

โปรแกรมต้นแบบเพื่อการสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารพืช ของกรมวิชาการเกษตร (DOA-CropDOD)

สุทิน คล้ายมนต์*



เพื่อพัฒนางานวิจัยด้านธาตุอาหารพืช ของกรมวิชาการเกษตรให้เป็นระบบทันสมัย จึงได้ออกแบบสร้างระบบ CropDOD (Crop Nutrient Deficiency Observation and Diagnosis) ซึ่งเป็นโปรแกรมต้นแบบ เพื่อสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารพืชที่มีโครงสร้างแบบ decision tree architecture โดยใช้ข้อมูลและความรู้จากหนังสือ และเอกสารที่พิมพ์เผยแพร่เนื่องจากการสร้างและพัฒนาโปรแกรมด้านนี้ยังอยู่ในระยะเริ่มต้น จึงได้นำบางส่วนของ source code วิธีเขียนโปรแกรมมาแสดงเพื่ออธิบายโครงสร้าง และขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยสังเขป อาการผิดปกติของพืชที่เกิดจากการขาดธาตุอาหาร เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถวินิจฉัย ความต้องการธาตุอาหารของพืชในไร่นา และในคลินิกพืชได้ นอกจากนี้ ยังเป็นดัชนีเบื้องต้น สำหรับการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกด้วย แต่อาการผิดปกติของพืชที่เกิดจากการขาดธาตุอาหารนั้นเป็นลักษณะเฉพาะของพืชและสภาพแวดล้อม ดังนั้น จึงได้วางแนวทางพัฒนาโปรแกรมเฉพาะพืชขึ้น เพื่อให้สามารถวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารได้ถูกต้องและแม่นยำสำหรับพืชแต่ละชนิด พืชที่อยู่ในแผนการพัฒนาโปรแกรมโดยอาศัยความรู้จากเอกสารที่ค้นหาได้ในปัจจุบันที่สำคัญได้แก่ ข้าวโพด ถั่วเหลือง ข้าวฟ่าง ฝ้าย ทานตะวัน ข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ เมื่อรวมโปรแกรมสังเกต และวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชเศรษฐกิจเข้าด้วยกันให้เป็นระบบ DOA-NEx (DOA Crop Nutrition Expert System) ซึ่งเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญด้านธาตุอาหารพืช ของกรมวิชาการเกษตร จะมีผลทำให้งานวิจัยเพื่อบริการด้าน คลินิกพืช และการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านธาตุอาหารของกรมวิชาการเกษตรมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คำหลัก : CropDOD โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบผู้เชี่ยวชาญ วินิจฉัยการขาดธาตุอาหารพืช

Crop Nutrient Deficiency Observation and Diagnosis Prototype Program of Department of Agriculture (DOA-CropDOD)

Sootin Claimon*



To improve research on visual diagnosis of nutrient disorder and deficiency symptom of economic crops, the prototype CropDOD (Crop Nutrient Deficiency Observation and Diagnosis) program was designed by staff

* กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

* Soil Science Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900.

of Soil Science Division. The decision tree architecture was employed to create program structure. Some parts of Source code and program writing method were presented to illustrate the sequence of program. Information and knowledge to develop the program were obtained from published text books and papers. Nutrient disorder and deficiency symptom could be used as primary indicator of crop nutrient requirement in the field and crop clinic service as well as preliminary soil fertility index of a given area. However, visual symptoms caused by deficiency or toxicity of plant nutrient are specific for each crop and environment which led the development of Crop Specific DOD. According to the published knowledge obtained, the crop specific program under development plan consist of corn, soybean, sorghum, cotton, sunflower, wheat and barley. The compilation of CropDOD for economic crops to be the DOA-NEEx system (DOA Crop Nutrition Expert) will provide well developed research findings and transferable technology on plant nutrition for efficient crop clinic service of the Department of Agriculture.

Keywords : CropDOD, computer program, expert system, crop nutrient deficiency diagnosis

การที่จะเพิ่มผลผลิตพืชโดยการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพนั้นสิ่งสำคัญคือจะต้องรู้ความต้องการธาตุอาหารของพืช ควบคู่ไปกับความสามารถของดินในการที่จะสามารถปลดปล่อยให้ธาตุอาหารเหล่านั้นแก่พืช รวมทั้งปริมาณธาตุอาหารที่จะต้องให้เพิ่มเติมในรูปของปุ๋ย ในกรณีที่ดินมีปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หรือดินมีธาตุอาหารเหล่านั้นอยู่ แต่อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จะต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติของดิน ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช และสามารถปลดปล่อยธาตุเหล่านั้น ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เสียก่อน แล้วจึงใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดินพืช เช่น มีปริมาณมากไปหรือน้อยไปจะทำให้พืชมีอาการผิดปกติ ซึ่งบางครั้งเรียกว่าพืชเป็นโรคขาดธาตุอาหาร และอาการเหล่านี้มักจะเป็นลักษณะจำเพาะของพืช และสภาพแวดล้อม ซึ่งทำให้สามารถใช้การสังเกตอาการขาดธาตุอาหารของพืช เป็นวิธีการอย่างหนึ่งในการวินิจฉัยความต้องการธาตุอาหารของพืชในไร่นาและในคลินิกพืช นอกจากนั้นยังใช้เป็นดัชนีเบื้องต้นสำหรับการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ เนื่องจากอาการผิดปกตินี้ จะปรากฏให้เห็นในพืชแต่ละชนิดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการสังเกตหรือวินิจฉัยด้วยวิธีนี้ ต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์ในพืชแต่ละชนิดเป็นอย่างมาก ในกรณีที่ไม่มีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านพืช หรือมีอยู่ไม่เพียงพอ การนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ช่วยวิเคราะห์และวินิจฉัยในลักษณะ “ระบบผู้เชี่ยวชาญ” จะทำให้การวิเคราะห์และวินิจฉัยมีประสิทธิภาพและแม่นยำยิ่งขึ้น

เนื่องจากกรมวิชาการเกษตรมีหน้าที่เกี่ยวข้องทางด้านการวิจัยและพัฒนาด้านดินและปุ๋ยเพื่อการเพิ่มผลผลิตพืช นอกจากนั้นยังมีงานบริการด้าน คลินิกพืช แก่เกษตรกร โดยการวิเคราะห์และวินิจฉัยด้าน โรค แมลง วัชพืช ดิน ปุ๋ย และปัญหาด้านอื่นๆ พร้อมทั้งให้คำแนะนำเพื่อการผลิตพืชอย่างมีประสิทธิภาพ นักวิชาการกองปฐพีวิทยา จึงได้สร้างและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้นแบบเพื่อสังเกต และวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชเศรษฐกิจ CropDOD (Crop Nutrient Deficiency Observation and Diagnosis) (สุทิน, 2535 ข; สุทิน, 2535 ค) และวางแนวทางการวิจัยและพัฒนา เพื่อการบริการด้านธาตุอาหารพืช ของกรมวิชาการเกษตรให้เป็นระบบคอมพิวเตอร์ “DOA-NEEx” (DOA Crop Nutrition Expert System) (สุทิน, 2535 ก) เพื่อใช้งานร่วมกับระบบ “FReX” (Fertilizer Recommendation Expert) โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร(สุทิน, 2534 ก; สุทิน, 2534 ข) ที่กำลังดำเนินการอยู่ จะมีผลทำให้การพัฒนางานวิจัยเพื่อการบริการด้าน คลินิกพืช และการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านดินปุ๋ย และธาตุอาหารพืชมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

คอมพิวเตอร์ที่ใช้คือ IBM Compatible XT Turbo พร้อมการ์ด ภาษาไทย iRC Standard (นิรนาม, 2532) ใช้โปรแกรมภาษา TURBO PASCAL Version 4.0 สร้างและพัฒนาโปรแกรมตามคู่มือการเขียนโปรแกรม (Borland Inter-

Table 1. Key to diagnosis of crop nutrient deficiency as a prototype of CropDOD program.

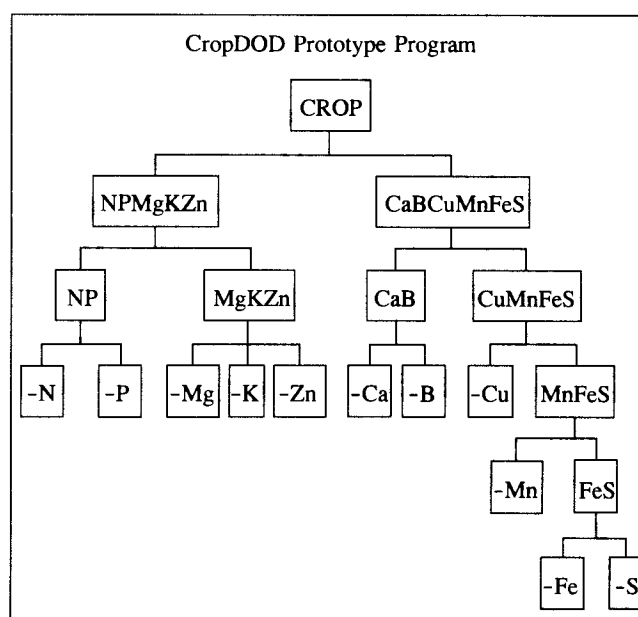
A Key to Nutrient Deficiency Symptoms*		Element deficient
a. Older leaves affected		
b. Effects mostly generalized over whole plant, lower leaves dry up and die.		
c. Plants light green, lower leaves yellow, drying to brown, stalks become short and slender.		Nitrogen
c. Plant dark green, often red to purple colours appear, lower leaves yellow, drying to dark green, stalks become short and slender.		Phosphorus
b. Effects mostly localized, mottling or chlorosis, lower leaves do not dry up but become mottled or chlorotic, leaf margins cupped or tucked.		
c. Leaves mottled or chlorotic, sometimes reddened, necrotic spots, stalks slender.		Magnesium
c. Mottled or chlorotic leaves, necrotic spots small and between veins or near leaf tips and margins, stalk slender.		Potassium
c. Necrotic spots large and general, eventually involving veins, leaves thick, stalks short.		Zinc
a. Young leaves affected.		
b. Terminal buds die, distortion and necrosis of young leaves.		
c. Young leaves hooked, then die back at tips and margins.		Calcium
c. Young leaves light green at bases, die back from base, leaves twisted.		Boron
b. Terminal buds remain alive but chlorotic or wilted, without necrotic spots.		
c. Young leaves wilted, without chlorosis, stem tip weak.		Copper
c. Young leaves not wilted, chlorosis occurs.		
d. Small necrotic spots, veins remain green.		Manganese
d. No necrotic spots.		
e. Veins remain green.		Iron
e. Veins become chlorotic.		Sulfur

* Adapted from Diagnostic Techniques for Soils and Crops.

American Potash Institute, Washington D.C., 1948.

Source : Bidwell, R.G.S. 1974. Plant Physiology (pp. 244-245).

national, 1978a; Borland International, 1987b) ศึกษาวิธีการจำแนกและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารพืชจากหนังสือและเอกสาร สำหรับโปรแกรมต้นแบบศึกษาจากหนังสือสรีรวิทยาของพืชดังแสดงรายละเอียดไว้ใน Table 1 ซึ่งคัดลอกมาจากหนังสือ Plant Physiology หน้า 244-245 (Bidwell, 1974) สร้าง flow chart และขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมต้นแบบวิธีการวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืช (Figure 1) ซึ่งมีโครงสร้างแบบ decision tree architecture (Forsyth and Naylor, 1986; Patterson, 1990) ใช้โปรแกรมภาษา TURBO PASCAL สร้าง source code ของโปรแกรม CropDOD ตาม flow chart ที่สร้างไว้ compile source code files เป็นโปรแกรม CropDOD ทดลองใช้งานโปรแกรม CropDOD และแก้ไขปรับปรุงให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่วางไว้ในขั้นต้น บันทึกรายละเอียดและข้อบกพร่องของโปรแกรม ตลอดจนวิธีการแก้ไขในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมอื่นๆ ต่อไป ดำเนินการสร้างและพัฒนาโปรแกรมในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร โดยเริ่มโครงการสร้างโปรแกรมต้นแบบในปี พ.ศ. 2534 และจะดำเนินการปรับปรุงโปรแกรมจนถึงปี พ.ศ. 2536

Figure 1. Flow chart of program CropDOD developed from Table 1 data (Bidwell, 1974).

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลที่ได้รับจากการดำเนินงานสร้างและพัฒนา "Crop-DOD" โปรแกรมต้นแบบเพื่อสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืช ประกอบด้วย

โครงสร้างของระบบ (system architecture)

โปรแกรมต้นแบบเพื่อสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืช CropDOD มีโครงสร้างเป็นแบบ decision tree architecture (Figure 1) ซึ่งเหมาะกับระบบการจำแนกและวินิจฉัยเป็นลำดับขั้น โดยข้อมูลและความรู้จะเป็นโครงสร้างจากส่วนบนไปหาส่วนล่าง (top-to-bottom) อยู่ในลักษณะรูปฉัตรหรือร่ม (hierarchy) เช่น อาณาจักรพืช (plant kingdom) การจำแนกและวินิจฉัยขั้นแรกจะอยู่ใน Menu Level 1 และเมื่อจะวินิจฉัยให้ละเอียดลงไปก็จะใช้ Menu Level 2 หรือระดับลึกลงไปอีก แตกต่างไปตามลักษณะอาการของพืช ที่เกิดจากอิทธิพลของธาตุอาหารแต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น Iron และ Sulfur จะสามารถวินิจฉัยได้โดย Menu Level 5 เป็นต้น

การทำงานของโปรแกรม CropDOD โดยการเรียกใช้ procedure ต่างๆ และรายละเอียดของ source code ส่วนที่เป็น Main Program (Figure 2) โดยกำหนดให้เริ่มต้นโปรแกรมโดยการเรียก procedure Title (Figure 3) มาแสดงชื่อและ version ของโปรแกรม ชื่อเจ้าของและหน่วยงานของเจ้าของโปรแกรมให้ปรากฏบนจอภาพ (Figure 9) เสร็จแล้วเรียก procedure Menu Main (Figure 4) มาทำงาน ซึ่ง procedure Menu Main จะแสดงข้อมูล Menu Level 1 ให้ปรากฏบนจอภาพ (Figure 10) เพื่อให้เลือกรายการวินิจฉัย ในกรณีที่เลือก (select) หมายเลข 1 โปรแกรมจะเรียก procedure Main A (Figure 5) มาทำงานโดย Main Program จะส่งการปฏิบัติงานมาอยู่ในความควบคุมของ procedure Main A (Figure 5) procedure Main A จะเรียก procedure Menu Main A (Figure 6) มาทำงานซึ่ง procedure Menu Main A จะแสดงข้อมูล Menu Level 2 ให้ปรากฏบนจอภาพ (Figure 11) เพื่อให้เลือกรายการวินิจฉัย เมื่อผู้ใช้เลือก (select) หมายเลข 1 procedure Main A จะเรียก procedure NitroPhos (Figure 7) มาทำงาน โดยที่ procedure Main A จะส่งการปฏิบัติงานให้มาอยู่ในความควบคุมของ procedure NitroPhos ต่อไป และ procedure NitroPhos จะเรียก procedure Menu NitroPhos (Figure 8) มาแสดงข้อมูล Menu Level 3 ให้ปรากฏบนจอภาพ

(Figure 12) เพื่อให้เลือกรายการวินิจฉัย ในกรณีที่ผู้ใช้วิเคราะห์เลือก (select) หมายเลข 1 procedure NitroPhos จะแสดงผลการวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชว่าเป็น nitrogen deficiency (Figure 13) แต่ถ้าผู้ใช้วิเคราะห์เลือกหมายเลข 2 procedure NitroPhos จะแสดงผลการวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชว่าเป็น phosphorus deficiency (Figure 7)

Figure 2. Main Program of CropDOD Program.

```

Begin {Main Program}

Title;

repeat
  repeat
    MenuMain (select);

    case select of
      1 : begin
          clrscr;

          MainA;

          end;
      2 : begin
          clrscr;

          MainB;

          end;
    end {case}
  until select = 0;

  writeln;

  writeln;

  write (' Press Esc to Quit.....');

  Key := readkey;

  until key = #27

end.

```

Figure 3. Procedure Title of CropDOD Program.

```

procedure Title;
begin
  repeat
    clrscr;
    writeln;
    writeln ('.....');
    writeln;
    writeln ('CropDOD. version 1.00 January 29-30, 1991');
    writeln;
    writeln ('Crop Deficiency Observer Diagnosis');
    writeln;
    writeln ('      (Prototype Program)');
    writeln;
    writeln;
    writeln;
    writeln ('      Sootin Claimon');
    writeln;
    writeln;
    writeln ('Soil Science Division Department of Agriculture');
    writeln;
    writeln ('BANGKOK      THAILAND');
    writeln;
    writeln ('.....');
    writeln;
    write ('      Press Esc.....');
    key := readkey;
  until key = # 27
end ;

```

Figure 4. Procedure MenuMain of CropDOD. Program.

```

Procedure MenuMain (var a : integer);
begin
  clrscr;
  writeln;
  writeln;
  writeln ('.....');
  writeln;
  writeln ('      Menu Level 1');
  writeln;
  writeln (' A Key to Nutrient deficiency Symptoms');
  writeln;
  writeln ('      1 : Older Leaves affected');
  writeln;
  writeln ('      2 : Young leaves affected');
  writeln;
  writeln ('      0 : Exit Menu Level 1');
  writeln;
  writeln ('.....');
  writeln ('      Choose Number : ');
  readln (a);
end;

```

Figure 5. Procedure mainA of CropDOD Program.

```

procedure MainA;
begin
  repeat
    repeat
      MenuMainA (select);
    case select of
      1 : begin
          NitroPhos;
        end;
      2 : begin
          MagPotasZinc;
        end;
    end {case}
  until select = 0;
  writeln;
  writeln;
  write ('Press Esc then Enter Return to Menu Level 1');
  key := readkey;
  until key = # 27
end;

```

Figure 6. Procedure of CropDOD Program.

```

procedure MenuMainA (var a : integer);
begin
  clrscr;
  writeln;
  writeln;
  writeln ('.....');
  writeln;
  writeln ('      Menu Level 2');
  writeln;
  writeln (' 1 : Effects mostly generablized over whole plant. ');
  writeln (' lower leaves dry up and die ');
  writeln;
  writeln (' 2 : Effects mostly localized, mottling or chlorosis. ');
  writeln (' lower leaves do not dry up but become mottled ');
  writeln (' or chlorotic, leaf margin cupped or tucked ');
  writeln;
  writeln (' 0 : Exit Menu Level 2 ');
  writeln;
  writeln ('.....');
  write ('      Choose Number : ');
  readln (a);
end;

```

Figure 7. Procedure NitroPhos of CropDOD Program.

```

procedure NitroPhos;
begin
  repeat
    repeat
      MenuNitroPhos (select);
    case select of
      1 : begin
          clrscr;
          writeln ('NITROGEN DEFICIENCY');
          writeln ('RECOMMENDATION.....');
          writeln ('.....');
          writeln ('.....');
          write (' Press Enter');
          readln (n);
        end;
      2 : begin
          clrscr;
          writeln ('PHOSPHORUS DEFICIENCY');
          writeln ('RECOMMENDATION.....');
          writeln ('.....');
          writeln ('.....');
          write ('.....Press Enter');
          readln (n);
        end;
    end {case}
  until select = 0;
  write ('Press Esc then Enter Return to Menu Level 2');
  key := readkey;
  until key = # 27
end;

```

Figure 8. Procedure MenuNitroPhos of CropDOD Program.

```

procedure MenuNitroPhos (var a : integer);
begin
  clrscr;
  writeln;
  writeln;
  writeln ('.....');
  writeln;
  writeln ('          Menu Level 3');
  writeln;
  writeln ('1 : Plants light green, lower leaves yellow, drying');
  writeln ('to brown, stalks become short and slender. ');
  writeln;
  writeln ('2 : Plant dark green, often red or purple colours');
  writeln ('appear, lower leaves yellow, drying to dark');
  writeln ('green, stalks become short and slender. ');
  writeln;
  writeln ('0 : Exit Menu Level 3');
  writeln;
  writeln ('.....');
  write ('          Choose Number : ');
  readln (a);
end;

```

Figure 9. Name and of CropDOD Program.

```

CropDOD. version 1.00          January 29-30, 1991

      Crop Deficiency Obersver Diagnosis
      (Prototype Program)

      Sootin Claimon
Soil Science Division      Department of Agriculture

      BANGKOK                THAILAND

      Press Esc.....
  
```

Figure 10. Menu level 1 for diagnosis of crop nutrient deficiency.

```

      Menu Level 1

A Key to Nutrient Deficiency Symptoms

      1 : Older Leaves affected
      2 : Young leaves affected
      0 : Exit Menu Level 1

      Choose Number :
  
```

Figure 11. Menu level 2 for diagnosis of crop nutrient deficiency

```

      Menu Level 2

      1 : Effects mostly generalized over whole plant, lower
      leaves dry up and die.
      2 : Effects mostly localized, mottling or chlorosis, lower
      leaves do not dry up but become mottled or chlorotic,
      leaf margin cupped or tucked.
      0 : Exit Menu Level 2

      Choose Number :
  
```

Figure 12. Menu level 3 for diagnosis of crop nutrient deficiency.

```

      Menu Level 3

      1 : Plants light green, lower leaves yellow, drying to
      brown, stalks become short and slender.
      2 : Plant dark green, often red or purple colours appear,
      lower leaves yellow, drying to dark green, stalks
      become short and slender.
      0 : Exit Menu Level 3

      Choose Number :
  
```

Figure 13. Diagnosis of crop nutrient deficiency.

```

      NITROGEN DEFICIENCY

RECOMMENDATION.....
.....
.....

      Press Enter
  
```

อุปกรณ์ประกอบการใช้งานระบบ (system components)

ในการใช้งานโปรแกรม CropDOD จะต้องประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ IBM XT/AT หรือ IBM Compatible ที่มี disk drive อย่างน้อย 1 drive และมี memory 640 K Byte พร้อม Card ภาษาไทย iRC Standard และโปรแกรม Thai driver

การทดสอบโปรแกรม CropDOD

ใส่แผ่น DOS ใน drive A : > กดปุ่มเปิดฝาครอบ drive แล้วเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อ boot เครื่องเสร็จแล้วเอาแผ่น DOS ออก ใส่แผ่นโปรแกรม iRC Thai Driver ที่ drive A : > กดปุ่มเปิดฝาครอบ Drive

A : > พิมพ์ thai กด Enter

คอมพิวเตอร์จะเข้ามาอยู่ในระบบภาษาไทยของ iRC Card ถอดแผ่นโปรแกรม iRC Thai ออก ใส่แผ่นโปรแกรม CropDOD

เข้าไปแทน กดปุ่มปิดฝาครอบ Drive A : \>

A : \> พิมพ์ dod กด Enter

โปรแกรม CropDOD จะเริ่มทำงาน กดปุ่ม tilde เปลี่ยน mode ให้เป็น mode English กดปุ่มพิมพ์เลือกหมายเลขในเมนูที่ปรากฏตามลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช โปรแกรมจะวินิจฉัยและให้คำแนะนำตามลำดับ ตัวอย่างผลของการทดสอบโปรแกรมแสดงไว้ใน (Figures 9-13) โดยการเลือกตอบหมายเลข 1 ตลอด จนถึง Menu Level 3 ซึ่งผลการวินิจฉัยแสดงว่าพืชขาดธาตุ nitrogen สำหรับในโปรแกรมต้นแบบนี้ยังไม่ได้เขียนคำแนะนำการแก้ไขอาการขาดธาตุอาหาร เพราะว่าวิธีการจัดการอาจแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ดังนั้นคำแนะนำจะเขียนเป็น ภาษาไทย ไว้ในโปรแกรมการวินิจฉัยเฉพาะพืช

เมื่อจบโปรแกรม ออกจาก CropDOD แล้วต้องการออกจากระบบภาษาไทยทำดังนี้ ใส่แผ่นโปรแกรม iRC Thai Driver ที่ drive A : \>

A : \> พิมพ์ reset กด Enter

คอมพิวเตอร์จะกลับมาอยู่ที่ ระบบ DOS ตามเดิม

แนวทางการพัฒนาโปรแกรมสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารเฉพาะพืช

เนื่องจากอาการผิดปกติที่เกิดจากการขาดธาตุอาหารพืชจะเป็นลักษณะเฉพาะ และจะปรากฏให้เห็นในพืชแต่ละชนิดในลักษณะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างและพัฒนาโปรแกรม สังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารเฉพาะพืชขึ้น เพื่อให้สามารถวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชได้ถูกต้องแม่นยำ สำหรับพืชแต่ละชนิดและให้คำแนะนำด้านการปฏิบัติดูแลรักษา และการใส่ปุ๋ยและปรับปรุงดินอย่างเหมาะสม พืชสำคัญที่กำลังศึกษาวิธีการจำแนก และวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารจากหนังสือและเอกสารที่สามารถค้นหาได้ และจะเสนอโครงการวิจัยต่อกรมวิชาการเกษตร เพื่อสร้างและพัฒนาโปรแกรมได้แก่ข้าวโพด ถั่วเหลือง ข้าวฟ่าง ฝ้าย ทานตะวัน ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ โดยจะดำเนินการพัฒนา โปรแกรมสังเกตและวินิจฉัยเฉพาะพืชเหล่านี้ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 7 จนถึงปี พ.ศ. 2539

ความรู้และวิธีการวินิจฉัยอาการที่จะใช้เป็นแนวทางสร้างและพัฒนาโปรแกรมสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารพืชของข้าวโพด (CornDOD) ศึกษาจากหนังสือ Hungry crops: a guide to nutrient deficiencies in field

crops (Grundon, 1987) (Table 2) และในหนังสือนี้ยังมีความรู้และวิธีการวินิจฉัย อาการขาดธาตุอาหารของถั่วเหลือง ข้าวฟ่าง ฝ้าย ทานตะวัน ข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์

Table 2. Key to diagnosis of corn nutrient deficiency as a prototype of CornDOD program (Grundon, 1987).

Key to nutritional disorders in maize		
A1.	Symptoms appear first on fully expanded leaves or are more severe on older leaves.....	B
A2.	Symptoms appear first on still expanding leaves or are more severe on younger leaves.....	C
B1.	Plant pale green; pale yellow chlorosis followed by brown necrosis begins at the leaf tip.....	D
B2.	Plant pale green; pale yellow interveinal chlorosis and brown necrosis begin in the mid-section of the leaf.....	E
B3.	Plant dark green with bluish or purple colours; chlorosis or necrosis begins at the leaf tip and advances down the margins towards the base.....	F
C1.	Youngest leaves pale yellow; necrosis rare.....	G
C2.	Youngest leaves pale or dark green; chlorotic and necrotic lesions common.....	H
D1.	Chlorosis and necrosis advance down the mid-vein.....	Nitrogen deficiency p.99
D2.	Chlorosis and necrosis advance down the margins.....	Potassium deficiency p.103
E1.	Interveinal chlorosis followed by rust-brown striping and pale brown necrosis.....	Magnesium deficiency, p.95
E2.	Interveinal chlorosis followed by brown necrotic lesions; marginal grey-green necrosis.....	Manganese toxicity p.109
E3.	Interveinal chlorosis followed by crystalline white flecks and lesions then pale brown marginal necrosis.....	Manganese deficiency p.97
F1.	Leaves dark green with purple suffusion very prominent in some varieties; stems purple; dark yellow chlorosis followed by dark brown necrosis.....	Phosphorus deficiency p.101
F2.	Short, erect, dull, bluish-green leaves often with harsh, droughted appearance; grey marginal necrosis.....	Sodium chloride toxicity p.111
G1.	Pale yellow interveinal chlorosis; veins prominent over full length of the leaf.....	Iron deficiency p.93
G2.	General yellow chlorosis; veins usually not prominent or else prominent in the basal half of the leaf only.....	Sulphur deficiency p.105

Key to nutritional disorders in maize

H1.	Large, pale yellow to white chlorotic areas between the leaf margins and the mid-vein in the basal half of the leaf; chlorotic areas die and turn pale brown.....	<i>Zinc deficiency</i>	p.107
H2.	Leaves sometimes limp or wilted; yellow interveinal and marginal chlorosis followed by brown necrosis begins at the tip and advances towards the base.....	<i>Copper deficiency</i>	p.91
H3.	Leaves pale to dark green with white, yellow and brown lesions.....	<i>Boron deficiency</i>	p.87
H4.	Leaves pale to dark green with yellow and brown lesions; leaf often torn or with holes; leaf tip necrosis sometimes present.....	<i>Calcium deficiency</i>	p.89

สรุป

กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร มีหน้าที่ในการวิจัยและพัฒนาที่ดินและปุ๋ย เพื่อการเพิ่มผลผลิตพร้อมทั้งบริการให้คำแนะนำเพื่อการผลิตพืชอย่างมีประสิทธิภาพ และพัฒนาการบริการให้เป็นระบบทันสมัย จึงได้ออกแบบสร้างโปรแกรมต้นแบบ เพื่อสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารพืช CropDOD ซึ่งเป็นระบบหนึ่งที่ใช้ในการวินิจฉัยความต้องการธาตุอาหารของพืช และใช้เป็นดัชนีเบื้องต้นสำหรับประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วย เนื่องจากอาการผิดปกติที่เกิดจากการขาดธาตุอาหารพืช จะเป็นลักษณะเฉพาะของพืช และสภาพแวดล้อม ดังนั้น จึงวางโครงการพัฒนาโปรแกรมเฉพาะพืชขึ้น เพื่อให้สามารถวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชได้ถูกต้องแม่นยำสำหรับพืชแต่ละชนิด พร้อมกันนี้ได้วางแนวทางวิจัยและพัฒนาด้านธาตุอาหารพืช ของกรมวิชาการเกษตรให้เป็นระบบคอมพิวเตอร์ “DOA-NEx” (สุทิน, 2535 ก) เพื่อให้สอดคล้องกับ “FREx” ระบบผู้เชี่ยวชาญแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรที่กำลังดำเนินการอยู่ เพื่อพัฒนางานวิจัยและงานบริการด้าน คลินิกพืช และการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านดินและปุ๋ย ของกรมวิชาการเกษตรให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. 2532. คู่มือระบบภาษาไทย iRc Standard. บริษัท อินเทอร์เน็ต-เนชั่นแนลรีเสิร์ชคอร์ปอเรชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.
- สุทิน คล้ายมนต์. 2534 ก. “FREx” โปรแกรมต้นแบบภาษาไทยระบบผู้เชี่ยวชาญแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร. เอกสารประกอบโปรแกรม “FREx” ผลงานวิจัยและพัฒนาของกองปฐพีวิทยา เสนอคณะกรรมการพิจารณาผลงานวิจัยดีเด่นประจำปีของกรมวิชาการเกษตร. 20 น.
- สุทิน คล้ายมนต์. 2534 ข. “FREx” โปรแกรมต้นแบบภาษาไทยระบบผู้เชี่ยวชาญแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร, น. 83-93. ในรายงานผลการวิจัยในการประชุมทางวิชาการสาขาพืช ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2534. ณ วิทยาลัยบางเขน.
- สุทิน คล้ายมนต์. 2535 ก. ระบบผู้เชี่ยวชาญด้านธาตุอาหารพืชของกรมวิชาการเกษตรและโปรแกรมต้นแบบเพื่อสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืช, น. 69-77. ในรายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 30 (สาขาพืช) จัดโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน วันที่ 29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2535. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพมหานคร.
- สุทิน คล้ายมนต์. 2535 ข. CropDOD : โปรแกรมต้นแบบเพื่อสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชของกรมวิชาการเกษตร, น. 37-64. ในรายงานการประชุมวิชาการ กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ย พืชไรกองปฐพีวิทยากรมวิชาการเกษตร วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2535 ณ ห้องประชุมกองประเมินผล สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- สุทิน คล้ายมนต์. 2535 ค. CropDOD : โปรแกรมต้นแบบเพื่อสังเกตและวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชของกรมวิชาการเกษตร. ผลงานวิจัยดีเด่น พ.ศ. 2535 ของกองปฐพีวิทยา เสนอในการประชุมวิชาการประจำปี 2535 กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร วันที่ 18-20 กุมภาพันธ์ 2535. ณ โรงแรมหาดทอง จ.ประจวบคีรีขันธ์ (กำลังจัดพิมพ์).
- Bidwell, R.G.S. 1974. Plant Physiology. Macmillan Publishing Co., Inc. New York, USA. 643 p.
- Borland International. 1987 a. Turbo Pascal Owner's Handbook. Version 4.0 IBM Version. Borland International. USA. 654 p.
- Borland International 1987 b. Turbo Pascal Tutor. Version 4.0 IBM Version. Borland International. USA. 405 p.
- Forsyth, R. and C. Naylor. 1986. The Hitch-Hiker's Guide to Artificial Intelligence : IBM PC Basic Version. Chapman and Hall/Methuen, London, New York. 262 p.
- Grundon, N.J. 1987. Hungry Crops : A Guide to Nutrient Deficiencies in Field Crops. Queensland Department of Primary Industries. Brisbane. Australia. 246 p.
- Patterson, D.W. 1990. Introduction to Artificial intelligence and Expert System. Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey, USA. 448 p.