

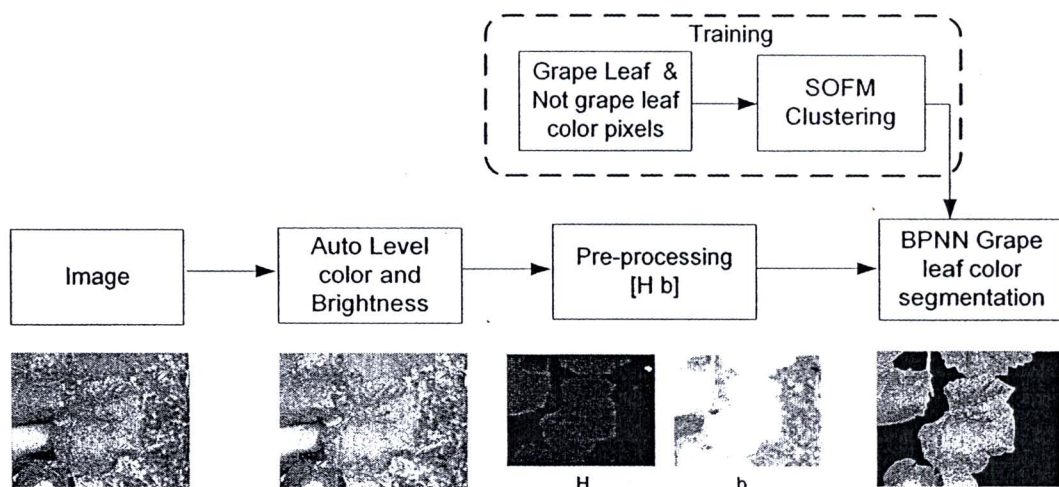
บทที่ 3

การคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง

3.1 กล่าวนำ

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ทำการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง โดยทำการนำเสนอการคัดแยกสีใบองุ่นจากภาพสีที่สามารถลดข้อจำกัดทางด้านแสงสว่างของภาพ ความแตกต่างของช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูลภาพ เช่น ช่วงเช้า ช่วงกลางวัน ช่วงมีดครีမ် เป็นต้น ข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องดิจิทัลในรุ่นที่แตกต่างกัน ความซับซ้อนของภาพพื้นหลัง ลักษณะการวางตัวของใบองุ่นที่แตกต่างกัน ขนาดที่แตกต่างกันและจำนวนของข้อมูลใบองุ่นในภาพเท่ากับหรือมากกว่าหนึ่งใบได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพภายในสถานที่จริงของไร่องุ่น โดยการทำงานหลักของกระบวนการนี้จะแบ่งเป็นสองส่วนหลัก คือ การแบ่งกลุ่มสีด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเอง (Self-Organizing Feature Map หรือ SOFM) และการคัดแยกส่วนของสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ (Back Propagation Neural Network หรือ BPNN) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.2 โครงสร้างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง

การทำงานหลักของกระบวนการนี้จะแบ่งเป็นสองส่วนหลัก คือ การแบ่งกลุ่มสีด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเอง โดยการกำหนดค่าเริ่มต้นเป็นจำนวนกลุ่มสีซึ่งก็คือจำนวนค่าน้ำหนักประสาทที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มสีของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเองเป็นการจัดกลุ่มสีลักษณะที่คล้ายกันให้รวมเป็นกลุ่มเดียวกันเพื่อใช้ในการแบ่งแยกสีที่เป็นสีใบอ่อนและสีที่ไม่เป็นสีใบอ่อนได้ง่ายขึ้นและการคัดแยกส่วนของสีใบอ่อนออกจากภาพด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ ซึ่งผ่านการฝึกสอนด้วยกลุ่มที่เป็นสีใบอ่อนและกลุ่มที่ไม่เป็นสีใบอ่อนซึ่งผ่านการแบ่งกลุ่มด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเองแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.1

3.3 การปรับระดับสีและแสงภายในภาพแบบอัตโนมัติ

การปรับระดับความเหมาะสมของสีและความสว่างภายในภาพถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการคัดแยก โดยปกติแล้วการถ่ายภาพดิจิทัลจากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทในสภาวะแวดล้อมกลางแจ้งที่ซับซ้อน เช่น พื้นดิน วัชพืช กลุ่มใบไม้ ท้องฟ้า ฟางข้าว เสา ก้อนหิน เป็นต้น ซึ่งสภาวะดังกล่าวจัดเป็นสภาวะแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ เป็นผลให้ข้อมูลของสีและแสงของวัตถุภายในภาพที่ได้จากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันตามประเภทของกล้องที่ใช้ งาน นอกจากนี้ระดับความสว่างภายในภาพจากการบันทึกภาพในช่วงแสงแดดจ้า มีเมฆบางส่วน มีครึ้ม เป็นผลให้ลักษณะของแสงภายในภาพที่สะท้อนจากวัตถุแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อต้องการคัดแยกข้อมูลที่ต้องการภายในภาพสีจากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทก่อให้เกิดปัญหาของระดับสีและความสว่างของวัตถุที่แตกต่างกันในสภาวะแวดล้อมที่เหมือนกันทำให้การคัดแยกข้อมูลภายในภาพสีได้ผลไม่ดีนักเมื่อทำการเก็บข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาและเก็บข้อมูลภาพจากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภท ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการปรับระดับความเหมาะสมของสีและความสว่างภายในภาพที่ได้จากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทและในแต่ละช่วงเวลาแบบอัตโนมัติ โดยนำภาพต้นแบบมาทำการการแปลงปริภูมิสีจาก RGB เป็น YIQ แล้วจะสามารถหาความสัมพันธ์ในการปรับระดับสีและความสว่างดังสมการที่ 3.1-3.3 เมื่อทำการการปรับระดับสีและความสว่างแล้วนั้นจึงแปลงปริภูมิสีกลับจาก YIQ เป็น RGB

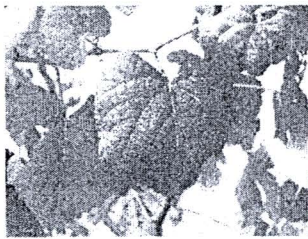
$$\mu_{im} = \frac{1}{mxn} \sum_{n=1}^{mxn} I(n) \quad (0.1)$$

$$\mu_{new} = \mu_{tar} - \mu_{im} \quad (0.2)$$



$$I_{new} = I(n) + \mu_{new} \quad (0.3)$$

โดยที่ $I(n)$ คือ ข้อมูลภาพระดับเทาของแต่ละระนาบปริภูมิสี YIQ
 μ_{im} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลภาพที่ต้องการปรับระดับสีและความสว่าง
 μ_{tar} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลภาพอ้างอิงและภาพระดับเทาที่มีเมทริกซ์ขนาด $m \times n$



