# การวิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวไทย[1]

## Information System of Thai Rice DNA Fingerprint

เสริมพร กิ่งพุทธพงศ์[2] หทัยรัตน์ อุไรรงค์

กลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

### Abstract

Information system of Thai Rice DNA Fingerprint involved computer operation in information collection and display of the large number of information in varied forms to promptly serve the need for information utilization. The information base system was organized with relate operational programs developed by Delphi programs, which consisted of program for primer recording, revising or adding system; program for genetic stocks (GS) and DNA size (allele size) recording, revising or adding system; program for DNA identity or DNA distinction reaching system; program for information display system; program for information importing from MS excel program or from base order searching system; program for Generate Web Page system; program for information collecting on CD ROM system; program for information printing system; and program for information checking and allowing user into the system. The system had a feature of Graphical User Interface, rendering easy operation for the user to use specific traits of rice varieties in digital form to compare identity or distinction among recommended varieties, promising lines, and local varieties with rapid and effective operation. These programs facilitated researchers to rapidly compare DNA fingerprint of newly improved variety to that of existing varieties with less expenses than comparing phenotype of the rice plants. The department of Agriculture has characteristics of Thai rice varieties to witness possession of Thai rice genetic resources.

---

รหัสกิจกรรม 05-01-47-06

รหัสการทดลอง 05-01-47-0601

[1] เป็นโครงการวิจัยที่อยู่ในชุดโครงการวิจัยลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวไทย

[2] กลุ่มระบบเครือข่าย

# บทคัดย่อ

ระบบสารสนเทศลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวไทย เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการปฏิบัติงาน โดยช่วยในการจัดเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และแสดงผลข้อมูลที่มีจำนวนมากในรูปแบบต่างๆ ให้ทันต่อเวลาความต้องการใช้ข้อมูล โดยจัดทำเป็นระบบฐานข้อมูลที่มีโปรแกรมการจัดการที่มีความสัมพันธ์กันที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Delphi ประกอบด้วย โปรแกรมสำหรับระบบการบันทึก แก้ไข หรือเพิ่มเติมข้อมูล primer โปรแกรมสำหรับระบบการบันทึก แก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อมูลพันธุ์ข้าว (GS. NO.) และขนาดของชิ้น DNA (ขนาด Allele) โปรแกรมสำหรับระบบการค้นหาความเหมือน หรือความต่างของขนาดชิ้น DNA โปรแกรมสำหรับระบบการแสดงผลข้อมูล โปรแกรมสำหรับระบบการ Import ข้อมูลจากโปรแกรม MS Excel หรือ เครื่องมือหาลำดับเบส โปรแกรมสำหรับระบบการ Generate Web page โปรแกรมสำหรับระบบการจัดเก็บข้อมูลบน CD ROM โปรแกรมสำหรับระบบการจัดพิมพ์ข้อมูล และโปรแกรมสำหรับระบบตรวจเช็คและให้สิทธิ์เข้าใช้งานระบบ ซึ่งมีลักษณะเป็น Graphical User Interface ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย นำข้อมูลลักษณะเฉพาะตัวของข้าวพันธุ์ต่างๆ ในรูปแบบดิจิตอล (Digital) มาเปรียบเทียบความเหมือน หรือความต่างของข้าวพันธุ์รับรอง ข้าวสายพันธุ์ดี และข้าวพันธุ์พื้นเมือง ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ช่วยให้นักวิชาการที่ทำงานวิจัยสามารถเปรียบเทียบลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของข้าวที่ปรับปรุงพันธุ์ใหม่ ว่า เหมือนกับพันธุ์ที่มีอยู่เดิมหรือไม่อย่างรวดเร็ว และด้วยค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าการนำไปปลูกแล้วเปรียบเทียบดูลักษณะ Phenotype ตลอดจน กรมวิชาการเกษตรมีข้อสนเทศลักษณะประจำพันธุ์ข้าวไทย เพื่อเป็นหลักฐานความเป็นเจ้าของพันธุกรรมนั้นๆ

# คำนำ

จากการประชุมว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (Convention Biological Diversity) ที่จัดโดย FAO ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเข้าถึงแหล่งพันธุกรรม และการนำพันธุกรรมมาใช้ในการพัฒนาพันธุ์พืช ว่า พันธุ์พืชต่างๆ ในโลกเป็นมรดกร่วมกันของมนุษยชาติ แต่ต่างก็ยอมรับว่าประเทศเจ้าของพันธุ์พืชที่ถูกพบนั้น ย่อมมีสิทธิ์ในการออกกฎ ระเบียบ ที่จะอนุญาตให้บุคคลภายนอกเข้าไปใช้พันธุ์ หรือนำพันธุ์พืชนั้นออกมาใช้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช (Sovereign rights) จึงทำให้ประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลายที่เป็นเจ้าของแหล่งพันธุกรรมจำนวนมาก แต่มีความรู้เรื่องเทคโนโลยีน้อยกว่าประเทศที่พัฒนาแล้วพยายามออกกฎเกณฑ์ และเร่งศึกษาหาทางคุ้มครองพันธุ์พืชในความครอบครองของตนเอง เพื่อรักษาผลประโยชน์ของตนไว้ให้มากที่สุด ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ และอยู่ในสภาพดังกล่าว โดยเฉพาะพันธุ์ข้าวของไทย ได้มีการออกพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช และเร่งรัดให้มีการศึกษาวิจัยด้านการจัดทำลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพืชพื้นเมือง และพืชพันธุ์ใหม่ๆ พร้อมทั้งให้มีการจัดเก็บรูปแบบลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ไว้เป็นหลักฐานแสดงความเป็นเจ้าของพันธุ์พืชนั้นๆ ประกอบกับในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ และการเข้ามามีบทบาทของเทคโนโลยีสารสนเทศในการสื่อสารทั่วโลกทำให้สามารถจัดเก็บข้อมูลลายพิมพ์ดี เอ็น เอ ในลักษณะระบบฐานข้อมูล (Database) ซึ่งทำให้มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างมีระบบ สามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ทันต่อความต้องการใช้ข้อมูล และง่ายต่อนักวิจัย นักปรับปรุงพันธุ์ในการสืบค้นข้อมูลหาพันธุ์ที่ต่างกันมากๆ ไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ หรือ เป็นข้อมูลให้นักปรับปรุงพันธุ์ ทราบว่า พันธุ์ไหนที่เลือดชิดกัน ไม่ควรนำไปผสมพันธุ์กันเอง จะทำให้ยีนด้อยมีการแสดงออก (Inbreed) นอกจากนี้ ระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ยังช่วยในการสนับสนุนข้อมูลคัดเลือก primer ที่ใช้ตรวจสอบการตรงตามพันธุ์ของข้าวพันธุ์คัด พันธุ์หลัก และพันธุ์ขยาย ตลอดจนการปลอมปนในข้าวหอมมะลิไทย วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อ (1) รวบรวมข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอของข้าวพันธุ์รับรอง ข้าวสายพันธุ์ดี และข้าวพื้นเมืองที่เก็บรวบรวมไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์ (2) จัดทำระบบสารสนเทศลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวไทย (3) ให้ได้ข้อสนเทศสำหรับการเผยแพร่ผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ต CD ROM และเอกสารวิชาการ

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

1. ข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของข้าวพันธุ์รับรอง ข้าวสายพันธุ์ดี และข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่รวบรวมไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์

2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ

3. โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MS SQL Server 2000 (Personnel Edition)

4. โปรแกรม MS Excel และโปรแกรม Delphi

## วิธีการ

การดำเนินงานมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. รวบรวมและศึกษาข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของข้าวพันธุ์รับรอง ข้าวสายพันธุ์ดี และข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่รวบรวมไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์

2. วิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย

3. กำหนดรหัสต่างๆ

4. พัฒนาต้นแบบระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย

5. ทดสอบต้นแบบระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

6. พัฒนาระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย

7. ทดสอบและป้อนข้อมูลระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย

8. พัฒนาต้นแบบ Web page ระบบข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย

9. ทดสอบต้นแบบ Web page ระบบข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

10. พัฒนา Web page ระบบข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย

11. จัดทำระบบรักษาความปลอดภัย (Security) ของระบบ

12. เผยแพร่ข้อมูลในรูปแบบต่างๆ

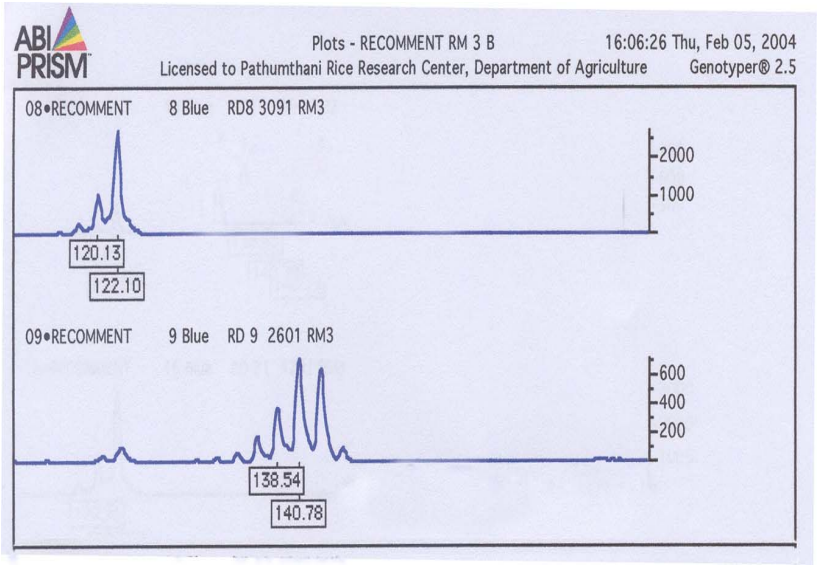
## เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

**ระยะเวลาทำการทดลอง** ปี 2546

**สถานที่ทำการทดลอง** สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มระบบเครือข่าย และคอมพิวเตอร์ กรมวิชาการเกษตร

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. รวบรวมและศึกษาข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของข้าวพันธุ์รับรอง ข้าวสายพันธุ์ดี และข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่รวบรวมไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์ จากการรวบรวมข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของข้าวพันธุ์รับรอง ข้าวสายพันธุ์ดี และข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ได้จากโครงการวิจัยลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของข้าวพันธุ์รับรองและข้าวสายพันธุ์ดี และโครงการวิจัยลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่รวบรวมไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์ รวม 2,467 พันธุ์/ตัวอย่างพันธุ์ข้าว ทั้งข้อมูลในลักษณะของรูปภาพ eletropherogram ดังแสดงในภาพ 1




**ภาพที่ 1** แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวที่แสดงในรูป electropherogram พันธุ์ RD 8 และ RD 9 มีขนาดของ alleles ยาว 120.13 และ 140.78 คู่เบส ตามลำดับ โดยใช้ microsatellite primer RM 3 (locus RM 3)

และข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง primer และพันธุ์ข้าวชนิดต่างๆ ดังแสดงในตาราง 1 ทำให้ทราบว่า ข้าวพันธุ์ต่างๆ จะมีลักษณะเฉพาะของตนเอง ขนาดของ alleles ในแต่ละ locus (primer) เรียก ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA Fingerprint) คล้ายลายพิมพ์นิ้วมือของมนุษย์ถ้าใช้หลายๆ locus (primer) มารวมกันจะทำให้สามารถตรวจแยกความแตกต่างของข้าวพันธุ์ต่างๆ ได้

**ตาราง 1** ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง primer แต่ละตัวต่อพันธุ์ข้าวต่างๆ จะให้ขนาด alleles ต่างๆ กันไป

| PRIMER | NAME | KDML105 | RD15 | PTT1 | RD23 | CNT1 | HSPR | HAWM SURIN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RM001 | Band no.(bp) 1 | 112.13 | 112.12 | 107.24 | 110.17 | 106.31 | 79.05 | 139.06 |
| | Band no.(bp) 2 | 138.95 | 139.06 | 136.97 | 136.97 | 141.11 | 139 | 0 |
| RM003 | Band no.(bp) 1 | 122.73 | 126.05 | 139.83 | 121.43 | 121.72 | 126.85 | |
| RM004 | Band no.(bp) 1 | 153.84 | 154.02 | 142.95 | 156.14 | 156.23 | 153.94 | $145.36^{+8}$ |
| RM011 | Band no.(bp) 1 | 139.06 | 139.11 | 137.11 | 137.11 | 141.21 | 139.11 | 139.27 |
| RM017 | Band no.(bp) 1 | 175.45 | 175.83 | $175.54^{+8}$ | 183.61 | 157.13 | 175.74 | 183.69 |
| RM021 | Band no.(bp) 1 | 122.37 | 122.35 | 132.77 | 139.04 | 126.82 | 126.9 | 159.71 |
| | Band no.(bp) 2 | 0 | 0 | 159.52 | 140.6 | 0 | 0 | 0 |
| RM055 | Band no.(bp) 1 | 238.87 | 236.83 | 228.86 | 234.37 | 228.8 | 228.85 | 229.36 |
| RM105 | Band no.(bp) 1 | 134.33 | 134.24 | 134.33 | 128.86 | 131.82 | 128.82 | 124.92 |
| RM120 | Band no.(bp) 1 | 169.21 | $165.67^{+4}$ | 165.42 | 165.48 | 165.49 | 167.46 | 167.62 |
| RM131 | Band no.(bp) 1 | 207.3 | 207.45 | 207.71 | 207.56 | 198.61 | 207.48 | 207.7 |
| RM149 | Band no.(bp) 1 | 246.79 | 247.34 | 247.12 | 247.39 | 258.24 | 247.34 | 247.49 |
| RM153 | Band no.(bp) 1 | 197.99 | 198.01 | 201 | 196.99 | 200.98 | 200.92 | 200.98 |
| RM157 | Band no.(bp) 1 | 122.25 | 122.23 | 132.66 | | 124.65 | 124.58 | 138.85 |
| RM165 | Band no.(bp) 1 | 184.95 | 184.91 | 185.01 | 185.02 | 184.82 | 184.85 | 185.03 |
| RM168 | Band no.(bp) 1 | 112.59 | 112.64 | 95.78 | 95.8 | 106.26 | 106.32 | 106.43 |
| RM174 | Band no.(bp) 1 | 206.6 | 206.36 | 206.46 | 206.46 | 204.33 | 206.4 | 221.76 |
| RM202 | Band no.(bp) 1 | 182.07 | 182.14 | 186.05 | 182.14 | 185.95 | 161.76 | 185.87 |

2. วิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย จากการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับเบส alleles ของแต่ละ locus จำนวนซ้ำของข้อมูล และความต้องการใช้ข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทยของนักวิชาการ ตลอดจนแหล่งกำเนิด ลักษณะ และปริมาณข้อมูลแล้ว สรุปได้ว่าโครงสร้างระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย ควรประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลต่างๆ ดังนี้

2.1 แฟ้มข้อมูลพันธุ์ข้าว

| **รายละเอียด** | **ชนิดข้อมูล** | **ความกว้าง (Byte)** |
|---|---|---|
| GS. NO. | Character | 5 |
| GS. Name | Character | 100 |
| Status | Character | 32 |

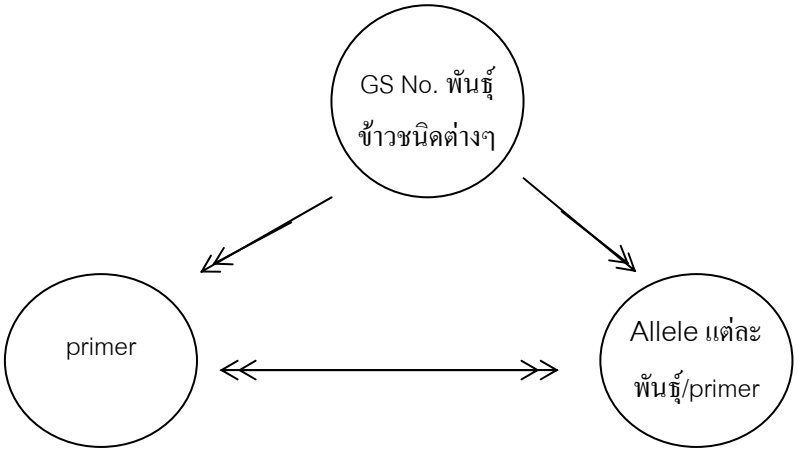
2.2 แฟ้มข้อมูล Allele พันธุ์ข้าว

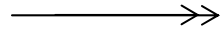
| **รายละเอียด** | **ชนิดข้อมูล** | **ความกว้าง (Bytes)** |
|---|---|---|
| รหัสของข้าวพันธุ์ต่างๆ (GS. NO.) | Character | 5 |
| primer | Character | 5 |
| ลำดับ Allele | Character | 1 |
| ขนาด Allele | numeric | 10 |
| ภาพลายพิมพ์ดีเอ็นเอ | ภาพ | 64,000 |

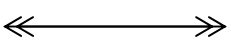
2.3 แฟ้มข้อมูล primer

| **รายละเอียด** | **ชนิดข้อมูล** | **ความกว้าง (Bytes)** |
|---|---|---|
| ID | Character | 1 |
| primer | Character | 5 |

โดยมีความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังนี้




 หมายถึง ความสัมพันธ์ข้อมูลแบบหนึ่งต่อมากกว่าหนึ่ง (One to One)

 หมายถึง ความสัมพันธ์ข้อมูลแบบหนึ่งต่อมากกว่าหนึ่ง (One to many)

3. กำหนดรหัสต่างๆ

3.1 รหัสของข้าวพันธุ์ต่างๆ (GS. NO.) ตามที่ธนาคารเชื้อพันธุ์กำหนด เช่น

| | | |
|---|---|---|
| 01197 | หมายถึง | ข้าวขาวดอกมะลิ 105 |
| 13746 | หมายถึง | ข้าวสุพรรณบุรี 2 |

3.2 รหัสของ primer หรือตำแหน่งของโครโมโซม (locus) ที่ต้องการศึกษา เช่น RM001, RM003 ฯลฯ หมายถึง ดีเอ็นเอสายตั้งต้นที่มีความยาวตั้งแต่ 17–25 เบส ที่ได้รับการออกแบบให้มีลำดับเบสคู่สมกับตำแหน่งที่ต้องการศึกษาบนโครโมโซมของข้าว

3.3 รหัสของ allele และหน่วย ในสิ่งมีชีวิตที่เป็น diploid (2n = มีโครโมโซม 2 ชุด) เช่น คน, ข้าว ตำแหน่งบนโครโมโซมที่ต้องการศึกษา ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง เช่น ตำแหน่งที่ primer RM001 เข้าไปเกาะจะมี alleles 2 alleles คือ allele หนึ่งได้จากพ่ออีก allele ได้จากแม่ (ครึ่งหนึ่งมาจากพ่ออีกครึ่งหนึ่งมาจากแม่) ในที่นี้เพื่อไม่ให้สับสนจึงใช้ชื่อ alleles 1 เป็น Tab No. 1, alleles 2 เป็น Tab No. 2 และหน่วยของ alleles มีค่าเป็น base pair

4. พัฒนาต้นแบบระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล กำหนดข้อมูลนำเข้า ผลลัพธ์ของระบบตลอดจนกำหนดรหัสต่างๆ เรียบร้อยแล้ว นำมาพัฒนาต้นแบบระบบฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MS SQL Server 2000 (Personnel Edition) และพัฒนาหน้าจอสำหรับบันทึกและแสดงผลข้อมูลต่างๆ ด้วยโปรแกรม Delphi สำหรับระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทยประกอบด้วย

4.1 ระบบสำหรับบันทึก แก้ไข หรือเพิ่มเติมข้อมูล primer

4.2 ระบบสำหรับบันทึก แก้ไข หรือเพิ่มเติมข้อมูลพันธุ์ข้าว (GS. NO.) และขนาดของชิ้น DNA (ขนาด Allele)

4.3 ระบบสำหรับการค้นหาความเหมือน หรือความต่างของขนาดชิ้น DNA

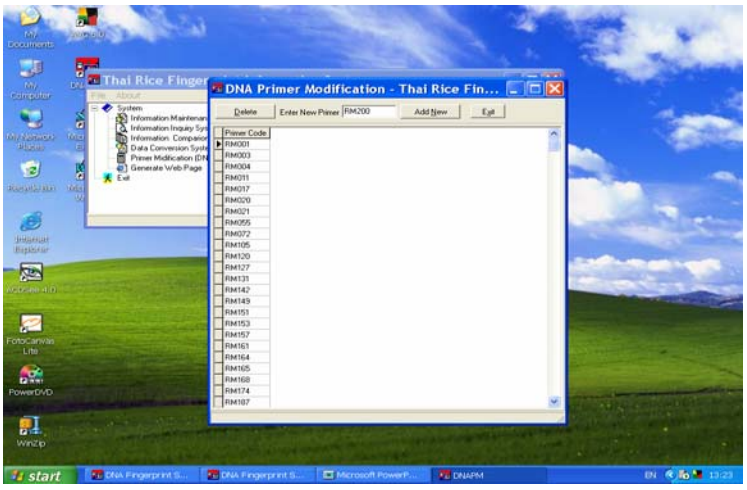
4.4 ระบบสำหรับการแสดงผลข้อมูล

4.5 ระบบสำหรับการ Import ข้อมูลจากโปรแกรม MS Excel หรือ เครื่องมือหาลำดับเบส

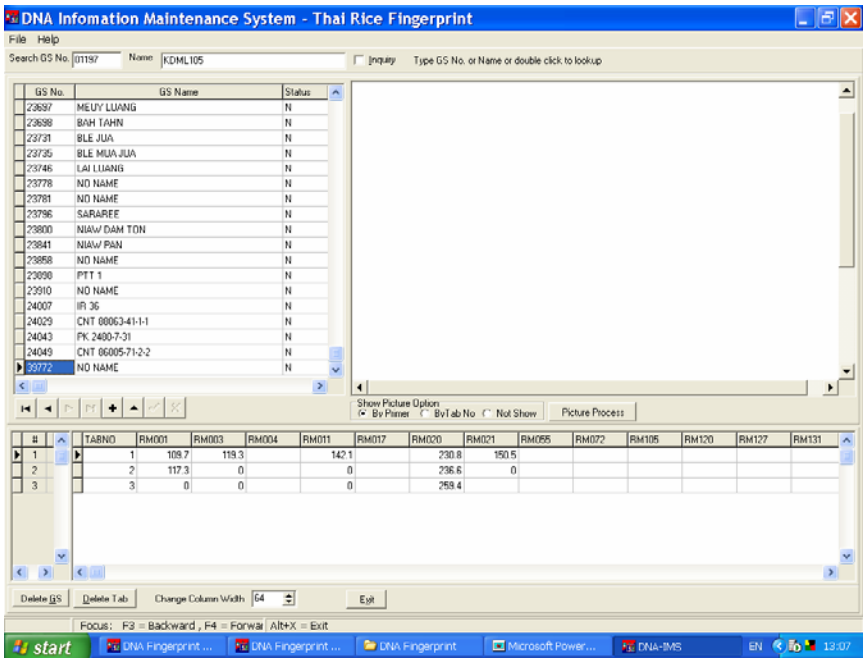
5. ทดสอบต้นแบบระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อหาข้อบกพร่อง (Bug) ในการทำงานของโปรแกรมจัดทำระบบต่างๆ เช่น การจัดเก็บข้อมูลผิดตำแหน่ง การนำข้อมูลมาแสดงผิดจากข้อมูลที่จัดเก็บ การนำภาพมาแสดงไม่ตรงกับข้อมูล รูปแบบไม่ตรงกับความต้องการใช้งานของนักวิชาการ ทำการแก้ไขโปรแกรมต่างๆ ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

6. พัฒนาระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย ได้ดำเนินการจัดทำระบบฐานข้อมูลตามระบบต้นแบบที่ได้กำหนดไว้ใน ข้อ 4 เพื่อนำไปใช้งานจริง ดังนี้

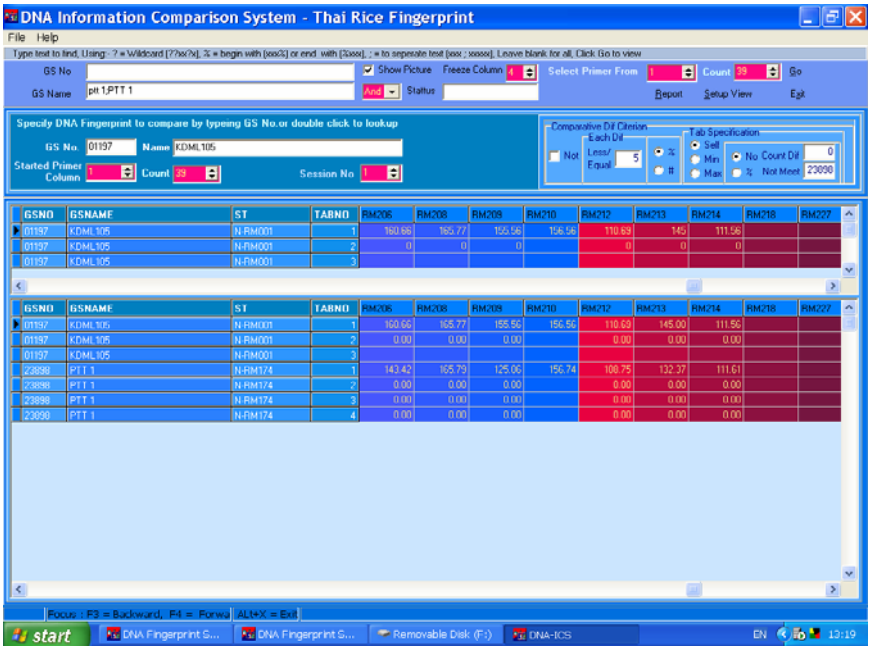
6.1 ระบบสำหรับบันทึก แก้ไข หรือเพิ่มเติมข้อมูล primer



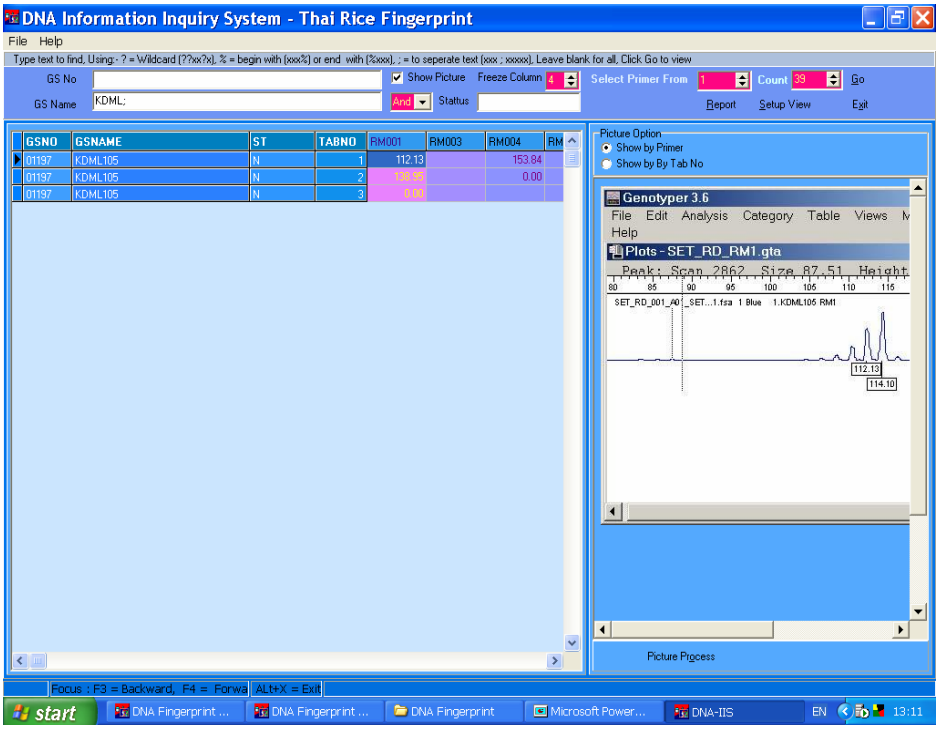
6.2 ระบบสำหรับบันทึก แก้ไข หรือเพิ่มเติมข้อมูลพันธุ์ข้าว (GS. NO.) และขนาดของชิ้น DNA (ขนาด Allele)

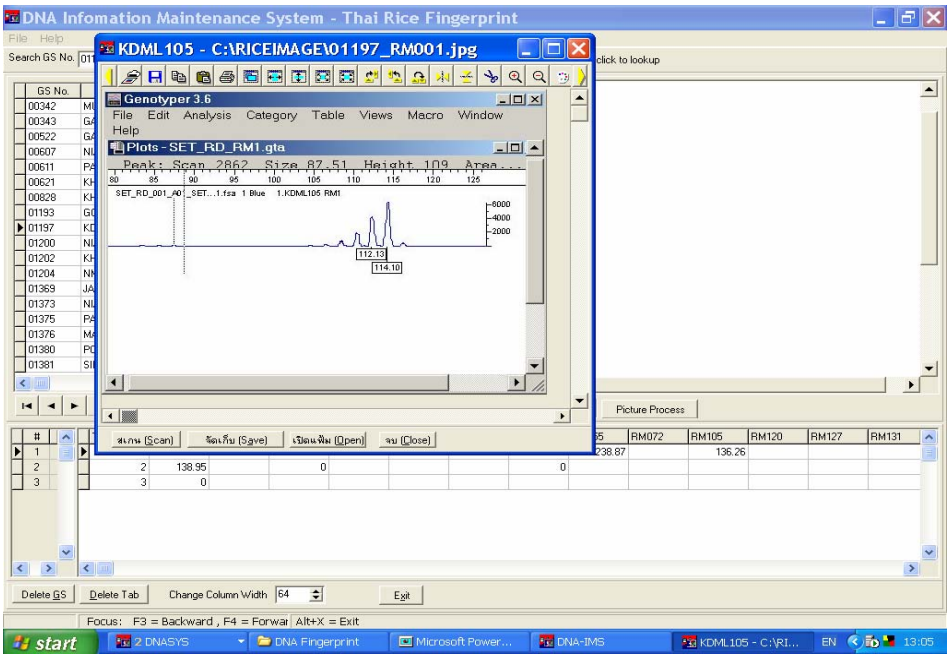



6.3 ระบบสำหรับการค้นหาความเหมือน หรือความต่างของขนาดชิ้น DNA

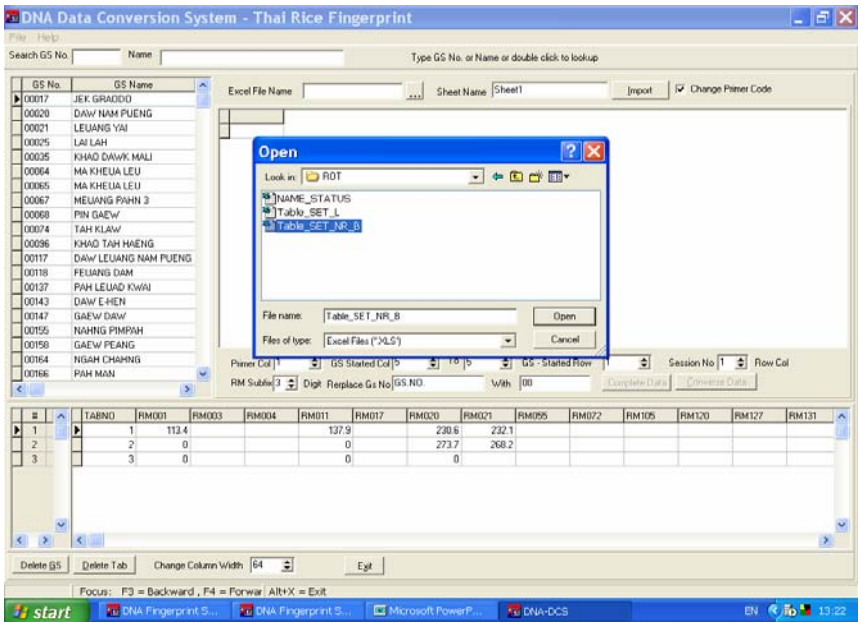


## 6.4 ระบบสำหรับการแสดงผลข้อมูล



6.5 ระบบสำหรับการ Import ข้อมูลจากโปรแกรม MS Excel หรือ เครื่องมือหาลำดับเบส




7. ทดสอบและป้อนข้อมูลระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย ทำการทดสอบระบบฐานข้อมูล และป้อนข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ข้าวพันธุ์ต่างๆ เข้าสู่ระบบ รวมทั้งหมด 69,076 Records (จำนวนพันธุ์ × primer)

8. พัฒนาต้นแบบ Web page ระบบข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย เมื่อได้ระบบฐานข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลได้ด้วยภาพ eletropherogram หรือ ขนาดของ Allele หรือ GS. NO. หรือ ชื่อพันธุ์ข้าวทางจอภาพคอมพิวเตอร์ และการพิมพ์เป็นรูปเล่มของเอกสารแล้ว ในปัจจุบันการเผยแพร่ข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตเป็นอีกวิธีหนึ่งที่เป็นที่นิยมกันมาก และสามารถเผยแพร่ข้อมูลได้ทั่วโลก คณะผู้จัดทำจึงได้พัฒนาระบบต้นแบบการนำข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทยจากระบบฐานข้อมูลมาแสดงบน Web โดยตรง ไม่ต้องจัดทำข้อมูลสำหรับเผยแพร่ข้อมูล Web อีกครั้ง รวมทั้งการจัดเก็บข้อมูลบน CD ROM เพื่อเผยแพร่อีกทางหนึ่ง ประกอบด้วย

8.1 ระบบการ Generate Web page

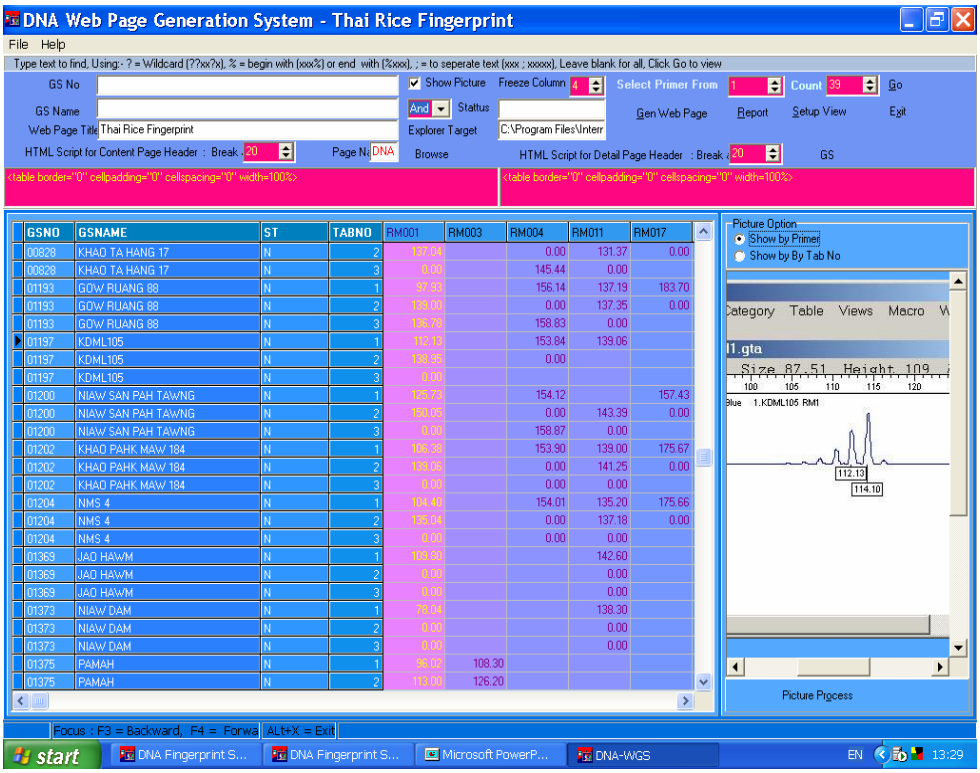
8.2 ระบบการจัดเก็บข้อมูลบน CD ROM

8.3 ระบบการจัดพิมพ์ข้อมูล

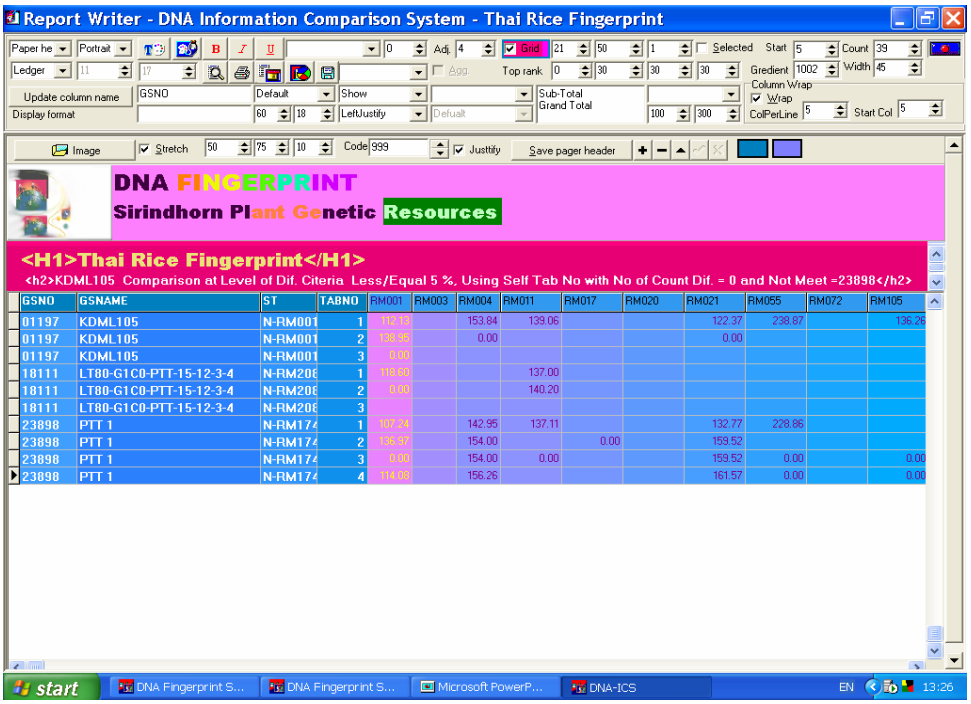
9. ทดสอบต้นแบบ Web page ระบบข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ นำระบบต้นแบบที่พัฒนาในข้อ 8 มาทดสอบการใช้งานระบบ เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆ ในการนำข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลมาแปลงเป็นข้อมูลในรูปแบบของ HTML เพื่อแสดงบน Web page สำหรับเผยแพร่ข้อมูลทางระบบอินเตอร์เน็ต การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับจัดพิมพ์เป็นเอกสาร หรือการจัดเก็บข้อมูลบน CD ROM แล้วแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ

10. พัฒนา Web page ระบบข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย ได้ดำเนินการจัดทำระบบ Web page ตามระบบต้นแบบที่ได้กำหนดไว้ใน ข้อ 8 เพื่อนำไปใช้งานจริง ดังนี้

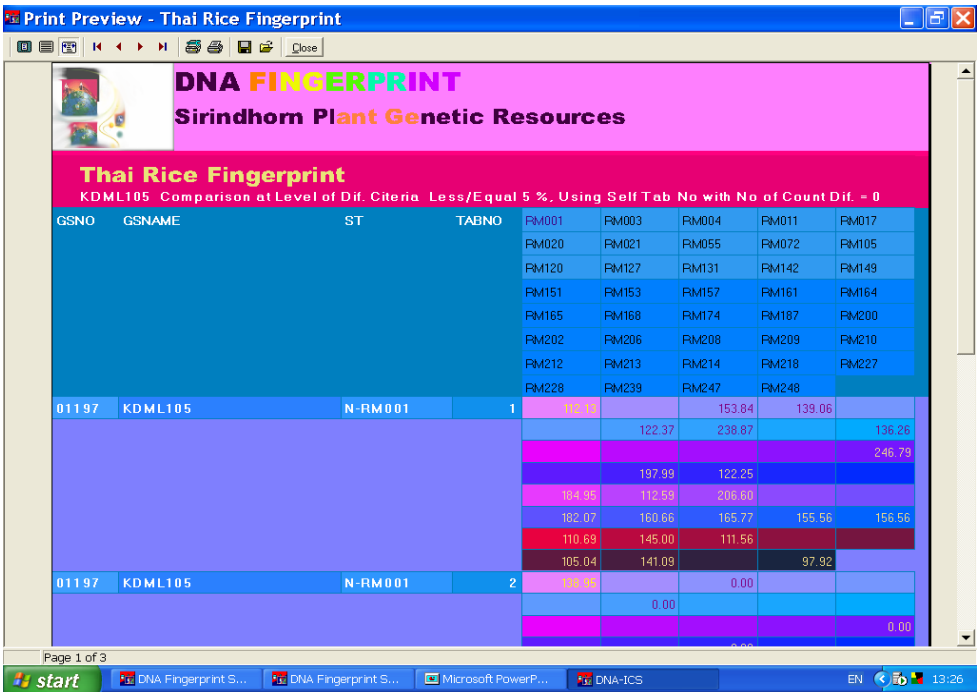
10.1 ระบบการ Generate Web page



## 10.2 ระบบการจัดเก็บข้อมูลบน CD ROM



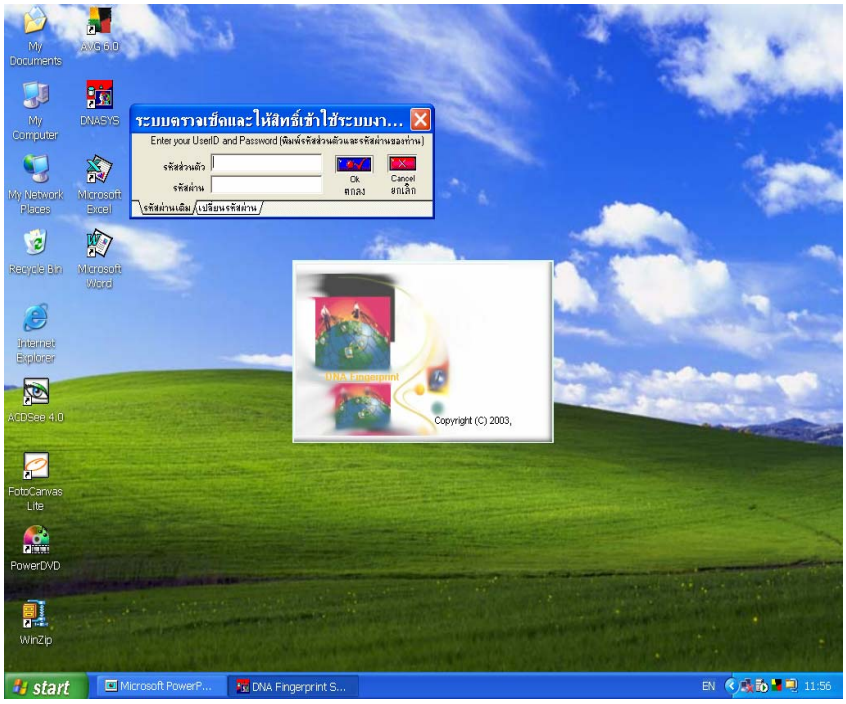

## 10.3 ระบบการจัดพิมพ์ข้อมูล



11. จัดทำระบบรักษาความปลอดภัย (Security) ของระบบ โดยการกำหนดรหัสผ่าน (password) สำหรับผู้ใช้งานต่างๆ ของระบบ โดยแบ่งเป็น

11.1 ผู้ดูแลระบบ (Administrator) กำหนดให้สามารถบันทึกข้อมูล (Insert) แก้ไข/เปลี่ยนแปลงข้อมูล (Update) ลบข้อมูล (Delete) แก้ไขเปลี่ยนแปลงโปรแกรมต่างๆ ให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง หรือสร้างโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่อประมวลผลข้อมูลในรูปแบบใหม่ๆ ที่ผู้ใช้ต้องการ รวมทั้งปรับปรุง/เพิ่มเติม ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน

11.2 ผู้ใช้งานระบบ (เจ้าของข้อมูล) กำหนดให้สามารถบันทึกข้อมูล (Insert) แก้ไข/เปลี่ยนแปลงข้อมูล (Update) ลบข้อมูล (Delete) GS. NO. Allele และข้อมูลอื่นๆ ที่ได้จากการทำงานวิจัยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ หรือ การทดลองต่างๆ ซึ่งสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านของตนเองได้โดยผ่านระบบตรวจเช็คและให้สิทธิ์เข้าใช้งานระบบ




12. ROM เผยแพร่ข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เมื่อนำเข้าข้อมูลลายพิมพ์ ดี เอ็น เอของข้าวพันธุ์ต่างๆ และตรวจสอบระบบทั้งหมดสมบูรณ์แล้ว สามารถเผยแพร่ข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต และจัดเก็บข้อมูลบน CD เพื่อเผยแพร่ให้กับหน่วยงานต่างๆ ของกรมวิชาการเกษตร และหน่วยงานต่างๆ ที่สนใจ

## สรุปผลการทดลอง

1. ได้ระบบสารสนเทศลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของพันธุ์ข้าวไทย ที่จัดเก็บข้อมูลลักษณะเฉพาะตัวของข้าวพันธุ์ต่างๆ ในรูปแบบดิจิตอล (Digital) ทำให้สามารถสืบค้น เปรียบเทียบความเหมือน หรือความต่าง ของข้าวพันธุ์รับรอง ข้าวสายพันธุ์ดี และข้าวพันธุ์พื้นเมือง ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

2. ได้ข้อสนเทศลักษณะประจำพันธุ์ข้าวไทย เพื่อเป็นหลักฐานแสดงความเป็นเจ้าของพันธุกรรมนั้นๆ

3. ช่วยให้นักวิชาการที่ทำงานวิจัยสามารถเปรียบเทียบลายพิมพ์ ดี เอ็น เอ ของข้าวที่ปรับปรุงพันธุ์ใหม่ ว่า เหมือนกับพันธุ์ที่มีอยู่เดิมหรือไม่อย่างรวดเร็ว และด้วยค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าการนำไปปลูกแล้วเปรียบเทียบดูลักษณะ Phenotype

4. ระบบสารสนเทศลายพิมพ์ดีเอ็นเอของข้าวไทย รายชื่อพันธุ์ข้าวใช้เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด ควรมีการทำโปรแกรมย่อยเพื่อแปลงชื่อเป็นภาษาไทยด้วย หรือทำ Version ภาษาไทยในโอกาสต่อไป

## เอกสารอ้างอิง


ลักษณา พฤกษากร. 2536. การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ. สหพัฒนการพิมพ์. กรุงเทพ, 130 หน้า.

บัณฑิต จามรภูติ. 2541. การใช้งานฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ Microsoft SQL Server. ว. เพ็ชรกุล กรุงเทพ, 384 หน้า.

สมพร จิวรสกุล และ สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. 2545. คู่มือการติดตั้งและใช้งาน Microsoft SQL Server 2000 ฉบับสมบูรณ์. อินโฟเพรส. นนทบุรี, 1,020 หน้า.

ธาริน สิทธิธรรมชารี. 2537. Microsoft SQL Server 2000 ฉบับสมบูรณ์. ซัคเซส มีเดีย กรุงเทพ, 509 หน้า.

ญาณี กาชัย สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร และ มณีโชติ สมานไทย. 2537. จัดการระบบฐานข้อมูลอย่างมืออาชีพ Oracle DBA. อินโฟเพรส, 607 หน้า.

Sem James A. 1989. Analysis and Design of Information System. 2nol edition. McGraw-Hill. Singapore, 853p.