บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ความสำคัญของส้ม

ส้ม (citrus) เป็นไม้ผลชนิดหนึ่งที่คนไทยรู้จักดี และมีการปลูกกันมากเกือบทุกภาคของประเทศ พืชในกลุ่มของส้มมีหลายชนิด เช่น ส้มโอ ส้มตรา และส้มเขียวหวาน เนื่องจากส้มเป็นไม้ผลพื้นฐานอย่างหนึ่งสำหรับครอบครัวคนไทย ที่มีให้รับประทานเกือบตลอดทั้งปี จึงทำให้พืชตระกูลส้มเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย ผลิตผลที่รับประทานได้มีการจำหน่ายทั้งตลาดภายในประเทศและภายนอกประเทศ ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่การปลูกไปสู่แหล่งใหม่ๆมากขึ้น (นิด, 2544)

ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของผลส้ม

ผลส้มจัดเป็นพวกเบอรี่ มีชื่อเรียกว่า hesperidium เจริญจากรังไข่โดยตรงมีราว 10 พู เชื่อมต่อกันเป็นวงกลมล้อมรอบแกนที่เรียกว่า central axis (วิเชียร, 2548) ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Citrus reticulata* Blanco. อยู่ในสกุล Rutaceae (พานิชย์, 2537) เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง เป็นพวกส้มเปลือกล่อน สามารถปอกเปลือกได้ง่าย ขนาดของทรงพุ่มประมาณ 4-6 เมตร ผลมีลักษณะค่อนข้างกลม แป้นเล็กน้อย บริเวณขั้วผลราบถึงเว้าเล็กน้อย ผิวผลเมื่อสุกมีสีเขียวอมเหลืองถึงเหลืองเข้ม ถ้าปลูกในพื้นที่ที่มีอากาศเย็นผิวผลจะมีสีเหลืองเข้ม เช่น แถบจังหวัดภาคเหนือของประเทศไทย ผิวผลเรียบมีต่อมน้ำมันถี่เต็มผิวผล กลีบผลแยกออกจากกันได้ง่าย มีกลีบประมาณ 11 กลีบ มีรกน้อย (juice sac) ถุงน้ำหวานมีขนาดสั้น จำนำ เนื้อผลสีส้ม รสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีเมล็ดน้อย 5-12 เมล็ดต่อผล ตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บผลผลิตได้ใช้เวลา 9 เดือนและเริ่มให้ผลผลิตหลังจากปลูกประมาณปีที่ 3 ขึ้นไป

ส่วนต่างๆ ของผลแบ่งออกได้ ดังนี้ (วิเชียร, 2548)

1. เปลือกผล (ovary wall) เปลือกของผลส้มแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

- เปลือกผลชั้นนอก (flavedo) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของผลส้ม ประกอบด้วยชั้นอิพิเดอมิส (epidermis) ที่มีคิวติเคิล (cuticle) หุ้มหนามาก เซลล์ในชั้นของอิพิเดอมิสยังคงมีการแบ่งเซลล์ต่อไปจนถึงระยะผลแก่ เซลล์ที่มีการแบ่งตัวระยะหลังมีคิวติเคิลบางและมีต่อมน้ำมันซึ่งสร้างตั้งแต่ในระยะที่เป็นรังไข่ของดอก ต่อมน้ำมัน (oil gland) จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระยะที่ผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขยายใหญ่ขึ้น บริเวณใต้ชั้นอิพิเดอมิสมีชั้นของเซลล์พาเรนไคมา (parenchyma) ที่มีคลอโรพลาส (chloroplast) อยู่ด้วย จึงทำให้เปลือกผลมีสีเขียว และเมื่อผลเข้าสู่ระยะแก่ (mature) คลอโรพลาสจะเปลี่ยนเป็นโครโมพลาส (chromoplast) และมีการสร้างสารพวกแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ทำให้ผลส้มมีสีสันตามลักษณะประจำพันธุ์ เช่น สีเหลืองและสีส้ม เป็นต้น

- เปลือกผลชั้นกลาง (albedo) เป็นเซลล์สปองจิพาเรนไคมา (spongy parenchyma) ชั้นอัลบิโดมีสีขาวอ่อนนุ่มในระยะแรกของการเจริญเติบโตของผล การเพิ่มขนาดของผลในระยะแรกเกิดจากการเพิ่มความหนาของชั้นอัลบิโด ส่วนการเพิ่มขนาดของช่องผลมีน้อยเมื่อสุกเปลือกผลที่แกะออกมาจะเป็นชั้นของเปลือกผลชั้นนอกและชั้นใน ส้มพวกแทนเจอรีน (tangerine) เช่น ส้มเขียวหวาน ส่วนของเปลือกที่เป็นเปลือกชั้นนอกและชั้นกลางมีลักษณะบางมากส่วนในส้มโอและซิตรอนมีชั้นของเปลือกผลชั้นกลางหนามาก

- เปลือกผลชั้นใน ได้แก่ ส่วนที่เป็นช่องหรือกลีบผลและผนังของพูรังไข่ ส่วนที่เป็นจุดกำเนิดถุงน้ำหวาน (juice sac primordia) จะจัดเรียงกันอย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบ ในระยะก่อนที่ช่องผลจะขยายขนาด เมื่อช่องผลขยายขนาดเต็มที่ถุงน้ำหวานจะกระจัดกระจายออกอย่างไม่เป็นระเบียบ ผนังของเปลือกชั้นในจะยืดตัวออกจนตึงและปกคลุมด้วยชั้นคิวติเคิล

2. ผนังกั้นและแกนผล (septa and central axis)

ผนังกั้น เป็นผนังบาง ๆ แบ่งกั้นระหว่างช่องผล แต่ละกลีบผลประกอบด้วยผนัง 2 ชั้น ของช่องผล 2 ช่องมาประกบกัน สามารถแยกออกจากกันได้เป็นกลีบผล เรียกว่า เซ็กเม็นต์ (segment) และระหว่างผนังของกลีบผลจะมีท่อน้ำท่ออาหารซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นเล็กๆและมีสีขาว มีลักษณะเป็นเส้นใยมาเลี้ยงผลและทุกกลีบผล ซึ่งจะอยู่บริเวณภายในของเปลือกชั้นใน

แกนผล เป็นแกนกลางของผลที่เปลี่ยนแปลงมาจากแกนของดอกแต่ละพูรังไข่ที่เชื่อกันว่ามีวิวัฒนาการจากใบนั้น ขอบของใบจะเกาะติดกับแกนกลางและที่แกนผลทางตอนล่างจะมีท่อน้ำท่ออาหารกระจายไปหล่อเลี้ยงส่วนของถุงน้ำหวานและไข่อ่อน เซลล์พวกนี้มีลักษณะเป็นพวกสปองจิพาเรนไคมา ในส้มบางพันธุ์อาจจะมีแกนกลางขนาดเล็กหรือเกือบไม่มี เช่น ส้มจุกและส้มเขียวหวาน แต่ส้มบางชนิดมีแกนกลางขนาดใหญ่มาก เช่น ส้มโอ

3. ถุงน้ำหวาน (juice sac)

เป็นส่วนของผลที่เจริญมาจากผนังเปลือกชั้นใน ถุงน้ำหวานบางถุงมีก้านยาว บางถุงก็มีก้านสั้น ภายในก้านไม่มีมัดท่อน้ำท่ออาหาร ลักษณะของถุงน้ำหวานจะเป็นเซลล์ที่มีช่องว่างใหญ่และมีรูปร่างต่างๆกัน ภายในถุงน้ำหวานจะมีกรดและน้ำตาลอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โรคที่สำคัญของส้ม

โรคที่พบในส้มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มที่สำคัญคือ

1. โรคไวรัส และโรคคล้ายไวรัสที่สำคัญของส้มในระหว่างการปลูกได้แก่ (เปรมปรี, 2544)

1.1 โรคทริสเตซ่า (Tristeza disease)

เป็นโรคที่สำคัญที่สุดของพืชตระกูลส้มและสามารถก่อให้เกิดความเสียหายให้กับแหล่งผลิตส้มทั่วโลก โรคนี้สามารถเป็นได้กับส้มทุกพันธุ์และความรุนแรงจะขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ส้มและชนิดของเชื้อที่เข้าทำลาย

สาเหตุของโรค : เกิดจากเชื้อไวรัสทริสเตซ่า

แมลงพาหะ : เพลี้ยอ่อน

ลักษณะอาการ : ในส้มเขียวหวานจะพบว่าต้นส้มจะแสดงอาการทรุดโทรม กิ่งแห้งตาย ใบแสดงอาการคล้ายกับการขาดสารอาหาร และบางครั้งอาจพบอาการเหี่ยวเฉาคล้ายกับการขาดน้ำ ทั้งนี้ เนื่องจากระบบรากจะอ่อนแอ อาการเหล่านี้จะปรากฏชัดเจนในต้นส้มที่มีอายุ 4-5 ปี หลังจากที่ให้ผลผลิตแล้ว

1.2 โรคกรีนนิ่ง (greening disease) หรือโรคใบเหลืองต้นโทรม

เป็นโรคที่สำคัญของส้มอีกโรคหนึ่ง โรคชนิดนี้สามารถเกิดขึ้นได้กับส้มทุกพันธุ์แต่จะพบแสดงอาการรุนแรงในส้มเขียวหวาน ส้มโชกุนหรือสายน้ำผึ้ง ส้มตราและส้มเกลี้ยง

สาเหตุของโรค : เกิดจากเชื้อคล้ายแบคทีเรีย

แมลงพาหะ : เพลี้ยไก่แจ้ส้ม

ลักษณะอาการ : ในส้มเขียวหวานจะพบว่าใบมีสีเหลืองหรือเหลืองซีด เส้นกลางใบและเส้นใบยังมีสีเขียวคล้ายกับอาการขาดธาตุสังกะสีแต่จะพบกระจายอยู่ทั่วทรงพุ่มต้นที่เป็นโรครุนแรงใบอ่อนจะมีขนาดเล็กเรียวยาวและหนากว่าปกติ ส่วนใบแก่จะมีลักษณะโค้งงอผิดปกติ ใบด้านและหนา กิ่งแสดงอาการแห้งตายจากยอดลงมาผลมีขนาดเล็กและบิดเบี้ยว เมล็ดลีบบางครั้งอาจพบอาการเพียงบางกิ่งแต่ต่อไปจะลุกลามทั่วต้น การแสดงอาการรุนแรง จะเร็วหรือช้านั้นขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของต้นส้มเป็นสำคัญ

1.3 โรคใบแหว่งของส้ม (citrus tatter leaf disease)

เป็นโรคของส้มที่เพิ่งพบในประเทศไทยเมื่อปี 2536 แต่ในต่างประเทศพบโรคนี้นานแล้ว

สาเหตุของโรค : เกิดจากเชื้อไวรัส CTLV (citrus tatter leaf virus)

การถ่ายทอดโรค : โรคนี้สามารถถ่ายทอดได้โดยวิธีกลคือสามารถติดต่อไปกับกรรไกร เครื่องมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการตอน ติดตา หรือทาบกิ่งและยังสามารถถ่ายทอดทางน้ำคั้นจากส้มที่เป็นโรคไปยังพืชส้มลุกได้

ลักษณะอาการ : โรคนี้สามารถเกิดขึ้นกับส้มได้ทุกพันธุ์แต่จะอยู่ในลักษณะแฝงคือไม่แสดงอาการให้เห็นเด่นชัด อาการที่แสดงออกคือต้นแคระแกร็น เกิดจุดแต้มสีเขียวอ่อนหรือแสดงอาการด่างบนใบแต่ไม่ชัดเจนและใบมีลักษณะบิดเบี้ยวผิดปกติหรือใบแหว่ง

1.4 โรคเอ็กโซคอร์ทีส (exocortis disease)

โรคนี้แม้จะยังไม่มีรายงานการพบในประเทศไทย แต่เนื่องจากเป็นโรคที่มีผลกระทบค่อนข้าง มากกับต้นตอส้มและสามารถแพร่ระบาดได้ง่าย โดยติดต่อผ่านทางการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการขยายพันธุ์หรือตัดแต่งกิ่งส้ม โรคนี้ยังเป็นโรคที่มีการพบระบาดในแหล่งปลูกส้มของประเทศที่ผลิตส้มเชิงอุตสาหกรรม เช่น สหรัฐอเมริกา บราซิล สเปนและออสเตรเลีย เป็นต้น ซึ่งมีผู้ปลูกส้มบางรายได้นำพันธุ์จากประเทศเหล่านี้เข้ามาปลูกในประเทศไทยโดยไม่ผ่านการรับรองว่าปลอดโรค จึงเป็นโรคที่เกษตรกรชาวสวนส้มและนักวิชาการในประเทศ ควรให้ความสนใจและศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อไป

สาเหตุของโรค : เกิดจากเชื้อไวรอยด์เอ็กโซคอร์ทีส (citrus exocortis viroid; CEVd) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเชื้อไวรัสแต่ไม่มีโปรตีนหุ้ม

การถ่ายทอด : โรคนี้สามารถแพร่ระบาดได้ โดยวิธีกลเช่นเดียวกับโรคแทตเทอร์ลีฟ (โรคใบแหว่งของส้ม) และโดยวิธีติดตา ทาบกิ่ง ส่วนการถ่ายทอดโดยแมลงนั้นยังไม่มีการรายงานในเรื่องนี้ โรคนี้ยังสามารถเป็นกับพืชส้มลุกบางชนิดได้

ลักษณะอาการ : โรคนี้จะส่งผลกระทบมากกับต้นตอกลุ่มส้มสามใบ และส้มกลุ่มซิตรอนโดยเฉพาะอีทรอก ซิตรอน (Etrog citron) ต้นส้มที่เป็นโรคนี้ จะแสดงอาการเปลือกแตกและใหญ่ผิดปกติทำให้ รอยต่อระหว่างพันธุ์ดีกับต้นตอ เกิดความไม่กลมกลืนกัน จึงเป็นสาเหตุทำให้ต้นส้มมีการเจริญเติบโตไม่ดีและมีอาการแคระแกร็น ส้มจะให้ผลผลิตลดลง หรือไม่ให้ผลผลิตเลย ความรุนแรงของโรคจะขึ้นกับชนิดของส้มและชนิดของเชื้อที่เข้าทำลาย โดยทั่วไป จะแสดงอาการชัดเจนในสภาพอากาศร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลส้มที่สำคัญ (อภิชาติ, 2545)

โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลส้มมีด้วยกันหลายชนิด เช่น โรคเน่าราสีเขียว (green rot) เกิดจากเชื้อ *Penicillium digitatum* โรคเน่าราสีน้ำเงิน (blue rot) เกิดจากเชื้อ *Penicillium italicum* โรคขั้วผลเน่า (stem-end rot) เกิดจากเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* และโรคเน่าสีน้ำตาล (brown rot) เกิดจากเชื้อ *Phytophtora citrophthora* (Kader, 1992)

การเข้าทำลายของเชื้อโรคหลังการเก็บเกี่ยวอาจเกิดขึ้นได้ทั้งก่อนการเก็บเกี่ยว ในขณะที่ผลส้มอยู่บนต้นในไร่หรืออาจติดเชื้อภายหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดเชื้อในระหว่างเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งทำให้ผลส้มเกิดแผลโรคเน่าราสีเขียว และโรคเน่าราสีน้ำเงินเกิดจากเชื้อ *Penicillium digitatum* และ *P. italicum* รวมทั้งเชื้อ *Geotrichum* ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเน่าของส้ม ต่างก็เป็นเชื้อที่เข้าทำลายหลังเก็บเกี่ยว โดยเข้าทางบาดแผลในระหว่างเก็บเกี่ยวหรือแผลที่เกิดจากการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เชื้อเหล่านี้บ่อยครั้งก็พบว่าเข้าทำลายส้มตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะเชื้อเหล่านี้เข้าทางบาดแผลที่เกิดจากหนอนหรือแมลง โดยเฉพาะผลที่ร่วงก่อนเก็บเกี่ยว จะทำให้เกิดการแพร่กระจายและการระบาดของเชื้อได้อย่างมาก ทำให้ยากต่อการป้องกันกำจัดในช่วงเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

โรคเน่าราสีเขียว โดยปกติจะมีความสำคัญมากกว่าโรคเน่าราสีน้ำเงิน การแพร่กระจายของเชื้อโรคเริ่มจากในสภาพที่มีความชื้นสูงสปอร์ของเชื้อนี้จะปลิวไปตกลงบนผิวส้มสปอร์ แต่จะยังไม่งอกหรือเข้าทำลายผลส้มจนกว่าผิวส้มส่วนนั้นจะมีส่วนของเนื้อเยื่อที่เป็นแผลเสียก่อน ทั้งนี้เพราะการงอกของสปอร์ต้องอาศัยอาหารที่ออกมาจากเซลล์ที่แตก โดยปกติแล้วสปอร์ที่ตกลงบริเวณนี้จะงอกภายใน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส และภายใน 3 วัน ก็จะเริ่มแสดงอาการเน่าเป็นจุดเล็กๆให้เห็น และขยายใหญ่ขึ้น ในขณะเดียวกันก็จะมีราสีเขียวปรากฏให้เห็น อาการเน่านี้จะรุนแรงน้อยลงที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และถ้าอุณหภูมิต่ำลงถึง 1 องศาเซลเซียส ก็จะไม่พบอาการเน่าของผล กลุ่มของเชื้อราที่ทำความเสียหายภายหลังการเก็บเกี่ยวนี้ บางครั้งไม่ได้ถูกจำกัดอยู่เฉพาะการเน่าเสียเท่านั้น แต่อาจมีผลต่อเนื่องไปถึงสารพิษที่เชื้อราเหล่านั้นสร้างขึ้นด้วยการบริโภคผลส้มโดยตรงก็ไม่เกิดปัญหาแต่อย่างใด เพราะสามารถคัดเอาผลที่เสียทิ้งไปได้ แต่ในเชิงอุตสาหกรรม เช่น การผลิตน้ำส้มคั้น บางครั้งผลเสียจากการติดเชื้อปะปนเข้าไป อาจก่อให้เกิดปัญหาสารพิษปนเปื้อนในน้ำส้มคั้นได้ (อภิชาติ, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แมลงและไรศัตรูส้ม

แมลงและไรศัตรูส้มที่สำคัญ และที่พบการระบาดจนสร้างความเสียหายให้กับการปลูกส้มอยู่เสมอ เช่น หนอนชอนใบส้ม หนอนแก้วส้ม หนอนเจาะใบส้ม หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยไฟ ไรแดงแอฟริกัน ไรเหลืองส้มและไรสนิม เป็นต้น รายละเอียดเกี่ยวกับระยะเวลาการระบาด ส่วนของต้นส้มที่อ่อนแอต่อแมลงและไรศัตรูส้ม รวมทั้งการใช้สารเคมีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดแมลงและไรศัตรูส้มให้ศึกษารายละเอียดได้จากตาราง 1 (อภิชาติ, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1 แมลงและไรศัตรูที่สำคัญของส้มและการป้องกันกำจัด

แมลง/ไร	ระยะเวลาการระบาด	ส่วนของพืชที่อ่อนแอ	การป้องกันกำจัด/สารเคมี
หนอนชอนใบส้ม	- ฤดูฝนช่วงแตกใบอ่อน - เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม	- ใบอ่อนอายุประมาณ 10-30 วันหลังจากการให้น้ำแก่ต้นส้ม	- พ่นสารเคมีเมื่อพบการเข้าทำลายของแมลงหรือระยะใบอ่อนโดยมีสารเคมีที่ใช้ เช่น ปิโตรเลียมออยส์ ไซเปอร์เมทริน+โฟซาโลน ไดคลอวอส เมโทมิล ฟลูเฟนอกซูรอน โพรฟิโนฟอส อะบาเม็กติน
เพลี้ยไฟ	- ฤดูแล้ง (ฤดูหนาว-ฤดูร้อน) - ฤดูฝน หากเกิดฝนทิ้งช่วง	- ใบอ่อนตั้งแต่เริ่มผลิยอด จนกระทั่งยอดยาวประมาณ 1 นิ้ว - อายุตั้งแต่ให้น้ำจนถึงอายุ 21 วัน -ระยะดอกส้มมีขนาดเท่าดอกมะลิและระยะดอกบาน - ผลอ่อนตั้งแต่กลีบดอกเริ่มโรยจนอายุประมาณ 2 เดือน	- การพ่นน้ำขึ้นยอด - การพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงเมื่อพบการระบาด เช่น ฟอร์มีนาเนท ฟิโปรนิล โฟซาโลน เมโทมิล อิมิดาคลอพริด อะบาเม็กติน เอ็นโดซัลเฟน
ไรแดง	- ฤดูแล้ง (ฤดูหนาว-ฤดูร้อน) - ในระหว่างการกักน้ำหรืองดการให้น้ำ	- ใบแก่ - ผลอ่อนตั้งแต่ขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียวจนอายุประมาณ 3 เดือน	- การพ่นน้ำขึ้นยอด - พ่นกำมะถันผงเมื่อพบการระบาด - พ่นสารกำจัดไร เช่น ปิโตรเลียมออยส์ เฮกซีไทอะซอกซ์ โพรพาร์ไกต์ ฟลูเฟนนอกซูรอน อามีทราซ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1 (ต่อ) แมลงและไรศัตรูที่สำคัญของส้มและการป้องกันกำจัด

แมลง/ไร	ระยะเวลาการระบาด	ส่วนของพืชที่อ่อนแอ	การป้องกันกำจัด/สารเคมี
หนอนเจาะดอกหรือหนอนเจาะสมอฝ้าย	- ปลายฤดูหนาวถึงร้อน - อาจพบบ้างในฤดูฝน - เดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม	- ดอกขนาดเท่าเข็มหมุดหัวโตจนถึงระยะดอกมะลิ - ผลอ่อนตั้งแต่กลีบดอกเริ่มโรยถึงระยะขนาดเท่าเมล็ดถั่วลิสง - บางครั้งอาจพบว่ามีการเข้าทำลายผลที่เริ่มเข้าสี	- พ่นสารเคมีเมื่อพบการระบาด เช่น ไซเปอร์เมทรินและบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (บีที) - อาจมีแมลงศัตรูธรรมชาติหลายชนิด เช่น มวนพิฆาต
หนอนประกบใบหรือหนอนม้วนใบ	- ปลายฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อน - อาจพบบ้างในฤดูฝนโดยเฉพาะช่วงการกักน้ำ - เดือนมกราคม-เมษายน	-ใบเริ่มเพสลาดถึงระยะใบแก่ - สภาพต้นทรุดโทรมหรือใบมีอาการซีดเหลืองจะอ่อนแอต่อการทำลายมาก	- พ่นสารเคมีเมื่อพบการระบาด เช่น เมโทมิล - แมลงช้างปีกใสเป็นศัตรูธรรมชาติ
หนอนแก้วส้ม	- ฤดูฝน - เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม	- กัดกินใบและยอดอ่อน - ถ้าเข้าทำลายในช่วงที่ต้นส้มยังเล็กอาจทำให้ ต้นแคระแกร็นและตายได้	- พ่นสารเคมีเมื่อพบตัวอ่อนในวัยที่ 1, 2 จำนวนมากและพบการทำลายมากกว่า 25 % โดยใช้สารฟลูเฟนอกซูรอนหรือแอลฟาไซเปอร์เมทริน หรือเอ็นโดซัลเฟน
ไรสนิมส้ม	- ฤดูแล้ง - ฤดูฝน ช่วงฝนทิ้งช่วง	- ใบและผล	- แมลงศัตรูธรรมชาติได้แก่ ด้วงเต่าและแมลงวันขายาว - การพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดไร เช่นกำมะถันผงหรือโปรพาไกร์

ที่มา: อภิชาติ (2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารฆ่าแมลง

สารฆ่าแมลง (insecticide) หมายถึง สารเคมีที่เป็นพิษซึ่งแสดงผลในการกำจัดหรือป้องกันแมลงได้ โดยอาจเป็นสารประกอบทางเคมีที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา หรือเป็นสารเคมีที่ได้มาจากธรรมชาติ ในปัจจุบันยังมีความหมายรวมถึงจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคของแมลง (insect pathogen) (สุภาณี, 2537)

การออกฤทธิ์ของสารกำจัดแมลง เมื่อสารฆ่าแมลงเข้าสู่ภายในตัวแมลงก็จะเข้าไปทำลายระบบการดำรงชีวิตตามปกติ เช่น ก่อให้เกิดโรค เกิดการเปลี่ยนแปลงนิสัย การเจริญเติบโตและความสามารถในการสืบพันธุ์ หรือทำลายแมลงให้ตายในที่สุด สารกำจัดแมลงเมื่อจำแนกตามการออกฤทธิ์แบ่งออกได้ดังนี้ (ดาริวรรณ, 2540) ได้แก่

1. สารออกฤทธิ์เมื่อดูดซึมเข้าสู่กระเพาะอาหาร (stomach toxicant) แมลงกินสารพิษเข้าไปเมื่อตกถึงกระเพาะอาหารจะถูกดูดซึม และออกฤทธิ์ในระบบทางเดินอาหารของแมลง

2. สารออกฤทธิ์เมื่อสัมผัสถูก (contact toxicant) สารพิษจะออกฤทธิ์เมื่อสัมผัสถูกตัวแมลงโดยดูดซึมเข้าสู่ตัวแมลง

3. สารรมควัน (fumigant) สารนี้มีคุณสมบัติคือระเหยง่าย และจะออกฤทธิ์เมื่อเข้าสู่แมลงทางระบบหายใจในระดับความเข้มข้นที่สูงพอเพียงกับการออกฤทธิ์

4. สารดูดซึม (systemic toxicant) สารนี้มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี จึงซึมผ่านรากของพืชไปสู่ลำต้นและใบ จึงเหมาะสำหรับใช้กับแมลงจำพวกปากดูดและปากเจาะ

5. สารอุดตันทางเดินหายใจ (suffocation material) เป็นสารจำพวกน้ำมันซึ่งสารนี้จะเข้าไปอุดตันทางเดินหายใจของแมลง

สภาพการใช้สารฆ่าแมลงในประเทศไทย

นิยามของคำว่า “วัตถุอันตรายทางการเกษตร” ตามที่ปรากฏในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พุทธศักราช 2535 หมายถึง สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจัดอยู่ในประเภทที่ 4 คือวัตถุมีพิษและถ้าจัดตามความจำเป็นแก่การควบคุมจะถูกจัดไว้ในวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 คือ ผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ ต้องได้รับอนุญาตและต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด (ประภัสราและยงยุทธ, 2541)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (pesticide) หมายถึง สารหรือส่วนผสมของสารใดๆที่ได้มาจากการสังเคราะห์ขึ้น หรือที่ได้จากธรรมชาติซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกัน ควบคุมและทำลายศัตรูพืช ได้แก่ เชื้อสาเหตุของโรคพืช แมลงและวัชพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับประเทศไทยนั้น จากช่วงที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม ส่งผลให้การผลิตในภาคเกษตรกรรมได้แปรสภาพจากการผลิตสำหรับบริโภคภายในประเทศไปสู่การผลิตเพื่อการส่งออก ซึ่งพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมีหลายชนิด เช่น ข้าวและมันสำปะหลัง เป็นต้น พืชเหล่านี้ ถูกรบกวนและทำลายโดยศัตรูพืชจำนวนมาก เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตศูนย์สูตร ภูมิอากาศร้อนชื้น ฝนตกชุก มีความเหมาะสมสำหรับเชื้อโรคและแมลงต่างๆที่จะแพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างดี แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวที่ปฏิบัติกันอยู่อย่างแพร่หลายในปัจจุบันของเกษตรกร คือ การนำสารเคมีทางการเกษตรมาใช้ โดยสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่นำเข้ามาจำหน่ายและใช้ในประเทศ มีทั้งในรูปของสารเคมีและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ส่วนการผลิตในประเทศนั้น ส่วนใหญ่เป็นการผลิตโดยการนำเข้าสารเคมีเข้มข้นมาปรุงแต่ง (formulate) ให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ซึ่งจากข้อมูลการสำรวจการนำเข้าวัตถุอันตรายแยกประเภทในปี พ.ศ. 2544 ที่ด่านตรวจพืชท่าเรือกรุงเทพฯ ด่านตรวจพืชลาดกระบัง และด่านตรวจพืชแหลมฉบัง พบว่า มีการนำเข้าของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโต ในปริมาณมากดังตาราง 2

ตาราง 2 การนำเข้าวัตถุอันตราย แยกประเภทใน ปี พ.ศ. 2544

ประเภทของวัตถุอันตราย (กก.)	ปริมาณ (กก.)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณสารสำคัญ (กก.)
สารกำจัดแมลง (insecticide)	12,532,982	2,000,546,686	6,875,198.34
สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (fungicide)	7,392,711	1,119,879,498	4,931,263.01
สารกำจัดวัชพืช (herbicide)	29,714,804	3,841,174,367	17,506,836.80
สารชีวินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (bio-pesticide)	44,990	13,455,638	50.00
สารกำจัดไร (acaricide)	274,473	71,637,701	104,317.49
สารกำจัดหนู (rodenticide)	141,680	13,909,943	71,682.60
สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators)	1,162,165	114,338,079	748,285.50
สารกำจัดหอยและหอยทาก (mollussicide)	226,442	32,585,211	33,051.18
สารรมควันพิษ (fumigant)	569,602	62,561,766	535,148.94
สารกำจัดไส้เดือนฝอย (nematicide)	21,040	1,815,311	3,145.40
สารอื่นๆ (miscellaneous)	657,894	22,474,888	644,733.72
รวม	**52,738,783**	**7,294,379,088**	**31,453,712.98**

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสำคัญและสภาวะการใช้สารฆ่าแมลงในปัจจุบัน

สารฆ่าแมลงมีส่วนแบ่งการตลาดเป็นอันดับที่ 2 รองจากสารกำจัดวัชพืช ในปี พ.ศ. 2535 โดยเมื่อเปรียบเทียบส่วนแบ่งการตลาดของโลก พบว่า สารฆ่าแมลงมีส่วนแบ่งการตลาดรวมทั้งโลก 29.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในประเทศไทยมีส่วนแบ่งมากถึง 40.1 เปอร์เซ็นต์ (ในปี พ.ศ. 2541) ในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยนำเข้าสารดังกล่าวรวม 87 ชนิด (ชนวน, 2544) และปริมาณการนำเข้าสารฆ่าแมลง 10 ลำดับแรก ดังแสดงในตาราง 3 จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่ประเทศไทยยังมีการใช้สารกลุ่ม organophosphate และ carbamate ในปริมาณสูงกว่าสารกลุ่มอื่นๆ

ตาราง 3 ชนิด ปริมาณนำเข้าและมูลค่าของสารฆ่าแมลงที่นำเข้าประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544

ลำดับที่	ชนิดของสาร	ปริมาณนำเข้า (กก.)	มูลค่า (บาท)
1	Carbofuran (carbamate)	5,270,446	199,231,480
2	Methamidophos (organophosphate)	3,537,266	196,201,754
3	Methyl parathion (organophosphate)	1,382,925	117,731,074
4	Endosulfan (organochlorine)	1,154,755	333,764,237
5	Chlorpyrifos (organophosphate)	704,340	139,522,544
6	Cypermethrin (pyrethroids)	605,264	235,078,683
7	Dimethoate (organophosphate)	511,615	42,598,478
8	Chlorpyrifos (carbamate)	472,800	257,299,855
9	Dichlorvos (organophosphate)	315,172	38,300,097
10	Carbaryl (carbamate)	304,000	67,133,797

ที่มา: ดัดแปลงจากชนวน (2544)

จากการใช้สารดังกล่าวในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาตามมามากมาย เช่น ทำให้มีสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และการตกค้างของสารฆ่าแมลงในผลผลิตซึ่งกำลังเป็นปัญหาสำคัญจากประเทศผู้นำเข้า จนมีการนำมาตรการป้องกันและอ้างถึงการตกค้างของสารดังกล่าวมาใช้เป็นเครื่องมือกีดกันทางการค้า ด้วยเหตุดังกล่าวกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดนโยบายการอารักขาพืชขึ้นดังนี้ (ชนวน, 2544)

1. เน้นการป้องกันกำจัดศัตรูพืชตั้งแต่ก่อนปลูกแทนการกำจัดหลังเกิดการระบาดของศัตรูพืช
2. เน้นการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยไม่ใช้สารเคมีที่มีอันตรายสูง เพื่อให้เป็นทางเลือกแก่เกษตรกร
3. เน้นการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

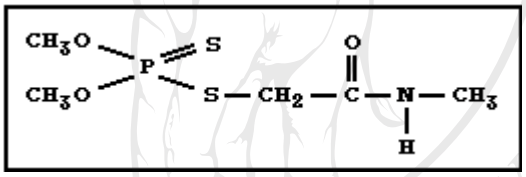
4. เน้นการปลูกจิตสำนึกและการมีส่วนร่วมให้กับบุคคล องค์กรที่เกี่ยวข้อง และประชาชนทั่วไป ตลอดจนเสริมสร้างจริยธรรมและจรรยาบรรณแก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง และผู้ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการอารักขาพืช

แม้ว่าในปัจจุบันได้มีการแนะนำให้มีการลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ รวมทั้งเกษตรกรยังให้ความสนใจกับการผลิตพืชอินทรีย์มากขึ้น ส่งผลให้มีเพื่อลดการใช้สารเคมีลงและช่วยให้ประเทศไทยนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ลดลงด้วย นอกจากนี้ยังมีการกำหนดค่า MRLs (minimum residue limits)ซึ่งเป็นค่าปริมาณต่ำสุดของสารพิษตกค้างที่ให้มีได้บนผลิตผลโดยประเทศผู้นำเข้าและองค์กรระหว่างประเทศเพื่อความปลอดภัยด้วย แต่สำหรับการผลิตส้มในประเทศไทยยังคงมีการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ เนื่องจากต้นส้มสามารถให้ผลผลิตได้เกือบทั้งปี จึงมีผลส้มหลายรุ่นในต้นเดียวกัน โดยสารที่ใช้กันมาก ได้แก่ สารไดเมทโทเอทและเมโทมิล

ไดเมทโทเอท (dimethoate)

สูตรโมเลกุล : $C_5H_{12}NO_3PS_2$

สูตรโครงสร้าง :



สูตรเคมี : *O, O*-dimethyl *S*-methyl-carbamoyl-methyl phosphorodithioate

การออกฤทธิ์ : เป็นสารกำจัดแมลงและไร จัดอยู่ในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ประเภทดูดซึมออกฤทธิ์ ได้ทั้งในทางสัมผัสและกินตาย เป็นสารที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cholinesterase

คุณสมบัติทั่วไป : สารไดเมทโทเอทบริสุทธิ์ลักษณะเป็นผลึกใส ไม่มีสี มีกลิ่นของเมอร์แคปแทน (mercaptan) ถ้าเป็นแบบ technicial grade มีความบริสุทธิ์ 93 เปอร์เซ็นต์ ผลึกมีสีขาวเทา ละลายได้ดีในคลอโรฟอร์ม เมทิลีนคลอไรด์ เบนซินโทลูอีน แอลกอฮอล์ เอสเตอร์และคีโตน ละลายเล็กน้อยในไซลีน คาร์บอนเตตระคลอไรด์และอลิฟาติคไฮโดรคาร์บอน ละลายได้บางส่วนในน้ำสารละลายไดเมทโทเอทในน้ำและในกรดจะคงตัวพอใช้ที่อุณหภูมิห้อง แต่ในสารละลายด่างจะไม่คงตัว เมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็นสาร *O, S*-dimethyl phosphorodithioate สำหรับรายละเอียดของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารไดเมทโทเอท แสดงในตาราง 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร dimethoate

Relative molecular mass	229.2
Odour threshold	0.010 mg/m^3
Melting point	45-52.5 °C
Boiling point	107 °C at 0.05 mmHg
	86 °C at 0.01 mmHg
Vapour pressure (25 °C)	8.5×10^{-6} mmHg
Volatility	1.107 mg/m^3
Specific gravity	1.281 (compared to water)
Partition coefficient *n*-octanol/water	5.959
Solubility in water (21 °C)	up to 39 g/l
Half-life: in aqueous media	
: at pH 2-7	relatively stable
: at pH 9	50% loss in l2 days

ที่มา: WHO (1989)

ความเป็นพิษ : มีพิษเฉียบพลันทางปาก (หนู) 150 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทางผิวหนัง (หนู) 600-1200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

แมลงที่กำจัดได้ : เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยไฟ เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง หนอนผีเสื้อต่างๆ หนอนใยผัก หนอนคืบ หนอนกระทู้ หนอนเจาะต้น หนอนเจาะสมอ บั่ว มวนเขียว แมลงดำหนาม แมลงหวี่ขาว แมลงหวี่ดำ และไรต่างๆ

พืชที่ใช้ : ส้ม กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก และผักต่างๆ ฝ้าย องุ่นแดง มันฝรั่ง ถั่วเหลือง มะเขือเทศ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง กล้วย ไม้ดอกและไม้ประดับทั่วไป

สูตรผสม : 32 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ อีซี (emulsifiable concentrate; EC)

อัตราการใช้ : ชนิด 40 เปอร์เซ็นต์ อีซี ใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชทั่วไปโดยใช้ 10-20 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำ 20 ลิตร

วิธีใช้ : ผสมกับน้ำกวนให้เข้ากันดี แล้วฉีดพ่นให้ทั่วต้นพืช เมื่อพบเห็นแมลงศัตรูพืช ฉีดซ้ำได้ตามความจำเป็น

ข้อควรรู้ : ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยวควรเว้นระยะไม่น้อยกว่า 7-14 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

: เป็นอันตรายเมื่อสัมผัสถูกและเมื่อกลืนกินเข้าไป

: ออกฤทธิ์ฆ่าแมลงได้เร็ว มีฤทธิ์ตกค้างอยู่ได้ถึง 14 วัน

: อย่าใช้ในสภาพที่มีอากาศร้อน อุณหภูมิสูงเกินกว่า 30 องศาเซลเซียส ควรใช้ในช่วงตอนเช้าหรือตอนเย็นเท่านั้น

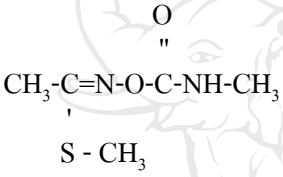
: สามารถผสมเข้ากับสารกำจัดแมลงและสารกำจัดเชื้อราที่ไม่มีสภาพเป็นด่าง

ค่า MRLs : ปริมาณต่ำสุดของสารพิษตกค้างที่ยอมรับให้มีได้ของไดเมทโทเอท คือ น้อยกว่า 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ภาคผนวก ค 1)

เมโทมิล (methomyl)

สูตรโมเลกุล : $C_5H_{10}N_2O_2S$

สูตรโครงสร้าง :



สูตรเคมี : *S*-methyl- *N*-[(methyl-carbamoyl) oxy]-thio-acetimidate

การออกฤทธิ์ : เป็นสารกำจัดแมลงและไร กลุ่มคาร์บาเมท ออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย เป็นสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cholinesterase

คุณสมบัติ : สารเมโทมิล มีลักษณะ เป็นผลึกของแข็งสีขาว ที่มีกลิ่นกำมะถันเจือจางปกติ จะสลายตัวได้ดี ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงหรือมีสภาพที่เป็นด่างและสามารถสลายตัวอย่างรวดเร็ว เมื่ออยู่ในดินสารนี้มีความเสถียร ในสภาพที่เป็นของแข็งมากกว่าสภาพที่เป็นของเหลว ปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการสลายตัวในของเหลวให้เพิ่มขึ้น ได้แก่ แสงแดด อุณหภูมิที่สูงขึ้นและสภาพความเป็นด่าง สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีอื่นๆของสารเมโทมิล แสดงในตาราง 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร methomyl

Physical state	crystalline solid
Specific gravity at 24 ^{o}C	1.2946
Colour	white
Odour	slight sulfurous
Melting point	77°C
Vapour pressure	0.72 mPa (at 25°C)
Henry's Law constant	2.1 × 10-11 atm-m^3/mole
Octanol-water partition coefficient	1.24 (K_{ow})
Solubility:	
water	54.7 g/l
toluene	30 g/l
isopropanol	220 g/l
ethanol	420 g/l
acetone	720 g/l
methanol	1000 g/l

ที่มา: WHO (1996)

ความเป็นพิษ : มีพิษเฉียบพลันทางปาก (หนู) 17-24 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทางผิวหนัง มากกว่า 1500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

แมลงที่กำจัดได้ : หนอนใยผัก หนอนคืบ หนอนกระทู้ หนอนเจาะผล หนอนยาสูบ หนอนม้วนใบ หนอนเขียว หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนกินใบ เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น และแมลงศัตรูพืชอื่นๆ

พืชที่ใช้ : ฝ้าย ถั่วเหลือง ผักต่างๆ หอม พริก มะเขือเทศ มะเขือ ยาสูบ มันฝรั่ง หน่อไม้ฝรั่ง แตงโม แตงกวา องุ่น ส้ม มะนาว ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชอื่นๆ

สูตรผสม : 90 เปอร์เซ็นต์ , 18 เปอร์เซ็นต์ และ 1 เปอร์เซ็นต์ เอสพี (soluble powder ; SP)

อัตราการใช้ : ชนิด 90 เปอร์เซ็นต์ เอสพี (soluble powder) ใช้ในอัตรา 6-18 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ชนิดอื่นๆ ศึกษาได้จากฉลากที่ติดข้างภาชนะบรรจุ

วิธีใช้ : ใช้ผสมกับน้ำให้เข้ากันดี แล้วฉีดพ่นที่ใบและต้นพืช ใช้ซ้ำได้ตามความจำเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อควรรู้ : ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว ผักและส้มใช้เวลา 1-3 วัน ถั่วเหลืองใช้เวลา 6-14 วัน หอมสดใช้เวลา 28 วัน องุ่นใช้เวลา 14 วัน และถั่วลิสงใช้เวลา 21 วัน
: เป็นพิษต่อผึ้ง
: ผสมกับสารกำจัดศัตรูพืชอื่นๆได้

ค่า MRLs : ปริมาณต่ำสุดที่ยอมรับให้มีสารตกค้างของเมโทมิล คือ ต้องมีน้อยกว่า 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ภาคผนวก ค 2)

การล้างผักและผลไม้

เนื่องจากผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาจากแปลงอาจยังคงมีสารเคมีตกค้างอยู่ที่ผลิตผล ดังนั้น การล้างผลิตผลสดจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการลดสารเคมีตกค้าง แต่การล้างด้วยน้ำเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการล้างสารเคมีที่ตกค้างอยู่ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการใช้น้ำยาล้างผลิตผลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการล้าง สมบัติทั่วไปของน้ำยาล้างหรือน้ำยาทำความสะอาดที่ควรมี ได้แก่ (Falbe, 1987)

1. มีประสิทธิภาพในการล้างทำความสะอาดได้ดี
2. ไม่เหลือสารตกค้างไว้บนผิว
3. ง่ายต่อการจัดการหรือนำมาใช้
4. มีกลิ่นที่น่าพอใจทั้งในขณะล้างและภายหลังการล้าง
5. ปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
6. สามารถเก็บรักษาไว้ได้ในระยะเวลาหนึ่งและมีราคาที่เหมาะสม

ในการเพิ่มประสิทธิภาพการล้างสิ่งสกปรก โดยการพัฒนาองค์ประกอบน้ำยาล้างผลิตผลเพื่อใช้ทำความสะอาดผิวส้มซึ่งเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จึงเป็นเรื่องจำเป็นเนื่องจากผิวของผลส้มอาจมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนหลายชนิด เช่น สารพวก hydrophobic และ hydrophilic biocides, inorganic pollutants และฝุ่นละออง เป็นต้น (Green, 1996) การเลือกใช้ชนิดของสารที่จะเอามาเป็นส่วนประกอบของสารทำความสะอาด สำหรับจุดประสงค์เพื่อล้างผักและผลไม้ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยซึ่งยึดถือตามที่ หน่วยงาน The United Code of Federal Regulation ได้ระบุไว้ในหัวข้อที่ 21 ส่วนที่ 173.315 เกี่ยวกับ Ingredients for use in washing or lye peeling of fruit and vegetables ซึ่งข้อกำหนดนี้มีไว้เพื่อประโยชน์ต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และที่มีผลต่อการนำไปใช้ในประเภทอาหารเหมือนกับข้อจำกัดต่ออาหารคือให้ใช้สารที่เป็นพวก Generally Recognized as Safe (GRAS) (Murch *et al*., 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำยาล้างผลิตผลสด

จากการตรวจเอกสารและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง โดยทำการสืบค้นผ่านฐานข้อมูลการสืบค้นเทคโนโลยีสิทธิบัตรทั่วโลก http://www.toryord.com พบว่า น้ำยาล้างผลิตผลสดหลายชนิดมีส่วนประกอบที่สำคัญในสูตรซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มหลักๆ ได้ดังนี้

1. สารลดแรงตึงผิว (surfactant) เป็นสารหลักที่สำคัญในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อการล้าง โดยทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกไปและแขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งจะมีหลายกลุ่มขึ้นอยู่กับประจุไฟฟ้าบนส่วนประกอบที่ละลายน้ำ ดังนี้

1.1 สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ (anionic surfactant) เป็นสารที่นิยมใช้ในประเทศไทยมาก สารกลุ่มนี้จะมีฟองมาก ตัวอย่างเช่น

- alkyl sulphates
- alkylaryl sulphates
- alkyl ether sulphates
- alkyl and alkylaryl sulphonates
- alcolhol alkylsulphosuccinates, fatty alcohol sulphosuccinates ethoxylated เช่น sodium ethoxylated lauryl alcohol sulphosuccinate (sodium laurethsulphosuccinate)
- ethoxylated fatty alcohol phosphate เช่น ethoxylated oleic alcohol phosphate
- ethoxylated fatty acids เช่น sodium ethoxylated lauryl carboxylate
- fatty alcohol ether sulphate เช่น sodium lauryl ether sulphate
- fatty alcohol sulphate เช่น sodium lauryl sulphate
- olefinsulphonates
- sulphosuccinate esters
- soap (salts of fatty acids)
- secondary alkanesulphonates เช่น sodium-alkyl secondary sulphonate

1.2 สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ (nonionic surfactant) มีหน้าที่ช่วยทำให้ฟองคงสภาพตัวอย่าง เช่น alcohol, ethoxylatesและalkanolamides ethoxylated รวมถึง fatty acid monoethanolamide, lauramideisopropanolamide ethoxylated และ sorbitan-fatty acid esters เช่น polysorbates

1.3 สารลดแรงตึงผิวที่ทั้งประจุบวกและลบ (amphoteric surfactant) เป็นพวกสารทำความสะอาดอย่างอ่อนๆมักใช้ผสมกับสารลดแรงตึงผิวประจุลบ เพื่อลดความแรงของสารและยังช่วยให้ฟองคงสภาพอีกด้วย ตัวอย่างเช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

• alkylamphoglycianates/propianates เช่น lauramphoglycinate

• betaine derivatives เช่น fatty acid alkylbetaine, alkylamide propylbetaineและ dimethylsilicone propylpropylene glycolbetaine

• fatty acid amide alkyl hydroxyl sultain เช่น cocoamidopropyl hydroxysultain

• imidazoline derivatives เช่น coconut fatty acid carboxylated, imidazoliniumและ cocoamphodiacetate

• tertiary amineoxides เช่น dimethyl-laur-amineoxide

1.4 สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวก (cationic surfactant) ใช้เป็น antistatic agent จึงไม่ค่อยเหมาะสมต่อการนำมาใช้ เนื่องจากมีประสิทธิภาพน้อยกว่าชนิดอื่นและมีราคาแพง (ประมวล, 2545)

สารลดแรงตึงผิวเหล่านี้มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยส่วน ขั้วที่ชอบจับกับน้ำ (hydrophilic) และขั้วที่ไม่ชอบจับกับน้ำ (hydrophobic) หรืออาจเรียก ขั้วที่ชอบจับกับไขมัน (lipophilic) และขั้วที่ไม่ชอบจับกับไขมัน (lipophobic) (Edgar, 1985) จึงมีความสามารถจับกับสารประเภทเหล่านี้ที่เป็นสารมีพิษได้เป็นอย่างดี ทำให้การชะล้างมีประสิทธิภาพดี

2. สารผสมที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการล้าง (complexing agent) โดยเฉพาะเศษสิ่งสกปรกเป็นสารที่หยุดยั้งการทำงานของโลหะไอออนที่เป็นพิษ โดยทำหน้าที่สร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะหนัก เช่น เหล็กและทองแดง ช่วยให้น้ำยาเป็นสารละลายใส ไม่ขุ่น ตัวอย่างสารที่ใช้คือ sodium aluminum silicate (zeolite A) (Falbe, 1987)

3. สารลดความกระด้างของน้ำ (builder) มีหน้าที่จับกับอนุภาคโลหะในน้ำกระด้าง ซึ่งขัดขวางความสามารถในการทำความสะอาดของสารลดแรงตึงผิว สารลดความกระด้างน้ำบางชนิดช่วยทำให้สิ่งสกปรกแขวนลอยอยู่ในน้ำ ไม่กลับไปตกค้างบนพื้นผิวของสิ่งที่ถูกทำความสะอาด สารลดความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

3.1 สารลดความกระด้างของน้ำชนิด sequestering builder ทำหน้าที่จับกับอนุภาคของแคลเซียมและแมกนีเซียม ได้เป็นเป็นสารเชิงซ้อนที่ละลายน้ำได้ซึ่งถูกกำจัดออกไปกับการล้าง บางชนิดจะจับกับอนุภาคของโลหะหนัก เช่น เหล็ก และแมงกานีส ตัวอย่าง เช่น complex phosphates, ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) และ sodium citrate

3.2 สารลดความกระด้างของน้ำชนิด precipitating builder ทำหน้าที่กำจัดอนุภาคที่ทำให้เกิดความกระด้างของน้ำโดยไปจับกับสารประกอบแคลเซียม ตัวอย่างเช่น sodium carbonate และ sodium silicate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 สารลดความกระด้างของน้ำชนิด ion exchange builder ทำหน้าที่โดยการให้ประจุแก่สารผสม ตัวอย่างเช่น sodium aluminosilicate (zeolite)

4. ตัวทำละลาย (solvents) ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายส่วนผสมในน้ำยาล้างพืชผล ตัวทำละลาย อาจเป็นประเภทสาร organic solvent, water-soluble solvent และ emulsifiable solvent (Green, 1996)

5. สารฆ่าเชื้อ (microbicide หรือ disinfectant) ทำหน้าที่ฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนอยู่และเป็นสารที่ผสมในทุกผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการล้างหรือทำความสะอาด สารเหล่านี้อาจใช้ทำความสะอาดด้วยการใช้สารฆ่าเชื้อต้องมีการควบคุมหรือมีข้อจำกัดและพิจารณาจากความเป็นพิษของสาร ซึ่งสามารถหาหรือค้นข้อมูลจากบทความหรืองานวิจัยที่มีการค้นพบ สารที่นิยมนำมาใช้ เช่น citric acid, tartaric acid และ lactic acid เป็นต้น (Green, 1996)

6. บัฟเฟอร์ (buffer) ทำหน้าที่รักษาระดับความเป็นกรด - ด่างของน้ำยาล้างผลิตผล ตัวอย่างเช่น hydroxyl carboxylic acid และ alkali salt ของสาร sulphonated styrene polymer หรือ copolymer (Green, 1996)

การลดปริมาณสารพิษตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช

จากผลการวิจัยการลดปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช 8 ชนิด ด้วยกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำ และน้ำผสมสารต่างๆรวม 8 วิธี คือ การล้างด้วยน้ำผ่านการแช่น้ำล้างด้วยน้ำขี้เถ้า 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ น้ำซาวข้าว 50 เปอร์เซ็นต์ น้ำส้มสายชู 0.5 เปอร์เซ็นต์ และด่างทับทิม 0.01 เปอร์เซ็นต์ การล้างทั้งหมดนี้ใช้น้ำ 4 ลิตร และแช่ไว้ 2 นาที แล้วนำผักขึ้นมาล้างด้วยน้ำอีก 4 ลิตร นาน 1 นาที วัตถุมีพิษที่นำมาทดลองเป็นวัตถุมีพิษในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน ซึ่งในการทดลองนี้ใช้สารเอ็นโดซัลแฟน ผลการศึกษาพบว่า การล้างด้วยวิธีแช่น้ำ 4 ลิตร นาน 2 นาที แล้วล้างด้วยน้ำอีก 4 ลิตร นาน 1 นาที สามารถลดได้ดีที่สุด คือ 51.2 เปอร์เซ็นต์ และได้ศึกษาการปรุงอาหารด้วยความร้อนวิธีต่างๆได้ 4 วิธี โดยอันดับแรก ลวกในน้ำเดือด 4 ลิตร นาน 1 นาที ต่อมา นึ่งนาน 15 นาที แล้วต้มในน้ำเดือด 4 ลิตร นาน 3 นาที จนอันดับสุดท้ายผัดในน้ำมัน 50 มิลลิลิตร นาน 1 นาที สามารถลดปริมาณสารพิษ เอ็นโดซัลเฟนได้ 53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการลดปริมาณสารพิษด้วยกรรมวิธีปรุงอาหารทั้ง 4 วิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ศิวาภรณ์และคณะ, 2528)

จากการศึกษาหาวิธีการกำจัดสารพิษตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชมาลาไธออน ออกจากผักคะน้า โดยใช้โอโซน พบว่า ผักคะน้าที่สุ่มซื้อมาจากตลาด มีสารพิษมาลาไธออนตกค้างอยู่ 0.021 พีพีเอ็มหรือส่วนต่อล้านส่วน (part per million, ppm) ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ และเมื่อนำผักคะน้ามาแช่สารมาลาไธออน ผักคะน้าสามารถดูดซับสารพิษได้ดี จากนั้นนำผักคะน้าที่มีสารพิษ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

มาลาไธออนตกค้างอยู่ ไปล้างด้วยกรรมวิธีต่างๆได้แก่ การล้างด้วยน้ำโอโซน การล้างด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ การล้างด้วยด่างทับทิม 0.01 เปอร์เซ็นต์ การล้างด้วยน้ำขี้เถ้า 10 เปอร์เซ็นต์ และการล้างด้วยน้ำประปา พบว่า การล้างด้วยน้ำผสมด่างทับทิม สามารถลดปริมาณสารพิษตกค้างได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (รัตนาภรณ์, 2541)

จากผลการวิจัยเพื่อลดปริมาณสารพิษตกค้างโมโนโครโตฟอสบนองุ่น ด้วยวิธีการล้างด้วยน้ำผสมสารต่างๆ 6 กรรมวิธี เปรียบเทียบกับการแช่น้ำ การล้างด้วยน้ำผ่าน และการลอกเปลือกผล ปรากฏว่า การแช่น้ำนาน 10 นาที แล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2 นาที ให้ผลดีเท่ากับการล้างด้วยน้ำปูนใส 50 เปอร์เซ็นต์ (เตรียมจากน้ำปูนใสอิ่มตัว) และสามารถลดปริมาณสารพิษตกค้างได้ดีที่สุดถึง 30 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปคือการล้างด้วยน้ำซาวข้าวและน้ำผสมไลปอน วี 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 4 ลิตร แล้วล้างน้ำสะอาดอีก 2 ครั้ง นาน 2 นาที สามารถลดปริมาณได้เท่ากันคือ 27 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การล้างด้วยน้ำด่างทับทิม 0.001 เปอร์เซ็นต์ ลดได้ 13 เปอร์เซ็นต์ และการล้างด้วยน้ำผ่านลดได้น้อยที่สุดคือ 7 เปอร์เซ็นต์ (พงศ์ศรี, 2531)

ในรายงานของ National Cancer Association Research Foundation เกี่ยวกับการลดปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตสด ได้สรุปผลการทดลองลดปริมาณสารตกค้างของสารกำจัดแมลงชนิดต่างๆไว้ดังนี้ บนใบผักขม ซึ่งมีสารตกค้างของพาราไธออนอยู่ปริมาณ 1.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อนำไปล้างด้วยเครื่องลดสารตกค้างและใช้น้ำยาลดแรงตึงผิว สารตกค้างจะถูกกำจัดไป 24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการล้างด้วยน้ำจะลดสารตกค้างได้น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ แต่การล้างด้วยมือในน้ำเย็นลักษณะเดียวกับการล้างผักในบ้าน พบว่า สามารถลดสารตกค้างได้ 39 เปอร์เซ็นต์ (นิตยาและรัตนา, 2541)

ผักบรอคโคลีที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องลดสารตกค้างและใช้น้ำยาลดแรงตึงผิว พบว่า ปริมาณสารตกค้างพาราไธออน (parathion) จะถูกกำจัดไป 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการล้างด้วยมือนั้นไม่สามารถลดสารตกค้างลงได้ ในขณะที่มะเขือเทศที่มีมาลาไธออน (marathion) ตกค้างอยู่ เมื่อล้างด้วยเครื่องลดสารตกค้าง พบว่า สามารถลดสารตกค้างลงได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการล้างด้วยมือลดได้เพียง 4 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการล้างด้วยเครื่อง และใช้สารลดแรงตึงผิวด้วยนั้นสามารถลดปริมาณสารกำจัดแมลงตกค้างได้ดีกว่าการล้างด้วยมือ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าการลดปริมาณสารตกค้างที่อุณหภูมิต่ำยังทำให้ประสิทธิภาพในการลดสารตกค้างเพิ่มขึ้นด้วย (นิตยาและรัตนา, 2541)

ในงานวิจัยเรื่องการลดปริมาณสารตกค้างบนผักและผลไม้ของกองวัตถุมีพิษทางการเกษตร (2543) ที่มีการฉีดพ่นสารพิษต่างๆในอัตราแนะนำ ภายหลังฉีดพ่นสารทิ้งไว้ 1-2 วัน แล้วนำไปทำการลดสารพิษตกค้าง พบวิธีที่ดีที่สุดในการลดปริมาณสารตกค้างชนิดต่างๆ ดังนี้ คือการลดปริมาณเมทามิโดฟอส (methamidophos) ที่ตกค้างบนมะเขือเทศ โดยการต้มในน้ำเดือด 3 นาที สารตกค้างเมทามิโดฟอสจะถูกกำจัดไป 90 เปอร์เซ็นต์ การล้างสารเมทามิโดฟอสที่ตกค้างบนผักกาดขาวนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีที่ดีที่สุด คือ การล้างด้วยน้ำที่มีด่างทับทิมผสมน้ำส้มสายชูและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สามารถลดสารพิษตกค้างได้ 48 เปอร์เซ็นต์ การลดปริมาณโมโนโครโตฟอส (monocrotophos) ที่ตกค้างบนถั่วฝักยาวด้วยการต้มในน้ำเดือด 3 นาที สามารถลดสารพิษตกค้างได้ 85 เปอร์เซ็นต์ การลดปริมาณสารตกค้าง ไตรโซฟอส (trizophos) ในกะหล่ำปลีด้วยการใช้รางจืดเป็นวิธีที่ดีที่สุด สามารถลดสารพิษได้ 58 เปอร์เซ็นต์ การลดปริมาณสารตกค้างมาลาไธออนในองุ่น พบว่า การลอกเปลือกก่อนรับประทานเป็นวิธีที่ดีที่สุด ที่สามารถลดปริมาณมาลาไธออนตกค้างได้ถึง 92 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการลดปริมาณสารตกค้างเมทธิลพาราไธออน (methyl parathion) และไดโคลราน (dicroran) ในองุ่นด้วยการลอกเปลือกก่อนรับประทานก็เป็นวิธีที่ดีที่สุดเช่นกัน โดยสามารถลดปริมาณเมทธิลพาราไธออนและไดโคลราน (dicroran) ตกค้างได้ 63 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

พงศ์ศรีและคณะ (2528) ทำการลดปริมาณสารตกค้างในหรือบนผลไม้ พบว่า การลดพิษเอ็มบีซี (MBC หรือ methyl 2-benzimidazolecarbamate) ในองุ่น ควรใช้วิธีการล้างน้ำปูนใสหรือด่างทับทิม ซึ่งสามารถลดได้ 81.81 เปอร์เซ็นต์ การลดสารตกค้างของเดลต้ามีทริน (deltamerin) ในผลพุทรานั้น ใช้การปอกเปลือกจะลดได้ดีที่สุด คือ ไม่เหลือสารตกค้างเลย ส่วนการลดปริมาณของแคปแทน (captan) ในผลสตรอเบอรี โดยใช้วิธีล้างน้ำผ่านและน้ำเกลือดีที่สุด สามารถลดสารตกค้างได้ 82.37 เปอร์เซ็นต์ และการลดปริมาณสารเมทธิลพาราไธออนในผลชมพู่ โดยการปอกเปลือกผล สามารถลดสารพิษได้ 72.06 เปอร์เซ็นต์

พงศ์ศรี (2531) ทำการลดปริมาณสารตกค้างชนิดอะโซดริน (azodrin) ซึ่งเป็น สารพิษประเภทดูดซึม และสัมผัสจะเข้าไปสู่ทั้งเนื้อผล และเปลือกของผล ซึ่งยากต่อการลดปริมาณของสาร พบว่า การแช่น้ำ และล้างด้วยน้ำปูนใส สามารถลดปริมาณสารได้สูงสุด 30 เปอร์เซ็นต์ และไดโคฟอล (dicofol) ซึ่งเป็นสารพิษประเภทสัมผัสนั้น วิธีที่ดีที่สุดในการลดสารพิษตกค้าง คือการปอกเปลือกซึ่งลดสารพิษตกค้างได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการล้างน้ำผ่านสามารถลดสารพิษตกค้างได้ 30 เปอร์เซ็นต์ ศิวาภรณ์และคณะ (2524) ทำการลดสารพิษตกค้างของเอ็นโดซัลเฟน ในผักคะน้า โดยการแช่น้ำ ลดสารพิษได้ 51.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการล้างด้วยด่างทับทิม 0.01 เปอร์เซ็นต์ ลดสารพิษได้ 46.81 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการล้างด้วยน้ำส้มสายชู 0.5 เปอร์เซ็นต์ นาน 2 นาที ให้ผลในการลดสารพิษได้น้อยที่สุด คือ 20.60 เปอร์เซ็นต์

สมสมัยและคณะ (2531) ศึกษาใช้วิธีการต่างๆ 10 วิธี คือ ล้างน้ำผ่าน แช่น้ำ ล้างน้ำซาวข้าว ล้างน้ำส้มสายชู ล้างน้ำปูนใส ล้างน้ำด่างทับทิม ล้างน้ำเกลือ ล้างไลปอน-วี ปอกเปลือกและไม่ใช้วิธีการใดๆเพื่อลดปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิลพาราไธออนและเมโทมิล ในพุทราพบว่าวิธีการปอกเปลือกได้ผลดีที่สุด คือสามารถลดปริมาณสารพิษได้ถึง 92 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อื่นๆ ลดสารพิษได้ระหว่าง 2.7-33.3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลการลดสารพิษเมโทมิลในพุทรา พบว่าวิธีการแช่น้ำสามารถลดปริมาณสารได้ 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้ผลดีที่สุด

นอกจากนี้ ยุทธชัยและคณะ (2543) พบว่า การลดปริมาณมาลาไธออนที่ตกค้างบนพืชผักโดยการใช้น้ำที่มีโอโซนเป็นเวลา 20-30 นาที สามารถลดปริมาณสารพิษได้ 60-70 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าผักกาดขาวสามารถดูดซับสารพิษได้มากกว่า แตงกวา ผักคะน้า กะหล่ำปลี ถั่วฝักยาว มะเขือเทศและกวางตุ้ง และการลดปริมาณสารเอ็นโดซัลเฟนออกจากผักกาดขาวด้วยการล้างน้ำละลายโอโซนเป็นเวลา 20-30 นาที สามารถลดปริมาณสารพิษได้ 56.48 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การล้างด้วยน้ำเปล่า ด่างทับทิม ขี้เถ้า น้ำส้มสายชูและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ก็สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ 10-60 เปอร์เซ็นต์

การเลือกใช้สารเคมีที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำยาล้างพืชผลนอกจากจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของสารที่ใช้แล้ว ยังต้องคำนึงถึงผลกระทบที่จะมีต่อผลิตผลสด และความปลอดภัยของผู้ใช้ จากการทบทวนเอกสารและสิทธิบัตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง พบว่าชนิดของสารที่ใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญของน้ำยาล้างพืชผล ได้แก่ sodium chloride, sodium bicarbonate, sodium citrate, potassium pyrophosphate, citric acid และ orthophosphoric acid ดังนั้น ในการทดลองนี้จึงเลือกใช้สารข้างต้นมาเป็นส่วนผสมของน้ำยาล้างพืชผล โดยสารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ดังนี้

- sodium chloride (NaCl)

ในทางวิทยาศาสตร์การอาหาร เกลือ หมายถึง เกลือที่ใช้ในการปรุงอาหาร (cooking salt หรือ table salt) ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า sodium chloride เกลือบริสุทธิ์นั้นมีลักษณะสีขาว ผลึกรูปร่างไม่คงที่ แต่จัดว่าเป็นแบบลูกบาศก์ (cubic system) เกลือมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น (hygroscopic) และจะมีคุณสมบัตินี้มากขึ้น ถ้าเกลือนั้นไม่บริสุทธิ์ โซเดียมคลอไรด์สามารถแตกตัวเป็นสาร ionization ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อและทำความสะอาดได้ดี (Chung, 1989)

Chemical Index ของ sodium chloride

Assay : 99.9 เปอร์เซ็นต์

Molecular Weight : 58.43 กรัม/โมล

Specific Gravity/Density : 2.165 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

Melting Point : 801 องศาเซลเซียส

$LD_{50\ (oral\ rat)}$: 3000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- sodium bicarbonate ($NaHCO_3$)

สารโซเดียมไบคาร์บอเนต หรือที่นิยมเรียกกันว่า ผงฟู มีคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าเชื้อราที่ติดอยู่ภายนอก เมื่ออยู่ในรูปสารละลายจะมีแรงตึงผิวสูงและไม่ยึดติดกับผิวของพืช ในการนำมาใช้เป็นน้ำยาล้าง พบว่า มีลักษณะเป็น alkaline ในรูปสารละลายเข้ากันได้กับ surfactant ได้ดี (Hidaka *et al*., 1986)

Chemical Index ของ sodium bicarbonate

Assay : 99.7 เปอร์เซ็นต์

Molecular Weight : 58.43 กรัม/โมล

Specific Gravity/Density : 2.16 กรัม /ลูกบาศก์เซนติเมตร

Melting Point : 50 องศาเซลเซียส

$LD_{50\ (oral\ rat)}$: 4220 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

- sodium citrate ($Na_3C_6H_5O_7$)

เป็น complexing agent ประเภท organic สามารถรวมตัวกับกลุ่มสารฆ่าแมลงประเภท organic insecticide (Georg *et al*., 2001)

Chemical Index ของ sodium citrate

Assay : 99 เปอร์เซ็นต์

Molecular Weight : 294.10 กรัม/โมล

Specific Gravity/Density : 1 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

Melting Point : >300 องศาเซลเซียส

$LD_{50\ (oral\ rat)}$: 1548 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

- potassium pyrophosphate ($K_4P_2O_7$)

เป็น complexing agent ประเภท inorganic สามารถรวมตัวกับกลุ่มสารฆ่าแมลงประเภท inorganic insecticide และเกิด capturing action กับไอออนโลหะที่เป็นพิษโดยปฏิกิริยา ion exchange ทำให้สารปนเปื้อนถูกชะล้างออกมาจากผลิตผล (Mari and Tamura, 1977)

Chemical Index ของ potassium pyrophosphate

Assay : 98 เปอร์เซ็นต์

Molecular Weight : 330.34 กรัม/โมล

Specific Gravity/Density : 2.33 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Melting Point : 1090 องศาเซลเซียส

$LD_{50\ (oral\ rat)}$: 2980 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

- citric acid ($C_6H_8O_7$) และ orthophosphoric acid (H_3PO_4)

สารทั้ง 2 ชนิดนี้ ใช้เป็นส่วนผสมในการล้างสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนบริเวณผิว และความเป็นกรดของสารข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Angevaare and Grinstead, 2003)

Chemical Index ของ citric acid

Assay : 99.5 เปอร์เซ็นต์

Molecular Weight : 192.12 กรัม/โมล

Specific Gravity/Density : 1.665 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

Melting Point : 153-154.5 องศาเซลเซียส

$LD_{50\ (oral\ rat)}$: 11700 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

Chemical Index ของ orthophosphoric acid

Assay : 85 เปอร์เซ็นต์

Molecular Weight : 98.00 กรัม/โมล

Specific Gravity/Density : 1.685 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

Melting Point : 21 องศาเซลเซียส

$LD_{50\ (oral\ rat)}$: 3500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved