บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ตรวจสอบหาสารคลอไพริฟอสตกค้าง และการปนเปื้อนของเชื้อ *Colletotrichum capsici* ในพริกสด

1.1 ตรวจสอบหาสารคลอไพริฟอสตกค้าง ในพริกสด

จากการศึกษาหาปริมาณของสารคลอไพริฟอสตกค้างในพริกสด โดยการใช้ชุดตรวจสอบสารพิษตกค้าง GT Pesticide Test kit จากแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 แหล่ง ได้แก่ ตลาดเมืองใหม่ ตลาดต้นพยอม ตลาดรวมโชค และตลาดธานินทร์ พบว่าพริกสดที่มีสารคลอไพริฟอสตกค้างมากที่สุด ได้แก่ ตลาดต้นพยอม โดยมีเปอร์เซ็นต์การตกค้างของสารคลอไพริฟอสตกค้างเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ตลาดธานินทร์ มีเปอร์เซ็นต์การตกค้างเท่ากับ 54.21 เปอร์เซ็นต์ และตลาดเมืองใหม่ มีเปอร์เซ็นต์ตกค้างเท่ากับ 45.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในตลาดรวมโชค มีเปอร์เซ็นต์การตกค้างของสารคลอไพริฟอสน้อยที่สุด ซึ่งจากการที่พริกสดมีการตกค้างของสารคลอไพริฟอสที่มากน้อยต่างกันนั้น อาจมีสาเหตุมาจากขั้นตอนในระหว่างการปลูก การดูแล ซึ่งเป็นช่วงระยะที่ก่อนมีการเก็บเกี่ยว โดยในขั้นตอนปลูกและการดูแลนั้น อาจมีการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช ทำให้เป็นสาเหตุหลักสำคัญในการที่พริกสดจะได้รับสารยาฆ่าแมลงที่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งจากข้อมูลกรมการค้าต่างประเทศได้รายงานว่า ในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ. 2550 มีการตรวจพบสารอันตรายปนเปื้อนโดยเฉพาะยาฆ่าแมลง จะพบมากที่สุดในตัวอย่างที่เป็นพริกสดทุกชนิด จึงทำให้มีมาตรการเข้มงวดในการส่งออกของสินค้า เพื่อให้สินค้ามีคุณภาพและมาตรฐานที่ดี (ฝ่ายวิเคราะห์และประมวลข่าวสาร สำนักสารนิเทศ, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 ตรวจสอบหาการปนเปื้อนของเชื้อ *Colletotrichum capsici* ในพริกสด

จากผลการศึกษาหาการปนเปื้อนของเชื้อ *Colletotrichum capsici* ในพริกสด โดยการสำรวจเก็บตัวอย่างจากแหล่งต่างๆ 4 แหล่ง ได้แก่ ตลาดเมืองใหม่, ตลาดต้นพยอม ตลาดรวมโชค และตลาดธานินทร์ โดยใช้วิธี Tissue transplaniting technique หลังจากการสุ่มเก็บตัวอย่างมาแล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จะพบว่าตัวอย่างพริกสดที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *C. capsici* มากที่สุดได้แก่ ตลาดธานินทร์ รองลงมาคือ ตลาดรวมโชค ตลาดเมืองใหม่ และตลาดต้นพยอม ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อเท่ากับ 83.20, 80.80, 80.20 และ 10.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยการที่พริกสดมีการปนเปื้อนของเชื้อในเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกันนั้น มีสาเหตุมาจากปัจจัยหลักที่สำคัญคือ ช่วงระยะเวลาระหว่างการปลูก การเก็บเกี่ยว หรือภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะในช่วงของการเก็บรักษาอาจพบการปนเปื้อนของเชื้อได้ง่ายมากกว่าในขั้นตอนหรือปัจจัยอื่นๆ เพราะในการเก็บรักษาจะต้องมีการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่เหมาะสม และควรปราศจากสิ่งปนเปื้อน ทำให้สามารถพบการเข้าทำลายของเชื้อ *C. capsici* ได้ โดยจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อปริมาณและคุณภาพของพริกสดได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Than *et al*. (2008) พบว่าเชื้อ *C. capsici* สามารถเข้าทำลายแบบแฝงได้เช่นกัน และการที่พริกสดสามารถถูกเข้าทำลายจากเชื้อได้เพราะอาจเกิดจากการเก็บรักษาที่ไม่ถูกวิธี หรือมีการดูแลที่ป้องกันไม่ดีพอจะทำให้เกิดความเสียหายได้ และจากการศึกษาของ อภิญญาและคณะ (2550) ได้ใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการควบคุมเชื้อ *C. capsici* ใน 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง พบว่ามีการกระจายตัวของเชื้อ *C. capsici* ทั้งใน 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งส่วนใหญ่มักจะพบการเข้าทำลายในพริกสดที่เป็นสีเขียวยังไม่สุก และก็เช่นเดียวกับ สมศิริและไพโรจน์ (2547) ได้รายงานว่า ในประเทศไทยและ อินเดีย มีการเข้าทำลายของเชื้อ *C. capsici* ในพริกสดได้ โดยก่อให้เกิดความเสียหายถึง 20-60 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 การศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการใช้โอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ในการลดสารคลอไพริฟอสตกค้าง และลดการปนเปื้อนเชื้อ *Colletotrichum capsici* ในหลอดทดลอง

2.1 ผลต่อการลดสารคลอไพริฟอสตกค้างมาตรฐานในหลอดทดลอง

ในการหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ต่อการลดสารคลอไพริฟอสตกค้างในสภาพหลอดทดลอง โดยใช้สารละลายคลอไพริฟอสมาตรฐานเข้มข้น 1 ppm พบว่าในชุดการทดลองที่ใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน สามารถลดสารคลอไพริฟอสตกค้างได้ โดยจะเห็นว่าประสิทธิภาพในการสลายสารคลอไพริฟอสตกค้างจะลดลงตามระยะเวลาในการทดลอง โดยระยะเวลาที่สามารถสลายสารคลอไพริฟอสตกค้างได้มากที่สุดคือ 60 นาที เนื่องจากปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์มีคุณสมบัติในการเป็นตัวแคตาลิสต์ที่ดีจึงสามารถทำให้โครงสร้างทางเคมีของสารคลอไพริฟอสเปลี่ยนไป (พิมพวัลคุ์, 2551) นอกจากนี้โอโซนก็มีคุณสมบัติที่สามารถเป็นตัวออกซิไดซ์ที่ดีเช่นกัน เนื่องจากสารคลอไพริฟอสเป็นยาฆ่าแมลงกลุ่ม organophosphate ซึ่งมีพันธะคู่เชื่อมระหว่างอะตอมของฟอสฟอรัส (P) และซัลเฟอร์ (S) อาจจะถูกออกซิไดซ์ให้เปลี่ยนรูปเป็นรูปของโครงสร้างใหม่ได้ และจากงานวิจัยของ Wu *et al.* (2007) พบสารที่เกิดขึ้นจากการออกซิไดซ์ของโอโซนกับยาฆ่าแมลง คือ paraoxon และ diazoxon ซึ่งเปลี่ยนรูปจากสารฆ่าแมลงชื่อ parathion และ diazinon ซึ่งสารทั้งสองที่ได้มาจากการเปลี่ยนรูปนี้พบว่าปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ เช่น ปลา และจากผลการเปรียบเทียบชุดการทดลองอื่นๆ พบว่าในชุดการทดลองที่ใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์อย่างเดียว มีประสิทธิภาพในการสลายสารคลอไพริฟอสให้ลดต่ำลงได้น้อย และในชุดการทดลองที่ใช้โอโซนอย่างเดียวจะพบว่ามีประสิทธิภาพในการสลายสารคลอไพริฟอสได้เช่นกันแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Rajeswari and Kanmani (2009) พบว่าในการใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน สามารถไปกระตุ้นให้เกิดอัตราการสลายตัวของสารตกค้าง Carbaryl เพิ่มมากขึ้นกว่าการใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ และโอโซนอย่างเดียว และจากการทำงานร่วมกันของทั้งสองชนิด พบว่าในการเกิดและทำปฏิกิริยากันของทั้งสองจะทำให้เกิดโครงสร้างประเภทที่เป็นเรดิคอล ซึ่งเกิดจากการที่เกิดปฏิกิริยาเคมีโดยมีการกระตุ้นของแสงเป็นตัวเร่งในการทำปฏิกิริยา โดยที่อิเล็คตรอนจะเคลื่อนที่ย้ายจากไททาเนียมไดออกไซด์ไปเกาะจับตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นไฮดรอกซิลเรดิคอล และเมื่อไปพบกับประจุของโอโซนจะเกิดซูเปอร์ออกไซด์เรดิคอล และซูเปอร์ออกไซด์เรดิคอลก็จะไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำปฏิกิริยาต่อก็จะทำให้เกิดไฮดรอกซิลเรดิคอลต่อไป ซึ่งไฮดรอกซิลเรดิคอลตัวนี้จะเป็นตัวที่สามารถออกซิไดซ์สารประกอบอินทรีย์ได้ (Buhler *et al*., 1984) และนอกจากนี้ไฮดรอกซิลเรดิคอลก็ยังเป็นตัวออกซิไดซ์หลักในการเกิดปฏิกิริยาอีกเช่นกัน (ขจรศักดิ์, 2545)

2.2 ผลต่อการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum capsici* ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ

จากการศึกษาการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์ของเชื้อ *C. capsici* ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ ด้วยการใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าในชุดการทดลองด้วยปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน และชุดการทดลองด้วยโอโซนอย่างเดียว สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ดีที่เวลา 60 นาที ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และในชุดการทดลองที่ใช้โอโซนอย่างเดียวนั้นสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ดีเช่นเดียวกับชุดการทดลองด้วยปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน เนื่องจากโอโซนสามารถเข้าทำลายผนังเซลล์ของเส้นใย และยับยั้งการสร้างเส้นใยของเชื้อ โดยการสร้างเส้นใยที่คล้ายเมือกจะเจริญขณะที่มีการให้โอโซน และเมื่อหยุดการให้โอโซนเส้นใยที่คล้ายเมือกก็จะเจริญเติบโตเป็นเส้นใยที่สมบูรณ์ (สิคีริยา, 2545) เช่นเดียวกับ Mudd *et al*. (1969) รายงานว่าโอโซนมีผลต่อการเข้าทำลายเยื่อหุ้มเซลล์แบคทีเรีย โดยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร phospholipid และ Ishizaki *et al*. (1987) ยังพบว่าโอโซนมีการซึมผ่านผนังเซลล์ แล้วทำปฏิกิริยากับสารที่อยู่ใน cytoplasm ทำให้แบคทีเรียมีการแบ่งเซลล์ลดลง ส่วนการควบคุมการงอกของสปอร์ของเชื้อ *C. capsici* พบว่าที่ระยะเวลา 60 นาที ในชุดการทดลองด้วยปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน และชุดการทดลองด้วยโอโซนอย่างเดียวมีประสิทธิภาพในการลดการงอกของสปอร์ของเชื้อได้ดี โดยสามารถลดการงอกของสปอร์ให้มีค่าที่ต่ำมากจนเกือบเป็นศูนย์ ซึ่งในการทดลองพบว่าในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์ของเชื้อ *C. capsici* นั้นให้ผลออกมาในทิศทางเดียวกัน โดยจะพบว่าในชุดการทดลองที่ใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน และชุดการทดลองที่ใช้โอโซนอย่างเดียวให้ผลที่ดีในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ และยังพบว่าในชุดการทดลองที่ใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์อย่างเดียวให้ผลที่ไม่ดี โดยไม่สามารถควบคุมและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และนอกจากนี้ในการใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์อย่างเดียวจะมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ต่ำกว่า ที่มีการนำโอโซนมาทำงานร่วมกันในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อ ซึ่งเช่นเดียวกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Hur *et al*. (2005) พบว่าการทำปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อราในผลกีวีฟรุตที่ก่อให้เกิดโรคได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ในการล้างพริกสด เพื่อลดสารคลอไพริฟอสตกค้าง และลดการปนเปื้อนเชื้อ *Colletotrichum capsici*

3.1 ผลของการใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ต่อการลดสารคลอไพริฟอสตกค้าง ในพริกสด

ในการศึกษากรรมวิธีการใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ต่อการลดสารคลอไพริฟอสตกค้าง ในพริกสด โดยการนำพริกสดไปล้างด้วยน้ำที่มีการทำปฏิกิริยากันของโอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ พบว่าประสิทธิภาพในการสลายตัวของสารคลอไพริฟอสตกค้างจะลดลงตามระยะเวลาที่นำไปล้างน้ำ โดยที่เวลา 25 นาที พริกสดที่นำไปล้างด้วยชุดการทดลองต่างๆ มีประสิทธิภาพในการลดสารคลอไพริฟอสตกค้างได้ตั้งแต่ที่เวลา 25 นาที ของการทดลอง แต่เมื่อให้ระยะเวลาในการล้างเพิ่มขึ้นเป็น 50, 75 และ 100 นาที จะพบว่าในทุกชุดการทดลองมีประสิทธิภาพในการลดสารคลอไพริฟอสตกค้างเช่นกัน โดยที่เวลา 100 นาที ในชุดการทดลองที่ใช้โอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการลดสารคลอไพริฟอสตกค้างได้ดีที่สุด โดยสามารถสลายสารคลอไพริฟอสตกค้างลดลงได้ถึง 25.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Li *et al.* (2005) ได้ทำการศึกษาถึงผลของปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียม-ไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน ในการกำจัดสาร dibutyl phthalate ในการบำบัดน้ำเสีย โดยพบว่าค่า TOC ของ dibutyl phthalate มีอัตราการลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ที่เวลา 30 นาที โดยสามารถสลายสาร dibutyl phthalate ได้ 83 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Klare *et al.* (1999) ได้ศึกษาการทำงานร่วมกันของปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์และโอโซน ต่อการลดสารประกอบประเภท organic ที่เป็นกลุ่ม N-compound ทั้ง 4 ชนิด คือ alkylamine, alkanolamines, heterocyclic และ aromatic N-compound พบว่าการใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน สามารถสลายสารประกอบ N-compound ให้มีค่า TOC ที่ลดลงได้สูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ และนอกจากนี้เมื่อนำชุดการทดลองด้วยปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซนไปทำการเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ พบว่าในทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากการศึกษายังพบว่าการใช้โอโซนอย่างเดียวในการล้างพริกสดต่อการลดสารคลอไพริฟอสตกค้าง จะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าชุดการทดลองที่ใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์อย่างเดียว โดยสามารถสลายสารคลอไพริฟอสตกค้างได้ 58.68 เปอร์เซ็นต์ โดย Cataldo (2008) ศึกษาการใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โอโซนเพื่อสลายสารพิษ patulin และการปนเปื้อนของอาหารในน้ำสาลี่และแอปเปิล พบว่าโอโซนสามารถสลายสารพิษ patulin ในน้ำแอปเปิลได้

3.2 ผลของการใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ต่อการลดการปนเปื้อนเชื้อ *Colletotrichum capsici* ในพริกสด

จากผลการใช้โอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ต่อการล้างผลพริกสด เป็นเวลา 25, 50, 75 และ 100 นาที เพื่อลดและควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อ *C. capsici* พบว่าในการใช้ชุดการทดลองด้วยปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียม-ไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน ที่เวลา 100 นาที สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อได้ โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและลดเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ของเชื้อให้ลดลงได้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อได้ดีที่สุดและมีค่าเกือบเป็นศูนย์ ซึ่งจากงานวิจัยของ Kim *et al*. (2003) ได้ศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการทำงานของปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella cholearesui*, *Vibrio parahaemolyticus* และ *Listeria monocytogenes* โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้ใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ พบว่าในการใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียม-ไดออกไซด์สามารถยับยั้งและฆ่าเชื้อโรคได้ดีกว่าในชุดที่ไม่ได้ใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ โดยภายในเวลา 3 ชั่วโมง เชื้อ *S. cholearesui* และ *V. parahaemolyticus* จะสามารถถูกทำลายได้ทั้งหมด แต่ในเชื้อ *L. monocytogenes* สามารถยับยั้งได้เพียง 87 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น และเช่นเดียวกับ ขนิษฐา และคณะ (2551) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพในการนำไปฆ่าเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ทั่วไป และ *Escherichia coli* (*E. coli*) พบว่าที่เวลา 30 นาที ความสามารถในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปและ *E. coli* มีค่าเท่ากับ 8.23-19.25 เปอร์เซ็นต์ และ 10.18-14.85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการให้แสง UV เป็นเวลานาน แสง UV จะมีความเข้มมากขึ้นทำให้มีความสามารถในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้มากยิ่งขึ้น (Kim *et al*., 2003) และนอกจากนี้ Dunlop *et al*. (2008) ยังได้ศึกษาพบว่าการให้ระยะเวลาของแสง UV เป็นเวลานานร่วมกับการใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสปอร์ของเชื้อ *Clostridium perfringens* ได้ถึง 99.70 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 120 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 ศึกษาผลร่วมของการใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียม-ไดออกไซด์ ในการล้างพริกสด เพื่อลดสารคลอไพริฟอสตกค้าง และลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Colletotrichum capsici*

จากการใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 3.1 และ 3.2 พบว่าในการทดลองใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ทำงานร่วมกัน ในการล้างพริกสดเพื่อลดสารคลอไพริฟอสตกค้างและลดการปนเปื้อนของเชื้อ *C. capsici* เป็นเวลา 100 นาที และเมื่อนำผลพริกสดไปจุ่มสารคลอไพริฟอสนาน 30 นาที และทำการปลูกเชื้อที่ความเข้มข้น $2.9x10^6$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร บ่มทิ้งไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปล้างด้วยน้ำที่มีปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน พบว่าในการใช้ชุดการทดลองที่มีปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซน มีประสิทธิภาพที่ดีในการลดสารคลอไพริฟอสตกค้าง และควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อ *C. capsici* ได้ โดยสามารถสลายสารคลอไพริฟอสตกค้างได้ถึง 72.31 เปอร์เซ็นต์ และยับยั้งการเจริญของเส้นใยให้มีการเจริญน้อยที่สุดเท่ากับ 3.02 เซนติเมตร และยังสามารถลดเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ลงได้เหลือเท่ากับ 5.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในการทำงานของชุดการทดลองที่ใช้โอโซนอย่างเดียวให้ผลที่ดีเท่ากับการทำงานของชุดการทดลองด้วยปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียม-ไดออกไซด์อย่างเดียว เพราะเมื่อทำการเปรียบเทียบกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจากคุณสมบัติของโอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ก็มีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกัน เนื่องจากสามารถลดหรือกำจัดสารพิษ และการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีเช่นกัน โดยโอโซนนั้นสามารถกำจัดหรือลดสารเคมีปนเปื้อนได้ (Graham, 1997) และยังช่วยทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ได้อีกเช่นกัน (Beuchat *et al*., 1999) เช่นเดียวกับรายงานวิจัยของ เพ็ญแขและคณะ (2550) พบว่าการใช้โอโซนที่ความเข้มข้น 0.4 ppm ในการล้างพริกขี้หนูสด เป็นเวลา 10 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ดีและยังทำลายได้เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลาในการล้างนานขึ้น ส่วนในการศึกษาของวิญญูและคณะ (2548) พบว่าในการนำกะหล่ำปลีไปล้างด้วยน้ำโอโซน เพื่อลดปริมาณสารมาลาไทออนและพาราไทออนที่ตกค้าง น้ำโอโซนสามารถสลายสารพิษตกค้างทั้งสองชนิดได้มากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในคุณสมบัติของปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์หรือกระบวนการโฟโตแคตาไลติกได้มีงานวิจัยศึกษาพบว่า กระบวนการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ *E. coli* (Matsunagn *et al*., 1985) และยังสามารถทำลายหรือฆ่าเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรค โดยเข้าไปทำลายโครงสร้างภายในของเชื้อไวรัส แบคทีเรีย เชื้อรา สาหร่าย และเซลล์มะเร็งได้อย่างดี (Blake *et al*., 1999; Makowski and Wardas, 2001) และนอกจากนี้ยังมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานไว้ว่าในการนำปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียเพื่อลดปริมาณสารประกอบที่เป็น organic และ inorganic ชนิด Halogen, ยาฆ่าแมลง, น้ำยาเคมี และสีย้อมในน้ำได้ (Wang *et al*., 2002) และในปัจจุบันได้มีการประยุกต์นำวิธีการมาทำงานร่วมกันเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่สูงมากขึ้นจึงได้นำโอโซนเข้ามาทำงานร่วมกัน แต่นอกจากโอโซนแล้วก็ยังมีชนิดอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ร่วมกันได้อีก เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น (Kim *et al*., 1997)

ซึ่งจากการศึกษาผลร่วมของการใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์นี้ จะพบได้ว่าที่เวลา 100 นาที ในชุดการทดลองที่ใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ร่วมกับโอโซนมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ในการลดสารคลอไพริฟอสตกค้าง และลดการปนเปื้อนของเชื้อ *C. capsici* แต่นอกจากนี้ยังพบอีกว่าในระยะเวลา 100 นาที สามารถสลายสารคลอไพริฟอสตกค้างได้เพียง 72.31 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นถ้าเพิ่มระยะเวลาในการล้างพริกสดในนานกว่าเดิมเป็นเวลา 120 นาทีหรือนานกว่านั้นก็น่าจะลดสารคลอไพริฟอสตกค้างได้อีก และก็อาจจะสามารถทำลายหรือฆ่าเชื้อ *C. capsici* ให้หมดไปได้เช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของการใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียม-ไดออกไซด์ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของพริกสด ระหว่างการเก็บรักษา

จากการทดลองที่ 3.3 พบว่าการใช้น้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ล้างพริกสด เป็นเวลา 100 นาที มีผลต่อการลดสารคลอไพริฟอสตกค้าง และสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Colletotrichum capsici* ในพริกสดดีที่สุด จึงนำมาทำการทดลองในการทดลองนี้โดยนำพริกสดไปล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าการล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของพริกสดได้ดีที่สุด ซึ่งเช่นเดียวกันโอโซนมีคุณสมบัติในการควบคุมการเน่าเสียและเป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรงมีการเข้าทำปฏิกิริยาโดยตรงกับโครงสร้างของสารต่างๆ ที่อยู่ภายในเซลล์พืชหรือสัตว์ (Hunt and Marinas, 1999) และนอกจากนี้คุณสมบัติของสารไททาเนียมไดออกไซด์สามารถทำลายสารอินทรีย์ สิ่งสกปรกต่างๆ ให้หมดไปได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เพราะเกิดจากการที่ได้รับแสง UV จากการทำปฏิกิริยากับสารไททาเนียมไดออกไซด์ดูดซับแสง UV จะทำให้เกิดถูกรบกวนเกิด negative electron และ positive hole ขึ้นแล้วเข้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของออกซิเจน เกิดเป็น super oxide anion ขึ้น จึงเกิดออกซิไดซ์กับคาร์บอนในปฏิกิริยาเกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และยังสามารถทำปฏิกิริยาได้ต่อเมื่อ positive hole เข้าทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนของน้ำแตกตัวเป็นก๊าซไฮโดรเจน และไฮดรอกซิลเรดิคอลขึ้น แล้วสุดท้ายแตกตัวได้เป็นน้ำ (Dionysion *et al*. 2000) จึงไม่เป็นอันตรายกับผักและผลไม้ที่นำไปล้าง

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของพริกสด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส โดยการวัดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก ลักษณะภายนอกโดยรวม การยอมรับโดยรวม ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และคุณภาพทางเคมี พบว่าที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่สูงมากขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยพริกสดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดถึง 6.86 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเช่นเดียวกันกับที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แต่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียที่ต่ำกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกันของทั้งสองอุณหภูมิจะพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวก 10) ส่วนในชุดที่จุ่มสารตกค้างและปลูกเชื้อที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับชุดควบคุม ซึ่งในที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ในชุดควบคุมกับมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่น้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสองชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวก 11) และในการเก็บรักษาพริกสดที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส พบว่าพริกสดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด จากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และในชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่น้อยที่สุด แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับทุกชุดการทดลองจะพบว่ามีความแตกต่างกันกับชุดการทดลองที่ใช้น้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แต่กับชุดการทดลองอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งตามปกติในการที่ผลผลิตมีการสูญเสียน้ำ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก จะทำให้ผลเหี่ยวและมีคุณภาพลดลง (Peleg, 1985) ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จะมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 95-100 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถช่วยในการลดการสูญเสียน้ำหนักของพริกสดได้ (สายชล, 2538) แต่พริกสดเป็นผลผลิตที่ขนาดเล็กการคายน้ำออกมาจึงมีปริมาณมากกว่าผลผลิตที่มีขนาดใหญ่กว่า

ในการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของพริกสดมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยที่ค่า L*, a* และ b* ของพริกสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่า L*, a* และ b* ของพริกสดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์มีค่าลดลงตั้งแต่วันแรกจนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนในชุดที่จุ่มสารตกค้างและปลูกเชื้อที่สัปดาห์ที่ 2 พบว่ามีค่า b* ที่แนวโน้มจะเพิ่มสูงมากขึ้นเท่ากับ +13.89 และในชุดควบคุมจะมีค่า L*, a* เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อถึงสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษากับมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อนำชุดการทดลองทั้งหมดมาเปรียบเทียบกันพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในการเก็บรักษาอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าพริกสดที่ล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียม-ไดออกไซด์ มีค่า L* และ a* ลดลงเพียงเล็กน้อย แต่ค่า b* ในสัปดาห์ที่ 1-2 มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา แต่ในสัปดาห์ที่ 3-4 มีค่าแนวโน้มลดลง ส่วนในชุดที่จุ่มสารตกค้างและปลูกเชื้อมีค่า L* เพิ่มมากขึ้น และในสัปดาห์ที่ 3 ค่า a* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อสัปดาห์ 4 มีค่าลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งในสัปดาห์สุดท้ายในทุกชุดการทดลองมีค่าการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันในทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวก 12)

และจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกพริกสด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าค่า L*, a* และ b* มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในพริกสด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของทุกชุดการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในชุดที่ใช้น้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ มีค่าการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกพริกสดที่ลดลงตลอดตั้งแต่วันแรกจนถึงสัปดาห์ที่ 4 สุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งเช่นเดียวกับการศึกษาของ เพ็ญแขและคณะ (2550) รายงานว่า การใช้โอโซนที่มีความเข้มข้นสูงจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกเพียงเล็กน้อย ซึ่งนอกจากนี้การใช้เวลาในการล้างเป็นเวลานานอาจทำให้สีเปลือกของพริกสดมีสีซีดลงได้ เพราะปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ก็มีคุณสมบัติที่เป็นตัวออกซิไดซ์เช่นเดียวกับโอโซน

ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

ในการวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของพริกสดที่ผ่านการล้างด้วยวิธีต่างๆ และเก็บที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี Viable count method โดยสุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ทุกๆ 1 สัปดาห์ และจากการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส จะมีระดับความเข้มข้นที่สามารถนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมดที่ระดับความเข้มข้นที่ 10^3 ซึ่งที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พริกสดที่ล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์มีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ $0.21x10^3$ CFU/ml ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองที่จุ่มสารตกค้างและปลูกเชื้อ และชุดควบคุมที่มีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา ซึ่งในขณะที่พริกสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ในชุดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์มีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่น้อยกว่าและลดลงอย่างต่อเนื่องจากวันแรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ $0.07x10^3$ CFU/ml (ตารางภาคผนวก 13) ซึ่งจากการล้างพริกสดด้วยน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนทั้งหมดให้ต่ำลงได้เพียงเล็กน้อย ซึ่งจะต่างจากการใช้โอโซนและปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียม-ไดออกไซด์ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้โดย สามารถเข้าทำลายผนังเซลล์ และเอนไซม์ต่างๆ ได้เช่นเดียวกับรายงานของ Coleman *et al.* (2002) ที่ศึกษาถึงการนำปฏิกิริยาของโฟโตแคตาไลซิสที่มีสารไททาเนียมไดออกไซด์เป็นตัวทำปฏิกิริยา ในการนำไปสลายเอนไซม์ 17-β-oestradiol ที่พบอยู่ในสารประเภทสเตียรอยด์ พบว่าเกิดการสลายตัวของเอนไซม์ได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 40 นาที และเมื่อให้เวลานานขึ้นเป็น 3.5 ชั่วโมง พบว่ามีแนวโน้มการสลายตัวที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน นอกจากนี้ในการทำให้โครงสร้างของเซลล์เกิดการแตกตัวได้ของปฏิกิริยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โฟโตแคตาไลซิสที่มีสารไททาเนียมไดออกไซด์เป็นตัวแคตาลิสต์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาแล้ว การใช้โอโซนก็สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Monilinia fructicola, Botrytis cinerera*, *Mucor piriformis* และ *Pennicillium expansum* บนผิวท้อพันธุ์ Elegant Lady เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ได้ โดยใช้โอโซนความเข้มข้น 0.3 ppm (v/v) รมอย่างต่อเนื่อง (Palou *et al*., 2002)

ลักษณะภายนอกโดยรวม

จากการประเมินลักษณะภายนอกโดยรวมต่อพริกสด จากการใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ในการประเมิน พบว่าพริกสดที่ล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ลดลงจากสัปดาห์ที่ 1-4 โดยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปจะมีเกณฑ์คะแนนจากการทดสอบที่เริ่มจะมีการชอบที่น้อยลงจากสัปดาห์ที่ 1 และ 2 แสดงว่าพริกสดอาจเกิดการเปลี่ยนสี และขั้วผลมีสีดำคล้ำมากขึ้น และเริ่มมีเชื้อราขึ้นบริเวณรอบๆ ที่มีการปลูกเชื้อ ในขณะที่ชุดที่จุ่มสารตกค้างและปลูกเชื้อนั้นมีเกณฑ์คะแนนที่ไม่ชอบต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และจากการศึกษาจะพบว่าในชุดที่ล้างด้วยน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) มีเกณฑ์คะแนนการไม่ชอบอยู่ที่ระดับปานกลางเมื่อเทียบกับทั้งสองชุดการทดลอง จะเห็นได้ว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ พริกสดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียม-ไดออกไซด์ และชุดที่จุ่มสารตกค้างและปลูกเชื้อมีเกณฑ์คะแนนของผู้ทดสอบที่เริ่มเฉยๆ และไม่ชอบปานกลาง ซึ่งแตกต่างกับชุดที่ล้างด้วยน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) แต่เมื่อเก็บรักษาไปจนถึงสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษาจะพบว่า เกณฑ์คะแนนของการประเมินอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีระดับอยู่ที่ไม่ชอบปานกลางจนถึงระดับไม่ชอบมาก (ตารางภาคผนวก 14)

การยอมรับโดยรวม

ในการประเมินการยอมรับโดยรวมของพริกสดที่ผ่านการล้างด้วยวิธีต่างๆ และจากการประเมินจะพบว่า การยอมรับได้ของสีเปลือกของพริกสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส ได้นานเพียงแค่ในสัปดาห์ที่ 1 ของการเก็บรักษา เนื่องจากหลังจากสัปดาห์ที่ 1 ไปสีเปลือกของพริกสดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ซึ่งตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป สีเปลือกของพริกสดมีการเปลี่ยนจากสีเขียวสดเป็นสีส้ม ¼ ของผล หรือเป็นสีแดง และสีเหลือง เนื่องจากพริกสดเริ่มมีเข้าสู่ระยะที่กำลังจะเป็นผลสุกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ และในทุกชุดการทดลองจะมีสีเปลือกที่เป็นสีส้มและดำทั้งผล และมีการเน่าเสียมากขึ้น โดยที่พริกสดที่ล้างด้วยน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการยอมรับได้ที่ต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองอื่นๆ และที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เช่นกัน (ตารางภาคผนวก 15) ในขณะที่การยอมรับได้ของกลิ่นพริกสด จะพบว่า ในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา มีกลิ่นของพริกสดที่ไม่พึงประสงค์ และผู้ทดสอบให้คะแนนที่ยอมรับได้ต่ำที่สุดของทุกชุดการทดลองที่เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในขณะที่ชุดการทดลองที่เก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับได้ของกลิ่นพริกสดที่ยอมรับได้เล็กน้อย ซึ่งจากการทดลองยังพบว่าไม่พบกลิ่นแปลกปลอมของโอโซนที่ตกค้างติดอยู่กับพริกสดอีกด้วย และในการประเมินการยอมรับได้โดยรวมของรูปร่างของพริกสด จะเห็นว่าพริกสดที่ล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยังสามารถยอมรับได้เล็กน้อย ซึ่งพริกสดจะมีลักษณะรูปร่างที่เบี้ยวและหงิกงอเล็กน้อย และในชุดที่จุ่มสารตกค้างและปลูกเชื้อที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการยอมรับได้ของกลิ่นพริกสดอยู่ในระดับที่ต่ำมาก โดยพริกสดจะมีรูปร่างเบี้ยวและหงิกงอทั้งผล (ตารางภาคผนวก 15) ซึ่งทำให้เห็นว่าการเก็บรักษาพริกสดที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส มีความสำคัญในการเปลี่ยนแปลงของพริกสดได้

ปริมาณสาร Capsaicin

จากการวิเคราะห์ปริมาณสาร capsaicin ในพริกสดหลังจากผ่านการล้างด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ เป็นเวลา 100 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จะมีผลทำให้ปริมาณสาร capsaicin มีมากกว่าในชุดควบคุม ซึ่งทั้งไททาเนียมไดออกไซด์และโอโซนมีคุณสมบัติในการเป็นตัวออกซิไดซ์ที่ดี จึงทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโมเลกุลของสารให้เปลี่ยนไป เช่นเดียวกับ Topuz and Ozdemir (2004) การใช้รังสีแกรมมา ที่ความเข้มข้น 10 กิโลเกย์ กับพริกแห้ง มีผลทำให้ปริมาณสาร capsaicin และ dihydrocapsaicin เปลี่ยนแปลง โดยทำให้ปริมาณสารดังกล่าวเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานจะทำให้มีปริมาณสารลดลง เพราะในเหตุนี้จึงทำให้มีผลต่อปริมาณของสารเมื่อเวลาสกัดออกมา

จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า การล้างพริกสดด้วยน้ำโอโซนร่วมกับปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ เป็นเวลา 100 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส สามารถที่จะยืดอายุการเก็บรักษาของพริกสดได้ แม้จะมีการเกิดบาดแผล ช้ำ และขั้วหลุดของผลพริกสด อาจจะนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพการส่งออกของพริกสด และเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อ และเพื่อลดปริมาณสารตกค้างให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved