



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การออกแบบแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับในการจัดการแมลงศัตรูพืชสำหรับผักสด
ส่งออก

Designs of Acceptance Sampling Plan in Insect Pest Management of Fresh
Vegetable for Export

นามผู้วิจัย นางสาวทิพวรรณ วรรณดี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุตินา ไวศรายุทธ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรารณา ปรารณาดี, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การออกแบบแผนการซึ่กตัวอย่างเพื่อการยอมรับในการจัดการแมลงศัตรูพืชสำหรับผักสดส่งออก

Designs of Acceptance Sampling Plan in Insect Pest Management of
Fresh Vegetable for Export

โดย

นางสาวทิพวรรณ วรรณดี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2557

ทิพวรรณ วรรณดี 2557: การออกแบบแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับในการจัดการ
แมลงศัตรูพืชสำหรับผักสดส่งออก ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยี
อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยี
อุตสาหกรรมเกษตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ชุตินา ไวศรายุทธ์, Ph.D. 86 หน้า

ปัญหาหลักที่ผู้ส่งออกสินค้าเกษตรกลุ่มผักสดและผักแช่เย็นประสบคือ การตรวจพบแมลง
ศัตรูพืชในสินค้ากลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ในสินค้าอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอ
การควบคุมคุณภาพด้านการตรวจสอบแมลงศัตรูพืช ศึกษาแนวทางในการจัดการศัตรูพืชในโซ่
อุปทานผักสด ประเมินการทำงานและตรวจสอบประสิทธิผลของแผนการชักตัวอย่างอ้างอิงจากโรง
คัดบรรจุเทียบกับแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ผลการศึกษาพบกระบวนการ
ควบคุมคุณภาพในโซ่อุปทานผักสดเพื่อการส่งออก มีการควบคุมที่เน้นระบบการควบคุมคุณภาพด้าน
ความปลอดภัย ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยกัน ซึ่งไม่ถือว่าเป็นจุดอันตรายที่ต้อง
ควบคุมในกระบวนการ ส่วนแนวทางในการจัดการแมลงศัตรูพืช มีการจัดการที่ครอบคลุมตลอดโซ่
อุปทาน ตั้งแต่กระบวนการคัดเลือกสายพันธุ์ การควบคุมแมลงศัตรูพืชในแปลง การจัดการหลังการ
เก็บเกี่ยว และการควบคุมแมลงศัตรูพืชในกระบวนการตัดแต่ง มีการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยใช้การ
ตรวจตัวอย่างตัวอย่าง 2 จุดดำเนินการ คือ จุดรับเข้า กำหนดแผนชักตัวอย่าง ($n = 40$, $c = 4$) และ
จุดก่อนส่งมอบ ($n = 50$, $c = 7$) เมื่อทำการเปรียบเทียบแผนการชักตัวอย่างที่ใช้ในโรงงานและ
แผนการชักตัวอย่าง ชนิดเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ โดยพิจารณาจากเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง
โอกาสการยอมรับรุ่นและสัดส่วนของเสีย (OC-Curve) พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากัน แผนการ
ชักตัวอย่างที่มีเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ มีประสิทธิภาพในการตรวจจับสินค้าที่มีข้อบกพร่อง
มากกว่าแผนการชักตัวอย่างปัจจุบัน ซึ่งแสดงศักยภาพในการประยุกต์ใช้แผนการชักตัวอย่างที่มี
ตัวเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์สำหรับการทวนสอบสินค้าได้

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Tippawan Wandee 2014: Designs of Acceptance Sampling Plan in Insect Pest Management of Fresh Vegetable for Export. Master of Science (Agro-Industrial Technology Management), Major Field: Agro-Industrial Technology Management, Department of Agro-Industrial Technology. Thesis Advisor: Assistant Professor Chutima Waisarayutt, Ph.D. 86 pages.

The major issue for exported fruits and vegetables was the pest detected inside the packed produced. The research aimed to evaluate the quality control pest management in vegetable supply chain, verify the effectiveness of current applied sampling plan from packing house, comparing with the zero acceptance number sampling plan. The study showed that the process of quality control in fresh vegetable for exporting focused on only food safety, which was not designed to quarantine insect pest control. The process was not a hazard point in HACCP system. The study found that the pest control management had implemented along the supply chain from the selection of plant cultivar, the pest control in crop, the post-harvest management and the control within packing process. At the packed processing, they used inspection for 3 steps including raw material receiving control point ($n = 40, c = 4$) and the point before transfer product ($n = 50, c = 7$). When using Operation Characteristic Curve which indicated the relationship of using the sampling plan to examine the lot at different quality levels and the probability of acceptance such lot, the sampling plan with zero acceptance number had a better quality detection performance comparing with the current applied sampling plan. The study shown the potential of applying the zero acceptance number sampling plan for pest control verification within the packing process.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.เจริญชัย โขมพัตรภรณ์ ที่ให้เกียรติเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ดร.อัจฉรา เกษสุวรรณ ที่สละเวลาอันมีค่ามาเป็นประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัย และขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ชูติมา ไวศรายุทธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำประเด็นที่สำคัญ เอาใจใส่ ติดตาม และตรวจสอบแก้ไขจนเสร็จสมบูรณ์ รวมถึงการให้ประสบการณ์ในการทำงานวิจัย และให้แนวคิดในการดำเนินชีวิต

ขอขอบพระคุณ หัวหน้าฝ่ายผลิตและฝ่ายเกษตร บริษัท สวิฟท์ จำกัด และคุณรัชภูมิ บานแย้ม ผู้จัดการฟาร์ม 48 ไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์ สละเวลาในการให้ข้อมูลทั้งการสัมภาษณ์และการสังเกตการณ์การปฏิบัติงานจริง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร (มกอช.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยจากการจัดทำโครงการศึกษาแนวทางปฏิบัติการชักตัวอย่างสินค้าเกษตรเพื่อการตรวจสอบด้านสุขอนามัยพืช ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมถึงคอยอบรมให้ผู้วิจัยมีคุณธรรม จริยธรรมในการเรียน ในการทำงาน และในการดำเนินชีวิต ตลอดจนให้คำแนะนำในด้านต่างๆ และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการศึกษา ให้คำแนะนำในด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการศึกษาและวิจัยในมหาวิทยาลัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ และเพื่อนๆ ที่ให้ความสนับสนุนทางการศึกษา คอยอบรม ช่วยเหลือให้คำแนะนำด้านต่างๆ และคอยให้กำลังใจและอยู่เคียงข้างกันเสมอมา ทั้งนี้ประโยชน์ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา หากมีข้อบกพร่องประการใดผู้วิจัยขอรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ทิพวรรณ วรรณดี
มิถุนายน 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	27
ผลและวิจารณ์	30
สรุปและข้อเสนอแนะ	48
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	50
ภาคผนวก	54
ภาคผนวก ก แบบบันทึกการปฏิบัติงานในแปลง	55
ภาคผนวก ข การสร้างแผนการซ้กตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม Excel	57
ภาคผนวก ค ตารางมาตรฐาน MIL-STD-105E	78
ภาคผนวก ง แผนการซ้กตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์	84
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	86

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	6
2	34
3	35
4	49
5	42
ตารางผนวกที่	
ก1	56
ข1	59
ข2	66
ค1	79
ค2	80
ค3	81
ค4	82
ค5	83
ง1	85

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 มูลค่าการส่งออกผักสด แช่เย็น แช่แข็งและแห้ง ปี 2552-2553	5
2 แสดงลักษณะแมลงหวี่ขาว (<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius))	7
3 แสดงลักษณะเพลี้ยไฟ (<i>Thrips palmi</i> Karny)	8
4 แสดงลักษณะเพลี้ยแป้ง (<i>Pseudococcus</i> sp.)	9
5 แสดงลักษณะหนอนเจาะผล (<i>Leucinodes orbonalis</i> Guenee)	9
6 แสดงลักษณะหนอนชอนใบ (<i>Liriomyza</i> sp.)	10
7 แผนภูมิขั้นตอนการส่งออก: สินค้าผักและผลิตภัณฑ์ผัก	13
8 แสดงโครงสร้างโซ่อุปทานการควบคุมสินค้ากลุ่มพืชผัก	30
9 แสดงกระบวนการควบคุมแมลงศัตรูพืชในแปลง	33
10 มะเขือเปราะพันธุ์หายาดทิพย์	34
11 กีบดักแมลงกาวเหนียวสำหรับสำรวจความหนาแน่นแมลงต่อสัปดาห์	35
12 การคัดคุณภาพผลผลิตก่อนส่งโรงคัดบรรจุ	36
13 ผลผลิตที่ผ่านการคัดคุณภาพ (เกรด A, เกรด B, ตกเกรด และของเสีย)	36
14 สรุปขั้นตอนการควบคุมแมลงศัตรูพืชในกระบวนการของโรงคัดบรรจุ	38
15 เส้นโค้ง OC ของแต่ละจุดดำเนินการ	40
16 เส้นโค้งคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality, A.O.Q)	41
17 เปรียบเทียบเส้นโค้ง OC ระหว่างแผนการซักร้อยอย่างที่ใช้ปัจจุบัน และแผนการซักร้อยอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ณ จุดรับเข้า	43
18 เปรียบเทียบเส้นโค้งคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality, A.O.Q) ระหว่างแผนการซักร้อยอย่างเดิมที่ใช้ปัจจุบัน และแผนการซักร้อยอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ณ จุดรับเข้า	44
19 เปรียบเทียบเส้นโค้ง OC ระหว่างแผนการซักร้อยอย่างที่ใช้ปัจจุบัน และแผนการซักร้อยอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ณ จุดก่อนการส่งมอบ	45
20 เปรียบเทียบเส้นโค้งคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality, A.O.Q) ระหว่างแผนการซักร้อยอย่างอ้างอิง และแผนการซักร้อยอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ณ จุดก่อนการส่งมอบ	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ข1 การใช้คำสั่ง HYPGEOM.DIST	59
ข2 การใส่คำสั่งและค่าตัวแปร	59

การออกแบบแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับในการจัดการแมลงศัตรูพืชสำหรับ ผักสดส่งออก

Designs of Acceptance Sampling Plan in Insect Pest Management of Fresh Vegetable for Export

คำนำ

สินค้าเกษตรกลุ่มผักสดตัดแต่งแช่เย็น เป็นสินค้าที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย อีกประเภทหนึ่ง ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เพาะปลูก และผู้ส่งออกของไทยได้เป็นอย่างดี โดยในปี พ.ศ. 2555 มีมูลค่าการส่งออก 7,242.64 ล้านบาท (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร , 2556) ตลาดส่งออกสินค้าเกษตรกลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญได้แก่ จีน เวียดนาม อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น ฮองกง สหรัฐอเมริกา อังกฤษ มาเลเซีย ไต้หวัน ตลาดสหภาพยุโรป 27 ประเทศ เป็นต้น แม้ว่าผักสดมีมูลค่าการส่งออกมากในแต่ละปี แต่มักประสบปัญหาหลายประการ ได้แก่ ปัญหาด้านภาษี ปัญหาสินค้าไม่ได้คุณภาพและมาตรฐาน ปัญหามาตรการกีดกันทางการค้า ปัญหาด้านสุขอนามัย ปัญหาการแข่งขัน และปัญหาด้านการขนส่ง เป็นต้น โดยประเด็นปัญหาที่ผู้ส่งออกไทยกำลังประสบคือ การตรวจพบแมลงศัตรูพืชในสินค้ากลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ในสินค้าอย่างต่อเนื่อง แมลงศัตรูพืชที่พบบ่อย ได้แก่ แมลงหวี่ขาว หนอนขนอบใบ เพลี้ยไฟ และแมลงวันผลไม้ ส่งผลให้ประเทศไทยถูกแจ้งเตือนเกี่ยวกับปัญหาด้านสุขอนามัยพืชและห้ามนำเข้าสินค้าเกษตรกลุ่มพืชผักจากประเทศคู่ค้า ดังจะเห็นได้จากปัญหาที่สหภาพยุโรป ตรวจพบศัตรูพืชกักกันในสินค้าที่นำเข้าจากประเทศไทย ทำให้มีการเข้มงวดด้านสุขอนามัยพืชมากขึ้น โดยพืชผักที่ต้องควบคุม 5 กลุ่ม 22 ชนิด ประกอบด้วย กะเพรา โหระพา แมงลัก ยี่หระ มะระจีน มะระขี้นก มะเขือเปราะ มะเขือยาว มะเขือม่วง มะเขือเหลือง มะเขือขาว มะเขือขื่น พริกหยวก พริกชี้ฟ้า พริกชี้หนู ใบผักชีฝรั่ง ถั่วฝักยาว คะน้า กวางตุ้ง ผักชีไทย สะระแหน่ และขึ้นฉ่าย ซึ่งในงานวิจัยนี้ เลือกพืชผักกลุ่มมะเขือเปราะเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากมะเขือเปราะเป็นพืชควบคุมและเป็นพืชผักเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ สามารถทำรายได้ให้กับเกษตรกรได้ตลอดปี และมีปัญหาการระบาดทำลายของแมลงศัตรูพืชตลอดฤดูปลูก แมลงศัตรูพืชที่สำคัญของมะเขือเปราะ ได้แก่ หนอนเจาะยอดมะเขือ จะเข้าทำลายที่ส่วนยอดอ่อนมะเขือเปราะ ในระยะที่มีตัวหนอนฟักออกไข่ หนอนขนาดเล็กจะเจาะกินทำลายส่วนยอดลงมา ซึ่งระบาดทำลายโดยตรงและรุนแรง ทำให้ผลผลิตมะเขือเปราะเกิดความเสียหาย เสียคุณภาพ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดรับซื้อ และการป้องกันรักษาก็ทำได้ยาก เนื่องจากการฉีดพ่นสารเคมี ถ้าไม่โดนตัวหนอนที่อยู่ภายในหนอนจะไม่ตาย

ดังนั้นการนำเข้าหรือส่งออกสินค้าเกษตรจำเป็นต้องมีการตรวจสอบเพื่อการอารักขาพืชเป็นการป้องกันและจัดการความเสี่ยงด้านแมลงศัตรูพืชและโรค โดยเฉพาะชนิดแมลงหรือโรคที่ไม่ปรากฏในท้องถิ่น การตรวจสอบสินค้าเกษตรกลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ถือเป็นข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับการค้าระหว่างประเทศ (กัทลีวัลย์, 2553) เพื่อให้สินค้าเกษตรกลุ่มพืชมีมาตรฐานเพียงพอสำหรับการส่งออกและเพื่อให้แน่ใจได้ว่าสินค้าพืชและผลิตภัณฑ์นั้นปราศจากศัตรูพืชหรือวัตถุควบคุม สินค้าเกษตรที่อาจเป็นเส้นทางผ่านของศัตรูพืชต้องได้รับการตรวจสอบและรับรองด้านสุขอนามัยพืช ด้วยวิธีการอย่างเป็นทางการและเหมาะสม วิธีการที่ใช้ตรวจสอบและวิธีการดำเนินการชักตัวอย่างสำหรับตรวจจึงเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการใช้มาตรการสุขอนามัยพืช และเป็นที่เชื่อถือซึ่งการกำหนดแผนการชักตัวอย่างสินค้าที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐานสากลนั้น เป็นการเพิ่มความเข้มงวดในการควบคุมปัญหาด้านสุขอนามัยพืชเกี่ยวกับการตรวจสอบแมลงศัตรูพืชหลังจากการนำไปปฏิบัติ สามารถสร้างความเชื่อมั่นให้กับประเทศผู้นำเข้า เนื่องจากกระบวนการปฏิบัติดังกล่าวเป็นการลดความเสี่ยงด้านการตรวจพบแมลงศัตรูพืชที่ประเทศปลายทาง สามารถเพิ่มศักยภาพและสนับสนุนการส่งออกสินค้าเกษตรกลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ของประเทศไทยต่อปีการที่มีประสิทธิภาพ โปร่งใส และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

การชักตัวอย่างด้วยวิธีการที่สอดคล้องตามมาตรฐานระหว่างประเทศ เป็นมาตรการตรวจประสิทธิผลด้านสุขอนามัยพืชสำหรับสินค้าส่งออกเพื่อสร้างความเชื่อมั่นกับประเทศผู้นำเข้าสินค้าเกษตรของไทย ซึ่งเป็นการเพิ่มความเข้มงวดในการควบคุมปัญหาด้านสุขอนามัยพืชเกี่ยวกับการตรวจสอบแมลงศัตรูพืช เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวเป็นการลดความเสี่ยงด้านการตรวจพบแมลงศัตรูพืชที่ประเทศปลายทาง สามารถเพิ่มศักยภาพและสนับสนุนการส่งออกสินค้าเกษตรกลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ของประเทศไทยต่อไป

แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบหรือส่วนประกอบต่างๆ เนื่องจากการตรวจสอบทุกชิ้น (100% inspection) ไม่สามารถทำได้ เช่น การตรวจสอบที่เป็นการทำลายผลิตภัณฑ์ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณมากจนไม่สามารถทำการตรวจสอบ 100% ได้ การสุ่มตรวจไม่สามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์ได้หมดทุกชิ้น อาจมีความผิดพลาดในการตัดสินใจเกิดขึ้นได้ เช่นโอกาสในการรับวัตถุดิบรุ่นที่ไม่มีคุณภาพหรือข้อบกพร่องเข้ามา หรือโอกาสในการปฏิเสธวัตถุดิบรุ่นที่มีคุณภาพ เป็นต้น ดังนั้นแผนการสุ่มตัวอย่างต้องมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง

แผนการชักตัวอย่างชนิดเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ (zero acceptance number sampling plan) เป็นแผนการชักตัวอย่างที่ได้ออกแบบและนำไปใช้โดยจัดให้มีระดับการป้องกันผู้บริโภคที่เท่ากันหรือมากกว่า ด้วยการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับแผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD 105E มีความได้เปรียบในแง่เศรษฐศาสตร์ และแผนยังนำไปใช้ง่ายและจัดการได้ง่าย และการสุ่มเป็นแบบลอตต่อลอตที่เป็นข้อมูลจากการนับ มุ่งเน้นผลลัพธ์ที่มีความบกพร่องเป็นศูนย์ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ชนิดใดก็ตามที่มีโอกาสสุ่มตัวอย่างแบบลอตต่อลอต ย่อมเป็นไปได้ที่จะนำแผน $C = 0$ ไปใช้ (Squeglia, 1994) ส่วนใหญ่นำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์สำหรับทางทหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เช่นการผลิตฮาร์ดไดรฟ์ (HDD) ชิ้นส่วนจากงานกลึงหรืองานไส งานขึ้นรูป งานหล่อ งาน

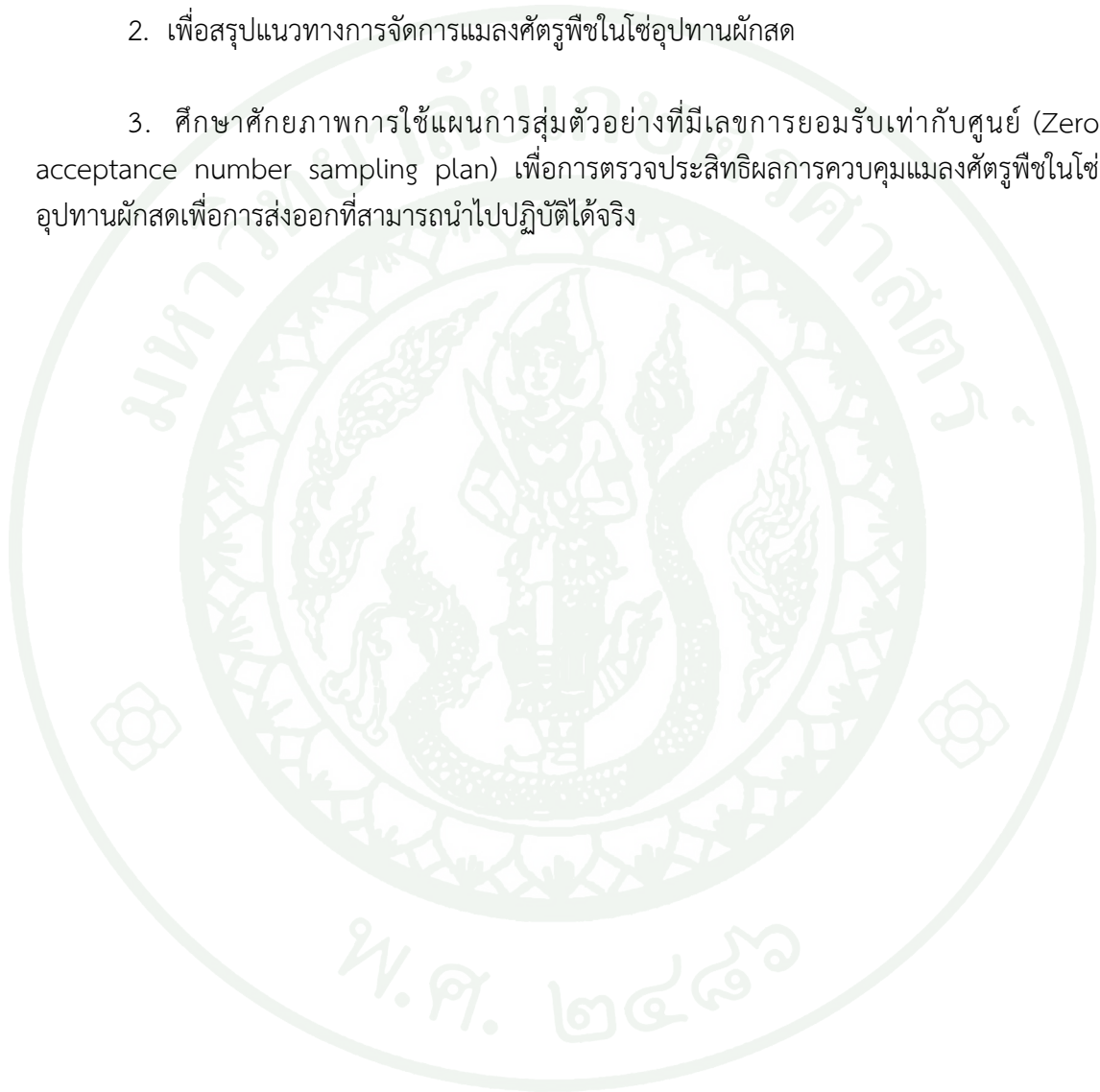
พลาสติก และงานตอกพิมพ์โลหะ อุตสาหกรรมยา เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีการนำไปใช้ในการตรวจรับวัสดุเพื่อการผลิต การตรวจสอบระหว่างกระบวนการและการตรวจสอบขั้นสุดท้ายในหลายๆ อุตสาหกรรม ซึ่งในสินค้าเกษตรกลุ่มพืชผักส่งออก จำเป็นอย่างมากที่ต้องมีการตรวจสอบด้านแมลงศัตรูพืชอย่างเข้มงวดตลอดโซ่อุปทาน

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการควบคุมคุณภาพด้านการตรวจสอบแมลงศัตรูพืช และแนวทางในการจัดการแมลงศัตรูพืชในโซ่อุปทานผักสด และใช้แผนการสุ่มตัวอย่างชนิดเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ (Zero acceptance number sampling plan) ตรวจสอบประสิทธิภาพของการควบคุมแมลงศัตรูพืชภายในโซ่อุปทานผักสดส่งออก เปรียบเทียบกับแผนการสุ่มตัวอย่างมาตรฐาน MIL-STD 105E



วัตถุประสงค์

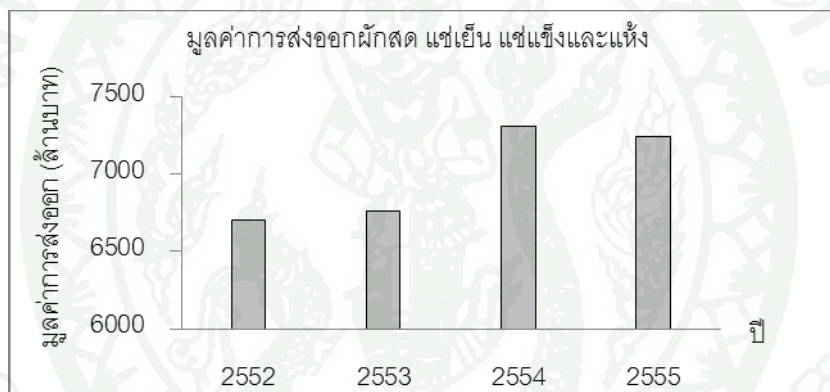
1. เพื่อรวบรวมข้อมูลการควบคุมคุณภาพด้านการตรวจแมลงศัตรูพืชในโซ่อุปทานผักสดเพื่อการส่งออก
2. เพื่อสรุปแนวทางการจัดการแมลงศัตรูพืชในโซ่อุปทานผักสด
3. ศึกษาศักยภาพการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ (Zero acceptance number sampling plan) เพื่อการตรวจประสิทธิภาพการควบคุมแมลงศัตรูพืชในโซ่อุปทานผักสดเพื่อการส่งออกที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง



การตรวจเอกสาร

1. มูลค่าทางเศรษฐกิจและสถานการณ์การผลิตสินค้าเกษตรกลุ่มผักสด แช่เย็น แช่แข็งและแห้ง

พืชผักและผลิตภัณฑ์เป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากสามารถสร้างรายได้ให้ประเทศปีละหลายพันล้านบาท โดยมูลค่าการส่งออกผักและผลิตภัณฑ์ทั้งหมดไปยังตลาดโลกในปี 2555 เป็นมูลค่าทั้งสิ้น 7,242.64 ล้านบาท ซึ่งลดลงจากปี 2554 ซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 7,308.67 ล้านบาท ดังภาพที่ 1 (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร) ตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ อาเซียน (9 ประเทศ : บรูไน กัมพูชา อินโดนีเซีย ลาว มาเลเซีย พม่า ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ และเวียดนาม) ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป (27 ประเทศ) ซึ่งญี่ปุ่นนับเป็นตลาดส่งออกผักและผลิตภัณฑ์ผักอันดับหนึ่งของประเทศไทย (สิรินาฏ, 2554)



ภาพที่ 1 มูลค่าการส่งออกผักสด แช่เย็น แช่แข็งและแห้ง ปี 2552 -2555

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (2555)

ผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการผลิตสินค้ากลุ่มผักและผลิตภัณฑ์ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกผัก และโรงคัดบรรจุ ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกผักเพื่อการส่งออกต้องมีระบบการผลิตที่ปลอดภัยตามมาตรฐาน GAP (Good Agricultural Practice) เพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพในการผลิตสินค้าผักให้ได้มาตรฐาน โดยสินค้าที่ส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศมีทั้งประเภทผักสดแช่เย็นและผักสดแช่เยือกแข็ง ซึ่งโรงคัดบรรจุมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในการส่งออกสินค้าผัก เนื่องจากโรงคัดบรรจุมีหน้าที่รับผลผลิตจากเกษตรกร เพื่อทำการคัดเกรด คัดตำหนิ รมยาเพื่อกำจัดศัตรูพืช บรรจุเพื่อการจำหน่ายและการส่งออก ถึงแม้ว่ามูลค่าการส่งออกสินค้าผักและผลิตภัณฑ์ทั้งหมดไม่สูงนัก แต่เนื่องจากการส่งออกสินค้า

กลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ไปยังสหภาพยุโรปกำลังประสบปัญหาห้ามนำเข้าสินค้าพืชผักจากไทย โดยเฉพาะสินค้าผักและผลไม้สด 5 กลุ่ม 22 ชนิด เนื่องจากมีสถิติการตรวจพบแมลงศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องได้แก่ เพลี้ยไฟ หนอนชอนใบ แมลงหี่ขาว และแมลงวันผลไม้ ซึ่งแมลงศัตรูพืชเหล่านี้ยังคงเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตสินค้าเกษตรกลุ่มพืช เนื่องจากสภาวะอากาศของประเทศไทย และลักษณะการแพร่กระจายตัวของแมลง จึงส่งผลให้สามารถควบคุมได้ยาก โดยเฉพาะในกลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าการส่งออกสูง จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบสินค้ากลุ่มผักและผลิตภัณฑ์อย่างเข้มงวด เพื่อสร้างมาตรการทางด้านสุขอนามัยพืชเกี่ยวกับการควบคุมแมลงศัตรูพืช ดังนั้นรูปแบบปัญหาของการตรวจพบแมลงศัตรูพืชดังกล่าว จึงควรมีเกณฑ์ในการพิจารณาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดของแมลงที่ควบคุมในสินค้า

2. ชนิดของแมลงศัตรูพืชและกลุ่มสินค้าตามลักษณะทางกายภาพ

จากการพิจารณาข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับมูลค่าการส่งออกสินค้ากลุ่มผักและผลิตภัณฑ์ไปยังตลาดต่างประเทศ พบว่ามีการคัดเลือกจากลักษณะทางกายภาพของสินค้า กลุ่มสินค้าผัก ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มผักใบ-กะเพราโหระพา กลุ่มผักต้น-ขึ้นฉ่าย และกลุ่มผักผล-มะเขือเปราะ โดยสามารถจำแนกชนิดสินค้าและแมลงศัตรูพืชที่ควบคุมในสินค้าแต่ละชนิดได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปชนิดสินค้า แมลงศัตรูพืชที่ควบคุม มูลค่าการส่งออก และประเทศคู่ค้าหลัก

ชนิดสินค้า	แมลงศัตรูพืชที่ควบคุม	มูลค่าส่งออกปี 2554	ประเทศคู่ค้าหลัก
1. กะเพรา โหระพา	เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง หนอนชอนใบ และแมลงหี่ขาว		ญี่ปุ่น อาเซียน
2. ขึ้นฉ่าย	เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง หนอนชอนใบ และแมลงหี่ขาว	7,242.64 ล้านบาท	(9 ประเทศ) สหรัฐอเมริกา
3. มะเขือเปราะ	หนอนเจาะผล หนอนชอนใบ แมลงหี่ขาว เพลี้ยไฟ และเพลี้ยแป้ง		สหภาพยุโรป (27 ประเทศ)

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555), สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2555)

แมลงศัตรูพืชที่ต้องควบคุมในสินค้าผักและผลิตภัณฑ์ได้แก่ แมลงหี่ขาว เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง หนอนเจาะผล และหนอนชอนใบ ซึ่งแมลงศัตรูพืชดังกล่าวมีการทำลายทั้งใบ ดอก และผลของสินค้า โดยดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบพืชจนกระทั่งพืชผลเสียหายและการเจริญเติบโตหยุดชะงัก โดยแมลงศัตรูพืชมีการขยายพันธุ์ในสภาวะที่เหมาะสมและแทรกตัวในสินค้า จึงส่งผลให้ตรวจพบการปนเปื้อน

ในสินค้าได้หากไม่มีมาตรการควบคุมอย่างเข้มงวด ซึ่งแมลงศัตรูพืชเหล่านี้เป็นปัญหาที่สำคัญต่อการส่งออกสินค้าผักไปยังประเทศคู่ค้าและยังสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก

ลักษณะของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญในผัก

1. แมลงหีขาว: *Bemisia tabaci* (Gennadius)

แมลงหีขาวเป็นแมลงศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายในผักหลายชนิดได้แก่ มะเขือเทศ มะเขือเปราะ พริก ขึ้นฉ่าย เป็นต้น โดยตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบ และยังเป็นพาหะนำโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส แมลงหีขาวขยายพันธุ์โดยการวางไข่เป็นกลุ่มใต้ใบพืช ระบาดและแพร่ทำลายพืชในช่วงขณะทั้งฝนตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนตุลาคม ซึ่งส่วนใหญ่แมลงหีขาวสามารถแพร่กระจายได้ดีในเขตร้อน และสามารถพบได้ในเขตกึ่งร้อนและเขตอบอุ่นได้เช่นกัน



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของแมลงหีขาว (*Bemisia tabaci* (Gennadius))

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2554)

การป้องกันการระบาดของแมลงหีขาว โดยหลีกเลี่ยงการปลูกพืชในช่วงระยะเวลาที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมแก่การแพร่กระจายและการเพิ่มปริมาณของแมลงหีขาว การเก็บทำลายชิ้นส่วนของพืชที่มีการทำลายจากแมลงหีขาว การทำความสะอาดบริเวณรอบๆ แปลงหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงเมื่อพบการระบาด

2. เพลี้ยไฟ: *Thrips palmi* Karny

ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟทำลายผักหลายชนิด โดยดูดน้ำเลี้ยงจากเซลล์พืชส่งผลให้คุณภาพของผลผลิตต่ำ เกิดรอยแผลบริเวณที่ถูกทำลาย หากขาดการป้องกันและกำจัด อาจส่งผลให้พืชตายได้ในที่สุด โดยระยะไข่ ตัวอ่อน หรือตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟยอมส่งผลกระทบต่อส่งออกสินค้าผักทั้งสิ้น เพลี้ยไฟขยายพันธุ์โดยการวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆในเนื้อเยื่อพืช โดยเริ่มทำลายพืชตั้งแต่ระยะตัวอ่อนขึ้นไป มีการทำลายพืชได้เกือบตลอดทั้งปี พบต่ำในช่วงฤดูฝน และพบการระบาดสูงในช่วงฤดูร้อนที่มีอากาศแห้งแล้งและฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลานาน



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของเพลี้ยไฟ (Thrips palmi Karny)

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2554)

3. เพลี้ยแป้ง: Pseudococcus sp.

เพลี้ยแป้งมีลักษณะการทำลายโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนที่อ่อนของลำต้นพืช รวมทั้งใบผล และดอกของผัก ส่งผลให้ผลผลิตไม่สมบูรณ์ เพลี้ยแป้งมีการขยายพันธุ์โดยการวางไข่เป็นกลุ่มบนดอก ผล และใบ ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเข้าทำลายบริเวณใบ และดอก พบการระบาดเป็นครั้งคราว ซึ่งเกิดความเสียหายมากในช่วงที่ฝนแล้ง



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของเพลี้ยแป้ง (Pseudococcus sp.)

ที่มา: สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร (2554)

4. หนอนเจาะผล: Leucinodes orbonalis Guenee

หนอนเจาะผล มีการทำลายบริเวณยอดมะเขือในระยะกำลังเจริญเติบโตและกัดกินภายในผล มะเขือเปราะ ส่งผลให้ผลผลิตเกิดความเสียหาย ไม่สมบูรณ์ ทำให้เสียคุณภาพในการจำหน่าย พบการระบาดทั่วไป โดยพบการทำลายยอดมากในฤดูฝนและผลถูกทำลายมากในฤดูแล้ง โดยเป็นแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายมะเขือชนิดต่างๆ ยกเว้นมะเขือเทศ



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะหนอนเจาะผล (*Leucinodes orbonalis* Guenee)

ที่มา: สวนสัตว์แมลงสยาม (2552)

5. หนอนซอนใบ: *Liriomyza* sp.

หนอนซอนใบเป็นศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายต่อพืชเศรษฐกิจหลายชนิดได้แก่ พืชตระกูลกะหล่ำ หอม มะเขือเทศ กะเจี๊ยบเขียว และในไม้ดอกได้แก่ เบญจมาศ ดาวเรือง กุหลาบ เป็นต้น มีลักษณะการทำลายโดยการซอนของตัวหนอนในใบพืชจนเกิดรอยเส้นสีขาวคดเคี้ยวไปมา ซึ่งส่งผลต่อผลผลิตเป็นอย่างมาก หากพืชนั้นไม่สามารถสร้างใบทดแทนได้หรือถูกทำลายอย่างหนัก พืชจะตายลง ในที่สุด หนอนซอนใบมีการระบาดทำลายในพืชเศรษฐกิจพวกพืชผักและไม้ดอกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะหนอนซอนใบ (*Liriomyza* sp.)

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2554)

3. มาตรฐานและเอกสารเพื่อรับรองการส่งออกสินค้าผักและผลิตภัณฑ์

การส่งออกสินค้าเกษตรกลุ่มพืชผักและผลิตภัณฑ์ต้องให้ความสำคัญกับการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานการส่งออกตามที่แต่ละประเทศกำหนดเกี่ยวกับสุขอนามัยของพืช ด้าน

การตรวจสอบศัตรูพืชและปริมาณสารพิษตกค้างในผักเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและใช้เป็นมาตรฐานกีดกันทางการค้า โดยผู้ที่เกี่ยวข้องในการผลิตผักและผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออกตั้งแต่ระดับต้นน้ำไปยังระดับปลายน้ำต้องมีการควบคุมคุณภาพตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การจัดหาวัตถุดิบ การบรรจุ และการขนส่ง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกมีมาตรฐาน เป็นที่ยอมรับ รวมถึงสามารถสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้า โดยมาตรฐานรองรับการส่งออกที่สำคัญมีดังนี้

3.1 มาตรฐานที่บังคับใช้โดยภาครัฐของไทย : มาตรฐาน GAP หรือ Q-GAP

มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice, GAP) หรือมาตรฐาน GAP จากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งเป็นมาตรฐานของภาครัฐไทยที่กำหนดขึ้นเพื่อควบคุมคุณภาพการส่งออกและมาตรฐานสินค้าผักและผลไม้ไทยในระดับฟาร์มหรือแปลงเพาะปลูก สนับสนุนให้เกษตรกรมีระบบการผลิตที่มีคุณภาพและปลอดภัยตั้งแต่กระบวนการปลูก ดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การแปรรูป การขนส่ง จนกระทั่งถึงผู้บริโภค รวมถึงลดความเสี่ยงในการใช้สารเคมี จุลินทรีย์ตกค้างที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ตลอดจนการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการจัดการเกี่ยวกับพื้นที่เพาะปลูก ทำให้สามารถเพิ่มมูลค่า มีศักยภาพการแข่งขันในตลาดโลกได้

เกษตรกรต้องขึ้นทะเบียนผู้ผลิตกับหน่วยงานของรัฐ คือ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อการตรวจสอบรับรองแหล่งผลิตโดยตรวจสอบฟาร์มก่อนการเพาะปลูก หลังการเพาะปลูก โดยต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดและเกณฑ์การตรวจประเมินระบบการจัดการคุณภาพการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 8 ข้อ ได้แก่ แหล่งน้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเก็บรักษาและขนย้ายผลผลิตภายในแปลง การบันทึกข้อมูล การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ และการเก็บเกี่ยว/การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อปฏิบัติตามเกณฑ์ทั้ง 8 ข้อของกรมวิชาการแล้ว จะได้ใบรับรองมาตรฐาน GAP ภายใต้สัญลักษณ์ Q ซึ่งถือเป็นใบสำคัญที่ใช้ในการส่งออกผักและผลไม้สด หากไม่มีใบรับรอง GAP ก็ไม่สามารถส่งออกได้

3.2 มาตรฐานของภาคเอกชนไทย : มาตรฐาน ThaiGAP

เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นโดยภาคเอกชนไทยในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่ได้ผ่านกระบวนการเทียบเคียงมาตรฐานอันเข้มงวดของ GlobalGAP มาตรฐาน ThaiGAP ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติและการตรวจรับรอง ระบบการผลิตผักมีคุณภาพ ถูกสุขอนามัย ปลอดภัยจากสารเคมีและเชื้อโรค มีต้นทุนการผลิตต่ำ เพิ่มศักยภาพในการผลิตและการประกันคุณภาพระบบผลิตให้เข้าสู่คุณภาพ ความปลอดภัยของผลผลิต และความเชื่อมั่นในการควบคุมระบบผลิตให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง สินค้าเกษตรที่ผ่านการรับรองตามระบบคุณภาพมาตรฐาน ThaiGAP สามารถส่งออกไปขายได้ทั่วโลกและเป็นที่ยอมรับของมาตรฐานสากล โดย ThaiGAP เน้นการปฏิบัติ

ในสามองค์ประกอบหลัก คือ ความปลอดภัย สภาพแวดล้อม สุขภาพความปลอดภัยและสวัสดิการของผู้ปฏิบัติงาน

การรับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีตามมาตรฐาน ThaiGAP เกษตรกรจะต้องใช้ระบบการบริหารและจัดการความเสี่ยงในการผลิตอย่างครบวงจรตั้งแต่การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ การจัดการพื้นที่ดินและวัสดุการปลูก การใช้น้ำชลประทาน การให้ปุ๋ย การจัดการศัตรูพืช การให้ความสำคัญและปฏิบัติงานอย่างถูกต้องในด้านสุขอนามัยส่วนบุคคล การป้องกันการปนเปื้อนระหว่างการเก็บเกี่ยว และการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงความสะอาดของพื้นที่จัดเก็บและความสะอาดระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้ ผลผลิตจะต้องสามารถตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) ได้ (สิรินาฏ, 2554)

3.3 มาตรฐานระหว่างประเทศ : มาตรฐาน Codex

มาตรฐาน Codex (Codex Alimentarius Commission) จัดตั้งเมื่อปี 2506 โดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานอาหาร (Codex Standard) และแนวทางปฏิบัติอื่นๆ เพื่อให้ประเทศสมาชิกทั่วโลกนำไปใช้เป็นเกณฑ์ปฏิบัติในแบบอย่างเดียวกัน เน้นทางด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยของผู้บริโภค ซึ่งครอบคลุมผลิตภัณฑ์ผักเพื่อการส่งออก ได้กำหนดระเบียบเกี่ยวกับสารปนเปื้อนในผัก คือ การกำหนดมาตรฐานระดับสารตกค้างสูงสุด (ค่า MRL) ของยาศัตรูพืช (Pesticides) รวมถึงมาตรฐานการติดฉลากอาหาร มาตรฐานการตรวจสอบการนำเข้า – ส่งออก และการตรวจสอบรับรอง และมาตรฐานวิธีการวิเคราะห์และสุ่มตัวอย่าง

3.4 มาตรฐาน IPPC (International Plant Protection Convention)

เป็นมาตรฐานทางด้านสุขอนามัยที่เกี่ยวข้องกับพืช อยู่ในความรับผิดชอบขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายของแมลงศัตรูพืชที่ติดมากับบรรจุภัณฑ์ในระหว่างการขนส่งสินค้าจากประเทศหนึ่ง ไม่ให้เข้าแพร่ระบาดต่อพืชเพาะปลูกรวมถึงสถานะแวดล้อมของอีกประเทศหนึ่ง

3.5 มาตรฐาน GMP

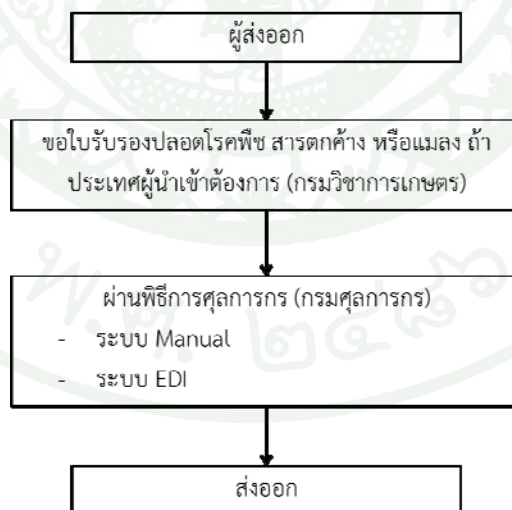
การตรวจสอบและรับรองระบบการจัดการผลิตผลที่ปลอดภัย (Good Manufacturing Practices: GMP) มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพในระหว่างการคัดบรรจุ จนกระทั่งการขนส่งไปยังผู้บริโภค โดยเน้นการตรวจสอบและรับรองโรงคัดบรรจุด้านสุขาภิบาล ความปลอดภัยในกระบวนการคัดบรรจุ เพื่อให้สินค้าที่ส่งออกมีความปลอดภัยและมีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ

3.6 มาตรฐาน HACCP

มาตรฐาน HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point System) หรือ ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร) เป็นมาตรฐานการผลิตที่มีมาตรการป้องกันอันตรายที่ผู้บริโภคอาจได้รับจากการบริโภคอาหาร ซึ่งยึดตามมาตรฐาน Codex โดยผู้ผลิตจะต้องนำระบบ HACCP ไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการคัดบรรจุ การเก็บรักษา การกระจายสินค้า และการจัดจำหน่าย จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค เพื่อลดสาเหตุของความเสียหายในกระบวนการผลิตตลอดโซ่อุปทาน รวมทั้งสร้างระบบการควบคุมการผลิตเพื่อกำจัดหรือลดสาเหตุที่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคตลอดโซ่อุปทาน

3.7 เอกสารและขั้นตอนการส่งออกสินค้าผักและผลิตภัณฑ์

การจัดเตรียมเอกสารในการส่งออกสินค้า ต้องให้ความสำคัญกับประเทศคู่ค้า ถ้าประเทศคู่ค้าต้องการเอกสารใดเป็นพิเศษ ผู้ส่งออกต้องขอใบรับรองประเภทนั้นก่อน และผ่านพิธีการทางศุลกากร โดยการลงทะเบียนสินค้าส่งออก ตรวจสอบความเรียบร้อยของเอกสารใบรับรอง ผ่านการตรวจสอบจากกรมศุลกากรก่อนการส่งออกสินค้า และมีการบันทึกข้อมูล Invoice ใบขนส่งสินค้า ผ่านโปรแกรมจัดทำใบขนส่งสินค้า ซึ่งการเตรียมเอกสารใบรับรองและการจดทะเบียนข้างต้น นอกจากจะช่วยลดอุปสรรคในการส่งออกผักและผลิตภัณฑ์แล้ว ยังช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับสินค้าซึ่งมีโอกาสเน่าเสียง่ายหากมีการกักกันการนำเข้า ณ ประเทศปลายทาง ดังภาพที่ 7 มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 7 แผนภูมิขั้นตอนการส่งออก: สินค้าผักและผลิตภัณฑ์ผัก

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการค้าระหว่างประเทศ กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ (2554)

3.7.1 หนังสือรับรองสุขอนามัย (Health Certificate) กรมวิชาการเกษตรกำหนดให้การส่งออกผักและผลิตภัณฑ์ผักไปยังตลาดส่งออก ต้องได้รับการตรวจสอบสารพิษตกค้างจากกรมวิชาการเกษตรก่อนแม้ว่าประเทศผู้นำเข้าไม่กำหนดเงื่อนไขของการมีใบรับรองสารพิษตกค้างก็ตาม รวมถึงการตรวจสอบการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อรับรองความถูกต้องลักษณะ ปลอดภัยจากสารพิษหรือสารต้องห้ามอื่นๆ หรือรับรองว่าได้ผ่านกระบวนการใดๆ มาแล้ว โดยมากใช้กับสินค้าประเภทอาหารหรือสินค้าที่ต้องเกี่ยวข้องกับอาหาร เช่น ใบรับรองอนามัยและปราศจากเชื้อโรค เพื่อให้สินค้าที่ส่งออกเป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้า

3.7.2 ใบรับรองปลอดศัตรูพืช (Phytosanitary Certificate) เป็นเอกสารสำคัญที่ใช้แสดงต่อด่านนำเข้า จึงจะอนุญาตให้นำเข้าได้ ในขณะที่ผักและผลไม้บางชนิดอาจไม่ต้องมีใบรับรองปลอดศัตรูพืช โดยใบรับรองปลอดศัตรูพืชระบุให้ตรวจสอบเกี่ยวกับ ชนิดของศัตรูพืชในสินค้า วิธีการกำจัดศัตรูพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละประเทศ โดยผู้ส่งออกต้องจัดเตรียมสินค้าที่ต้องการส่งออกบรรจุในภาชนะที่มีความเหมาะสม แข็งแรงเหมาะแก่การขนส่ง และเอกสารคำขอ พ.ก.7 พร้อมแนบเอกสารอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้แก่ ทะเบียนผู้ส่งออก ใบรับรองรับรองสุขอนามัย (Health Certificate) เอกสารรับรองมาตรฐาน GAP เอกสารรับรองมาตรฐาน GMP (Good Manufacturing Practices) ของโรงคัดบรรจุ เพื่อแสดงต่อเจ้าหน้าที่ด่านศุลกากร และขอออกใบรับรองปลอดศัตรูพืช

ฟาร์มที่ผลิตสินค้าผักเพื่อการส่งออกต้องมีมาตรฐาน GAP ส่วนผู้ส่งออกที่มีโรงคัดบรรจุเป็นของตนเองต้องผ่านการรับรองและขึ้นทะเบียน GMP โดยสินค้าที่ส่งออกต้องผ่านการสุ่มตัวอย่างจากกล่องบรรจุสินค้าเพื่อตรวจสอบศัตรูพืช โดยเจ้าหน้าที่ศุลกากร ณ ด่านส่งออก ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ เพื่อออกใบรับรองปลอดศัตรูพืช กรณีที่พบแมลงศัตรูพืชที่เป็นศัตรูพืชกักกันได้แก่ แมลงหริ่นขาว, เพลี้ยไฟ, หนอนขนอบ, แมลงวันผลไม้ และหนอนกระทู้ ให้คัดพืชชนิดนั้นออกทั้งหมด และออกใบรับรองสุขอนามัยพืชให้กับพืชที่เหลือ ส่วนในกรณีที่ไม่มีพบศัตรูพืช เจ้าหน้าที่สามารถออกใบรับรองสุขอนามัยพืชเพื่อการส่งออกสินค้าและรอการส่งออกสินค้าต่อไป อย่างไรก็ตาม สินค้าอาจถูกสุ่มตรวจจากประเทศปลายทางอีกครั้งแม้ว่ามีใบรับรองปลอดศัตรูพืชแล้วก็ตาม ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละประเทศเป็นสำคัญ

3.7.3 หนังสือรับรอง Form A มีการตรวจสอบสิทธิพิเศษทางศุลกากรตามระเบียบของกระทรวงพาณิชย์ โดยขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละประเทศ ซึ่งหนังสือรับรอง Form A ใช้กับประเทศคู่ค้าได้แก่ สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น เพื่อใช้ในการลดหย่อนภาษีนำเข้าสินค้าตามข้อตกลงระหว่างประเทศคู่ค้า

3.8 มาตรการควบคุมพิเศษระบบบัญชีรายชื่อโรงคัดบรรจุ (Establishment List, EL)

จากปัญหาการแจ้งเตือนปัญหาด้านสุขอนามัยและสุขอนามัยพืชในสินค้าพืชผักส่งออกจากไทยไปยังสหภาพยุโรป เพื่อเป็นการแก้ไขและพัฒนากระบวนการผลิต กรมวิชาการเกษตรจึงกำหนดมาตรการควบคุมพิเศษระบบบัญชีรายชื่อโรงคัดบรรจุ (Establishment List, EL) สำหรับสินค้าพืชที่

กำหนด ในการส่งออกไปยังสหภาพยุโรป นอร์เวย์ และสมาพันธรัฐสวิส ซึ่งประกอบด้วยความร่วมมือจาก 3 ฝ่าย คือ เกษตรกร ผู้ประกอบการผลิตโรงคัดบรรจุ และกรมวิชาการเกษตร โดยอาศัยหลักการพื้นฐานการผลิตที่ดีในแปลงผลิตและโรงคัดบรรจุ ครอบคลุมด้านการควบคุมความปลอดภัย และศัตรูพืชให้เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งกรมวิชาการเกษตรเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการออกใบรับรองสุขอนามัยพืชและใบรับรองสุขอนามัยสำหรับสินค้าพืชผักสดไปสหภาพยุโรป นอร์เวย์ และสมาพันธรัฐสวิส กำหนดให้พืช 5 กลุ่ม 22 ชนิด ได้แก่ กะเพรา โหระพา แมงลัก ยี่ห่วย พริกหยวก พริกชี้ฟ้า พริกชี้หนู มะเขือเปราะ มะเขือเหลือง มะเขือยาว มะเขือม่วง มะเขือขื่น มะเขือขาว มะระจีน มะระขี้นก ผักชีฝรั่ง ถั่วฝักยาว คะน้า กวางตุ้ง ผักชีไทย สะระแหน่ และขึ้นฉ่าย ต้องปฏิบัติตามมาตรการควบคุมพิเศษการส่งออกผักและผลไม้ไปยังสหภาพยุโรป นอร์เวย์ และสมาพันธรัฐสวิส มาตรการดังกล่าวจะเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านการตรวจพบศัตรูพืช สารพิษตกค้าง และเชื้อจุลินทรีย์ในผักสดได้อย่างยั่งยืน (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช, 2555)

4. การตรวจสอบคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกและมาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (The Application of Sanitary and Phytosanitary Measures: SPS)

ปัญหาการส่งออกสินค้าเกษตรของไทย คือ การถูกกักกันและถูกปฏิเสธสินค้ามีสาเหตุจากสิ่งปลอมปน ซึ่งมีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดของประเทศผู้นำเข้า สินค้าต้องถูกส่งกลับประเทศหรือถูกทำลายทันที (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549) โดยสิ่งปลอมปนดังกล่าวได้แก่ แมลงศัตรูพืช ไร ผสม เศษแก้ว เศษพลาสติก เป็นต้น ซึ่งการปลอมปนดังกล่าวเกิดจากกระบวนการผลิตสินค้า โดยสินค้าเกษตรที่ไม่ได้รับการตรวจสอบด้านสิ่งปลอมปนอาจทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะถูกกักกันหรือถูกปฏิเสธโดยไม่จำเป็น การถูกกักกันหรือการถูกปฏิเสธสินค้าส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ของประเทศ รายได้ของผู้ผลิต รวมถึงเศรษฐกิจของประเทศ การตระหนักและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา จึงมีการตรวจสอบการปลอมปนสินค้าและการออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกโดยกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549)

การตรวจสอบเพื่อการอารักขาพืชมีความสำคัญต่อสินค้าผักและผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายระหว่างประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตสินค้าเกษตรกลุ่มนี้เพื่อรองรับความต้องการของประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการตรวจสอบเพื่อการอารักขาพืชมีวัตถุประสงค์ในการป้องกันความเสี่ยงด้านแมลงศัตรูพืชและโรค เป็นการสร้างความมั่นใจต่อประสิทธิภาพการป้องกันการเข้ามาและเกิดการแพร่ระบาดของศัตรูพืช (แมลง ไรศัตรูพืช วัชพืช) ที่ติดมากับพืช ผลผลิตจากพืช และวัสดุอื่น ๆ ที่มีโอกาสเป็นพาหะของศัตรูพืช (วัสดุบรรจุภัณฑ์ ดิน เครื่องจักร และ อุปกรณ์) จากประเทศหนึ่งไปสู่อีกประเทศหนึ่ง รวมทั้งสนับสนุนมาตรการที่เหมาะสมในการควบคุมศัตรูพืชเหล่านั้น (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช), 2554) ซึ่งการตรวจสอบสินค้าเกษตรกลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ถือเป็นข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับการค้าระหว่างประเทศ ทั้งนี้เพื่อให้สินค้าเกษตรกลุ่มพืชมีมาตรฐานเพียงพอสำหรับ

การส่งออก ซึ่งประเทศผู้นำเข้าให้ความสำคัญกับมาตรฐานด้านสุขอนามัยพืชเป็นอย่างมาก เพื่อจัดการปัญหาความเสี่ยงด้านแมลงศัตรูพืชที่ปนเปื้อนในสินค้า โดยเฉพาะประเทศสหภาพยุโรปซึ่งเป็นตลาดส่งออกสินค้ากลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพของไทย เนื่องจากการส่งสินค้าไปยังสหภาพยุโรปเป็นการเข้าถึงผู้บริโภคทั่วทั้งภูมิภาคยุโรปได้

5. มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (The Application of Sanitary and Phytosanitary Measures: SPS)

มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืชเป็นมาตรการเกี่ยวกับการจำกัดการนำเข้าสินค้าเกษตรเพื่อปกป้องและคุ้มครองชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ พืช และสัตว์ภายในประเทศของตนเอง ในด้านที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงในการบริโภคหรือเสี่ยงต่อโรคที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ติดมากับพืช สัตว์และผลิตภัณฑ์รวมทั้งสารเจือปนในอาหาร สารพิษหรือจุลินทรีย์ที่เป็นพาหะของโรค โดยระดับความปลอดภัยและการตรวจสอบมาตรฐานสินค้านำเข้าต้องสอดคล้องกับมาตรฐานระหว่างประเทศและตั้งอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อถือได้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช), 2554) ซึ่งมาตรการดังกล่าวมีความครอบคลุมในด้านกฎหมาย ข้อบังคับ ข้อกำหนดและระเบียบปฏิบัติเกี่ยวกับหลักเกณฑ์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอน และวิธีการผลิต การตรวจสอบวิเคราะห์ การพิจารณาอนุมัติ ออกใบรับรองการกักกันต่างๆ โดยมาตรการที่ออกมาต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ในการตรวจวิเคราะห์และการประเมินข้อมูลที่ต้องการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดกฎระเบียบและขอบเขตของความเสี่ยงที่ยอมรับได้ และระดับความเหมาะสมในการคุ้มครองด้านสุขอนามัย

มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช เป็นมาตรการที่แต่ละประเทศกำหนดขึ้นแต่ต้องให้เป็นที่ยอมรับและสอดคล้องกับมาตรฐานระหว่างประเทศ เช่น Codex, OIE, IPPC โดยมีหลักเกณฑ์สำคัญ 4 ประการ คือ

1. หลักมาตรฐานสากล (Priority of International Standards)

สมาชิกสามารถใช้มาตรการสุขอนามัยตามหลักสากลหรือกำหนดขึ้นใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลทั้งนี้ต้องสะดวกต่อการนำมาใช้และเป็นที่ยอมรับได้โดยที่สามารถกำหนดค่าให้สูงกว่ามาตรฐานสากลได้หากมีข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

2. หลักความเท่าเทียมกัน (Concept of Equivalence)

สมาชิกแต่ละประเทศสามารถใช้มาตรการสุขอนามัยที่แตกต่างกันในการคุ้มครองความปลอดภัยให้กับผู้บริโภคของตนแต่ทั้งนี้สมาชิกต้องยินยอมนำเข้าสินค้าจากประเทศอื่นหากประเทศดังกล่าวสามารถแสดงให้เห็นว่ามาตรฐานการสุขอนามัยที่ถือปฏิบัติอยู่นั้นให้ความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า

เกณฑ์ความปลอดภัยที่ประเทศผู้นำเข้ากำหนด และประเทศผู้นำเข้าสามารถตรวจสอบขั้นตอนการผลิตได้หากมีการร้องขอ

3. หลักการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

สมาชิกต้องมั่นใจต่อมาตรการสุขอนามัยที่นำมาใช้ว่ามีวิธีการประเมินความเสี่ยงที่ชัดเจนและเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ พืช และสัตว์

4. หลักความโปร่งใส (Transparency)

สมาชิกต้องใช้มาตรการสุขอนามัยอย่างโปร่งใสโดยต้องนำมาตรฐานสากลมาใช้และในกรณีที่นำมาตราการใช้ประเทศผู้ออกรายการนั้นต้องส่งระเบียบ กฎเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติให้สมาชิกอื่นๆ ได้ทราบและแสดงข้อคิดเห็นล่วงหน้าก่อนมีผลบังคับใช้ นอกจากนี้ต้องมีคำชี้แจงวัตถุประสงค์และเหตุผลที่ต้องใช้มาตรการดังกล่าว ยกเว้นแต่กรณีฉุกเฉิน เช่น ป้องกันการระบาดของเชื้อโรคหรือแมลง

การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบสินค้าเกษตรกลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน ISPM No. 31 Methodologies for sampling of consignments

มาตรฐานระหว่างประเทศด้านมาตรการสุขอนามัยพืช ISPM No. 31 Methodologies for sampling of consignments เป็นมาตรฐานที่วางด้วยแนวทางในการเลือกวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความเหมาะสมสำหรับการตรวจสอบสินค้าส่งมอบเพื่อการตรวจสอบ หรือทดสอบให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านสุขอนามัยพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสุ่มตัวอย่างและมีการอ้างอิงหลักสถิติประกอบด้วยสาระสำคัญเกี่ยวกับการศึกษาวิธีการดำเนินการสุ่มตัวอย่างสินค้าเพื่อการตรวจสอบและควบคุมแมลงศัตรูพืช โดยเป็นหน้าที่รับผิดชอบของประเทศผู้ส่งออกในการดำเนินการตรวจสอบเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชของสินค้าเพื่อเป็นการรับรองว่าสินค้านั้นเป็นไปตามข้อกำหนดของประเทศผู้นำเข้า

1. วัตถุประสงค์ของการสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างสินค้าส่งมอบมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาว่าสินค้าที่ส่งมอบเป็นไปตามสิ่งประกอบการพิจารณาต่างๆ สำหรับการนำเข้าหรือการส่งออกในเรื่องของการปราศจากแมลงศัตรูพืชและโรค เพื่อให้มั่นใจว่าสินค้าที่นำเข้าเป็นไปตามข้อกำหนดของการนำเข้า ข้อกำหนดในการบรรจุหีบห่อและลดโอกาสที่ผลิตผลจะถูกปฏิเสธ เป็นการวางรูปแบบระบบการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม เพื่อตรวจหาสัดส่วนของสินค้าส่งมอบที่มีความเสียหายจากการทำลายของแมลงศัตรูพืช ให้มีความเป็นไปได้ในการตรวจพบศัตรูพืชที่เฉพาะเจาะจงในสินค้าส่งมอบ

2. การจำแนกกองสินค้า (Lot Identification)

กองสินค้า หมายถึง หน่วยต่างๆจำนวนหนึ่งของสินค้าเดี่ยวๆชนิดหนึ่ง ซึ่งชี้จำแนกได้ โดยความเป็นหนึ่งเดียวกันขององค์ประกอบรวม แหล่งต้นกำเนิด เป็นต้น ประกอบกันเป็นส่วนหนึ่งของสินค้าที่ส่งมอบชนิดใดชนิดหนึ่ง (Food and Agriculture Organization [FAO], 2008) การจำแนกกองสินค้าส่งมอบพิจารณาถึงความเป็นหนึ่งเดียวกันของกองสินค้า และการกระจายตัวของแมลงศัตรูพืชในกองสินค้า ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ ชนิด สายพันธุ์ ขนาดความสูงแก่ พื้นที่ผลิต ผู้ผลิต ผู้ส่งออก สถานที่บรรจุ และกระบวนการต่างๆที่นำมาใช้ในการผลิต โดยปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ระดับความเสียหายจากการทำลายของแมลงศัตรูพืชในสินค้ามีความแตกต่างกัน และมีการใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน

3. หน่วยตัวอย่าง (Sample Unit)

การกำหนดหน่วยตัวอย่างควรขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆคือ ขนาดความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ ระดับความเชื่อมั่นที่ความคลาดเคลื่อนจะไม่เกินกว่าที่ยอมรับได้ ขนาดของประชากร ธรรมชาติของประชากร วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อประมาณพารามิเตอร์ที่สนใจ และค่าใช้จ่าย (ประชุม, 2554) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดตัวอย่างสินค้าเพื่อตรวจสอบแมลงศัตรูพืช มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการเลือกหน่วยตัวอย่างได้แก่ สัดส่วนความเสียหายจากการทำลายของแมลงศัตรูพืชในสินค้า ชนิดสินค้า ลักษณะของสินค้า ภาชนะบรรจุสินค้า เป็นต้น หน่วยตัวอย่างควรมีอิสระจากกัน และมีโอกาสที่จะถูกเลือกเท่ากันสำหรับการตรวจสอบ โดยอ้างอิงจากหลักสถิติ

4. การเลือกวิธีการสุ่มตัวอย่าง (Selecting a Sampling Method)

การสุ่มตัวอย่างสินค้าเพื่อการตรวจสอบ เป็นการพิสูจน์ยืนยันถึงผลสัมฤทธิ์ของกระบวนการควบคุมแมลงศัตรูพืช การใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของกระบวนการตรวจสอบ พิสูจน์ยืนยันเป็นกลไกการยืนยันกระบวนการจัดการแมลงศัตรูพืช

การชักตัวอย่างสินค้าเกษตรที่ระบุตามมาตรฐานการสุ่มตัวอย่าง ISPM No.31 Methodologies for sampling of consignments ประกอบด้วย การชักตัวอย่างที่เป็นแบบสถิติ และการชักตัวอย่างที่ไม่เป็นแบบสถิติ ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

4.1 การชักตัวอย่างสินค้าที่เป็นแบบสถิติ (Statistical sampling) เป็นวิธีการชักตัวอย่างที่ลดการเกิดความลำเอียงในการสุ่มตัวอย่างสินค้า ซึ่งการชักตัวอย่างโดยวิธีนี้สามารถเลือกตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่มีความเหมาะสมของสินค้า การชักตัวอย่างที่เป็นแบบสถิติต้องมีการกำหนดจำนวนพารามิเตอร์ที่เหมาะสมได้แก่ ระดับการยอมรับที่ตรวจพบ ระดับความเชื่อมั่น ประสิทธิภาพในการ

ตรวจพบ และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้สามารถเลือกใช้วิธีการชักตัวอย่างให้มีความเหมาะสมกับชนิดสินค้า โดยวิธีการชักตัวอย่างที่เป็นแบบสถิติมีดังนี้

4.1.1 การชักตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) คือ การชักตัวอย่างที่แต่ละตัวอย่างมีความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือก (สุ่ม) เท่ากัน การดำเนินการชักตัวอย่างจะสุ่มชักหน่วยตัวอย่างมาทีละหน่วยด้วยความน่าจะเป็นเท่ากันในแต่ละครั้ง (ประชุม, 2554) ใช้การกำหนดตัวเลขสุ่ม โดยอาจใช้ตารางเลขสุ่มโดยประชากรทุกหน่วยมีความเป็นอิสระต่อกัน และมีโอกาสเท่าๆกัน การชักตัวอย่างแบบนี้เหมาะสำหรับประชากรที่มีหน่วยตัวอย่างไม่มาก ซึ่งต้องทราบเกี่ยวกับการกระจายตัวและอัตราการบกพร่องของแมลงศัตรูพืชในสินค้าวิธีนี้ยากที่จะนำไปใช้กับสถานการณ์การทำงานจริง

4.1.2 การชักตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic sampling) คือ การชักตัวอย่างที่มีการชักตัวอย่างเพียงครั้งเดียวเรียกว่า จุดสุ่มเริ่มต้น (Random start) หน่วยอื่นๆของตัวอย่างได้จากการใช้จุดสุ่มเริ่มต้น เว้นห่างออกไปเท่าๆกัน ซึ่งเป็นเทคนิคการชักตัวอย่างที่สะดวกในการนำไปปฏิบัติ เนื่องจากสามารถเลือกตัวอย่าง เก็บรวบรวมข้อมูล และปฏิบัติตามได้ง่าย โดยหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยในประชากรมีความน่าจะเป็นที่จะตกอยู่ในตัวอย่างเท่ากัน การประมาณพารามิเตอร์ให้ความแม่นยำ มีประสิทธิภาพสูง (ประชุม, 2554) โดยกรณีการลงทำลายความเสียหายของแมลงศัตรูพืชในกองสินค้าเป็นแบบที่กำหนดอย่างใดอย่างหนึ่งการชักตัวอย่างอาจจะสุ่มได้โดยอัตโนมัติผ่านการใช้เครื่องจักร ซึ่งวิธีนี้สามารถได้ตัวแทนของกองสินค้าที่มีความสมเหตุสมผลและลดความลำเอียงในการชักตัวอย่าง

4.1.3 การชักตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified sampling) คือ การชักตัวอย่างที่มีการแบ่งประชากรออกเป็นส่วนๆ แล้วชักตัวอย่างมาจากแต่ละชั้นโดยอิสระต่อกัน ซึ่งการชักตัวอย่างจากแต่ละชั้นสามารถใช้วิธีการชักตัวอย่างอย่างง่าย หรือการชักตัวอย่างแบบแบ่งชั้นได้ เป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางโดยต้องให้ความสำคัญกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ (ประชุม, 2554) การชักตัวอย่างแบบแบ่งชั้นพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลเกี่ยวกับการแพร่กระจายของศัตรูพืช และเลือกชักตัวอย่างจากการแบ่งชั้นสินค้า เพื่อแก้ปัญหารวมกันเป็นกลุ่มของศัตรูพืช วิธีนี้จึงนิยมใช้เพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดีของสินค้าทั้งหมด

4.1.4 การชักตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) ได้แก่ การชักตัวอย่างที่ถือว่าหน่วยตัวอย่าง คือ กลุ่มของหน่วยสังเกต เมื่อชักตัวอย่างกลุ่มมาจำนวนหนึ่งด้วยวิธีการที่เหมาะสมแล้วจะเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยสังเกตภายในกลุ่มที่สุ่มได้ (ประชุม, 2554) การชักตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มเป็นการเลือกซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มที่กำหนดไว้ การชักตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มมีความน่าเชื่อถือเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และมีประสิทธิภาพสำหรับการกระจายตัวของแมลงศัตรูพืชในสินค้าเป็นแบบสุ่ม การชักตัวอย่างแบบนี้สามารถใช้วิธีแบ่งชั้น แบบเป็นระบบ หรือแบบสุ่มสำหรับการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

4.2 การชักตัวอย่างสินค้าที่ไม่เป็นแบบสถิติ (Non-statistical sampling) ได้แก่ การชักตัวอย่างแบบสะดวก การชักตัวอย่างแบบไม่เจาะจง การชักตัวอย่างแบบเลือก ซึ่งส่งผลให้เกิดความลำเอียงในการชักตัวอย่างซึ่งเป็นการเพิ่มการตรวจพบแมลงศัตรูพืช วิธีการเหล่านี้อาจมีการใช้ที่ขึ้นอยู่กับการพิจารณาการดำเนินงานที่เฉพาะเจาะจง โดยวิธีการชักตัวอย่างที่ไม่เป็นแบบสถิติมีดังนี้

4.2.1 การชักตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience sampling) เป็นการเลือกชักตัวอย่างจากหน่วยที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายที่สุด ซึ่งมีการดำเนินการมากกว่าการชักตัวอย่างแบบง่าย

4.2.2 การชักตัวอย่างแบบไม่เจาะจง (Haphazard sampling) เป็นการชักตัวอย่างที่ไม่มีการใช้ระบบสุ่ม ส่งผลให้เกิดความลำเอียงในการชักตัวอย่าง

4.2.3 การชักตัวอย่างแบบเลือก (Selective sampling) เป็นการชักตัวอย่างที่มีแนวโน้มการรบกวนจากแมลงศัตรูพืชมากที่สุดจากการวิเคราะห์ส่วนที่เฉพาะเจาะจงมากที่สุด เพื่อการเพิ่มโอกาสในการตรวจพบแมลงศัตรูพืช วิธีนี้จึงสามารถตอบสนองความเชื่อมั่นโดยทั่วไปในการตรวจสอบแมลงศัตรูพืช

5. ตัววัดทางสถิติ (Statistical Parameters)

การชักตัวอย่างที่เป็นแบบสถิติ สามารถพิสูจน์การปฏิบัติที่เป็นไปตามข้อกำหนด เกี่ยวกับระดับการลงทำลายความเสียหายของศัตรูพืชที่มีระดับความเชื่อมั่นที่แน่นอนระดับหนึ่ง โดยระดับความเชื่อมั่น คือ ความเป็นไปได้ที่แมลงศัตรูพืชลงทำลายความเสียหายในสัดส่วนหนึ่งของหน่วยต่างๆในกองสินค้าที่ถูกตรวจพบได้ในตัวอย่างนั้น (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสินค้าต้องมีการลงทำลายความเสียหายไม่เกิน 0.5%) พิจารณาถึงระดับการยอมรับได้ (tolerance level) ของการลงทำลายของศัตรูพืชในกองสินค้า ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง รวมถึงประสิทธิภาพของวิธีการตรวจ ระดับของการตรวจพบ ทั้งนี้มีการคำนวณหาขนาดตัวอย่างที่มีความเหมาะสมสำหรับแผนการชักตัวอย่างที่เป็นแบบสถิติ

6. ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level)

ระดับความเชื่อมั่น คือ ความเป็นไปได้ที่แมลงศัตรูพืชชนิดหนึ่งที่ทำความเสียหายตามสัดส่วนที่กำหนดของหน่วยตัวอย่างในกองสินค้า ซึ่งจะถูกรวบรวมได้ในตัวอย่างนั้น โดยส่วนใหญ่ใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% นั่นคือ ถ้ามีการชักตัวอย่างสินค้า 100 ตัวอย่างจากกองสินค้า จะตรวจพบความเสียหายได้ใน 95 ตัวอย่าง และจะไม่พบอีก 5 ตัวอย่าง ซึ่งระดับความเชื่อมั่นที่สูงอาจเหมาะสมในบางสถานการณ์เช่น เมื่อผลการประเมินความเสี่ยงชี้ให้เห็นระดับความเสี่ยงที่สูง หรือความไม่แน่นอนสูง ซึ่งในกรณีที่ระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้นต้องใช้จำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบที่เพิ่มมากขึ้น

7. ระดับของการตรวจพบ (Detection Level)

ระดับของการตรวจพบ คือ ระดับการลงทำความเข้าใจของกองสินค้า แสดงเป็นสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ของหน่วยที่การลงทำลายความเสียหายในกองสินค้า ถ้าไม่พบแมลงศัตรูพืชในตัวอย่าง จะกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการที่ระดับความเสียหายในกองสินค้าไม่สูงเกินกว่าระดับของการตรวจพบ การเลือกระดับการตรวจพบ พิจารณาถึงระดับการยอมรับได้ (tolerance level) โดยระดับของการตรวจพบที่ต่ำมาก ต้องพิจารณาใช้หน่วยตัวอย่างจำนวนมากในการชักตัวอย่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจพบแมลงศัตรูพืช ระดับการตรวจพบที่ที่เลือกขึ้นมาเพื่อให้ได้การประกันที่เกี่ยวกับมาตรการสุขอนามัยพืชที่ใช้ก่อนการตรวจสอบ

การส่งออกสินค้าเกษตรกลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ ต้องมีการชักตัวอย่างสินค้าเพื่อตรวจสอบคุณภาพสินค้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดระหว่างประเทศ และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบการปนเปื้อนของแมลงศัตรูพืชที่เป็นปัญหาสำคัญในการส่งออกสินค้า การศึกษาครั้งนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตสินค้าผักและผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางควบคุมแมลงศัตรูพืชในสินค้าเกษตร งานวิจัยที่ศึกษาแนวทางการชักตัวอย่างสินค้าเกษตรกลุ่มพืชเพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดีของสินค้า

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก

ธีรพงษ์ (2549) ศึกษาเกี่ยวกับธุรกิจการส่งออกผักสดในประเทศไทย โดยให้ความสำคัญกับปัญหาการดำเนินงานของระบบธุรกิจ ซึ่งปัญหาที่สำคัญได้แก่ สารพิษตกค้างในสินค้าผัก โรคและแมลงปนเปื้อน ต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น การแข่งขันภายในประเทศและตลาดโลกที่มีความรุนแรง รวมไปถึงการควบคุมคุณภาพของผลผลิต ผู้วิจัยเสนอแนะกลยุทธ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับผู้ส่งออกในการเพิ่มศักยภาพการส่งออกสินค้าผักให้เป็นที่ยอมรับของสากลได้แก่ กลยุทธ์เพิ่มศักยภาพโดยการบุกตลาดยุโรป และประชาสัมพันธ์เพื่อตอบสนองความต้องการและขยายกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และเพื่อเป็นการเพิ่มช่องทางการจำหน่าย การสร้างมาตรฐานและการควบคุมคุณภาพในการผลิตสินค้าเพื่อลดประเด็นปัญหาเกี่ยวกับสารพิษตกค้าง โรค และแมลงปนเปื้อนในสินค้า โดยผู้ส่งออกต้องมีการจัดระบบการผลิตพืชผักที่มีคุณภาพทั้งในระบบปิดและระบบเปิด รวมถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตผักในประเทศไทย

กมลและคณะ (2551) ศึกษาการจัดการโซ่อุปทานผักสดในจังหวัดนครปฐม เนื่องจากสินค้าผักเป็นสินค้าที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ รวมถึงการผลักดันให้ประเทศไทยเป็นครัวโลก โดยผู้วิจัยเลือกพื้นที่ในการวิจัยคือ จังหวัดนครปฐมเพราะเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตสินค้าผักเพื่อการบริโภคทั้งภายในประเทศและส่งออก ทำการวิจัยตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม 2551 ซึ่งมีการศึกษารูปแบบของโซ่อุปทานผักสด ปัญหาและอุปสรรคต่างๆในการจัดการโซ่อุปทานโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกและเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานการผลิตผัก เริ่มตั้งแต่เกษตรกร

ผู้รวบรวม โรงคัดบรรจุ และตลาดกลางค้าส่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ ไซ้อุปทานแบบดั้งเดิม และไซ้อุปทานแบบผลิตเพื่อการส่งออก พบว่าปัญหาและอุปสรรคในการผลิตของไซ้อุปทานทั้ง 2 รูปแบบส่วนใหญ่เป็นปัญหาด้านการผลิตระดับต้นน้ำคือ เกษตรกรมีปัญหาในเรื่องโรคและแมลงศัตรูพืช ส่งผลให้ผลผลิตตกต่ำ ด้านการตลาดในเรื่องราคารับซื้อผลผลิต ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาคือ ควรผลักดันให้มีการรวมกลุ่มเกษตรกร ทำการผลิตแบบมีสัญญาผูกพันและผลิตตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสมโดยการให้ความรู้และฝึกอบรมเกษตรกรได้แก่ การให้ความรู้ด้านการผลิตให้ได้มาตรฐานสากลเกี่ยวกับการใช้สารเคมีที่ถูกต้องและเหมาะสม การจัดการด้านโรคและแมลงศัตรูพืช และเรื่องการตลาด

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางควบคุมแมลงศัตรูพืชที่ในสินค้าเกษตร

พรทิพย์และคณะ (2548) ศึกษาการแพร่กระจายปริมาณและการป้องกันกำจัดด้วงพบใหม่ทำลายข้าวในโรงเก็บ เนื่องจากข้าวเป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญในการส่งออก และประสบปัญหาด้วงที่ยังไม่ทราบชื่อทำลายความเสียหายและปนเปื้อนในสินค้า จึงต้องศึกษารวมวิธีป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดของด้วงชนิดนี้ในสินค้าข้าว โดยทำการสำรวจการแพร่กระจายของด้วงในข้าวสาร ข้าวเปลือก และศึกษาชีวประวัติของด้วงพบใหม่ ซึ่งทดลองควบคุมด้วงโดยใช้วิธีการรมสารฟอสฟีน การใช้ความร้อนทำลาย และการใช้กับดักอาหาร พบว่าแต่ละวิธีในการควบคุมด้วงชนิดนี้ล้วนมีประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับสถานะในการควบคุม งานวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชชนิดนี้ในข้าวเพื่อประสิทธิภาพในการส่งออกสินค้าข้าว

พลฤทธิชาติและคณะ (2552) การศึกษาเทคนิคการพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันและกำจัดเพลี้ยไฟฝ้าย ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการส่งออกสินค้ากล้วยไม้ตัดดอก จึงต้องทำการป้องกันแมลงศัตรูพืชตั้งแต่แปลงเพาะปลูก โดยทำการทดลองที่สวนกล้วยไม้ของเกษตรกรในอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ทดลองโดยการพ่นสารแบบน้ำมากด้วยเครื่องยนต์พ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง และกรรมวิธีพ่นสารแบบน้ำน้อยมาก พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดเพลี้ยไฟฝ้ายไม่แตกต่างกัน ส่วนการพ่นสารแบบน้ำน้อยมากด้วยเครื่อง Turbair สามารถลดการใช้สารฆ่าแมลงได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับวิธีการของเกษตรกร

ยุทธนาและคณะ (2553) ได้ศึกษาการควบคุมแมลงหวี่ขาวในผักชีเพื่อการส่งออก ทำการทดลองที่แปลงเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2553 เนื่องจากเกิดปัญหาการส่งออกของสินค้าผักสดของไทย โดยประเทศคู่ค้าได้ให้ความสำคัญกับมาตรฐานทางด้านสุขอนามัยพืชเพิ่มมากขึ้น และแมลงหวี่ขาวก็เป็นศัตรูพืชที่เป็นปัญหาสำคัญในการส่งออกสินค้าและสามารถพบได้ในพืชหลายชนิด ผู้ทดลองใช้ 6 กรรมวิธีในการกำจัดแมลงหวี่ขาวในแปลงผักชี ซึ่งการทดลองในครั้งนี้ไม่พบการระบาดของแมลงหวี่ขาว จึงไม่สามารถทำการทดลองได้ อาจจะเป็นเนื่องจากในพื้นที่ทำการทดลองไม่เอื้ออำนวยในการระบาดของแมลงหวี่ขาวเพราะมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงในบริเวณกว้าง และผักชีไม่ใช่อาหารของแมลงหวี่ขาว แต่พบการระบาดของเพลี้ยอ่อน

ฝ้ายแทน และผักซีไม่ใช่อาหารของแมลงหริ่งขาวเนื่องจากลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักซีไม่เหมาะสมกับการแพร่ขยายของแมลงชนิดนี้ แมลงศัตรูที่สำคัญของผักซีคือ เพลี้ยอ่อน (*Aphis sp.*)

Hollingsworth. et al. (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิ สภาวะบรรยากาศ และการรมโอโซนเพื่อควบคุมเพลี้ยไฟและเพลี้ยแป้งในไม้ประดับเพื่อการส่งออก ซึ่งทดลองในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการรมโอโซนถือเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในสินค้า ซึ่งงานวิจัยนี้ให้ความสำคัญในการควบคุมอุณหภูมิ ระยะเวลา และสภาวะบรรยากาศคือ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมด้วย ซึ่งทดลองใช้โอโซนที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0-3,800 ppm พบว่าสภาวะที่สามารถกำจัดเพลี้ยไฟและเพลี้ยแป้งเพศเมียได้ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ การใช้โอโซนมีความเข้มข้น 400 ppm อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส และใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมด้วย การกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยใช้โอโซนมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงบริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ และการใช้โอโซนจะมีประสิทธิภาพดีในผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในที่แห้งได้แก่ เมล็ดกาแฟ เครื่องเทศ และธัญพืช เนื่องจากสามารถเกิดปฏิกิริยาในการทำลายได้อย่างรวดเร็ว

งานวิจัยที่ศึกษาแนวทางการชักตัวอย่างสินค้าเกษตรกลุ่มพืชเพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดีของสินค้า

ไพฑูรย์ (2547) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้แผนการชักตัวอย่าง 2 หลักการ ได้แก่ แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะ (attribute sampling plan) และแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงแปรผัน (variable sampling plan) กับการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบก่อนกระบวนการผลิต หรือการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า ซึ่งทำการทดลองกับบริษัทจำหน่ายสินค้าคอมพิวเตอร์ และบริษัทผลิตชิ้นส่วนทางวิศวกรรม โดยสร้างแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะจากการยอมรับสินค้าของผู้บริโภคด้วยการพิจารณาจากค่าระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AQL) และระดับร้อยละของของเสียที่ยอมรับได้ในรุ่นสินค้า (LTPD) และแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงแปรผัน จะพิจารณาจากช่วงความกว้างของข้อกำหนดคุณภาพ และใช้ขนาดตัวอย่างน้อยกว่า

Wang et al. (2001) ศึกษาเกี่ยวกับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตามลำดับสำหรับเพลี้ยไฟในการผลิตแตงกวา เพื่อให้โปรแกรมการสุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือในการจัดการเพลี้ยไฟซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญในการเพาะปลูกแตงกวา โดยการพิจารณาถึงระดับของประชากรเพลี้ยไฟ ซึ่งแผนการสุ่มตัวอย่างใช้ข้อมูลการกระจายตัวของแมลงที่แตกต่างกันสำหรับชุดข้อมูล 9 ชุด ซึ่งมีความหนาแน่นของประชากรแมลงในดอกแตงกวา 1.25-12.95 ต่อดอก ทำการทดลอง 100 ซ้ำในช่วงความเชื่อมั่น 95% ซึ่งการสุ่มตัวอย่างแบบตามลำดับสามารถจำแนกระดับประชากรของเพลี้ยไฟได้ แต่อย่างไรก็ตามแผนการชักตัวอย่างนี้ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก

Musser. et al. (2004) ศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจและเปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างข้าวโพดหวาน ผู้วิจัยสำรวจการทำลายของแมลงศัตรูพืชในข้าวโพดหวานในนิวยอร์ก โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างสามวิธีเพื่อเปรียบเทียบกัน โดยวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ การประมาณการของประชากรเปรียบเทียบด้วยการนับจำนวนการทำลาย ซึ่งสามารถตรวจสอบจำนวนแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายข้าวโพดหวานได้ดีที่สุด มีความถูกต้อง และสามารถทำได้รวดเร็ว

Clarke-Harris et al. (2007) ศึกษาเกี่ยวกับการเก็บตัวอย่างแบบตามลำดับในผักแถบแคริบเบียนเพื่อจัดการแมลงศัตรูพืช โดยมีการทดลองในผักที่เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศจาเมกา เพื่อพัฒนาแผนการสุ่มตัวอย่างและการจัดการแมลงศัตรูพืชจำนวน 5 สายพันธุ์ ซึ่งมีการนับจำนวนตัวอ่อนของแมลงที่มีการแจจแจงแบบทวินาม จึงปรับปรุงแผนการซ้กตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์แมลงที่พบในตัวอย่างและการกระจายตัวของแมลงในตัวอย่างผัก เมื่อใช้การซ้กตัวอย่างแบบตามลำดับหรือ Sequential sampling สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการแมลงถึง 87.5% งานวิจัยนี้จึงมีประโยชน์ในการดำเนินการควบคุมการผลิตผักใบในแถบทะเลแคริบเบียน

Follett. et al. (2007) วิจัยเกี่ยวกับระดับความเชื่อมั่นและขนาดตัวอย่างของผักและผลไม้เพื่อการตรวจสอบแมลงตามมาตรการกักกันพืชในการส่งออกผักและผลไม้ ทดลองในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นมาตรการเพื่อลดความเสี่ยงจากแมลงศัตรูพืชในการแพร่กระจายในพื้นที่ใหม่ ซึ่งมาตรการจะมีความน่าเชื่อถือจากระดับความน่าเชื่อถือทางสถิติของจำนวนแมลงที่ตรวจพบในผักและผลไม้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการซ้กตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์

ปีทมา (2553) ทำการศึกษาการลดขนาดตัวอย่างและจำนวนจุดบกพร่องหลังกระบวนการสุ่มตัวอย่าง ในโรงงานประกอบเลนส์กล้องถ่ายรูป โดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างชนิดเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ ที่เปลี่ยนความเข้มงวดในการตรวจสอบอย่างรวดเร็ว เปรียบเทียบกับแผนการสุ่มตัวอย่าง JIS Z9015-1 (Japanese Industrial Standard) ซึ่งเป็นมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น โดยเปรียบเทียบที่ค่า AQL 3 ระดับ คือ 0.15 0.65 และ 1.5 พบว่าเมื่อประยุกต์ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์แล้ว จำนวนจุดบกพร่องรวมลดลงจาก 0.8 เหลือ 0.41 ต่อหนึ่งร้อยชิ้นของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสุ่มตัวอย่าง

Starbird (1997) ศึกษาผลกระทบของนโยบายการตรวจสอบที่มีข้อบกพร่องเป็นศูนย์ (zero defects) บนแผนการสุ่มตัวอย่างที่เข้มงวด พบว่านโยบายการตรวจสอบที่เข้มงวด เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการสร้างแรงจูงใจให้ผู้ผลิตผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ดังนั้นการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับชนิดเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ ($c=0$) จะกระตุ้นให้ผู้ผลิตส่งมอบสินค้าที่มีความบกพร่องเป็นศูนย์ ซึ่งภายใต้สภาวะการผลิตสินค้าที่มีความบกพร่องเป็นศูนย์เป็นนโยบายที่ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ระบบปฏิบัติการวินโดว 8.1 (Window 8.1)
2. โปรแกรมสำเร็จรูป ไมโครซอฟต์ออฟฟิศ 2010 (Microsoft Office 2010)

วิธีการ

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 การศึกษารวบรวมข้อมูล ขั้นตอนการปฏิบัติงานจริงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในมุมมองโซ่อุปทานผักสดส่งออก

เป็นการรวบรวมประเด็นปัญหา อุปสรรคและศึกษาวิธีการดำเนินงานในการควบคุมและจัดการแมลงศัตรูพืชตลอดโซ่อุปทานของการผลิตผักสดส่งออก ตั้งแต่กระบวนการคัดเลือกพันธุ์มะเขือเปราะ การเพาะปลูก การควบคุมแมลงศัตรูพืชเบื้องต้น การเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การคัดเกรดสินค้า การสุ่มตรวจสอบสินค้า จำนวนการชักตัวอย่าง การตรวจสอบศัตรูพืช ชนิดและการแพร่กระจายของศัตรูพืช จนถึงขั้นตอนการส่งออก โดยการรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สัมภาษณ์และสังเกตการณ์วิธีการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ภายในโรงคัดบรรจุของบริษัทส่งออกในอำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นตัวแทนโรงคัดบรรจุที่ผ่านมาตรฐาน GMP, HACCP และมาตรการควบคุมพิเศษระบบบัญชีรายชื่อโรงคัดบรรจุ (Establishment List, EL) ของกรมวิชาการเกษตร และส่งออกผักสดมากถึง 12 ชนิด ได้แก่ กะเพรา โหระพา มะเขือเปราะ มะเขือเหลือง มะเขือม่วง พริกชี้ฟ้า พริกชี้หนู ผักชีไทย ผักชีฝรั่ง ถั่วฝักยาว ผักกาดขาว ขึ้นฉ่าย และคะน้า จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาปรับปรุงโซ่อุปทานผักสดเพื่อการส่งออก พร้อมเยี่ยมชมแปลงเพาะปลูกของเกษตรกรภายใต้สัญญา (Contract Farming) ของโรงคัดบรรจุ มีขนาดพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 48 ไร่ ซึ่งเป็นฟาร์มที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง GAP, ThaiGAP และ GlobalGAP เพื่อเก็บข้อมูลด้านกระบวนการควบคุมและจัดการแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูก ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการปลูกจนถึงกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการส่งมอบสินค้าให้แก่โรงคัดบรรจุ และนำข้อมูลส่วนนี้มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการควบคุมคุณภาพในขั้นตอนต่างๆ ของโซ่อุปทานผักสดส่งออก โดยใช้มะเขือเปราะเป็น

ผักสดกรณีศึกษา เนื่องจากมะเขือเปราะ เป็นพืชผักเศรษฐกิจ สามารถปลูกได้ตลอดปี และมีการรบกวนของแมลงศัตรูพืชตลอดฤดูปลูก ซึ่งแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ คือ หนอนเจาะยอด

ส่วนที่ 2 การศึกษารวบรวมข้อมูลแนวการปฏิบัติงานตลอดการตัดแต่งและบรรจุสินค้าผักสด

ศึกษารวบรวมแนวปฏิบัติงาน เพื่อยืนยันประสิทธิผลการควบคุมคุณภาพตลอดการตัดแต่งและบรรจุสินค้าผักสด ทั้งจากเอกสารวิชาการ รายงานการวิจัย หนังสือ และข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ พร้อมทั้งข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ สังเกตการณ์เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสินค้า รวบรวมขั้นตอนและกระบวนการเก็บตัวอย่าง เพื่อเข้าใจกระบวนการตรวจสอบคุณภาพและเข้าใจกระบวนการควบคุมคุณภาพตลอดโซ่อุปทาน

ส่วนที่ 3 การออกแบบแผนการชักตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ตรวจสอบแมลงศัตรูพืชในจุดการตัดแต่งของโรงคัดบรรจุสินค้าผักสดเพื่อการส่งออก

3.1 ออกแบบแผนการชักตัวอย่างโดยใช้แผนการชักตัวอย่างชนิดเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ เพื่อการตรวจสอบแมลงศัตรูพืชในโซ่อุปทานผักสดส่งออก ซึ่งการควบคุมและลดระดับการแพร่ของแมลงศัตรูพืชในกระบวนการจนเหลือศูนย์ มี 2 ช่วง คือ ขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบหน้าโรงคัดบรรจุ และขั้นตอนการบรรจุ ซึ่งแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ประกอบด้วย ขนาดตัวอย่าง (n) และเกณฑ์ตัดสินใจในการยอมรับรุ่นสินค้า (c) (มอก.465, 2554) ซึ่งเกณฑ์ตามแผนนี้ มีผลต่อความน่าจะเป็นในการตรวจผ่านตัวอย่างจากผลิตภัณฑ์เฉพาะรุ่นที่ต้องการตัดสินใจ และอาศัยหลักการอนุมานทางสถิติในการตัดสินใจเพื่อพิจารณาว่า คุณภาพของประชากรนั้นควรได้รับการยอมรับหรือไม่ โดยเทคนิคนี้ยอมให้มีความเสี่ยงที่เกิดจากของเสียสามารถผ่านเข้ากระบวนการผลิตได้ (ศุภชัย, 2551)

จากนั้นทำการเปรียบเทียบแผนการชักตัวอย่างอ้างอิงและแผนการชักตัวอย่างที่สร้างขึ้น โดยใช้เส้นโค้ง OC (Operating - Characteristic Curve, OC Curve) ซึ่งแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการยอมรับล็อต (Probability of Accepting the Lot, Pa) เมื่อใช้แผนการชักตัวอย่างตามกำหนดตรวจรุ่นสินค้าที่มีสัดส่วนของเสียระดับต่างๆ (Lot Fraction Defective, P) จึงเป็นตัวแสดงความสามารถในการจับสิ่งผิดปกติของแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

3.2 การนำแผนการชักตัวอย่างไปทดลองใช้ เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ โดยจำลองสถานการณ์ในการตรวจรับวัตถุดิบหน้าโรงคัดบรรจุ โดยใช้มะเขือเปราะเกรดเอที่ผ่านการคัดเกรดสินค้าจากหน้าฟาร์มแล้ว ดังนี้

ก. นำมะเขือเปราะเกรดเอ เทกองลงในถังน้ำขนาด 1.5×0.5 เมตร จากนั้นนำมะเขือเปราะที่มีตำหนิหรือของเสียใส่ลงในถังน้ำ

ข. ทำการสุ่มตัวอย่างตามแผนการชักตัวอย่างที่ใช้จริงในโรงคัดบรรจุเป็นตัวอย่างอ้างอิง โดยใช้วิธีการชักตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ซึ่งเป็นการชักตัวอย่างที่แต่ละตัวอย่างมีความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือก (สุ่ม) เท่ากัน ประชากรทุกหน่วยมีความเป็นอิสระต่อกัน และมีโอกาสเท่าๆกัน การชักตัวอย่างแบบนี้เหมาะสำหรับประชากรที่มีหน่วยตัวอย่างไม่มาก

ค. ทดลองสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการชักตัวอย่างที่สร้างขึ้น (ที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์) เพื่อดูความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานจริงที่หน้าโรงคัดบรรจุ

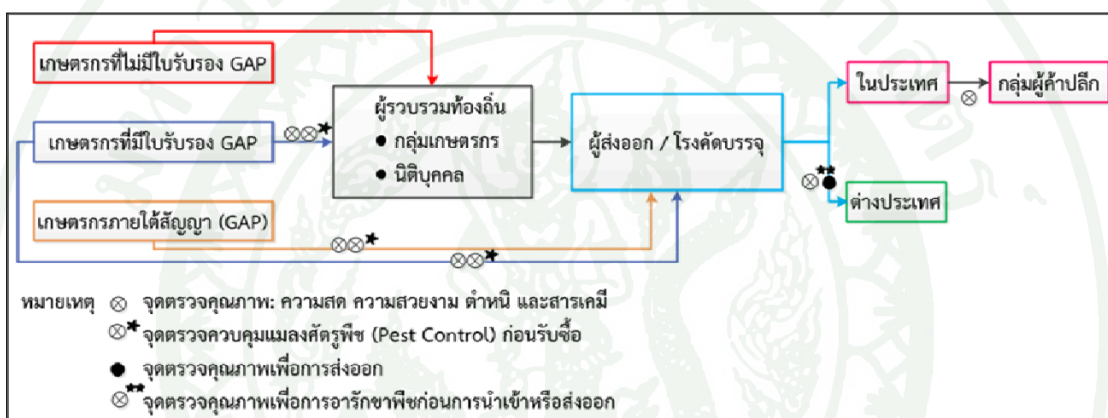


ผลและวิจารณ์

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงานจริงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในมุมมองโซ่อุปทานผักสดส่งออก

1.1 โครงสร้างโซ่อุปทานผักสด

จากการรวบรวมวรรณกรรมและการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานผักสด ประกอบด้วยเกษตรกรผู้ผลิต ผู้รวบรวมหรือโรงคัดบรรจุ และผู้ส่งออก สามารถเขียนเป็นโครงสร้างโซ่อุปทานได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงโครงสร้างโซ่อุปทานการควบคุมคุณภาพสินค้ากลุ่มพืชผัก

ที่มา: จากการสัมภาษณ์

จากภาพที่ 8 แสดงความเกี่ยวข้องในโซ่อุปทานผักสด 4 ส่วน คือ ผู้ผลิต หรือเกษตรกร ผู้รวบรวมและจำหน่าย โรงคัดบรรจุ และตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีการควบคุมแมลงศัตรูพืชตั้งแต่เริ่มกระบวนการเพาะปลูก การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การตัดแต่งและบรรจุ จนกระทั่งส่งมอบ ซึ่งในการส่งออกผักสดนั้น โรงคัดบรรจุจะรับซื้อเฉพาะผลผลิตจากแหล่งที่มีการรับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice, GAP) เพื่อเป็นการควบคุมระบบการผลิตขั้นต้น แต่ในกรณีที่ผลผลิตไม่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการของลูกค้า โรงคัดบรรจุบางรายอาจมีการรับวัตถุดิบหรือผลผลิตจากเกษตรกรรายอื่นหรือรับซื้อจากผู้ค้าในตลาดกลาง ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่า ผลผลิตที่รับซื้อมานั้นมาจากแหล่งที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน GAP หรือไม่ จึงเป็น

อีกประเด็นปัญหาที่โรงคัดบรรจุต้องมีระบบจัดการทวนสอบผลผลิตจากผู้รวบรวมส่งมอบเพื่อแยกสินค้าที่ไม่มีมาตรฐาน GAP ไม่ให้ปะปนกับผลผลิตที่มีมาตรฐาน GAP ได้

ผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานผักสด ประกอบด้วย

1.1 เกษตรกร แบ่งตามลักษณะการดำเนินการได้ 3 กลุ่ม คือ

1.1.1 เกษตรกรที่ไม่มีใบรับรอง GAP เกษตรกรเหล่านี้มีการวางแผนการปลูกน้อยกว่าเกษตรกรที่ได้รับมาตรฐาน GAP อาศัยประสบการณ์ในการเพาะปลูกที่ผ่านมา มีการบันทึกข้อมูลการเพาะปลูกเพียงบางส่วน แต่ขาดการควบคุมด้านการใช้สารเคมี จึงส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคคือ ตรวจพบสารเคมีตกค้างในผลผลิตก่อนการจำหน่าย และไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้ทั้งหมด ส่วนใหญ่จำหน่ายผลผลิตให้กับผู้รวบรวมท้องถิ่น ผู้ค้าในตลาดกลาง ผู้ค้าส่ง ผู้ค้าปลีก และผู้ให้บริการด้านอาหาร (Food Service) แต่ไม่สามารถผลิตเพื่อส่งออกได้

1.1.2 เกษตรกรที่มีใบรับรอง GAP และปลูกอิสระไม่มีการทำสัญญาซื้อขายกับโรงคัดบรรจุ ซึ่งเกษตรกรมีระบบการผลิตของฟาร์มถูกต้องตามมาตรฐาน GAP มีการเก็บบันทึกข้อมูลการเพาะปลูกตามข้อกำหนด โดยเกษตรกรกลุ่มนี้จำหน่ายวัตถุดิบให้โรงคัดบรรจุ ผู้ค้าในตลาดกลาง โมเดิร์นเทรด และผู้ให้บริการด้านอาหาร (Food Service)

1.1.3 เกษตรกรภายใต้สัญญา (Contract Farming) คือ เกษตรกรที่มีการทำสัญญากับโรงคัดบรรจุ มีการเพาะปลูกถูกต้องตามมาตรฐาน GAP ซึ่งเกษตรกรดังกล่าวมีการทำสัญญาซื้อขายร่วมกับโรงคัดบรรจุ เพื่อให้สามารถวางแผนกระบวนการผลิตให้ได้ผักที่มีความปลอดภัย มีคุณภาพตรงตามความต้องการของ โดยเกษตรกรจะขนส่งผลผลิตให้กับโรงคัดบรรจุเองและมีบางส่วนที่จำหน่ายให้กับผู้ให้บริการด้านอาหาร (Food Service)

1.2 ผู้รวบรวมหรือผู้จัดซื้อ คือผู้รับซื้อผลผลิตผักจากเกษตรกรให้ได้ปริมาณที่มากพอ เพื่อจัดกระจายต่อ ซึ่งผู้รวบรวมนี้ บางครั้งเป็นเกษตรกร สหกรณ์ นิติบุคคล หรือผู้แทนจากบริษัทส่งออก ผู้รวบรวมอาจรับผลผลิตผักมาจากเกษตรกรทั้งที่ตรารับรอง GAP และไม่มีตรารับรอง GAP ทำให้มีโอกาสในการเกิดการปนกันของสินค้าที่ผ่านมาตรฐานและไม่ผ่านมาตรฐาน GAP หากมีการบริหารและการจัดการที่ไม่ดี

1.3 โรงคัดบรรจุและผู้ส่งออก โรงคัดบรรจุผักสดเป็นโรงงานที่มีการนำผักสดมาตัดแต่ง คัดเกรด และบรรจุ เพื่อจำหน่ายทั้งภายในประเทศและส่งออก ส่วนใหญ่มีการวางแผนเพื่อรับวัตถุดิบในการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้าโดยประสานงานผ่านทางโทรศัพท์ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) และโทรสาร ซึ่งสามารถวางแผนการผลิตล่วงหน้าเป็นร้อยละ 70-80 ของสินค้าทั้งหมด โรงคัดบรรจุส่วนใหญ่ที่ผลิตเพื่อส่งออกรับผลผลิตจากเกษตรกรที่อยู่ภายใต้สัญญากับโรงคัดบรรจุ ซึ่งโรงคัดบรรจุ

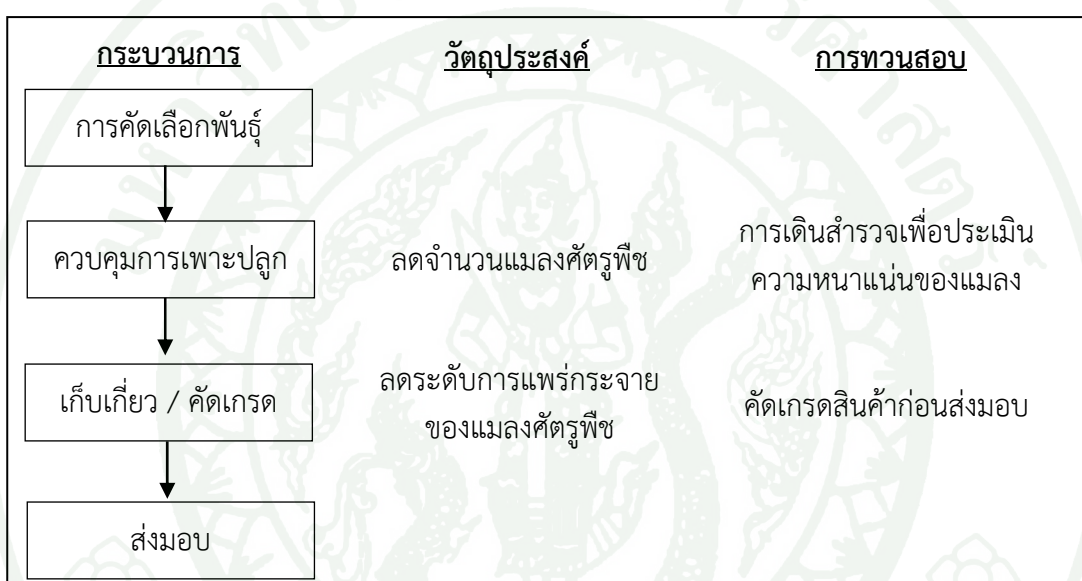
จะตรวจสอบและควบคุมการผลิตในระดับฟาร์มให้เป็นไปตามมาตรฐาน GAP อย่างสม่ำเสมอ ในกรณี
ที่ผลผลิตไม่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการของลูกค้า โรงคัดบรรจุบางรายอาจรับวัตถุดิบจาก
เกษตรกรรายอื่นหรือรับซื้อจากผู้ค้าในตลาดกลาง การขนส่งผักใช้รถของตนเองในการขนส่ง หรือรถ
ของโรงคัดบรรจุไปรับที่ฟาร์มซึ่งทางโรงคัดบรรจุหักค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งตามระยะทางในการขนส่ง
โรงคัดบรรจุมีพนักงานควบคุมคุณภาพ (QC) ตรวจรับวัตถุดิบที่มาจากฟาร์ม เพื่อสุ่มตรวจคุณภาพของ
วัตถุดิบครั้งแรกก่อนกระบวนการรมสารเคมีเพื่อกำจัดแมลง ซึ่งโรงคัดบรรจุขนาดใหญ่จะมีโรงรม
สารเคมีเอง ส่วนโรงคัดบรรจุบางรายที่ไม่มีโรงรมสารเคมีจะจ้างรมสารเคมีโดยบริษัทภายนอก ซึ่งโรง
คัดบรรจุจะสุ่มตรวจคุณภาพวัตถุดิบอีกครั้งในขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ

ผู้ส่งออก มีทั้งผู้ดำเนินการรับจ้างส่งออก และดำเนินธุรกิจโดยมีโรงคัดบรรจุเพื่อบรรจุและ
ส่งออกสินค้าเอง ซึ่งผู้ส่งออกต้องขอจดทะเบียนเป็นผู้ส่งออกผักกับกรมวิชาการเกษตร ขึ้นทะเบียน
ระบบบัญชีรายชื่อโรงคัดบรรจุ (Establishment List, EL) สำหรับสินค้าพืชที่ส่งออกไปยังสหภาพ
ยุโรป และขอเอกสารรับรองที่สำคัญในการส่งออกได้แก่ ใบรับรองสุขอนามัยพืช (Phytosanitary
Certificate) ณด่านตรวจพืชท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของแมลงศัตรูพืช
และออกใบรับรองเพื่อระบุให้ตรวจสอบเกี่ยวกับ ชนิดของศัตรูพืชในสินค้าวิธีการกำจัดศัตรูพืช ซึ่งผู้
ส่งออกต้องเตรียมสินค้าที่บรรจุเพื่อการส่งออกตามข้อกำหนดของประเทศปลายทางและเอกสาร พ.ก.
7 เพื่อแจ้งรายละเอียดของสินค้า ยื่นต่อเจ้าหน้าที่ตรวจสอบเอกสารและดำเนินการสุ่มตัวอย่างโดย
อ้างอิงตามมาตรฐาน ISPM No. 31 ซึ่งความเข้มงวดในการตรวจสอบขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละ
ประเทศ หนังสือรับรองสุขอนามัย (Health Certificate) กรมวิชาการเกษตรกำหนดให้การส่งออกผัก
และผลิตภัณฑ์ผักไปยังตลาดส่งออก ต้องผ่านการตรวจสอบพืชตกค้าง และตรวจสอบการปนเปื้อน
จากเชื้อจุลินทรีย์จากกรมวิชาการเกษตรก่อน และหนังสือรับรอง Form A มีการตรวจสอบสิทธิพิเศษ
ทางศุลกากรตามระเบียบของกระทรวงพาณิชย์ซึ่งใช้สำหรับการส่งออกไปยังกลุ่มประเทศสหภาพ
ยุโรปและญี่ปุ่น โดยขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละประเทศผู้นำเข้า

ดังนั้นการส่งออกผักสดมีมาตรการควบคุมคุณภาพตลอดโซ่อุปทาน เนื่องจากกลุ่มประเทศคู่
ค้าออกมาตรการด้านความปลอดภัย เพื่อปกป้องผู้บริโภคในประเทศของตน ผู้ประกอบการจึงต้องทำ
ความเข้าใจกับระบบมาตรฐานความปลอดภัย กฎระเบียบการส่งออก กฎหมายระหว่างประเทศ และ
ความต้องการของประเทศคู่ค้าที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นระบบการควบคุมคุณภาพไม่ว่าจะเป็น การปฏิบัติ
ทางเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practices, GAP) การจัดการสุขอนามัยใน
กระบวนการผลิต (Good Manufacturer Practices, GMP) และระบบวิเคราะห์จุดวิกฤตที่ต้อง
ควบคุมในกระบวนการผลิตสินค้า (HACCP) ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยกัน ซึ่ง
ไม่ถือว่าเป็นจุดอันตรายที่ต้องควบคุมในระบบ HACCP ดังนั้นถ้าไม่มีการบริหารจัดการที่ดีตลอดโซ่
อุปทาน อาจทำให้การควบคุมคุณภาพการผลิตผักสดเพื่อการส่งออกมีปัญหาแมลงศัตรูพืชหลุดรอดติด
ไปกับสินค้าได้

1.2 การควบคุมระดับการแพร่กระจายของแมลงศัตรูพืชในแปลงเพาะปลูกและหลังการเก็บเกี่ยว

กระบวนการควบคุมแมลงศัตรูพืชในโซ่อุปทานผักสดปัจจุบัน พบว่าตลอดโซ่อุปทานผักสดส่งออกนั้นมีการควบคุมแมลงศัตรูพืชตั้งแต่ต้นกระบวนการจนถึงขั้นตอนการส่งออก (ดังภาพที่ 8) ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ผลิตผักสด ที่มีการควบคุมการแพร่กระจายของแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูก โดยมีการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคและแมลง การควบคุมขั้นตอนในการปลูกเพื่อลดจำนวนแมลงศัตรูพืชลง การเดินสำรวจเพื่อควบคุมและลดการแพร่กระจายของจำนวนแมลงศัตรูพืช รวมถึงการควบคุมแมลงศัตรูพืชในขั้นตอนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงขั้นตอนการส่งมอบให้โรงคัดบรรจุ ดังแผนภาพที่ 9 แสดงกระบวนการควบคุมแมลงศัตรูพืชในแปลง



ภาพที่ 9 แสดงกระบวนการควบคุมแมลงศัตรูพืชในแปลง

เมื่อลงพื้นที่เก็บข้อมูลด้านการเพาะปลูก ซึ่งใช้มะเขือเปราะเป็นผักสดกรณีศึกษา โดยเกษตรกรใช้มะเขือเปราะพันธุ์หยาดทิพย์ (ภาพที่ 10) ที่มีลักษณะเด่น คือ ลำต้นแข็งแรง ต้านทานโรคและแมลงได้ดี ผลสีเขียวอ่อนทรงหยดน้ำผิวเรียบเป็นมันไหล่ ติดผลดกสม่ำเสมอ ดอกสีม่วง รสชาติกรอบน้ำหนักผลเฉลี่ย 50-60 กรัม ต้นแข็งแรงกิ่งแขนงมาก มีอายุเก็บเกี่ยว 65-70 วัน หลังย้ายกล้า (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี)



ภาพที่ 10 มะเขือเปราะพันธุ์หยาดทิพย์

ตารางที่ 2 เกณฑ์การควบคุมแมลงในแปลงโดยการเดินสำรวจ

ชนิดผัก	การสำรวจแมลง	เกณฑ์ควบคุม
ผักใบ :กะเพรา โหระพา	ทุกวัน	พบแมลงมากกว่า 3 ตัว/ใบ
ผักผล :มะเขือเปราะ	ทุก 2 วัน	พบแมลงมากกว่า 3 ตัว/ผล

เกษตรกรลงสำรวจแมลงแปลงในแปลง โดยทำการสำรวจแปลงปลูกทุกวันสำหรับพืชผักพวกกระเพราและโหระพา ส่วนผักผลพวกมะเขือเปราะ ทำการสำรวจแมลงศัตรูพืชทุกๆ 2 วัน โดยทำการสำรวจแมลงศัตรูพืชด้วยตาเปล่า ถ้าพบแมลง 3 ตัวต่อผล ต้องทำการควบคุม ดังตารางที่ 2 จากนั้นจดบันทึกจำนวนแมลงศัตรูพืชที่พบไว้ในแบบบันทึกการปฏิบัติงานในแปลง (ภาคผนวก ก) และมีการสำรวจความหนาแน่นของแมลงทุกสัปดาห์โดยใช้กับดักแมลงกาวเหนียวเพื่อนับจำนวนแมลงศัตรูพืชที่พบ (ภาพที่ 10) แล้วนำมาคำนวณจำนวนแมลงศัตรูพืชที่มีการระบาดในแปลงผัก ซึ่งระดับการเข้าทำลายของแมลงแปลง แบ่งเป็น ระดับ 0 คือไม่พบเลย ระดับ 1 คือ เข้าทำลายน้อย (1-5 ตัวต่อต้น) ระดับ 2 คือ เข้าทำลายปานกลาง (>5-10 ตัวต่อต้น) ระดับ 3 คือ เข้าทำลายมาก (>10-20 ตัวต่อต้น) และระดับ 4 คือ เข้าทำลายมากที่สุด (>20 ตัวต่อต้น) และมีการฉีดยาฆ่าแมลงเดือนละ 1 ครั้ง (สารชีวภาพ/ สารชีวภัณฑ์/ สารเคมี) และเว้นระยะเวลาการเก็บเกี่ยวหลังฉีดยาฆ่าแมลง 7-14 วัน (ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตขึ้นกับชนิดสารเคมี) และถ้ามีการระบาดของแมลงเกิดขึ้น เกษตรกรทำการพ่นยาฆ่าแมลงสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง โดยดำเนินการภายใต้มาตรฐาน ThaiGAP, GlobalGAP, และ Establishment List



ภาพที่ 11 กับดักแมลงกาวเหนียวสำหรับสำรวจความหนาแน่นแมลงต่อสัปดาห์

ตารางที่ 3 การกำหนดเกรดสินค้า

เกรดสินค้า	ลักษณะ
เกรด A	ผลสวย ไม่มีรอยตำหนิ ไม่พบร่องรอยแมลงศัตรูพืช
เกรด B	มีรอยตำหนิ และพบร่องรอยแมลงศัตรูพืชได้เล็กน้อย
ตกเกรด	มีร่องรอยตำหนิ หรือ การทำลายของแมลงศัตรูพืชชัดเจน
ของเสีย	ผลแก่ มีร่องรอยการทำลายของแมลงมาก

การเก็บเกี่ยวจะทำวันเว้นวันหรือวันเว้น 2 วัน แล้วแต่ชนิดผัก สำหรับมะเขือเปราะ จะทำการเก็บเกี่ยว 3 วันต่อสัปดาห์ หลังจากการเก็บผลผลิตแล้วทางฟาร์มจะมีการคัดเกรดผลผลิตก่อนที่รถขนส่งจากโรงคัดบรรจุจะมารับผลผลิตที่หน้าฟาร์ม โดยผลผลิตเฉลี่ยของมะเขือเปราะอยู่ที่ 80-100 กิโลกรัมต่อไร่ และมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 50 กรัมต่อผล ส่วนการคัดคุณภาพวัตถุดิบหรือเกรดของสินค้าด้วยสายตา (ภาพที่ 12 และภาพที่ 13) ตามเกณฑ์ที่โรงคัดบรรจุระบุมาให้แบ่งเป็นเกรดเอ คือ ผลสวย ไม่มีรอยตำหนิ ไม่พบร่องรอยแมลงศัตรูพืชเลย เกรดบี มีรอยตำหนิเล็กน้อยและสามารถพบร่องรอยแมลงศัตรูพืชได้เล็กน้อย และตกเกรด ซึ่งมีร่องรอยตำหนิหรือการทำลายของแมลงศัตรูพืชมาก ตารางที่ 3 สรุปลักษณะผลผลิตที่ผ่านการคัดเกรดสินค้า ผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์จะถูกคัดมาใส่ในตะกร้าที่รองด้วยใบตอง ตะกร้าละ 20 กิโลกรัม (ประมาณ 400-420 ผลโดยเฉลี่ย) (ภาพที่ 13) และมีเพียงสินค้าเกรดเอเท่านั้น ส่งตลาดนอกประเทศ เกรดบีส่งตลาดค้าปลีกในประเทศ และตกเกรดส่งตลาดล่างหรือตลาดทั่วไป (ที่มา: จากการสัมภาษณ์)



ภาพที่ 12 การคัดคุณภาพผลผลิตก่อนส่งโรงคัดบรรจุ



ภาพที่ 13 ผลผลิตที่ผ่านการคัดคุณภาพ (เกรด A, เกรด B, ตกเกรด และของเสีย)

1.3 การควบคุมแมลงศัตรูพืชในกระบวนการของโรงคัดบรรจุ

จากการสัมภาษณ์โรงคัดบรรจุจะรับผลผลิตจากเกษตรกรภายใต้สัญญา (Contract Farming) เท่านั้น เนื่องจากมีปัญหาการแจ้งเตือนด้านสุขอนามัยและสุขอนามัยพืชในสินค้าพืชผักส่งออก กรมวิชาการเกษตรจึงออกมาตรการควบคุมพิเศษระบบบัญชีรายชื่อโรงคัดบรรจุ (Establishment List, EL) เพื่อเป็นการพัฒนาระบบควบคุมก่อนการส่งออก ซึ่งหลักเกณฑ์การจัดทำเอกสาร Establishment List ต้องมีเอกสารสัญญาระหว่างเกษตรกรกับโรงคัดบรรจุด้วย

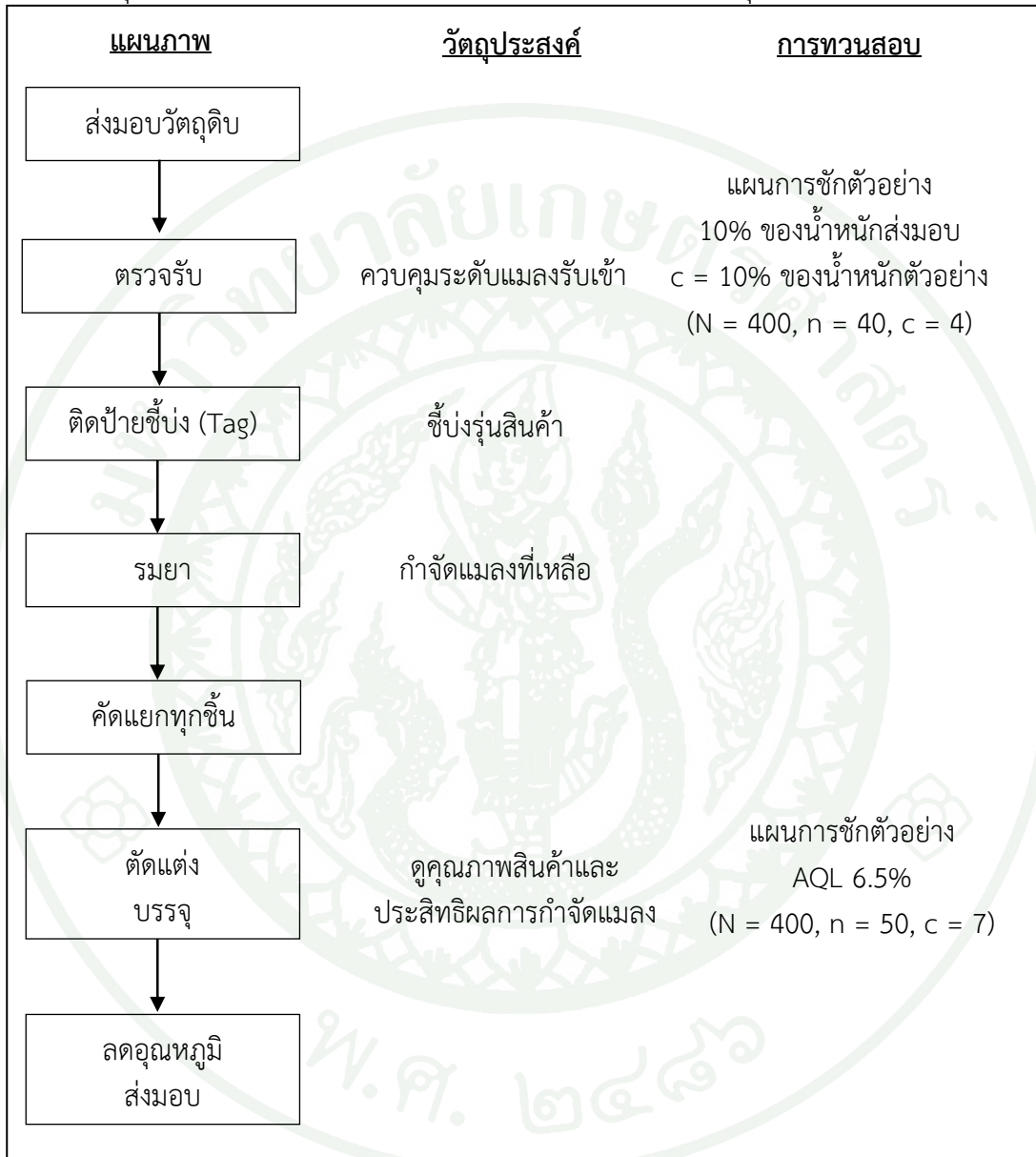
เมื่อโรงคัดบรรจุรับผลผลิตส่งมอบหน้าโรงคัดบรรจุ จะมีการตรวจรับวัตถุดิบ โดยเจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพวัตถุดิบทำการชักตัวอย่าง 10% ของน้ำหนักผลผลิต และยอมรับของเสียได้ไม่เกิน 10% ของตัวอย่าง (ขนาดรุ่น (N) = 400, ขนาดตัวอย่าง (n) = 40, เกณฑ์การยอมรับ (c) ≤ 4) โดยทำการชักตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) จากกองวัตถุดิบ (ที่มา: จากการสัมภาษณ์โรงคัดบรรจุ) เพื่อทำการตรวจดูแมลงเบื้องต้น โดยการตรวจสอบด้วยสายตาด้วยกล้องที่มีกำลังขยาย 8 เท่า ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นวิธีการลดระดับการแพร่กระจายของแมลงศัตรูพืช เมื่อวัตถุดิบผ่านเกณฑ์แล้วจะถูกนำไปเข้าโรงรมสารเคมีเมทิลโบรไมด์ ซึ่งต้องมีการขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร การรมสารเคมี มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืช ได้แก่ หนอนเจาะผล หนอนซอนใบ แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟ และเพลี้ยแป้ง เป็นต้น โดยมีขั้นตอนในการรมสารเคมีเมทิลโบรไมด์ ดังนี้

ก. การจัดเตรียมและจัดเรียงวัตถุดิบ นำวัตถุดิบมาใส่ภาชนะพลาสติกที่มีช่องว่างโดยรอบ เพื่อให้สารสามารถแทรกซึมได้ทั่วถึง การจัดเรียงภาชนะบนพาเลทพลาสติกโปร่ง ซึ่งแต่ละภาชนะควรมีช่องว่างประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อให้สารสามารถหมุนเวียนได้

ข. ความเข้มข้นของเมทิลโบรไมด์ คือ 25 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ระยะเวลาในการรม 1.5 ชั่วโมง ผักที่ผ่านการรมยาถูกนำไปเก็บในห้องเย็น 4-5 องศาเซลเซียส โดยแยกสีระหว่างภาชนะที่ใส่วัตถุดิบ และภาชนะที่ใช้ในการรองพื้นเพื่อไม่ให้วัตถุดิบแตะพื้นก่อนการล้างทำความสะอาด ตัดแต่งและบรรจุลงกล่อง ซึ่งวิธีการและเงื่อนไขในการกำจัดแมลงศัตรูพืชขึ้นอยู่กับข้อกำหนดจากประเทศผู้นำเข้า

เมื่อผ่านกระบวนการรมสารเคมีแล้ว ผลผลิตทั้งหมดจะถูกนำไปล้างด้วยน้ำคลอรีนที่มีความเข้มข้น 100 ppm ซึ่งมีการคัดแยกทุกชั้น เพื่อดูแมลงอีกครั้งด้วยกล้องกำลังขยาย 8 เท่า ส่วนในกระบวนการตัดแต่งและบรรจุทางโรงคัดบรรจุมีการชักตัวอย่างโดยใช้ระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (AQL) เท่ากับ 6.5% ซึ่งหมายความว่าในขั้นตอนนี้อย่าให้มีของเสียผ่านได้ ซึ่งตามมาตรการควบคุมพิเศษ (Establishment List, EL) การตรวจพบแมลงในสินค้าต้องเท่ากับศูนย์ และเพื่อเพิ่มความ

มั่นใจในกระบวนการ ควรมีแผนการชักตัวอย่างที่ทำให้มั่นใจได้ว่าในกระบวนการไม่มีแมลงศัตรูพืชหลงเหลืออยู่เลย ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการตั้งแต่ขั้นตอนตรวจรับวัตถุดิบก่อนเข้าโรงคัดบรรจุ และขั้นตอนการชักตัวอย่างในขั้นตอนการตัดแต่งและบรรจุ



ภาพที่ 14 สรุปขั้นตอนการควบคุมแมลงศัตรูพืชในกระบวนการของโรงคัดบรรจุ

(หมายเหตุ: N คือขนาดรุ่นสินค้า n คือ ขนาดตัวอย่าง c คือ เกณฑ์การยอมรับ AQL คือ ระดับคุณภาพที่ยอมรับได้)

ที่มา: จากการสัมภาษณ์

จากภาพที่ 14 แสดงให้เห็นขั้นตอนการควบคุมแมลงศัตรูพืชภายในกระบวนการ ซึ่งมีจุดดำเนินการที่สำคัญ 2 จุด ได้แก่ จุดการรับเข้าวัตถุดิบ และจุดก่อนการส่งมอบ (ตัดแต่งและบรรจุ) สำหรับจุดรับเข้า มีการใช้แผนการชักตัวอย่าง $N = 400$, $n = 40$, $c = 4$ เพื่อควบคุมระดับแมลงรับเข้า จุดก่อนการส่งมอบ มีการใช้แผนการชักตัวอย่าง ที่ระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ หรือ AQL 6.5% ซึ่งการทวนสอบในขั้นนี้เป็นการดูคุณภาพสินค้าและประสิทธิผลการกำจัดแมลง สำหรับในกระบวนการจะทำการคัดแยกสินค้าทุกชิ้นหลังรมสารเคมี เพื่อตรวจดูร่องรอยแมลง สำหรับพืชผักกลุ่มมะเขือเปราะ มีแมลงศัตรูพืชชนิดหนึ่ง คือ หนอนเจาะยอดหรือหนอนเจาะผลมะเขือ เมื่อผ่านกระบวนการรมสารเคมีแล้ว ไม่สามารถฆ่าหนอนที่อยู่ภายในมะเขือเปราะให้ตายได้ ดังนั้นการควบคุมระดับแมลงรับเข้าจึงเป็นจุดที่มีความสำคัญ หากมีการตรวจสอบหรือทวนสอบที่ไม่มีประสิทธิภาพแล้ว อาจทำให้มีของเสียผ่านเข้ามาในกระบวนการได้มาก ดังจะเห็นได้จากแผนการชักตัวอย่าง ณ จุดรับเข้า ที่มีขนาดรุ่น (N) = 400, ขนาดตัวอย่าง (n) = 40 และเกณฑ์การยอมรับ (c) = 4 และแผนการชักตัวอย่าง ณ จุดก่อนการส่งมอบ ที่ใช้แผนการชักตัวอย่างที่มีขนาดรุ่น (N) = 400, ขนาดตัวอย่าง (n) = 50 และเกณฑ์การยอมรับ (c) = 7 ที่ระดับ AQL 6.5% ยังให้มีการยอมรับของเสียผ่านเข้ามาในกระบวนการได้ ดังนั้นประสิทธิภาพของแผนการชักตัวอย่างในจุดดำเนินการ ณ จุดรับเข้า และจุดก่อนการส่งมอบ จึงยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะป้องกันข้อบกพร่องไม่ให้อันเข้ามาในกระบวนการได้

2. การประเมินการทำงานของแผนการชักตัวอย่างตลอดการตัดแต่งและบรรจุสินค้าผักสด เพื่อยืนยันประสิทธิผลการควบคุมคุณภาพ

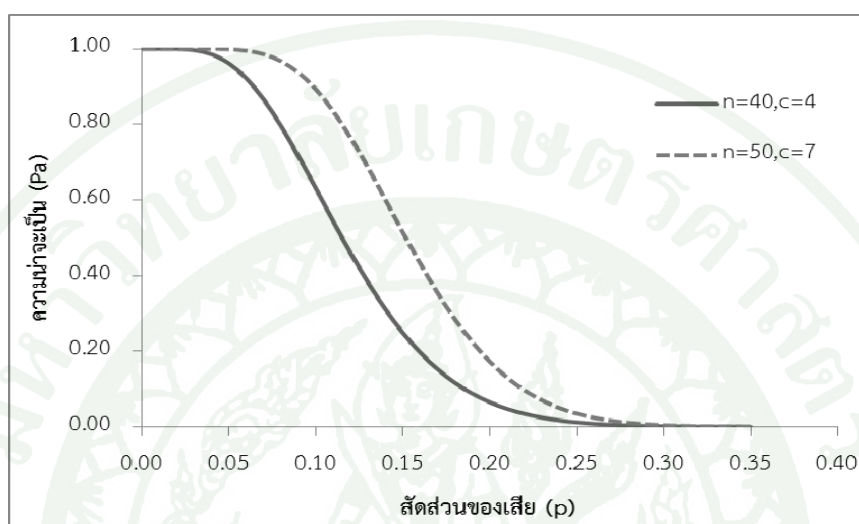
จากการศึกษากระบวนการควบคุมแมลงศัตรูพืชข้างต้น มี 2 จุด คือ จุดรับเข้า และจุดก่อนการส่งมอบ การประเมินการทำงานของแผนการชักตัวอย่างตลอดการตัดแต่งและบรรจุสินค้า ใช้การแจกแจงแบบไฮเพอร์จีโอเมตริกซ์ (Hypergeometric Distribution) เนื่องจากรุ่นสินค้าที่ต้องการตรวจสอบมีจำนวนจำกัด ดังนั้นแผนการชักตัวอย่างในแต่ละจุดดำเนินการแสดงได้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แผนการชักตัวอย่างในแต่ละจุดดำเนินการ

จุดดำเนินการ	แผนการชักตัวอย่าง
- การรับเข้า	ขนาดตัวอย่าง (n) = 40, เกณฑ์การยอมรับ (c) = 4
- ก่อนการส่งมอบ	ขนาดตัวอย่าง (n) = 50, เกณฑ์การยอมรับ (c) ≤ 7

จากตารางที่ 4 จุดดำเนินการในกระบวนการ 2 จุด ซึ่งในแต่ละจุดนั้นมีการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่ไม่เหมือนกัน ได้แก่ การรับเข้า ใช้แผนการชักตัวอย่าง ขนาดตัวอย่าง (n) = 40, เกณฑ์การยอมรับ (c) = 4 และจุดก่อนการส่งมอบ ใช้แผนการชักตัวอย่างที่มีระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ หรือค่า AQL เท่ากับ 6.5 และเมื่อนำค่าไปเปิดตารางมาตรฐาน MIL-STD-105E (ภาคผนวก ค) ที่ระดับปกติ จะได้แผนการชักตัวอย่างที่มีขนาดรุ่นเท่ากับ 400 รหัส H ขนาดตัวอย่าง (sample size, n) เท่ากับ

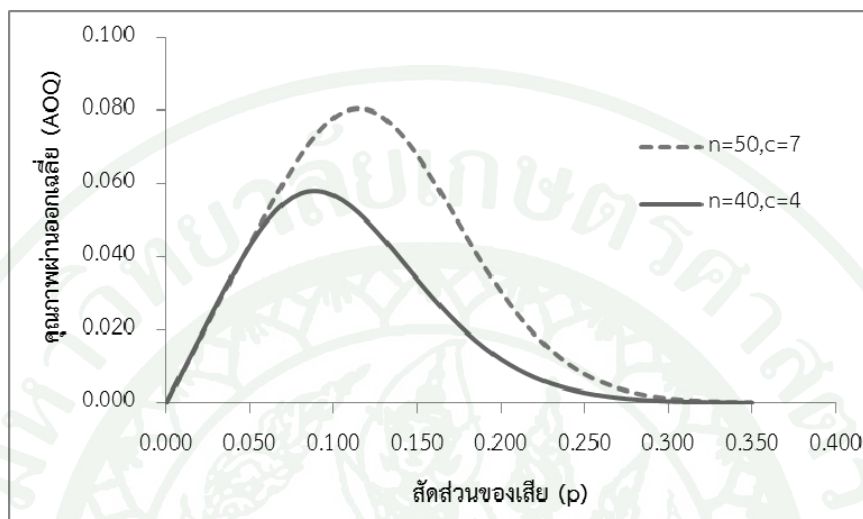
50 และเลขการยอมรับ (c) เท่ากับ 7 ($n=50, c=7$) สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนการซักตัวอย่างโดยใช้ OC-Curve ซึ่งแสดงความสัมพันธ์แบบไฮเพอร์จีโอเมตริกซ์ระหว่างการใช้แผนซักตัวอย่างที่ระบุในการตรวจรุ่นสินค้าส่งมอบที่มีระดับคุณภาพแสดงด้วยสัดส่วนของเสียระดับต่างๆกับโอกาสในการยอมรับรุ่น ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 เส้นโค้ง OC ของแต่ละจุดดำเนินการ

การควบคุมแมลงศัตรูพืชในกระบวนการ มีการควบคุมค่อนข้างต่อเนื่องกันตลอดกระบวนการ เห็นได้จากมีการใช้แผนการซักตัวอย่าง ณ จุดที่ต้องควบคุมตลอดกระบวนการ ได้แก่ จุดรับเข้า ($n = 40, c = 4$) และจุดก่อนการส่งมอบ ($n = 50, c = 7$) จากเส้นโค้ง OC ในภาพที่ 15 จะเห็นว่าเมื่อวัตถุดิบมีปริมาณของเสียเพิ่มมากขึ้นทำให้มีโอกาสในการยอมรับลดหรือรุ่นสินค้าน้อยลงในจุดรับเข้าวัตถุดิบหน้าโรงคัดบรรจุมีเกณฑ์การควบคุมสัดส่วนของเสียในรุ่นสินค้าเท่ากับ 0.1 ดังนั้นที่แผนการซักตัวอย่างที่ $n = 40, c = 4$ มีความน่าจะเป็นในการยอมรับวัตถุดิบเท่ากับ 0.6303 ซึ่งแผนการซักตัวอย่างนี้ สามารถตรวจจับของเสียที่มีแมลงศัตรูพืชในรุ่นสินค้าได้บางส่วน และจุดการคัดแยกสินค้าทุกชิ้น เป็นการตรวจทุกชิ้นเพื่อคุ้มครองรอยของแมลงศัตรูพืชชนิดหนอนเจาะผล ซึ่งมีประสิทธิภาพในการแยกแยะของดีกับของไม่ดีออกจากกันได้ เพราะในกระบวนการไม่ต้องการให้มีของเสียเกิดขึ้นเลย ซึ่งการตรวจสอบทุกชิ้นนั้น มีทั้งข้อดีและข้อเสีย อีกทั้งสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการตรวจสอบ ส่วนในจุดก่อนการส่งมอบ ที่ระดับคุณภาพที่ยอมรับได้เท่ากับ 6.5% แผนการซักตัวอย่าง $n = 50, c = 7$ เป็นแผนการซักตัวอย่างที่แทบจะไม่ได้ตรวจจับหรือควบคุมอะไรได้มากเลย อาจเนื่องมาจากกระบวนการก่อนหน้านั้นมีการตรวจสอบทุกชิ้น ในจุดก่อนการส่งมอบนี้จึงมีการใช้แผนการซักตัวอย่างที่ผ่อนคลายมากขึ้น

จากแผนการซักร้อยในกระบวนการ ตั้งแต่จุดรับเข้า ระหว่างกระบวนการ และจุดก่อนการส่งมอบในปัจจุบัน พบว่ายังมีการยอมให้มีของเสียผ่านเข้ามาในกระบวนการได้ และแผนการซักร้อยที่ใช้อย่างไม่สามารถประกันว่า สินค้าที่ส่งมอบให้แก่ลูกค้าไม่มีของเสียปะปนอยู่ ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 เส้นโค้งคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality, A.O.Q)

ขีดจำกัดคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (A.O.Q.L) เป็นคุณภาพที่ผ่านออกเฉลี่ยสูงสุดจากหน่วยที่ตรวจสอบสำหรับแผนการซักร้อย และใช้ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการซักร้อยว่ามีคุณภาพระดับใด ซึ่งค่า A.O.Q.L ของแผนการซักร้อยในจุดดำเนินการ ณ จุดรับเข้า (N=400, n=40, c=4) และจุดก่อนการส่งมอบ (N=400, n=50, c=7) เท่ากับ 0.0580 และ 0.0806 ตามลำดับ

ดังนั้นจากภาพที่ 16 จะเห็นว่าผู้ผลิตหรือองค์กรไม่ควรคาดหวังว่ากระบวนการที่ใช้ในปัจจุบันจะเป็นขั้นตอนวิกฤตที่สามารถควบคุมยืนยันให้สินค้าเป็นไปตามคุณภาพกำหนดได้ ควรให้ความสำคัญกับกระบวนการควบคุมและทวนสอบสินค้าในขั้นตอนก่อนหน้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนการเก็บเกี่ยว และควรพิจารณาปรับแผนการซักร้อยเพื่อเป็นเครื่องมือทวนสอบคุณภาพเนื่องจากสามารถควบคุมประสิทธิภาพการทวนสอบได้ดีกว่า

3. การออกแบบแผนการซักร้อย เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ตรวจสอบแมลงศัตรูพืชในจุดตัดแต่งของโรงคัดบรรจุสินค้าผักสดเพื่อการส่งออก

3.1 การออกแบบแผนการซักร้อยที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ในจุดรับเข้าและจุดก่อนการส่งมอบ

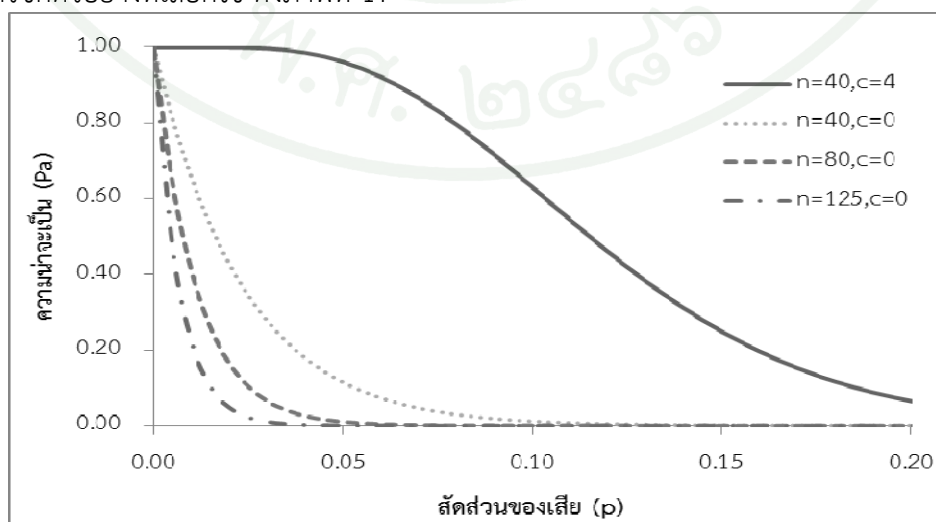
จากการศึกษากระบวนการควบคุมแมลงศัตรูพืช การควบคุมและลดระดับการแพร่ของแมลงศัตรูพืชในกระบวนการมี 2 คือ จุดรับเข้า และจุดก่อนการส่งมอบ การออกแบบแผนการชักตัวอย่างชนิดเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ ใช้การประมาณความน่าจะเป็นจากการแจกแจงแบบไฮเพอร์จีโอเมตริกซ์ (Hypergeometric Distribution) เนื่องจากต้นทุนค่าที่ต้องการตรวจสอบมีสินค้าจำนวนจำกัด ดังนั้นแผนการชักตัวอย่าง ในจุดรับเข้า เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพทำการชักตัวอย่าง 10% จากน้ำหนักผลผลิต และยอมรับของเสียได้ไม่เกิน 10% จากตัวอย่างที่สุ่มมา ($n = 40, c = 4$)

สำหรับมะเขือเปราะส่งออกจะใช้มะเขือเปราะเกรดเอเท่านั้น ซึ่งมีตะกร้าละ 20 กิโลกรัม และมีน้ำหนักผลเฉลี่ยเท่ากับ 50 กรัม หรือประมาณ 400-420 ลูก เปรียบเทียบกับแผนการสุ่มตัวอย่างที่มีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40, 80 และ 125 และมีเลขการยอมรับเป็นศูนย์ ($c=0$) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงแผนการชักตัวอย่างที่มีขนาดตัวอย่างต่างกัน

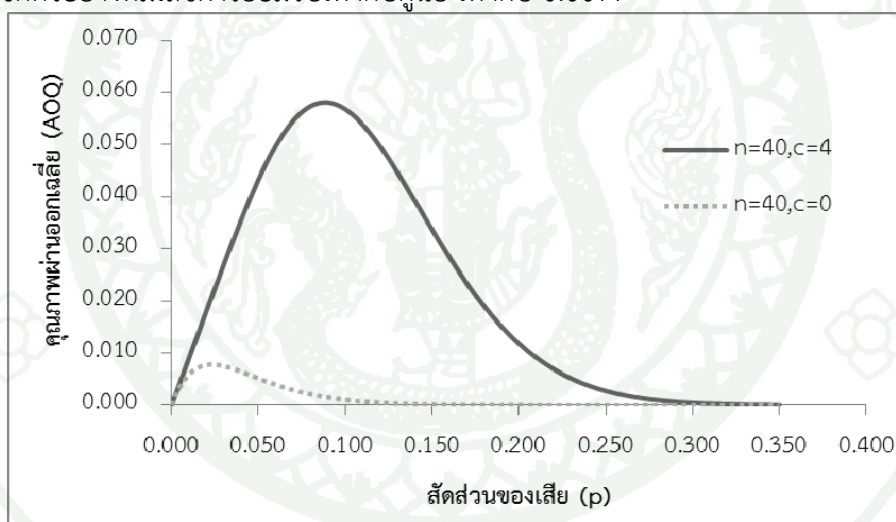
แผนที่	ขนาดรูนสินค้า (Lot size, N)	ขนาดตัวอย่าง (Sample size, n)	เลขการยอมรับ (Acceptance number, c)
1	400	40	4
2	400	40	0
3	400	80	0
4	400	125	0

จากตารางที่ 5 เมื่อนำมาสร้างเส้นโค้ง OC (operating characteristic curve) ซึ่งเกิดจากความสัมพันธ์ของคุณภาพรูนส่งมอบแสดงเป็นร้อยละของเสียที่มีปนอยู่ในรูน (Lot fraction defective, p) และความน่าจะเป็นในการยอมรับรูน (Probability of accepting the lot, P_a) ด้วยแผนการชักตัวอย่างที่เลือกใช้ ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 เปรียบเทียบเส้นโค้ง OC ระหว่างแผนการชักตัวอย่างที่ใช้ปัจจุบัน และแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ณ จุดรับเข้า

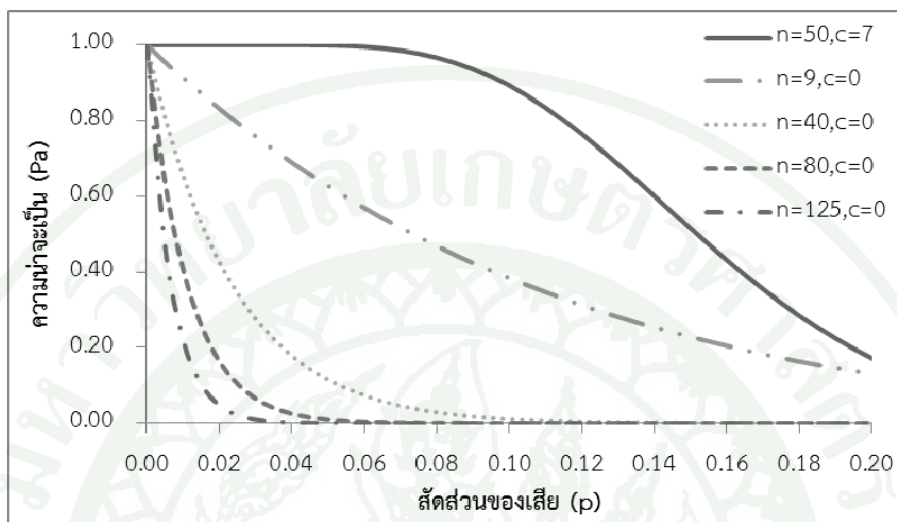
จากภาพที่ 17 แสดงให้เห็นว่าแผนการชักตัวอย่างแผนที่ 1 ($n = 40, c = 4$) เมื่อพิจารณาสัดส่วนของเสียของรุ่นสินค้าที่ 0.1 ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นสินค้า 0.6303 แผนการชักตัวอย่างมีประสิทธิภาพในการตรวจจับจำนวนแมลงศัตรูพืชเบื้องต้นได้ไม่ดีเมื่อเทียบกับแผนการชักตัวอย่างที่ 2 ($n = 40, c = 0$) ที่มีความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นสินค้าเพียง 0.0117 และแผนการชักตัวอย่างที่ 3 ($n = 80, c = 0$) และแผนการชักตัวอย่างที่ 4 ($n = 125, c = 0$) มีความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นสินค้าเท่ากับ 0.0001 และ 0.0000 ตามลำดับ ดังนั้น ควรพิจารณาแผนการชักตัวอย่างชนิดเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ $n = 40, c = 0$ เพื่อนำไปใช้ในจุดรับเข้า ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าและสอดคล้องกับเส้นโค้งคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (A.O.Q.) ดังภาพที่ 18 ซึ่งมีค่าขีดจำกัดคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (A.O.Q.L) ของแผนการชักตัวอย่างอ้างอิง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0580 ในขณะที่ A.O.Q.L ของแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ เท่ากับ 0.0077



ภาพที่ 18 เปรียบเทียบเส้นโค้งคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality, A.O.Q) ระหว่างแผนการชักตัวอย่างเดิมที่ใช้ปัจจุบัน และแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ณ จุดรับเข้า

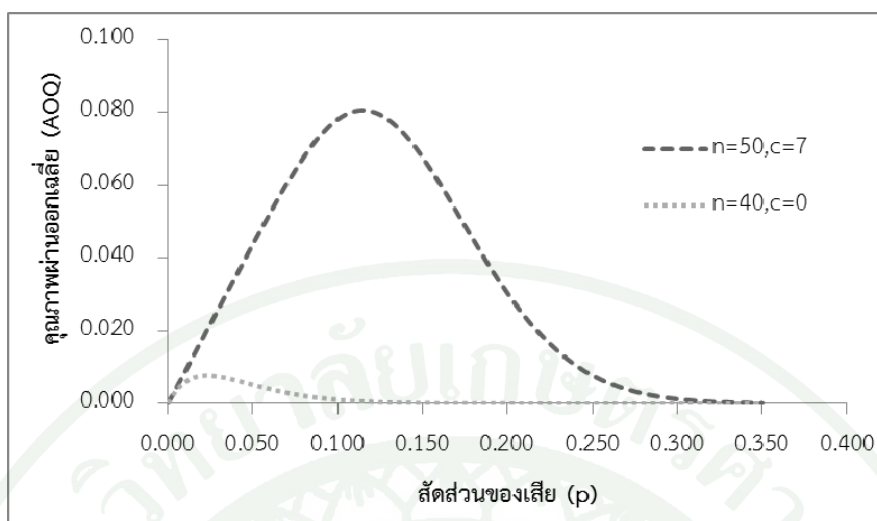
ส่วนจุดก่อนการส่งมอบ ในขั้นตอนนี้มีการตรวจสอบโดยใช้ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptable Quality Level, AQL) เท่ากับ 6.5 เมื่อนำค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ไปเปิดตารางมาตรฐาน MIL-STD-105E (ภาคผนวก ข) ที่ระดับปกติ แผนการชักตัวอย่างที่มีขนาดรุ่นเท่ากับ 400 รหัส H ขนาดตัวอย่าง (sample size, n) เท่ากับ 50 และเลขการยอมรับ (c) เท่ากับ 7 ($n=50, c=7$) และเปิดตารางแผนการสุ่มตัวอย่างชนิด $c = 0$ (ภาคผนวก ง) ที่มีขนาดรุ่นเท่ากับ 400 และระดับ

คุณภาพที่ยอมรับได้ เท่ากับ 6.5 ได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 9 โดยที่เลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ทุกกรณี ซึ่งสามารถนำมาสร้างเส้นโค้ง OC ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 เปรียบเทียบเส้นโค้ง OC ระหว่างแผนการชักตัวอย่างที่ใช้ปัจจุบัน และแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ณ จุดก่อนการส่งมอบ

ในการส่งออกผักสด ตามมาตรการควบคุมพิเศษระบบบัญชีรายชื่อโรงคัดบรรจุ (Establishment List, EL) การตรวจพบแมลงศัตรูพืชในสินค้าต้องเป็นศูนย์ และการตรวจสอบที่ไม่ต้องการให้มีของเสียเข้ามาในกระบวนการหรือออกไปถึงลูกค้าต้องประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจสอบทุกชิ้น (100% inspection) จากภาพที่ 19 เส้นโค้ง OC ของแผนการชักตัวอย่าง $n = 50, c = 7$ นั้นยังยอมให้มีของเสียปะปนเข้ามาในกระบวนการได้ ดังนั้นแผนการชักตัวอย่างของโรงคัดบรรจุในปัจจุบัน จึงไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะตรวจสอบคุณภาพสินค้าที่มีข้อบกพร่องได้ เมื่อเทียบกับแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ (zero acceptance number sampling plan) และสอดคล้องกับเส้นโค้งคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (A.O.Q) (ภาพที่ 20) ที่แสดงค่าขีดจำกัดผ่านออกเฉลี่ยของแผนการชักตัวอย่างของโรงคัดบรรจุปัจจุบัน และแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ เท่ากับ 0.0806 และ 0.0077 ตามลำดับ ดังนั้นเพื่อเพิ่มความมั่นใจในกระบวนการว่าไม่มีแมลงศัตรูพืชหลงเหลืออยู่เลย ควรพิจารณาเลือกใช้แผนการชักตัวอย่างที่มีความเข้มงวดในการตรวจสอบ เพื่อเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของการควบคุมแมลงตลอดกระบวนการ



ภาพที่ 20 เปรียบเทียบเส้นโค้งคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality, A.O.Q) ระหว่างแผนการชักตัวอย่างอ้างอิง และแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับ ศูนย์ ณ จุดก่อนการส่งมอบ

จากการศึกษาแนวทางการจัดการแมลงศัตรูพืชตลอดโซ่อุปทานผักสดเพื่อการส่งออกพบว่าการจัดการและควบคุมแมลงศัตรูพืชในปัจจุบันยังไม่มี การควบคุมและการจัดการแมลงศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องกันตลอดโซ่อุปทาน มีเพียงการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบในจุดการรับวัตถุดิบเข้า าระหว่างกระบวนการ และก่อนการส่งมอบเท่านั้น ซึ่งการควบคุมภายในกระบวนการจะขึ้นกับนโยบายและวิธีการดำเนินงานภายในโรงคัดบรรจุหรือบริษัทส่งออก เพราะฉะนั้นการออกแบบแผนการชักตัวอย่าง ชนิดที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์เป็นเพียงเครื่องมือ ที่ช่วยตรวจสอบประสิทธิผลการควบคุมแมลงตลอดโซ่อุปทานเท่านั้น

ดังนั้นในกระบวนการจัดการและควบคุมแมลงศัตรูพืชต้องทำเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันตลอดโซ่อุปทาน และเน้นมากในจุดก่อนการเก็บเกี่ยวหรือภายในแปลงปลูก เนื่องจากวัตถุดิบก่อนนำเข้าไปในแต่ละขั้นตอนได้ผ่านกระบวนการที่ควบคุม และลดจำนวนประชากรแมลงศัตรูพืชมาแล้ว และควรให้ความสำคัญกับการทวนสอบประสิทธิผลของการควบคุมแมลง การเก็บตัวอย่างสินค้าในจุดที่เกี่ยวข้องได้แก่ ขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบก่อนเข้าโรงคัดบรรจุ และการตรวจสอบตัวอย่างในกระบวนการ เพื่อเป็นการยืนยันระดับคุณภาพของวัตถุดิบ ซึ่งในบางขั้นตอนการตรวจสอบตัวอย่างทุกชิ้น (100% inspection) ไม่สามารถทำได้ การชักตัวอย่างด้วยวิธีการทางหลักสถิติจึงมีความจำเป็น เพื่อเป็นตัวแทนที่ดีของสินค้าเพื่อนำไปตรวจและสรุปผลระดับประสิทธิผลกิจกรรมการควบคุมที่ทำ

3.2 การนำแผนการชักตัวอย่างที่ออกแบบไปทดลองใช้

การนำแผนการชักตัวอย่างไปทดลองใช้ในขั้นตอนการรับเข้าวัตถุดิบ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินว่าแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ มีความเป็นไปได้การนำไปใช้ได้จริง โดยนำมาเชื้อเปราะที่มีตำหนิเป็นรอยแมลงเจาะหรือมะเชื้อเปราะตกเกรด (defect) จำนวน 2 ลูก ใส่ลงไป ในกองมะเชื้อเปราะเกรดเอ จำนวน 400 ลูก แล้วทำการชักตัวอย่าง ภายใต้สมมติฐาน เจ้าหน้าที่ที่ตรวจสอบคุณภาพมีความสามารถในการตรวจดูร่องรอยแมลงเท่ากัน

ผลการทดลองพบว่าแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ($c = 0$) สามารถนำไปใช้งานได้จริง และไม่มีปัญหายากในการนำไปใช้ เนื่องจากเจ้าหน้าที่มีการชักตัวอย่างตามแผนการชักตัวอย่างเดิม ซึ่งมีขนาดตัวอย่างเท่ากัน แต่เลขการยอมรับที่ใช้ต่างกัน ซึ่งแผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ($c = 0$) แสดงให้เห็นแล้วว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะสามารถป้องกันของที่มีข้อบกพร่องผ่านเข้ามาในกระบวนการได้ ดังภาพที่ 19 เมื่อพิจารณาจากเส้นโค้ง OC ถ้าต้นทุนสินค้ามีส่วนของเสียเท่ากับ 0.1 แผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์ ($c = 0$) มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบแตกต่างกัน ขึ้นกับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ใช้ตรวจสอบและความเข้มงวดในการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอน และจะเห็นว่าแผนการชักตัวอย่างที่ $n = 40, c = 0$ มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะตรวจจับข้อบกพร่องในสินค้าได้

การใช้แผนการชักตัวอย่าง $c = 0$ มีความเป็นไปได้ที่ต้นทุนค่าอาจถูกปฏิเสธมากขึ้น เนื่องจากเลขการยอมรับเป็นศูนย์ ในกรณีที่คุณภาพรุ่นสินค้าอยู่ในระดับที่แย่มาก แผนการชักตัวอย่าง $c = 0$ ก็อาจไม่ช่วยอะไรมากนัก ดังนั้นแผนการชักตัวอย่าง $c = 0$ จึงเป็นการบังคับให้มีการทบทวนของเสียโดยบุคลากรเพื่อให้เกิดการตัดสินใจที่ถูกต้อง มากกว่าการมุ่งปฏิเสธรุ่นสินค้าอย่างเดียว เช่น กรณีเกษตรกรใช้พันธุ์มะเชื้อที่ไม่ต้านทานต่อโรคและแมลง ทำให้มีสัดส่วนของเสียในรุ่นสินค้ามากขึ้น ดังนั้นโรงคัดบรรจุควรพิจารณาเกณฑ์ในการยอมรับของสัดส่วนเสียจากเดิม 0.1 เป็น 0.15 ดังนั้นแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับเป็นเพียงเครื่องมือที่ตรวจจับความผิดปกติในรุ่นสินค้านั้น ผลของการตรวจจับควรใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์ในการควบคุมมากที่สุด และการเลือกใช้แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับนั้นขึ้นกับระดับความเข้มงวดของการตรวจสอบเพราะยิ่งขนาดตัวอย่างมาก ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามมีการรายงานว่าพิสัยของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบมีตั้งแต่ 8% ถึง 30% โดยเฉลี่ย และการประหยัดที่เพิ่มขึ้น ขึ้นกับขนาดรุ่นสินค้าหรือลอตและค่าดัชนี (A.Q.L) ที่ใช้ ซึ่งค่าดัชนียิ่งมากขึ้นส่งผลให้มีการประหยัดที่เพิ่มขึ้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. การควบคุมคุณภาพในโซ่อุปทานผักสดในปัจจุบัน มีการควบคุมคุณภาพตามมาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็นระบบการปฏิบัติทางเกษตรที่ดี (GAP) การจัดการสุขอนามัยในกระบวนการผลิต (GMP) ระบบวิเคราะห์จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต (HACCP) ซึ่งเป็นมาตรฐานหลักในการ

ควบคุมคุณภาพด้านความปลอดภัย กระบวนการทำงานจะเน้นการตรวจควบคุมภายในกระบวนการที่มีขั้นตอนการดำเนินงานที่ไม่ต่อเนื่องกัน ส่วนใหญ่ให้โรงคัดบรรจุ เป็นผู้รับผิดชอบโซ่อุปทานสินค้าของตนเอง ซึ่งในขณะที่บางโรงคัดบรรจุมีการควบคุมคุณภาพตลอดโซ่อุปทาน มีการทวนสอบประสิทธิผลของสิ่งที่ต้องควบคุมโดยใช้การตรวจสินค้าทุกชิ้น (100% inspection) ภายในขั้นตอนการตัดแต่งและบรรจุ ในขณะที่บางโรงคัดบรรจุไม่มีการควบคุมคุณภาพต่อเนื่องกันตลอดโซ่อุปทาน ดังนั้นประสิทธิผลของการควบคุมแมลงในสินค้าต้องพิจารณาต่อเนื่องกันตลอดโซ่อุปทาน ต้องคำนึงถึงการตรวจสอบและการทวนสอบประสิทธิผลของการจัดการตลอดโซ่อุปทาน รวมถึงการแยกสินค้าที่ผ่านการควบคุมตลอดโซ่อุปทานออกจากกลุ่มสินค้าที่ไม่ได้ควบคุมกระบวนการผลิตด้วย

2. แนวทางการจัดการแมลงในโซ่อุปทานผักสดเพื่อการส่งออก มีการควบคุมเป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่การควบคุมแมลงศัตรูพืชภายในแปลงผลิต การควบคุมแมลงศัตรูพืชในกระบวนการรวบรวมสินค้า การควบคุมแมลงศัตรูพืชภายในโรงคัดบรรจุ และมีการทวนสอบโดยการตรวจสอบขั้นสุดท้ายที่หน้าด่านส่งออก ซึ่งการทวนสอบนี้ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิผลของการควบคุมและการจัดการแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะจุดก่อนการเก็บเกี่ยว การผลิตพืชผักและโรงคัดบรรจุมีความเข้มงวดในการดูแลและกำจัดแมลงศัตรูพืชในสินค้าแตกต่างกัน ส่วนใหญ่มีการคัดกรองสินค้าก่อนการส่งมอบสู่โรงคัดบรรจุ มีการตัดแต่งคัดแยกสินค้าที่มีแมลงภายในโรงคัดบรรจุ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการจำกัดปริมาณแมลงและมีการรมสารเคมีเพื่อกำจัดแมลงและตัวอ่อนที่อาจตกค้างในผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่มีกระบวนการพิสูจน์ประสิทธิผลการกำจัดแมลงศัตรูพืช มีเพียงแค่การตรวจสอบโดยอาศัยเจ้าหน้าที่หน้าด่านส่งออก เพื่อการรับรองปลอดศัตรูพืชเท่านั้น

3. ในการส่งออกผักสด ตามมาตรฐานการควบคุมของกรมวิชาการเกษตร การตรวจพบแมลงต้องเป็นศูนย์ ดังนั้นการตรวจสอบที่ไม่ต้องการให้มีของเสียเข้ามาในกระบวนการต้องทำการตรวจสอบทุกชิ้น (100% inspection) และแผนการตรวจสอบในปัจจุบัน ยังยอมให้มีของเสียผ่านเข้ามาในกระบวนการ เพื่อความมั่นใจในกระบวนการว่าไม่มีแมลงศัตรูพืชหลงเหลืออยู่ ควรพิจารณาเลือกใช้แผนการซีกตัวอย่างที่มีความเข้มงวดในการตรวจสอบ ดังนั้นการประยุกต์ใช้แผนการซีกตัวอย่างที่มีเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ ($c = 0$) ซึ่งเป็นแผนที่มุ่งเน้นการบกพร่องเป็นศูนย์ (zero defect) ที่มีระดับการป้องกันหรือปกป้องผู้บริโภคเท่ากันหรือมากกว่าด้วยการตรวจสอบที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับแผน MIL-STD-105E เมื่อพิจารณาจากเส้นโค้ง OC ที่เปรียบเทียบแผนการซีกตัวอย่างระหว่างมาตรฐาน MIL-STD-105E และแผนการซีกตัวอย่าง $c = 0$ ซึ่งแผนการซีกตัวอย่าง $c = 0$ สามารถแยกแยะ ลอตหรือรุ่นสินค้าที่มีของเสียออกจากกันได้มีอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า ดังนั้นแผนการซีกตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์นี้ สามารถควบคุมเพื่อลดระดับการพบแมลง และควบคุมประสิทธิผลการกำจัดแมลงศัตรูพืชให้ไม่พบเลยในผลิตภัณฑ์ได้

ข้อเสนอแนะ

การออกแบบแผนการชักตัวอย่าง ชนิดเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ สามารถประยุกต์ใช้กับพืชผักที่มีลักษณะเป็น ผล เช่น พริก เป็นต้น แต่เนื่องจากพริกมีขนาดเล็กกว่ามะเขือเปราะ ดังนั้นแผนการชักตัวอย่างของพริก จึงมีขนาดตัวอย่าง (n) แตกต่างไป และสามารถคำนวณได้จากการแจกแจงแบบไฮเพอร์จีโอเมตริกซ์



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2554. ขั้นตอนการส่งออกผักและผลไม้สด. แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th/content/fck/File/export_form/FFV_procedure1.pdf, 21 เมษายน 2555.
- เกษตรพอเพียง. 2554. แผลงศัตรูพืชและเพลี้ยชนิดต่างๆ. แหล่งที่มา: <http://www.kasetporpeang.com/forums/index.php?topic=677>, 14 มีนาคม 2555.
- กัทลีวัลย์ สุขช่วย, จินันทนา จอมดวง, สุมาณี พรหมรุขชาติ และ อรุณ โสทธิกุล. 2553. การอารักขาพืชเพื่ออาหารปลอดภัยชีวภัณฑ์/สารสกัดการกำจัดศัตรูพืชทดแทนสารเคมี. แหล่งที่มา: <http://www.cttclive.rmutl.ac.th/blog/?p=3649>, 21 เมษายน 2555.
- กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 2542. แผลงศัตรูผัก. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุม

สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชุติมา ไวศรายุทธ์ และ พรธิภา องค์กรรักษ์, 2556. **โครงการศึกษาแนวทางปฏิบัติการชักตัวอย่างสินค้าเกษตรเพื่อการตรวจสอบด้านสุขอนามัยพืช.** สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.

เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล. 2537. **แผนการสุ่มตัวอย่างชนิดเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์.** เอ็มเพาเวอร์เม้นท์. นนทบุรี. แปลจาก Zero acceptance number sampling plans.

ธีรพงษ์ ร่วมญาติ. 2549. **การศึกษารูปร่างส่งออกผักสดในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประชุม สุวัตถิ. 2554. **ทฤษฎีการชักตัวอย่าง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

ประภาส ทรงหงษา, บรรณาธิการ. 2554. **เพลิงไฟศัตรูพืชอันตรายในอียู**. จดหมายข่าวผลิใบปีที่ 14. แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n14/v_6-july/borkor.html, 28 สิงหาคม, 2556.

ประภาส ทรงหงษา, บรรณาธิการ. 2554. **หนอนซอนใบศัตรูพืชต้องห้ามในอียู**. จดหมายข่าวผลิใบปีที่ 14. แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n14/v_4-may/borkor.html, 28 สิงหาคม, 2556.

ปัทมา พลกนิช. 2553. **การเลือกใช้ระบบการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะระหว่าง JIS Z9015-1 :1999 และระบบที่เลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์โดยเปลี่ยนความเข้มงวดการตรวจสอบอย่างรวดเร็ว กรณีศึกษาโรงงานประกอบเลนส์กล้องถ่ายรูป**. การศึกษาค้นคว้าอิสระ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพฑูรย์ ฮ้อยิ่ง. 2547. **แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับสำหรับการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลายชนิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พฤทธิชาติ บุญวัฒน์, ดำรง เวชกิจ, จีรนุช เอกอำนาจ, สรรชัย เพชรธรรมรส และสิริวิภา พลตรี. 2552. **ศึกษาเทคนิคการพันสารเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูกล้วยไม้บางชนิด**. กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th/refs/files/1324_2552.pdf, 1 พ.ค. 54.

พรทิพย์ วิสารทานนท์, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, จิราภรณ์ ทองพันธ์, ดวงสมร สุทธิสุทธิ์, อัจฉรา เพชรโชติ, กรรณิการ์ เฟื่องคุ้ม, ลักขณา ร่มเย็น, ภาวินี หนูชนะภัย, พวงผกา คมสัน และอวยชัย สมิตะสิริ. 2550. **ศึกษาการแพร่กระจายปริมาณและการป้องกันกำจัดด้วงพบใหม่ทำลายข้าวในโรงเก็บ**. กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th/refs/files/538_2550.pdf, 1 พฤษภาคม 2554.

มติชนรายวัน. 2547. กรุงเทพฯ: 9 ธันวาคม 2547. หน้า 20.

แมลงสยาม. 2552. **หนอนเจาะผลมะเขือ แมลงศัตรูพืชที่สำคัญในเอเชียและแอฟริกา**. แหล่งที่มา: <http://www.malaeng.com/blog/?p=8042>, 28 สิงหาคม 2556

ยุทธนา แสงโชติ, วิภาดา ปลอดครบุรี และวาทีน จันทร์สง่า. 2553. **การทดสอบประสิทธิภาพของ**

สารป้องกันกำจัดแมลงหริ่ขาวในผักซีเพื่อการส่งออก. แหล่งที่มา:
http://it.doa.go.th/refs/files/1690_2553.pdf, 1 พฤษภาคม 2554.

ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554. **ประเภทของวิธีการสุ่มตัวอย่าง.** แหล่งที่มา:
www.ssru.ac.th/linkssru/athovicha_web/Random.doc, 9 เมษายน 2555.

สิรินาฏ พรศิริประทาน. 2554. **การส่งออกผักและผลไม้สดไทยไปสหภาพยุโรป.** แหล่งที่มา:
www.itd.or.th/articles?download=74%3Aar40, 10 กุมภาพันธ์ 2555.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2554. **วิธีการชักตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบลักษณะ
 เชิงคุณภาพ เล่ม 1 แบบแผนการชักตัวอย่างระบุโดยขีดจำกัดคุณภาพที่ยอมรับ (AQL)
 เพื่อการตรวจสอบรุ่นต่อรุ่น.** มอก. 465.

สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร. 2554. **ข่าวเตือนการระบาดของศัตรูพืชประจำสัปดาห์ที่ 9.**
 แหล่งที่มา: [http://www.agriqua.doe.go.th/forecast/week/week54/
 121254mealybug/mealybug121254.html](http://www.agriqua.doe.go.th/forecast/week/week54/121254mealybug/mealybug121254.html), 28 สิงหาคม 2556.

ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. **การควบคุมคุณภาพ.** ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2556. **การส่งออกสินค้าสำคัญของไทยเรียงตามมูลค่าปี
 2551-2555 (มกราคม-ธันวาคม).** แหล่งที่มา:
http://www.ops3.moc.go.th/export/recode_export_rank/, 20 กุมภาพันธ์ 2556.

อรอุษา บุญประสม. 2553. **การประเมินวิธีการชักตัวอย่างสินค้าเกษตรและอาหาร.** วิทยานิพนธ์
 ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Dionne C.H. and S.J. Fleischer. 2003. Sequential Sampling and Biorational Chemistries
 for Management of Lepidopteran Pests of Vegetable Amaranth in the
 Caribbean. **Journal of Economic Entomology** 96 (3): 798-804.

Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2006. **Guidelines for
 inspection (ISPM No. 23).** In International Standards for Phytosanitary
 Measures 1 to 27 (2006 edition). Available Source:
<http://www.fao.org/docrep/009/a0450e/a0450e00.htm>, 10 กุมภาพันธ์ 2555.

- Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2008. **Methodologies for sampling of consignments (ISPM No. 31)**. In CPM 3 Report. Available Source: www.fao.org/docrep/013/i2080e/i2080e09.pdf, 10 กุมภาพันธ์ 2555.
- Fred R. M., J. P. Nyrop, and A.M. Shelton. 2004. Survey of Predators and Sampling Method Comparison in Sweet Corn. **Journal of Economic Entomology** 97 (1): 136-144.
- Wang. K. and J. L. Shipp. 2001. Sequential Sampling Plans for Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on Greenhouse Cucumbers. **Journal of Economic Entomology** 94(2): 579-585.
- Peter A.F. and M.K. Hennessey. 2007. Confidence Limits and Sample Size for Determining Nonhost Status of Fruits and Vegetables to Tephritid Fruit Flies as a Quarantine Measure. **Journal of Economic Entomology** 100(2): 251-257.
- Starbird S.A. 1997. Acceptance Sampling, Imperfect Production, and the Optimality of Zero Defects. **Noval Research Logistic**, Vol.44 (1997).





ภาคผนวก ก
แบบบันทึกการปฏิบัติงานในแปลง

บันทึกการปฏิบัติงานในแปลง

ชื่อแปลง ชนิดพืช พันธุ์ อัตราการปลูก วิธีการปลูก วันที่ปลูก

บันทึกการให้น้ำ		วิธีการให้น้ำแบบ <input type="checkbox"/> สปริงเกอร์ <input type="checkbox"/> น้ำหยด <input type="checkbox"/> อื่นๆ.....																																							
ลำดับ	เดือน.....ปี.....																																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31										
การให้น้ำ																																									
บันทึกการสำรวจโรคและแมลง																																									
โรค																แมลง																									
1 แอนแทรกโนส		4 ใบจุด		7 โคนเน่า		A เพลี้ยแป้ง		D เพลี้ยกระโดด		G หนอนเจาะสมอฝ้าย		J		2 ราสนิม		5 ใบไหม้		8		B เพลี้ยหอย		E แมลงหิวข้าว		H เพลี้ยจักจั่น		K		3 ราน้ำค้าง		6 ราแป้ง		9		C เพลี้ยอ่อน		F ไร		I เพลี้ยไฟ		L	
ลำดับ	เดือน.....ปี.....																																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31										
โรคและแมลง																																									
ระดับการเข้าทำลาย																																									
ฉีด/ไม่ฉีด																																									

ระดับการเข้าทำลายของโรค-แมลง

0 ไม่พบ (0 ตัว/ต้น)

1 เข้าทำลายน้อย (1-5 ตัว/ต้น)

2 เข้าทำลายปานกลาง (5-10 ตัว/ต้น)

3 เข้าทำลายมาก (10-20 ตัว/ต้น)

4 เข้าทำลายมากที่สุด (>20 ตัว/ต้น)

หมายเหตุ: สารเคมีที่อนุญาตให้ใช้ตาม S-F-04 เท่านั้น

บันทึกการใช้ปุ๋ยและสารเคมี

ว/ด/ป	แปลง	พื้นที่(ไร่)	ชื่อการค้าของสารเคมี และ/หรือปุ๋ย	เหตุผลที่ใช้	ปริมาณทั้งหมด	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการใช้	PHI (วัน)	วิธีการกำจัดสารเคมีที่เหลือ	ผู้ให้คำแนะนำ	ผู้ปฏิบัติ
จัดเตรียมโดย			F-F-02	แก้ไขครั้งที่:			วันที่ออกเอกสาร				



ภาคผนวก ข
การสร้างแผนการชักตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม Excel

การแจกแจงแบบไฮเพอร์จีโอเมตริกซ์

ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นของแผนการสุ่มตัวอย่าง

$$P(X = x) = \frac{\binom{D}{x} \binom{N-D}{n-x}}{\binom{N}{n}}, x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยที่ N คือ จำนวนตัวอย่างทั้งหมด
 n คือ จำนวนตัวอย่างที่ถูกสุ่ม
 D คือ จำนวนตัวอย่างที่อยู่ในความสนใจ

การสร้างแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับด้วยโปรแกรม Microsoft Excel version.2010

1. การสร้างแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับที่มีขนาดตัวอย่าง (n) และเลขการยอมรับ (c) ต่างกัน โดยใช้ฟังก์ชันคำสั่ง

HYPGEOM.DIST(sample_s,number_sample,population_s,number_pop,cumulative)

โดยที่ sample_s คือ เลขการยอมรับ (c)
 number_sample คือ ขนาดตัวอย่าง (n)
 population_s คือ จำนวนชิ้นของเสีย (D)
 number_pop คือ ขนาดรุ่นสินค้า (N)
 cumulative (TRUE/FALSE)

ตัวแปรที่จำเป็น ขนาดรุ่นสินค้า (Lot Size, N) = 400
 ขนาดตัวอย่าง (n) และเลขการยอมรับ (c)

	A	B	C	D	E	F	G
1	ขนาดรุ่นสินค้า (N)	400					
2	แผนการชักตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6
3	ขนาดตัวอย่าง (n)	40	50	40	50	80	125
4	เลขการยอมรับ (c)	10	7	0	0	0	0
5	จำนวนชิ้นของเสีย	ความน่าจะเป็นในการยอมรับ					
6	D	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)
7	0	=HYPGEOM.DIST(
8	1	HYPGEOM.DIST(sample_s, number_sample, population_s, number_pop, cumulative)					

ภาพผนวกที่ ข1 การใช้คำสั่ง HYPGEOM.DIST

	A	B	C	D	E	F	G
1	ขนาดรุ่นสินค้า (N)	400					
2	แผนการซักร้อยอย่างที่	1	2	3	4	5	6
3	ขนาดตัวอย่าง (n)	40	50	40	50	80	125
4	เลขการยอมรับ (c)	10	7	0	0	0	0
5	จำนวนชั้นของเสีย	ความน่าจะเป็นในการยอมรับ					
6	D	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)
7		=HYPGEOM.DIST(\$B\$4,\$B\$3,A7,\$B\$1,TRUE)					
8	1						

ภาพผนวกที่ ข2 การใส่คำสั่งและค่าตัวแปร

ตารางผนวกที่ ข1 ความน่าจะเป็นที่ได้จากการคำนวณแผนการซักร้อยอย่าง

ขนาดรุ่นสินค้า (N)	400						
แผนการซักร้อยอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
ขนาดตัวอย่าง (n)	40	50	9	40	50	80	125
เลขการยอมรับ (c)	4	7	0	0	0	0	0
จำนวนชั้นของเสีย	ความน่าจะเป็นในการยอมรับ						
D	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1	1.000	1.000	0.978	0.900	0.875	0.800	0.688

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ขนาดรุ่นสินค้า (N)	400						
แผนการซักร้อยอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
ขนาดตัวอย่าง (n)	40	50	9	40	50	80	125
เลขการยอมรับ (c)	4	7	0	0	0	0	0
จำนวนชั้นของเสีย	ความน่าจะเป็นในการยอมรับ						

D	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)
2	1.000	1.000	0.955	0.810	0.765	0.640	0.472
3	1.000	1.000	0.934	0.728	0.669	0.511	0.324
4	1.000	1.000	0.913	0.655	0.585	0.408	0.222
5	1.000	1.000	0.892	0.589	0.511	0.326	0.152
3	1.000	1.000	0.872	0.529	0.446	0.260	0.104
4	1.000	1.000	0.852	0.475	0.390	0.207	0.071
5	1.000	1.000	0.832	0.427	0.340	0.165	0.048
6	0.999	1.000	0.813	0.384	0.297	0.131	0.033
7	0.999	1.000	0.794	0.344	0.259	0.104	0.022
8	0.998	1.000	0.776	0.309	0.226	0.083	0.015
9	0.996	1.000	0.758	0.277	0.197	0.066	0.010
10	0.994	1.000	0.741	0.249	0.171	0.052	0.007
11	0.992	1.000	0.723	0.223	0.149	0.041	0.005
12	0.989	1.000	0.706	0.200	0.130	0.033	0.003
13	0.985	1.000	0.690	0.179	0.113	0.026	0.002
14	0.980	1.000	0.674	0.160	0.098	0.021	0.001
15	0.975	0.999	0.658	0.144	0.085	0.016	0.001
16	1.000	1.000	0.934	0.728	0.669	0.511	0.324
17	1.000	1.000	0.913	0.655	0.585	0.408	0.222

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ขนาดรุ่นสินค้า (N)	400						
แผนการชักตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
ขนาดตัวอย่าง (n)	40	50	9	40	50	80	125
เลขการยอมรับ (c)	4	7	0	0	0	0	0
จำนวนชั้นของเสีย	ความน่าจะเป็นในการยอมรับ						

D	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)
18	1.000	1.000	0.892	0.589	0.511	0.326	0.152
19	0.969	0.999	0.642	0.129	0.074	0.013	0.001
20	0.961	0.999	0.627	0.115	0.065	0.010	0.000
21	0.953	0.998	0.612	0.103	0.056	0.008	0.000
22	0.943	0.997	0.598	0.092	0.049	0.006	0.000
23	0.933	0.996	0.584	0.082	0.042	0.005	0.000
24	0.921	0.995	0.570	0.074	0.037	0.004	0.000
25	0.909	0.993	0.556	0.066	0.032	0.003	0.000
26	0.895	0.991	0.543	0.059	0.028	0.002	0.000
27	0.881	0.988	0.530	0.052	0.024	0.002	0.000
28	0.865	0.985	0.517	0.047	0.021	0.002	0.000
29	0.849	0.982	0.504	0.042	0.018	0.001	0.000
30	0.832	0.977	0.492	0.037	0.015	0.001	0.000
31	0.814	0.973	0.480	0.033	0.013	0.001	0.000
32	0.796	0.967	0.468	0.030	0.012	0.001	0.000
33	0.776	0.961	0.457	0.026	0.010	0.000	0.000
34	0.757	0.953	0.446	0.024	0.009	0.000	0.000
35	0.736	0.945	0.435	0.021	0.007	0.000	0.000
36	0.716	0.937	0.424	0.019	0.006	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ขนาดรุ่นสินค้า (N)	400						
แผนการชักตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
ขนาดตัวอย่าง (n)	40	50	9	40	50	80	125
เลขการยอมรับ (c)	4	7	0	0	0	0	0
จำนวนชั้นของเสีย	ความน่าจะเป็นในการยอมรับ						

D	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)
37	0.695	0.927	0.414	0.017	0.006	0.000	0.000
38	0.673	0.916	0.403	0.015	0.005	0.000	0.000
39	0.652	0.905	0.393	0.013	0.004	0.000	0.000
40	0.630	0.892	0.384	0.012	0.004	0.000	0.000
41	0.609	0.879	0.374	0.010	0.003	0.000	0.000
42	0.587	0.865	0.365	0.009	0.003	0.000	0.000
43	0.565	0.850	0.355	0.008	0.002	0.000	0.000
44	0.544	0.835	0.346	0.007	0.002	0.000	0.000
45	0.522	0.818	0.338	0.006	0.002	0.000	0.000
46	0.501	0.801	0.329	0.006	0.001	0.000	0.000
47	0.480	0.783	0.321	0.005	0.001	0.000	0.000
48	0.460	0.764	0.313	0.005	0.001	0.000	0.000
49	0.440	0.745	0.305	0.004	0.001	0.000	0.000
50	0.420	0.726	0.297	0.004	0.001	0.000	0.000
51	0.401	0.706	0.289	0.003	0.001	0.000	0.000
52	0.382	0.685	0.282	0.003	0.001	0.000	0.000
53	0.363	0.664	0.274	0.002	0.000	0.000	0.000
54	0.345	0.643	0.267	0.002	0.000	0.000	0.000
55	0.328	0.622	0.260	0.002	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ขนาดรุ่นสินค้า (N)	400						
แผนการชักตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
ขนาดตัวอย่าง (n)	40	50	9	40	50	80	125
เลขการยอมรับ (c)	4	7	0	0	0	0	0
จำนวนชั้นของเสีย	ความน่าจะเป็นในการยอมรับ						

D	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)
56	0.311	0.601	0.254	0.002	0.000	0.000	0.000
57	0.295	0.579	0.247	0.002	0.000	0.000	0.000
58	0.279	0.558	0.240	0.001	0.000	0.000	0.000
59	0.264	0.536	0.234	0.001	0.000	0.000	0.000
60	0.250	0.515	0.228	0.001	0.000	0.000	0.000
61	0.236	0.494	0.222	0.001	0.000	0.000	0.000
62	0.222	0.473	0.216	0.001	0.000	0.000	0.000
63	0.209	0.452	0.210	0.001	0.000	0.000	0.000
64	0.197	0.432	0.205	0.001	0.000	0.000	0.000
65	0.185	0.412	0.199	0.001	0.000	0.000	0.000
66	0.174	0.392	0.194	0.000	0.000	0.000	0.000
67	0.163	0.373	0.189	0.000	0.000	0.000	0.000
68	0.153	0.355	0.183	0.000	0.000	0.000	0.000
69	0.143	0.336	0.178	0.000	0.000	0.000	0.000
70	0.134	0.319	0.174	0.000	0.000	0.000	0.000
71	0.125	0.302	0.169	0.000	0.000	0.000	0.000
72	0.117	0.285	0.164	0.000	0.000	0.000	0.000
73	0.109	0.269	0.160	0.000	0.000	0.000	0.000
74	0.102	0.253	0.155	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ขนาดรุ่นสินค้า (N)	400						
แผนการชักตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
ขนาดตัวอย่าง (n)	40	50	9	40	50	80	125
เลขการยอมรับ (c)	4	7	0	0	0	0	0
จำนวนชั้นของเสีย	ความน่าจะเป็นในการยอมรับ						

D	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)
75	0.095	0.239	0.151	0.000	0.000	0.000	0.000
76	0.088	0.224	0.147	0.000	0.000	0.000	0.000
77	0.082	0.211	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000
78	0.076	0.198	0.139	0.000	0.000	0.000	0.000
79	0.071	0.185	0.135	0.000	0.000	0.000	0.000
80	0.066	0.173	0.131	0.000	0.000	0.000	0.000
81	0.061	0.162	0.127	0.000	0.000	0.000	0.000
82	0.056	0.151	0.124	0.000	0.000	0.000	0.000
83	0.052	0.141	0.120	0.000	0.000	0.000	0.000
84	0.048	0.131	0.117	0.000	0.000	0.000	0.000
85	0.045	0.122	0.114	0.000	0.000	0.000	0.000
86	0.041	0.113	0.110	0.000	0.000	0.000	0.000
87	0.038	0.105	0.107	0.000	0.000	0.000	0.000
88	0.035	0.097	0.104	0.000	0.000	0.000	0.000
89	0.032	0.090	0.101	0.000	0.000	0.000	0.000
90	0.030	0.083	0.098	0.000	0.000	0.000	0.000
91	0.027	0.077	0.095	0.000	0.000	0.000	0.000
92	0.025	0.071	0.093	0.000	0.000	0.000	0.000
93	0.023	0.065	0.090	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ขนาดรุ่นสินค้า (N)	400						
แผนการชักตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
ขนาดตัวอย่าง (n)	40	50	9	40	50	80	125
เลขการยอมรับ (c)	4	7	0	0	0	0	0
จำนวนชั้นของเสีย	ความน่าจะเป็นในการยอมรับ						

D	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)	P(a)
94	0.021	0.060	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000
95	0.019	0.055	0.085	0.000	0.000	0.000	0.000
96	0.018	0.051	0.082	0.000	0.000	0.000	0.000
97	0.016	0.046	0.080	0.000	0.000	0.000	0.000
98	0.015	0.043	0.077	0.000	0.000	0.000	0.000
99	0.013	0.039	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000
100	0.012	0.036	0.073	0.000	0.000	0.000	0.000

การคำนวณคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality)

สมการ

$$AOQL = \frac{p_a \cdot p_m \cdot (N - n)}{N}$$

คำนวณโดยใช้โปรแกรม excel เวอร์ชัน 2010 ค่าที่ได้จากการคำนวณแสดงดังตารางผนวกที่ ข.2

ตารางผนวกที่ ข2 คุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณ

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6	
		D	P	n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ
0.00	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
2.00	0.005	1.000	0.005	0.810	0.004	1.000	0.005	0.765	0.004	0.640	0.003	0.472	0.002
4.00	0.010	1.000	0.010	0.655	0.007	1.000	0.010	0.585	0.006	0.408	0.004	0.222	0.002
6.00	0.015	1.000	0.015	0.529	0.008	1.000	0.015	0.446	0.007	0.260	0.004	0.104	0.002
8.00	0.020	1.000	0.020	0.427	0.009	1.000	0.020	0.340	0.007	0.165	0.003	0.048	0.001
10.00	0.025	0.999	0.025	0.344	0.009	1.000	0.025	0.259	0.006	0.104	0.003	0.022	0.001
12.00	0.030	0.996	0.030	0.277	0.008	1.000	0.030	0.197	0.006	0.066	0.002	0.010	0.000
14.00	0.035	0.992	0.035	0.223	0.008	1.000	0.035	0.149	0.005	0.041	0.001	0.005	0.000
16.00	0.040	0.985	0.039	0.179	0.007	1.000	0.040	0.113	0.005	0.026	0.001	0.002	0.000
18.00	0.045	0.975	0.044	0.144	0.006	0.999	0.045	0.085	0.004	0.016	0.001	0.001	0.000
20.00	0.050	0.961	0.048	0.115	0.006	0.999	0.050	0.065	0.003	0.010	0.001	0.000	0.000
22.00	0.055	0.943	0.052	0.092	0.005	0.997	0.055	0.049	0.003	0.006	0.000	0.000	0.000
24.00	0.060	0.921	0.055	0.074	0.004	0.995	0.060	0.037	0.002	0.004	0.000	0.000	0.000
26.00	0.065	0.895	0.058	0.059	0.004	0.991	0.064	0.028	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000
28.00	0.070	0.865	0.061	0.047	0.003	0.985	0.069	0.021	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000
30.00	0.075	0.832	0.062	0.037	0.003	0.977	0.073	0.015	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
32.00	0.080	0.796	0.064	0.030	0.002	0.967	0.077	0.012	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
------------------	----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

D	P	n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0	AOQ
34.00	0.085	0.757	0.064	0.024	0.002	0.953	0.081	0.009	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
36.00	0.090	0.716	0.064	0.019	0.002	0.937	0.084	0.006	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
38.00	0.095	0.673	0.064	0.015	0.001	0.916	0.087	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40.00	0.100	0.630	0.063	0.012	0.001	0.892	0.089	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
42.00	0.105	0.587	0.062	0.009	0.001	0.865	0.091	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
44.00	0.110	0.544	0.060	0.007	0.001	0.835	0.092	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46.00	0.115	0.501	0.058	0.006	0.001	0.801	0.092	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48.00	0.120	0.460	0.055	0.005	0.001	0.764	0.092	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50.00	0.125	0.420	0.052	0.004	0.000	0.726	0.091	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52.00	0.130	0.382	0.050	0.003	0.000	0.685	0.089	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
54.00	0.135	0.345	0.047	0.002	0.000	0.643	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
56.00	0.140	0.311	0.044	0.002	0.000	0.601	0.084	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
58.00	0.145	0.279	0.041	0.001	0.000	0.558	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60.00	0.150	0.250	0.037	0.001	0.000	0.515	0.077	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
62.00	0.155	0.222	0.034	0.001	0.000	0.473	0.073	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
64.00	0.160	0.197	0.031	0.001	0.000	0.432	0.069	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
66.00	0.165	0.174	0.029	0.000	0.000	0.392	0.065	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6	
		n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0	AOQ
68.00	0.170	0.153	0.026	0.000	0.000	0.355	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70.00	0.175	0.134	0.023	0.000	0.000	0.319	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

72.00	0.180	0.117	0.021	0.000	0.000	0.285	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
74.00	0.185	0.102	0.019	0.000	0.000	0.253	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
76.00	0.190	0.088	0.017	0.000	0.000	0.224	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
78.00	0.195	0.076	0.015	0.000	0.000	0.198	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80.00	0.200	0.066	0.013	0.000	0.000	0.173	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
82.00	0.205	0.056	0.012	0.000	0.000	0.151	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
84.00	0.210	0.048	0.010	0.000	0.000	0.131	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
86.00	0.215	0.041	0.009	0.000	0.000	0.113	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
88.00	0.220	0.035	0.008	0.000	0.000	0.097	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90.00	0.225	0.030	0.007	0.000	0.000	0.083	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
92.00	0.230	0.025	0.006	0.000	0.000	0.071	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
94.00	0.235	0.021	0.005	0.000	0.000	0.060	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96.00	0.240	0.018	0.004	0.000	0.000	0.051	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
98.00	0.245	0.015	0.004	0.000	0.000	0.043	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100.00	0.250	0.012	0.003	0.000	0.000	0.036	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6	
		n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0	AOQ
102.00	0.255	0.010	0.003	0.000	0.000	0.030	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
104.00	0.260	0.008	0.002	0.000	0.000	0.025	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
106.00	0.265	0.007	0.002	0.000	0.000	0.020	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
108.00	0.270	0.006	0.002	0.000	0.000	0.017	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110.00	0.275	0.005	0.001	0.000	0.000	0.014	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

112.00	0.280	0.004	0.001	0.000	0.000	0.011	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
114.00	0.285	0.003	0.001	0.000	0.000	0.009	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
116.00	0.290	0.003	0.001	0.000	0.000	0.007	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
118.00	0.295	0.002	0.001	0.000	0.000	0.006	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120.00	0.300	0.002	0.001	0.000	0.000	0.005	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
122.00	0.305	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
124.00	0.310	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
126.00	0.315	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
128.00	0.320	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130.00	0.325	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
132.00	0.330	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
134.00	0.335	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6	
		n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0	AOQ
136.00	0.340	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
138.00	0.345	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140.00	0.350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
142.00	0.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
144.00	0.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
146.00	0.365	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
148.00	0.370	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150.00	0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

152.00	0.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
154.00	0.385	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
156.00	0.390	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
158.00	0.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160.00	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
162.00	0.405	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
164.00	0.410	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
166.00	0.415	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
168.00	0.420	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		
		D	P	n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0
170.00	0.425	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
172.00	0.430	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
174.00	0.435	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
176.00	0.440	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
178.00	0.445	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180.00	0.450	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
182.00	0.455	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
184.00	0.460	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
186.00	0.465	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
188.00	0.470	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190.00	0.475	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

192.00	0.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
194.00	0.485	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
196.00	0.490	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
198.00	0.495	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
200.00	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
202.00	0.505	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		
		D	P	n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0
204.00	0.510	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
206.00	0.515	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
208.00	0.520	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
210.00	0.525	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
212.00	0.530	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
214.00	0.535	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
216.00	0.540	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
218.00	0.545	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
220.00	0.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
222.00	0.555	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
224.00	0.560	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
226.00	0.565	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
228.00	0.570	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
230.00	0.575	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

232.00	0.580	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
234.00	0.585	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
236.00	0.590	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		
		D	P	n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0
238.00	0.595	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
240.00	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
242.00	0.605	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
244.00	0.610	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
246.00	0.615	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
248.00	0.620	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
250.00	0.625	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
252.00	0.630	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
254.00	0.635	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
256.00	0.640	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
258.00	0.645	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
260.00	0.650	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
262.00	0.655	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
264.00	0.660	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
266.00	0.665	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
268.00	0.670	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
270.00	0.675	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6	
		n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0	AOQ
272.00	0.680	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
274.00	0.685	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
276.00	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
278.00	0.695	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
280.00	0.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
282.00	0.705	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
284.00	0.710	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
286.00	0.715	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
288.00	0.720	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
290.00	0.725	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
292.00	0.730	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
294.00	0.735	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
296.00	0.740	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
298.00	0.745	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
300.00	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
302.00	0.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
304.00	0.760	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		
		D	P	n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0
306.00	0.765	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
308.00	0.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
310.00	0.775	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
312.00	0.780	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
314.00	0.785	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
316.00	0.790	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
318.00	0.795	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
320.00	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
322.00	0.805	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
324.00	0.810	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
326.00	0.815	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
328.00	0.820	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
330.00	0.825	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
332.00	0.830	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
334.00	0.835	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
336.00	0.840	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
338.00	0.845	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		
		D	P	n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0
340.00	0.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

342.00	0.855	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
344.00	0.860	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
346.00	0.865	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
348.00	0.870	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
350.00	0.875	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
352.00	0.880	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
354.00	0.885	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
356.00	0.890	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
358.00	0.895	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
360.00	0.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
362.00	0.905	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
364.00	0.910	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
366.00	0.915	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
368.00	0.920	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
370.00	0.925	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
372.00	0.930	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จำนวนชิ้นของเสีย	สัดส่วนของเสีย	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6	
		n=40,c=4	AOQ	n=40,c=0	AOQ	n=50,c=7	AOQ	n=50,c=0	AOQ	n=80,c=0	AOQ	n=125,c=0	AOQ
374.00	0.935	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
376.00	0.940	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
378.00	0.945	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
380.00	0.950	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

382.00	0.955	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
384.00	0.960	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
386.00	0.965	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
388.00	0.970	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
390.00	0.975	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
392.00	0.980	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
394.00	0.985	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
396.00	0.990	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
398.00	0.995	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



ตารางผนวกที่ ค1 รหัสขนาดตัวอย่างของมาตรฐาน MIL-STD-105E

ขนาดของลอตหรือแบตช์			ระดับการตรวจสอบพิเศษ				ระดับการตรวจสอบทั่วไป		
			S1	S2	S3	S4	GI	GII	GIII
2	ถึง	8	A	A	A	A	A	A	B
9	ถึง	15	A	A	A	A	A	B	C
16	ถึง	25	A	A	B	B	B	C	D
26	ถึง	50	A	B	B	C	C	D	E
51	ถึง	90	B	B	C	C	C	E	F
91	ถึง	150	B	B	C	D	D	F	G
151	ถึง	280	B	C	D	E	E	G	H
281	ถึง	500	B	C	D	E	F	H	J
501	ถึง	1200	C	C	E	F	G	J	K
1201	ถึง	3200	C	D	E	G	H	K	L
3201	ถึง	10000	C	D	F	G	J	L	M
10001	ถึง	35000	C	D	F	H	K	M	N
35001	ถึง	150000	D	E	G	J	L	N	P
150001	ถึง	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001		ขึ้นไป	D	E	H	K	N	Q	R

อักษร รหัส	ขนาด สิ่งตัวอย่าง	AQL (การตรวจสอบแบบปกติ)																									
		0.010	0.015	0.025	0.40	0.65	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
A	2														18				42	69	97	160	220	330	470	730	1100
B	3														12			28	46	65	110	150	220	310	490	720	1100
C	5													7.4			17	27	39	63	90	130	190	290	430	660	
D	8											4.8				11	17	24	40	56	82	120	180	270	410		
E	13										2.8				6.5	11	15	24	34	50	72	110	170	250			
F	20										1.8			4.2	6.9	9.7	16	22	33	47	73						
G	32									1.2			2.6	4.3	6.1	9.9	14	21	29	46							
H	50								0.74			1.7	2.7	3.9	6.3	9	13	19	29								
J	80							0.46			1.1	1.7	2.4	4	5.6	6.2	12	18									
K	125					0.29				0.67	1.1	1.6	2.5	3.5	5.2	7.5	12										
L	200				0.18				0.42	0.69	0.97	1.6	2.2	3.3	4.7	7.3											
M	315			0.12				0.27	0.44	0.62	1	1.4	2.1	3	4.7												
N	500			0.074			0.17	0.27	0.39	0.63	0.9	1.3	1.9	2.9													
P	800		0.046			0.11	0.17	0.24	0.40	0.56	0.82	1.2	1.8														
Q	1250	0.029		0.067	0.11	0.16	0.25	0.36	0.52	0.75	1.2																
R	2000			0.042	0.069	0.097	0.16	0.22	0.33	0.47	0.73																

*หมายเหตุ สำหรับค่า A.O.Q.L ที่แน่นอน หาได้จากการคูณค่าข้างบนด้วยแฟกเตอร์

1- ขนาดตัวอย่าง

ขนาดสุดท้าย



ภาคผนวก ง
แผนการชักตัวอย่างที่มีเลขการยอมรับเท่ากับศูนย์

ตารางผนวกที่ ง1 แผนการสุ่มตัวอย่างชนิด c = 0

			ค่าดัชนี (AQLs)															
			0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10.0
ขนาดของล็อต			ขนาดตัวอย่าง															
2	ถึง	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	3	2	2	
9	ถึง	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13	8	5	3	2	2
16	ถึง	25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	13	8	5	3	3	2
26	ถึง	50	*	*	*	*	*	*	*	*	32	20	13	8	5	5	5	3
51	ถึง	90	*	*	*	*	*	*	80	50	32	20	13	8	7	6	5	4
91	ถึง	150	*	*	*	*	*	125	80	50	32	20	13	12	11	7	6	5
151	ถึง	280	*	*	*	*	200	125	80	50	32	20	20	19	13	10	7	6
281	ถึง	500	*	*	*	315	200	125	80	50	48	47	29	21	16	11	9	7
501	ถึง	1200	*	800	500	315	200	125	80	75	73	47	34	27	19	15	11	8
1201	ถึง	3200	1250	800	500	315	200	125	120	116	73	53	42	35	23	18	13	9
3201	ถึง	10,000	1250	800	500	315	200	192	189	116	86	68	50	38	29	22	15	9
10,001	ถึง	35,000	1250	800	500	315	200	294	189	135	108	77	60	46	35	29	15	9
35,001	ถึง	150,000	1250	800	500	490	476	294	218	170	123	96	74	56	40	29	15	9
150,001	ถึง	500,000	1250	800	750	715	476	345	270	200	156	119	90	64	40	29	15	9
500,001	ขึ้นไป		1250	1200	1112	715	556	435	303	244	189	143	102	64	40	29	15	9

*บ่งบอกว่าจำนวนทั้งหมดในล็อตต้องถูกตรวจสอบ หมายเหตุ เลขแห่งการยอมรับเป็นศูนย์ทุกกรณี

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวทิพวรรณ วรรณดี
เกิดวันที่	6 กันยายน 2529
สถานที่เกิด	จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(เทคโนโลยีทางเคมีและฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วท.ม.(การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	- ผู้ช่วยวิจัยโครงการวิจัย การพัฒนาโซ่อุปทาน และตลาดสินค้าเกษตร และอาหารสัญลักษณ์ Q อย่างยั่งยืน ทุนวิจัยสำนักงานคณะกรรมการการ วิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประวัติการทำงาน	- เทคนิควิจัย การห่อหุ้มอนุภาคนาโนของสารสกัดใบบัวบกด้วยพอลิ แลคติกแอซิด - เจ้าหน้าที่ฝ่ายประกันคุณภาพ (ระบบควบคุมคุณภาพและกฎหมาย อาหาร) บริษัท วิตวู๊ด ฟู้ด โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด - ผู้ช่วยวิจัย โครงการศึกษาแนวทางปฏิบัติการซักรับอย่างสินค้าเกษตร เพื่อการตรวจสอบด้านสุขอนามัยพืช ทุนวิจัยสำนักกำหนดมาตรฐานสินค้า และระบบคุณภาพและสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร แห่งชาติ
ประวัติการอบรม	- Introduction Nanotechnology from National Nanotechnology Center - Requirement ISO 9001:2000 and ISO 9001:2008 - GMP and HACCP Systems - BRC issue 5 - Food Safety and food defense - PL Law - Introduction of AIB Standard. - Sampling Plan Workshop