต่างกัน และมีการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับต่างกัน

ดังนั้นจากผลการทดลองการตอบสนองของปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชในกลุ่มดินเหนียวในท้องที่ปลูกข้าวโพด จ.นครสวรรค์ และ จ.ลพบุรี ที่มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในปริมาณสูงไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยทั้ง P และ K ซึ่งสอดคล้องกับการให้คำแนะนำปุ๋ย P และ K ที่กำหนดจากสมการ Mitscherlich-Bray (ตารางที่ 4.1 และ 4.3)

ตารางที่ 4.7 อิทธิพลของ P_2O_5 ต่อผลผลิตของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินต่างๆ

อัตราปุ๋ย	พันธุ์สุวรรณ 5				พันธุ์สุวรรณ 3601			
P_2O_5 กก./ไร่	ชุดดิน ชัยบาดาล ^{1/}	ชุดดิน ตาคลี ^{2/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{3/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{4/}	ชุดดิน ชัยบาดาล ^{1/}	ชุดดิน ตาคลี ^{2/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{3/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{4/}
	----- กก./ไร่-----				----- กก./ไร่-----			
0	1007	1105	1105	1086	1147	1221	1292	1129
5	1040	1121	1107	1073	1187	1255	1275	1340
10	1034	1074	1087	1077	1206	1225	1329	1287
20	1032	1057	1125	1086	1134	1252	1293	1321
เฉลี่ย	1028	1089	1106	1081	1169	1238	1297	1269
ค่าเฉลี่ยจาก อัตราปุ๋ย 5-20	1035	1084	1106	1079	1176	1244	1299	1316
C.V.(%)	10.3	5.2	6.5	9.2	8.9	3.2	5.8	12.3
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*

ตารางที่ 4.8 อิทธิพลของ K_2O ต่อผลผลิตของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินต่างๆ

อัตราปุ๋ย K_2O กก./ไร่	พันธุ์สุวรรณ 5				พันธุ์สุวรรณ 3601			
	ชุดดิน ชัยบาดาล ^{1/}	ชุดดิน ตาคลี ^{2/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{3/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{4/}	ชุดดิน ชัยบาดาล ^{1/}	ชุดดิน ตาคลี ^{2/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{3/}	ชุดดิน ปากช่อง ^{4/}
	----- กก./ไร่ -----				----- กก./ไร่ -----			
0	999	1116	1052	1092	1135	1244	1268	1288
5	1023	1076	1121	1090	1169	1236	1296	1266
10	1064	1075	1145	1061	1202	1236	1327	1254
เฉลี่ย	1028	1089	1106	1081	1169	1238	1297	1269
ค่าเฉลี่ยจาก อัตราปุ๋ย 5-10	1043	1076	1133	1076	1186	1236	1312	1260
C.V.(%)	10.3	5.2	6.5	9.2	8.9	3.2	5.8	12.3
F-test	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS

^{1/} สถานีพัฒนาที่ดิน จังหวัดนครสวรรค์ ใช้น้ำชลประทาน^{2/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ จังหวัดนครสวรรค์ ใช้น้ำชลประทาน^{3/} สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท จังหวัดลพบุรี ใช้น้ำชลประทาน^{4/} สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท จังหวัดลพบุรี ใช้น้ำฝน

หมายเหตุ NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.6 แนวทางการกำหนดอัตราปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชที่เหมาะสมสำหรับ 38 ชุดดิน

คำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดนี้เป็นคำแนะนำที่ได้จากผลงานวิจัยโดยใช้วิธีคำนวณจากสมการ Mitscherich ที่ได้ทำการศึกษามาแล้วตามตารางให้คำแนะนำปริมาณปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทช โดยพิจารณาจากผลวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดิน ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมด้วยวิธี Bray 2 และ NH_4OAc ตามลำดับ นำไปเปรียบเทียบกับตารางให้คำแนะนำปุ๋ย P และ K ของ Mitscherich-Bray (ตารางที่ 4.1 และ 4.3) และนำมาจัดลำดับปริมาณธาตุอาหาร P และ K เป็นระดับต่างๆ ดังปรากฏในตาราง 4.2 และ 4.4 เพื่อใช้เป็นคำแนะนำปุ๋ย P และ K

บทที่ 5

การตรวจสอบชุดดิน

5.1 คำนำ

ข้อมูลลักษณะและคุณสมบัติของชุดดินต่างๆ ที่ใช้ปลูกข้าวโพดทั้ง 38 ชุดดินที่ทำการศึกษาในโครงการวิจัยนี้ได้จากรายงานการสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยระบบการจำแนกอนุกรมวิธานดิน (Soil taxonomy) ในระดับชุดดิน (Series) และขอบเขตของชุดดินต่างๆ แสดงไว้บนแผนที่ภูมิประเทศ ในมาตราส่วน 1:100,000 การคาดคะเนวันปลูกข้าวโพดที่ให้ผลผลิตสูงสุด ตลอดจนการเจริญเติบโตและผลผลิตจำเป็นต้องมีข้อมูลลักษณะและคุณสมบัติของชุดดิน ฉะนั้นการทราบชุดดินที่ต้องการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจะต้องมีการตรวจสอบว่าเป็นชุดดินใด วิธีการตรวจสอบชุดดินที่พัฒนาขึ้นสำหรับโครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ให้นักส่งเสริมการเกษตรหรือผู้สนใจสามารถตรวจสอบด้วยตนเองได้ ซึ่งมีขั้นตอนในการพิจารณาลักษณะดินที่สามารถเข้าใจและตรวจสอบได้ในสนาม โดยดูลักษณะสีดิน เนื้อดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และลักษณะชนิดของกรวด ปูน ตลอดจนวลีของดิน

5.2 การใช้ประโยชน์ข้อมูลดิน

ข้อมูลลักษณะและคุณสมบัติของดินชนิดต่างๆ ตลอดจนการแพร่กระจายของดินแต่ละชนิด มีความสำคัญทางด้านการเกษตรกรรมและในกิจกรรมอื่นๆ อีกมาก งานสำรวจและจำแนกดินเป็นพื้นฐานของการได้มาซึ่งข้อมูลดินเหล่านี้ ความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูลดินจึงเป็นสิ่งที่ละเลยไม่ได้ในกระบวนการที่จะให้ได้มาของข้อมูลดิน ความละเอียดของข้อมูลดินมีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับสำหรับการใช้เพื่อการวางแผนทั่วๆ ไป จนถึงขั้นการนำมาใช้ในการปฏิบัติการและการทดลอง ฉะนั้นในการนำข้อมูลดินไปใช้ประโยชน์จะต้องคำนึงถึงระดับความแม่นยำของข้อมูลด้วยเช่นกัน ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วยการสำรวจและจำแนกดินตั้งแต่การศึกษาสภาพภูมิประเทศ ทั้งจากแผนที่ภูมิประเทศและการตรวจสอบในสภาพพื้นที่จริง การนำเครื่องมือต่างๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความเข้าใจในพื้นที่ที่จะทำการสำรวจ เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม เครื่องมือกำหนดตำแหน่งภูมิศาสตร์ และอื่นๆ นับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการสำรวจและจำแนกดิน สิ่งสำคัญที่สุดในกระบวนการสำรวจดินนี้ได้แก่ความเข้าใจระบบการจำแนกดิน นักสำรวจดินจะต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งกับระบบการจำแนกดินที่นำมาใช้เป็นบรรทัดฐานของการสำรวจและทำแผนที่ดิน ข้อมูลคำอธิบายดินชนิดต่างๆ ที่เป็นผลลัพธ์ของการสำรวจดินที่เผยแพร่อยู่ใน

ปัจจุบันมีหลายระดับของการสำรวจ ตั้งแต่การสำรวจดินค่อนข้างละเอียดไปจนถึงการสำรวจดินแบบหยาบ ในแต่ละระดับของแผนที่ดินและข้อมูลอรรถาธิบาย จะมีความแม่นยำของตัวเองในระดับที่เป็นมาตรฐาน ผู้ใช้ประโยชน์ข้อมูลดินจำเป็นต้องเข้าใจระดับความถูกต้องของข้อมูลนั้นๆ มิฉะนั้นจะเกิดความสับสนในความถูกต้องของข้อมูลทำให้การนำไปใช้ประโยชน์ไม่บรรลุวัตถุประสงค์

ปัจจุบันความต้องการใช้ข้อมูลดินมีมาก ผู้ใช้ส่วนมากต้องการทราบถึงศักยภาพและข้อจำกัดของดินชนิดนั้นๆ กับความต้องการใช้ประโยชน์ในสาขาที่สนใจ ข้อมูลจากการสำรวจและจำแนกดินเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาการวางแผนในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินทางด้านการเกษตรได้แก่ การเพาะปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ การประมง การป่าไม้ และอื่นๆ ความต้องการใช้ข้อมูลดินในสาขาอื่นได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การรักษาสภาพสิ่งแวดล้อม การประกอบการด้านอุตสาหกรรม เช่นแหล่งวัสดุก่อสร้างที่ได้จากทรัพยากรดิน และอื่นๆ อีกมาก จากความต้องการที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและจัดทำแผนที่ดินจะต้องตอบสนองความต้องการเหล่านั้น ความละเอียดตลอดจนความหลากหลายของข้อมูลดินต้องอยู่ในรูปแบบต่างๆ ที่ผู้ใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยไม่สับสน

5.3 การอ่านแผนที่ดิน

การสำรวจดินในระดับจังหวัด ระดับอำเภอ หรือระดับความต้องการเฉพาะ มีกระบวนการดำเนินงานเหมือนกันยกเว้นความถี่ของการสำรวจและอุปกรณ์บางอย่างที่นำมาใช้มีความละเอียดต่างกัน เช่น มาตรฐานของภาพถ่ายทางอากาศ เป็นต้น ขั้นตอนสุดท้ายในการนำเสนอผลงานได้แก่ รายงานการสำรวจดินและแผนที่ดิน ทั้งสองส่วนนี้จำเป็นต้องใช้ควบคู่กันเสมอ แผนที่ดินจะแสดงตำแหน่งการแพร่กระจายของดินชนิดต่างๆ ที่สำรวจพบโดยจะแสดงเส้นขอบเขตของชนิดดินบนแผนที่ภูมิประเทศโดยมีหน่วยแผนที่ดินที่เป็นตัวอักษรหรือตัวเลขกำกับอยู่ในแต่ละเส้นขอบเขตวงรอบของชนิดดินนั้นๆ (ภาพที่ 5.1) ส่วนแผนที่ดินมาตราส่วน 1:25,000 เส้นขอบเขตของชนิดดินจะแสดงไว้บนภาพต่อของภาพถ่ายทางอากาศ คำอธิบายลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ของดินแต่ละชนิดจะมีบันทึกไว้ในรายงานการสำรวจดิน (ภาพที่ 5.2) การอ่านแผนที่ดินและการใช้รายงานการสำรวจดินมีขั้นตอนดังนี้

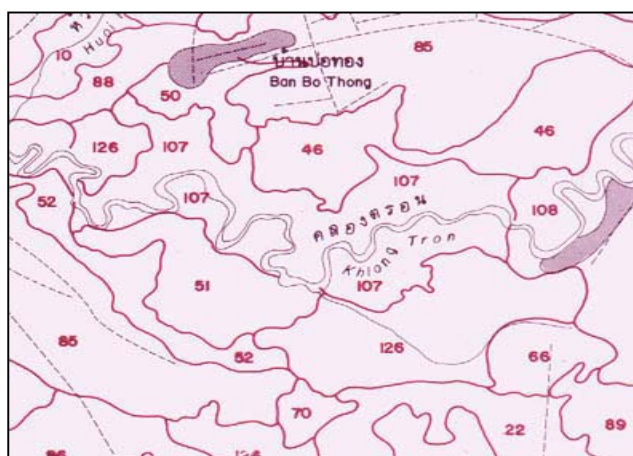
- 1) ผู้ใช้ต้องศึกษาถึงวัตถุประสงค์ของการจัดทำแผนที่โครงการฯ เพื่อจะได้นำไปใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับมาตราส่วนและข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่
- 2) เมื่อผู้ใช้เห็นว่าสามารถใช้แผนที่นั้นเพื่อประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการแล้วจึงดำเนินการขั้นต่อไปโดยตรวจสอบบริเวณที่จะเข้าทำการศึกษาหรือเริ่มโครงการต่างๆ ว่าอยู่ที่ใด มี

ขอบเขตอย่างไร หากผู้ใช้มีความรู้เกี่ยวกับแผนที่ทั่วไป เครื่องหมายแผนที่และการอ่านพิคต์ของบริเวณที่ต้องการจะช่วยให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วขึ้น

3) ดูหมายเลขหน่วยแผนที่ในบริเวณโครงการว่ามีหน่วยแผนที่ใดบ้าง หากพบว่ามีหน่วยแผนที่น้อยหน่วย แสดงว่าบริเวณนั้นๆ มีสภาพภูมิประเทศไม่ยุ่งยากซับซ้อนและมีชนิดดินน้อยชนิด ส่วนบริเวณที่มีหน่วยแผนที่หลายหน่วยแสดงว่าบริเวณนั้นมีสภาพภูมิประเทศสลับซับซ้อนและมีดินแตกต่างกันหลายอย่าง

4) ศึกษารายละเอียดของหน่วยแผนที่ต่างๆ ที่พบในบริเวณโครงการจากคู่มือคำบรรยายลักษณะหน่วยแผนที่เพื่อให้ทราบถึงลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ของหน่วยแผนที่ สภาพภูมิประเทศ สภาพสิ่งแวดล้อมการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ เมื่อนำที่ดินนั้นมาใช้ประโยชน์เป็นต้น

5) ศึกษาเปรียบเทียบการจัดชั้นความเหมาะสมของหน่วยแผนที่สำหรับพืชเศรษฐกิจของจังหวัดจากตารางแสดงความเหมาะสมฯ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกชนิดพืชมาปลูกให้เหมาะสมกับลักษณะและคุณสมบัติของดิน สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนนโยบายในระดับต่างๆ



ภาพที่ 5.1 หน่วยของชุดดินที่แสดงบนแผนที่ดิน

5.4 การใช้แผนที่ดินและรายงานการสำรวจดิน

แผนที่ดินและรายงานการสำรวจดิน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผลการสำรวจดิน ซึ่งประมวลข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับทรัพยากรดินไว้ รวมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการสำรวจดินในระดับที่ทำการสำรวจ นอกจากลักษณะต่างๆ ของดิน ปริมาณพื้นที่ของหน่วยดินและ ผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแล้ว โดยทั่วไปจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ที่ทำการสำรวจด้วยคือ ลักษณะ

ทางธรณีวิทยา สัณฐานภูมิประเทศ สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไป ลักษณะเชิงอุทกวิทยา สภาพภูมิอากาศ พืชพรรณตามธรรมชาติ และการใช้ที่ดินประเทศไทย



ภาพที่ 5.2 รายงานการสำรวจดินจังหวัดต่างๆ

แผนที่ดินและรายงานการสำรวจดิน สามารถแปลความหมายของข้อมูลและทำเป็นแผนที่อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับดินเพื่อใช้ประโยชน์ได้ในกิจกรรมอื่นๆ เช่น แผนที่สมรรถนะที่ดิน (Land capability map) แสดงถึงความสามารถของดินชนิดต่างๆ เพื่อใช้ในการเพาะปลูกพืช โดยเน้นข้อจำกัดต่างๆ ของดิน แผนที่ความเหมาะสมของดิน (Land suitability) เช่น ความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิด เช่น อ้อย ยางพารา หรือต่อกลุ่มพืช เช่น พืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น เศรษฐกิจ นาข้าว พืชไร่ หรืออื่นๆ เช่น ป่าไม้ การชลประทาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถแปลความหมายข้อมูลดินและทำแผนที่แสดงแนวทางการใช้ที่ดินในเชิงบริโภค (Consumptive land uses) เช่น การสร้างถนน การวางผังเมือง กำหนดบริเวณกำจัดสิ่งปฏิกูล สร้างสนามกีฬา แหล่งพักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการใช้ข้อมูลดินนั้นจะต้องคำนึงถึงมาตราส่วน และระดับของรายละเอียดข้อมูลดินในแผนที่ด้วย แนวทางการใช้ข้อมูลดินในแผนที่ดินระดับต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 ในกรณีที่ใช้ข้อมูลในระดับที่เหมาะสมจะทำให้การวางแผนการใช้ที่ดิน และการใช้ที่ดินจริงๆ มีประสิทธิภาพเพียงพอและมีประสิทธิผลตามต้องการ

ตารางที่ 5.1 แนวทางการใช้ข้อมูลตามชนิดและมาตราส่วนของแผนที่ดินในประเทศไทย

ชนิด	มาตราส่วน	หน่วยแผนที่ ^{1/}	การใช้
แผนที่ดินทั่วไปหรือ แผนที่ดินแบบกว้าง	1:1,000,000 หรือ เล็กกว่า	กลุ่มหน่วยดินสัมพันธ ของกลุ่มดิน	ศึกษาลักษณะดินทั่วไป อย่างกว้างๆ
(Generalized or Schematic soil map)	1:500,000	กลุ่มดิน หน่วยสัมพันธ ของกลุ่มดิน	ศึกษาลักษณะดินและใช้ ข้อมูลดินระดับภาค
แผนที่ดินแบบหยาบ	1:100,000 ถึง	กลุ่มดิน หน่วยสัมพันธ	ศึกษาลักษณะดินและใช้
(Reconnaissance soil map)	1:200,000	ของชุดดิน	ข้อมูลดินระดับภาค
แผนที่ดินแบบค่อนข้างหยาบ	1:50,000 ถึง	ชุดดิน หน่วยสัมพันธ	ศึกษาลักษณะดินและใช้
(Detailed reconnaissance soil map)	1:100,000	ของชุดดิน หน่วยเชิง ซ้อนของชุดดิน	ข้อมูลดินระดับจังหวัด
แผนที่ดินแบบค่อนข้าง ละเอียด (Semi-detailed soil map)	1:25,000 ถึง 1:50,000	ชุดดิน ประเภทดิน หน่วยสัมพันธของชุดดิน หน่วยเชิงซ้อน	ศึกษาลักษณะและใช้ ข้อมูลดินระดับอำเภอ หรือ โครงการเฉพาะบริเวณ
แผนที่ดินแบบละเอียด (Detailed soil map)	1:25,000 หรือ ใหญ่กว่า	ชุดดิน ประเภทดิน	ศึกษาลักษณะดินและใช้ ข้อมูลดินในบริเวณขนาด เล็ก เช่น ในไร่นา เป็นต้น

หมายเหตุ 1/ ในมาตราส่วนที่ต่างกัน หน่วยแผนที่อาจจะใช้ในระดับเดียวกัน แต่ความเข้มข้นในการสำรวจสูงกว่า ทำให้มีความละเอียดและถูกต้องมากกว่า

แหล่งที่มา : กองสำรวจและจำแนกดิน (ม.ป.ป) และ Soil survey division staff. (1993)

5.5 การตรวจสอบชุดดิน

โดยทั่วไปผู้ที่ใช้ข้อมูลแผนที่ดินและข้อมูลคำอธิบายชุดดินไม่มีความเข้าใจถึงลักษณะและคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาของดิน ซึ่งอาจจะจำเป็นหรือไม่จำเป็นต้องทราบก็ได้ แล้วแต่ระดับความสนใจของผู้ใช้ข้อมูลตลอดจนความรู้ความสามารถและความจำเป็นในการเรียนรู้ ในกรณีของนักปฐพีวิทยา นักสำรวจดินหรือผู้สนใจที่เข้าใจวิชาปฐพีวิทยาสามารถจินตนาการลักษณะและคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาของดินนั้นๆ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดในการตรวจสอบชนิดดินที่แสดงไว้บนแผนที่ดินยังเป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นที่ไม่ใช่นักสำรวจดิน เพราะระบบการจำแนกดินที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil taxonomy) มีความละเอียดและสลับซับซ้อนตลอดจนมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจะต้องอาศัยความเข้าใจและความชำนาญในการตรวจสอบลักษณะต่างๆ

ที่ใช้เป็นบรรทัดฐานในการจำแนกดิน ในกลุ่มของนักสำรวจดินเองก็ยังมีความเข้าใจลักษณะที่นำไปใช้ในการจำแนกต่างกัน ในการกำหนดมาตรฐานความเข้าใจในลักษณะที่ใช้ในการจำแนกจึงจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาษาที่ใช้ในการอธิบายควรเป็นภาษาที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายสำหรับบุคคลกลุ่มอื่นที่ไม่มีความรู้ระบบการจำแนกดินจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องประยุกต์หรือปรับเปลี่ยนภาษาคำอธิบายลักษณะต่างๆ ตลอดจนกำหนดลักษณะที่สามารถเข้าใจได้โดยทั่วๆ ไปมาเป็นบรรทัดฐานในการจำแนกดิน โดยเฉพาะนักส่งเสริมการเกษตรไม่สามารถที่จะจำแนกดินโดยใช้บรรทัดฐานของระบบการจำแนกดินแบบอนุกรมวิธานเป็นหลัก ดังนั้นสำหรับพื้นที่ๆ ได้มีการสำรวจและจำแนกดินแล้วจึงได้จัดทำวิธีการจำแนกดินโดยใช้ลักษณะเนื้อดิน สี ความลึก ความเป็นกรดเป็นด่าง และชั้นส่วนของหินต้นกำเนิดมาเป็นบรรทัดฐานในการแบ่งกลุ่มของดินเพื่อการตรวจสอบดิน โดยเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรด้วยตนเอง ผู้ปฏิบัติจะต้องเข้าใจด้วยว่าวิธีการอย่างนี้ไม่สามารถใช้จำแนกดินกับพื้นที่หรือดินที่ไม่เคยมีการสำรวจดินมาก่อน

5.6 คุณสมบัติที่ใช้ในการตรวจสอบชุดดินที่ปลูกข้าวโพด

5.6.1 สีดิน

คุณสมบัติสีดิน สามารถตรวจสอบได้โดยการเทียบสีดินกับสมุดสีมาตรฐาน (Munsell soil color chart) ซึ่งประกอบด้วยสีต่างๆ ที่มีความละเอียดสูง ดังนั้นในการจำแนกดินจึงใช้ลักษณะสีดินเป็นคุณสมบัติหลักอันหนึ่งในการจำแนกดินออกเป็นหมวดหมู่ ซึ่งมีความสำคัญในการกำเนิดดินด้วยเช่นกัน ชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดทั้ง 38 ชุดดินพบว่ามีทั้งสีที่คล้ายคลึงกันและสีที่แตกต่างกัน การตรวจสอบได้ใช้วิธีจัดกลุ่มสีของดินที่ใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน โดยแบ่งสีดินได้ 4 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มสีดินดำ กลุ่มสีดินแดง กลุ่มสีดินน้ำตาล และกลุ่มสีดินน้ำตาลเทา โดยใช้ระดับความลึกที่ 50 เซนติเมตร เป็นระยะที่บ่งบอกสีดินว่าควรจัดอยู่ในกลุ่มสีใด

5.6.2 เนื้อดิน

คุณสมบัติเนื้อดินแตกต่างกันตามเปอร์เซ็นต์การรวมตัวของอนุภาคดินเหนียว ดินทราย แป้ง และดินทราย การระบุว่าชุดดินใดมีลักษณะเนื้อดินอย่างไรกระทำได้ง่ายๆ ในสนามคือการสัมผัส โดยใช้น้ำในปริมาณที่พอเหมาะ บีบดินด้วยมือเปล่า ตามการจำแนกดินระบบอนุกรมวิธานดินได้แบ่งระดับชนิดของเนื้อดินไว้อย่างละเอียด แต่วิธีการที่ใช้ตรวจสอบชุดดินในครั้งนี้ ได้แบ่งกลุ่มลักษณะเนื้อดินไว้เพียง 6 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ กลุ่มเนื้อดินร่วน/ร่วนปนทราย, กลุ่มเนื้อดินร่วนปนเศษหิน, กลุ่มเนื้อดินเหนียว, กลุ่มเนื้อดินเหนียวปนกรวด, กลุ่มเนื้อดินทรายหยาบ และกลุ่มเนื้อดินทรายแป้ง ใน

การตรวจสอบชุดดินทั้ง 38 ชุดดิน ใช้ระดับความลึกของดินที่วัดได้ที่ความลึก 50 เซนติเมตร เช่นกัน มาตรวจสอบเนื้อดินเพื่อระบุว่าชุดดินนั้นๆ มีลักษณะเนื้อดินอย่างไร

5.6.3 ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน เป็นคุณสมบัติที่ใช้ในการจำแนกดินในชั้นย่อยของระบบการจำแนกอนุกรมวิธานดิน ซึ่งสามารถบ่งชี้ว่าชุดดินนั้นๆ กำเนิดมาจากแหล่งชนิดของหินใด ตัวอย่างเช่นดินที่กำเนิดจากหินปูน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะสูงอยู่ในเกณฑ์ที่เป็นด่าง ซึ่งค่านี้จะมีความสำคัญในการเจริญเติบโตของพืชเช่นกัน ในการตรวจสอบชุดดินได้ใช้คุณสมบัตินี้มาตรวจสอบเพื่อกำหนดชุดดินนั้นๆ ว่าเป็นชุดดินอะไร จากชุดดินทั้ง 38 ชุดดิน มีค่า pH ใกล้เคียงกันและแตกต่างกัน จากรายงานการสำรวจดินและการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในสนามสำหรับการศึกษารุ่นนี้ ได้พิจารณาและระบุค่า pH ของดินแต่ละชุดดิน (ตารางที่ 5.2) วิธีการวัดค่า pH ในสนาม กระทำได้โดยการนำดินผสมกับน้ำยาเคมีโดยมีภาชนะที่กำหนดให้ จากนั้นทำการเปรียบเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐานที่ระบุค่า pH ของดินในระดับต่างๆ ดินที่ใช้ในการตรวจสอบค่า pH กำหนดที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร

5.6.4 ความลึกของดิน

เพื่อให้มีความเข้าใจและจดจำได้ง่ายขึ้นจึงได้แบ่งความลึกของดินเป็น 3 กลุ่ม คือ ความลึกน้อยกว่า 50 เซนติเมตร ให้อยู่ในกลุ่มดินตื้น ความลึก 50-100 เซนติเมตร ให้อยู่ในกลุ่มดินลึกปานกลาง ส่วนดินที่มีความลึกมากกว่า 100 เซนติเมตร ให้เป็นกลุ่มดินลึก

5.6.5 ลักษณะอื่นๆ

คุณสมบัติที่สำคัญทั้ง 4 ลักษณะที่ใช้ในการตรวจสอบชุดดินอาจจะไม่เพียงพอในการระบุว่าชุดดินนั้นเป็นชุดดินอะไร จึงจำเป็นต้องตรวจสอบลักษณะที่ปรากฏเห็นได้ชัดเจนที่สามารถตรวจสอบได้ในสนามมาช่วยเป็นเครื่องบ่งชี้ ลักษณะดังกล่าวได้แก่ ขนาดและปริมาณเศษหินที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดของดิน กรวดที่เป็นลักษณะหินปูนหรือกรวดลูกรัง บรรทัดฐานในการตรวจสอบลักษณะต่างๆ นี้สามารถพิจารณาได้จากการขุดเจาะด้วยสว่านเจาะดินในระดับความลึกต่างๆ โดยความลึกของดินที่ทำการเจาะประมาณ 100-120 เซนติเมตร แล้วศึกษาหรือตรวจสอบ คุณสมบัติต่างๆ ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น แสดงไว้ในตารางที่ 5.2

5.7 วิธีการตรวจสอบชุดดิน

ขั้นตอนในการตรวจสอบชุดดินในสนามมีดังนี้

- 1) หาดำแหน่งของพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบชุดดินโดยการตรวจสอบจากแผนที่ดินและใช้เครื่องบอกตำแหน่ง (Global Positioning System : GPS) ประกอบถ้ามี ในกรณีที่ไม่มีเครื่องมือ GPS ให้ดูลักษณะทางภูมิประเทศ เช่น ทางน้ำ ถนน ประกอบในการพิจารณาหาตำแหน่งของพื้นที่ (ภาพที่ 5.3)
- 2) จากแผนที่ดินจะทราบว่าบริเวณพื้นที่นั้นๆ เป็นชุดดินอะไร โดยจะมีสัญลักษณ์เป็นเลขหน่วยแผนที่ดินปรากฏ เมื่อทราบหน่วยแผนที่ดินแล้วให้ดูตารางอธิบายหน่วยแผนที่ดินด้านหลังของแผนที่ดิน
- 3) เมื่อทราบว่าบริเวณนั้นๆ เป็นชุดดินอะไรจากแผนที่ดิน เพื่อความแม่นยำในการระบุชื่อชุดดิน การตรวจสอบลักษณะและคุณสมบัติของดินในพื้นที่นั้นในสนามและควรใช้คู่มือการตรวจสอบชุดดินซึ่งมีขั้นตอนดังนี้
 - (1) เจาะดินด้วยสว่านเจาะดินลึกประมาณ 100 เซนติเมตร (ภาพที่ 5.4)
 - (2) ตรวจสอบสีดินในระดับความลึก 50 เซนติเมตร โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มสีดินของคู่มือการตรวจสอบชุดดิน (ภาพที่ 5.5)
 - (3) ตรวจสอบลักษณะเนื้อดินโดยวิธีการสัมผัสด้วยการบีบดินกับน้ำในอัตราส่วนที่พอเหมาะ (ภาพที่ 5.6)
 - (4) การตรวจสอบความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ด้วยน้ำยาวัดความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH test kit) (ภาพที่ 5.7)
 - (5) วัดความลึกของชั้นที่เป็นอุปสรรคต่อการซึมน้ำของรากพืชว่าอยู่ที่ระดับความลึกเท่าใด
 - (6) พิจารณาความลึกของชุดดินว่าอยู่ในกลุ่มดินลึก ดินลึกปานกลางหรือดินตื้น
 - (7) อ่านคำอธิบายชุดดินที่ตรวจสอบจากคู่มือการตรวจสอบชุดดิน (ภาพที่ 5.8)



ภาพที่ 5.3 แสดงแผนที่ดินและการหาตำแหน่งโดย GPS



ภาพที่ 5.4 การเจาะดินด้วยสว่านเจาะดิน



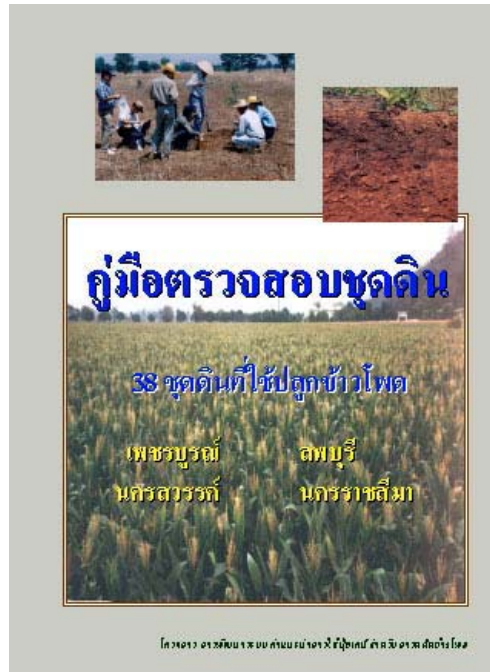
ภาพที่ 5.5 การตรวจสอบสีดินโดยใช้
คู่มือการตรวจสอบชุดดิน



ภาพที่ 5.6 การตรวจสอบลักษณะเนื้อดิน



ภาพที่ 5.7 การตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง
ของดิน



ภาพที่ 5.8 คู่มือการตรวจสอบชุดดินสำหรับดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด

5.8 ตัวอย่างการตรวจสอบชุดดิน

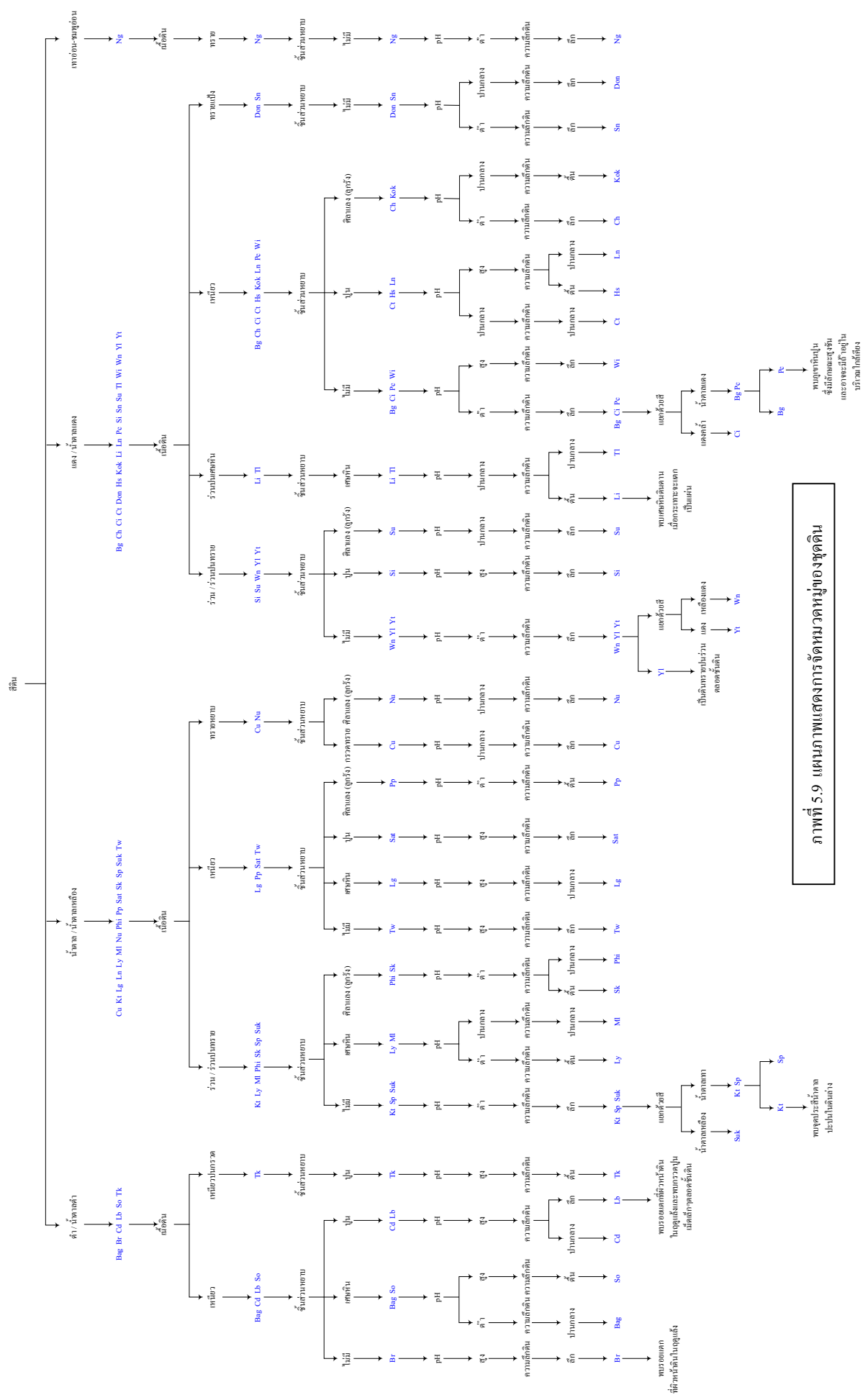
ในการตรวจสอบชุดดินในบริเวณพื้นที่ที่จะทำการปลูกข้าวโพด ต้องดำเนินการเจาะดินด้วย ส่วนเจาะดิน โดยดินที่เจาะได้นำมาเรียงตามความลึกตั้งแต่หน้าดินจนถึงความลึกประมาณ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างดินที่นำมาตรวจสอบชุดดินพบว่ามีลักษณะดังนี้คือ ดินสีดํา เนื้อดินเหนียว ความเป็นกรดเป็นด่างสูงและพบเศษปูนก้อนเล็กๆ ในระดับความลึกที่เกิน 100 เซนติเมตร วิธีการตรวจสอบจะต้องใช้คู่มือการตรวจสอบชุดดิน (ภาพที่ 5.8) โดยเปิดไปที่หน้า 1 เพื่อเทียบสีดินกับแผ่นเทียบสี เมื่อทราบสีดินแล้วคู่มือจะบอกให้ไปที่หน้า 3 ในกรณีนี้เนื้อดินเป็นดินเหนียว คู่มือจะบอกให้ไปที่หน้า 5 ในหน้านี้จะตรวจสอบลักษณะต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับลักษณะดินที่ตรงกับรายละเอียดชุดดิน คือชุดดินลพบุรี (Lb) ซึ่งจะมีคำแนะนำให้ดูรายละเอียดและภาพหน้าตัดของดินในหน้าต่อไป

ตารางที่ 5.2 ลักษณะที่เป็นบรรทัดฐานในการตรวจสอบชุดดิน

ชุดดิน	สีดิน				เนื้อดิน					pH	ชั้นส่วนหยาบ			ความลึก	หมายเหตุ
	ดำ	น้ำตาล	แดง	เทาอ่อน	ร่วน	ร่วนปน เศษหิน	เหนียว	เหนียว ปนกรวด	ทราย		เศษหิน	ปูน	ศิลาแลง		
Bag	X						X			4.5-5.5	X			ปานกลาง	พบเศษหินภายในช่วงความลึก50-100 ซม.
Br	X						X			6.5-8.0				ลึก	พบรอยแตกที่ผิวหน้าดินในฤดูแล้ง
Cd	X						X			6.5-8.0		X		ปานกลาง	
Lb	X						X			6.5-8.0		X		ลึก	พบรอยแตกที่ผิวหน้าดินในฤดูแล้งและพบกรวดปูนเม็ดเล็กๆกระจายตลอดชั้นดิน
So	X						X			6.5-8.0	X			ตื้น	พบเศษหินภายในความลึก 50 ซม. และพบก้อนหินปะปนอยู่หน้าดิน
Tk	X							X		6.5-8.0		X		ตื้น	
Kt		X			X					4.5-5.5				ลึก	พบจุดประสีน้ำตาลปะปนในดินล่าง
Ly		X			X					4.5-5.5	X			ปานกลาง	
Ml		X			X					5.5-6.5	X			ตื้น	
Phi		X			X					4.5-5.5			X	ปานกลาง	
Sk		X			X					4.5-5.5			X	ตื้น	
Sp		X			X					4.5-5.5				ลึก	
Suk		X			X					4.5-5.5				ลึก	
Lg		X					X			6.5-8.0	X			ปานกลาง	
Ln		X					X			6.5-8.0		X		ปานกลาง	อาจพบเศษหินปะปน
Pp		X					X			4.5-5.5			X	ตื้น	
Sat		X					X			6.5-8.0		X		ลึก	อาจพบกรวดศิลาแลงบ้างเล็กน้อย
Tw		X					X			6.5-8.0				ลึก	
Cu		X							X	5.5-6.5	X			ลึก	
Nu		X							X	5.5-6.5			X	ลึก	
Si			X		X					6.5-8.0		X		ลึก	
Su			X		X					5.5-6.5			X	ลึก	
Wn			X		X					4.5-5.5				ลึก	
Yl			X		X					4.5-5.5				ลึก	เป็นดินร่วนปนทรายหยาบตลอดชั้นดิน
Yt			X		X					4.5-5.5				ลึก	

ตารางที่ 5.2 (ต่อ) ลักษณะที่เป็นบรรทัดฐานในการตรวจสอบชุดดิน

ชุดดิน	สีดิน				เนื้อดิน					pH	ชั้นส่วนหยาบ			ความลึก	หมายเหตุ
	ดำ	น้ำตาล	แดง	เทาอ่อน	ร่วน	ร่วนปนเศษหิน	เหนียว	เหนียวปนกรวด	ทราย		เศษหิน	ปูน	ศิลาแลง		
Li						X				5.5-6.5	X			ผิวดิน	พบเศษหินดินดานปะปนเมื่อกะเทาะจะแตกเป็นแผ่น
Tl			X			X				5.5-6.5	X			ปานกลาง	
Bg			X				X			4.5-5.5				ลึก	
Ch			X				X			4.5-5.5			X	ลึก	
Ci			X				X			4.5-5.5				ลึก	
Ct			X				X			5.5-6.5		X		ปานกลาง	อาจพบรอยแยกบริเวณหน้าผาดินในฤดูแล้ง
Hs			X				X			6.5-8.0		X		ผิวดิน	
Kok			X				X			5.5-6.5			X	ผิวดิน	
Pc			X				X			4.5-5.5				ลึก	พบภูเขาหินปูนซึ่งมีหน้าผาสูงชันและอาจจะมีถ้ำในบริเวณใกล้เคียง
Wi			X				X			6.5-8.0				ลึก	
Don			X						X	5.5-6.5				ลึก	
Sn			X						X	4.5-5.5				ลึก	
Ng				X					X	4.5-5.5				ลึก	



บทที่ 6

ชุดตรวจสอบธาตุอาหาร N P K ในดิน

6.1 คำนำ

การวิเคราะห์ดินเป็นวิธีการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีการอื่นๆ อย่างไรก็ตาม เทคนิคของการวิเคราะห์และการแปลความหมายของค่าวิเคราะห์จะต้องมีพื้นฐานของงานวิจัยรองรับ และการให้คำแนะนำต้องการผู้ที่มีประสบการณ์จึงจะประสบผลสำเร็จ เพราะสิ่งที่สำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิเคราะห์ดินก็คือ คำแนะนำเพื่อการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องและเหมาะสม ร่วมกับการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพ ตามหลักการแล้วเมื่อได้วิธีการวิเคราะห์ดินที่เหมาะสมในการบอกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน การให้คำแนะนำแก่เกษตรกรเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารหรืออัตราปุ๋ยที่จะใช้จริง ๆ นั้นจะต้องมีข้อมูลประกอบที่ได้จากการศึกษาทดลองมาก่อนในสภาพไร่นาที่เป็นตัวแทนของชนิดดิน ภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน แสงแดด และพันธุ์พืชที่แตกต่างกัน

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในปัจจุบันนี้ ต้องทำในห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ยุ่งยาก ราคาแพง ทำให้การวิเคราะห์ดินแต่ละครั้งต้องใช้เวลาและหน่วยงานบริการการวิเคราะห์ดินมีไม่มากนักในประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะส่งเข้ามาวิเคราะห์ในกรุงเทพมหานคร ดังนั้นการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ดินให้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และเสียค่าใช้จ่ายน้อย มีความถูกต้อง เพื่อปฏิบัติได้ในสำนักงานราชการท้องถิ่นรวมทั้งในไร่นาของเกษตรกร จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและควรศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

การวิเคราะห์ดิน โดยทั่วไปมุ่งเน้นปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพียงบางส่วนในดินที่ควรจะเป็นประโยชน์แก่พืช ซึ่งแต่ละธาตุใช้วิธีการสกัดไม่เหมือนกัน และเมื่อสกัดแล้วก็ใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในน้ำยาสกัดที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นควรมีการศึกษาหรือพัฒนาการสกัดดินเพียงหนึ่งหรือสองครั้งสำหรับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เมื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณก็ควรทำได้ง่าย และไม่ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ยุ่งยาก ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ คือ ระดับของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่ได้รับการฝึกฝนมาอย่างดี และทำในห้องปฏิบัติการเล็กๆ ที่มีอุปกรณ์และเครื่องมืออย่างง่ายๆ และอีกระดับหนึ่งคือ ทดสอบได้ในภาคสนาม โดยเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและเกษตรกรที่ได้รับการฝึกฝนมาอย่างดี ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการใช้น้ำยาสกัดชนิดเดียวสกัดธาตุอาหารหลายๆ ธาตุในเวลาเดียวกัน เช่น P, K, Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu, Zn และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้โดยใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน

คือ ICP แต่การวิเคราะห์ในโตรเจนยังต้องแยกวิเคราะห์ การวิเคราะห์ดังกล่าวต้องทำในห้องปฏิบัติการ เพราะใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง

● ขั้นตอนของการวิเคราะห์ดิน

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ดิน คือ เพื่อจัดกลุ่มของดินในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย และปูนในการปรับปรุงบำรุงดินอย่างเหมาะสม ประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เมื่อมีการใส่ธาตุอาหาร ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตพืชของดิน (Productivity) และเพื่อทราบสถานะของดินที่จะต้องปรับปรุงโดยใช้สารปรับปรุงดิน หรือการเขตกรรม การวิเคราะห์ดินประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

การเก็บดินตัวอย่าง (Soil sampling)

เนื่องจากดินเป็นสิ่งที่ไม่มีความสม่ำเสมอ (Heterogenous) ในตัวมันเองในระดับหนึ่ง ดังนั้นการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์จึงมีความสำคัญมากที่จะต้องได้ดินที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ศึกษา วิธีการที่แนะนำก็คือการสุ่มเก็บดินจากหลายๆ จุด (Random sampling) และนำมารวมกันเป็น composite sample จำนวนจุดที่เก็บดินที่จะนำมาทำเป็น composite sample จะอยู่ระหว่าง 4-16 จุด โดยปกติแล้ว 1 composite sample ครอบคลุมพื้นที่ไม่ควรเกิน 50 ไร่ การเก็บดินจะเก็บในระดับความลึกชั้นไถพรวน (0-20 ซม.) หรือบริเวณที่รากพืชส่วนใหญ่แพร่กระจายอยู่

การเตรียมตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

นำดินตัวอย่างมาผึ่งในร่มให้แห้งภายใต้สภาพอุณหภูมิห้อง อาจใช้ลมเป่าได้ แต่ไม่ใช้ความร้อน เมื่อดินแห้งแล้วก็บดหรือร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. ถ้าตัวอย่างดินจะต้องมีการวิเคราะห์ Cu และ Zn ตะแกรงร่อนดินควรทำด้วยโลหะไร้สนิม เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินในห้องปฏิบัติการ

ในห้องปฏิบัติการที่เป็นการบริการการวิเคราะห์ดินเป็นจำนวนมาก มักใช้ถ้วยตวง เนื่องจากต้องวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนมาก และต้องการความรวดเร็ว ขนาดของถ้วยตวง เพื่อตวงให้ได้น้ำหนักดินที่ต้องการจะต้องประมาณจากค่า bulk density ของดิน โดยทั่วไปขนาดของถ้วยตวงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเป็นสองเท่าของความสูงจะให้ค่าของน้ำหนักดินที่สม่ำเสมอดีกว่าขนาดอื่นๆ

น้ำยาที่ใช้ในการสกัดธาตุอาหารหลักในดินมีอยู่มากมายหลายวิธี แล้วแต่วิธีใดจะเหมาะสมกับดินแต่ละชนิด ยกตัวอย่างเช่น ดินบริเวณตอนเหนือของสหรัฐอเมริกา นิยมวิเคราะห์ P โดยวิธี Bray No.1, วิเคราะห์ Ca, Mg, Na, K โดย 1 N NH_4OAc pH 7.0 สำหรับดินทรายบริเวณฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศ นิยมวิเคราะห์ P โดยวิธี Mehlich No.1 สำหรับดินด่างและดินเนื้อปูน (Calcareous soils) นิยมวิเคราะห์ P โดยวิธีของ Olsen ในประเทศไทยได้มีการศึกษาการตอบสนองของพืชบางชนิดต่อการวิเคราะห์ P โดย น้ำยาสกัด Bray 2 และนิยมวิเคราะห์ K โดยใช้ 1N NH_4OAc

เป็นน้ำยาสกัด ส่วนปริมาณไนโตรเจนนั้นนิยมวัดอินทรียคาร์บอน และเปลี่ยนเป็นปริมาณไนโตรเจน

วิธีการวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ

ในการวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ ที่สกัดได้มีการเปลี่ยนแปลงมากในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา คือ มีการนำเอา Flame emission spectrophotometry ในการวิเคราะห์ K, Na และ Ca, Mg การใช้ Technicon Autoanalyzer ในการวิเคราะห์ Ca, Mg, P และ K ต่อมาก็มีการใช้ Atomic absorption spectrophotometry ในการวิเคราะห์ Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn แต่วิเคราะห์ P และ B ไม่ได้ ปัจจุบันนี้ ICP เป็นเครื่องมือที่วิเคราะห์ธาตุอาหารได้มากที่สุด ในสิ่งที่สกัดได้จากดินคือ มีความไวสูง และทำได้รวดเร็ว

การแปลความหมาย

การแปลความหมายของค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักขึ้นอยู่กับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของพืช หรือการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย ส่วนการตีความหมายของค่าวิเคราะห์พืชนั้น จุลธาตุมักใช้ค่าวิกฤติ คือถ้าวิเคราะห์ความเข้มข้นของจุลธาตุได้ต่ำกว่าค่าวิกฤติ หมายความว่าขาดแคลน ถ้าวิเคราะห์ได้สูงกว่าค่าวิกฤติ แสดงว่าปริมาณอยู่ในเกณฑ์เพียงพอ

การให้คำแนะนำปุ๋ย

การให้คำแนะนำปุ๋ย เกษตรกรมักใส่ปุ๋ยมากเกินไป เพราะต้องการผลผลิตสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีราคาสูง ดังนั้นจึงก่อให้เกิดการใส่ธาตุอาหารที่มากเกินไปและไม่สมดุล การวิเคราะห์ดินจะช่วยบอกให้ทราบถึงสถานะดังกล่าวในดินที่จะมีผลเสียต่อพืช

● การพัฒนาชุดตรวจสอบ N P K ในดิน

เนื่องจากการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการเสียค่าใช้จ่าย และต้องใช้เวลาในการที่จะทราบผลการวิเคราะห์ดิน บางครั้งผลการวิเคราะห์ดินไม่ทันต่อการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร นอกจากนั้นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินในเขตพื้นที่เพาะปลูกมีจำกัดทำให้เกษตรกรไม่สามารถใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดินได้ ดังนั้นทางโครงการวิจัยฯ จึงได้พัฒนาชุดตรวจสอบ N P K อย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกษตรกร หรือผู้สนใจสามารถตรวจสอบปริมาณธาตุอาหาร N P K ในดินได้ด้วยตนเอง ใช้ระยะเวลาสั้นในการทราบผล ค่าใช้จ่ายไม่แพง

การพัฒนาชุดตรวจสอบ N P K ในดินมี 2 ขั้นตอนคือ

1) การศึกษาน้ำยาสกัดธาตุอาหาร N P K ที่เหมาะสม

การเลือกน้ำยาสกัดที่เหมาะสมต้องมีการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหาร N P K ที่สกัดได้กับผลผลิต และการดูดกินธาตุอาหาร N P K ในข้าวโพด

น้ำยาสกัดที่สามารถสกัดปริมาณธาตุอาหาร N P K ในดินที่มีสหสัมพันธ์สูงกับผลผลิต และการดูดกินธาตุอาหาร N P K จัดได้ว่าเป็นน้ำยาสกัดดินที่เหมาะสม

การศึกษาในส่วนนี้ประกอบด้วย การศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่สกัดได้ โดยน้ำยาสกัดดิน 10 ชนิด โดยศึกษาในสภาพการทดลองในกระถาง และได้ทดลองในภาคสนาม โดยเลือกเอาน้ำยาที่มีศักยภาพจากการทดลองในกระถางไปทดสอบ

เมื่อได้น้ำยาสกัดดินที่มีศักยภาพในการวิเคราะห์ธาตุอาหาร N P K คือน้ำยาสกัดดินที่สกัด N P K ในดินที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับน้ำหนักแห้งและการดูดกิน N P K ในข้าวโพด และเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดระหว่างปริมาณที่วิเคราะห์ได้กับน้ำหนักแห้งและการดูดกินธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมในข้าวโพด

2) การศึกษา และพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณ N P K ที่ถูกต้องแม่นยำ

พัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณให้ใช้แผ่นสีมาตรฐานแทนเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านโดยใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ กับแผ่นสีมาตรฐานในดินกรด และดินด่างที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- (1) เลือกน้ำยาสกัดที่ดีที่สุด และสกัดปริมาณ N P K เพียงครั้งเดียว
- (2) นำน้ำยาสกัดที่เลือกได้มาศึกษาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณ N P K ที่ดีที่สุด
- (3) พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยใช้แผ่นสีมาตรฐานแทน spectrophotometer เพื่อนำไปใช้ในภาคสนาม หรือสถานที่อื่นๆ
- (4) ศึกษาความถูกต้อง แม่นยำ ระหว่างค่าที่วิเคราะห์ได้โดยวิธีที่ใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการกับการใช้แผ่นสีมาตรฐาน

6.2 การศึกษาน้ำยาสกัดธาตุอาหาร N P K ในดิน

ในการศึกษาเพื่อคัดเลือกลำน้ำยาสกัดธาตุอาหาร N P K ในดิน โดยการทดลองหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหาร N P K ในดินกับการเจริญเติบโตและการดูดกิน N P K ของข้าวโพดที่ปลูกบนชุดดินต่างๆ 5 ชุดดิน มีการทดลองตามลำดับดังนี้

6.2.1 การศึกษาการเจริญเติบโตและการดูดกิน N P K ของข้าวโพด

● คำนำ

การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดกินขึ้นมาจากดินเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ หรือความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน ในการทดลองครั้งนี้ใช้ข้าวโพดเป็นพืชทดสอบ โดยทำการทดลองปลูกพืชในกระถาง (ภาพที่ 6.1) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต

และการดูดกินธาตุไนโตรเจน (N) ธาตุฟอสฟอรัส (P) และธาตุโพแทสเซียม (K) ของข้าวโพดที่ปลูกบนดินชนิดต่างๆ จำนวน 5 ชุดดินซึ่งเป็นตัวแทนของชุดดินที่สำคัญที่ใช้ปลูกข้าวโพดในประเทศ โดยกระจายอยู่ในบริเวณต่างๆ ของ 4 จังหวัด คือ จ.เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครสวรรค์ และนครราชสีมา

- อุปกรณ์และวิธีการ

ดินที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย ชุดดินชัยบาดาล (Cd) ชุดดินตาคี (Tk) ชุดดินลพบุรี (Lb) ชุดดินปากช่อง (Pc) และชุดดินสตึก (Suk) ในแต่ละชุดดินทำการเก็บดินมา 3 ตัวอย่าง จากบริเวณต่างๆ ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการและมีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกัน ดังนั้นตัวอย่างดินทั้งหมดในการศึกษานี้มีจำนวน 15 ตัวอย่าง

กลุ่มของดินที่มีปฏิกิริยาเป็นด่างประกอบด้วย 3 ชุดดิน :

ชุดดินชัยบาดาล ประกอบด้วย 3 ตัวอย่าง คือ Cd-H Cd-M Cd-L

ชุดดินตาคี ประกอบด้วย 3 ตัวอย่าง คือ Tk-H Tk-M Tk-L

ชุดดินลพบุรี ประกอบด้วย 3 ตัวอย่าง คือ Lb-H Lb-M Lb-L

กลุ่มของดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดประกอบด้วย 2 ชุดดิน :

ชุดดินปากช่อง ประกอบด้วย 3 ตัวอย่าง คือ Pc-H Pc-M Pc-L

ชุดดินสตึก ประกอบด้วย 3 ตัวอย่าง คือ Suk-H Suk-M Suk-L

ผลการวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้ง 15 ตัวอย่างได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.1 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ดินมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 6.1 การทดลองปลูกข้าวโพดในกระถางบนชุดดินต่างๆ

ตารางที่ 6.1 สมบัติทางเคมี และกายภาพบางประการของชุดดินต่างๆที่ใช้ในงานทดลองปลูกพืชใน

กระถาง												
ชุดดิน	pH ^{1/}	Texture ^{2/}	อินทรีย์วัตถุ ^{3/}		P ^{4/}		K ^{5/}		Ca ^{5/}		Mg ^{5/}	
			%	ระดับ	มก./กก.	ระดับ	มก./กก.	ระดับ	มก./กก.	ระดับ	มก./กก.	ระดับ
Cd – H	8.1	SCL	2.2	M	70	VH	280	VH	11,000	VH	340	VH
Cd – M	7.9	C	3.0	M	28	H	140	H	10,000	VH	260	VH
Cd – L	8.2	CL	2.2	M	11	M	80	M	13,000	VH	200	VH
Tk – H	8.2	SCL	4.4	H	81	VH	200	VH	12,000	VH	210	VH
Tk – M	8.1	C	3.4	M	44	H	130	H	18,000	VH	220	VH
Tk - L	8.1	C	4.1	H	20	M	210	VH	17,000	VH	260	VH
Lb - H	8.2	C	3.3	M	60	VH	280	VH	13,000	VH	350	VH
Lb - M	8.0	C	2.2	M	27	H	90	M	15,000	VH	520	VH
Lb - L	8.1	C	3.3	M	10	M	90	M	16,000	VH	530	VH
Suk - H	4.9	LS	0.4	VL	15	M	40	L	160	VH	42	M
Suk - M	5.2	SCL	1.1	L	5	L	90	M	520	VH	170	H
Suk - L	5.4	LS	0.5	VL	3	L	40	L	320	VH	80	H
Pc - H	7.2	C	3.5	H	48	VH	110	H	3,000	VH	160	H
Pc - M	5.7	C	3.2	M	22	M	420	VH	3,000	VH	220	H
Pc - L	6.4	C	1.8	M	9	L	90	M	3,600	VH	220	H

^{1/} Soil : water ratio = 1:1 ^{2/} Hydrometer method ^{3/} Walkley - Black method ^{4/} Bray 2 method

^{5/} 1 N NH₄OAc method

หมายเหตุ : ตัวอักษร H, M, L ที่เขียนกำกับตามหลังชื่อสัญลักษณ์ของแต่ละชุดดิน มีความหมายดังนี้:

H : ดินที่มีค่าวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณสูง

M : ดินที่มีค่าวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณปานกลาง

L : ดินที่มีค่าวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณต่ำ

การทดลองประกอบด้วย 5 ดำรับการทดลองซึ่งเป็นการศึกษาการดูดกินธาตุ N P K ของข้าวโพดที่ปลูกในสภาพที่มีการควบคุม และจัดการเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย N P K ที่เหมาะสม ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ดำรับการทดลอง	ชนิดของธาตุอาหาร		
	N	P	K
1 control	-	-	-
2 PK (-N)	-	+	+
3. NK (-P)	+	-	+
4. NP (-K)	+	+	-
5. N P K	+	+	+

หมายเหตุ :- ไม่ใส่ธาตุอาหาร
+ ใส่ธาตุอาหาร

ธาตุ N; ใส่ในรูปของปุ๋ยยูเรีย (46%N) ในอัตรา 8 กรัมต่อกระถางโดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งแรกใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น อัตรา 4 กรัมต่อกระถาง ครั้งที่ 2 และ 3 ใส่เมื่อข้าวโพดมีอายุ 14 และ 21 วัน ในอัตราเท่ากันคือ 2 กรัมต่อกระถางตามลำดับ

ธาตุ P; ใส่ในรูปของปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46%P₂O₅) ในอัตรา 4 กรัมต่อกระถาง โดยใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น

ธาตุ K; ใส่ในรูปของปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K₂O) ในอัตรา 3 กรัมต่อกระถางโดยใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น

ใส่ปุ๋ย ZnSO₄ เข้มข้น 0.03 % โดยรดให้กับข้าวโพด 50 มิลลิลิตรต่อกระถาง เมื่อข้าวโพดมีอายุ 10 วัน

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design มีจำนวน 3 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนของวิธีการดำเนินงานดังนี้

การเตรียมตัวอย่างดิน : ชั่งตัวอย่างดินที่ผึ่งให้แห้งในที่ร่มและทุบให้มีขนาดเล็ก โดยใช้ดิน 5 กิโลกรัมต่อกระถาง ผสมกับทรายหยาบที่ล้างให้สะอาด 3 กิโลกรัม บรรจุลงในกระถางปลูก ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว และสูง 9.5 นิ้ว ยกเว้นชุดดินสodikใช้เฉพาะดินอย่างเดียว

การใส่ปุ๋ย : ใส่ปุ๋ยเคมีตามดำรับการทดลองโดยปุ๋ยที่ใส่ครั้งแรกเพื่อเป็นปุ๋ยรองพื้น ทำการใส่โดยคลุกกับดินที่ผสมกับทรายให้เข้ากันทั่วถึง

การปลูกพืช และการดูแลรักษา : ปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ซึ่งหลังจากถอนแยกแล้วให้มี

ข้าวโพดเหลืออยู่จำนวน 15 ต้นต่อกระถาง มีการควบคุมการให้น้ำแก่พืช และควบคุมเกี่ยวกับโรคและแมลงศัตรูพืช งานทดลองได้กระทำในโรงเรือนทดลองที่ภาควิชาปฐพีวิทยา

การเก็บข้อมูล : ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพด เมื่อมีอายุ 28 วันโดยนับจากวันปลูก และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับค่าน้ำหนักแห้งของข้าวโพด และทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุ N P K ที่เป็นองค์ประกอบในข้าวโพดจากส่วนที่อยู่เหนือดิน ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาเรื่องของธาตุอาหารพืชแต่ละชนิด จะใช้ข้อมูลที่ได้จากแต่ละการทดลองดังนี้

- การศึกษาเกี่ยวกับธาตุไนโตรเจน (N) : ใช้ข้อมูลจากการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียม โดยไม่มีการใส่ธาตุไนโตรเจน; PK(-N)
- การศึกษาเกี่ยวกับธาตุฟอสฟอรัส (P) : ใช้ข้อมูลจากการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจน และธาตุโพแทสเซียม โดยไม่มีการใส่ธาตุฟอสฟอรัส; NK(-P)
- การศึกษาเกี่ยวกับธาตุโพแทสเซียม (K); ใช้ข้อมูลจากการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจนและธาตุฟอสฟอรัส โดยไม่มีการใส่ธาตุโพแทสเซียม; NP(-K)

● ผลการทดลอง

ผลการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนใน 5 ชุดดิน พบว่า ข้าวโพดที่ปลูกในดินต่าง 3 ชุดดิน ซึ่งเป็นดินเนื้อละเอียด คือชุดดินชัยบาดาล ชุดดินตาคลี ชุดดินลพบุรี และดินกรด 1 ชุดดินซึ่งเป็นดินเนื้อละเอียดคือชุดดินปากช่อง มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าและดูดกินธาตุไนโตรเจนขึ้นมาจากดินเป็นปริมาณมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับดินกรด 1 ชุดดินซึ่งเป็นดินเนื้อหยาบคือชุดดินสตึก สาเหตุดังกล่าวเนื่องมาจากชุดดินสตึกมีค่าอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นแหล่งธรรมชาติที่สำคัญของดินที่จะปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนออกมาให้พืชได้ใช้ประโยชน์อยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่ามาก เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 4 ชุดดิน ดังกล่าว

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างดินต่าง 3 ชุดดิน พบว่า ชุดดินตาคลีซึ่งมีค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยเฉลี่ยสูงกว่าชุดดินลพบุรี และชุดดินชัยบาดาลนั้น ข้าวโพดที่ปลูกมีแนวโน้มดูดกินธาตุไนโตรเจนได้เป็นปริมาณสูงกว่าเช่นเดียวกัน แต่เป็นความแตกต่างกันที่ไม่เด่นชัด ในกรณีที่ปลูกในชุดดินปากช่องซึ่งมีค่าของอินทรีย์วัตถุโดยเฉลี่ยเป็นปริมาณที่ใกล้เคียงและต่ำกว่าดินต่าง 3 ชุดดินนั้น กลับพบว่าข้าวโพดดูดกินธาตุไนโตรเจนขึ้นมาจากดินกรดดังกล่าวได้เป็นปริมาณโดยเฉลี่ยสูงกว่า สาเหตุดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าในสภาพของดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดจะมีความเหมาะสมต่อกระบวนการปลดปล่อยของธาตุไนโตรเจนออกมาจากอินทรีย์วัตถุ (Nitrogen mineralization) ให้พืชใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพของดินที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง (ตารางที่ 6.2)

ตารางที่ 6.2 การเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุไนโตรเจน (N) ของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูก
ใน 5 ชุดดิน ในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ; ดำรับการทดลอง PK (-N)

ชุดดิน	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง (กรัม/กระถาง)	ปริมาณของ N ในข้าวโพด (%)	ปริมาณทั้งหมดของ N ที่ ข้าวโพดดูดกินจากดิน (มก./กระถาง)
Cd-H	12.83	0.70	89.81
Cd-M	12.81	0.81	103.76
Cd-L	14.20	0.78	110.76
Tk-H	15.95	0.93	148.34
Tk-M	13.08	0.77	100.72
Tk-L	14.56	0.74	107.74
Lb-H	12.87	0.79	101.67
Lb-M	18.72	0.70	131.04
Lb-L	10.18	0.75	76.35
Suk-H	7.20	0.72	51.84
Suk-M	10.35	0.74	76.59
Suk-L	5.27	0.91	47.96
Pc-H	12.50	0.77	96.25
Pc-M	28.23	0.85	239.96
Pc-L	11.94	0.79	94.33

ผลการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสใน 5 ชุดดิน พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับในกรณีของธาตุไนโตรเจน กล่าวคือ ข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียด 4 ชุดดิน ทั้งในส่วนที่เป็นดินล่างและดินกรด จะมีการเจริญเติบโตและดูดกินธาตุฟอสฟอรัสได้ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับดินกรดที่มีเนื้อดินหยาบ สาเหตุดังกล่าวก็เนื่องมาจากดินเนื้อละเอียดทั้ง 4 ชุดดินข้างต้นมีค่าวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่มากกว่า

เมื่อเปรียบเทียบกันในระหว่างดินเนื้อละเอียดทั้ง 4 ชุดดิน พบว่าข้าวโพดที่ปลูกในชุดดิน ตาคลี มีการเจริญเติบโตและดูดกินธาตุฟอสฟอรัสขึ้นมาจากดินโดยเฉลี่ยดีกว่าข้าวโพดที่ปลูกในอีก 3 ชุดดิน ยกเว้นดิน Pc-M ซึ่งมีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลางดูดกินฟอสฟอรัสได้มากกว่าดินตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งแสดงว่าฟอสฟอรัสจะเป็นประโยชน์ได้ดี ในสภาพที่เป็นกรดปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพที่เป็นด่าง ส่วนชุดดินตาคลีนั้นนอกจากจะมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับที่สูงมากแล้ว ชุดดินตาคลียังมีปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยเฉลี่ยสูงกว่าอีกด้วย ซึ่งอินทรีย์วัตถุในดินนอกจากจะเป็นแหล่งที่ให้ธาตุไนโตรเจนที่สำคัญแก่พืช ยังเป็นอีกแหล่งธรรมชาติอีกแหล่งหนึ่งที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสแก่พืชด้วยเช่นเดียวกัน อิทธิพลของผลรวมดังกล่าวนี้จะเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละชุดดิน และในระหว่างชุดดินต่างๆ (ตารางที่ 6.3)

ตารางที่ 6.3 การเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุฟอสฟอรัส (P) ของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกใน 5 ชุดดิน ในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ; ดำรับการทดลอง NK (-P)

ชุดดิน	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง (กรัม/กระถาง)	ปริมาณของ P ในข้าวโพด (%)	ปริมาณทั้งหมดของ P ที่ ข้าวโพดดูดกินจากดิน (มก./กระถาง)
Cd-H	11.04	0.09	9.94
Cd-M	10.41	0.17	17.70
Cd-L	10.12	0.17	17.20
Tk-H	11.28	0.23	25.94
Tk-M	20.37	0.11	22.41
Tk-L	15.55	0.14	21.77
Lb-H	8.29	0.17	14.09
Lb-M	19.72	0.18	35.50
Lb-L	8.02	0.16	12.83
Suk-H	0.47	0.23	1.08
Suk-M	5.20	0.15	7.80
Suk-L	4.34	0.17	7.38

ตารางที่ 6.3 (ต่อ) การเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุฟอสฟอรัส (P) ของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกใน 5 ชุดดิน ในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ; ดำรับการทดลอง NK (-P)

Pc-H	11.24	0.23	25.85
Pc-M	18.10	0.19	34.39
Pc-L	4.98	0.19	9.46

ผลการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ของธาตุโพแทสเซียมใน 5 ชุดดิน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด กล่าวคือข้าวโพดที่ปลูกในดินที่มีค่าวิเคราะห์ความเป็นประโยชน์ของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในปริมาณที่สูงจะมีการเจริญเติบโตและดูดกินธาตุโพแทสเซียมขึ้นมาจากดินได้ดีกว่าและเป็นปริมาณที่สูงมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่มีค่าวิเคราะห์ธาตุดังกล่าวอยู่ในปริมาณที่ต่ำ ส่วนในระหว่างกลุ่มดินที่มีเนื้อดินต่างกัน พบว่า ข้าวโพดที่ปลูกใน 4 ชุดดินที่มีเนื้อละเอียดจะให้ผลดีกว่าข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินที่เป็นดินเนื้อหยาบ (ตารางที่ 6.4)

ตารางที่ 6.4 การเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุโพแทสเซียม (K) ของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกใน 5 ชุดดิน ในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ; ดำรับการทดลอง NP (-K)

ชุดดิน	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง (กรัมต่อกระถาง)	ปริมาณของ K ในข้าวโพด (%)	ปริมาณทั้งหมดของ K ที่ ข้าวโพดดูดกินจากดิน (มก./กระถาง)
Cd-H	38.52	3.18	1224.94
Cd-M	39.99	2.23	891.78
Cd-L	29.46	1.29	380.03
Tk-H	23.22	2.34	543.35
Tk-M	38.26	1.37	524.16
Tk-L	28.64	1.84	526.98
Lb-H	20.62	3.68	758.82
Lb-M	41.98	0.68	285.46
Lb-L	28.72	0.90	258.48