บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

มะม่วง

มะม่วง เป็นไม้ผลเขตร้อนที่เก่าแก่และสำคัญที่สุดชนิดหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดียและพม่า โดยมีศูนย์กระจายพันธุ์อยู่ในอินโดจีน มาเลเซีย และสาธารณรัฐอินโดนิเซีย จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ทราบว่า มะม่วงเป็นผลไม้ที่รู้จักกันในอินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นานกว่า 4,000 ปีมาแล้ว (บุญเลิศ, 2532) ในศตวรรษที่ 4 - 5 ชาวอินเดียได้นำมะม่วงเข้าไปในประเทศมาเลเซีย ในศตวรรษที่ 10 ชาวอิหร่านนำเข้าไปยังชายฝั่งตะวันออกของแอฟริกา ในศตวรรษที่ 18 ชาวโปรตุเกสนำเข้าไปยังแอฟริกาตะวันตกและทวีปอเมริกาใต้ ต่อมาแพร่ไปยังหมู่เกาะอินดีสตะวันตก ในปี ค.ศ. 1742 มอริเชียสและไฮติ ในปี ค.ศ. 1782 และรัฐฟลอริดา ในปีค.ศ. 1861 ปัจจุบันแพร่กระจายทั่วไปในเขตร้อน เช่น อินเดีย ปากีสถาน บังคลาเทศ มาเลเซีย ไทย แอฟริกาตะวันออก แอฟริกาตะวันตก สหรัฐอเมริกา บราซิล และหมู่เกาะบาร์บาดอส เป็นพืชส่งออกของประเทศอียิปต์ อิสราเอล รัฐฟลอริดาของสหรัฐอเมริกา เม็กซิโก และรัฐควีนส์แลนด์ของออสเตรเลีย (เกศิณี, 2546)

ในทางพฤกษศาสตร์ มะม่วงจัดอยู่ใน Class Dicotyledonae Sub-class Archichlamydeae Order Sapindales Family Anacardiaceae Genus *Mangifera* และ Species *Mangifera indica* Linn. (มะม่วงบ้าน) (วิจิตร, 2529)

พืชสกุลแมงจิเฟอรา (Mangifera) มีรายงานว่ามีอยู่ประมาณ 61 ชนิด (species) โดยมีลักษณะเด่นคือ ทรงต้นสูง จากโคนถึงกิ่งแรกสั้น ไม่ผลัดใบ ส่วนต่างๆ ของต้นขณะสดมีกลิ่นหอมเฉพาะ ใบอ่อนมีสีม่วง ใบเกิดแบบสลับ ขอบใบเรียบ แผ่นใบเหนียว ดอกเกิดเป็นช่อแบบแพนนิเคิล (panicle) ดอกย่อยมีขนาดเล็ก ประกอบด้วยดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) หรือดอกกระเทยและดอกตัวผู้ (staminate flower) ดอกมีกลีบรอง (sepal) 4 - 5 กลีบ กลีบดอก (petal) 4 - 5 กลีบ อาจเกิดอย่างอิสระหรือติดกับจาน (disc) กลีบดอกเมื่อบานเต็มที่จะหักพับกลีบ เกสรตัวผู้ (stamen) มี 5 อัน ปกติมีเกสรตัวผู้แท้เพียง 1 อัน และมีอับเรณู (anther) โตกว่าอันอื่น เกสรตัวผู้ปลอม (staminode) มีอับเรณูขนาดเล็กและฝ่อ จานมีลักษณะนูนออก มีพู 4 - 5 พู หรือไม่มี ผลมีเนื้อมาก เมล็ด (stone) แบน มีเสี้ยน (fibre) มาก จนถึงไม่มีเมล็ด (seed) มีขนาดโต แบน ผลอ่อนมีน้ำยางมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาทางเซลล์วิทยาพบว่า มะม่วงบ้านทุกพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเหมือนกันคือ 2n = 40 และ n = 20 (บุญเลิศ, 2532)

ลักษณะพันธุ์มะม่วง (วิจิตร, 2529)

พันธุ์มะม่วงแบ่งเป็น 2 กลุ่มสำคัญคือ มะม่วงกลุ่มอินเดีย (Indian type) และกลุ่มอินโดจีน (Indochinese type)

1. มะม่วงกลุ่มอินเดีย มีถิ่นกำเนิดทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย ปากีสถาน ปลูกกันมากในสหรัฐอเมริกา (รัฐฟลอริดา) และเม็กซิโก มะม่วงกลุ่มนี้มีลักษณะแตกต่างจากมะม่วงกลุ่มอินโดจีนคือ เมล็ดที่เพาะจะให้ต้นกล้าเพียง 1 ต้นต่อเมล็ด และต้นกล้านั้นจะกลายเป็นพันธุ์ไม่ตรงต้นแม่ เพราะเป็นลูกผสม ผิวของมะม่วงกลุ่มนี้จะมีสีสันสะดุดตา เช่น สีแดง ม่วง ส้ม และมีกลิ่นชี้ไต้แรง

2. มะม่วงกลุ่มอินโดจีน ถิ่นกำเนิดของมะม่วงกลุ่มนี้อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร บริเวณอินโดจีน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศไทย สาธารณรัฐอินโดนิเซีย ฟิลิปปินส์ เมื่อนำเมล็ดมาเพาะจะได้ต้นกล้ามากกว่า 1 ต้นต่อเมล็ด ต้นกล้าที่ได้ส่วนมากจะตรงกับพันธุ์เดิม เพราะเกิดจากเซลล์ร่างกายของต้นแม่เป็นส่วนใหญ่ จะมีกลายพันธุ์บ้างเป็นบางต้น ผิวผลมีสีเขียวหรือสีเหลือง เนื้อผลมีกลิ่นไม่แรง

ประทีป (2532) รายงานว่า การแบ่งกลุ่มมะม่วงตามประโยชน์ของผล สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. มะม่วงรับประทานดิบ มะม่วงพวกนี้แบ่งได้ 2 ประเภทคือ ประเภทแรก สามารถเก็บผลได้ตั้งแต่ระยะเริ่มเข้าไคล เมื่อแก่จัดจะมีรสหวาน ได้แก่ เขียวเสวย แรด พิมเสนมัน ทองดำ เขียวไข่กา ลิ้นงูเห่า แก้วลืมคอน เป็นต้น อีกประเภทหนึ่งเป็นประเภทที่มีรสมันตั้งแต่ผลยังเล็ก เมื่อปล่อยให้สุกจะมีรสหวานปานกลาง ได้แก่ ฟ้าลั่น สายฝน หนองแซง แห้ว

2. มะม่วงรับประทานสุก เมื่อดิบจะมีรสเปรี้ยวจัด ต้องเก็บเกี่ยวเมื่อแก่จัด แล้วบ่มให้สุกเพื่อให้มีรสหวานอร่อย เช่น อกร่อง น้ำดอกไม้ หนังกลางวัน ทองดำ โชคอนันต์

3. มะม่วงใช้แปรรูป เป็นมะม่วงที่ให้ผลดก เช่น มะม่วงแก้ว เมื่อแก่จัดใช้ทำมะม่วงดอง เมื่อสุกใช้ทำมะม่วงกวน มะม่วงแผ่น มะม่วงสามปีเป็นมะม่วงที่เจริญเติบโตเร็ว ทนแล้ง ให้ผลดก ผลเหมาะในการทำน้ำมะม่วงคั้น มีรส สี และกลิ่นเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (ประเสริฐ, 2548)

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นมะม่วงประเภทรับประทานสุก เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันทั่วไป การเจริญเติบโตดี ทรงพุ่มโปร่ง ลักษณะใบใหญ่ ขอบใบเป็นคลื่น ออกดอกง่ายและดก ออกดอกทุกปี ไม่ค่อยเว้น ติดผลปานกลางประมาณ 250 - 300 ผลต่อต้น ออกดอกต้นฤดู ใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกจนผลแก่นานประมาณ 115 วัน เป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส ทำให้เกิดแผลหรือเน่าได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษาหรือขนส่ง

ผลมีขนาดปานกลางถึงใหญ่ ขนาดผลเฉลี่ยยาว 16 เซนติเมตร กว้าง 7.2 เซนติเมตร และหนา 6.9 เซนติเมตร น้ำหนักต่อผลประมาณ 400 กรัม ทรงผลค่อนข้างกลมยาว ด้านขั้วผลอูมค่อยๆ สอบเข้าสู่ปลายผล ปลายผลแหลม ไหล่ผลด้านท้องมน ไหล่ผลด้านหลังลาดลง จะงอยผลเล็กมาก ไซนัสตื้นมากจนถึงไม่มี ผิวผลเรียบ เปลือกบางเปราะ มีต่อมกระจายห่างๆ ทั่วผล ผลดิบผิวเปลือกสีเขียวนวล เห็นท่อน้ำยางบริเวณผิวชัดเจน เนื้อแน่นหนา มีสีขาว รสเปรี้ยวจัด เมื่อแก่จัดรสชาติมันผลสุกเปลือกจะมีสีเหลืองอมเขียวถึงเหลือง เปลือกค่อนข้างบาง ชอกช้ำได้ง่ายและมักเป็นโรคแอนแทรกโนส ดังนั้นในขั้นตอนการเก็บรักษาและขนส่งจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังมาก เนื้อสีเหลือง แน่นหนา เนื้อละเอียดฉ่ำน้ำ มีเสี้ยนค่อนข้างน้อย รสหวาน กลิ่นหอมอ่อย ลักษณะเมล็ดแบนยาว เนื้อเปลือกหุ้มเมล็ดเล็ก เมื่อนำเมล็ดไปเพาะจะได้ต้นอ่อนหลายต้นจากเมล็ดเดียว มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สามารถบังคับให้ออกดอกนอกฤดูได้ดี และการปลูกโดยใช้ระยะปลูกค่อนข้างถี่ก็สามารถออกดอกติดผลได้ดี

โรคแอนแทรกโนสของมะม่วง (mango anthracnose) (วิจิตร, 2529)

โรคแอนแทรกโนส เป็นโรคที่มีการระบาดอย่างกว้างขวาง และทำความเสียหายให้แก่ประเทศที่มีการปลูกมะม่วง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งปลูกที่มีความชื้นสูง การระบาดจะรุนแรง โรคนี้เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. เชื้อรานี้ยังเป็นสาเหตุของโรคยอดเหี่ยว (wither tip) ของส้ม และโรคแอนแทรกโนสในไม้ผลอีกหลายชนิด เช่น มะละกอ กล้วย องุ่น และอะโวกาโด เป็นต้น

เชื้อราชนิดนี้ระบาดได้ดีในสภาพอากาศร้อนชื้นและมีฝนตกชุก หรือมีหมอกลงจัด นอกจากมีต้นพืชเป็นแหล่งอาศัยแล้ว เชื้อสาเหตุยังสามารถดำรงชีพอยู่บนเศษซากพืชที่ตายแล้วได้ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะระบาดสู่พืชปลูก เชื้อสาเหตุจะสร้างส่วนขยายพันธุ์ที่เรียกว่า “สปอร์” มีลักษณะคล้ายเมือก (slime masses) สีเหลืองส้มจำนวนมากบนส่วนของพืชที่ตายแล้ว สปอร์มีรูปไข่ขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น กว้างยาวประมาณ 13.8 x 3.2 ไมครอน สปอร์ของเชื้อสาเหตุอาจไหลไปตามน้ำ ติดไปกับน้ำที่ใช้รดต้นไม้ หรือปลิวไปตามลม เมื่อตกลงบนพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้วจะงอกและแทงเข้าไปยังส่วนอ่อนๆ ของพืช หรืออาจฟักตัวอยู่จนส่วนของพืชอ่อนตัวหรือเริ่มสุกจึงเข้าทำลาย

เชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนสสามารถเข้าทำลายมะม่วงในทุกระยะของการเจริญเติบโตของต้น ดอก และผล ระยะต้นกล้าเป็นระยะที่โรคเข้าทำลายมากระยะหนึ่ง เพราะเป็นระยะที่อ่อนแอ ประกอบกับมีโอกาสได้รับเชื้อสาเหตุจากการใช้น้ำคลองหรือน้ำที่มีเชื้อสาเหตุ อาการที่เกิดบนใบระยะแรกๆ จะเห็นเป็นจุดเล็กๆ สีน้ำตาลหรือดำ ต่อมาจุดเหล่านี้จะขยายใหญ่ขึ้น เนื้อเยื่อบริเวณนั้นจะแห้งตายเกิดเป็นรูพรุน กรณีที่เป็นมาก รอยแผลจะลุกลามอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดรอยไหม้ขนาดใหญ่หรือทั่วทั้งใบ ใบจะแห้งตายและร่วงหล่น บนลำต้นหรือยอดส่วนที่ยังอ่อนอยู่อาจพบจุดดำๆ ของโรคนี้เกิดขึ้นได้เมื่อสภาพอากาศร้อนชื้นเพียงพอ

ระยะที่มะม่วงกำลังออกดอก เชื้อสาเหตุจะเริ่มเข้าทำลายตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอก ดอกที่ถูกเชื้อสาเหตุเข้าทำลายจะร่วงหล่นหรือฝ่อไป ก้านช่อดอกหรือก้านดอกย่อยที่ได้รับเชื้อสาเหตุจะเกิดจุดดำหรือน้ำตาลและค่อยๆ ขยายตัวออก ทำให้การลำเลียงอาหารและน้ำไปสู่ดอกไม่สะดวก ถ้าเป็นมากดอกอาจหลุดร่วงหมดทั้งช่อดอก ผลในระยะที่อ่อนมากจะได้รับเชื้อสาเหตุเช่นกัน แต่จะแฝงตัวอยู่ รอยแผลที่เกิดจะเห็นเป็นจุดเล็กมาก แต่ถ้าอากาศชื้นอาจขยายตัวออก และสร้างสปอร์จำนวนมาก

อาการบนผลแก่หรือผลสุกจะเห็นจุดสีดำ อาจเกิดเป็นรอยบุ๋มตื้นๆ ผิวแตก รอยแผลอาจขยายเชื่อมกันเกิดเป็นรอยแผลขนาดใหญ่ขึ้น ในที่สุดแผลจะเน่าและยุบลง อาการดังกล่าวจะแผ่ลึกลงไปในเนื้อผล ทั้งขณะที่อยู่บนต้นหรือหลังเก็บเกี่ยวมาแล้ว อาการบนผลจะเห็นชัดขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลานาน เพราะผลจะเริ่มอ่อนตัว ทำให้เป็นโรคได้ง่าย โดยเฉพาะมะม่วงที่มีแผลเมื่อได้รับเชื้อผลจะเน่าเร็วกว่าปกติ

อังสุมา (2533) รายงานว่า เชื้อรา *C. gloeosporioides* สามารถเข้าทำลายผลมะม่วงตั้งแต่ผลยังอ่อน สปอร์ของเชื้อสาเหตุจะงอก germ tube และสร้าง appressorium บนผิวผลภายในเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเชื้อราจะสร้าง infection hypha ผ่านชั้น cuticle เข้าไปในผิวผล แล้วพักแฝงตัวอยู่ในผลมะม่วงในรูปเส้นใยที่เจริญแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ในชั้น epidermis และ subepidermis ลึกลงไปจากผิวผลมะม่วง 2 - 3 ชั้นของเซลล์จากผิวนอกสุดหรืออยู่ในช่วงไม่เกิน 1 มิลลิเมตรจากผิวนอก เชื้อสาเหตุจะเจริญทำลายผลมะม่วงต่อไปเมื่อผลเริ่มสุกถึงสุกเต็มที่ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรคแอนแทรกโนสกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ พบว่า การเกิดโรคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความสุกและปริมาณน้ำตาลในผล โดยที่อาการของโรครุนแรงมากที่สุดเมื่อผลมะม่วงสุกเต็มที่และมีปริมาณน้ำตาลในระดับสูง (20.24 Brix) ผลมะม่วงที่เป็นโรคแอนแทรกโนส มีรูปแบบการหายใจและการผลิตก๊าซเอทิลีนเป็นแบบเดียวกับผลมะม่วงที่ไม่เป็นโรค แต่จะมีปริมาณสูงกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจำแนกชั้นและลักษณะของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. (วิจัย, 2551) การจำแนกชั้นของเชื้อรา *C. gloeosporioides* สามารถแบ่งได้ ดังนี้

Kingdom Fungi

Division Eumycota

Subdivision Deuteromycotina

Class Coelomycetes

Order Melanconiales

Genus *Colletotrichum*

เชื้อรา *Colletotrichum* สร้าง acervulus รูปร่าง cushion-shaped กลมเป็นมัน อยู่ใต้ชั้น epidermis ของพืช การเจริญเริ่มจากการที่เส้นใยมารวมตัวกันเป็นชั้น stroma แล้วสร้าง conidiophore ให้กำเนิด conidium ลักษณะสำคัญอันหนึ่งของเชื้อราใน form-genus นี้ก็คือ มีการสร้าง sterile hypha สีเข้มขนาดใหญ่คล้ายหนามเรียกว่า seta เกิดอยู่ที่บริเวณขอบ acervulus หรือปะปนอยู่กับ conidiophore ลักษณะของ conidium เป็นเซลล์เดียว ไม่มีสี รูปร่างรูปไข่หรือยาวรี ตรงหรือโค้ง ลักษณะการสร้าง seta ของเชื้อราชนิดนี้เป็นลักษณะที่ไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพของ culture เชื้อรา form-genus ที่ใกล้เคียงกันได้แก่ *Gloeosporium* เป็นเชื้อราที่มีลักษณะเหมือนกับ *Colletotrichum* แต่ไม่พบการสร้าง seta สำหรับระยะ teleomorph ของเชื้อรา *Colletotrichum* อยู่ใน genus *Glomerella*

การแพร่ระบาดของโรค

สปอร์ของเชื้อรา *C. gloeosporioides* มีการแพร่ระบาดโดยทางลมและฝน โดยเฉพาะในสภาพอากาศที่ชื้นสลับกับอุณหภูมิสูงและมีความแห้งแล้ง แปลงเพาะกล้าที่แน่นทึบมีความชื้นสูง ในระยะแตกยอดอ่อน แทงช่อดอกและติดผลอ่อนจะเป็นโรคได้ง่าย สปอร์ของเชื้อสาเหตุจากใบที่เป็นโรคจะไหลไปตามหยดน้ำลงสู่ขั้วผลแล้วกระจายไปทั่วผล ทำให้ขั้วผลและก้นผลเน่า เชื้อสาเหตุจะพักตัวในผลและทำให้ผลเน่าระยะหลังเก็บเกี่ยว (นิพนธ์, 2542) แหล่งระบาดมักจะเป็นสวนมะม่วงที่มีการปลูกระยะชิด มีทรงพุ่มแน่นทึบ มะม่วงที่มีอายุมาก มะม่วงที่ปลูกในสภาพยกร่องหรือสวนที่มีสภาพความชื้นสูง (สุชาติ, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การควบคุมโรคแอนแทรกโนสของมะม่วง

ในระยะต้นกล้า ควรป้องกันโดยการปลูกต้นกล้าให้ห่างกันพอประมาณ เพื่อให้ลมพัดผ่านได้สะดวก ไม่อับชื้น ตรงจุดที่ตรวจพบว่าเป็นโรค ควรถอนออกก่อนที่โรคจะระบาดไปยังจุดอื่นๆ

ในการใช้สารป้องกันกำจัดโรคนี้ จะต้องใช้ให้ถูกกับจังหวะการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุ ทั้งนี้เพื่อลดความสิ้นเปลืองและช่วยให้สารเคมีมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยฉีดพ่นให้ต้นมะม่วงในช่วงที่แตกใบอ่อนหรือช่วงที่มีฝนตก พอเข้าระยะออกดอกออกผล ให้ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราเป็นระยะ ตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอกไปจนถึงระยะเก็บผล โดยในช่วงเริ่มแทงช่อดอกให้ฉีดพ่นทุกๆ สัปดาห์ สัปดาห์ละครั้ง โดยฉีดพ่น 4 ครั้งติดต่อกัน แล้วเว้น 2 สัปดาห์ ถ้าฝนชุกให้ฉีดพ่นถี่มากขึ้น ก่อนเก็บเกี่ยว 15 วัน ควรฉีดพ่นสารกำจัดโรคพืชประเภทดูดซึม เช่น benomyl อีกครั้งหนึ่ง เพื่อช่วยลดความเสียหายจากการเกิดผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญคือควรผสมสารจับใบลงไปด้วยทุกครั้งเพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น สำหรับการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวนั้น ในขณะที่เก็บผลจะต้องระมัดระวังอย่าให้ผลบอบช้ำและให้บรรจุหีบห่อที่ระบายอากาศได้ดี ไม่บรรจุผลแน่นเกินไปหรือหลังจากเก็บผลมาแล้ว อาจจุ่มลงในน้ำอุณหภูมิ 50 - 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 - 10 นาที

สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชที่สามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพได้แก่ benomyl, mancozeb, captan และ copper oxychloride เป็นต้น ในการเลือกใช้สารชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรคที่เกิดในแต่ละสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน สารเคมีประเภทดูดซึม เช่น benomyl อาจใช้ได้ผลดีกว่าเมื่อฉีดพ่นในช่วงที่มีฝนตกชุกหรือในช่วงใกล้เก็บเกี่ยวผล เพราะจะมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตหลังเก็บเกี่ยวด้วย (ยงยุทธ, 2547)

ข้อควรระวังในการใช้สารเคมีประเภทดูดซึมชนิดที่ใช้เฉพาะกลุ่มเชื้อ เช่น benomyl นั้น ไม่ควรใช้ติดต่อกันเป็นเวลานาน เพราะเชื้อสาเหตุมีโอกาสที่จะสร้างความต้านทานต่อสารเคมีได้ง่าย ดังนั้นในการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคในช่วงออกดอกติดผลนั้น ควรใช้สารเคมีชนิดอื่นฉีดพ่นสลับกันบ้างตามความเหมาะสม เช่น ระยะดอก อาจจะใช้ mancozeb หรือ benomyl ระยะติดผลอ่อนใช้ captan หรือ copper fungicides ระยะผลโตใช้ benomyl เป็นต้น (สุชาติ และคณะ, 2532)

การควบคุมโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว มีหลายวิธี เช่น

1. **การล้างทำความสะอาดด้วยสารฆ่าเชื้อโรคที่ปลอดภัย** เช่น น้ำคลอรีน กรดอินทรีย์บางชนิด เช่น กรดแอซีติก (acetic, กรดน้ำส้ม) และกรดออกซาลิก (oxalic acid) (ธวัชชัย และรุ่งทิพย์, 2553)
2. **การแช่หรือจุ่มในน้ำร้อน** จากรายงานของ Akem (2006) ซึ่งแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิระหว่าง 50 - 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 15 นาที และ Nelson (2008) แช่ผลมะม่วงในน้ำร้อน 49 - 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของมะม่วง พบว่าสามารถลดการเกิดโรคได้ เช่นเดียวกับวิลาวัลย์ (2552) แนะนำให้แช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 - 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 - 5 นาที ขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของมะม่วง ส่วนมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ แนะนำให้แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที (วัลภา และคณะ, 2528 (อ้างโดยประจวบ, 2530); วิลาวัลย์, 2552)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การรมหรือเคลือบผลด้วยสารเคมีบางชนิด เช่น เอธานอลและสารฆ่าเชื้อโรค (ธวัชชัยและรุ่งทิพย์, 2553) หรือรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ โดยระบบปิดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง สามารถช่วยลดโรคได้ (นิพนธ์, 2542) แต่ต้องระวังความปลอดภัยของผู้บริโภคและดูข้อกำหนดของประเทศผู้นำเข้า

4. การใช้รังสีในระดับต่ำ สามารถทำลายจุลินทรีย์ในเนื้อเยื่อเป็นส่วนใหญ่ โดยไม่มีผลต่อรสชาติ กลิ่น สี และเนื้อผิวของผล (Dennision and Ahmed, 1975) Subbramanyam *et al.* (1975) อ้างโดยประจวบ (2530) ใช้รังสีแกมมาในช่วง 10 - 20 k rad กับผลมะม่วง ทำให้ช่วยชะลอการสุกของผลและมีผลโดยตรงกับโรคแอนแทรกโนส ส่วน Akem (2006) ได้ใช้รังสีอินฟาเรดทดสอบกับผลมะม่วงพบว่า มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการแช่น้ำร้อนซึ่งรวดเร็วและมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่า

5. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิต่ำจะทำให้เชื้อสาเหตุเจริญช้าลง แต่ไม่สามารถกำจัดเชื้อสาเหตุที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อได้ ทั้งยังชะลอการสุกและการเสื่อมสภาพของผลมะม่วงได้ ผลมะม่วงสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์หรือมากกว่าโดยไม่มีปัญหาเรื่องโรค แต่มะม่วงเป็นพืชที่อ่อนแอต่อ chilling injury ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 - 12.8 องศาเซลเซียส จะทำให้สีผิดปกติและการสุกไม่สม่ำเสมอ (Eckert, 1975; Nelson, 2008)

6. การใช้วิธี vapor heat และ forced-air dry heat เป็นเวลา 3 - 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของมะม่วง (Nelson, 2008)

7. การใช้สารเคมี เช่น benomyl, thiabendazole, prochloraz, imazalil และ benzimidazole (Akem, 2006; Ploetz, 2011) นอกจากนี้ยังสามารถใช้สารเคมีร่วมกับการแช่น้ำร้อนได้ ดังรายงานของนิพนธ์ (2542) ได้แนะนำให้จุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส ผสม benomyl 500 ppm หรือ prochloraz 200 ppm เป็นเวลา 5 นาที เช่นเดียวกับเกียรติเกษตร (2547) ที่แนะนำให้แช่ผลมะม่วงในน้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส ผสมกับสาร benomyl ความเข้มข้น 500 ppm เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นผึ่งผลให้แห้งเย็นอย่างรวดเร็วก็สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้เช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตลาดของมะม่วง (มนตรี, 2554)

สถานการณ์การตลาดมะม่วงของไทย

ตลาดมะม่วงนอกจากจะเป็นแหล่งรองรับและกระจายผลผลิตจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภคและโรงงานแปรรูปแล้ว ยังเป็นแหล่งของข้อมูลข่าวสารด้านราคาซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิต ผู้ค้า ผู้บริโภค และธุรกิจที่เกี่ยวข้องเช่นเดียวกับผลไม้ทั่วไป

มะม่วงเป็นสินค้าที่เน่าเสียง่าย มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสูง รวมทั้งสามารถให้ผลผลิตได้ทั้งในฤดูกาลและนอกฤดูกาล ทำให้ปริมาณผลผลิตในตลาดมีจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องอาศัยกลไกทางการตลาดที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว เพื่อลดการสูญเสียอันเนื่องมาจากขั้นตอนทางการตลาดให้ได้มากที่สุด โดยให้มีการกระจายสินค้าไปตามแหล่งที่มีความต้องการให้ได้โดยที่ผลผลิตยังคงคุณภาพและผู้บริโภคได้รับความพึงพอใจสูงสุด ทั้งนี้ในระบบเศรษฐกิจแบบเสรี บทบาททางการตลาดและราคาจะเป็นกลไกสำคัญในการเคลื่อนย้ายสินค้าที่มีคุณภาพไปสู่ผู้บริโภคคนสุดท้าย ในขณะที่ความเคลื่อนไหวของราคาที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาจะเป็นตัวปรับอุปสงค์ให้สมดุลกับอุปทานในขณะนั้นๆ เพื่อให้สินค้าตกค้างในตลาดมีน้อยที่สุด

ตลาดมะม่วงภายในประเทศ

ผลผลิตส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 90 ของมะม่วงที่ผลิตได้จะจำหน่ายภายในประเทศ ทั้งตลาดบริโภคสดและตลาดโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์มะม่วง โครงสร้างทางการตลาดมะม่วงภายในประเทศโดยทั่วไปสามารถจำแนกประเภทของตลาดและลักษณะการเชื่อมโยงกันได้ดังนี้

1. **ตลาดระดับไร่นาหรือระดับท้องที่** เป็นตลาดที่ทำการซื้อขาย ณ แหล่งผลิต เกษตรกรจะรวบรวมผลผลิตมะม่วงไว้ที่สวนของเกษตรกรหรือนัดหมายให้พ่อค้าคนกลาง พ่อค้าเร่ เข้าไปรับซื้อผลผลิต หรือนำคนงานมาเก็บมะม่วงเองที่สวนตามที่ได้ตกลงล่วงหน้าไว้ โดยจะรับซื้อผลผลิตทั้งแบบคละขนาดและแบบแยกขนาดไม่แยกเกรด

2. **ตลาดรวบรวมระดับท้องถิ่น** เป็นตลาดที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นแหล่งรวบรวมผลผลิตมะม่วงจากเกษตรกรโดยตรงและจากพ่อค้าคนกลาง พ่อค้าเร่ เพื่อจำหน่ายต่อไปยังตลาดปลายทาง ที่ตั้งของตลาดลักษณะนี้จะอยู่ใกล้แหล่งผลิตที่สำคัญ เช่น แหล่งปลูกในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก จะมีตลาดระดับท้องถิ่นหรือลั้งใหญ่อยู่ที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ลักษณะสำคัญของตลาดท้องถิ่นจะมีพ่อค้าทุกระดับเข้ามาทำการซื้อขาย ได้แก่ พ่อค้ารวบรวมผลผลิต พ่อค้าขายส่งตลาดกลางกรุงเทพฯ พ่อค้าขายส่งต่างจังหวัด พ่อค้าขายส่งในจังหวัด พ่อค้าขายปลีกในจังหวัด พ่อค้าขายปลีกต่างจังหวัด โดยตลาดจะทำหน้าที่รวบรวมหรือรับซื้อผลผลิต การขายจะแยกตามขนาดและคุณภาพของผลผลิตโดยคิดค่าจัดการหรือส่วนต่างประมาณร้อยละ 1 – 2 ของมูลค่าสินค้าตามหน่วยน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ตลาดกลางกรุงเทพฯ เป็นตลาดกลางขายส่งผลไม้ที่เป็นแหล่งรับซื้อและกระจายผลผลิตไปยังตลาดปลายทางต่างๆ ของประเทศ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งข้อมูลทางด้านราคา ตลาดกลางที่รองรับผลผลิตมะม่วงที่สำคัญได้แก่ ตลาดปากคลองตลาด ตลาดสี่มุมเมือง ตลาดไท

4. ตลาดต่างจังหวัด เป็นตลาดในภูมิภาคอื่นๆ ไม่รวมตลาดกรุงเทพฯ พ่อค้าในตลาดลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะมาตั้งจุดรับซื้อตามแหล่งผลิตในช่วงฤดูกาลหรือใช้รถมาตระเวนรับซื้อแล้วขนส่งกลับไปยังจังหวัดที่เป็นแหล่งรองรับผลผลิตที่สำคัญ เช่น ตลาดจังหวัดนครราชสีมา ตลาดจังหวัดสตูล ตลาดชายแดนสุไหง-โกลก ตลาดจังหวัดนราธิวาส

5. ตลาดรวบรวมผลผลิตของเกษตรกร เป็นตลาดที่เป็นศูนย์กลางในการรวบรวมและขายผลผลิตของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกภายในกลุ่มเกษตรกร เช่น สหกรณ์หรือวิสาหกิจชุมชน โดยจะรวบรวมผลผลิตมะม่วงคุณภาพได้มาตรฐานส่งออกจากสมาชิกเพื่อเตรียมการหรือจัดส่งให้กับบริษัทส่งออก นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ให้บริการแก่สมาชิกโดยการจัดหาช่องทางการตลาดอื่นๆ เช่น การคัดมะม่วงคุณภาพรองลงมาที่ไม่สามารถส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้ บรรจุกล่องขายตรงให้กับผู้บริโภคเพื่อเป็นของขวัญหรือของฝาก หรือจัดส่งให้กับห้างค้าปลีกขนาดใหญ่ เช่น ห้างโลตัส ท็อปส์ เดอะมอลล์ หรือคุณภาพที่รองลงมาอีกไปส่งให้กับโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์มะม่วง

6. ตลาดโรงงานแปรรูป เป็นตลาดที่รองรับผลผลิตมะม่วงเป็นส่วนใหญ่ โดยจะมีลักษณะรับซื้อมะม่วงแบบไม่แบ่งเกรดและแยกขนาด แต่จะเน้นที่มะม่วงต้องแก่จัด เนื้อต้องมีคุณภาพเหมาะสมต่อการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มะม่วงชนิดต่างๆ ได้แก่ มะม่วงทอดกรอบ มะม่วงอบแห้ง มะม่วงดอง มะม่วงแช่อิ่ม น้ำมะม่วง มะม่วงสุกแช่แข็ง โรงงานแปรรูปที่เป็นแหล่งรับซื้อผลผลิตสำคัญตั้งอยู่ที่จังหวัดจันทบุรี ชลบุรี ราชบุรี นครราชสีมา เชียงใหม่ สมุทรสาคร

ตลาดมะม่วงไทยในต่างประเทศ

ตลาดส่งออกมะม่วงไทยที่สำคัญแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตลาดเอเชีย กลุ่มตลาดยุโรป กลุ่มตลาดอเมริกา กลุ่มตลาดออสเตรเลีย และกลุ่มตลาดตะวันออกกลาง มะม่วงและผลิตภัณฑ์มะม่วงที่ประเทศไทยสามารถส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศมีประมาณเพียงร้อยละ 1 ของที่ผลิตได้ ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตมะม่วงที่ผลิตได้ภายในประเทศ ประเภทของมะม่วงที่มีการส่งออกแบ่งเป็น 2 ลักษณะได้แก่ มะม่วงผลสดที่ส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศในจำนวนนี้มีประมาณร้อยละ 90 เป็นมะม่วงรับประทานผลสุก ที่เหลือประมาณร้อยละ 10 จะเป็นมะม่วงรับประทานผลดิบ ซึ่งส่วนใหญ่จะส่งไปยังประเทศในแถบประเทศเพื่อนบ้านและตลาดในประเทศที่มีคนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อาศัยอยู่ การที่เกษตรกรจะส่งมะม่วงไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้นั้น เกษตรกรจะต้องมีการตัดสินใจทางด้านการตลาดและวางแผนการผลิตให้ได้คุณภาพมาตรฐาน ปราศจากสารพิษตกค้างตรงตามความต้องการของตลาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งนี้ตลาดมะม่วงในต่างประเทศมีความคล่องตัวค่อนข้างน้อย เกษตรกรจำเป็นต้องมีการเตรียมการจัดหาตลาดไว้ล่วงหน้า การส่งมะม่วงไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศจำเป็นต้องมีการปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการตั้งแต่การผลิต การเก็บรวบรวมผลผลิตและการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวไปจนถึงการจัดการผลผลิตเพื่อการส่งออกตามเงื่อนไขและกฎเกณฑ์ที่แต่ละประเทศยอมรับ เช่น มะม่วงสดที่ส่งไปจำหน่ายยังประเทศญี่ปุ่นต้องผ่านกรรมวิธีการอบไอน้ำเพื่อควบคุมแมลงวันผลไม้ แต่ถ้าส่งไปจำหน่ายยังประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ ฮ่องกง ไม่ต้องผ่านกรรมวิธีการอบไอน้ำ และถ้าส่งไปขายยังประเทศในสหภาพยุโรปต้องผ่านการชุบน้ำยา ในขณะที่มะม่วงสดที่ส่งออกไปยังสหรัฐอเมริกาต้องผ่านกรรมวิธีการฉายรังสีเพื่อป้องกันเชื้อโรคและแมลง

การส่งออกสินค้ามะม่วง

แนวโน้มการส่งออกมะม่วงของไทยมีโอกาสขยายเพิ่มขึ้น เนื่องจากไทยได้ทำข้อตกลงเขตการค้าเสรีกับประเทศต่างๆ ทำให้ภาษีการนำเข้าลดลง เช่น จีน อินเดีย และออสเตรเลีย ซึ่งภาษีนำเข้าลดลงเหลือร้อยละ 0 ข้อมูลปี พ.ศ. 2549 ระบุว่า ประเทศไทยส่งออกมะม่วงสดและผลิตภัณฑ์มะม่วงกระป๋อง ประมาณ 23,603 ตัน มูลค่า 690.49 ล้านบาท สำหรับปี พ.ศ. 2550 ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดและผลิตภัณฑ์มะม่วงกระป๋องรวม 20,842 ตัน มูลค่า 615.43 ล้านบาท เปรียบเทียบกับช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2549 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลดลงในอัตราร้อยละ 4.50 ซึ่งสาเหตุที่ทำให้การส่งออกมะม่วงลดลงนั้น เนื่องมาจากเทคโนโลยีที่เกษตรกรผู้ส่งออกหรือผู้เกี่ยวข้องใช้ปฏิบัติกับมะม่วงภายหลังเก็บเกี่ยวยังไม่ดีเพียงพอ ประกอบกับผลิตผลที่เก็บเกี่ยวจากต้นมาแล้วนั้นยังคงมีชีวิตอยู่และใช้อาหารที่สะสมอยู่เพื่อความอยู่รอด เมื่อผลิตผลใช้อาหารที่สะสมอยู่หมดไป ผลิตผลนั้นก็จะตายไปในที่สุด อย่างไรก็ตามในระหว่างนี้ผลิตผลอาจเสื่อมสภาพไปได้ เนื่องจากการเข้าทำลายของโรคและแมลงด้วย ดังนั้นหากเกษตรกรผู้ส่งออกและผู้เกี่ยวข้องรู้และเข้าใจเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ก็จะสามารถนำไปปรับใช้ในงานที่เกี่ยวข้องได้ไม่ว่าจะเป็นการจัดการผลผลิตหรือการส่งออก ทำให้สามารถลดการสูญเสียทั้งทางด้านผลผลิต ทุน แรงงาน และการตลาด อีกทั้งยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น และส่งออกผลิตผลไปยังตลาดต่างประเทศที่อยู่ห่างไกลทางเรือได้เป็นปริมาณมาก เป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ประเทศ เกษตรกร และภาคอุตสาหกรรมที่ต้องใช้วัตถุดิบทางการเกษตร (พีระศักดิ์, 2552) ส่วนข้อมูลการส่งออกมะม่วงในปี พ.ศ. 2551 - 2554 พบว่า ในปี พ.ศ. 2552 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงมากกว่าปี พ.ศ. 2551 หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2553 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกกลับลดลง แต่ปริมาณการส่งออกในปี พ.ศ. 2554 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และมีมูลค่าการส่งออกมากขึ้นด้วย ดังแสดงในตาราง 1 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1 ข้อมูลสถิติการส่งออกมะม่วง (รวม)* ในปี 2551 - 2554

ปริมาณ : กิโลกรัม

มูลค่า : บาท

ปี / เดือน	2551		2552		2553		2554	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
มกราคม	1,683,398	73,215,065	1,263,760	63,075,887	2,136,928	77,906,888	2,285,234	80,198,385
กุมภาพันธ์	1,511,415	61,224,014	1,401,858	73,356,370	4,599,206	125,104,774	6,668,550	137,696,468
มีนาคม	5,114,011	131,240,947	5,688,447	156,522,393	11,774,037	246,149,930	14,874,885	247,886,026
เมษายน	7,319,075	199,773,912	11,286,544	249,089,119	4,778,243	157,366,487	10,133,057	248,886,026
พฤษภาคม	5,552,348	212,243,030	8,965,738	248,628,097	3,710,067	180,331,224	9,200,491	282,603,250
มิถุนายน	3,510,684	166,384,128	3,173,140	126,891,064	4,187,167	156,476,062	5,592,335	232,049,064
กรกฎาคม	3,115,767	142,891,164	2,477,673	116,946,034	2,301,236	106,578,130	3,277,466	157,759,540
สิงหาคม	2,564,638	134,123,844	2,517,823	110,770,599	1,840,187	84,832,993	2,728,444	143,423,966
กันยายน	1,938,833	97,019,492	2,552,427	112,709,485	2,072,675	94,023,700	2,533,380	129,891,891
ตุลาคม	1,207,078	62,687,250	2,222,511	96,218,508	1,807,322	83,063,629	2,089,246	105,476,129
พฤศจิกายน	1,429,062	73,976,661	1,881,010	93,509,029	1,835,308	88,855,081	2,350,898	122,648,587
ธันวาคม	1,430,815	77,875,094	1,978,503	101,596,846	1,999,756	92,564,521	2,093,460	118,974,868
รวม	36,377,124	1,432,654,601.0	45,409,434	1,549,313,431.0	43,042,132	1,493,253,419.0	63,827,446	2,006,794,243.0

* มะม่วง (รวม) ได้แก่ มะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง มะม่วงแช่เย็นจนแข็ง และมะม่วงบรรจุภาชนะที่อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้

แหล่งข้อมูล: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร (2555)

(http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

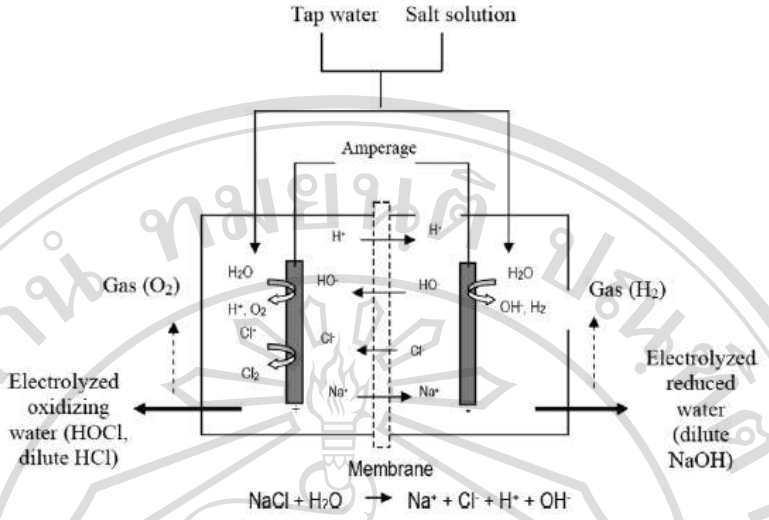
น้ำอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyzed Water)

อิเล็กโทรไลต์ หมายถึง สารที่เมื่อละลายในน้ำแล้วจะสามารถนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากมีไอออน ซึ่งอาจจะเป็นไอออนบวกหรือไอออนลบเคลื่อนที่อยู่ในสารละลาย สารละลายอิเล็กโทรไลต์นี้อาจเป็นสารละลายกรด เบส หรือเกลือก็ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

น้ำอิเล็กโทรไลต์ถูกคิดค้นขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น ซึ่งวิจัยแล้วว่ามีประสิทธิภาพสูงในการทำลายเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราสาเหตุโรคหลายชนิด ซึ่งมีความสำคัญในการผลิตอาหารปลอดภัย การผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์มีขั้นตอนคือ ใส่สารละลายเกลือเจือจางลงใน electrolytic cell ซึ่งประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงไปยังขั้วไฟฟ้า ไอออนต่างๆ จะถูกแยกออกจากกันด้วยแผ่นเมมเบรน เกิดเป็นสารประกอบที่มีไอออน โดยไอออนประจุลบคือ chloride และ hydroxide ในสารละลายเกลือ จะเคลื่อนที่ไปยังขั้วบวกเพื่อให้อิเล็กตรอน กลายเป็น oxygen gas, chlorine gas, hypochlorite ion, hypochlorous acid และ hydrochloric acid ทำให้ได้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่มีสภาพเป็นกรด (Electrolyzed oxidizing water, น้ำ EO) ขณะที่ไอออนประจุบวกคือ hydrogen และ sodium จะเคลื่อนที่ไปยังขั้วลบเพื่อรับอิเล็กตรอน กลายเป็น hydrogen gas และ sodium hydroxide ทำให้ได้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่มีสภาพเป็นด่าง (Electrolyzed reduced water, น้ำ ER) โดยน้ำอิเล็กโทรไลต์ทั้งสองชนิดนี้จะถูกสร้างขึ้นในเวลาเดียวกัน (ภาพ 1) น้ำ ER มีหน้าที่หลักคือขจัดไขมันและโปรตีนที่ติดอยู่บนพื้นผิว ส่วนน้ำ EO จะทำหน้าที่ในการกำจัดเชื้อแบคทีเรียและเชื้อโรคต่างๆ (Hsu, 2004) สารไฮโปคลอรัส (hypochlorous) ที่ได้จากการผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์ เป็นสารที่ออกซิไดซ์แรงกว่าสารประกอบคลอรีนที่อยู่ในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรด์และโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน (Bonde *et al*., 1999)

ปัจจุบันน้ำอิเล็กโทรไลต์ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ฆ่าเชื้อโรคในทางการแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรมอาหาร โดยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย สามารถลดการ germination ของเชื้อราหลายชนิดที่ปนเปื้อนมากับภาชนะเตรียมอาหาร ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และอาหารทะเลได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำลายเชื้อไวรัส เช่น hepatitis B virus (HBV), hepatitis C virus (HBC) และ human immunodeficiency virus (HIV) ได้อีกด้วย (Huang *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 1 แผนภาพการผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์และผลผลิตที่ได้
แหล่งข้อมูล: Huang *et al*. (2008)

การประยุกต์ใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์

กลุ่มที่ 1 การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ยับยั้งการเจริญและกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์

น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถยับยั้งการเจริญและกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยกระบวนการออกซิเดชันที่เกิดขึ้นจะทำลายเซลล์เมมเบรนของเชื้อ ขัดขวางกระบวนการทำงานของเมตาโบลิกในเซลล์และฆ่าเซลล์ได้ โดยเฉพาะการทำลายเชื้อแบคทีเรียหลากหลายสายพันธุ์ เช่น *Pseudomonas* sp., *Vibrio* sp., *Staphylococcus* sp., *Samonella* sp., *Bacillus* sp., *Listeria* sp., *Escherichia coli* O157:H7, *Campylobacter* sp. และ *Enterobacter* sp. เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถลดการเจริญและการงอกของสปอร์ของเชื้อราหลายชนิด เช่น *Botrytis* spp., *Alternaria* spp., *Colletotrichum* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Pestalotia* spp., *Helminthosporium* spp., *Phomopsis* sp. และ *Curvularia* sp. เป็นต้น (Huang *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มที่ 2 การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ยับยั้งการเจริญและกิจกรรมของ blood-virus

นักวิจัยหลายท่านพบว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถยับยั้งการเจริญและกิจกรรมของ blood-virus เช่น hepatitis B virus (HBV), hepatitis C virus (HCV) (Morita *et al*., 2000; Sakurai *et al*., 2003; Tagawa *et al*., 2000) และ human immonudeficiency virus (HIV) (Kakimoto *et al*., 1997; Kitano *et al*., 2003; Morita *et al*., 2000) ได้ โดยจะมีกลไกยับยั้ง surface protein, viral nucleic acids encoding for enzymes ทำลายสิ่งห่อหุ้มไวรัสและ viral RNA (Morita *et al.*, 2000)

กลุ่มที่ 3 การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ยับยั้งการผลิตสารพิษของเชื้อจุลินทรีย์

Archer and Young (1988) และ Garthright *et al*. (1988) พบว่า ภาวะอาหารเป็นพิษ Staphylococcal เป็นผลมาจากการบริโภคอาหารที่มีเชื้อ *Staphylococcus aureus* เจริญอยู่ และสร้างสารพิษ (enterotoxigenic staphylococci) ขึ้นมา ซึ่งภายใน 1 - 6 ชั่วโมงหลังจากที่ร่างกายดูดซึมสาร staphylococcal enterotoxin เข้าไป ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ ปวดท้อง อาเจียน และท้องเสีย นักวิจัยจึงได้ทดลองใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ทดสอบกับเชื้อ *S. aureus* พบว่า สามารถฆ่าเชื้อได้ดี แต่ก็ยังคงมีสารพิษตกค้างอยู่ในปริมาณน้อย ส่วน Suzuki *et al*. (2002) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถฆ่าเชื้อ *Aspergillus parasiticus* และกำจัดสาร aflatoxin AFB1 ที่เชื้อสร้างขึ้นได้ โดย OH radical ที่เกิดจาก HOCl

กลุ่มที่ 4 การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ฆ่าเชื้อโรคในอุตสาหกรรมอาหาร

4.1 อุปกรณ์ เครื่องมือ และภาชนะในกระบวนการผลิตอาหาร

Venkitanarayanan *et al*. (1999a) พบว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถลดปริมาณประชากรของเชื้อ *Enterobacter aerogenes* และ *S. aureus* บนแก้ว สแตนเลส เหล็ก กระเบื้องเคลือบ และกระเบื้องที่ไม่เคลือบได้ Walker *et al*. (2005) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์มีประสิทธิภาพในการใช้ชำระล้างทำความสะอาดสถานที่และเครื่องมือที่ใช้ในระบบการผลิตนมในฟาร์มได้ เช่นเดียวกับ Ayebah *et al*. (2005) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มของเชื้อ *Listeria monocytogenes* บนผิว stainless steel ได้

4.2 ผักสด

Izumi (1999) ได้ทดลองใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์แช่ผักสด ได้แก่ แครอท พริกหยวก ผักขมแรดิชญี่ปุ่น และมันฝรั่ง พบว่า สามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียได้ 0.6 - 2.6 logs CFU/g ขณะที่ Park *et al*. (2001) พบว่า การเขย่าผักกาดหอมในน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ความเร็ว 100 rpm เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดประชากรของ *E. coli* O157:H7 และ *L. monocytogenes* ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ 2.41 และ 2.65 log CFU/lettuce leaf ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ใช้น้ำเปล่า

4.3 ผลไม้

Tsukagoshi *et al*. (2001) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถควบคุมเชื้อราแป้งของสตรอเบอรี่และลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคในแปลงเพาะปลูกได้ ส่วน Okull and Laborde (2004) พบว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์ สามารถลดปริมาณประชากรเชื้อ *Penicillium expansum* บนผิวแอปเปิ้ลได้ เช่นเดียวกับ Whangchai *et al*. (2009) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งได้ โดยยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อ *P. digitatum* ได้ภายใน 1 นาที และมีประสิทธิภาพสูงในการลดอัตราการเกิดโรคบนผลส้ม

4.4 สัตว์ปีกและเนื้อสัตว์

Park *et al*. (2002) รายงานว่า การแช่ปีกไก่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์ สามารถลดปริมาณประชากรของเชื้อ *Campylobacter jejuni* ได้ เช่นเดียวกับ Russell (2003) พบว่า การฉีดพ่นน้ำอิเล็กโทรไลต์บนเปลือกไข่ สามารถกำจัดเชื้อ *Salmonella typhimurium*, *S. aureus* และ *L. monocytogenes* ที่ปนเปื้อนมากับเปลือกไข่ได้ ส่วน Fabrizio and Cutter (2004) ได้ทดลองฉีดพ่นน้ำอิเล็กโทรไลต์บนผิวเนื้อหมู ซึ่งพบว่าสามารถลดประชากรของเชื้อ *L. monocytogenes*, *Sa. typhimurium* และ *Ca. coli* ได้เช่นกัน

4.5 อาหารทะเล

Ozer and Demirci (2006) ได้ทดลองใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ทดสอบกับเนื้อปลาแซลมอนดิบ พบว่า สามารถลดปริมาณเชื้อ *E. coli* O157:H7 และ *L. monocytogenes* ได้ Liu and Su (2006) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถกำจัดเชื้อ *L. monocytogenes* ที่ปนเปื้อนมากับถุงมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารทะเลได้ และ Ren and Su (2006) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถลดปริมาณประชากรของเชื้อ *Vibrio* sp. ที่ปนเปื้อนมากับหอยนางรมได้

ข้อดีและข้อเสียของน้ำอิเล็กโทรไลต์

ข้อดีของน้ำอิเล็กโทรไลต์

Sakurai *et al*. (2003) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์มีความปลอดภัยต่อร่างกายมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ถึงแม้ว่าน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่นำมาใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์จะมีความเป็นกรดสูง แต่ก็ไม่กัดกร่อนผิวหนัง เมมเบรน หรือส่วนประกอบอินทรีย์ในร่างกาย ซึ่งแตกต่างจากกรดไฮโดรคลอริกหรือกรดซัลฟิวริก Mori *et al*. (1997) พบว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูง เช่น เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส และสามารถยับยั้งการสร้างสารพิษของเชื้อราบางชนิดได้ มีต้นทุนการผลิตต่ำ เมื่อเทียบกับการใช้สารเคมีฆ่าเชื้อโรคทั่วไป นอกจากนี้ยังประหยัดเวลาในการฆ่าเชื้อโรคต่างๆ และยังใช้งานง่ายอีกด้วย (Tanaka *et al*., 1999)

ข้อเสียของน้ำอิเล็กโทรไลต์

Kiura *et al*. (2002) พบว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์จะสูญเสียความสามารถในการทำลายเชื้อโรคได้อย่างรวดเร็วหากทิ้งไว้เป็นเวลานาน เนื่องจากไอออนต่างๆ จะกลับคืนสู่สภาพเดิมหากไม่ได้รับกระบวนการ electrolysis อย่างต่อเนื่อง และ Tanaka *et al*. (1999) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์มีการแพร่กระจายของก๊าซคลอรีน ทำให้มีกลิ่นฉุนรุนแรงและทำให้เกิด synthetic resin degradation

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ในการควบคุมโรค

กนกทิพย์ (2550) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของคลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) และน้ำอิเล็กโทรไลต์ชนิดกรด (AcEW) พบว่า การใช้ ClO_2 (5 ppm) และ AcEW (total available chlorine 30 ppm) สามารถทำลาย *Bacillus cereus* และ *S. aureus* ในสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ได้ทั้งหมดภายใน 5 นาที เมื่อปริมาณตั้งต้นระดับต่ำ 3.3 log CFU/ml และระดับสูง 6.3 log CFU/ml ส่วนสปอร์ของเชื้อต้องเพิ่มความเข้มข้นของ ClO_2 เป็น 30 ppm 5 นาที และ AcEW 30 ppm 20 นาที จึงจะทำลายสปอร์ปริมาณตั้งต้นระดับต่ำได้ทั้งหมด ส่วนการทดสอบการทำลายฟิล์มชีวภาพบนพื้นผิวสัมผัสอาหาร พบว่า การใช้ ClO_2 10 ppm เป็นเวลา 30 นาที และ AcEW 30 ppm 30 นาที หรือ 52 ppm 10 นาที เหมาะสมในการทำลายฟิล์มชีวภาพของ *B. cereus* และ *S. aureus* บนแผ่นยางได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ร้อยละ 99.83 - 99.95) สำหรับสปอร์เกาะติดบนพื้นผิว การใช้ ClO_2 15 ppm 30 นาที สามารถลดได้เพียงร้อยละ 83.40 ขณะที่การใช้ AcEW 30 ppm สามารถทำลายได้ภายในเวลา 30 นาที

อธิพร (2550) นำเชื้อรา *P. digitatum* มาให้น้ำ EO ที่เตรียมจากสารละลายเกลือ NaCl อิ่มตัวที่ศักย์ไฟฟ้าต่างกันคือ 6, 8 และ 10 โวลต์ เป็นเวลา 10, 20, 30 และ 40 นาที พบว่าการผลิตน้ำ EO โดยให้ศักย์ไฟฟ้า 8 โวลต์ เป็นเวลา 30 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุด นอกจากนี้การแช่ผลส้มที่ปลูกเชื้อในน้ำ EO เป็นเวลา 4 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับผลส้มที่แช่ในน้ำ EO เป็นเวลา 8 และ 16 นาที โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลส้ม เช่น เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และสีของเปลือกส้ม

ชนัญชิดา (2551) ศึกษาการใช้น้ำ EO ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. digitatum* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคราเขียวเน่าของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังการเก็บเกี่ยวพบว่า ระยะเวลาการผ่านกระแสไฟฟ้าที่นานขึ้นและการใช้เกลือ NaCl ที่เข้มข้นมากขึ้น ทำให้น้ำ EO มีค่า pH ต่ำลง และปริมาณเชื้อสาเหตุลดลง นอกจากนี้ยังทำให้โครงสร้างเส้นใยและสปอร์ของเชื้อสาเหตุมีความผิดปกติ ส่วนการแช่ผลส้มในน้ำ EO สามารถลดการเกิดโรคบนผลส้มได้ โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลส้ม

พวงแก้ว และธัศวินทร์ (2551) พบว่า การล้างผักและผลไม้โดยใช้เครื่องอัลตร้าโซนิคที่ความถี่ 60 kHz ร่วมกับสารทำความสะอาด 3 ชนิดคือ โซเดียมไบคาร์บอเนต น้ำส้มสายชู และน้ำยาล้างผักและผลไม้ จากนั้นแช่ผักและผลไม้ในน้ำ EO เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดปริมาณสารเคมีตกค้างบนผักและผลไม้ได้ โดยผักชีและคะน้าที่ล้างด้วยน้ำส้มสายชูและแช่ด้วยน้ำ EO มีสารเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตกค้างน้อยที่สุด ส่วนองุ่นเขียวและพริกชี้ฟ้าที่ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้ และแช่ด้วยน้ำ EO มีสารเคมีตกค้างน้อยที่สุด

Yen-Con Hung (No date) (อ้างโดย Janet, 2000) ได้นำเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* O157:H7, *Salmonella* sp. และ *L. monocytogenes* จำนวน 100 ล้านเซลล์ มาทดสอบกับน้ำ EO พบว่าเมื่อแช่เชื้อในน้ำ EO เซลล์แบคทีเรียจะลดลงเหลือเพียง 100 เซลล์เท่านั้น เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ใช้น้ำประปา ซึ่งยังมีเซลล์ที่มีชีวิตอยู่ถึง 10,000 เซลล์

Fujiwara *et al.* (2000) ได้ทดลองฉีดพ่น electrolyzed anode-side water (AW) ที่ได้จากกระบวนการ electrolysis ของสารละลาย KCl (0.1 gL^{-1}) และ pH-available chlorine concentration (ACC)-regulated water (RW) ที่ได้จากการเตรียมสารละลาย HCl และ NaClO ให้มีค่า pH และ ACC เท่ากับ AW ลงบนใบแตงกวาวันละครั้งพบว่า ความรุนแรงของโรคราแป้งลดลงในแต่ละวัน ขณะที่ชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ทำการฉีดพ่นหรือฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่ามีความรุนแรงของโรคเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่การฉีดพ่น AW หรือ RW ที่มากเกินไปก็ทำให้ใบแตงกวาบางใบเกิดอาการไหม้คล้ายลักษณะความผิดปกติทางสรีรวิทยาได้ถึง 70 เปอร์เซ็นต์

Kim *et al.* (2000a) ทดลองใช้น้ำ EO กำจัดเชื้อโรคที่ปนเปื้อนบนอาหารพบว่า น้ำ EO สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ 8.88 $\log_{10}$ CFU/ml ภายใน 30 วินาที

Tsukagoshi *et al.* (2001) ทดลองใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ผลิตได้จากสารละลายเกลือ KCl ฉีดพ่นบนใบและก้านใบของสตรอเบอรี่ที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิกส์พบว่า การพ่นน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่มีความเป็นด่าง จากนั้น 30 นาที พ่นตามด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่มีความเป็นกรด สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้มากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้ทำการพ่น การใช้สารเคมีควบคุม หรือการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ชนิดกรดพ่นเพียงอย่างเดียว

Fabrizio *et al.* (2002) พบว่า การใช้น้ำ EO ทดสอบกับเนื้อสัตว์ปีกที่ปลูกเชื้อ *Sa. typhimurium* ด้วยกรรมวิธี spray-washing สามารถลดปริมาณประชากรของเชื้อได้ 1.06 $\log_{10}$ CFU/ml หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน

Muhammad *et al.* (2002) ปลูกเชื้อ *Botryosphaeria berengeriana* (5 x 10^5 conidia/ml) ลงบนผลแพร์ยุโรป สายพันธุ์ La-France บ่มไว้เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำผลแพร์จุ่มในน้ำ EO เป็นเวลา 10 นาที พบว่าสามารถยับยั้งการเกิดโรคและความรุนแรงของโรคได้

Deza *et al.* (2003) ได้ทดลองปลูกเชื้อ *E. coli* O157:H7, *Sa. enteritidis* และ *L. monocytogenes* บนผิวมะเขือเทศ จากนั้นล้างด้วยน้ำ neutral electrolyzed water (NEW) ซึ่งมี active chlorine 89 mg/l เป็นเวลา 30 หรือ 60 วินาที พบว่าสามารถลดประชากรของเชื้อจากเริ่มต้น 5 log CFUsq/cm เหลือน้อยกว่า 1 log CFUsq/cm ภายใน 5 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sharma and Demirci (2003) ทำการทดลองแช่เมล็ดและต้นอ่อนของ alfalfa ในน้ำ EO เป็นเวลา 2, 4, 8, 16, 32 และ 64 นาที ตามลำดับ พบว่าสามารถลดปริมาณประชากรของเชื้อ *E. coli* O157:H7 บนเมล็ด และบนต้นอ่อนได้ 38.2 – 97.1 เปอร์เซ็นต์ (0.22 – 1.56 $\log_{10}$ CFU/g) และ 91.1 – 99.8 เปอร์เซ็นต์ (0.22 – 1.56 $\log_{10}$ CFU/g) ตามลำดับ ซึ่งการแช่ในระยะเวลาที่นานขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณประชากรของเชื้อได้ดีขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาการแช่ที่นานขึ้นและการเพิ่มกำลังกระแสไฟฟ้ามากขึ้น มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดลดลง แต่ไม่เกิดความเสียหายกับต้นอ่อน

Hoon *et al.* (2004) ศึกษาผลของคลอรีนและ pH ของน้ำ EO ต่อการยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 และ *L. monocytogenes* โดยใช้น้ำ EO (ความเข้มข้นเกลือ NaCl 0.1 เปอร์เซ็นต์) เจือจางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่ามีความเข้มข้นคลอรีนอยู่ในช่วงระหว่าง 0.1 – 5.0 mg/l จากการทดลองใช้น้ำ EO ที่มีความเข้มข้นคลอรีน 0.1 และ 0.2 mg/l สามารถลดจำนวนประชากรของเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ 5.0 และ 7.0 $\log_{10}$ CFU/ml ตามลำดับ และสามารถลดประชากรของเชื้อ *L. monocytogenes* ได้ 3.5 และ 5.8 $\log_{10}$ CFU/ml ตามลำดับ แต่ความเข้มข้นคลอรีนที่เท่ากับหรือมากกว่า 1.0 mg/l จะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้งสองได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนค่า pH ของน้ำ EO ที่ระดับความเข้มข้นคลอรีน 0.5 และ 1.0 mg/l ซึ่งยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดี มีค่าเท่ากับ 4.6 และ 4.2 ตามลำดับ โดยพบว่าการใช้น้ำ EO ที่มีค่าความเข้มข้นคลอรีนที่สูงขึ้น และค่า pH ที่ต่ำลง จะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีขึ้นตามลำดับ

Vorobjeva *et al.* (2004) ใช้น้ำ EO ในการฆ่าเชื้อโรคชนิดต่างๆ ที่ปนเปื้อนในโรงพยาบาล พบว่า น้ำ EO สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อทุกสายพันธุ์ได้ภายใน 5 นาที

Muhammad and Junichi (2004) รายงานว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถใช้ล้างทำความสะอาดผัก ผลไม้ เครื่องมือเครื่องใช้ และอาหารที่ตัดแต่งพวกเนื้อ เป็ด ไก่ ทำให้สามารถเพิ่มความมั่นใจในเรื่องของอาหารปลอดภัยได้

Nobuo *et al.* (2004) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการใช้น้ำ EO และสารละลายเกลือ NaCl ทำความสะอาดผักและผลไม้สดพบว่า น้ำ EO สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับผลผลิต เช่น กะหล่ำปลี ผักคะน้า ผักกาดหอม แตงกวา และผักอื่นๆ ได้ โดยไม่ทำให้ผลผลิตสูญเสียคุณภาพทางด้านกายภาพ กลิ่น และรสชาติ ซึ่งดีกว่าการใช้สารละลายเกลือ NaCl นอกจากนี้ยังสามารถนำน้ำ ER ที่เป็นด่างมาชะล้างคราบโปรตีนและไขมันที่ติดมากับจานชามหรือเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ได้

Fabrizio and Cutter (2005) พบว่า การจุ่มเนื้อสัตว์ที่ปลูกเชื้อ *L. monocytogenes* ในน้ำ EO ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อบนเนื้อสัตว์ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Tsunco *et al.* (2006) ทดลองพ่นน้ำ EO ลงบนใบเมลอนที่เป็นโรคราแป้งพบว่า สามารถลดการเกิดโรคได้และไม่ทำให้คุณภาพของเมลอนทั้งการเจริญเติบโตและผลผลิตเปลี่ยนแปลง

Ken *et al.* (2005) ใช้น้ำ EO ที่ผลิตจากสารละลายเกลือ KCl 1.7 เปอร์เซ็นต์ กำจัดเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*, *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* และ *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* ในห้องปฏิบัติการพบว่า หลังจากแช่เชื้อในน้ำ EO เป็นเวลา 1 นาที สามารถลดประชากรของเชื้อได้จาก $\log_9$ เป็น $\log_{10}$ CFU/ml แต่มีผลเป็นพิษเมื่อใช้ฉีดพ่นกับผักกาดหอม มะเขือเทศ พริก และ radish ที่ปลูกในโรงเรือน

Paola *et al.* (2005) ใช้น้ำ EO ความเข้มข้นเกลือ NaCl 5.0 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับ cell suspension ของเชื้อ *L. monocytogenes* (10^9 CFU/ml) จากนั้นบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที ตามลำดับ พบว่าหลังแช่เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดปริมาณประชากรเชื้อได้ 6.6 log CFU/ml และเมื่อปลูกเชื้อบนผักกาดหอม แล้วนำไปแช่ในน้ำ EO และน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) สามารถลดประชากรเชื้อได้ 3.92 และ 2.46 log CFU/ml ตามลำดับ

Joellen (2006) ได้ทดลองใช้น้ำ EO ฆ่าเชื้อโรค ทำความสะอาดและขจัดเชื้อ *E. coli* โดยนำมาล้างทำความสะอาดพืชในฟาร์มและฉีดพ่นในโกดังพบว่า สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียและไวรัสได้ทั้งหมด นอกจากนี้ยังสามารถฆ่าเชื้อโรคไข้หวัดนกและสปอร์ของโรคแอนแทรกซ์ได้ด้วย

Huang *et al.* (2006) ปลูกเชื้อ *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* ลงบนปลานิล แล้วนำไปแช่ในน้ำ EO พบว่าเมื่อผ่านไป 1 นาที สามารถลดปริมาณประชากรของเชื้อ *E. coli* ได้ 0.7 log CFU/cm^2 และสามารถลดปริมาณประชากรของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ได้ 1.5 และ 2.6 log CFU/cm^2 เมื่อแช่เป็นเวลา 5 และ 10 นาที ตามลำดับ

Ren and Su (2006) ศึกษาผลของน้ำ EO ในการลดประชากรของเชื้อ *V. parahaemolyticus* และ *V. vulnificus* ที่ปนเปื้อนในหอยนางรม พบว่าการแช่เชื้อทั้งสองในน้ำ EO ความเข้มข้นเกลือ NaCl 0.5 เปอร์เซ็นต์ (chlorine, 30 ppm; pH 2.82; oxidation-reduction potential 1,131 mV) ประชากรของเชื้อทั้งสองจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 15 วินาที (> 6.6 log reductions) เมื่อนำหอยนางรมที่ปลูกเชื้อ *V. parahaemolyticus* และ *V. vulnificus* แช่ในน้ำ EO ความเข้มข้นเกลือ NaCl 1.0 เปอร์เซ็นต์ (chlorine > 30 ppm) เป็นเวลา 4 – 6 ชั่วโมง พบว่าสามารถลดประชากรของเชื้อได้ 1.13 และ 1.05 log MPN/g ตามลำดับ และการแช่หอยนางรมนานกว่า 4 – 6 ชั่วโมง อาจทำให้หอยนางรมตายได้

Liu *et al.* (2006) ทดลองใช้แผ่น stainless steel sheet (SS), ceramic tile (CT) และ floor tile (FT) ที่มีและไม่มีเศษเนื้อปูติดอยู่ ปลูกเชื้อด้วยเชื้อ *L. monocytogenes* และแช่ในน้ำ EO เป็นเวลา 5 นาที พบว่าเซลล์ที่มีชีวิตของเชื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งแผ่นที่ไม่ได้ทำการปลูกเชื้อ (3.73 log

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

cfu/chip บน SS, 4.42 log cfu/chip บน CT และ 5.12 log cfu/chip บน FT) และแผ่นที่ปลูกเชื้อ (2.33 log cfu/chip บน SS และ CT และ 1.52 log cfu/chip บน FT) เมื่อเทียบกับการแช่ในน้ำประปา (0.40 - 0.66 log cfu/chip บนแผ่นที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ และ 0.78 - 1.33 log cfu/chip บนแผ่นที่ปลูกเชื้อ) พบว่าน้ำ EO มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *L. monocytogenes* บนผิวได้ดีกว่าน้ำคลอรีน

Jane *et al.* (2008) พบว่า เมื่อใช้น้ำ EO ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 20, 50, 100 และ 120 ppm ทดสอบโดยตรงกับเชื้อ *E. coli*, *Sa. typhimurium*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* และ *Enterococcus faecalis* เป็นเวลา 10 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 5 ชนิดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำน้ำ EO ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 278 – 310 ppm มาฉีดพ่นบนผิวของ spinach และ lettuce พบว่าสามารถลดอัตราการเจริญของเชื้อได้ 79 – 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การจุ่ม spinach ในน้ำ EO ที่ความเข้มข้นคลอรีน 100 และ 120 ppm เป็นเวลา 10 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อได้ 4.0 – 5.0 $\log_{10}$ CFU/mL ส่วนการจุ่ม lettuce ในน้ำ EO ที่ความเข้มข้นคลอรีน 100 และ 120 ppm เป็นเวลา 10 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อ *E. coli* 0.24 – 0.25 $\log_{10}$ CFU/ml ส่วนเชื้อแบคทีเรียชนิดอื่นสามารถลดปริมาณประชากรของเชื้อได้ 2.43 – 3.81 $\log_{10}$ CFU/ml

Toyohiko *et al.* (2011) รายงานว่า น้ำ EO เป็นน้ำที่ผลิตโดยกระบวนการ electrolysis ของ chlorine ion solution ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 10 เท่า ดังนั้นน้ำ EO จึงสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียด้วยความเข้มข้นคลอรีนที่ต่ำได้ และยังสามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้หลากหลายชนิดด้วย การใช้น้ำ EO ไม่เพียงแต่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเท่านั้น แต่ยังใช้ในทางการแพทย์และทางการเกษตรได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved