

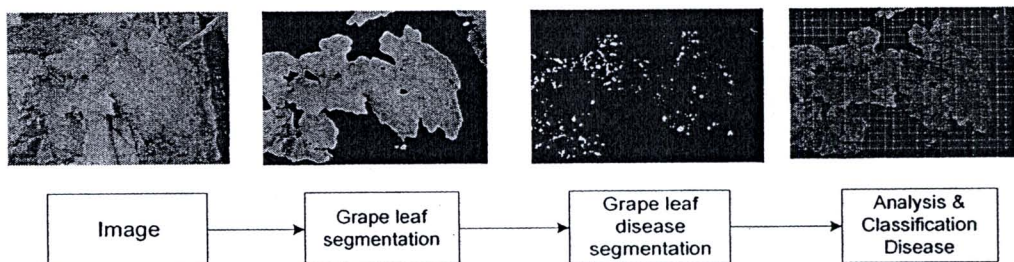
บทที่ 6

วิเคราะห์ผลการทดลองและอภิปรายสมรรถนะของระบบ

6.1 กล่าวนำ

ในบทนี้ได้นำเสนอการทดสอบการวินิจฉัยโรคใบองุ่นด้วยวิธีการดังที่กล่าวไปแล้ว ได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการวินิจฉัยโรคใบองุ่นซึ่งได้แก่ การทดสอบอรรถิพลและความสำคัญของจำนวนช่องสัญญาณตัวกรองกาบอร์ การทดสอบอรรถิพลการแปลงไม่เป็นเชิงเส้นของเนื้อองค์ประกอบ การวิเคราะห์การจำแนกประเภทของโรคพืชจากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM ด้วย GA การทดสอบปรัภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง การทดสอบปรัภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่น การทดสอบปรัภูมิสีสำหรับการจำแนกประเภทของโรค อีกทั้งได้ทดสอบความสามารถในการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังและทดสอบความสามารถในการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นด้วย BPNN และ SVMs นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบการวินิจฉัยโรคของระบบในสภาวะต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.2 โครงสร้างระบบการวินิจฉัยโรค



รูปที่ 6.1 โครงสร้างระบบการวินิจฉัยโรคใบองุ่น

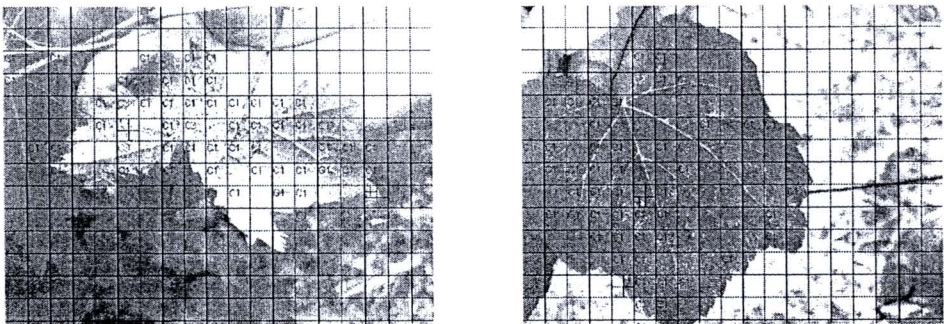
ระบบการวินิจฉัยโรคใบองุ่นสามารถสรุปการทำงานหลักของระบบโดยแบ่งการทำงานหลักของระบบออกเป็น 3 กระบวนการ คือ กระบวนการที่หนึ่ง เป็นกระบวนการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง กระบวนการที่สอง เป็นกระบวนการคัดแยกสีโรคของใบองุ่นและกระบวนการสุดท้าย เป็นกระบวนการจำแนกประเภทของโรค ดังแสดงในรูปที่ 6.1

6.3 ผลการทดสอบการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM

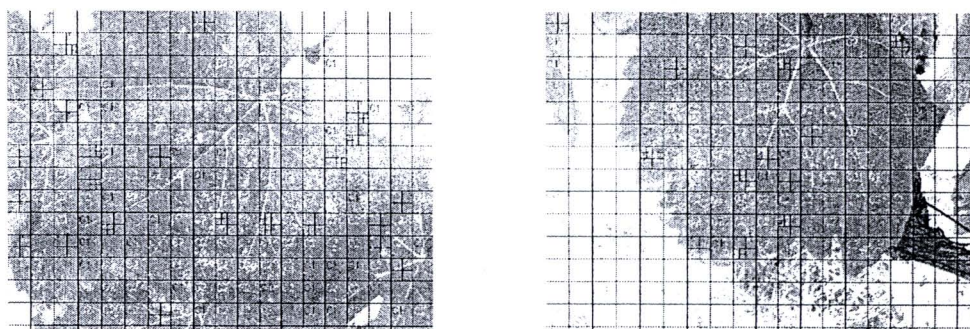
สำหรับการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM ในการแบ่งกลุ่มสีแบบอัตโนมัติให้เหมาะสมในแต่ละภาพสำหรับการคัดแยกสีโรคด้วยอัลกอริทึมการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดร่วมกับ GA เพื่อพิจารณาความสามารถในการวินิจฉัยโรคใบอ่อนของระบบที่ได้จากกระบวนการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM โดยพิจารณาทำการทดสอบภาพขนาด 426 x 568 จุดภาพตามโครงสร้างการทำงานของระบบดังแสดงในรูปที่ 6.1 ภาพที่ใช้ทดสอบเป็นภาพของโรคสแคป 120 ภาพ โรคราสนิม 115 ภาพและไม่เป็นโรค 154 ภาพที่ไม่ผ่านการฝึกสอนกับ SVMs ส่วนการฝึกสอน SVMs ใช้จำนวนตัวอย่างจุดโรคสแคปทั้งหมด 497 จุดโรคจากภาพโรคสแคปทั้งหมด 22 ภาพ จำนวนตัวอย่างจุดโรคราสนิมทั้งหมด 489 จุดโรคจากภาพโรคราสนิมทั้งหมด 21 ภาพและจำนวนตัวอย่างจุดที่ไม่เป็นโรคทั้งหมด 492 จุดที่ไม่เป็นโรคจากภาพที่ไม่เป็นโรคทั้งหมด 22 ภาพดังแสดงในรูปที่ 6.2–6.4 โดยที่สัญลักษณ์ภายในภาพ C1 คือ โรคสแคป C2 คือ โรคราสนิมและ C3 คือ ไม่เป็นโรคและได้ทำการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบการจำแนกประเภทของโรคใบอ่อนด้วยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM ร่วมกับ GA ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 เปอร์เซนต์ความถูกต้องในการวินิจฉัยโรคใบอ่อนของระบบด้วยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM ร่วมกับ GA

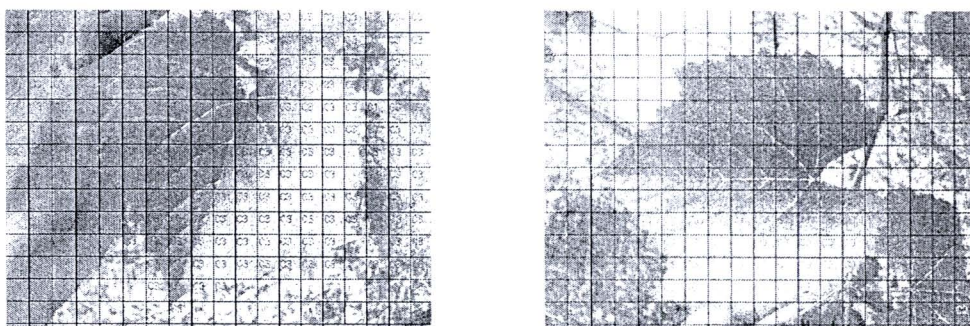
สแคป	ราสนิม	ไม่เป็นโรค	ความถูกต้องเฉลี่ย	การตรวจจับ
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
93.38	85.33	95.89	91.53	99.33



รูปที่ 6.2 ตัวอย่างการวินิจฉัยภาพใบอ่อนที่เป็นโรคสแคปด้วยการหาค่าเหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM ร่วมกับ GA



รูปที่ 6.3 ตัวอย่างการวินิจฉัยภาพใบองุ่นที่เป็นโรคราสนิมด้วยการหาค่าเหมาะที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM ร่วมกับ GA

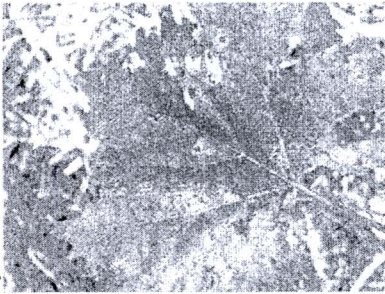


รูปที่ 6.2 ตัวอย่างผลการวินิจฉัยภาพใบองุ่นที่ไม่เป็นโรคด้วยการหาค่าเหมาะที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM ร่วมกับ GA

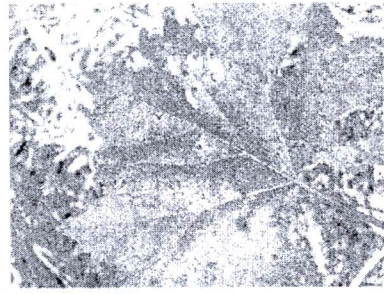
6.4 ผลการทดสอบความสามารถในการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง

ในหัวข้อนี้จะทำการพิจารณาความสามารถในการคัดแยกสีของใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังด้วย BPNN ด้วยหลักการดำเนินงานที่ได้กล่าวรายละเอียดในบทที่ 3 และได้ทดสอบระบบจากภาพที่มีขนาด 426×568 จุดภาพจำนวน 231 ภาพและทำการฝึกสอนระบบด้วยข้อมูลภาพที่เป็นสีใบองุ่นและไม่ใช่สีใบองุ่นจากกลุ่มสีที่ได้จากกระบวนการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM มาทำการฝึกสอนด้วยจำนวนตัวอย่างสีใบองุ่นทั้งหมด 200 ตัวอย่าง จากภาพทั้งหมด 41 ภาพและตัวอย่างภาพที่ไม่ใช่สีใบองุ่นจำนวน 210 ตัวอย่าง โดยพิจารณาผลการทดสอบความสามารถในการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังแบ่งตามลักษณะของความซับซ้อนของลักษณะพื้นหลังของภาพ คือ ลักษณะพื้นหลังที่มีความซับซ้อนน้อย ลักษณะพื้นหลังที่มีความซับซ้อนปานกลางและลักษณะพื้นหลังที่มีความ

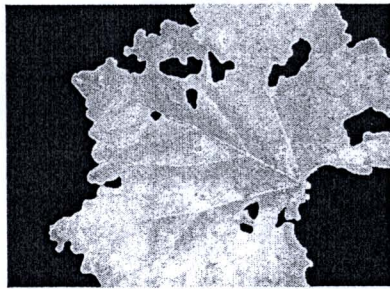
จับซ้อนมาก นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบระบบเมื่อมีสถานะแสงสว่างแตกต่างกัน ได้แก่ สถานะแสงสว่างมาก สถานะแสงสว่างปานกลางและสถานะมืดครึ้ม ได้ผลดังนี้



(ก) ภาพต้นแบบ

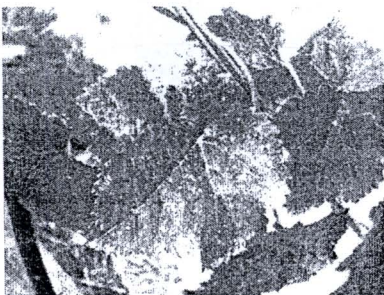


(ข) ภาพการปรับสีและแสงของภาพต้นแบบ

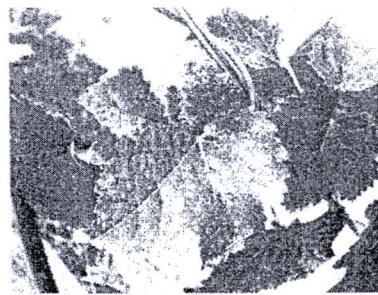


(ค) ภาพการคัดแยกสีใบองุ่นด้วย BPNN

รูปที่ 6.3 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่จับซ้อนน้อย

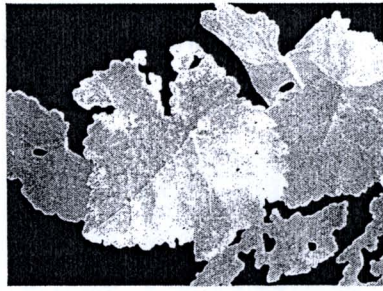


(ก) ภาพต้นแบบ



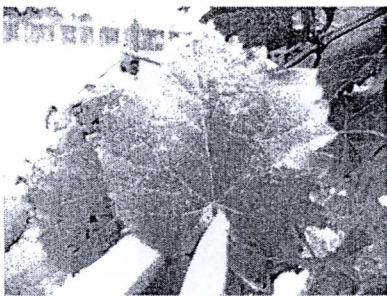
(ข) ภาพการปรับสีและแสงของภาพต้นแบบ

รูปที่ 6.4 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่จับซ้อนปานกลาง



(ค) ภาพการคัดแยกสีใบองุ่นด้วย BPNN

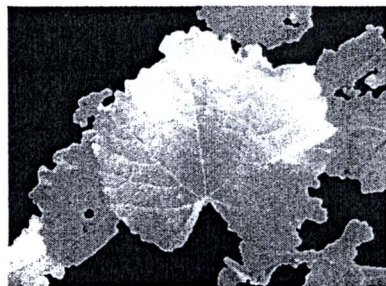
รูปที่ 6.4 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนปานกลาง (ต่อ)



(ก) ภาพต้นแบบ

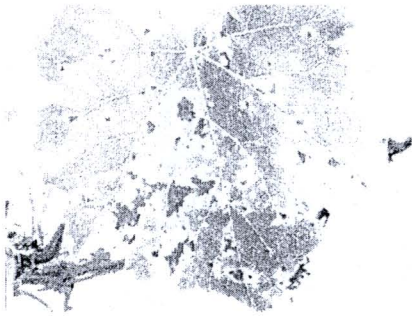


(ข) ภาพการปรับสีและแสงของภาพต้นแบบ



(ค) ภาพการคัดแยกสีใบองุ่นด้วย BPNN

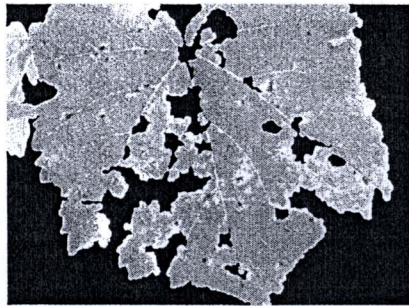
รูปที่ 6.5 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนมาก



(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพการปรับสีและแสงของภาพต้นแบบ



(ค) ภาพการตัดแยกสีใบอ่อนด้วย BPNN

รูปที่ 6.6 ตัวอย่างการตัดแยกสีใบอ่อนออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะแสงสว่างมาก



(ก) ภาพต้นแบบ



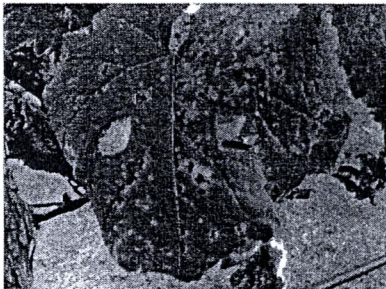
(ข) ภาพการปรับสีและแสงของภาพต้นแบบ

รูปที่ 6.7 ตัวอย่างการตัดแยกสีใบอ่อนออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะแสงสว่างปานกลาง



(ค) ภาพการคัดแยกสีใบองุ่นด้วย BPNN

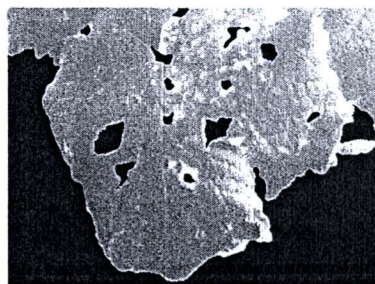
รูปที่ 6.7 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่
สถานะแสงสว่างปานกลาง (ต่อ)



(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพการปรับสีและแสงของภาพต้นแบบ

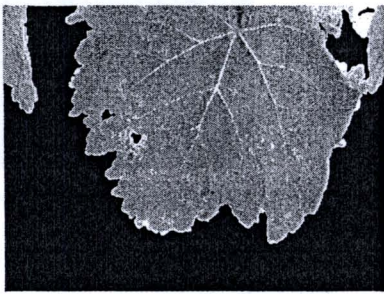


(ค) ภาพการคัดแยกสีใบองุ่นด้วย BPNN

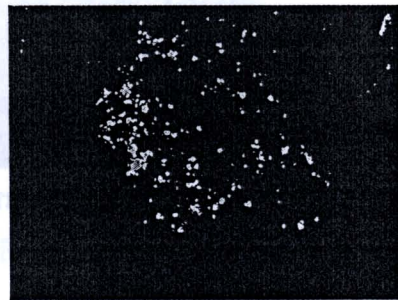
รูปที่ 6.8 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่สถานะมืดครึ้ม

6.5 ผลการทดสอบความสามารถในการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่น

ในหัวข้อนี้จะทำการพิจารณาความสามารถในการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นด้วย SVMs ด้วยหลักการการทำงานที่ได้กล่าวรายละเอียดในบทที่ 4 และได้ทำการทดสอบระบบด้วยภาพขนาด 426 x 568 จุดภาพจำนวน 700 ภาพและทำการฝึกสอนระบบด้วยข้อมูลภาพที่เป็นสีโรคและไม่ใช้สีโรคที่ได้จากกระบวนการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM มาทำการฝึกสอนระบบด้วยจำนวนตัวอย่างสีโรคที่ใช้ฝึกสอนมีทั้งหมด 45 ตัวอย่าง จากภาพทั้งหมด 14 ภาพและตัวอย่างภาพที่ไม่ใช่สีโรคจำนวน 48 ตัวอย่าง โดยพิจารณาผลทดสอบความสามารถในการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นแบ่งตามลักษณะความซับซ้อนของลักษณะใบองุ่นของภาพ คือ ลักษณะใบองุ่นที่มีความซับซ้อนน้อย ลักษณะใบองุ่นที่มีความซับซ้อนปานกลางและลักษณะใบองุ่นที่มีความซับซ้อนมาก นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบระบบเมื่อมีสภาวะแสงสว่างแตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะแสงสว่างมาก สภาวะแสงสว่างปานกลางและสภาวะมืดครึ้ม เพื่อดูผลการทดสอบระบบการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นตามลักษณะความซับซ้อนของภาพ ได้ผลดังต่อไปนี้



(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพการคัดแยกสีโรคด้วย SVMs

รูปที่ 6.9 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นที่มีความซับซ้อนน้อย



(ก) ภาพต้นแบบ

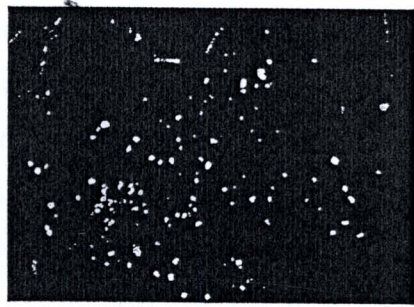


(ข) ภาพการคัดแยกสีโรคด้วย SVMs

Error! Reference source not found. ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่มีความซับซ้อนปานกลาง



(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพการคัดแยกสีโรคด้วย SVMs

รูปที่ 6.10 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่มีความซับซ้อนมาก



(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพการคัดแยกสีโรคด้วย SVMs

รูปที่ 6.16 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่สภาวะแสงสว่างมาก

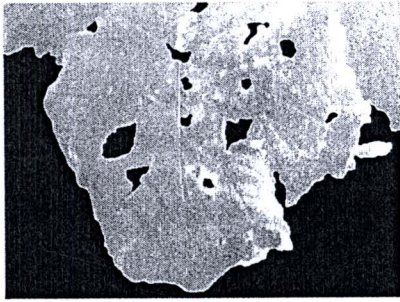


(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพการคัดแยกสีโรคด้วย SVMs

Error! Reference source not found. ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่สภาวะแสงสว่างปานกลาง



(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพการคัดแยกสีโรคด้วย SVMs

รูปที่ 6.11 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่สภาวะมีดครีมี

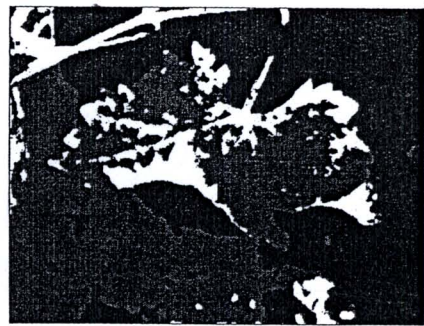
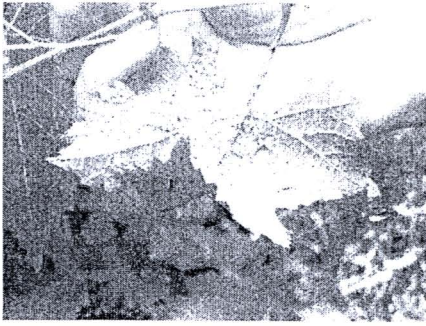
6.6 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีใบอ่อนออกจากภาพพื้นหลัง

เป็นการพิจารณาปัจจัยของการเลือกปริภูมิสีสำหรับแบ่งแยกความแตกต่างระหว่างสีใบอ่อนและภาพพื้นหลัง ซึ่งในที่นี้ได้พิจารณาเปรียบเทียบความสามารถในการแยกความแตกต่างระหว่างสีใบอ่อนและภาพพื้นหลังด้วยปริภูมิสี RGB HSV XYZ CIE*L*a*b CIE*L*u*v และ YCbCr ซึ่งในที่นี้จะไม่ทำการพิจารณาช่องปริภูมิสีที่เกี่ยวข้องกับระดับความสว่างของภาพเพื่อลดผลกระทบของสถานะการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างดังรายละเอียดหลักการทำงานที่ได้กล่าวรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 โดยพิจารณากำหนดจำนวนกลุ่มสีของภาพที่ต้องการทดสอบให้กับ SOFM จำนวน 3 กลุ่มสีที่ค่าเดียวกันทั้งหมดและทำการทดสอบการแบ่งกลุ่มสีใบอ่อนออกจากภาพพื้นหลังด้วยภาพขนาด 426 x 568 จุดภาพ ดังแสดงในรูปที่ 6.19 โดยที่แต่ละสีภายในภาพเป็นตัวแทนของกลุ่มสีนั้น ๆ

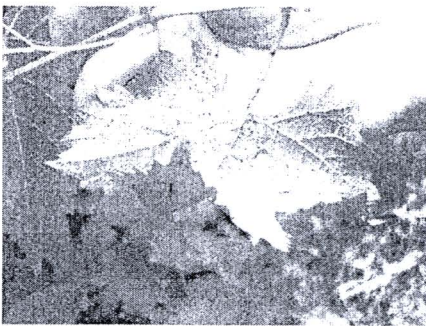


(ก) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี H S

รูปที่ 6.12 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีใบอ่อนออกจากภาพพื้นหลัง



(ข) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี $a^* b^*$

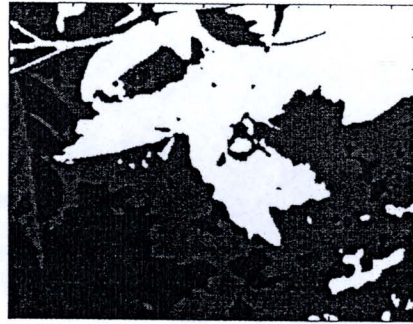
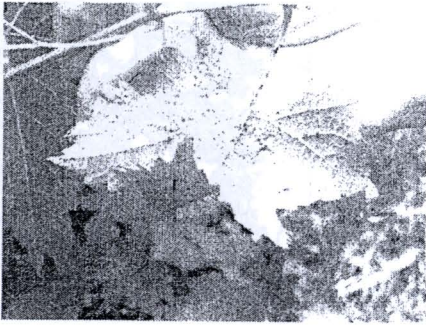


(ค) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี $H a^*$



(ง) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี $H b^*$

รูปที่ 6.12 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง (ต่อ)



(จ) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี X Y

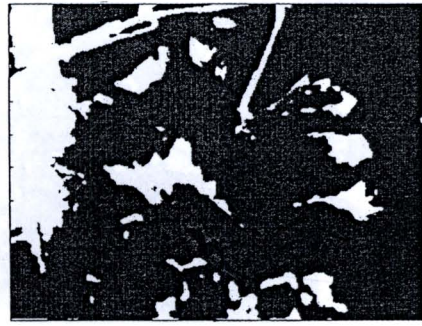
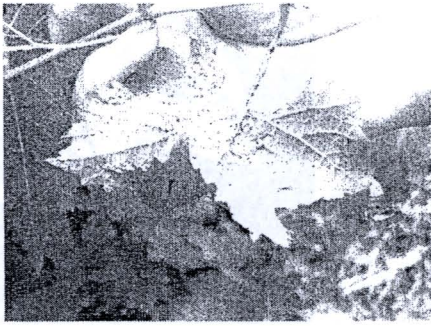


(ฉ) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี X Z

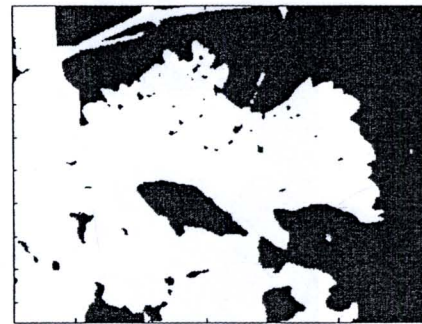
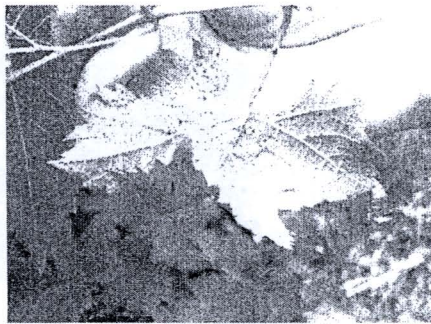


(ช) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี Y Z

รูปที่ 6.12 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง (ต่อ)



(ข) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี $u^* v^*$

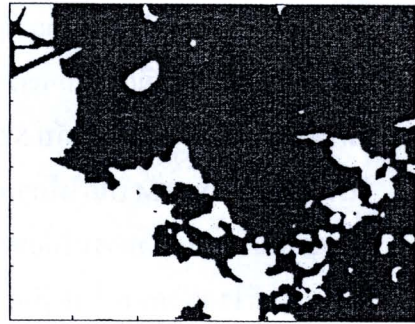


(ค) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี Cb Cr



(ด) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี R G

รูปที่ 6.12 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง (ต่อ)



(ก) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM จากการเลือกช่องปริภูมิสี G B

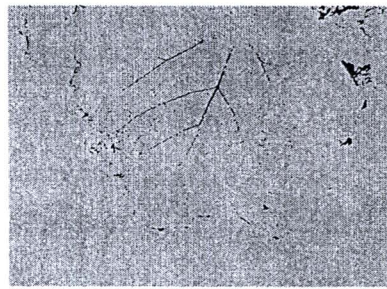
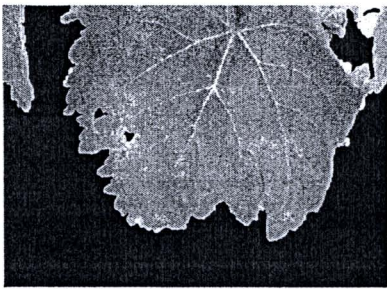
รูปที่ 6.12 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง (ต่อ)

สำหรับการพิจารณาการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากพื้นหลังจากข้อมูลการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM ในการแบ่งแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่เป็นสีใบองุ่นและไม่ใช่อสีใบองุ่นเพื่อเป็นข้อมูลให้กับ BPNN เป็นตัวตัดสินใจในการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความสามารถในการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญกับระบบอย่างมาก คือ ความสามารถในการแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูลสีใบองุ่นและไม่ใช่อสีใบองุ่นของ SOFM จากการพิจารณาช่องปริภูมิสีต่าง ๆ เนื่องจากการคัดแยกสีใบองุ่นในสภาวะแวดล้อมจริงนั้นจะมีอิทธิพลของแสงสว่าง เช่น สภาวะแสงสว่างมาก ปานกลางและมีค้อมริ้ม เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะความซับซ้อนของข้อมูลภาพพื้นหลัง เช่น ฟาง เสา มนุษย์ หญ้า ก้อนหิน เป็นต้น ยังส่งผลกระทบต่อความสามารถในการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังได้อีกด้วย ดังนั้นการพิจารณาปริภูมิสีจึงมีความสำคัญอย่างมากสำหรับกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อช่วยแยกความแตกต่างระหว่างสีใบองุ่นและภาพพื้นหลังให้มากที่สุด ซึ่งจากการพิจารณาการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM ด้วยการเลือกช่องปริภูมิสีต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 6.19 พบว่าช่องปริภูมิสี Hb^* สามารถให้ความแตกต่างระหว่าง กลุ่มสีใบองุ่นและไม่ใช่อกลุ่มสีใบองุ่นได้อย่างชัดเจนและครบถ้วนสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาคือ ช่องปริภูมิสี Cb Cr ดังนั้นจะเห็นว่าผลของการเลือกช่องปริภูมิสีส่งผลต่อการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังเป็นอย่างมาก ซึ่งการเลือกช่องปริภูมิสีที่ไม่เหมาะสมจะเป็นให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงได้

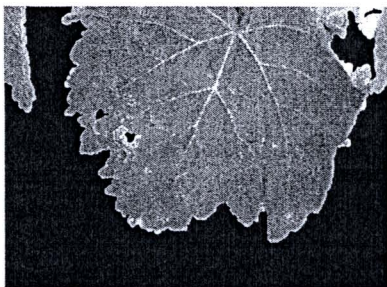
6.7 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่น

เป็นการพิจารณาปัจจัยของการเลือกปริภูมิสีสำหรับแบ่งแยกความแตกต่างระหว่างสีโรคและใบองุ่น ซึ่งในที่นี้ได้พิจารณาเปรียบเทียบความสามารถในการแยกความแตกต่างระหว่างสีโรคและใบองุ่นด้วยปริภูมิสี RGB HSV XYZ CIE L^*a^*b CIE L^*u^*v และ YCbCr สำหรับในที่นี้จะไม่นำ

การพิจารณาช่องปริภูมิสีที่เกี่ยวข้องกับระดับความสว่างของภาพเพื่อลดข้อจำกัดทางด้านแสงสว่างของภาพดังรายละเอียดหลักการทำงานที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 โดยพิจารณาเลือกช่องปริภูมิสีของภาพที่ต้องการทดสอบให้กับ MSOFM ร่วมกับ GA ในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของ MSOFM เพื่อให้สามารถแบ่งกลุ่มสีแยกความแตกต่างระหว่างสีโรคและสีใบอ่อนตามความเหมาะสมของการเปลี่ยนแปลงช่องปริภูมิสีของภาพที่ใช้ทดสอบ โดยทำการทดสอบการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบอ่อนด้วยภาพขนาด 426_x 568 จุดภาพ ดังแสดงในรูปที่ 6.20 โดยที่แต่ละสีภายในภาพเป็นตัวแทนของกลุ่มสีนั้น ๆ

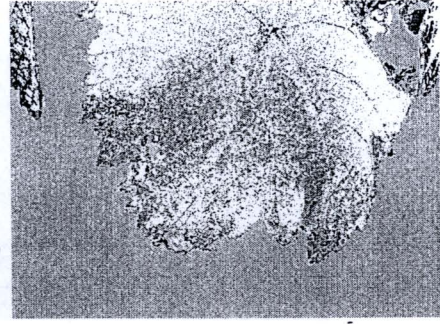
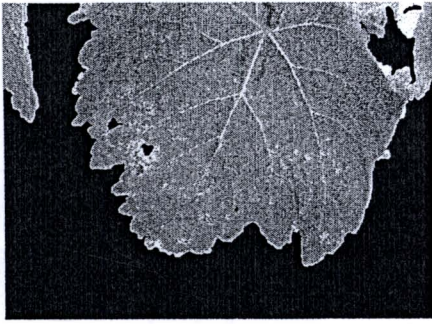


(ก) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 7 กลุ่มสี ด้วยช่องปริภูมิสี $H a^* b^*$

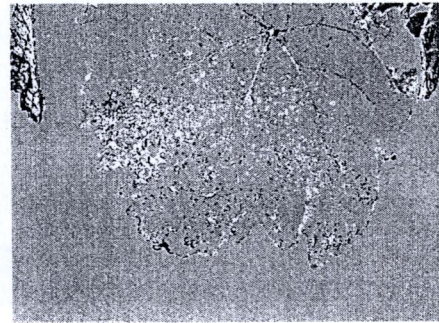
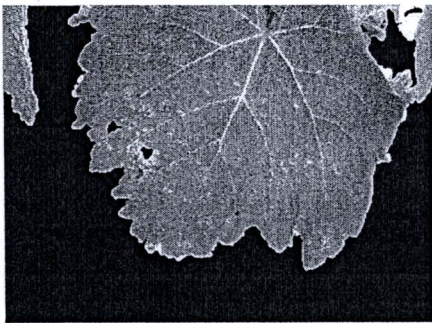


(ข) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 2 กลุ่มสี ด้วยช่องปริภูมิสี $R G B$

รูปที่ 6.13 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบอ่อน



(ค) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 21 กลุ่มสี ด้วยช่องสี H a* S

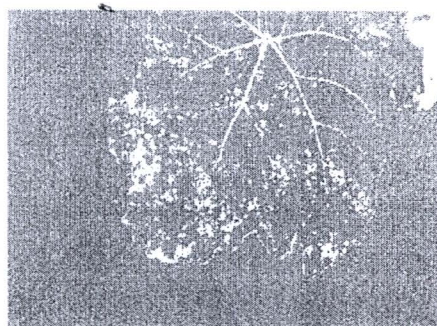


(ง) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 20 กลุ่มสี ด้วยช่องสี H S b*

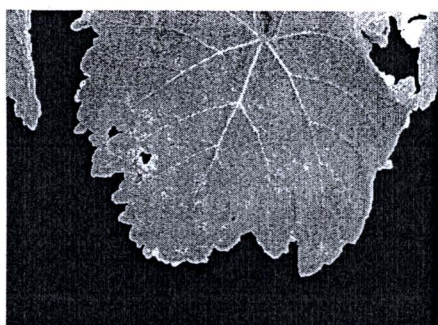


(จ) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 11 กลุ่มสี ด้วยช่องสี S a* b*

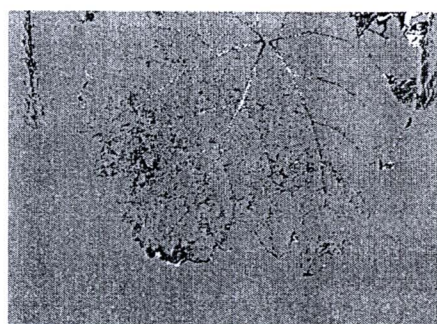
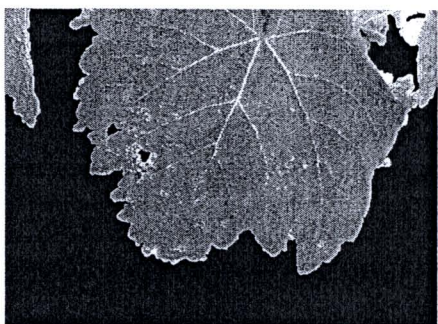
รูปที่ 6.13 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่น (ต่อ)



(ฉ) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 5 กลุ่มสีด้วยช่องปริภูมิสี $u^* v^* C_b$

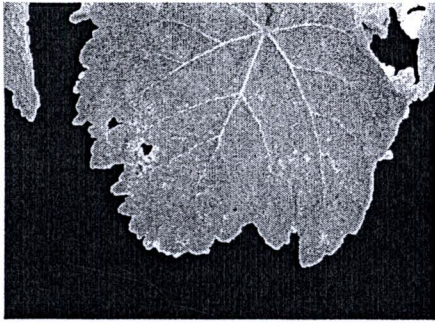


(ช) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 3 กลุ่มสี ด้วยช่องปริภูมิสี $u^* a^* b^*$

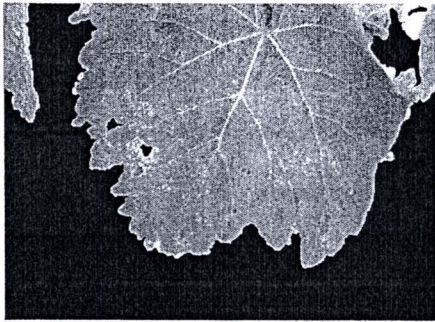


(ซ) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 4 กลุ่มสี ด้วยช่องปริภูมิสี X Y Z

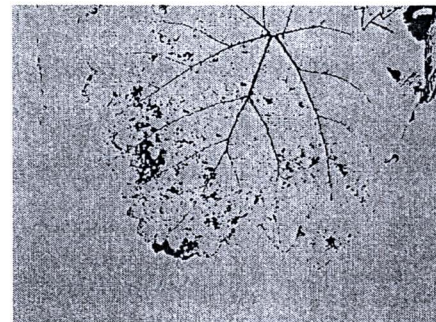
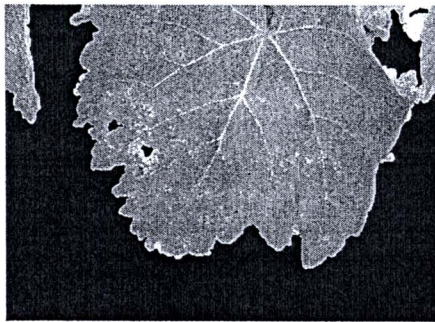
รูปที่ 6.13 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่น (ต่อ)



(ค) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 22 กลุ่มสี ด้วยช่องปรมาณมิติ $v^* a^* b^*$

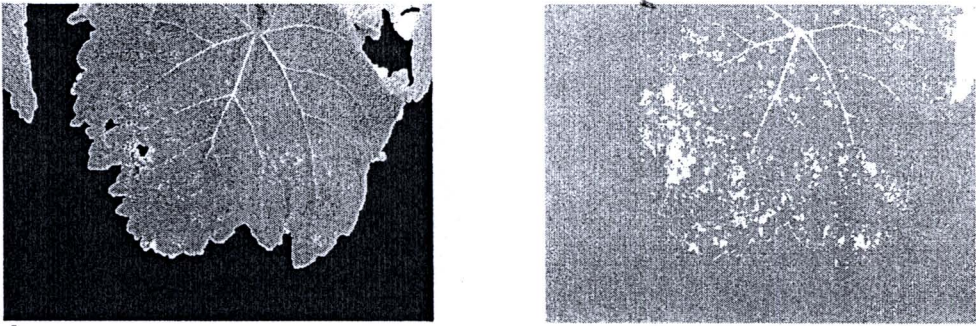


(ค) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 8 กลุ่มสี ด้วยช่องปรมาณมิติ H Cb Cr



(ค) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 2 กลุ่มสี ด้วยช่องปรมาณมิติ $X a^* b^*$

รูปที่ 6.13 ผลการทดสอบปรมาณมิติสำหรับการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่น (ต่อ)



(ท) ผลการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จำนวน 4 กลุ่มสี ด้วยช่องปริภูมิสี $a^* u^* Cr$

รูปที่ 6.13 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่น (ต่อ)

สำหรับการพิจารณาอิทธิพลของช่องปริภูมิสีสำหรับการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่น เพื่อพิจารณาความแตกต่างของช่องปริภูมิสีในการแบ่งแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูลสีโรคและไม่ใช่นีโรคของ MSOFM ร่วมกับ GA โดยไม่ทำการพิจารณาช่องปริภูมิสีที่เกี่ยวข้องกับระดับความสว่างของภาพเพื่อช่วยลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่าง จากการพิจารณาการแบ่งกลุ่มสีของ MSOFM ร่วมกับ GA จากการเลือกช่องปริภูมิสีต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 6.20 พบว่าช่องปริภูมิสี $a^* u^* Cr$ สามารถให้ความแตกต่างระหว่างกลุ่มสีโรคและกลุ่มสีใบองุ่นได้อย่างชัดเจนและครอบคลุมสมบรูณ์มากที่สุดด้วยจำนวนกลุ่มสี 4 กลุ่มสี ดังแสดงในรูปที่ 6.20 (น) จะเห็นว่าสามารถคัดแยกส่วนที่เป็นสีโรคออกจากใบองุ่นได้เป็นอย่างดี อันดับรองลงมาคือ ช่องปริภูมิสี $u^* a^* b^*$ ซึ่งสามารถให้ความแตกต่างระหว่างกลุ่มสีโรคและกลุ่มสีใบองุ่นด้วยจำนวนกลุ่มสี 3 กลุ่มสี ดังแสดงในรูปที่ 6.20 (ข) จะเห็นว่าสามารถคัดแยกส่วนที่เป็นสีโรคได้แต่ยังคงปรากฏส่วนของก้านใบองุ่นและช่องปริภูมิสี $u v Cb$ ซึ่งสามารถให้ความแตกต่างระหว่างกลุ่มสีโรคและกลุ่มสีใบองุ่นด้วยจำนวนกลุ่มสี 5 กลุ่มสี ดังแสดงในรูปที่ 6.20 (ค) จะเห็นว่าสามารถคัดแยกส่วนที่เป็นสีโรคได้แต่ยังคงปรากฏส่วนของก้านใบองุ่นและส่วนของใบองุ่น ดังนั้นจะเห็นว่าผลของการเลือกช่องปริภูมิสีมีผลต่อการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นเป็นอย่างมาก ซึ่งการเลือกช่องปริภูมิสีที่ไม่เหมาะสมเป็นผลให้ความสามารถในการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นของระบบมีประสิทธิภาพลดลงได้

6.8 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการจำแนกประเภทของโรคใบองุ่น

เป็นการพิจารณาปัจจัยของการเลือกปริภูมิในการจำแนกประเภทของโรคใบองุ่น ซึ่งในที่นี้ได้พิจารณาเปรียบเทียบความสามารถในการจำแนกประเภทของโรคด้วยปริภูมิสี $CIE^*L^*a^*b$ YIQ YUV และ $YCbCr$ ซึ่งในที่นี้จะไม่ทำการพิจารณาช่องปริภูมิสีที่เกี่ยวข้องกับระดับความสว่างของภาพเพื่อลดข้อจำกัดทางด้านแสงสว่างของภาพดังรายละเอียดหลักการทำงานที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 5

โดยทำการทดสอบการจำแนกประเภทของโรคใบอ่อนด้วยภาพขนาด 426 x 568 จุดภาพ ตามโครงสร้างการทำงานของระบบดังแสดงในรูปที่ 6.1 ภาพที่ใช้ทดสอบเป็นภาพของโรคสแคป โรคราสนิมและไม่เป็นโรคจำนวนละ 50 ภาพที่ไม่ผ่านการฝึกสอนกับ SVMs ส่วนการฝึกสอน SVMs ใช้จำนวนตัวอย่างจุดโรคสแคปทั้งหมด 497 จุดโรคจากภาพโรคสแคปทั้งหมด 22 ภาพ จำนวนตัวอย่างจุดโรคราสนิมทั้งหมด 489 จุดโรคจากภาพโรคราสนิมทั้งหมด 21 ภาพและจำนวนตัวอย่างจุดที่ไม่เป็นโรคทั้งหมด 492 จุดที่ไม่เป็นโรคจากภาพที่ไม่เป็นโรคทั้งหมด 22 ภาพ ซึ่งสามารถพิจารณาประสิทธิภาพการจำแนกประเภทของโรคใบอ่อนด้วยช่องปริภูมิสีต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.2

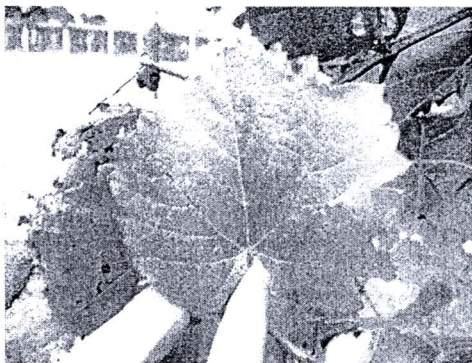
ตารางที่ 6.2 เปอร์เซนต์ความถูกต้องในการวินิจฉัยโรคใบอ่อนของระบบด้วยความหลากหลายของช่องปริภูมิสี

ประเภทช่องปริภูมิสี	สแคป (%)	ราสนิม (%)	ไม่เป็นโรค (%)	ความถูกต้องเฉลี่ย (%)	การตรวจจับ (%)
a* Cr V	63.38	51.29	96.08	70.25	98.60
a* I Cr	71.73	55.28	96.28	74.43	98.58
b* a* U	80.43	79.77	95.63	85.27	98.58
b* Cr V	72.46	78.80	95.91	82.39	98.60
I Cb Cr	73.67	75.77	96.41	84.19	98.61
Q b* Cr	76.34	76.29	96.31	82.98	98.59
b* Cb U	93.38	85.33	95.89	91.53	99.33

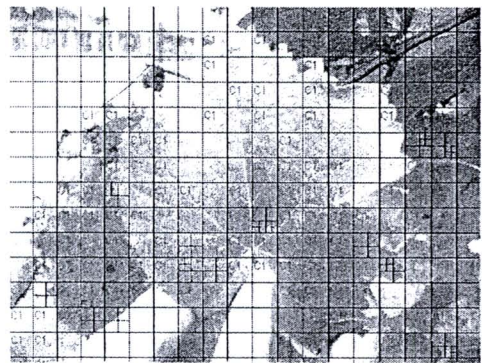
เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการวินิจฉัยโรคใบอ่อนของระบบด้วยความหลากหลายของช่องปริภูมิสี พบว่าความแตกต่างของช่องปริภูมิสีมีอิทธิพลต่อการวินิจฉัยโรคใบอ่อนของระบบเป็นอย่างมาก ดังแสดงในตารางที่ 6.4 จะเห็นว่าช่องปริภูมิสี b* Cb U สามารถดึงความแตกต่างของลักษณะข้อมูลโรคสแคป โรคราสนิมและไม่เป็นโรคได้ดีที่สุดเป็นผลให้ระบบสามารถจำแนกประเภทของโรคได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยช่องปริภูมิสี b* Cb U มีความสามารถในการวินิจฉัยโรคสแคป สูงถึง 93.38% โรคราสนิม 85.33% และไม่เป็นโรค 95.89% ซึ่งมีความถูกต้องในการวินิจฉัยโรคในระดับที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นผลของการเลือกช่องปริภูมิสีมีผลต่อการวินิจฉัยโรคใบอ่อนของระบบ ซึ่งการเลือกช่องปริภูมิสีที่ไม่เหมาะสมเป็นให้ความสามารถในการวินิจฉัยโรคใบอ่อนของระบบลดลง

6.9 ผลการทดสอบการวินิจฉัยโรคใบองุ่นของระบบในสถานะต่าง ๆ

เป็นการพิจารณาความสามารถในการวินิจฉัยโรคใบองุ่นของระบบด้วยภาพทดสอบขนาด 426 x 568 จุดภาพจำนวน 850 ภาพ ตามโครงสร้างการทำงานของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 6.1 โดยพิจารณาแบ่งตามลักษณะความซับซ้อนของภาพ ได้แก่ ภาพที่มีความซับซ้อนมาก ภาพที่มีความซับซ้อนปานกลางและภาพที่มีความซับซ้อนน้อย อีกทั้งได้ทำการพิจารณาในสถานะแสงสว่างที่แตกต่างกัน ได้แก่ สถานะแสงสว่างมาก สถานะแสงสว่างปานกลางและสถานะมืดครึ้ม รวมทั้งสถานะที่มีหยดน้ำบนพื้นผิวใบ ดังแสดงในรูปที่ 6.21-6.27

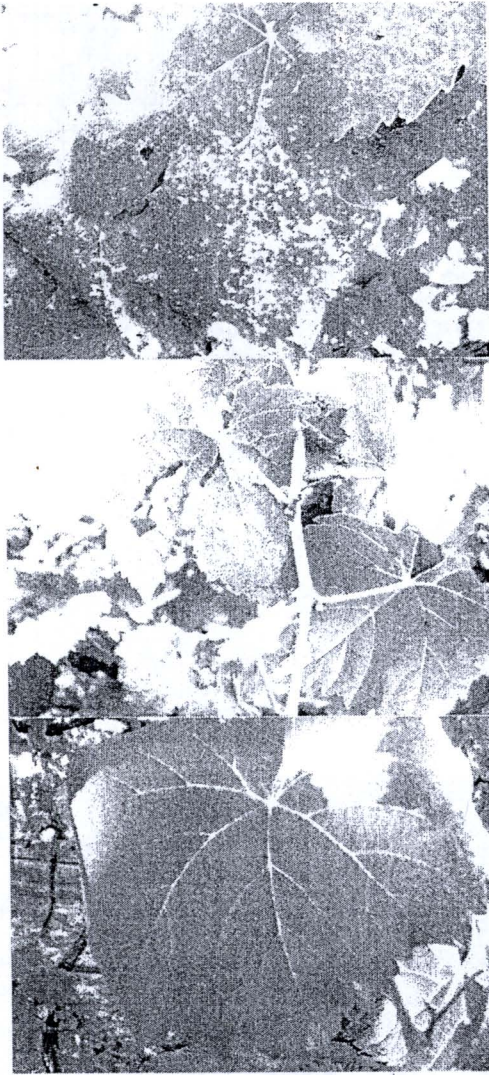


(ก) ภาพต้นแบบ

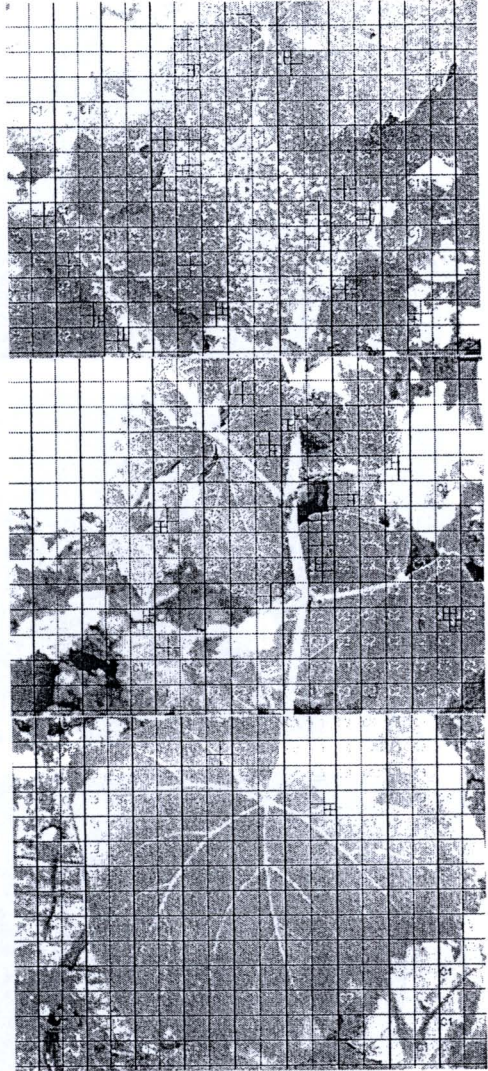


(ข) ภาพการวินิจฉัยโรคใบองุ่นที่ผ่าน
การปรับสีและแสง

รูปที่ 6.14 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่มีความซับซ้อนมาก

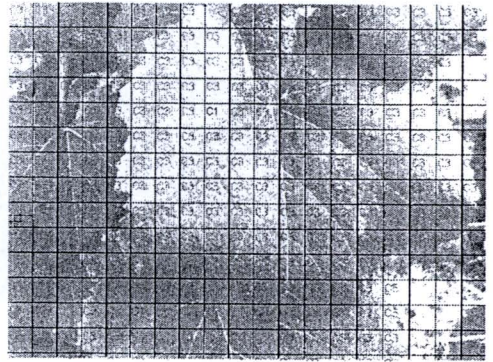
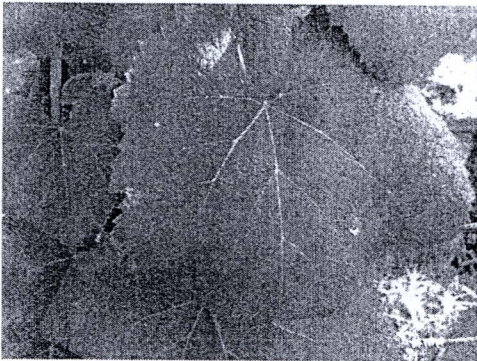
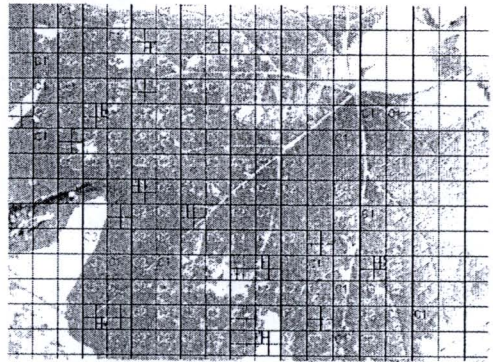
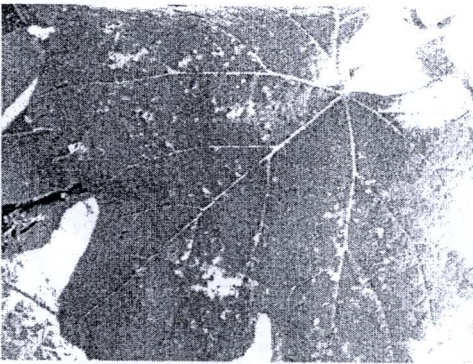
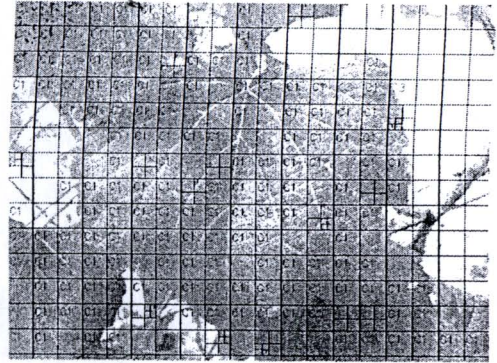
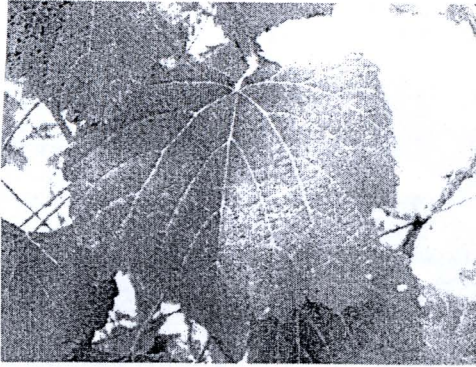


(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการวินิจฉัยโรคใบองุ่นที่ผ่าน
การปรับสีและแสง

รูปที่ 6.14 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่มีความซับซ้อนมาก (ต่อ)



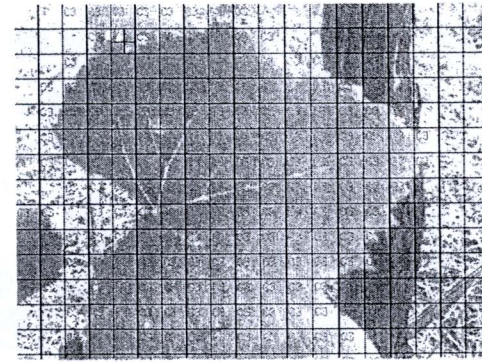
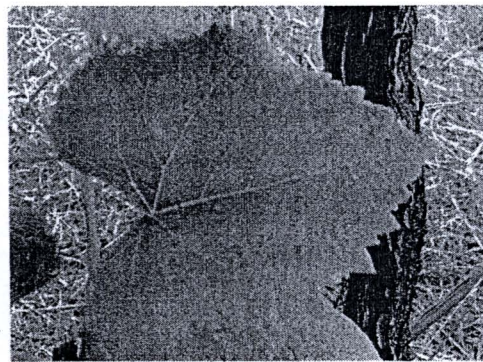
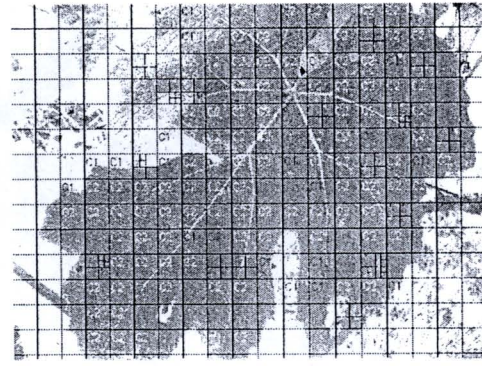
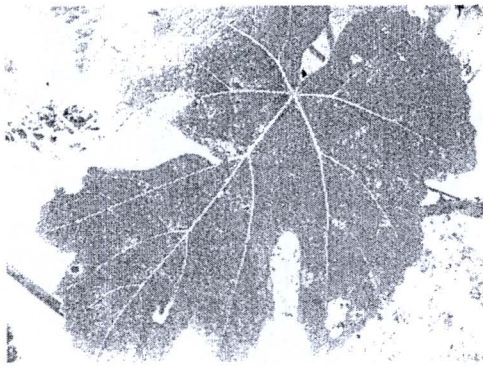
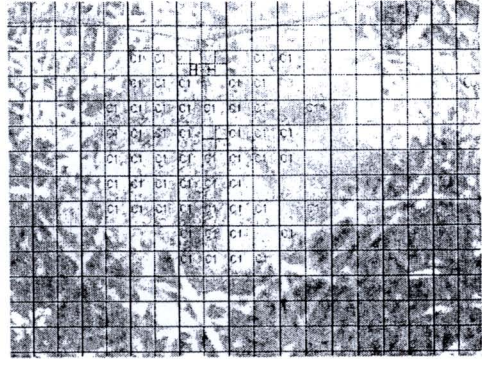
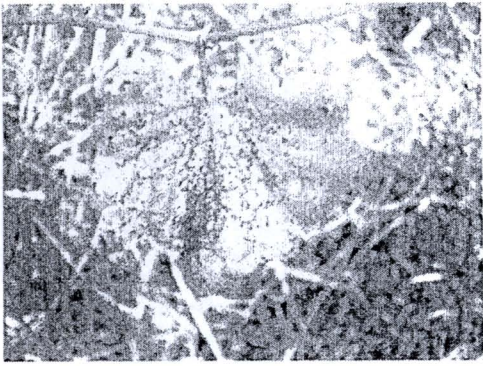


(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการวินิจฉัยโรคใบองุ่นที่ผ่าน
การปรับสีและแสง

รูปที่ 6.15 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่มีความซับซ้อนปานกลาง

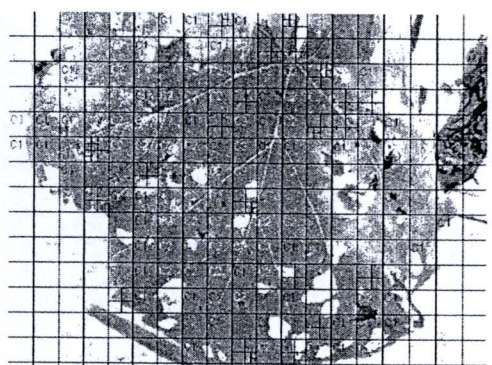
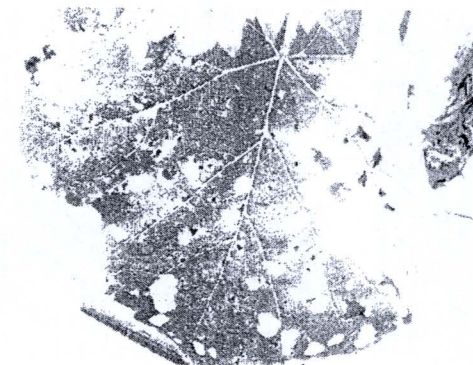
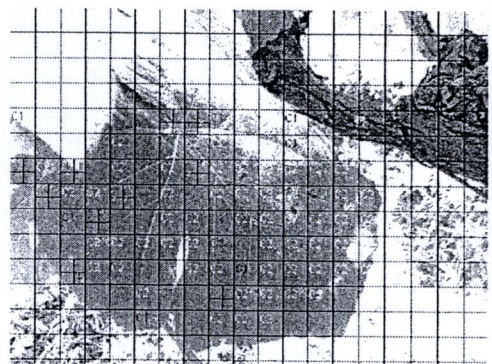
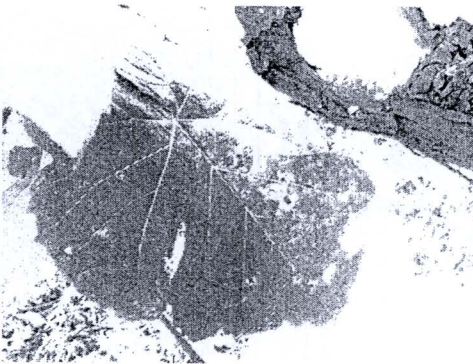
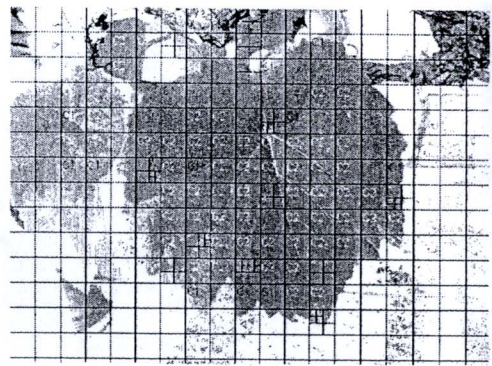
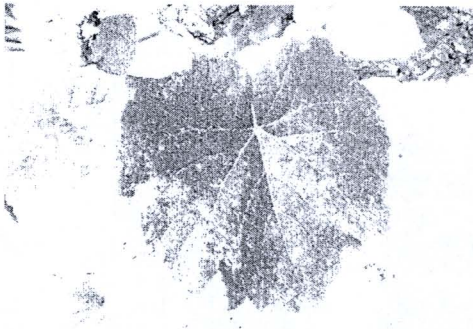




(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการวินิจฉัยโรคใบองุ่นที่ผ่าน
การปรับสีและแสง

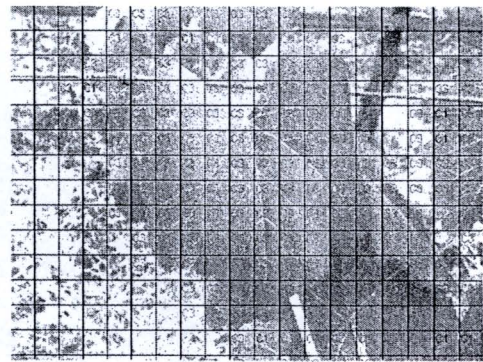
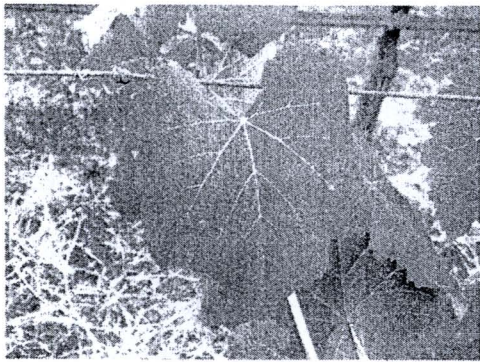
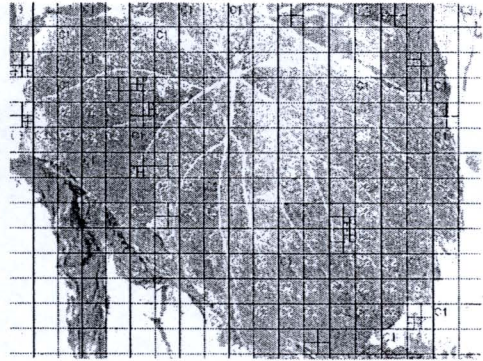
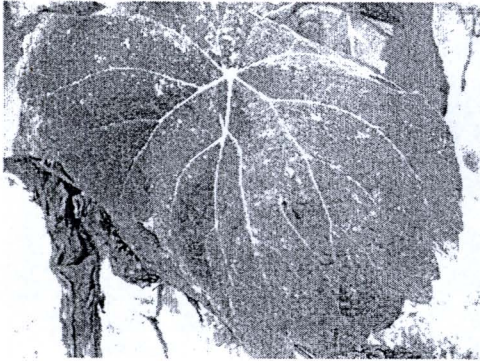
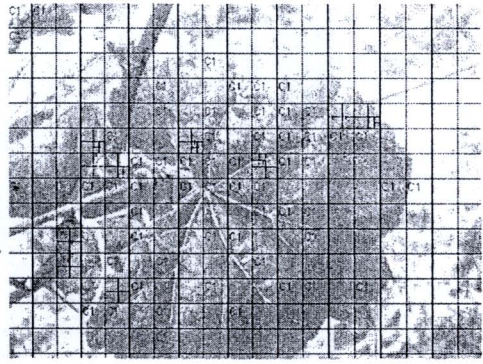
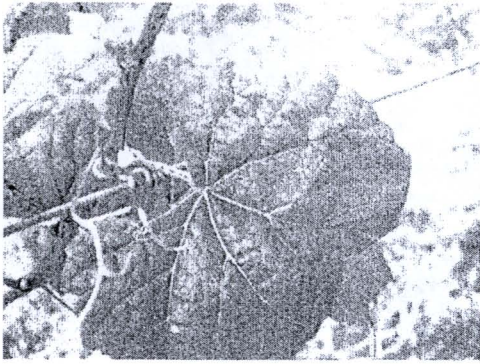
รูปที่ 6.16 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่มีความซับซ้อนน้อย



(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการวินิจฉัยโรคใบองุ่นที่ผ่าน
การปรับสีและแสง

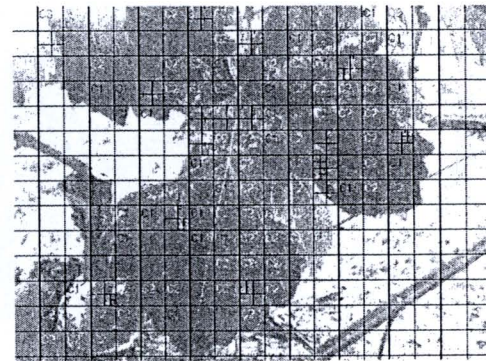
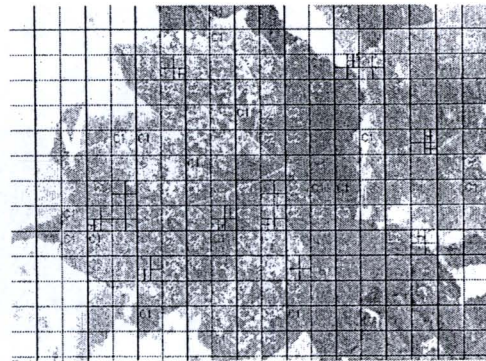
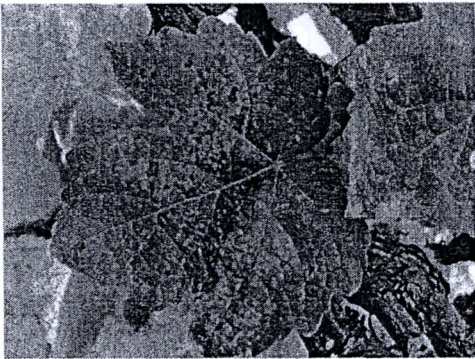
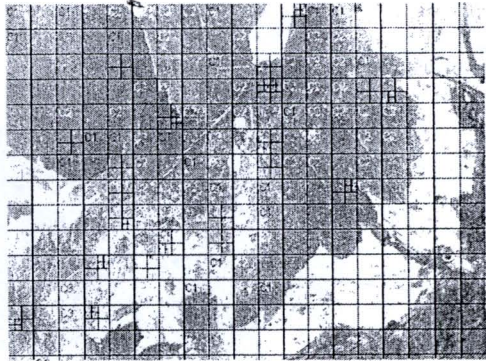
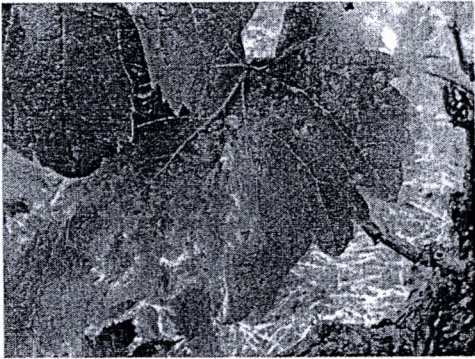
รูปที่ 6.17 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่สภาวะแสงสว่างมาก



(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการวินิจฉัยโรคใบองุ่นที่ผ่าน
การปรับสีและแสง

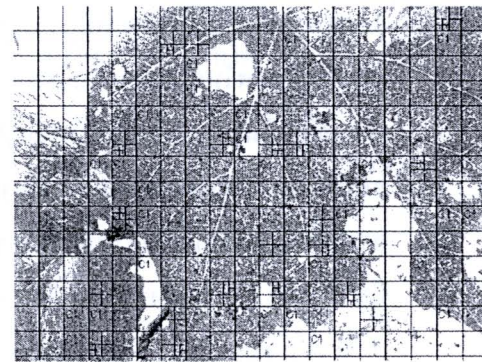
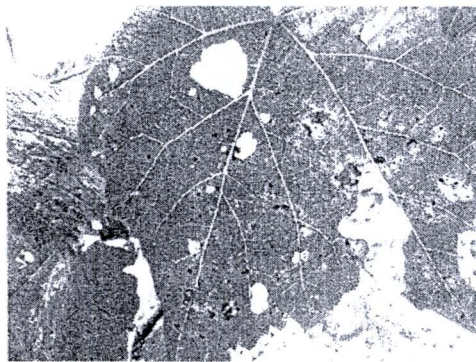
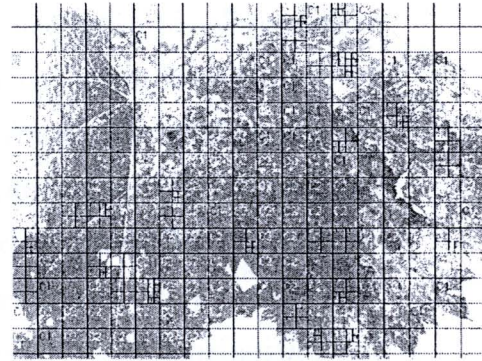
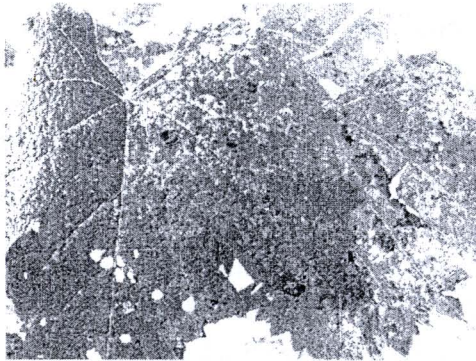
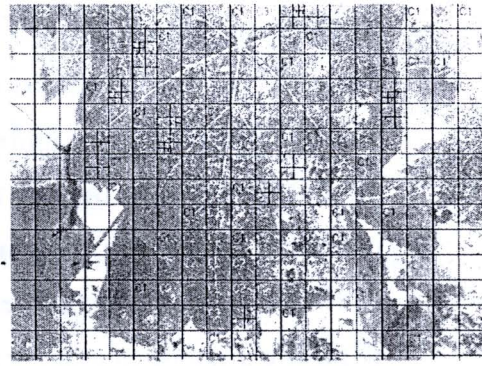
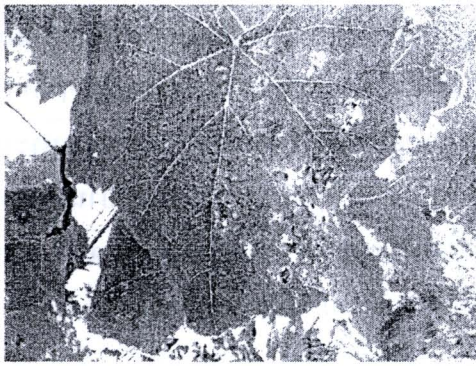
รูปที่ 6.18 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่สภาวะแสงสว่างปานกลาง



(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการวินิจฉัยโรคใบองุ่นที่ผ่าน
การปรับสีและแสง

รูปที่ 6.19 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่สภาวะมืดครึ้ม



(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการวินิจฉัยโรคใบองุ่นที่ผ่าน
การปรับสีและแสง

รูปที่ 6.20 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพสถานะที่มีหยคน้ำบนพื้นผิวใบ

เมื่อทำการพิจารณาการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพตามลักษณะความซับซ้อนของภาพได้แก่ ลักษณะภาพที่มีความซับซ้อนน้อย ลักษณะภาพที่มีความซับซ้อนปานกลางและลักษณะภาพที่มีความซับซ้อนมากพบว่าระบบสามารถทำการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่มีความซับซ้อนน้อยและปานกลางในลักษณะการวางตัวและขนาดของใบที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่มีความซับซ้อนมากระบบนั้นยังสามารถทำการวินิจฉัยโรคได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ แต่ยังคงมีในกรณีที่มีกลุ่มใบหรือกลุ่มหน่อกิ่งที่มีสีคล้ำใบอ่อนภายในภาพเมื่อทำการคัดแยกสีโรคออกจากใบอ่อนเป็นผลให้ปรากฏส่วนของช่องว่างเล็ก ๆ ที่อยู่ระหว่างกลุ่มใบ หรือ กลุ่มหน่อกิ่งที่มีลักษณะสีคล้ำสีโรค นอกจากนี้ยังพิจารณาทำการทดสอบระบบเมื่อมีสภาวะแสงสว่างที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะแสงสว่างมาก สภาวะแสงสว่างปานกลางและสภาวะมืดครึ้ม พบว่าระบบยังคงสามารถการวินิจฉัยโรคใบอ่อนที่ความแตกต่างของสภาวะแสงสว่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการปรับระดับสีและแสงตามข้อมูลภาพอ้างอิงและการเลือกพิจารณาช่องปริภูมิสีที่สามารถดึงคุณลักษณะเด่นแยกความแตกต่างของข้อมูลที่น่าสนใจได้อย่างชัดเจนโดยไม่ทำการพิจารณาเลือกช่องปริภูมิสีที่เกี่ยวข้องกับระดับความสว่างของภาพเพื่อลดข้อจำกัดทางด้านแสงสว่างและกำจัดผลของความแตกต่างทางด้านความเข้มของสีใบอ่อนที่แตกต่างกันตามลักษณะอายุของใบ อีกทั้งเมื่อทำการพิจารณาการวินิจฉัยโรคใบอ่อนสภาวะที่มีหยดน้ำบนพื้นผิวใบ พบว่าระบบยังสามารถทำการวินิจฉัยโรคใบอ่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่หยดน้ำบนพื้นผิวไม่ส่งผลกระทบต่อใด ๆ ต่อการวินิจฉัยโรคของระบบ

และเมื่อพิจารณาความสามารถในการวินิจฉัยโรคของพืชจากใบพืชของระบบเปรียบเทียบกับ การวินิจฉัยโรคของพืชจากใบพืชของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 6.3 พบว่าระบบที่นำเสนอมีความถูกต้องในการวินิจฉัยโรคแต่ละประเภทสูงถึง 91.12% และมีประสิทธิภาพในการตรวจจับโรคพืชสูงถึง 99.33% ซึ่งการวินิจฉัยโรคพืชจากใบพืชของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีตโดยส่วนใหญ่เป็นการวินิจฉัยโรคด้วยกระบวนการประมวลผลภาพและคอมพิวเตอร์วิทัศน์จากข้อมูลภาพภายในห้องปฏิบัติการที่ทำการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ อันได้แก่ แสงสว่าง ความชื้นของภาพพื้นหลัง ขนาด ลักษณะการวางตัว จำนวนข้อมูลและการซ้อนทับของใบพืช เป็นต้น ในขณะที่งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการวินิจฉัยโรคของพืชจากใบพืชภายในสถานที่จริงและสามารถวินิจฉัยโรคพืชได้ครอบคลุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ จำนวนภาพใบอ่อน ขนาด รูปร่าง ลักษณะการวางตัวของใบอ่อน ระดับความสว่างและสีของกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทที่แตกต่างกันในสภาวะที่ชื้นชื้นของพื้นหลัง เป็นต้น

ตารางที่ 6.3 ความสามารถในการวินิจฉัยโรคของพืชจากใบพืชของระบบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต

ผู้วิจัย		El-Helly, et al (2003)	Pydipati, et al (2006)	Huang (2007)	งานวิจัยนี้
ประเภทใบพืช		ใบแดงกวา	ใบพืชตระกูลส้ม	ใบกล้วยไม้	ใบองุ่น
ประเภทกล้อง		mono, visible	mono, visible	mono, visible	mono, visible
ประสิทธิภาพ วินิจฉัยโรค	ความถูกต้อง	88%	89.6%	95%	91.53%
	การตรวจจับ	92%	97.2%		99.33%
จำนวนใบมากกว่า 1 ใบ		ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้
ไม่ควบคุมความซับซ้อนภาพ พื้นหลัง		ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้
ไม่ควบคุมสถานะแสง		ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้
ความหลากหลายของขนาด รูปร่างและมุมของใบ		ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้
ชุดทดสอบ		250 ภาพ	145 ภาพ	80 ภาพ	115 ภาพ