(ก) ภาพอ้างอิงต้นแบบ



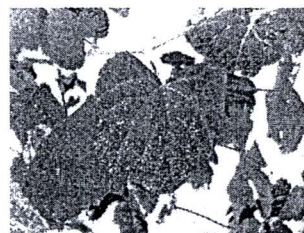
(ข) แปลงปริภูมิสีจาก RGB เป็น YIQ



(ค) ค่าเฉลี่ย Y ของปริภูมิสี YIQ เท่ากับ 0.5647



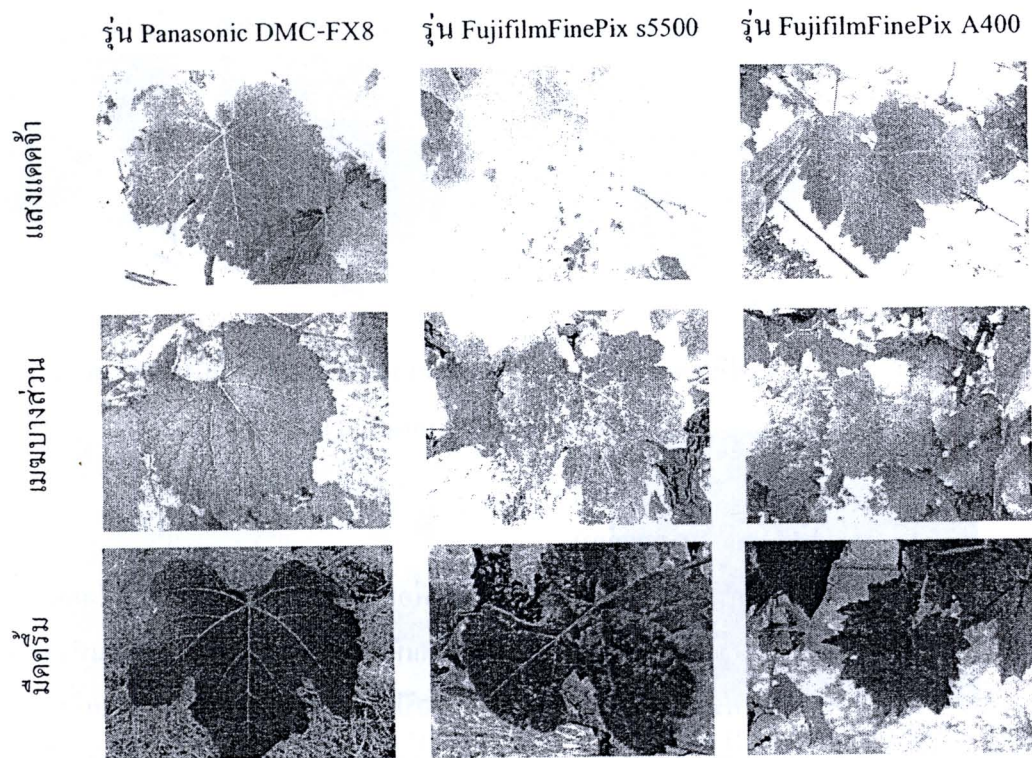
(ง) ค่าเฉลี่ย I ของปริภูมิสี YIQ เท่ากับ 0.1212



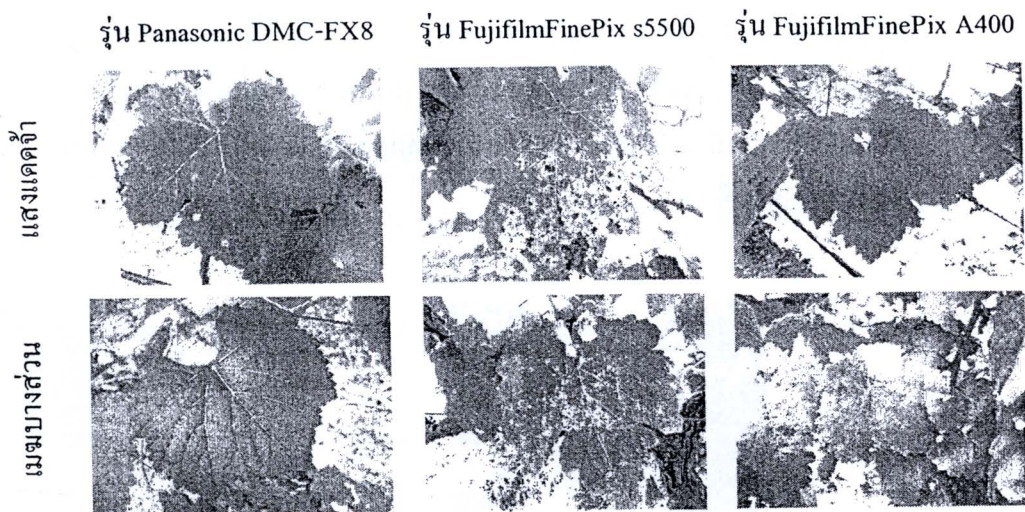
(จ) ค่าเฉลี่ย Q ของปริภูมิสี YIQ เท่ากับ -0.1069

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลภาพอ้างอิงสำหรับการปรับระดับสีและแสง

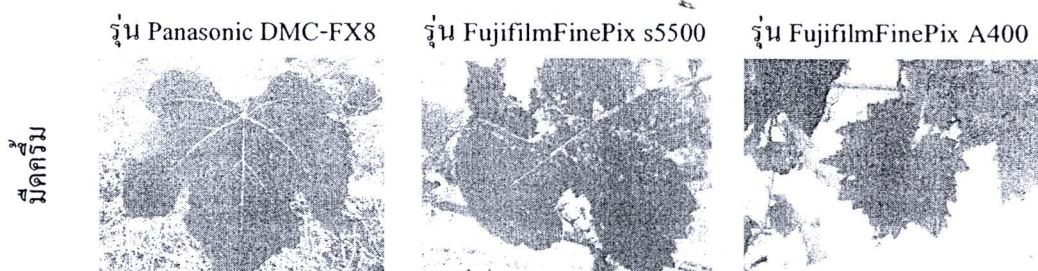




รูปที่ 3.3 ตัวอย่างภาพต้นแบบจากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลา



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการปรับระดับสีและความสว่างภายในภาพจากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลา



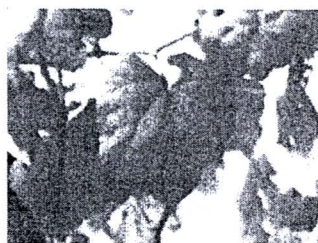
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการปรับระดับสีและความสว่างภายในภาพจากกล้อง
ดิจิทัลแต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลา (ต่อ)

3.4 กระบวนการประมวลผลก่อน

กระบวนการนี้จะทำการลดขนาดภาพเพื่อลดเวลาในการประมวลผล โดยปรับขนาดภาพให้มีขนาด 426×568 จุดภาพ ซึ่งเป็นขนาดสามารถเห็นจุดโรคได้เพียงพอ จากนั้นทำการปรับปรุงภาพด้วยเทคนิคการแพร่กระจายแบบแอนนิโซทรอปิก ซึ่งการทำให้ภาพเบลอโดยที่ขอบของใบองุ่นมีความผิดเพี้ยนน้อยและข้อมูลของจุดโรคจะถูกกั่นด้วยสีของใบองุ่นเพื่อรักษาข้อมูลของจุดโรคก่อนที่จะทำการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังดังแสดงในรูปที่ 3.5 และในงานวิจัยนี้ต้องการคัดแยกส่วนที่เป็นสีใบองุ่น โดยมีจุดประสงค์ที่จะลดผลกระทบของสภาวะการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างในการพิจารณาการคัดแยกสีใบองุ่นและความแตกต่างทางด้านความเข้มของสีใบองุ่น จากนั้นจึงพิจารณาใช้ปริภูมิสี HSV และ CIE $L^*a^*b^*$ แทนปริภูมิสี RGB ซึ่งสามารถกำจัดผลของความแตกต่างของความเข้มของสีใบองุ่นและลดข้อจำกัดของแสงสว่างได้ โดยจะเลือกค่า H และค่า b^* เนื่องจากสามารถแยกความแตกต่างระหว่างสีใบองุ่นและภาพพื้นหลังได้เป็นอย่างดี ดังแสดงในรูปที่ 3.6

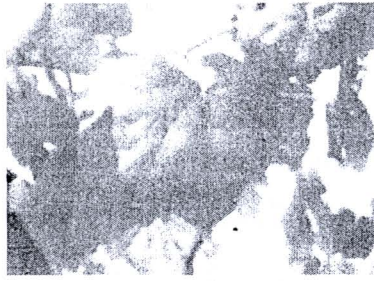


(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพที่ผ่านการปรับปรุงภาพ

รูปที่ 3.5 กระบวนการปรับปรุงภาพด้วยเทคนิคการแพร่กระจายแบบแอนนิโซทรอปิก



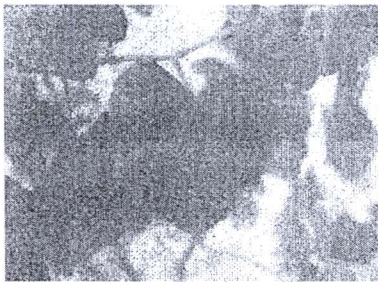
(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) แปลงปริภูมิสีจาก RGB เป็น HSV



(ค) ช่อง H ของปริภูมิสี HSV



(ง) แปลงปริภูมิสีจาก RGB เป็น CIE L*a*b



(จ) ช่อง b* ของปริภูมิสี CIE L*a*b

รูปที่ 3.6 การแปลงปริภูมิสีสำหรับการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง

3.5 กระบวนการแบ่งกลุ่มสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง

กระบวนการแบ่งกลุ่มสีสำหรับงานวิจัยนี้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแผนผังคุณลักษณะจัดการตัวเอง (Self-Organizing Feature Map หรือ SOFM) ในการแบ่งกลุ่มสีภายในภาพ ซึ่ง SOFM ต้องมีการกำหนดจำนวนเวกเตอร์นำหน้าประสาทเริ่มต้น M ค่า เพื่อใช้แทนจำนวนกลุ่มสี M กลุ่มสีที่ต้องการแยกส่วนจากภาพ โดยค่าเริ่มต้นของเวกเตอร์นำหน้าประสาทแต่ละค่าได้มาจากการสุ่มค่า H และค่า b^* ในภาพ ดังนั้นค่าเวกเตอร์นำหน้าประสาทตัวที่ j เขียนได้ดังสมการที่ 3.4

$$\mathbf{w}_j = \begin{bmatrix} H_j \\ b_j^* \end{bmatrix} \quad (0.4)$$

เมื่อได้เวกเตอร์น้ำหนักประสาทเริ่มต้นแล้ว ทำการป้อนค่าอินพุตให้กับโครงข่ายประสาทเทียม โดยค่าอินพุตที่ป้อนนี้เป็นค่า H และค่า b^* ของแต่ละจุดภาพนั่นเอง สมการที่ 3.5 แสดงค่าอินพุตของจุดภาพที่ i

$$\mathbf{x}_i = \begin{bmatrix} H_i \\ b_i^* \end{bmatrix} \quad (0.5)$$

ทำการคำนวณหาระยะทางยูคลิดเดียนระหว่างอินพุต i กับเวกเตอร์น้ำหนักประสาททั้ง M ค่า เพื่อหาเวกเตอร์น้ำหนักประสาทที่อยู่ใกล้กับอินพุตที่สุด สมการที่ 3.6 แสดงการหาระยะทางยูคลิดเดียนระหว่างอินพุต i กับเวกเตอร์น้ำหนักประสาท j

เมื่อได้ระยะทางยูคลิดเดียนระหว่างอินพุต i กับเวกเตอร์น้ำหนักประสาททุกค่าแล้ว โครงข่ายประสาทเทียมจะทำการปรับค่าน้ำหนักประสาทของเซลล์ประสาทเทียมตัวที่ j ดังสมการที่ 3.7

$$d_j = \|\mathbf{x}_i - \mathbf{w}_j\| \quad (0.6)$$

$$\Delta \mathbf{w}_j = \begin{cases} \eta(\mathbf{x}_i - \mathbf{w}_j) & \text{ถ้า } d_j \text{ น้อยที่สุด} \\ -\alpha(\mathbf{x}_i - \mathbf{w}_j) & \text{ถ้า } d_j \text{ มากที่สุด} \\ 0 & \text{อื่นๆ} \end{cases} \quad (0.7)$$

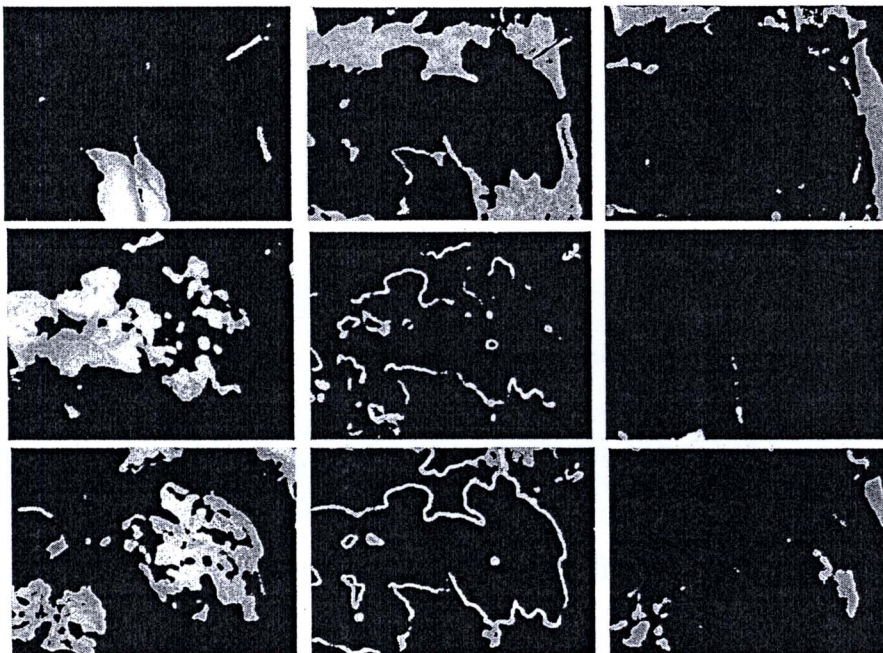
โดยที่ η และ α คือค่าคงที่การเรียนรู้ จะได้เวกเตอร์น้ำหนักประสาทตัวที่ j ใหม่ดังสมการที่ 3.8

$$\mathbf{w}_j^{\text{new}} = \mathbf{w}_j^{\text{old}} + \Delta \mathbf{w}_j \quad (0.8)$$

เมื่อระบบได้จำนวนเวกเตอร์น้ำหนักประสาทที่ใช้แทนจำนวนกลุ่มสีแล้ว ภาพอินพุตจะถูกแยกส่วนภาพตามจำนวนกลุ่มสี ดังรูปที่ 3.7 ขั้นตอนต่อไปคือต้องทำการระบุกลุ่มสีที่เป็นสีใบองุ่น



(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) การแบ่งกลุ่มสีของภาพออกตามจำนวนกลุ่มสี 9 กลุ่มสี

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีตามจำนวนเวกเตอร์น้ำหนักประสาท

3.6 กระบวนการคัดแยกสีไบออน์ออกจากภาพพื้นหลัง

กระบวนการคัดแยกสีไบออน์สำหรับงานวิจัยนี้พิจารณาใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับในการระบุกลุ่มสีที่เป็นสีไบออน์ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบมีผู้ฝึกสอนและมีหลักการทำงานคือ มีการนำเสนอกลุ่มตัวอย่างให้กับโครงข่ายในรูปของคู่อินพุตและเป้าหมาย (target) ที่ต้องการให้โครงข่ายตอบสนอง เมื่ออินพุตถูกป้อนให้กับระบบเอาต์พุตของโครงข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับเป้าหมายของอินพุตแล้วโครงข่ายจะทำการปรับค่าน้ำหนักประสาทและไบอัสตามกฎการเรียนรู้ เพื่อให้เอาต์พุตของโครงข่ายลู่เข้าสู่เป้าหมายที่ต้องการซึ่งระบบการคัดแยกสีไบออน์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้



ขั้นตอนที่ 1 กำหนดอินพุตของระบบ ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การกำหนดคู่อินพุตและเป้าหมายที่ชัดเจน เพื่อให้โครงข่ายสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องที่สุด ระบบของงานวิจัยนี้ใช้ค่า H และค่า b^* ของภาพในช่วงที่เป็นสีใบอ่อน โดยระบุเป้าหมายว่าเป็นสีใบอ่อนและค่า H และค่า b^* ของภาพในช่วงที่ไม่เป็นสีใบอ่อนระบุเป้าหมายว่าไม่ใช่สีใบอ่อนมาฝึกสอนโครงข่าย ดังสมการที่ 3.9

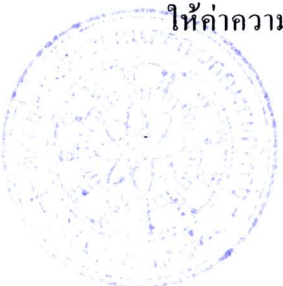
$$\left\{ P_{\text{Grapeleaf}} = \begin{bmatrix} H_{\text{Grapeleaf}} \\ b_{\text{Grapeleaf}}^* \end{bmatrix}, I_{\text{Grapeleaf}} = 1 \right\} \quad (0.9)$$

$$\left\{ P_{\text{NotGrapeleaf}} = \begin{bmatrix} H_{\text{NotGrapeleaf}} \\ b_{\text{NotGrapeleaf}}^* \end{bmatrix}, I_{\text{NotGrapeleaf}} = 0 \right\}$$

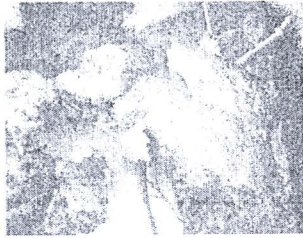
ซึ่งจำนวนตัวอย่างสีใบอ่อนที่ใช้ฝึกสอนมีทั้งหมด 200 ตัวอย่าง จากภาพทั้งหมด 41 ภาพและตัวอย่างภาพที่ไม่ใช่สีใบอ่อนจำนวน 210 ตัวอย่าง ตัวอย่างสีใบอ่อนที่นำมาใช้ฝึกสอนระบบแสดงดังรูปที่ 3.8 และค่า H - b^* ของสีใบอ่อนดังแสดงในรูปที่ 3.9

ขั้นตอนที่ 2 ทำการกำหนดตัวชี้ประสิทธิภาพ (performance index) เมื่อระบบมีการนำเสนอคู่อินพุตและเป้าหมายให้โครงข่ายเรียนรู้ ทำการป้อนแต่ละอินพุตให้กับโครงข่าย เอาต์พุตที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับเป้าหมาย เพื่อให้ค่าความผิดพลาดของเอาต์พุตและเป้าหมายมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งค่าความผิดพลาดระหว่างเอาต์พุตและเป้าหมายนี้เองเป็นตัวชี้ประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อให้โครงข่ายมีประสิทธิภาพมากที่สุดจึงจำเป็นต้องกำหนดตัวชี้ประสิทธิภาพที่เหมาะสม สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ย (mean-square error) เป็นตัวชี้ประสิทธิภาพ

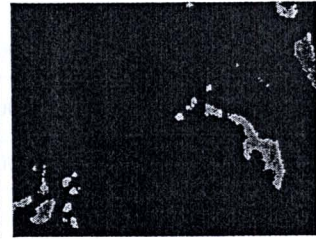
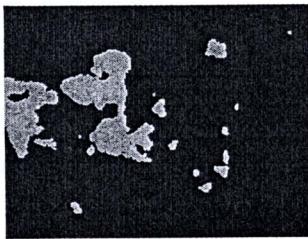
ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ พารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียม ได้แก่ จำนวนชั้น จำนวนเซลล์ประสาทเทียมและฟังก์ชันถ่ายโอน เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากที่สุดจำเป็นต้องมีการออกแบบเลือกจำนวนชั้น จำนวนเซลล์ประสาทเทียมและฟังก์ชันถ่ายโอนที่เหมาะสม ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับโดยให้มี 2 อินพุต 1 เอาต์พุตและมีชั้นซ่อนเร้นและฟังก์ชันถ่ายโอนดังแสดงในตารางที่ 3.1 และใช้ค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ยเป็นตัวชี้ประสิทธิภาพ จากผลการทดสอบโครงข่ายที่ให้ค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ โครงข่าย 2-5-10-1 (ชั้นอินพุตมีเซลล์ประสาทเทียม 2 เซลล์ มีชั้นซ่อนเร้น 2 ชั้นมีเซลล์ประสาทเทียม 50 เซลล์และชั้นเอาต์พุตมีเซลล์ประสาทเทียม 1 เซลล์) ใช้ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบไฮเพอร์โบลาร์แทนเจนต์ซิกมอยด์ ทั้งสามชั้นได้ค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ย 0.0288479 และโครงข่ายที่ให้ค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ยน้อยรองลงมาคือ โครงข่าย 2-5-10-1 ใช้ฟังก์ชันถ่ายโอน



แบบไฮเปอร์โบลาร์แทนเจนต์ซิกมอยด์ แบบลอการิทึมซิกมอยด์และแบบลอการิทึมซิกมอยด์ ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โครงข่าย 2-5-10-1 ใช้ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบไฮเปอร์โบลาร์แทนเจนต์ซิกมอยด์ทั้งสามชั้น เนื่องจากให้ค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับในการคัดแยกกลุ่มสีไบบองุ่นแสดงดังรูปที่ 3.9

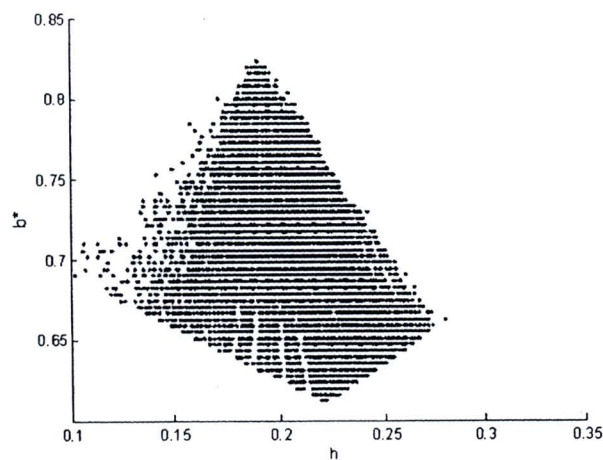


(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพกลุ่มสีไบบองุ่น

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างกลุ่มสีไบบองุ่นที่นำมาฝึกสอนระบบ

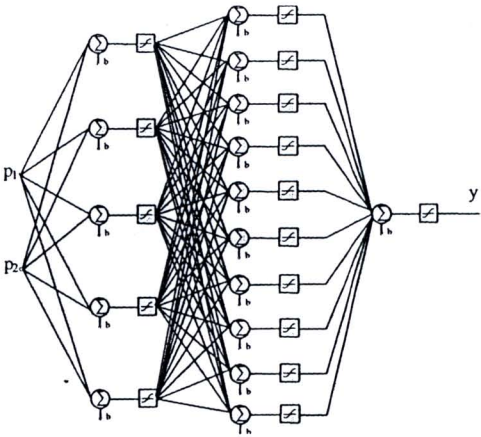


รูปที่ 3.9 ค่า $H-b^*$ ของสีไบบองุ่นจากตัวอย่างภาพสีไบบองุ่น 200 ตัวอย่าง
จากภาพทั้งหมด 41 ภาพ

ขั้นตอนที่ 4 ทำการฝึกสอนโครงข่ายที่ออกแบบไว้ รูปที่ 3.10 แสดงค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ยระหว่างการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับในการคัดแยกกลุ่มสีใบองุ่น

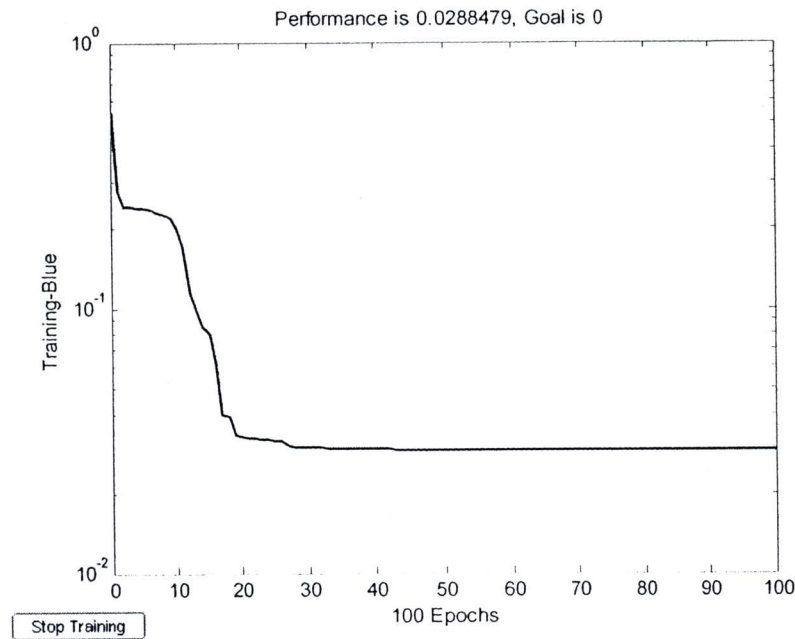
ตารางที่ 3.1 ผลการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเลือกพารามิเตอร์ของระบบ

โครงข่าย	จำนวนรอบ	ฟังก์ชันถ่ายโอน	ค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ย
2-5-1	100	Tansig – Tansig	0.0300931
2-5-1	100	Tansig – Purelin	0.0301913
2-5-1	7	Purelin – Purelin	0.1221390
2-5-1	100	Tansig – Logsig	0.0297639
2-5-1	100	Tansig – Purelin	0.0746313
2-5-1	100	Tansig – Logsig	0.0293465
2-10-1	100	Tansig – Tansig	0.0301922
2-10-1	100	Tansig – Logsig	0.0293287
2-5-10-1	100	Tansig – Logsig – Tansig	0.0290129
2-5-10-1	100	Tansig – Logsig – Logsig	0.0288928
2-5-10-1	100	Tansig – Tansig – Tansig	0.0288479
2-5-3-2-1	100	Tansig – Logsig – Logsig - Purelin	0.0396315



รูปที่ 3.10 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับในการคัดแยกกลุ่มสีใบองุ่น

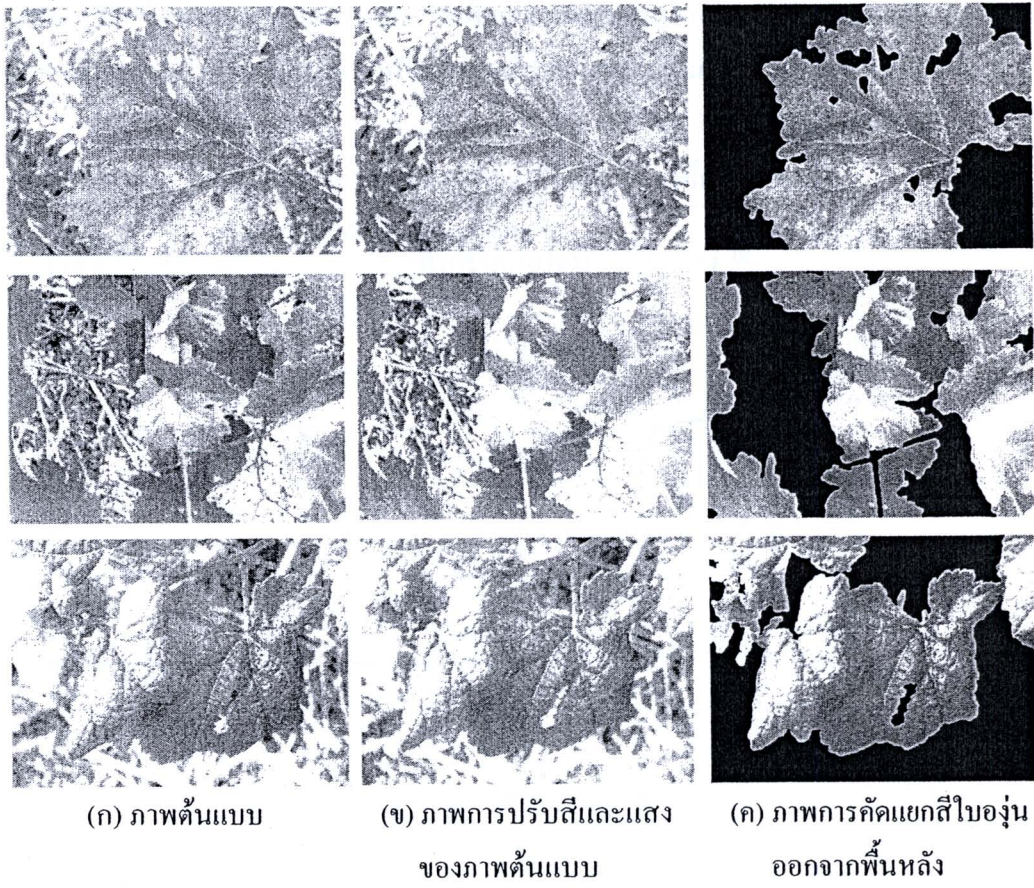
ขั้นตอนที่ 5 นำค่าเวกเตอร์น้ำหนักประสาทที่ได้จากระบบการแยกกลุ่มสีจากภาพ มาทำการจำลอง (simulation) กับโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับที่ได้ทำการฝึกสอนไว้แล้ว ซึ่งเมื่อกลุ่มสีใดเป็นกลุ่มสีใบบองุ่น โครงข่ายก็จะให้เอาต์พุตเป็น 1 ส่วนกลุ่มสีใดไม่ใช่กลุ่มสีใบบองุ่น โครงข่ายก็จะให้เอาต์พุตเป็น 0



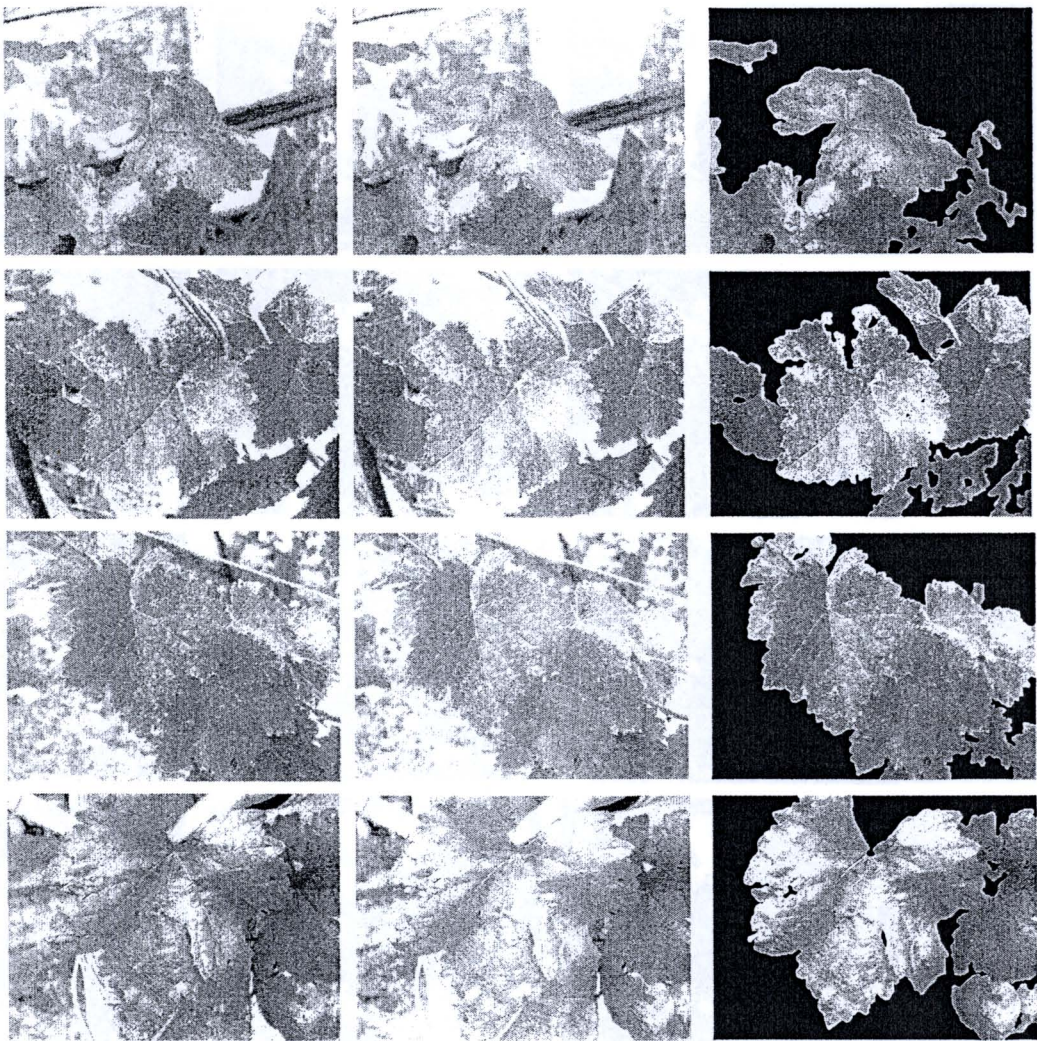
รูปที่ 3.11 ค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ยระหว่างการฝึกสอน

3.7 ผลการทดสอบการคัดแยกสีใบบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง

ด้วยการทดสอบภาพใบบองุ่นที่มีขนาดภาพเท่ากับ 426 x 568 จุดภาพการคัดแยกสีใบบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังด้วยกระบวนการแบ่งกลุ่มสีของ SOFM โดยการกำหนดจำนวนกลุ่มสีในแต่ละภาพและใช้ BPNN ในการระบุกลุ่มที่เป็นสีใบบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังซึ่งทำการทดสอบภาพที่ไม่ผ่านการฝึกสอนจำนวน 1,088 ภาพ โดยพิจารณาแบ่งตามลักษณะความซับซ้อนของลักษณะพื้นหลังของภาพ คือ ลักษณะพื้นหลังที่มีความซับซ้อนน้อย ลักษณะพื้นหลังที่มีความซับซ้อนปานกลางและลักษณะพื้นหลังที่มีความซับซ้อนมาก นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบระบบเมื่อมีสถานะแสงสว่างแตกต่างกัน ได้แก่ สถานะแสงสว่างมาก สถานะแสงสว่างปานกลางและสถานะมืดครึ้ม รวมถึงสถานะที่มีหยดน้ำบนพื้นผิวใบ เพื่อดูผลการทดสอบระบบการคัดแยกสีใบบองุ่นตามลักษณะความซับซ้อนของภาพ ได้ผลดังต่อไปนี้



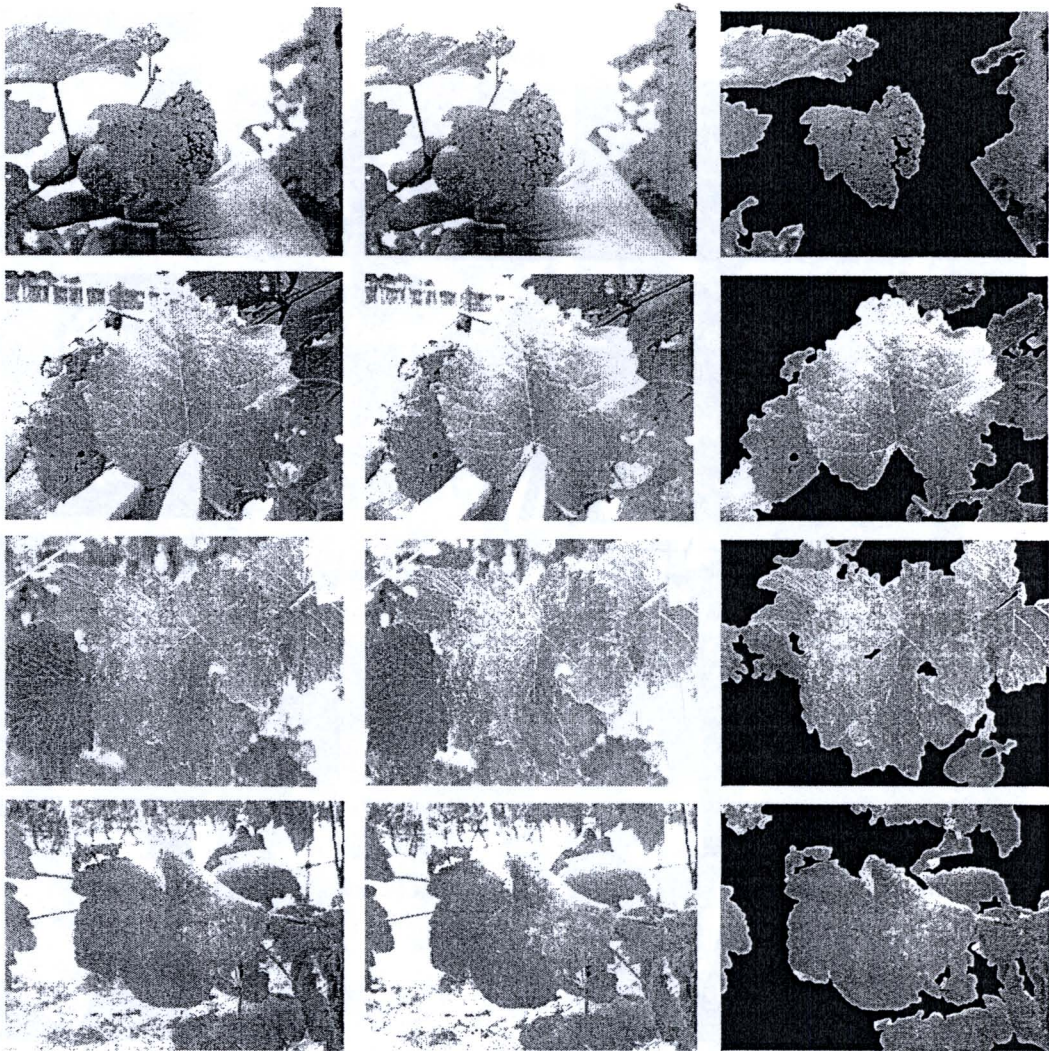
รูปที่ 3.12 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนน้อย



(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการปรับสีและแสง
ของภาพต้นแบบ(ค) ภาพการคัดแยกสีไบอู๋น
ออกจากพื้นหลัง

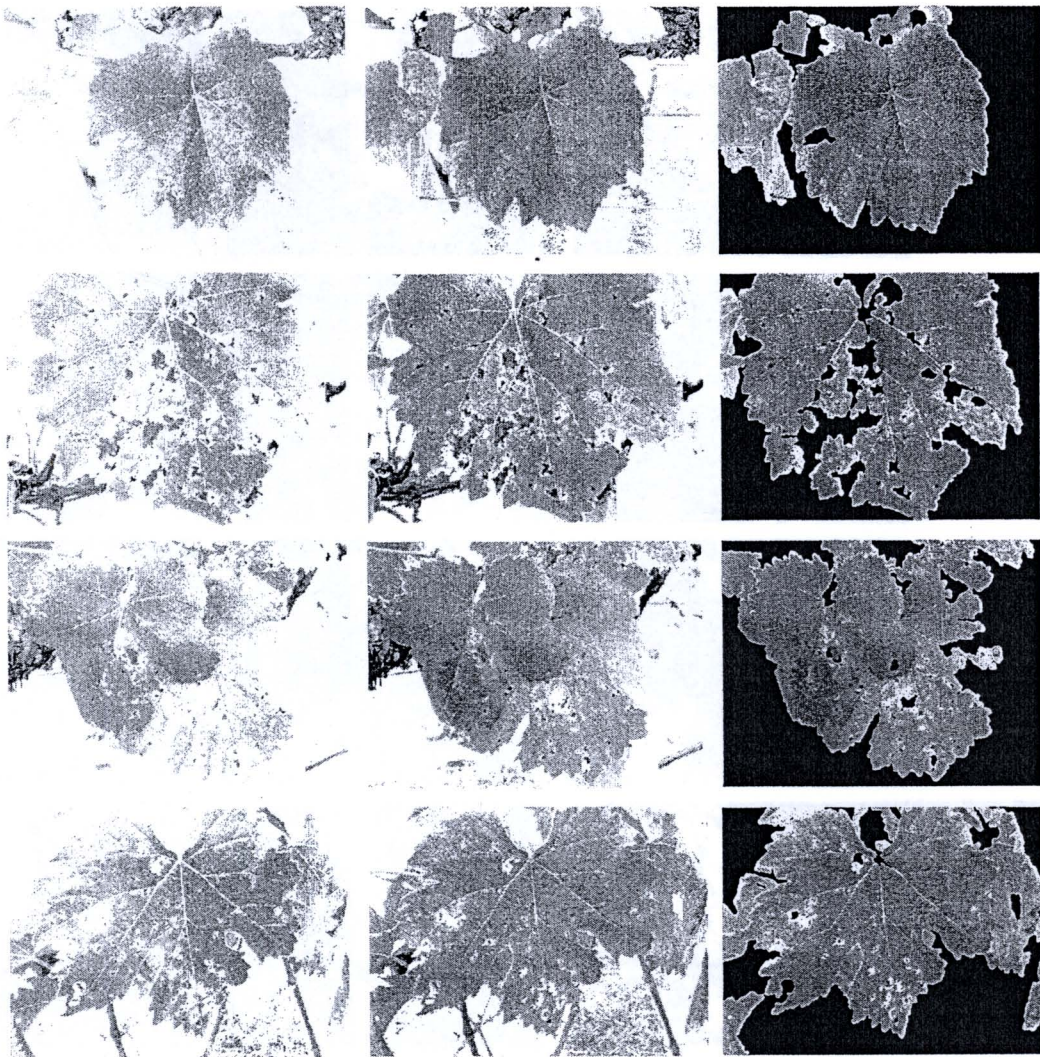
รูปที่ 3.13 ตัวอย่างการคัดแยกสีไบอู๋นออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนปานกลาง



(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการปรับสีและแสง
ของภาพต้นแบบ(ค) ภาพการคัดแยกสีใบอ่อน
ออกจากพื้นหลัง

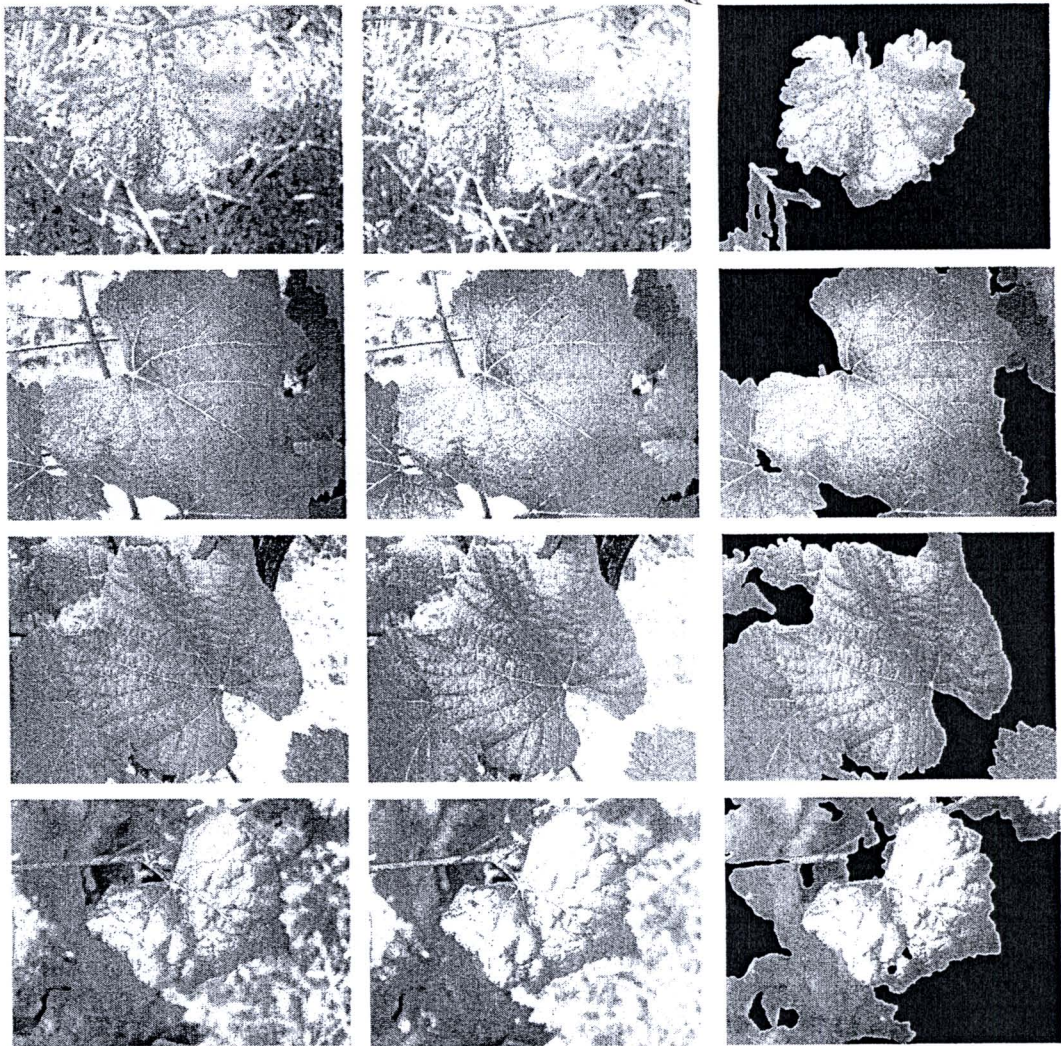
รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบอ่อนออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนมาก



(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการปรับสีและแสง
ของภาพต้นแบบ(ค) ภาพการคัดแยกสีใบองุ่น
ออกจากพื้นหลัง

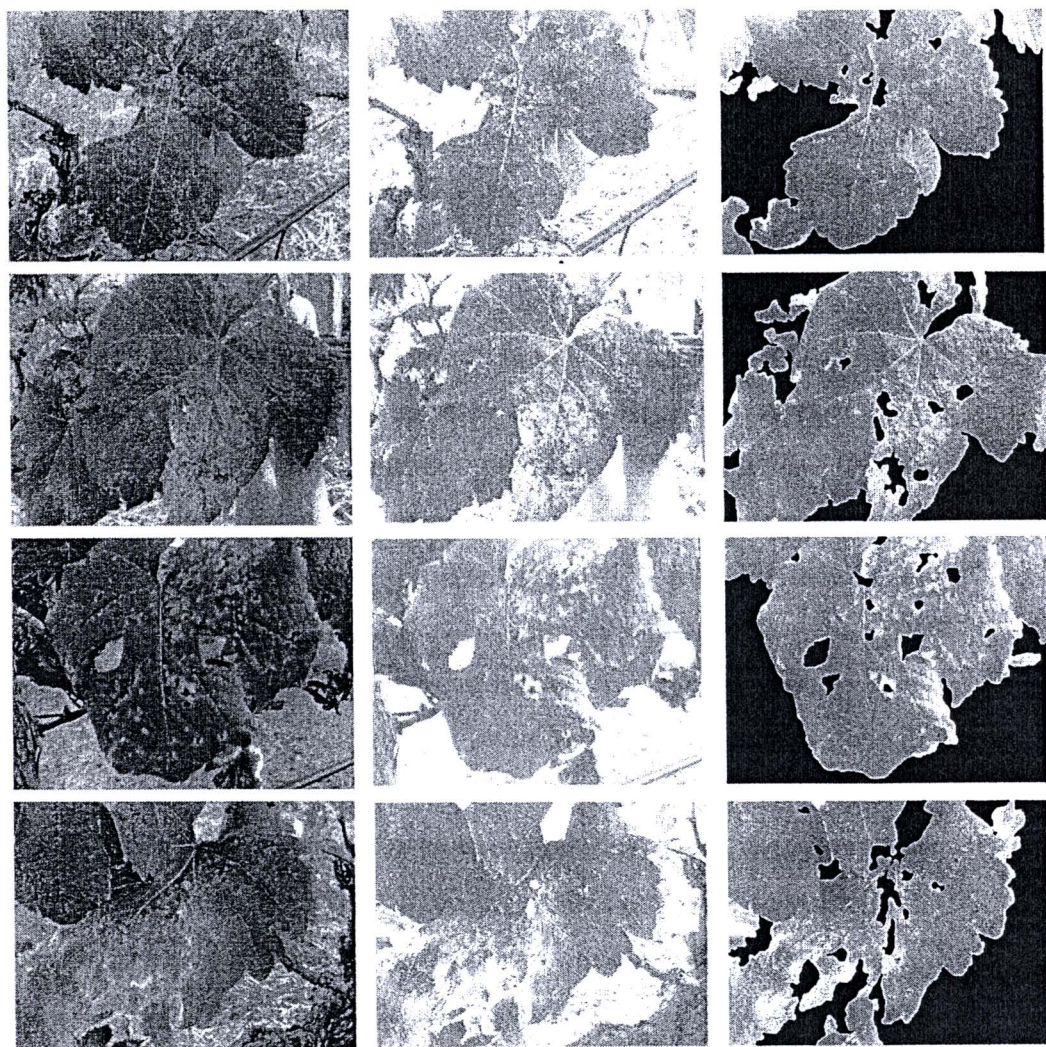
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะแสงสว่างมาก



(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการปรับสีและแสง
ของภาพต้นแบบ(ค) ภาพการคัดแยกสีไวของ
ออกจากพื้นหลัง

รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการคัดแยกสีไวของออกจากภาพพื้นหลังที่สถานะแสงสว่างปานกลาง



(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพการปรับสีและแสง
ของภาพต้นแบบ(ค) ภาพการคัดแยกสีใบองุ่น
ออกจากพื้นหลัง

รูปที่ 3.17 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะมืดครึ้ม

เมื่อพิจารณารูปที่ 3.12 เป็นการพิจารณาการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนน้อย อาทิเช่น พื้นดิน พางข้าว เป็นต้น พบว่าระบบสามารถทำการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณารูปที่ 3.13 เป็นการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนปานกลาง อาทิเช่น พื้นดิน เสา ท่อน้ำ ก้อนหิน จำนวนกลุ่มหญ้าเล็กน้อย มีมนุษย์ เป็นต้น พบว่าระบบยังสามารถทำการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณารูปที่ 3.14 เป็นการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนมาก อาทิเช่น ท้องฟ้า จำนวนกลุ่มหญ้ายาขนาดใหญ่ จำนวนกลุ่มใบไม้ขนาดใหญ่ เป็นต้น ระบบยังสามารถทำการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังที่มีสีแตกต่างจากสีใบบ่งได้ แต่ยังคงมีข้อจำกัดในกรณีที่มีจำนวนกลุ่มข้อมูลภายในภาพมีสีคล้ายสีใบบ่งจำนวนมากเป็นผลให้การคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อพิจารณารูปที่ 3.15 เป็นการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะแสงสว่างมากพบว่าระบบสามารถทำการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังได้ แต่ยังคงมีข้อจำกัดในกรณีที่แสงตกกระทบบนพื้นผิววัตถุภายในภาพทำให้เกิดการสะท้อนแสงที่บริเวณพื้นผิววัตถุดังกล่าวเป็นผลให้ไม่สามารถทราบรายละเอียดในส่วนที่เกิดการสะท้อนแสงได้และทำให้การคัดแยกพื้นผิวดังกล่าวให้ผลได้ไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อพิจารณารูปที่ 3.16 เป็นการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะสภาวะแสงสว่างปานกลางพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณารูปที่ 3.17 เป็นการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะมืดครึ้มพบว่าระบบสามารถทำการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการปรับระดับสีและแสงภายในภาพให้อยู่ในบรรทัดฐานเดียวกันตามข้อมูลภาพอ้างอิงดังนั้นข้อมูลภาพในสภาวะมืดครึ้มเมื่อทำการปรับระดับสีและแสงตามข้อมูลภาพอ้างอิงเป็นผลให้ระบบสามารถทำการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลังได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นของกระบวนการคัดแยกสีใบบ่งออกจากภาพพื้นหลัง พบว่าในกรณีที่ข้อมูลภายในภาพมีการสะท้อนของแสงมากเกินไป เช่น พื้นดิน ส่วนของใบ เป็นต้น การพิจารณาส่วนของบริเวณนี้จะไม่สามารถพิจารณาโรคได้ ดังนั้นในกระบวนการปรับปรุงภาพจึงต้องทำการลบข้อมูลภาพพื้นผิวที่สะท้อนแสงจ้าออก โดยเริ่มจากการนำภาพต้นแบบมาทำการแปลงเป็นภาพระดับเทา แล้วจึงทำการพิจารณาการลบบริเวณที่ไม่ต้องการออกกับขีดเริ่มเปลี่ยน (threshold) ซึ่งบริเวณดังกล่าวจะมีค่าระดับเทาสูง ในการคัดแยกภาพพื้นหลังยังคงมีส่วนที่เป็นหญ้า กลุ่มใบ ก้านใบและข้อมูลจุดเล็ก ๆ ที่ไม่สามารถคัดแยกออกได้ด้วยกระบวนการคัดแยกทางสีเป็นผลให้การวิเคราะห์โรคมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์โรคใบบ่งของระบบจึงจำเป็นต้องทำการกำจัดบริเวณดังกล่าวออกด้วยกระบวนการทางรูปร่าง (morphology) โดยทำการลดขอบภาพ แล้วจึงแปลงเป็นภาพขาวดำ (binary image) จากนั้นจึงพิจารณาทำการลบบริเวณที่ไม่ต้องการออกโดยใช้พื้นที่ภายในป้ายของค้ประกอบ (label) กับขีดเริ่ม

เปลี่ยน (threshold) แล้วทำการขยายขอบภาพและจึงแปลงจากภาพขาวดำเป็นภาพสี ดังแสดงในรูปที่ 3.18



(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) การลบขอบภาพ



(ค) การแปลงการภาพสีเป็นภาพขาวดำ



(ง) แปลงภาพขาวดำที่มีค่าเป็น 1 และ 0
ให้มีค่าเป็น 0 และ 1



(จ) การขยายขอบภาพ



(ช) ผลการลบบริเวณที่มีสีคล้ายสีใบองุ่น

รูปที่ 3.18 การลบบริเวณที่มีสีคล้ายสีใบองุ่น

3.8 สรุป

การคัดแยกสีไบออน์ออกจากภาพพื้นหลัง โดยเริ่มจากการปรับปรุงสีและแสงภายในภาพซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในการปรับระดับความแตกต่างของแสงสว่างในแต่ละช่วงเวลาของข้อมูลภาพ รวมทั้งลดความแตกต่างของภาพสีจากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทให้ข้อมูลสีและแสงของภาพอยู่ในบรรทัดเดียวกันตามข้อมูลภาพอ้างอิง อีกทั้งยังทำการแปลงปริภูมิสีจาก RGB เป็นปริภูมิสี HSV และ CIE L^*a^*b เพื่อช่วยลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของแสงและเมื่อพิจารณาการแบ่งกลุ่มสีไบออน์และภาพพื้นหลังด้วย SOFM ซึ่งจะต้องทำการกำหนดจำนวนค่าเริ่มต้นของเวกเตอร์น้ำหนักประสาทในการแทนจำนวนกลุ่มสีให้เพียงพอสำหรับการแบ่งแยกกลุ่มสีที่เป็นสีไบออน์และไม่ใช้สีไบออน์เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการแบ่งกลุ่มสีไบออน์และไม่ใช้สีไบออน์มาทำการฝึกสอนให้ BPNN เป็นตัวตัดสินใจคัดแยกสีไบออน์ออกจากภาพพื้นหลังซึ่งการแบ่งกลุ่มสีด้วย SOFM สามารถแบ่งกลุ่มสีแยกความแตกต่างระหว่างสีไบออน์และไม่ใช้สีไบออน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการคัดแยกสีไบออน์ด้วย BPNN สามารถคัดแยกสีไบออน์ออกจากภาพพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพและเมื่อพิจารณาผลการทดสอบการคัดแยกสีไบออน์ออกจากภาพพื้นหลังโดยแบ่งตามลักษณะความซับซ้อนของลักษณะพื้นหลังของภาพ ได้แก่ ลักษณะพื้นหลังที่มีความซับซ้อนน้อย ลักษณะพื้นหลังที่มีความซับซ้อนปานกลางและลักษณะพื้นหลังที่มีความซับซ้อนมากพบว่า การคัดแยกสีไบออน์ออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนน้อยและซับซ้อนปานกลางระบบสามารถการคัดแยกสีไบออน์ออกจากภาพพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการคัดแยกสีไบออน์ออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนมากพบว่ายังมีข้อมูลภายในภาพที่มีสีคล้ายสีไบออน์ที่ไม่สามารถคัดแยกออกได้ นอกจากนี้ยังได้พิจารณาทำการทดสอบระบบเมื่อมีสถานะแสงสว่างแตกต่างกัน ได้แก่ สถานะแสงสว่างจ้า สถานะมีเมฆบางส่วน สถานะมีดครึ้ม พบว่าระบบยังสามารถคัดแยกสีไบออน์ออกจากภาพพื้นหลังที่สถานะมีเมฆบางส่วนและมีดครึ้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการปรับระดับสีและแสงตามข้อมูลภาพอ้างอิง