# บทที่ 5

# วิจารณ์ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทต่อเชื้อสาเหตุของโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 70

1.1. ศึกษาชนิดของเชื้อราที่แยกได้จากผลสตรอเบอรี่ที่เกิดอาการของโรคหลังการเก็บเกี่ยว

การแยกเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่แล้วทำการระบุชื่อทางวิทยาศาสตร์ตามเอกสารอ้างอิง (Von Arx, 1981) ในการเก็บรักษาครั้งนี้ ตรวจพบเชื้อราเพียง 3 ชนิด ได้แก่ *Botrytis* sp., *Pestalotiopsis* sp. และ *Rhizopus* sp. โดย *Botrytis* sp. และ *Rhizopus* sp. เป็นเชื้อสาเหตุสำคัญของการเน่าเสียของผลสตรอเบอรี่ภายหลังการเก็บเกี่ยว (Barkai-Golan, 1981; Mass, 1981) ในขณะที่เชื้อ *Pestalotiopsis* sp. ตรวจพบน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อ 2 ชนิด ข้างต้น และไม่ได้เป็นเชื้อสาเหตุสำคัญของการเน่าเสียของผลสตรอเบอรี่ ซึ่งเชื้อชนิดนี้เป็น weak pathogen โดยจะเข้าทำลายผลสตรอเบอรี่ได้ หลังจากการเข้าทำลายของเชื้อ *Botrytis* sp. (Ellis, 1998)

ดนัย (2543b) รายงานว่า เชื้อสาเหตุของโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่ที่สำรวจพบโดยมูลนิธิโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ เชื้อ *Botrytis* sp., *Rhizopus* sp. และ *Colletotrichum* sp. Oranratmanee and Sardsud (2001) รายงานว่า การแยกเชื้อราจากผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 70 (พันธุ์ Toyonoka) ตรวจพบเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ศรีพร (2523) รายงานว่า เชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่แยกได้จากผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga ได้แก่ *Botrytis* sp., *Colletotrichum* sp. และ *Rhizopus* sp. การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga ไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตรวจพบเชื้อ *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp., *Rhizopus* sp., *Sphaeropsis* sp. และ *Stemphylium* sp. (ธีรศักดิ์, 2523)

การวิจัยครั้งนี้ไม่ตรวจพบเชื้อ *Colletotrichum* sp. เหมือนกับดนัย (2543b) ศรีพร (2523) ธีรศักดิ์ (2523) และ Oranratmanee and Sardsud (2001) เนื่องจาก มีรายงานว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์ที่ต้านทาน (resistant genotypes) ต่อการเข้าทำลายของเชื้อ *Colletotrichum* sp. จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ปริมาณน้ำตาลรวม (total sugar) ปริมาณวิตามินซี และTSS/TA ratio สูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่อ่อนแอต่อโรค (susceptible fruits) (Wang and Galletta, 1997) ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Dover, Sequoia และ Tioga ในระยะสีแดง จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 7.40, 8.20 และ 6.73 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (%Brix) ตามลำดับ และมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ 0.81, 0.85 และ 0.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ทองใหม่ และดนัย, 2541) ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 70 ระยะสีแดง (ผิวผลมีสีแดง 70 เปอร์เซ็นต์) ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่ามีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 9.76 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ 1.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ทั้ง 3 พันธุ์ข้างต้น Wang and Galletta (1997) รายงานว่าปริมาณกรดซิตริก ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ที่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อ *Colletotrichum* sp. จะมีค่าประมาณ 0.61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อชนิดนี้จะมีค่าประมาณ 0.54 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 70 ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงกว่าพันธุ์ Dover, Sequoia และ Tioga เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ทำการวัดปริมาณกรดซิตริกโดยตรง แต่วัดปริมาณกรดอินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งคำนวณอยู่ในรูปของกรดซิตริก จึงคาดว่ากรดซิตริกน่าจะมีปริมาณเพียงพอที่จะมีผลทำให้ผลสตรอเบอรี่เกิดความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อ *Colletotrichum* sp. เพราะกรดซิตริกเป็นกรดอินทรีย์ที่พบมากที่สุดในผลสตรอเบอรี่ และในการทดลองนี้มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงถึง 1.21 เปอร์เซ็นต์ จึงน่าจะมีปริมาณมากกว่าดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ทำให้ไม่สามารถตรวจพบเชื้อดังกล่าวได้

1.2. ศึกษาผลของเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทต่อเชื้อราที่แยกได้จากผลสตรอเบอรี่

1.2.1. ผลต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อรา

การรมเส้นใยของเชื้อ *Botrytis* sp., *Rhizopus* sp. และ *Pestalotiopsis* sp. ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 3, 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง ทุกระยะเวลา มีผลชะลอการเจริญของเส้นใย โดยพบว่าหลังการรมสารเส้นใยของเชื้อราทั้ง 3 ชนิด สามารถฟื้นตัวและเจริญต่อไปได้ เนื่องจากภายหลังการรมสารเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทซึ่งอยู่สภาวะก๊าซ (gaseous state) สามารถระเหยได้ ทำให้ความเข้มข้นของสารลดลงจนอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ (Kono *et al.*, 1995) โดยประสิทธิภาพของเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาที่สัมผัสสาร (Tsunoda, 2000) สำหรับการรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.03 และ 0.05 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ ทุกระยะเวลา พบว่า เส้นใยของเชื้อราทั้ง 3 ชนิด ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้น โดยจะเห็นได้ว่าเชื้อหยุดการเจริญโดยสิ้นเชิง ดังนั้น การรมเส้นใยของเชื้อราทั้ง 3 ชนิด ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.03 และ 0.05 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ จึงมีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา คาดว่าเนื่องจาก เมื่อเชื้อได้รับสารที่มีความเข้มข้นระดับนี้แล้ว ทำให้ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และตายไปในที่สุด Kassie and Knasmüller (2000) รายงานว่า จากการศึกษาใน *Samonella* sp. และ *E. coli* พบว่า เอลิลไอโซไธโอไซยาเนท มีคุณสมบัติเป็น genotoxic คือ สามารถชักนำ (induce) ให้ DNA ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมเกิดความเสียหาย (damage) ได้ อาจเป็นไปได้ว่า เอลิลไอโซไธโอไซยาเนทเข้าไปมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ของเชื้อรา ทำให้กระบวนการต่าง ๆ ถูกยับยั้ง จึงไม่สามารถเจริญต่อไปได้ (Barolo, 1996)

Oranratmanee and Sardsud (2001) ได้รายงานผลการศึกษาว่า การรมเส้นใยของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ที่เลี้ยงในจานอาหาร PDA ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ สำหรับการรมเส้นใยของเชื้อ *Botrytis cinerea* และ *Rhizopus stolonifer* ที่เลี้ยงในอาหาร glucose-bouillon agar ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ได้จากผงมัสตาร์ด (powdery black mustard) และวาซาบิ (powdery wasabi) เป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส พบว่า ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา คือ 0.05 กรัมต่อลิตรของอากาศ (Goi *et al.*, 1985) สำหรับการใช้สารสกัดที่ได้จากใบของ *Annona cherimola*, *Bromelia hemisphaerica* และ *Carica papaya* พบว่า ที่ความเข้มข้น 5100 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Rhizopus stolonifer* ได้ (Bautista-Banōs *et al.*, 2000)

การรมเส้นใยของเชื้อ *Botrytis* sp., *Rhizopus* sp. และ *Pestalotiopsis* sp. ที่แยกได้จากผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 70 ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น0.03 และ 0.05 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นระดับความเข้มข้นที่มากพอต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 3 ชนิดได้ หลังจากการรมสาร ถึงแม้ว่าสารบางส่วนจะระเหยไปแล้วก็ตาม แต่ความเข้มข้นที่เหลืออยู่ ยังอยู่ในระดับที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ การที่เส้นใยของเชื้อราสัมผัสกับสารอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทำให้เชื้อไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และตายไปในที่สุด ในขณะที่การรมด้วยความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ ในช่วงเริ่มต้นของการรม แต่หลังจากเวลาผ่านไประยะหนึ่ง สารเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทจะระเหยผ่านแผ่นฟิล์มพลาสติก PVC ที่ใช้ห่อหุ้มกล่องพลาสติกที่ใช้ในการรมสารออกไป ทำให้ความเข้มข้นของสารลดลงจนอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ จึงทำให้เชื้อฟื้นตัวและเจริญต่อไปได้

การรมเส้นใยของเชื้อราทั้ง 3 ชนิด ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง อาจเป็นระยะเวลาที่ไม่นานพอที่เชื้อจะสัมผัสกับสารในระดับความเข้มข้นที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้ออย่างต่อเนื่องได้ ทำให้เชื้อยังมีชีวิตอยู่ และสามารถเจริญต่อไป หลังจากที่สารบางส่วนระเหยไป สำหรับการรมด้วยความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลต่อการเจริญของเชื้อไม่แตกต่างการรมเป็นเวลา 9, 12 และ 24 ชั่วโมง อาจเนื่องจากสารบางส่วนระเหยผ่านแผ่นฟิล์มพลาสติกออกไป จนอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ ดังนั้น การรมสารที่ความเข้มข้นดังกล่าว เป็นเวลามากกว่า 6 ชั่วโมง จึงไม่มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราทั้ง 3 ชนิดได้

การระเหย เป็นผลเนื่องจากแรงดันไอของเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท (AIT vapor pressure) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้สารมีแรงดันไอเพิ่มสูงขึ้น เป็นผลให้อัตราการระเหยเพิ่มขึ้น (Lim and Tung, 1997) นอกจากนี้แล้ว เอลิลไอโซไธโอไซยาเนทยังมีความสามารถในการระเหยผ่านฟิล์มแต่ละชนิดได้ต่างกันอีกด้วย (Nielsen and Rios, 2000) ดังนั้น วัสดุที่นำมาใช้ในการหุ้มห่อภาชนะที่ใช้ในการรม จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อโดยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท การรมสารด้วยความเข้มข้นเดียวกัน รมเป็นเวลานานเท่ากัน แต่อุณหภูมิและ/หรือวัสดุที่ใช้ต่างกัน อาจมีผลต่อการเจริญของเชื้อแตกต่างกันได้

1.2.2. ผลต่อการงอกของสปอร์

สปอร์ของเชื้อราจะเกิดการงอก (germination) เมื่อได้รับปัจจัยต่าง ๆ ที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ สภาพแวดล้อม พืชอาศัย ความมีชีวิตของสปอร์ และระยะเวลา (ประเทือง, 2538) Lol *et al.* (1999) รายงานว่า หลังจากสปอร์งอกได้ส่วนของ germ tubes และ appressoria แล้ว จะมีการปลดปล่อย extracellular matrix ซึ่งประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน หลายชนิด ทำให้เส้นใยของเชื้อราสามารถเกาะติดกับเนื้อเยื่อของพืชได้ ดังนั้น การรมด้วย เอลิลไอโซไธโอไซยาเนท จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการงอกของสปอร์

Lattanzio *et al.* (1996) รายงานว่า การใช้ 2,5-dimethoxybenzoic (DMB) acid ที่ความเข้มข้น 0.005 โมล สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อ *Rhizopus stolonifer* และ *Botrytis cinerea* ได้ สำหรับการใช้เมทธิลจัสโมเนท (methyl jasmonate) ที่ความเข้มข้น 400 ไมโครโมล สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ และ germ tubes ของเชื้อ *B. cinerea* ได้ (Meir *et al.*, 1998) ส่วนการใช้สารสกัดที่ได้จากใบของ *Annona cherimola*, *Bromelia hemisphaerica* และ *Carica papaya* ความเข้มข้น 5100 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ (sporulation) และการงอกของสปอร์ของเชื้อ *Rhizopus stolonifer* ได้ (Bautista-Banōs *et al.*, 2000)

จากการวิจัยครั้งนี้ ไม่สามารถตรวจพบการงอกของสปอร์ของเชื้อ *Botrytis* sp., *Rhizopus* sp และ *Pestalotiopsis* sp. ในชุดการทดลองที่รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.03 และ 0.05 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ ทุกระยะเวลา และที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง แต่การรมด้วยความเข้มข้นนี้ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สามารถตรวจพบการงอกของสปอร์ของเชื้อทั้ง 3 ชนิดเพียงเล็กน้อย ภายหลังการรมสาร 18 ชั่วโมง คาดว่า การรมสารเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สปอร์ของเชื้อบางส่วน อาจไม่ได้รับการสัมผัสกับสารอย่างต่อเนื่อง กระบวนการงอกของสปอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป อาจคืนสู่สภาพเดิม จนทำให้สปอร์ของเชื้อสามารถงอกต่อไปได้ ซึ่งเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท เป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็น genotoxic คือ สามารถชักนำให้ DNA ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมเกิดความเสียหายได้ (Kassie and Knasmüller, 2000) จึงน่าจะมีผลต่อเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการงอกของสปอร์ ดังนั้น การรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.03 และ 0.05 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ ทุกระยะเวลา และที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง อาจมีผลทำให้เอนไซม์ของเชื้อราเกิดการเปลี่ยนแปลง จนไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ ทำให้ไม่พบการงอกของสปอร์

**ตอนที่ 2** ศึกษาผลของการใช้เอลิลไอโซไธโอไซยาเนทร่วมกับอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่

2.1. เอลิลไอโซไธโอไซยาเนท เกิดจากการแตกตัวของกลูโคซิโนเลท (glucosinolates) ซึ่งเป็นสารที่มีกลิ่นฉุน (Claudia *et al.*, 1998) จากการวิจัย พบว่า การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยสารเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.03 และ 0.05 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ อาจมากเกินไป จึงทำให้ผลสตรอเบอรี่ที่ได้รับการรมด้วยสาร มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ โดยมีกลิ่นฉุนของเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทตกค้างอยู่ สำหรับการรมที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นที่ต่ำ และมีกลิ่นฉุนน้อยกว่า เมื่อรมเสร็จแล้วไม่ค่อยมีการตกค้างของกลิ่น จึงทำให้ผู้บริโภคไม่สามารถรับรู้ถึงกลิ่นของเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่เจือปนอยู่ในผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านการรมได้

Huang *et al*, (1999) รายงานว่า การรมผลแอปเปิ้ลด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม สามารถชะลอการเน่าเสียได้ แต่ทำให้เกิดรสชาติและกลิ่นผิดปกติ สำหรับการรมเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 3.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ขึ้นบนขนมปังได้ แต่ทำให้มีกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้น (Neilsen and Rios, 2000) จากการวิจัยพบว่า เอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ สามารถนำมาใช้ในการรมผลสตรอเบอรี่ได้ โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผล แต่ทั้งนี้ต้องศึกษาถึงระยะเวลาในการรมด้วย หากทำการรมด้วยระยะเวลาที่ไม่นานเพียงพอต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ อาจไม่มีผลชะลอการเน่าเสียของผลสตรอเบอรี่ เนื่องจากประสิทธิภาพของเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทขึ้นอยู่กับความเข้มข้นที่ใช้และระยะเวลาในการรม (Tsunoda, 2000)

2.2. ศึกษาผลของการรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 3, 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง (28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 87 เปอร์เซ็นต์)

1. ค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลสตรอเบอรี่

สีผิวของผลสตรอเบอรี่ในทุกชุดการทดลอง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีค่า L* หรือค่าความสว่างใกล้เคียงกัน โดยจะมีค่ามากที่สุดก่อนการเก็บรักษา หลังจากนั้นค่า L* จะลดลง เนื่องจากผลสตรอเบอรี่มีสีแดงขึ้น (ทองใหม่ และดนัย, 2541) ส่วนค่า a* มีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่เก็บรักษา ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง หากมีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว การที่ค่า a* ของผลสตรอเบอรี่มีค่าเป็นบวกเพิ่มขึ้นแสดงว่าผลสตรอเบอรี่มีสีแดงเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่เก็บรักษา ในขณะที่ค่า b* มีค่าลดลงตามจำนวนวันที่เก็บรักษา ค่า b* เมื่อมีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง หากมีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน ค่า b* ที่วัดได้แสดงว่าผลสตรอเบอรี่มีสีเหลืองเจือปนอยู่บ้าง (ดนัย, 2544) ผลสตรอเบอรี่จึงมีสีเหลืองลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น จากการวิจัย พบว่า การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผล โดยค่า L*, a* และ b* ที่วัดด้วยเครื่องวัดสี (colorimeter) ไม่มีความแตกต่างจากชุดการทดลองที่ไม่ได้รมด้วยสาร

การพัฒนาสีผิวของผลสตรอเบอรี่ไปเป็นสีแดงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและแสง ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแอนโธไซยานิน การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ มีผลทำให้การพัฒนาเป็นสีแดงช้ากว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูง (Miszczak *et al.*, 1995) ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Elsanta และ Selva ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีการพัฒนาเป็นสีแดงช้ากว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส (Hertog *et al.*, 1998) ธีรศักดิ์ (2523) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีการพัฒนาเป็นสีแดงช้ากว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 19-32 องศาเซลเซียส และการพ่นผลสตรอเบอรี่ด้วย 0.1% benomyl และ 0.1% ronilan แล้วทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิข้างต้น ทำให้สีผิวของผลผิดปกติ สำหรับการรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการชุบผลด้วยเอทธานอลทำให้ผลสตรอเบอรี่มีสีซีดลง. (Oranratmanee and Sardsud, 2001)

2. เปอร์เซ็นต์สีแดงของผล

ผลสตรอเบอรี่เมื่อมีอายุมากขึ้นจะเกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และมีการสังเคราะห์แอนโธไซยานิน ทำให้ผลสตรอเบอรี่มีสีแดง (ชูพงษ์, 2530) การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ไว้ที่อุณหภูมิสูง ทำให้สีผิวพัฒนาเป็นสีแดงได้เร็วขึ้น Schouten *et al.* (2002) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Elsanta ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส มีการพัฒนาเป็นสีแดงเร็วกว่า

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สำหรับผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Dover Nyoho Sequoia และ Tioga ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีการพัฒนาเป็นสีแดงช้ากว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ทองใหม่ และคนัย, 2541) เช่นเดียวกับการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลสตรอเบอรี่ในชุดการทดลองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีการพัฒนาของสีผิวเป็นสีแดงเร็วกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ ทุกระยะเวลา ไม่มีผลต่อการพัฒนาเป็นสีแดงของผลสตรอเบอรี่ เนื่องจากผลที่ไม่ได้รมและที่รมด้วยสารมีการพัฒนาเป็นสีแดงไม่แตกต่างกัน แต่การรมสารเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทในผลิตผลบางชนิดด้วยความเข้มข้นสูงเกินไป อาจมีผลต่อการพัฒนาสีของผลิตผลได้ เช่น การรมผลแอปเปิ้ลด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ทำให้สีผิวของผลผิดปกติ (Huang *et al.*, 1999)

3. การเกิดโรค

การเน่าเสียของผลสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวโดยส่วนใหญ่ มีสาเหตุมาจากการเข้าทำลายของเชื้อ *Botrytis* sp. และ *Rhizopus* sp. (Barkai-Golan, 1981; Mass, 1981) การเข้าทำลายพืชอาศัยโดยเชื้อ *Botrytis* sp. จะมีการสร้างเอทธิลีนภายในเนื้อเยื่อของพืชหลังจากการเข้าทำลาย ทำให้มีปริมาณของเอทธิลีนเพิ่มสูงขึ้น (Qadir *et al.*, 1996) ถึงแม้ว่าสตรอเบอรี่เป็นผลไม้ประเภท non-climacteric ซึ่งมีการสร้างเอทธิลีนน้อยมากระหว่างการสุก แต่การได้รับเอทธิลีนความเข้มข้นสูง สามารถชักนำให้เกิดกระบวนการสุกได้เร็วขึ้น (สายชล, 2528) ซึ่งเป็นการเร่งกระบวนการเสื่อมสภาพของผลสตรอเบอรี่ อีกทั้งเอทธิลีนยังไปกระตุ้นการเจริญของเชื้อรา และทำให้เนื้อเยื่อของผลไม้อ่อนแอ ง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค (Wills and Kim, 2000) หลังจากการเข้าทำลายของเชื้อ *Botrytis* sp. แล้ว จะทำให้เชื้อชนิดอื่นเข้าทำลายผลสตรอเบอรี่ได้ง่ายขึ้น (Ellis, 1998)

จากการวิจัย พบว่า ผลสตรอเบอรี่ในทุกชุดการทดลองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เริ่มปรากฏอาการของโรคในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมและที่รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 3, 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การรมผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท จึงไม่สามารถชะลอการเน่าเสียได้ เนื่องจากสตรอเบอรี่เป็นไม้ผลเมืองหนาว อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา คือ 0 ± 0.5 องศาเซลเซียส (Mitcham *et al.*, 1998) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่าระดับที่เหมาะสม เป็นการเร่งกระบวนการสุก และการเสื่อมสภาพของผล เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อคุณภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว เพราะอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อกระบวนการต่าง ๆ ภายในผลิตผล รวมทั้งปัจจัยอื่น ๆ ภายนอกอีกด้วย (จริงแท้, 2538)

ธีรศักดิ์ (2523) รายงานว่า การพ่น 0.1% benomyl และ 0.1% ronilan ให้แก่ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเน่าเสียของผลได้ โดยตรวจพบอาการของโรคในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ส่วนผลสตรอเบอรี่ที่พ่นสาร แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส เริ่มพบการเกิดโรคในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ดังนั้น การพ่นด้วย 0.1% benomyl และ 0.1% ronilan จึงไม่สามารถชะลอการเน่าเสียของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ สำหรับการใช้ pyrrolnitrin ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชะลอการเกิด gray mold rot และ *Rhizopus* rot ของผล สตรอเบอรี่พันธุ์ Tribute ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสได้ แต่ไม่สามารถยับยั้งการพัฒนาของโรคในผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสได้ (Takeda *et al.*, 1990) Lattanzio *et al.* (1996) รายงานว่า การใช้ 2,5-dimethoxybenzoic (DMB) acid ที่ความเข้มข้น 0.005 โมล สามารถชะลอการเน่าเสียเนื่องจากการเข้าทำลายเชื้อ *Botrytis cinerea* และ *Rhizopus stolonifer* ในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Pajaro และ Chandler ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ได้ดีกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

การใช้สารยับยั้งเชื้อรา (fungicides) จะใช้ได้ผลหรือมีประสิทธิภาพดีขึ้นเมื่อใช้กับผลิตผลที่เก็บรักษาไว้ในสภาพอุณหภูมิต่ำและได้รับปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา (Fernandéz-Trujillo *et al.*, 1999) ดังนั้น การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส จึงสามารถชะลอการเน่าเสียของผลได้ดีกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียว จากการวิจัย พบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้นและระยะเวลาข้างต้น เริ่มพบการแสดงอาการของโรคในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมสาร เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเดียวกัน ตรวจพบการเกิดโรคในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา

การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ร่วมกับการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ไม่สามารถชะลอการเน่าเสียได้ เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการรม อาจไม่นานเพียงพอที่จะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ เมื่อสารบางส่วนระเหยไป เชื้อจึงฟื้นตัวและเจริญต่อไปได้ จนทำให้ผลสตรอเบอรี่เกิดการเน่าเสีย ซึ่งสอดคล้องกับ Sholberg *et al.* (2000) รายงานว่า การรมผลแอปเปิ้ลพันธุ์ Golden Delicious Jonagold Red Delicious และ Spartan ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ด้วยไอของน้ำส้มสายชู (vinegar vapor) ที่มีความเข้มข้นของกรดอาซิติก 4.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการเน่าเสียของผล เนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อ *Penicillium expansum* ได้ แต่ถ้าหากทำการรมด้วยระยะเวลาน้อยกว่า 6 ชั่วโมง จะไม่สามารถชะลอการเน่าเสีย

ได้ ดังนั้น การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทร่วมกับการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถชะลอการเกิดโรคหรือการเน่าเสียได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียวได้ ต้องรมสารด้วยความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมด้วย

4. ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ในชั้น middle lamella ระหว่างเซลล์จากรูปที่ไม่ละลายน้ำ (protopectin) ไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ (soluble pectin) ทำให้ผนังเซลล์ยึดติดกันอย่างหลวม ๆ (Eskin *et al.*, 1971) ในระหว่างการแก่และสุกของของผลสตรอเบอรี่จะมีปริมาณ polyuronide รวมเพิ่มขึ้น ซึ่งกลุ่มของ carboxyl ในกรด uronic เป็นองค์ประกอบของเพคติน แต่ polyuronide อาจจะมีความเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ D- polygalacturonase หรือ polygalacturonase ในผลสตรอเบอรี่ โดยเอนไซม์จะเข้าสลายเพคติน ซึ่งมีกรด galacturonic อยู่มาก และการสลายนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการนิ่มของผล ซึ่งทำให้ความแน่นเนื้อลดลง (Huber, 1985) ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสที่เพิ่มขึ้นในระยะสุกของผลสตรอเบอรี่ ทำให้การจับของกลุ่ม carboxylcellulose ลดลงมีผลทำให้เนื้อผลอ่อนตัวลง (Abeles and Takeda, 1990) จากการวิจัย พบว่า ทุกชุดการทดลองมีค่าความแน่นเนื้อลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยผลสตรอเบอรี่ในชุดการทดลองที่ไม่ได้รมและที่รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผล

ผลสตรอเบอรี่ในทุกชุดการทดลองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีความแน่นเนื้อลดลงมากกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ไว้ที่อุณหภูมิสูง จะทำให้ความแน่นเนื้อลดลงมากขึ้น (Hertog *et al.*, 1998) และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 21 องศาฟาเรนไฮต์ มีผลทำให้ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ลดลงเท่าตัว (ชูพงษ์, 2530) Schouten *et al.* (2002) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Elsanta ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อลดลงเร็วกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สำหรับผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 19-32 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อลดลงเร็วกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส (ธีรศักดิ์, 2523)

การเข้าทำลายของเชื้อ *Botrytis* sp. และ *Rhizopus* sp. ทำให้ผลสตรอเบอรี่มีความแน่นเนื้อลดลง เนื่องจาก เชื้อมีการปล่อยเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของเพคติน (pectin degrading enzymes) เพื่อย่อยสลายผนังเซลล์พืช (Schouten *et al.*, 2002) หลังจากการเข้าทำลายโดยเชื้อ *Botrytis* sp. เชื้อชนิดอื่นจะเข้าทำลายได้ง่ายขึ้น เป็นผลให้ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ลดลงอย่างรวดเร็ว (Ellis, 1998) จากการวิจัย การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท

ไม่มีผลโดยตรงต่อความแน่นเนื้อ แต่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้

5. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำตาลในผลสตรอเบอรี่ ซึ่งสามารถกำหนดความหวานได้ (Gonzalez *et al.*, 1995) เพราะน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลักอยู่ในของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (ดนัย และนิธิยา, 2535) ดังนั้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ จึงสามารถนำมาใช้ประเมินความหวานของผลไม้ได้ (Hirvi, 1984) หลังจากการรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 3, 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่า ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมและที่รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกัน และมีค่าลดลง เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น

ผลสตรอเบอรี่ในทุกชุดการทดลองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลงมากกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับ ธีรศักดิ์ (2523) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง เมื่อมีอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ในชุดการทดลองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงมากกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส สำหรับผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Elsanta ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ จะลดลงเร็วกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Schouten *et al.*, 2002) Nunes *et al.* (1995) รายงานว่า การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler Oso Grande และ Sweet Charlie ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส จะช่วยชะลอการลดลงของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เมื่อทำการเก็บรักษาไว้นานขึ้น หากทำการย้ายผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลงอย่างรวดเร็ว

การที่ผลสตรอเบอรี่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำลดลง เมื่อมีอายุการเก็บรักษามากขึ้น เนื่องจากสตรอเบอรี่เป็นผลไม้ประเภท non-climacteric ปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่ในผล ได้มาจากการเคลื่อนย้ายจากใบเข้ามาสะสมในผล ขณะที่ผลมีการเจริญเติบโต ไม่ได้เกิดจากการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาลเหมือนกับผลไม้ประเภท climacteric (สายชล, 2528) น้ำตาลที่สะสมไว้จึงถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ จึงมีค่าลดลง และจะยิ่งลดลงเมื่อผลเสื่อมสภาพ (จริงแท้, 2538) อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ผลสตรอเบอรี่มีการหายใจเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำตาลที่เก็บสะสมไว้ลดลง ซึ่งเป็นผลให้ปริมาณ

ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลงเร็วกว่าที่สภาพอุณหภูมิต่ำ (Schouten *et al.*, 2002) ดังนั้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่ในทุกชุดการทดลองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จึงลดลงเร็วกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส

6. ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

ปริมาณของกรดในผลไม้จะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดระหว่างการเจริญเติบโตและพัฒนาขณะอยู่บนต้น เนื่องจากกระบวนการ Krebs cycle ที่เกิดขึ้นในเซลล์ของพืชชั้นสูง (Forney and Breen, 1986) ปริมาณของกรดทั้งหมด จะลดลงระหว่างช่วงเวลาของการสุก (สายชล, 2528) ในระหว่างการสุกของผลสตรอเบอรี่ ปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกัน ปริมาณกรดก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว จึงทำให้รสเปรี้ยวลดลงด้วย (ดนัย, 2540) จากการวิจัย พบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมและที่รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่แตกต่างกัน แสดงว่า การรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดของผลสตรอเบอรี่ โดยปริมาณกรดที่ไตเตรทได้จะลดลง เมื่อมีอายุเก็บรักษามากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ศรีพร (2523) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 18-28 องศาเซลเซียส ในสภาพบรรยากาศปกติและบรรยากาศดัดแปลง มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ลดลง เมื่อมีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง พบว่า มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าลดลงตามจำนวนวันที่เก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับ ธีรศักดิ์ (2523) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ลดลง เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

7. อัตราส่วนระหว่างของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TSS/TA ratio)

TSS/TA ratio สามารถนำมาประเมินรสชาติของผลไม้ได้ (ดนัย และนิธิยา, 2535) ผลสตรอเบอรี่ที่มี TSS/TA ratio สูงกว่า ก็น่าจะมีความหวานมากกว่า ดนัย (2543a) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 70 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากกว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 50 และมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ต่ำกว่า ดังนั้น จึงมี TSS/TA ratio สูงกว่า และน่าจะมีรสชาติหวานกว่า แต่ยังไม่สามารถยืนยันได้ เนื่องจากยังไม่ได้มีการทดลองให้ผู้บริโภคชิม เพื่อยืนยันผลการทดลอง

Nunes *et al.* (1995) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler Oso Grande และ Sweet Charlie มีค่า TSS/TA ratio ลดลง เมื่อมีอายุการเก็บรักษามากขึ้น ทำให้รสชาติด้อยลง แต่จากการวิจัย พบว่า ผลสตรอเบอรี่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ลดลง เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น ซึ่งเมื่อหาค่า TSS/TA ratio แล้วมีค่าสูงขึ้น อาจเนื่องจากค่า TA มีค่าลดลง และขึ้นอยู่กับพันธุ์ของสตรอเบอรี่ด้วย และเมื่อทำการประเมินแบบ panel test โดยให้ผู้ทดสอบทำการชิม และให้คะแนน ปรากฏว่าคะแนนด้านรสชาติ กลับมีค่าลดลง ซึ่งหมายถึง ผลสตรอเบอรี่มีรสเปรี้ยวมากขึ้น คาดว่าเนื่องจากค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่วัดได้นี้ไม่ใช่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพียงแต่อย่างเดียว ค่าที่วัดได้อาจรวมไปถึงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ซึ่งนอกเหนือจากน้ำตาลซึ่งละลายน้ำได้แล้ว สารอื่น ๆ ในผลสตรอเบอรี่ เช่น กรดอินทรีย์ ก็มีผลต่อการหักเหของแสงเหมือนกัน ดังนั้น ค่าที่อ่านได้จึงไม่ใช่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด แต่เป็นสารอื่นด้วย ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่วัดได้ จึงไม่ใช่ค่าความหวาน หรือปริมาณน้ำตาล (จริงแท้, 2538) จากการทดลองนี้ ถึงแม้ว่าผลสตรอเบอรี่จะมี TSS/TA ratio เพิ่มสูงขึ้น แต่ก็ไม่ได้แสดงว่ามีรสหวานมากกว่ารสเปรี้ยวเสมอไป

8. ระดับคะแนนความสดของกลีบเลี้ยง

ผลสตรอเบอรี่ที่มีคุณภาพดีและเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภคควรมีกลีบเลี้ยงสีเขียวสด การใช้สารบางชนิดอาจมีผลต่อความสดกลีบเลี้ยงได้ ดนัย (2543b) รายงานว่า การใช้กรดอาซิติก ความเข้มข้น 10 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในการรมผลสตรอเบอรี่ ปรากฏว่าทำให้บริเวณกลีบเลี้ยงไหม้เป็นสีน้ำตาล ถึงแม้ว่าจะลดจำนวนผลที่เน่าได้อย่างชัดเจน ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากการวิจัย การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 3, 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อความสดของกลีบเลี้ยง โดยมีระดับคะแนนความสดของกลีบเลี้ยงไม่แตกต่างกับผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมด้วยสาร โดยมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น สอดคล้องกับดนัย (2544) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 50 และเบอร์ 70 เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดของกลีบเลี้ยงลดลง เมื่อมีอายุการเก็บรักษามากขึ้น ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องจะมีคะแนนความสดของกลีบเลี้ยงลดลงเร็วกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส เนื่องจากการเก็บรักษาไว้อุณหภูมิที่สูงกว่า เป็นผลให้ผลสตรอเบอรี่เกิดการสูญเสียน้ำได้เร็วกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ จึงทำให้กลีบเลี้ยงเหี่ยว และเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลได้เร็วกว่า

9. การประเมินด้านรสชาติ

9.1. ระดับคะแนนด้านกลิ่น

ผลสตรอเบอรี่ในระยะสีแดงจะมีสารระเหยเพิ่มขึ้น (จริงแท้, 2538) ในระยะสีแดงจะผลิตสารให้กลิ่นมากกว่าระยะสีชมพูขาวและชมพู ตามลำดับ (Miszczak *et al.*, 1995) กลิ่นหอมของผลสตรอเบอรี่ ประกอบไปด้วยเอสเทอร์และสารระเหย ประมาณ 35 ชนิด (ชูพงษ์, 2530) Li and Kader (1989) รายงานว่า การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ในสภาพควบคุมบรรยากาศ (controlled atmosphere) ที่มี 1%$O_2$ + 15% $CO_2$ และ 0.5% $O_2$ + 20% $CO_2$ ทำให้ผลสตรอเบอรี่เกิดการสะสมเอทธานอลที่เกิดจากกระบวนการหมัก (fermentation) จนเกิดกลิ่นผิดปกติ ระดับความรุนแรงของกลิ่นที่ผิดปกติ มีความสัมพันธ์กับปริมาณของเอทธานอล ethyl acetate และ acetaldehyde ที่เพิ่มขึ้น (Ke *et al.*, 1991)

การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 3, 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของผลสตรอเบอรี่ โดยมีคะแนนด้านกลิ่นไม่แตกต่างจากผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมสาร การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีระดับคะแนนด้านกลิ่นลดลง เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น เช่นเดียวกับ ดนัย (2544) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 50 และเบอร์ 70 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีระดับคะแนนด้านกลิ่นลดลง เมื่อมีอายุการเก็บรักษามากขึ้น สำหรับผลสตรอบเอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีระดับคะแนนด้านกลิ่นเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียงเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงระดับคะแนนด้านกลิ่นของผลสตรอเบอรี่ คาดว่า เกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลสารระเหย การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำโมเลกุลของสารระเหยมีการเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้ได้กลิ่นหอมน้อยลง หรืออาจเป็นไปได้ว่าการเก็บรักษาที่ไว้อุณหภูมิต่ำ ทำให้กระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารระเหยเกิดขึ้นช้าลง ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องโมเลกุลของสารระเหยเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าและกระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้นได้เร็วกว่า จึงมีกลิ่นหอมมากกว่า

9.2. ระดับคะแนนด้านรสชาติ

โดยทั่วไปนิยมใช้อัตราส่วนระหว่างของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดเป็นตัวบ่งชี้รสชาติของผลิตผล (ดนัย และนิธิยา, 2535) การที่ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ลดลงในระหว่างการสุก ทำให้ผลสตรอเบอรี่มีรสเปรี้ยวลดลง (ดนัย, 2540) ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 50 และเบอร์ 70 มีคะแนนด้านรสชาติลดลง เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น และจะมีค่าลดลงมากเมื่อผลเริ่มเสื่อมสภาพ (ดนัย, 2544) ศรีพร (2523) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 18-28 องศาเซลเซียส ในสภาพบรรยากาศปกติและบรรยากาศดัดแปลง มีรสเปรี้ยว

เพิ่มขึ้น หลังจากการเก็บรักษา จากการวิจัย พบว่า คะแนนด้านรสชาติของผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมและที่รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท จึงไม่มีผลต่อรสชาติ

คะแนนด้านรสชาติของผลสตรอเบอรี่จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Shamala *et al.*, 1992) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัย คือ ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะมีระดับคะแนนด้านรสชาติลดลงเร็วกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส เนื่องจากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่าลดลงมากกว่า

10. ระดับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค

การยอมรับของผู้บริโภคขึ้นอยู่กับรสชาติและกลิ่นของผลสตรอเบอรี่ รวมทั้งสีผิวของผล (ทองใหม่ และดนัย, 2541) ดังนั้น ความพึงพอใจของผู้บริโภค จึงเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการยอมรับ ซึ่งแตกต่างกันได้ในแต่ละบุคคล การทดสอบโดยใช้การชิม (sensory attributes) ด้วยการให้คะแนน มีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Shamala *et al.*, 1992) ดนัย (2544) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 50 และเบอร์ 70 มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคลดลง เมื่อมีอายุการเก็บรักษามากขึ้น เนื่องจากผลสตรอเบอรี่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัย พบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคลดลงมากกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมและที่รมด้วยสารมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ ทุกระยะเวลา จึงไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

11. อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของผลสตรอเบอรี่ภายหลังการเก็บเกี่ยว ขึ้นอยู่กับการเข้าทำลายของเชื้อ *Botrytis* sp. (*Botrytis* infection) และความต้านทานของผลสตรอเบอรี่ (resistance of strawberry) (Schouten, 2002) และคุณภาพในการเก็บรักษา (keeping quality) ขึ้นอยู่กับการเข้าทำลายของเชื้อ *Botrytis cinerea* เช่นกัน (Hertog *et al.*, 1999) ผลสตรอเบอรี่ในทุกชุดการทดลองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาเพียง 1 วัน แม้ว่าจะรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทก็ยังไม่สามารถชะลอการเน่าเสียของผลได้ ธีรศักดิ์ (2523) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga ที่พ่นด้วย 0.1% benomyl และ 0.1% ronilan แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ส่วนผลที่พ่นสาร แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บ

รักษาเพียง 2 วัน ซึ่งการสารดังกล่าวไม่สามารถชะลอการเน่าเสียของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ สำหรับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ถึงแม้ว่าจะไม่ได้รมสารก็ตาม โดยผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมสารและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิข้างต้น มีอายุการเก็บรักษา 6 วัน

อุณหภูมิในการเก็บรักษา เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลสตรอเบอรี่ (Hertog *et al.*, 1997) Schouten (2002) รายงานว่า การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่โดยใช้อุณหภูมิต่ำ สามารถลดการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อ *Botrytis* sp. ได้ สำหรับการใช้ pyrrolnitrin ที่ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชะลอการเกิด gray mold rot และ *Rhizopus* rot ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tribute ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสได้ แต่ไม่สามารถยับยั้งการพัฒนาของโรคในผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสได้ การใช้สารยับยั้งเชื้อรา (fungicides) ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ดีกว่าการใช้สารยับยั้งเชื้อราหรือเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียว (Fernandéz-Trujillo *et al.*, 1999) จากการวิจัย การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลสตรอเบอรี่ได้ โดยมีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รมสารและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเดียวกัน มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน คาดว่าที่อุณหภูมิต่ำ เชื้อบางชนิดยังสามารถเจริญได้ โดยเชื้อ *Rhizopus stolonifer* ไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ในขณะที่เชื้อ *Botrytis cinerea* ยังสามารถเจริญต่อไปได้ แม้ว่าอุณหภูมิจะลดต่ำลงถึง 0 องศาเซลเซียสก็ตาม แต่การเจริญจะเกิดขึ้นช้ามาก (Mitcham *et al.*, 1998)

สำหรับอุณหภูมิต่ำที่ใช้เก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ในการวิจัยนี้ คือ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เชื้อทั้ง 2 ชนิดข้างต้น ยังสามารถเจริญได้ การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าว จึงเป็นการชะลอการเจริญของเชื้อ แต่เชื้อยังมีการเจริญอย่างต่อเนื่อง แต่การเจริญเป็นไปอย่างช้า ๆ ส่วนการรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง ร่วมกับการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส นอกจากเชื้อเจริญช้าลง เนื่องจากอุณหภูมิต่ำแล้ว การรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้นและระยะเวลาดังกล่าว ยังมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อในช่วงแรกของการรม ทำให้การเจริญของเชื้อไม่ต่อเนื่อง โดยเชื้อจะเจริญต่อไปได้เมื่อสารระเหย จนความเข้มข้นลดลงอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ แต่การระเหยของสารที่อุณหภูมิต่ำ ก็จะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เช่นกัน ดังนั้น การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทร่วมกับเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส จึงสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าว

เพียงอย่างเดียว โดยไม่ได้มีการรมสาร ส่วนการรมสารที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ อาจเนื่องจากเป็นระยะเวลาที่ไม่นานเพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของเชื้อได้

การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 70 โดยการรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ 10 วัน ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tioga ที่พ่นด้วย 0.1% benomyl และ 0.1% ronilan เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาไว้ได้เพียง 8 วัน จะเห็นได้ว่า การรมผลสตรอเบอรี่ด้วยสารเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ร่วมกับการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าและมีการสูญเสียพลังงานน้อยกว่าการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ที่พ่นด้วย 0.1% benomyl และ 0.1% ronilan อีกทั้งยังสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า ถึงแม้ว่าจะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่าก็ตาม รวมไปถึงยังมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้สารเคมี ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในผลิตผลและการไม่ยอมรับของผู้บริโภค

Schouten (2002) รายงานว่า การใช้ pyrrolnitrin ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชะลอการเกิด gray mold rot และ *Rhizopus* rot ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Tribute ได้เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส โดยมีอายุการเก็บรักษา 8 วัน ในขณะที่การใช้ 2,5-dimethoxybenzoic (DMB) acid ความเข้มข้น 0.005 โมล สามารถชะลอการเน่าเสีย เนื่องจากเชื้อ *Botrytis cinerea* และ *Rhizopus stolonifer* ในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Pajaro และ Chandler โดยเก็บรักษาไว้ ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ได้นาน 7 วัน สำหรับการรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง ถึงแม้ว่าจะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิข้างต้น คือ 5 และ 10 องศาเซลเซียส แต่ก็ยังสามารถชะลอการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อทั้ง 2 ชนิดข้างต้นได้ และยังสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า คือ มีอายุการเก็บรักษา 10 วัน

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทานเบอร์ 70 ที่เก็บเกี่ยวผลในช่วงที่มีสีผิวของผลเป็นสีแดง 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาพที่มีแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีความเข้มของแสง 18 $w/m^2$ นาน 2 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษา 7 วัน (ดนัย, 2544) ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่ที่ทำการเก็บเกี่ยวในช่วงที่ผลมีสีแดง 70 เปอร์เซ็นต์ รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเดียวกัน สามารถชะลอการเน่าเสียได้ดีกว่า โดยมีอายุการเก็บรักษา 10 วัน