เกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชผัก ในโรงเรือนแอโรโปนิกส์

Good Agricultural Practice (GAP) manual for net house vegetables production in aeroponic system

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พิมพ์ครั้งที่ 1: 9 กันยายน 2564
จำนวน 100 เล่ม
ลิขสิทธิ์ของกรมวิชาการเกษตร

อรทัย วงค์เมธา เกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชผักในโรงเรือนแอโรโปนิกส์
--พิมพ์ครั้งที่ 1 -- กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 2564
54 หน้า
1. เกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชผักในโรงเรือนแอโรโปนิกส์

คณะผู้จัดทำ
ที่ปรึกษา: ศิริพร วรกุลดำรงชัย ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชสวน
จงรัก อิ่มใจ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

ผู้เรียบเรียง: อรทัย วงค์เมธา นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

ออกแบบปก: อัจจิมา ณ จินดา

จัดทำต้นฉบับ: อรทัย วงค์เมธา ทิพยาภรณ์ พุทธรักษา อนุภพ เผือกผ่อง
อรอนงค์ สว่างสุริยะวงศ์ เลิศวิริยะกุล ชัยยา

จัดพิมพ์โดย: ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

พิมพ์ที่: ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่
โทร. 053-114133-36

การอ้างอิง: อรทัย วงค์เมธา. 2564. เกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชผักในโรงเรือนแอโรโปนิกส์. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. เชียงใหม่. 54 หน้า.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 ม.12 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230
โทร. 053-114133-36 **โทรสาร.** 053-114072 **อีเมลล์.** agriculture_24@hotmail.com
เว็บไซต์. http:// https://www.doa.go.th/hc/cmrarc/

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบคุณ นางสาวจงรัก อิ่มใจ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ นางสาวฉัตต์นภา ข่มอาวุธ ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัย และฝ่ายบริหาร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ

ขอขอบคุณ นักวิชาการเกษตร และเจ้าหน้าที่จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ที่ให้ข้อมูล จัดทำข้อมูล แก้ไข และเพิ่มเติมข้อมูลให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณนายสัจจะ ประสงค์ทรัพย์ หัวหน้าโครงวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน ที่ประสานงาน และจัดทำเอกสาร เรื่อง เกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชผักในโรงเรือนแอโรโปนิกส์

ท้ายนี้ขอขอบคุณ กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการจัดทำเอกสารวิชาการจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำ
9 กันยายน 2564

คำนำ

พืชผักมีความสำคัญด้านคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจภายในประเทศและเป็นสินค้าส่งออก ก่อให้เกิดมูลค่างทางเศรษฐกิจไม่น้อยกว่า 19,000 ล้านบาทต่อปี เนื่องจากปัจจุบันมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการบริโภคพืชผักเพิ่มขึ้นด้วย แต่ที่ดินเพื่อใช้ในการเกษตรลดจำนวนลง และถูกนำไปใช้เพื่อการสร้างที่อยู่อาศัยมากขึ้น นอกจากนี้คุณภาพของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกมีคุณภาพต่ำ เนื่องจากขาดแร่ธาตุและสารอาหาร มีความเป็นกรดและความเค็มสูง มีการระบาดของโรคและแมลง พบการตกค้างของสารพิษจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณของผลผลิตได้ตามต้องการ ประกอบกับปัญหาด้านการขาดแคลนแรงงาน อัตราค่าแรงเพิ่มสูงขึ้น และด้านกายภาพของพื้นที่เพาะปลูก มีพื้นที่จำกัด และลาดชัน บางพื้นที่มีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งขาดแคลนน้ำ และบางพื้นที่มีสภาพภูมิอากาศหนาวเย็น เป็นต้น จึงได้นำเทคโนโลยีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน (soilless culture) โดยการปลูกพืชระบบรากลอยอยู่ในอากาศ หรือ ระบบแอโรโปนิกส์ (aeroponic culture) มาใช้เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว

การปลูกด้วยวิธีการนี้จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งเป็นการช่วยลดการใช้แรงงาน ลดการใช้ปุ๋ย และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช พืชผักที่สามารถใช้วิธีปลูกแบบแอโรโปนิกส์ ได้แก่ มันฝรั่ง แครอท หน่อไม้ฝรั่ง กะเพรา บล็อกโคลี่ ข้าวโพด แตงกวา ผักกาดขาวปลี ผักกาดหอม แรดิช หอมแดง สตรอเบอร์รี่ มะเขือเทศ และ โสม เป็นต้น

เกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชผักในโรงเรือนแอโรโปนิกส์ จะเป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการ เกษตรกร และผู้ที่สนใจการผลิตพืชผักในระบบแอโรโปนิกส์ภายใต้โรงเรือนป้องกันแมลง นำไปศึกษาต่อยอดในการผลิตพืชผักให้มีคุณภาพดีปลอดโรคแมลงในประเทศไทยต่อไป

ผู้จัดทำ
9 กันยายน 2564

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
คำนำ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VI
1. สถานที่ตั้งโรงเรือน	2
1.1 สภาพพื้นที่	2
1.2 แหล่งน้ำ	2
1.3 สภาพภูมิอากาศ	4
2. รูปแบบและโครงสร้างโรงเรือน	4
2.1 รูปแบบโรงเรือน	5
2.2 โครงสร้างโรงเรือน	5
2.3 สุขาภิบาลในโรงเรือน	9
2.4 การออกแบบ และการสร้างกระบะปลูกพืชแอโรโปนิกส์	9
2.5 ระบบควบคุมภายในโรงเรือน	13
3. พืช	15
3.1 ชนิดพืช	15
3.2 พันธุ์	15
4. การปลูกและการดูแลรักษา	15
4.1 การเตรียมหัวพันธุ์ และต้นพันธุ์มันฝรั่ง	15
4.2 วิธีการปลูก	20
4.3 การทำค้าง หรือการพยุงต้น	20
4.4 การใส่ปุ๋ย	20
4.5 การให้น้ำ	24
5. สุขลักษณะและความสะอาด (คน เครื่องมือ การปฏิบัติงาน และความปลอดภัย)	25
6. ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด	25
6.1 โรคพืช	25
6.2 แมลง ไร และสัตว์ศัตรูพืช	26
6.3 วัชพืช	27
6.4 คำแนะนำการใช้สารเคมี และอุปกรณ์การพ่นสารเคมี	27
7. การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว	27
7.1 ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม	27
7.2 วิธีการเก็บเกี่ยว	27
7.3 การคัดเกรดหรือคัดแยก และการบรรจุ	28
7.4 การเก็บรักษา	28
7.5 การขนส่ง	29
8. เกณฑ์คุณภาพการผลิต	30

สารบัญ

	หน้า
9. การบันทึกข้อมูล	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	47

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในดินปลูกภายใต้โรงเรือนกันแมลง	18
2	สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิกส์ ช่วงเริ่มปลูก ถึง 1.5 เดือน	20
3	สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในระบบแอโรโปนิกส์ ช่วงอายุ 1.5 เดือน–เก็บเกี่ยว	21
4	ช่วงเวลาการให้น้ำ, ค่า pH และ EC ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตหลังย้ายปลูกของการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิกส์	22
5	การเตรียมสารละลาย A และสารละลาย B สำหรับการปลูกพืชไร้ดินแอโรโปนิกส์	23
6	การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช สำหรับทดแทนสารแอมโมเนียมไนเตรท (NH4NO3)	24
7	การจัดขนาดของหัวพันธุ์มันฝรั่ง	28
8	รายการและข้อกำหนดของการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตพืชผักในโรงเรือน	31

สารบัญภาพ

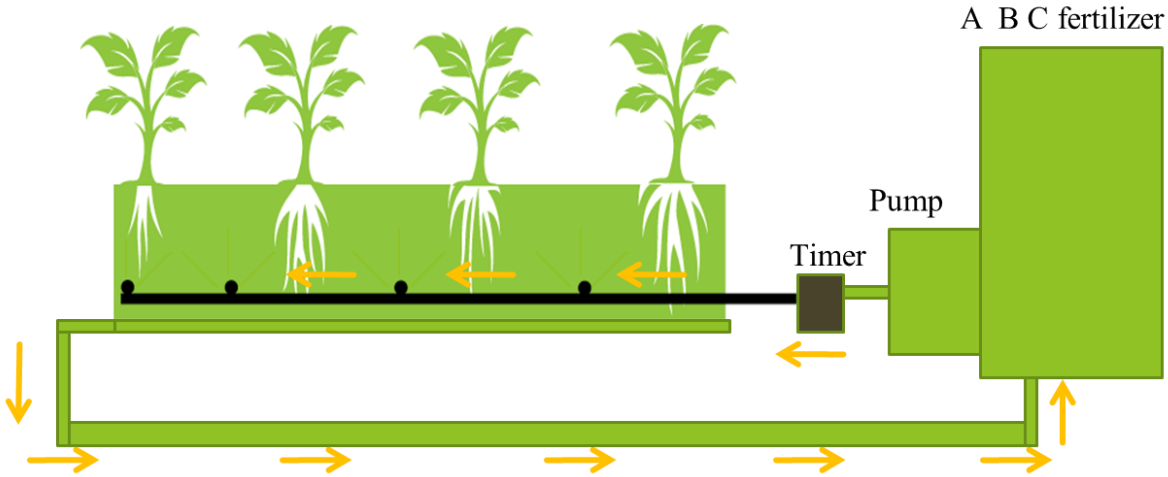
ภาพที่		หน้า
1	การให้สารละลายธาตุอาหารพืชในระบบแอโรโปนิกส์	2
2	วัสดุอุปกรณ์ในการจัดการน้ำและปุ๋ย ก่อนเข้านำเข้าระบบแอโรโปนิกส์	3
3	การออกแบบและโครงสร้างโรงเรือน	7
4	การวางแนวประตูโรงเรือน	9
5	การวางแนวกระบะปลูกแอโรโปนิกส์	10
6	โครงสร้างการสร้างกระบะปลูกและการวางระบบน้ำภายในกระบะปลูกแอโรโปนิกส์	11
7	การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงภายในโรงเรือน	14
8	การเตรียมกระบะปลูก และวัสดุปลูกต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือนกันแมลง	16
9	การผลิตต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือนกันแมลง	17
10	การเตรียมต้นกล้ามันฝรั่งเพื่อย้ายปลูกในระบบแอโรโปนิกส์	19
11	ลักษณะการทำค้างพยุงต้นพืช	20
12	ระยะการเจริญเติบโตของมันฝรั่งและชนิดของแมลงที่เข้าทำลาย	26
13	การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว	29
14	การขนส่งหัวพันธุ์มันฝรั่งของเกษตรกรจากแหล่งรับซื้อไปโรงเก็บรักษา	30

เกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชผักในโรงเรือนแอโรโปนิกส์

พืชผักมีความสำคัญด้านคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจภายในประเทศและเป็นสินค้าส่งออก สำหรับการส่งออกผักและผลิตภัณฑ์ผักแปรรูปของประเทศไทยมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี และมีมูลค่าการส่งออกในแต่ละปีไม่ต่ำกว่า 19,000 ล้านบาท ซึ่งตลาดส่งออกผักสดและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของไทย ได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ไต้หวัน อังกฤษ อินโดนีเซีย เนเธอร์แลนด์ มาเลเซีย เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามมูลค่าการนำเข้าผักสดและผลิตภัณฑ์ในแต่ละปีสูงถึง 8,000 ล้านบาท โดยนำเข้าจากประเทศจีน สหรัฐอเมริกา และมาเลเซีย เป็นหลัก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555; สิรินาฏ, 2554) พืชผักประกอบด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ธาตุเหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ วิตามินซี และเส้นใยในปริมาณสูง (ไฉน, 2542) เนื่องจากปัจจุบันมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการบริโภคพืชผักเพิ่มขึ้น แต่ที่ดินเพื่อใช้ในการเกษตรลดจำนวนลง และถูกนำไปใช้เพื่อการสร้างที่อยู่อาศัยมากขึ้น คุณภาพของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกมีคุณภาพต่ำ เนื่องจากขาดแร่ธาตุและสารอาหาร มีความเป็นกรดและความเค็มสูง มีการระบาดของโรคและแมลง พบการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพ และปริมาณของผลผลิตได้ตามต้องการ นอกจากนี้ปัญหาด้านการขาดแคลนแรงงาน อัตราค่าแรงจ้างเหมาแรงงานสูงขึ้น ประกอบกับด้านกายภาพของพื้นที่เพาะปลูก มีพื้นที่จำกัด และมีความลาดชัน บางพื้นที่มีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งขาดแคลนน้ำ และบางพื้นที่มีสภาพภูมิอากาศหนาวเย็น เป็นต้น จึงได้มีการคิดค้นเทคโนโลยีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน (soilless culture) เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น การปลูกพืชระบบรากแช่ในน้ำ (hydroponic culture) การปลูกพืชระบบรากลอยอยู่ในอากาศ (aeroponic culture) เป็นต้น (ราเชนทร์, 2548)

การปลูกพืชระบบรากลอยในอากาศ หรือ ระบบแอโรโปนิกส์ หมายถึง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในลักษณะที่ให้รากของพืชแขวนลอยอยู่ในอากาศไม่ถูกยึดด้วยวัสดุปลูก หลักการของระบบนี้คือ เป็นการปลูกพืชโดยที่ส่วนของรากนั้นลอยอยู่ในอากาศ แล้วให้สารละลายธาตุอาหาร (nutrient solution) แก่พืชด้วยวิธีการฉีดพ่นสารละลายให้กลายเป็นฝอย (mist) หรือหมอก (aerosol) ไปที่รากพืชโดยตรงอย่างต่อเนื่อง หรือฉีดพ่นเป็นระยะ ๆ สารละลายที่เหลือจะไหลไปรวมกันที่ถังพัก เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (ภาพที่ 1) การปลูกพืชในระบบรากลอยอาจทำได้หลากหลายรูปแบบ เช่น แบบกล่องสี่เหลี่ยม แบบกระโจมสามเหลี่ยม เป็นต้น การปลูกพืชลักษณะนี้เป็นวิธีการที่ไม่ต้องเติมออกซิเจน (oxygen) หรืออากาศลงไปในสารละลายธาตุอาหาร รากของพืชนั้นจะได้รับปริมาณออกซิเจนอย่างเพียงพอตลอดเวลา จึงทำให้รากมีการเจริญเติบโต และแตกแขนงอย่างรวดเร็ว (สมศักดิ์, 2555; อภิรัฐ, 2555) พืชผักที่สามารถใช้วิธีปลูกแบบแอโรโปนิกส์ ได้แก่ มันฝรั่ง (อรทัย, 2562) แครอท (Yildiz *et al*., 2020) หน่อไม้ฝรั่ง กะเพรา บล็อกโคลี่ ข้าวโพด แตงกวา ผักกาดขาวปลี ผักกาดหอม แรดิชหอมแดง สตรอเบอร์รี่ มะเขือเทศ (Gurley, 2020) และ โสม (Song, 2021) เป็นต้น

การปลูกพืชในระบบแอโรโปนิกส์ภายใต้สภาพโรงเรือน จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งเป็นการช่วยลดการใช้แรงงาน ลดการใช้ปุ๋ย และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อให้การปลูกพืชในระบบดังกล่าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงเกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชผักในโรงเรือนแอโรโปนิกส์ ได้แก่ สถานที่ตั้งโรงเรือน รูปแบบและโครงสร้างโรงเรือน ชนิดพืช ขั้นตอนการปลูกและการดูแลรักษา สุขลักษณะและความสะอาด การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เกณฑ์คุณภาพการผลิต และ การบันทึกข้อมูล ดังนี้



ภาพที่ 1 การให้สารละลายธาตุอาหารพืชในระบบแอโรโปนิกส์ (สัจจะ และอรทัย, 2560)

1. สถานที่ตั้งโรงเรือน

ก่อนกำหนดที่ตั้งของสถานที่เพาะปลูก ควรสำรวจตรวจสอบขีดความสามารการรองรับปัจจัยพื้นฐานที่พืชต้องการ ได้แก่ น้ำ แสงแดด อากาศ ธาตุอาหาร รวมถึงปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่ควรนำมาพิจารณา

1.1 สภาพพื้นที่

1.1.1 ไม่เป็นพื้นที่ที่มีน้ำขัง

1.1.2 ใกล้แหล่งน้ำสะอาด และสะดวกต่อการนำมาใช้

1.1.3 ห่างไกลจากแหล่งมลพิษ

1.1.4 คำนึงถึงสภาพอากาศ เนื่องจากมีอิทธิผลต่อชนิดของพืชที่นำมาปลูก

1.1.5 คำนึงถึงบริเวณรอบที่ตั้งโรงเรือนกับทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงแดด ต้องไม่มีสิ่งปลูกสร้าง อาคาร หรือวัตถุอื่นใดบดบังแสงระหว่างช่วงเวลาตั้งแต่ 10 นาฬิกาเป็นต้นไป ถึงช่วงบ่าย

1.1.6 ควรมีการคมนาคมขนส่งสะดวก สามารถนำผลผลิตออกสู่ตลาดได้รวดเร็ว หากตั้งอยู่ระยะไกลย่อมส่งผลให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้น และเพิ่มเวลาในการขนส่ง อาจทำให้พืชผลเสียหายได้

1.2 แหล่งน้ำ

1.2.1 แหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต ต้องมาจากแหล่งน้ำที่ไม่มีสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตรายต่อผลผลิต กรณีที่แหล่งน้ำมีสภาพแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน ให้ทำการวิเคราะห์น้ำ โดยส่งตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ และเก็บผลการวิเคราะห์ไว้เป็นหลักฐาน

1.2.2 ไม่ใช้น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือกิจกรรมอื่น ๆ เช่น แหล่งชุมชน โรงพยาบาล ที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย กรณีจำเป็นต้องใช้น้ำจากแหล่งดังกล่าว ต้องมีหลักฐานหรือข้อพิสูจน์ที่ชัดเจนว่าน้ำนั้นได้ผ่านการบำบัดน้ำเสียแล้ว และสามารถนำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้

1.2.3 เก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง ในระยะเริ่มระบบการผลิต และในช่วงเวลาที่มีสภาพแวดล้อมเสี่ยงต่อการนำไปใช้ในการผลิต ส่งห้องปฏิบัติการของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย และเก็บผลวิเคราะห์น้ำไว้เป็นหลักฐาน

1.2.4 น้ำสำหรับละลายปุ๋ยและวัตถุอันตรายทางการเกษตร ต้องมีคุณภาพที่ไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการละลายปุ๋ยและวัตถุอันตรายทางการเกษตรลดลง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

1.2.5 ถ้าเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติจากภูเขา ต้องผ่านการกรอง เก็บใส่ถังขนาด 2,500 ลิตร ให้ตกตะกอนนาน 1–2 วัน ก่อนน้ำไปใช้ (ภาพที่ 2ก)

1.2.6 น้ำที่นำมาใช้ต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องโอโซน (ภาพที่ 2ข) (อรทัย, 2564)

1.2.7 น้ำไม่ควรมีปริมาณคลอรีนมากกว่า 2 ส่วนต่อล้านส่วน (ppm) เพราะจะส่งผลให้ปลายรากไหม้ โดยตัวบ่งชี้ปริมาณของเกลือในน้ำ คือ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) หากปริมาณเกลือมีมาก ค่า EC จะเพิ่มตามไปด้วย น้ำที่ใช้ในระบบแอโรโปนิกส์ควรมีค่า EC ไม่เกิน 1

1.2.8 สารละลายปุ๋ยที่ได้จากการผสม A B และ C เข้าด้วยกัน (ภาพที่ 2ค) ต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH ของน้ำอยู่ระหว่าง 5.5–6.5 หากน้ำมีค่า pH สูง (ด่าง) ให้ปรับค่าของน้ำโดยใช้ กรดไฮโดรคลอริก หรือ กรดไนตริก หากน้ำมีค่า pH ต่ำ (กรด) ให้ปรับค่าของน้ำโดยใช้ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Otazú, 2010; อรทัย, 2564) (ภาพที่ 2ง)

1.2.9 มีวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของพืช เพื่อลดการสูญเสียน้ำ ลดความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ปลูก และพื้นที่โดยรอบ

1.2.10 มีการจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน เพื่อลดความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ปลูก และพื้นที่โดยรอบ

1.2.11 บำรุงรักษาระบบการให้น้ำและดูแลให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

1.2.12 แหล่งน้ำสำหรับการเกษตร ไม่ควรเป็นแหล่งน้ำที่เกิดจากการทำลายสิ่งแวดล้อม

1.2.13 มีการอนุรักษ์แหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม

1.2.14 เปลี่ยนน้ำในระบบการปลูกแบบแอโรโปนิกส์เสมอ หากมีการนำกลับมาใช้ใหม่จะต้องมีระบบการลดปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และสารเคมี

1.2.15 น้ำสำหรับใช้ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำบริโภคหรือเทียบเท่า โดยให้ความสำคัญกับปัญหาการปนเปื้อนเป็นพิเศษในกรณี ดังต่อไปนี้

1) น้ำที่จะไปสัมผัสส่วนของผลผลิตที่บริโภคได้

2) ผลผลิตที่มีคุณลักษณะทางกายภาพที่ทำให้น้ำตกค้างอยู่ที่ผลผลิต เช่น ใบและผิวใบที่ไม่เรียบ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

(ก) ถังพักน้ำและสารละลายธาตุอาหาร

(ข) เครื่องโอโซนสำหรับฆ่าเชื้อในน้ำ

(ง) ปุ๋ย A, B และ C

(ค) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก กรดไนตริก และโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อปรับค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำ

(จ) อุปกรณ์วัดค่า pH ของน้ำ

(ฉ) อุปกรณ์วัดค่า EC ของน้ำ

ภาพที่ 2 วัสดุอุปกรณ์ในการจัดการน้ำและปุ๋ย ก่อนเข้านำเข้าระบบแอโรโปนิกส์ (อรทัย, 2564)

1.3 สภาพภูมิอากาศ

การปลูกพืชไร้ดินในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด จะต้องควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 25–35 °C ค่าความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60–80% ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชไร้ดิน (ธนากร, 2557)

พืชมันฝรั่งต้องอาศัยอุณหภูมิที่เย็นตลอดระยะเวลาการปลูก โดยมีอุณหภูมิช่วงกลางวันอยู่ระหว่าง 24–26 °C และกลางคืน 14–18 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิเหมาะที่สุดที่ลำต้นใต้ดินจะพัฒนาเป็นหัวมันฝรั่ง (tuberization) อย่างไรก็ตามอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนไม่ควรต่างกัน 10 °C ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงเก็บเกี่ยวต้องต่ำกว่า 28 °C และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ 65–70% ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 30 °C จะทำให้การพัฒนาของหัวลดลง เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลที่พืชสร้างขึ้นมาจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ และสำหรับการผลิตหัวพันธุ์หลัก (pre–basic seed production หรือ G0) ในระบบแอโรโปนิกส์ภายในกระบะปลูกคงความชุ่มชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ 95–100% (อรทัย, 2564)

2. รูปแบบ และโครงสร้างโรงเรือน

โครงสร้างพื้นฐานของโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชแอโรโปนิกส์ ควรคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ คือสภาพภูมิอากาศภายในโรงเรือนมักจะร้อน โรงเรือนที่มีหลังคาต่ำอุณหภูมิภายในจะอุ่นกว่าโรงเรือนที่มีหลังคาสูง การวางแนวของโรงเรือน จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการหลีกเลี่ยงความร้อนระหว่างวัน และพื้นที่สำหรับการก่อสร้างโรงเรือนควรมีการปรับระดับของพื้นที่ให้เหมาะสม ไม่มีต้นไม้หรือสิ่งปลูกสร้างและพืชผลโดยรอบ ต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน เช่น เหล็ก ปูนซีเมนต์ ไม้เนื้อแข็ง ไม้ไผ่ เป็นต้น มีหลังคารูปทรงเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ภูมิประเทศ สามารถป้องกันแสงแดด ฝน และลมแรงได้ ต้องมีทางระบายน้ำที่สะดวก หลังคาและด้านข้างของโรงเรือนมีการปิดทุกด้าน ระบบน้ำ และไฟฟ้าควรเข้าถึงได้

2.1 รูปแบบโรงเรือน

โรงเรือนเพาะปลูกทุก ๆ แห่ง จำเป็นต้องมีระบบระบายอากาศ ถ้าโรงเรือนเพาะปลูกปิดแน่น เมื่อแสงส่องเข้ามาภายในโรงเรือนด้วยระยะเวลาไม่นานอาจทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้ง่าย ทำให้พืชผลภายในโรงเรือนได้รับความเสียหาย ดังนั้นหลักการสำหรับการสร้างโรงเรือนควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ประกอบด้วย แสงแดด ความชื้น อุณหภูมิ ฝน ลม และการป้องกันแมลงศัตรูพืช เป็นต้น

2.1.1 การวางแนวโรงเรือน

การวางแนวของโรงเรือนควรวางแนวทิศตะวันออก–ตะวันตก จะทำให้ภายในโรงเรือนมีสภาพอากาศเย็นกว่าการวางแนวโรงเรือนทางทิศเหนือ–ใต้ (ภาพที่ 3ก)

2.1.2 โรงเรือนควรมีความสูง 2.5 เมตร ขึ้นไป เพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนลง หากโรงเรือนมีหลังคาต่ำจะทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูง

2.1.3 โครงสร้างหลังคา

2.1.3.1 หลังคาจั่วชั้นเดียว หรือหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ลักษณะหลังคาเป็นทรงหน้าจั่วสามเหลี่ยมยาวไปตลอดทั้งอาคารมีด้านปะทะลมสองด้านและด้านลาดชันสองด้าน ซึ่งองศาความลาดเอียงของทั้งสองฝั่งอาจจะเท่าหรือไม่เท่ากันก็ได้ เสาของโรงเรือนมีลักษณะเป็นเสาตรงทั้งหมด นิยมสร้างในต่างประเทศ ลักษณะหลังคาแบบนี้ทำให้อากาศภายในโรงเรือนร้อน เพราะมีพื้นที่รับความร้อนมาก มีข้อดีคือ ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อย การก่อสร้างง่าย เพราะไม่ต้องมีส่วนที่โค้งหรือส่วนที่ยื่นออกมา และควบคุมอุณหภูมิง่ายหากเป็นระบบปิด แต่มีข้อเสียคือ มีพื้นที่ภายในค่อนข้างจำกัด และอุณหภูมิภายในค่อนข้างสูง (ภาพที่ 3ข)

2.1.3.2 หลังคาจั่วสองชั้น ลักษณะหลังคาเป็นทรงจั่วแต่มีสองชั้น โดยเพิ่มจั่วยกสูงขึ้นอีกชั้นระหว่างชั้นเปิดโล่ง ให้มีการระบายอากาศดีขึ้น เสาของโรงเรือนมีลักษณะเป็นเสาตรงทั้งหมด โรงเรือนรูปแบบนี้สร้างขึ้นเพื่อให้อากาศร้อนภายในโรงเรือนระบายออกได้ดี ในช่วงฝนตกสามารถป้องกันฝนเข้ามาภายในตัวโรงเรือน อาคารรูปแบบนี้เหมาะสำหรับประเทศในเขตร้อน และเขตอบอุ่น มีข้อดีคือ ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อย ลักษณะหลังคาทำให้ระบายอากาศได้ดีกว่าแบบหน้าจั่วสมมาตร มีข้อเสียคือ มีพื้นที่ภายในโรงเรือนค่อนข้างจำกัด และการก่อสร้างซับซ้อนเพราะมีส่วนที่ต่อขยายออกมา (ภาพที่ 3ค)

2.1.3.3 หลังคาแบบ ก.ไก่ หรือฟันเลื่อย (saw tooth greenhouse) เป็นหลังคาที่มีลักษณะทรงโค้ง โดยดัดโค้ง 2 โค้งให้ต่อเหลื่อมกัน คล้ายอักษร ก.ไก่ เสาของโรงเรือนเป็นเสาตรงทั้งหมด ลักษณะโดยทั่วไปจะคล้ายกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ซึ่งหลังคาลักษณะนี้จะช่วยระบายอากาศได้ดีทางด้านบนหลังคา สามารถป้องกันฝนเข้ามาภายในตัวโรงเรือน เหมาะสมสำหรับประเทศในเขตร้อนและอบอุ่น มีข้อดีคือ ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อย หลังคาลักษณะนี้ทำให้ระบายอากาศภายในโรงเรือนได้ดี และช่วยประหยัดค่าอุปกรณ์ระบายความร้อนภายในโรงเรือน แต่มีข้อเสียคือ พื้นที่ภายในค่อนข้างจำกัด การก่อสร้างซับซ้อน เพราะใช้แรงงานในการดัดส่วนโค้ง และส่วนที่เหลื่อมต่อกัน ยากต่อการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน (ภาพที่ 3ง)

2.2 โครงสร้างโรงเรือน

วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างโรงเรือน ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ โครงโรงเรือน และหลังคาโรงเรือน

2.2.1 โครงโรงเรือน ซึ่งเป็นสิ่งที่ค้ำยันจะต้องมีน้ำหนักเบา แข็งแกร่ง และไม่เปราะแตกหักง่าย ราคาไม่แพง ซ่อมแซมได้ในราคาถูก หาได้ในท้องถิ่น สิ่งที่ใช้ทำโครงและส่วนอื่น ๆ ภายในโรงเรือน ได้แก่

2.2.1.1 อะลูมิเนียมอัลลอย แข็งแกร่ง น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม เหมาะสำหรับใช้ในการยึดกระจก ราคาแพงแต่ไม่ต้องดูแลรักษาสม่ำเสมอ

2.2.1.2 เหล็ก มีความแข็งแกร่งมาก แต่หนัก เป็นสนิมง่าย ควรมีการเคลือบสารกันสนิมเหมาะสำหรับใช้เป็นเสา หรือโครงสร้างหลังคา ทำหน้าที่สำคัญเป็นคานรับน้ำหนักหรือรองรับแผ่นหลังคา (แป) ราคาถูกแต่ต้องดูแลรักษาสม่ำเสมอ

2.2.1.3 โลหะชุบสังกะสี เป็นที่นิยมมากที่สุด โดยมีข้อดีคือ ทนทาน สามารถใช้งานได้ติดต่อกันเป็นเวลานาน แต่มีข้อเสียคือ มีราคาแพง

2.2.1.4 ไม้ ราคาปานกลาง แข็งแกร่ง น้ำหนักเบา ใช้ทำจันทัน กรอบหลังคา เสากลม เสารับแปของโรงเรือน เป็นต้น ทนทานต่อการใช้งานได้มากกว่า 10 ปี ขึ้นไป สำหรับไม้เนื้อแข็ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษาและการดูแลอย่างทั่วถึง

2.2.1.5 ท่อพีวีซี (PVC) หรือ โพลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinylcloride) นิยมใช้กันมากเพราะมีน้ำหนักเบา สามารถเกาะยึดติดกันแข็งแรง นอกจากนี้ยังสามารถตัดแบ่งออกเป็นท่อนเล็ก ๆ และแต่ละท่อนย่อยสามารถยึดต่อรวมกันเป็นแท่งยาว โดยใช้ข้อต่อสองทางเป็นตัวยึดประกอบกัน สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายหรือดัดแปลงให้เข้ารูปทรงของโรงเรือนประเภทต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ท่อพีวีซีส่วนใหญ่มีความหนาค่อนข้างมาก ซึ่งเมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกันแล้วไม่ก่อให้เกิดรอยพัน รอยแตก หัก ตามบริเวณส่วนที่โค้งงอ

ข้อเสียของท่อพีวีซี คืออายุการใช้งานที่มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงและระยะเวลาที่ถูกแสง เนื่องจากเมื่อวัสดุถูกแสงแดดติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ท่อพีวีซีเกิดความเปราะและแตกหักได้ง่าย ดังนั้นเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานให้ท่อพีวีซี จึงควรทาสีขาวเพราะเมื่อท่อถูกแสงแดดจะได้สะท้อนกลับสู่ภายนอกอย่างรวดเร็ว

นอกจากนี้โครงโรงเรือนยังสามารถทำได้จากวัสดุพื้นบ้านทั่ว ๆ ไป เช่น ไม้ไผ่ เป็นวัสดุที่มีราคาถูก นำมาใช้ได้สะดวกกว่าวัสดุประเภทต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา แต่มีข้อเสียคือ มีความแหลมคมตรงบริเวณรอยตัดหรือเป็นรอยเลื่อยทำให้พลาสติกที่ใช้ปูทับเกิดการฉีกขาดได้ง่าย จึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง

2.2.2 หลังคาโรงเรือน สามารถทำได้จากวัสดุหลายประเภท แต่ที่ได้รับความนิยมมาก ได้แก่ แผ่นกระจกไฟเบอร์กลาส แผ่นพลาสติกใส เป็นต้น โดยเฉพาะพื้นที่เขตร้อนนิยมใช้กระจกเป็นส่วนมาก เนื่องจากกระจกมีคุณสมบัติที่ดีในการยอมให้แสงทะลุผ่านได้มาก อายุการใช้งานนาน คงทน แต่มีข้อเสียคือ น้ำหนักมาก ราคาแพงและไม่สามารถโค้งงอหรือดัดแปลงให้เข้ารูปทรงต่าง ๆ ตามความต้องการได้ ประกอบด้วย

2.2.2.1 ไฟเบอร์กลาส มีข้อดีคือ น้ำหนักเบา สามารถดัดแปลงให้เข้ากับโครงสร้างของโรงเรือนในรูปแบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ราคาไม่แพงมาก อายุการใช้งานนานติดต่อกัน 20 ปี แต่ไม่ได้รับความนิยมในพื้นที่เขตร้อน เพราะโรงเรือนจะได้รับความเข้มแสงมากเกินไป และหากได้รับแสงติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เสื่อมคุณภาพเร็ว ข้อเสียอีกประการคือ ติดไฟง่าย แต่ไฟเบอร์กลาสมีคุณสมบัติพิเศษกว่าวัสดุอื่น ๆ คือ ทนต่อกระแสลม

2.2.2.2 พลาสติก มีหลากหลายประเภท ราคาไม่แพงเมื่อเปรียบเทียบกับกระจก สามารถดัดแปลงรูปทรงต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้ แต่ไม่ค่อยได้รับความนิยม เพราะอายุการใช้งานสั้น ไม่ทนต่อการได้รับแสงแดดติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ พลาสติกที่ใช้โดยทั่วไป จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

1) พลาสติกแข็งไม่โค้งงอ มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ อนุภาคเกาะกันอย่างหนาแน่น

2) พลาสติกใส นิยมนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในขณะนี้ คือโพลีเอทธีลีน (polyethylene, PE) และโพลีไวนิล (polyvinyl) เป็นวัสดุแผ่นบาง มีความหนาตั้งแต่ 0.1–0.15 มิลลิเมตร ขึ้นไป (ภาพที่ 3จ) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

ก. ควบคุมการผ่านของแสง (light Transmission) พลาสติกคลุมหลังคาโรงเรือนที่มีการผสมสารป้องกันยูวี จะช่วยในการกรองเฉพาะแสงที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (ส่วนใหญ่ความยาวช่วงแสงอยู่ระหว่าง 400–700 นาโนเมตร)

ข. ช่วยในการกระจายแสง (light Diffusion) ทำให้พืชได้รับแสงอย่างทั่วถึง ลดการบังของแสงซึ่งเกิดจากเงาของพืชในโรงเรือน

ค. ช่วยป้องกันการเกิดหยดน้ำ (anti-drip effect) คือ หยดน้ำที่สัมผัสกับพืชโดยตรง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ต้นพืชเสียหายหรือเป็นโรคได้

ง. ช่วยป้องกันพาหะนำไวรัส (anti-virus) การที่พลาสติก PE มีการเพิ่มสารช่วยป้องกันช่วงรังสียูวีที่แมลงใช้ในการมองเห็นและเข้าทำลายพืช อันเป็นพาหะของการแพร่เชื้อไวรัส

จ. การป้องกันฝุ่นละออง (anti-dust effect) สารสังเคราะห์พิเศษที่เคลือบอยู่บนพลาสติก PE มีคุณสมบัติลดการเกิดไฟฟ้าสถิตระหว่างฝุ่นละอองกับพลาสติกคลุมโรงเรือน

ฉ. พลาสติกคลุมโรงเรือน จะช่วยป้องกันการสูญเสียรังสีความร้อน (thermal effect sun selector) โดยเฉพาะในฤดูหนาว ที่อุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืนมีความแตกต่างกันมาก

2.2.2.3 แผ่นพลาสติกโพลีเอทธิลีน มีลักษณะใส ค่อนข้างทนทานต่อแสงอัลตร้าไวโอเลต แต่บางครั้งอาจแตกหักได้เมื่อใช้งานติดต่อกันเป็นระยะเวลานานมากกว่า 6 เดือน ขึ้นไป สามารถเพิ่มอายุการใช้งานได้เมื่อใช้สารเคมีบางชนิดเคลือบ ส่วนแผ่นพลาสติกใสโพลีไวนิล มีความทนทานน้อยกว่าพวกโพลีเอทธิลีน ประกอบกับฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในอากาศ สามารถเข้าไปยึดกับแผ่นพลาสติกได้ง่ายต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ จึงไม่เป็นที่นิยม (สุนทร, 2525)

2.2.3 อุปกรณ์เสริม

2.2.3.1 หลังคาต้องมีตาข่ายกรองแสง หรือพรางแสงสีดำ หรือสีบรอนซ์เงิน 50% (ลดการสะท้อนแสง) เพื่อลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ภายในโรงเรือน (ภาพที่ 3ฉ)

2.2.3.2 โรงเรือนเป็นระบบปิด มุงหลังคา และด้านข้างของโรงเรือน ด้วยตาข่ายกันแมลงขนาดตาถี่ 32 ตา (mesh) หลังคา และประตูต้องปิดผนึกอย่างแน่นหนา ป้องกันการเล็ดลอดของแมลงศัตรูพืช (ภาพที่ 3ช และ 3ฌ)

2.2.3.3 ภายในโรงเรือนควรมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และมีอุณหภูมิที่เหมาะสม มีแสงสว่างเพียงพอ

2.2.3.4 มีห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งกายก่อนเข้าไปในโรงเรือน มีอ่างแช่น้ำยาฆ่าเชื้อโรค และอ่างล้างมือ ก่อนเข้าและหลังออกจากโรงเรือน (ภาพที่ 3ฌ และ 3ญ) (อรทัย, 2564)

(ก) การวางแนวโรงเรือน ทิศตะวันออก–ตะวันตก

(ข) ลักษณะโครงสร้างหลังคาแบบจั่ว

(ค) ลักษณะโครงสร้างหลังคาแบบจั่วสองชั้น

(ง) ลักษณะโครงสร้างหลังคาแบบ ก.ไก่ (ฟันเลื่อย)

(จ) การมุงหลังคาด้วยกระเบื้องใส

(ฉ) ตาข่ายกรองแสงช่วยลดความร้อน

(ช) โรงเรือนแบบระบบปิด

(ฌ) ห้องพักก่อนเข้าและออกจากภายในโรงเรือน

(ญ) อ่างน้ำสำหรับล้างมือ

ภาพที่ 3 การออกแบบและโครงสร้างโรงเรือน (อรทัย, 2564)

2.3 สุขาภิบาลในโรงเรือน

1) ผู้ปฏิบัติงานควรได้รับการอบรมอย่างเพียงพอ

2) เมื่อต้องเข้าไปภายในโรงเรือนควรเปิดประตูทางเข้า-ออกหลัก (ชั้นที่ 1) และปิดก่อนที่จะเปิดประตูชั้นที่ 2 เพื่อเข้าไปยังภายในโรงเรือน ไม่ควรเปิดทั้งสองบานพร้อมกัน (ภาพที่ 4)

ภาพที่ 4 การวางแนวประตูโรงเรือน (อรทัย, 2564)

3) หลีกเลี่ยงการเข้า-ออก ภายในโรงเรือนโดยไม่จำเป็น ผู้เยี่ยมชมควรอยู่ด้านนอกโรงเรือน และผู้ปฏิบัติงานไม่ควรไปในพื้นที่ปลูกภายนอกก่อนเข้ามาภายในโรงเรือน

4) ทำการเปลี่ยนรองเท้า และสวมเสื้อคลุมก่อนเข้าภายในโรงเรือน

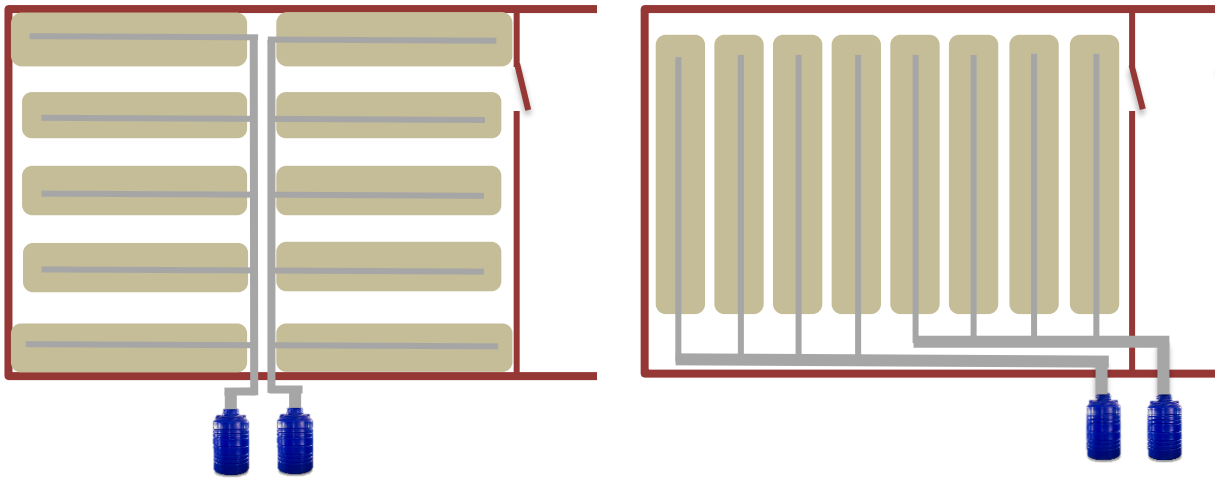
5) ล้างมือด้วยสบู่ และเจลแอลกอฮอล์ 75% ก่อนเข้าไปจัดการพืชหรือสัมผัสพืช

6) งดนำอาหารเข้ามาภายในโรงเรือน

7) ควรมีเทอร์โมมิเตอร์ติดตั้งภายในโรงเรือนเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิภายใน (อุณหภูมิกลางคืนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 10–15 °C (Otazú, 2010) อุณหภูมิกลางวันที่เหมาะสมคือ 18–25 °C สำหรับพืชแอโรโปนิกส์) (อรทัย, 2562)

2.4 การออกแบบและการสร้างกระบะปลูกพืชแอโรโปนิกส์

การวางแนวกระบะปลูกพืชแอโรโปนิกส์ สามารถวางกระบะปลูกได้ทั้งแนวยาวหรือแนวกว้างของโรงเรือน (ภาพที่ 5ก และ 5ข) ถ้าวางกระบะปลูกตามแนวยาวของโรงเรือน มีประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ 63% แต่ถ้าวางกระบะปลูกตามแนวกว้างของโรงเรือน มีประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ 51% อย่างไรก็ตามถึงแม้รูปแบบการวางกระบะปลูกตามแนวยาวของโรงเรือนจะมีประสิทธิภาพการใช้พื้นที่มากว่าการวางกระบะปลูกตามแนวกว้างของโรงเรือน แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของการเข้าปฏิบัติงานคือ สามารถเข้าปฏิบัติงานได้ด้านเดียว ส่วนการวางกระบะปลูกตามแนวกว้างของโรงเรือนจะทำให้สามารถเข้าปฏิบัติงานได้ง่าย เข้าได้ทั้งสองด้าน และต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย ก่อนการตัดสินใจในการออกแบบกระบะปลูก เช่น ความพร้อมของวัสดุ ราคา สถานที่ตั้ง เป็นต้น



(ก) วางกระบะปลูกตามแนวยาวของโรงเรือน **(ข)** วางกระบะปลูกตามแนวกว้างโรงเรือน

ภาพที่ 5 การวางแนวกระบะปลูกแอโรโปนิกส์

2.4.1 การสร้างกระบะปลูกแอโรโปนิกส์

1) โครงสร้างกระบะปลูกมีความสูงตั้งแต่ 80 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร แบ่งออกเป็น

ก. โครงสร้างกระบะปลูกแบบไม้

กระบะปลูกใช้ไม้ทำเป็นโครงสร้าง ด้านข้างบุแผ่นโฟม ซับด้านในด้วยพลาสติกสีดำอย่างหนา (ภาพที่ 6ก) (Otazú, 2010)

ข. โครงสร้างกระบะปลูกแบบปูน

ปัจจุบันมีการปรับปรุงการใช้กระบะปลูกแบบปูน ในอดีตการปลูกมันฝรั่งภายในกระบะปลูกจะมีการปล่อยรากลงสู่ด้านล่างโดยที่ไม่มีวัสดุรองรับ (ภาพที่ 6ข) เมื่อผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเจริญเติบโตเต็มที่พบว่าไหลมันฝรั่งรับน้ำหนักของหัวพันธุ์ไม่ไหวจึงทำให้ไหลขาด ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต ต่อมามีการปรับปรุงรูปแบบการใช้กระบะปลูกโดยการนำไม้อัดหุ้มด้วยพลาสติกมาคั่นตรงกลาง และยกให้สูงจากพื้นประมาณ 30–40 เซนติเมตร สำหรับเป็นที่รองรับหัวพันธุ์มันฝรั่ง (ภาพที่ 6ค) แต่ยังคงพบปัญหาว่าบางจุดมีน้ำขังทำให้หัวพันธุ์มันฝรั่งเน่า เสียหาย ปัจจุบันได้มีการใช้ตาข่ายเป็นวัสดุรองรับแทนไม้อัด (ภาพที่ 6ง) ช่วยลดปัญหาเรื่องน้ำขัง และหัวพันธุ์มันฝรั่งเน่าเสียหาย

ค. โครงสร้างกระบะปลูกแบบโครงเหล็ก

กระบะปลูกจะใช้เหล็กทำเป็นโครงสร้าง ด้านข้างบุด้วยแผ่นโฟม ซับด้านในด้วยพลาสติกสีดำและหุ้มด้านนอกอีกชั้น (ภาพที่ 6จ)

2) ขนาดความกว้างของกระบะปลูกตั้งแต่ 61 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร หรือมากกว่า สูง 30 เซนติเมตร สูงจากพื้นถึงขอบกระบะบน 90 เซนติเมตร และมีความลาดชัน 15% เมื่อระบบกำลังทำงานของเหลวหรือสารละลายธาตุอาหารที่เกินความต้องการจะไหลกลับลงสู่ถังสารละลายธาตุอาหารตามแรงโน้มถ่วง (ภาพที่ 6ฉ)

3) ด้านในกระบะปลูกซับด้วยพลาสติกสีดำ เพื่อป้องกันแสงส่องไปยังระบบรากพืช และพื้นด้านล่างภายในควรบุด้วยพลาสติกหนาป้องกันสารละลายธาตุอาหารรั่วซึม

4) ใช้ท่อพีอี (PE) ขนาด 16 มิลลิเมตร วางภายในกระบะปลูกแบบ 2 เส้นคู่ขนาน สำหรับส่งน้ำเจาะรูใส่หัวพ่นฝอยทุก ๆ 40 เซนติเมตร (1 หัวพ่นให้น้ำปริมาณ 7.5 ลิตร ต่อ เซนติเมตร) (ภาพที่ 6ช)

5) ด้านบนกระบะปิดด้วยแผ่นโฟม ขนาด 60x120 เซนติเมตร ที่มีรูยึดสำหรับต้นกล้า รูเหล่านี้ต้องบุด้วยพลาสติกหรือชิ้นส่วนของพีวีซี เจาะรูที่ระยะปลูก 10 x 10 เซนติเมตร (ระยะห่างระหว่างต้น x ระยะห่างระหว่างแถว) สำหรับการปลูกพืชมันฝรั่ง (ภาพที่ 6ฌ)

6) มีระบบควบคุมเวลา (Timer) การให้น้ำ ให้ปุ๋ย และแสงสว่าง โดยเพิ่มแสงสว่างให้ครบ 12 ชั่วโมง/วัน ในฤดูหนาวเนื่องจากมีปริมาณแสงน้อย (ภาพที่ 6ญ)

7) มีปั๊มน้ำช่วยส่งน้ำไปตามท่อเข้ากล่องแอโรโปนิกส์ สำหรับพ่นฝอย (ภาพที่ 6ฐ) (อรทัย, 2564)

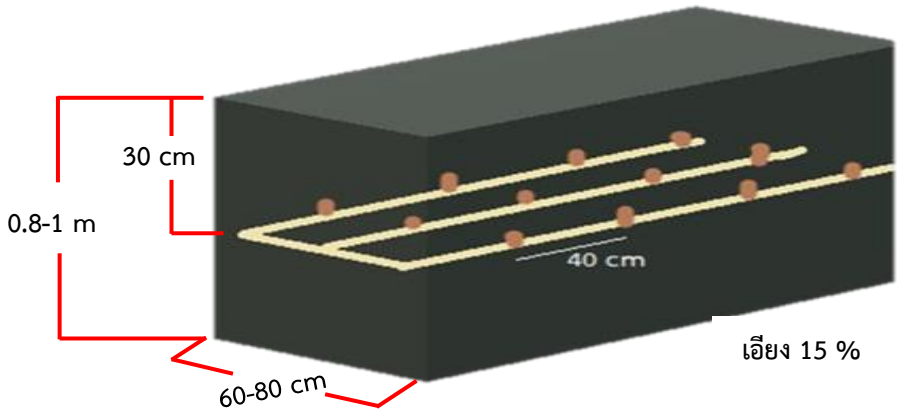
(ก) โครงสร้างกระบะปลูกแบบโครงไม้ และกรอบไม้บุด้วยแผ่นโฟม (Otazú, 2010)

(ข) โครงสร้างกระบะปลูกแบบปูนไม่มีวัสดุรองรับ

(ค) กระบะปูนที่คั่นด้วยไม้อัดหุ้มแผ่นพลาสติกสีดำหนา

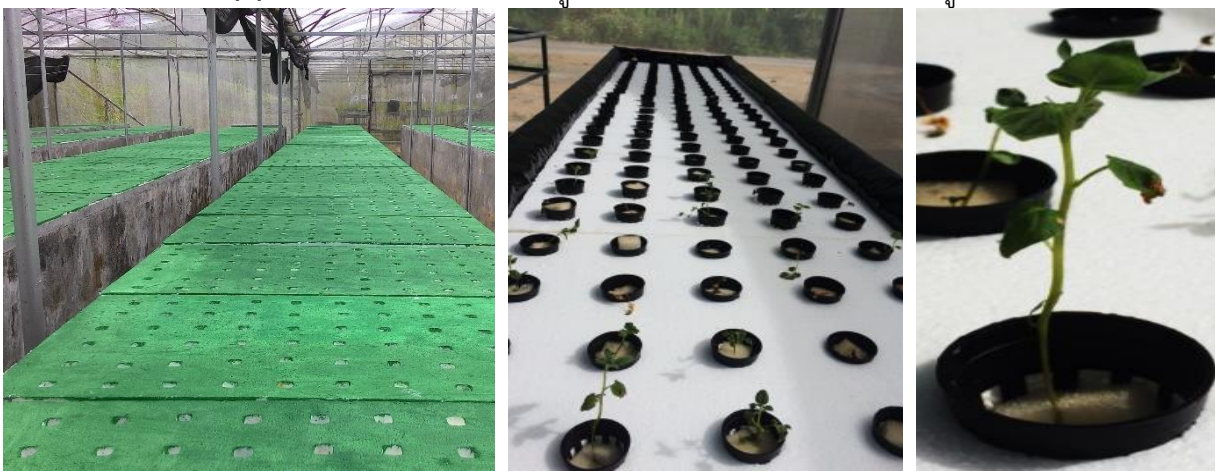
(ง) กระบะปูนคั่นด้วยตาข่าย

(จ) โครงสร้างกระบะปลูกแบบโครงเหล็ก



(ฉ) ลักษณะโครงสร้างกระบะปลูกแอโรโปนิกส์

(ช) การวางท่อส่งน้ำและเจาะรูน้ำสำหรับพ่นฝอยภายในกระบะปลูก



(ฌ) ลักษณะการวางแผ่นโฟมที่เจาะรูเพื่อช่วยยึดต้นกล้าบนกระบะปลูก

(ญ) ระบบควบคุมเวลา การให้น้ำ ให้ปุ๋ย และแสงสว่าง

(ฐ) การติดตั้งถังและปั๊มน้ำสำหรับส่งน้ำเข้ากระบะปลูก

ภาพที่ 6 โครงสร้างการสร้างกระบะปลูกและการวางระบบน้ำภายในกระบะปลูกแอโรโปนิกส์ (อรทัย, 2564)

2.5 ระบบควบคุมภายในโรงเรือน

2.5.1 ระบบน้ำ

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดสำหรับการปลูกผัก คือ “น้ำ” และน้ำที่สามารถนำมาใช้ในระบบแอโรโปนิกส์จะต้องเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากสารปนเปื้อน ดังนั้นจึงควรมีถังพักน้ำเพื่อให้น้ำเกิดการตกตะกอน และเพื่อช่วยลดอุณหภูมิของน้ำ ภายในถังพักน้ำควรมีการใช้ลูกลอย เพื่อช่วยควบคุมการไหลของน้ำเมื่อเต็มถัง และเมื่อน้ำในถังลดลง ลูกลอยจะเปิดให้น้ำไหลเข้ามา (ภาพที่ 1ก) และด้านล่างสุดของถังต้องมีทางระบายน้ำออก และมีบอลวาล์วสำหรับควบคุมการปิด-เปิด เมื่อต้องการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหาร เป็นต้น และควรมีปั๊มน้ำสำรองเพื่อทดแทนในกรณีที่ปั๊มทำงานผิดปกติ (Otazú, 2010)

2.5.2 ระบบไฟฟ้า

การปลูกพืชระบบแอโรโปนิกส์เป็นระบบที่จะต้องมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้น้ำ ปุ๋ย และแสงสว่างแก่พืชอยู่ตลอดเวลา หากกระแสไฟฟ้าเกิดการขัดข้อง พืชที่ปลูกไม่ควรขาดน้ำนานเกิน 1 ชั่วโมง โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน ดังนั้นระบบไฟฟ้าจึงเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ขาดไม่ได้ในระบบการปลูกแบบแอโรโปนิกส์ ดังนั้นจึงควรมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีระบบสตาร์ทอัตโนมัติสำรองไว้

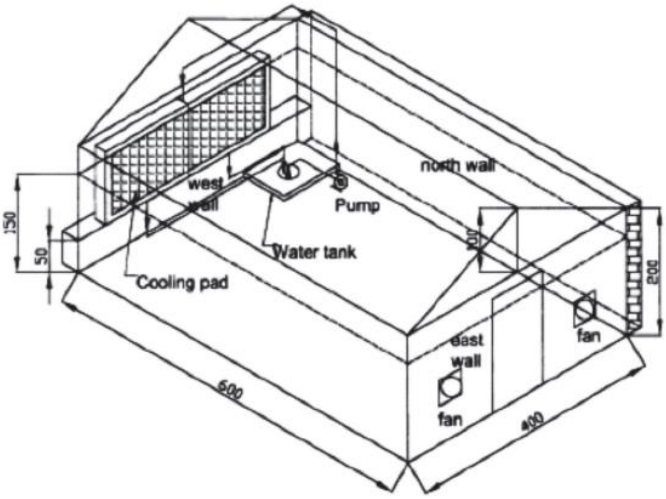
2.5.3 ระบบปุ๋ย

การปลูกพืชแอโรโปนิกส์จำเป็นต้องใช้ระบบควบคุม เพื่อพ่นสารละลายให้กับรากพืช เบื้องต้นทำได้โดยการตั้งเวลา (timer) เช่น พืชมันฝรั่งพ่นสารละลายธาตุอาหารพืช 3 นาที และหยุด 1–2 นาที เพื่อให้ภายในกระบะปลูกคงความชุ่มชื้น มีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 95–100% (อรทัย, 2564) และปริมาณสารละลายที่พ่นในแต่ละครั้งต้องสอดคล้องกับความต้องการของพืช อย่างไรก็ตามการส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีควรมีการควบคุมสภาพแวดล้อมควบคู่กัน

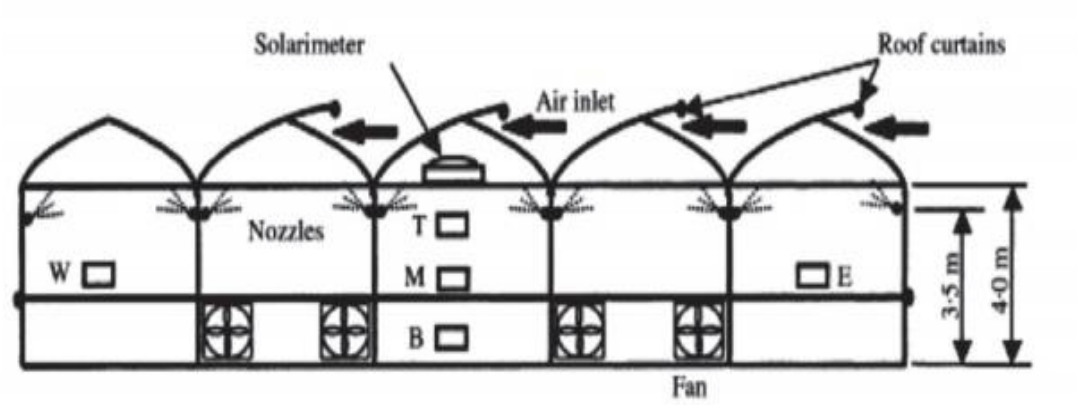
2.5.4 ระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสง

การควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต พืชผักจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว ซึ่งสภาพอากาศค่อนข้างเย็น แต่ฤดูร้อนผักจะไม่ค่อยเจริญเติบโต เนื่องจากอากาศค่อนข้างร้อน การสเปรย์ละอองน้ำเพิ่มในโรงเรือนในช่วงเวลากลางวันจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ดียิ่งขึ้น (Arbel et al., 2003) การสเปรย์น้ำเป็นละอองฝอยให้ทั่วบริเวณที่ปลูกพืช จะสามารถลดอุณหภูมิขณะพ่นฝอยได้ถึง 3–5 °C และลดอุณหภูมิสารละลายได้ 3–5 °C และการพรางแสงด้วยตา

ข่ายกรองแสง 50% ที่เลื่อนเปิด-ปิดได้ เพื่อควบคุมความเข้มของแสงตามภาวะการเจริญเติบโตของพืช (ภาพที่ 7 ก, 7ข และ 7ค)



(ก) โรงเรือนแบบ Evaporative cooling system (Jain and Tiwari, 2002)



(ข) การติดตั้งหัวฉีดสเปรย์ละอองน้ำร่วมกับระบบ Evaporative cooling system (Jain and Tiwari, 2002)

(ค) การใช้ตาข่ายกรองแสง (อรทัย, 2564)

ภาพที่ 7 การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงภายในโรงเรือน

3. พืช

3.1 ชนิดพืช

เนื่องจากการปลูกพืชในโรงเรือนมีต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นพืชผักที่เหมาะสมในการปลูกแบบแอโรโปนิกส์ภายในโรงเรือน จึงควรเป็นผักที่มีมูลค่าทั้งกลุ่มผักกินใบและผักกินผล หรือใช้ในระบบการผลิตหัวพันธุ์ ดังนี้

ผักกินใบ/ต้น ได้แก่ ผักสลัด (โสระยา, 2548) ผักกาดหอมต่างประเทศ (ผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด) ผักกาดเขียว (Klarin, 2019) คะน้า คะน้าฮ่องกง กวางตุ้ง ผักกาดขาว (กรีธาทัพ, 2554) ผักกาดขาวไดโตเกียว ผักโขมขาว ต้นหอม (Kasetorganic, 2021) หน่อไม้ฝรั่ง กะเพรา บล็อกโคลี่ (Gurley, 2020) เป็นต้น

ผักกินผล ได้แก่ สตรอเบอรี่ (Klarin, 2019) มะเขือเทศ (Minjuan, 2019) แตงกวา (Gurley, 2020) เป็นต้น

ผักกินหัว ได้แก่ แครอท (Yildiz *et al*., 2020) แรดิช หอมแดง (Gurley, 2020) เป็นต้น

ระบบการผลิตหัวพันธุ์ ได้แก่ มันฝรั่ง (อรทัย, 2562) และ โสม (Song, 2021) เป็นต้น

3.2 พันธุ์

3.2.1 เลือกใช้พันธุ์ที่มีคุณภาพดี ตรงความต้องการของตลาด มาจากแหล่งที่เชื่อถือได้ ลักษณะตรงตามพันธุ์หรือชนิด สามารถตรวจสอบแหล่งที่มา และประวัติของเมล็ดพันธุ์หรือส่วนขยายพันธุ์ได้

3.2.2 ระบุวิธีขยายพันธุ์ ท่อนพันธุ์ ยอดพันธุ์ หัวพันธุ์ หรือส่วนขยายพันธุ์อื่น ๆ และระบุอายุกล้าพันธุ์ที่ใช้ปลูก พร้อมบันทึกข้อมูล

3.2.3 บันทึกรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เช่น ชื่อพันธุ์ บริษัทจำหน่าย วัน เดือน ปีที่ผลิต หรือแปลงที่เลือกเก็บเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น (ข้อมูลทั่วไปของเจ้าของแปลงปลูก)

3.2.4 ไม่ปลูกพืชชนิดที่มาจากส่วนขยายพันธุ์ที่เป็นพิษต่อผู้บริโภค ยกเว้นมีข้อแนะนำในการบริโภคที่ถูกต้อง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

4. การปลูกและการดูแลรักษา

การปลูกและดูแลรักษาพืชที่ปลูกในระบบแอโรโปนิกส์ ตัวอย่างเช่น พืชหัว ได้แก่ มันฝรั่ง ต้องปฏิบัติดังนี้

4.1 การเตรียมหัวพันธุ์ และต้นพันธุ์มันฝรั่ง

4.1.1 การผลิตต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง

การผลิตต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งในดินปลูก (mother plants production in soil media) ในโรงเรือนกันแมลง (ภาพที่ 8 และ 9) มีขั้นตอน ดังนี้

1) นำต้นอ่อนปลอดเชื้อจากห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ล้างวุ้นออกให้หมด ย้ายลงปลูกในกระบะแม่พันธุ์ G0 ใช้วัสดุปลูกที่เป็นส่วนผสมของ ดิน: ทราย: ขุยมะพร้าว: แกลบดำ: แกลบดิบ อัตรา 1/2: 1: 1: 1: 1 ตามลำดับ ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ºC เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนปลูกหว่านเชื้อไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) เพื่อควบคุมโรคอย่างน้อย 1 สัปดาห์ (อรทัย, 2564)

ทั้งนี้วัสดุปลูกที่เหมาะสม ควรมีคุณสมบัติเก็บความชื้นได้ดี (25–40% โดยปริมาตร) ร่วมกับการระบายน้ำและมีช่องว่างของอากาศที่เหมาะสม (10–25% โดยปริมาตร) การสะสมของเกลือต้องน้อยกว่า 3 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (pH 5.5–6.5) (ธรรมศักด์, 2550)

2) ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยคอก ได้แก่ ปุ๋ยขี้ไก่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ อัตรา 256–320 กิโลกรัม/ไร่ ในกระบะปลูก (ถ้าปุ๋ยคอกยังไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ให้อบฆ่าเชื้อพร้อมกับวัสดุปลูก) ระยะปลูก 10 x 10 เซนติเมตร

4) ให้น้ำเปล่าเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นจึงเริ่มให้ปุ๋ยตามตารางที่ 1

4) ภายหลังจากปลูก 1–2 สัปดาห์ ฉีดพ่นต้นแม่พันธุ์ด้วยสารป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืชตามความจำเป็น (ตารางภาคผนวกที่ 1)

4) ควรมีการเพิ่มแสงสว่างในโรงเรือนประมาณ 3 ชั่วโมงต่อวัน (เปิดไฟเวลาประมาณ 18.00–20.00 น.)

5) ภายหลังการปลูก 30 วัน สุ่มตัวอย่างใบจากต้นแม่พันธุ์นำไปตรวจสอบโรคไวรัส และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าต้นพันธุ์ปลอดโรค หลังจากนั้นทำการสุ่มตรวจเป็นระยะ

6) เมื่อต้นตอมันฝรั่งมีอายุได้ 40–45 วัน หรือเมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตมีใบ 5–6 ใบ ตัดยอดให้มีใบติดจำนวน 2–3 ใบ นำไปปักชำขยายพันธุ์ต่อเป็นต้นแม่พันธุ์ในระบบแอโรโปนิกส์ โดยสามารถตัดชำยอดต้นแม่พันธุ์ได้ทุก 10–15 วัน ในต้นแม่พันธุ์แต่ละต้น ซึ่งทยอยตัดไปได้เรื่อย ๆ จนกว่าต้นแม่พันธุ์จะแก่หรือแตกยอดช้าลง (มันฝรั่งเริ่มแก่หลังย้ายปลูก 5 เดือน) ซึ่งเป็นเทคนิคการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว (rapid multiplication technique)

7) เก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง เมื่อต้นเหี่ยวและแห้ง เอนราบไปกับแปลง จากต้นแม่พันธุ์ที่ตัดชำจนได้ยอดเพียงพอแล้ว ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4–5 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90–95% ได้นาน 6–8 เดือน เพื่อใช้ปลูกในฤดูกาลถัดไป

(ก) กระบะปลูกต้นแม่พันธุ์

(ข) วัสดุปลูกสำหรับย้ายต้นอ่อนปลอดเชื้อลงปลูก

(ค) ลักษณะโรงเรือนผลิตต้นแม่พันธุ์

ภาพที่ 8 การเตรียมกระบะปลูก และวัสดุปลูกต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือนกันแมลง

(ก) นำต้นอ่อนปลอดเชื้อปลูกในกระบะแม่พันธุ์ ระยะปลูก 10 x 10 เซนติเมตร

(ข) ต้นแม่พันธุ์อายุ 7 วัน

(ค) ต้นแม่พันธุ์อายุ 15 วัน

(ง) ต้นแม่พันธุ์อายุ 30 วัน

(จ) ต้นแม่พันธุ์อายุ 45 วัน สามารถตัดยอดเพื่อนำไปปักชำได้

(ฉ) หัวพันธุ์ที่ได้จากต้นแม่พันธุ์

ภาพที่ 9 การผลิตต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือนกันแมลง

ตารางที่ 1 สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในดินปลูกภายใต้โรงเรือนกันแมลง

สูตรปุ๋ย	กิโลกรัม/ ไร่	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม/น้ำ 1,000 ลิตร)			หมายเหตุ
		N	P_2O_6	K_2O	
15–15–15	100	15	15	15	ระยะรองพื้นก่อนปลูก
น้ำเปล่า	–	–	–	–	อายุ 1–14 วันหลังปลูก
21–0–0 (21%N)	50	11	0	0	อายุ 15–21 วัน หลังงอก
21–21–21 + TE	10	2.1	2.1	2.1	อายุ 22–30 วัน (เร่งการเจริญทางลำต้น)
20–10–30 + TE	10	2	1	3	อายุ 30–35 วัน (เร่งออกดอก)
20–10–30 + TE	20	4	2	6	อายุ 35–40 วัน (ออกดอก)
20–10–30 + TE	20	4	2	6	ช่วงลงหัว
20–10–30 + TE	30	6	3	9	สัปดาห์ที่ 5
20–10–30 + TE	30	6	8	9	สัปดาห์ที่ 9
20–10–30 + TE	30	6	8	9	สัปดาห์ที่ 10 (หยุดให้ปุ๋ย 7–14 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว)
รวมทั้งสิ้น	**–**	**56**	**31**	**59**	**–**

หมายเหตุ: – ควรฉีดพ่นปุ๋ยทางใบเสริมในช่วงที่มันฝรั่งเริ่มลงหัวและขยายหัว ใช้ปุ๋ยสูตร 13–0–46 อัตรา 100–200 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 3–4 ครั้ง

– TE = Trace Element หรือ จุลธาตุ หรือ ธาตุอาหารรอง ได้แก่ Mg (แมกนีเซียม), Ca (แคลเซียม) และ S (กำมะถัน)

4.1.2 เตรียมต้นกล้าหรือต้นปักชำสำหรับปลูกในระบบแอโรโปนิกส์

มันฝรั่ง เตรียมต้นกล้าโดยตัดชำต้นมันฝรั่งภายหลังปลูกต้นอ่อนปลอดเชื้อที่ได้จากโรงเรือนผลิตต้นแม่พันธุ์ 40–45 วัน ตัดยอดของต้นแม่พันธุ์ที่มีใบติดอยู่ 3 ใบ ปักชำลงในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ โดยให้ข้ออยู่เหนือแผ่นโฟม 1–2 ข้อ (ภาพที่ 10) น้ำที่จะนำมาผสมสารละลายต้องทิ้งให้ตกตะกอนนาน 1–2 วัน ก่อนน้ำไปใช้ หรือผ่านการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องโอโซน (อรทัย, 2564)

พืชชนิดอื่น ๆ สามารถเตรียมต้นกล้าโดยใส่เมล็ดพันธุ์พืชที่ต้องการปลูกลงฟองน้ำที่บรรจุในถาดเพาะประมาณ 2–3 เมล็ด และรดน้ำให้ชุ่ม (ปล่อยน้ำให้มีระดับที่ ¾ ของฟองน้ำ) เก็บไว้ในที่มืด ชื้น และเย็น หมั่นราดน้ำบนฟองน้ำ อย่าให้ฟองน้ำแห้ง ใช้เวลาประมาณ 3 วัน เมล็ดจะเริ่มงอก จากนั้นนำออกรับแสงแดดอย่างน้อย 5–6 ชั่วโมง/วัน (เริ่มนับอายุ วันที่ 1) เมล็ดพันธุ์ที่เริ่มงอกส่วนใหญ่มีความยาวประมาณ ½-1 เซนติเมตร นำออกรับแสงแดด เติมน้ำด้านข้างฟองน้ำ และปล่อยน้ำไว้ที่ระดับครึ่งหนึ่งของฟองน้ำ นำต้นกล้าที่งอกแล้วไปอนุบาล 4–6 วัน จะได้ต้นกล้าที่พร้อมปลูกคือ มีใบที่สามงอกออกมาระหว่างใบเลี้ยงทั้งสองใบ (บริษัทศูนย์เกษตรบางไทร จำกัด, 2564)

(ก) ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง อายุได้ 14–21 วัน

(ข) นำใบมีดแช่แอลกอฮอล์ 50%

(ค) การตัดยอดชำให้เหลือ 2–3 ใบ และ 2–3 ข้อ

(ง) นำต้นมันฝรั่งแช่ไคโตซาน 5% และไตรโครเดอร์ม่านาน 15 นาที

(จ) การปักชำในแผ่นโฟมที่รองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ

ภาพที่ 10 การเตรียมต้นกล้ามันฝรั่งเพื่อย้ายปลูกในระบบแอโรโปนิกส์

4.2 วิธีการปลูก

มันฝรั่ง นำยอดของต้นแม่พันธุ์ที่มีใบติดอยู่ 3 ใบ ปักชำลงในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ โดยให้ข้ออยู่เหนือแผ่นโฟม 1–2 ข้อ (ภาพที่ 10จ) (อรทัย, 2564)

สำหรับพืชอื่น ๆ ดึงก้อนฟองน้ำที่มีต้นกล้าที่แข็งแรงพร้อมปลูก ใส่ลงรูบนแผ่นโฟมที่เตรียมไว้ ระวังอย่าให้รากขาด (ควรปลูกช่วงเย็น) (บริษัท ศูนย์เกษตรบางไทร จำกัด, 2564)

4.3 การทำค้าง หรือการพยุงต้น

การปลูกพืชในระบบแอโรโปนิกส์ รากของพืชอาจไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้เอง เนื่องจากรากพืชไม่มีที่ยึดเกาะ การปลูกพืชที่มีลำต้นขนาดใหญ่จำเป็นต้องมีการสร้างสิ่งที่ช่วยพยุงลำต้น เช่น เชือก (ภาพที่ 11) เพื่อช่วยพยุงต้นพืชเมื่อเจริญเติบโต (Otazú, 2010) ระบบการปลูกพืชแบบนี้เหมาะสำหรับการปลูกพืชกลุ่มผักที่มีขนาดลำต้นเล็ก เช่น มันฝรั่ง มะเขือเทศ เป็นต้น

ภาพที่ 11 ลักษณะการทำค้างพยุงต้น (Otazú, 2010)

4.4 การใส่ปุ๋ย

4.5.1 สูตรปุ๋ย

ในสัปดาห์แรกหลังปักชำให้พ่นน้ำเปล่า โดยใช้เวลาพ่นน้ำ 2 นาที หยุด 5 นาที หลังจากนั้นจึงให้ปุ๋ย A ปุ๋ย B และปุ๋ย C โดยให้น้ำและสารละลายด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่ง ที่อยู่ใต้แผ่นโฟมต่อเนื่องกันตลอดเวลาขึ้นอยู่กับช่วงการเจริญเติบโต ได้แก่ ช่วงสร้างราก สร้างไหล สร้างหัวช่วงแรก และเร่งหัว (อรทัย, 2564)

การเตรียมสารละลายปุ๋ยสูตร A สูตร B และสูตร C ในถังน้ำ 200 ลิตร ตามแต่ละช่วงการเจริญเติบโต คือ ช่วงเริ่มปลูกถึง 1.5 เดือน ดังตารางที่ 2 (ดัดแปลงจาก Kim, 2014) และ ช่วง 1.5 เดือนถึง 3 เดือน ซึ่งเป็นช่วงเก็บเกี่ยว ดังตารางที่ 3 (ดัดแปลงจาก สนอง, 2557; Otazu, 2010; Kim, 2014)

ปรับค่า pH ให้เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5.5–6.0 ถ้าค่า pH เป็นกรดสูง ให้ใช้ NaOH ความเข้มข้น 5N ถ้าค่า pH เป็นด่าง ให้ใช้ HCl ความเข้มข้น 1N ปรับให้ pH อยู่ในค่าที่เหมาะสม ส่วนค่า EC ของความเข้มข้นของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 0.2–1.32 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ช่วงเริ่มปลูก–ก่อนเก็บเกี่ยว) ขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 2 สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิกส์ ช่วงเริ่มปลูก ถึง 1.5 เดือน (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

ลำดับ	สูตรปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ	
		100 ลิตร	200 ลิตร
	A (ผสมรวมกันถังเดียว)		
1	$Ca(NO_3)_2$ (15–0–0) (แคลเซียมไนเตรท)	23.75 กิโลกรัม	47.5 กิโลกรัม
2	Fe–EDTA (เหล็กคีเลท) หรือ Fe-EDDHA 6% (เหล็กม่วง)	550 กรัม	1.1 กิโลกรัม
	B (ผสมรวมกันถังเดียว)		
3	KNO_3 (13–0–46) (โพแทสเซียมไนเตรท)	20.25 กิโลกรัม	40.5 กิโลกรัม
4	$NH_4H_2PO_4$ (12–60–0) (โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต)	3.875 กิโลกรัม	7.75 กิโลกรัม
5	$MgSO_4$ (0–0–0 + 16) (แมกนีเซียมซัลเฟต)	12.5 กิโลกรัม	25 กิโลกรัม

ลำดับ	สูตรปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ 100 ลิตร	ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ 200 ลิตร
	A (ผสมรวมกันถังเดียว)		
	C (ผสมรวมกันถังเดียว)		
6	H_3BO_3 (บอริกแอซิด)	70 กรัม	140 กรัม
7	$ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต)	5 กรัม	10 กรัม
8	$MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต)	50 กรัม	100 กรัม
9	$CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต)	2 กรัม	4 กรัม
10	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต)	0.5 กรัม	1 กรัม

หมายเหตุ: 1. เตรียมปุ๋ย A, B และ C แต่ละสูตรในถัง 200 ลิตร เป็นสต็อก (stock) ปุ๋ย

2. การนำปุ๋ยไปใช้ต้องตักปุ๋ยจากถัง A: B: C รวมในถังผสม ตามอัตราส่วน แล้วค่อยผสมลงไปในถังใหญ่ 2,000 ลิตร ผสมสารให้เข้ากัน ความเข้มข้นปุ๋ยดังนี้

2.1 ช่วงปลูก ถึง 1.5 เดือน ค่า EC = 0.2–1.7 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร อัตราปุ๋ย A: B: C = 2: 3: 1 (เร่งต้น)

2.2 โดยการปรับค่า EC ทุก 0.1 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร จะต้องใส่ปุ๋ย A+B+C ที่ผสมรวมกัน 1,000 มิลลิลิตร (1 ลิตร)

4. ต้องวัดค่า EC ในถัง 2,000 ลิตร ก่อนปรับค่า EC ทุกวัน และค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5–6.5

5. การปลูกมันฝรั่ง 1 ฤดูกาล (crop) ต้องผสมปุ๋ย A และ B ในถัง 200 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ส่วนปุ๋ย C ผสม 1 ครั้ง

ตารางที่ 3 สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในระบบแอโรโปนิกส์ ช่วงอายุ 1.5 เดือน–เก็บเกี่ยว (ดัดแปลงจาก สนอง, 2557; Otazu, 2010; Kim, 2014)

ลำดับ	สูตรปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ 200 ล.
	A (ผสมรวมกันถังเดียว)	
1	$Ca(NO_3)_2$ (15–0–0) (แคลเซียมไนเตรท)	2.36 กิโลกรัม
2	Fe–EDTA (เหล็กคีเลท) หรือ Fe-EDDHA 6% (เหล็กม่วง)	234 กรัม
	B (ผสมรวมกันถังเดียว)	
3	KNO_3 (13–0–46) (โพแทสเซียมไนเตรท)	5 กิโลกรัม
4	KH_2PO_4 (0–52–34) (โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต)	7.75 กิโลกรัม
5	$MgSO_4$ (0–0–0 + 16) (แมกนีเซียมซัลเฟต)	5 กิโลกรัม
6	Urea (46–0–0) (ยูเรีย)	780 กรัม
7	K_2SO_4 (0–0–50) (โพแทสเซียมซัลเฟต)	1.720 กิโลกรัม
	C (ผสมรวมกันถังเดียว)	
8	H_3BO_3 (บอริกแอซิด)	140 กรัม
9	$ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต)	10 กรัม
10	$MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต)	100 กรัม
11	$CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต)	4 กรัม
12	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต)	1 กรัม

หมายเหตุ: 1. เตรียมปุ๋ย A, B และ C แต่ละสูตรในถัง 200 ลิตร เป็นสต็อก (stock) ปุ๋ย

2. การนำปุ๋ยไปใช้ต้องตักปุ๋ยจากถัง A: B: C รวมในถังผสม ตามอัตราส่วน แล้วค่อยผสมลงไปในถังใหญ่ 2,000 ลิตร ผสมสารให้เข้ากัน ความเข้มข้นปุ๋ยดังนี้

2.1 ช่วง 1.5–2 เดือน ค่า EC = 1.5–1.7 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร อัตราปุ๋ย A: B: C = 2: 4: 1 (เร่งไหล)

2.2 ช่วง 2–3 เดือน ค่า EC = 1.7–2.1 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร อัตราปุ๋ย A: B: C = 2: 3: 1 (เร่งหัว)

โดยการปรับค่า EC ทุก 0.1 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร จะต้องใส่ปุ๋ย A+B+C ที่ผสมรวมกัน 1,000 มิลลิลิตร (1 ลิตร)

3. ต้องวัดค่า EC ในถัง 2,000 ลิตร ก่อนปรับค่า EC ทุกวัน และค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5–6.5

4. การปลูกมันฝรั่ง 1 ฤดูกาล (crop) ต้องผสมปุ๋ย A และ B ในถัง 200 ลิตร จำนวน 3 ครั้ง ส่วนปุ๋ย C ผสม 2 ครั้ง

ตารางที่ 4 ช่วงเวลาการให้น้ำ, ค่า pH และ EC ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตหลังย้ายปลูกของการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิกส์ (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

ช่วงการเจริญเติบโต	วันหลังจากย้ายปลูก	กลางวัน–กลางคืน		pH	EC
		พ่นน้ำ (วินาที)	หยุด (นาที)		
สร้างราก	1–7 (น้ำเปล่า)	120	3		0.20
	8–15	120	4	5.5–6.5	0.88
	16–19	120	8		1.22
สร้างไหล	20–24	120	10	5.5–6.5	1.72
	25–35	120	15		1.50
สร้างหัว (ช่วงแรก)	36–45	90	40	5.5–6.5	0.86
เร่งหัว	46–90	90	90	5.5–6.5	0.93

หมายเหตุ: 1. ค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5–6.5

2. อุณหภูมิควบคุมที่เหมาะสมภายในโรงเรือน และอุณหภูมิน้ำ = 18–25 ºC

3. ค่า EC ของน้ำมีค่า = 0.2 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร

สูตรปุ๋ยสำหรับการผลิตพืชไร้ดินในระบบแอโรโปนิกส์

พืชแต่ละชนิดที่ปลูกในระบบแอโรโปนิกส์ มีความต้องการธาตุอาหารที่เหมาะสมแตกต่างกัน มหาวิทยาลัยเกษตรกรรม ลา โมลินา เปรู (The Peruvian Agrarian University, La Molina) ได้เตรียมสูตรปุ๋ยสำหรับการปลูกพืชไร้ดินในระบบแอโรโปนิกส์ (Otazú, 2010) ดังนี้

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

<u>สารละลาย A</u>

1. ละลายแคลเซียมฟอสเฟต ($Ca_3(PO_4)_2$) 180 กรัม/น้ำ 500 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง (ภาชนะที่ 1)

2. ละลายโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) 550 กรัม/น้ำ 3 ลิตร ในภาชนะเดียวกัน เติมแอมโมเนียมไนเตรท ($NH4NO_3$) 350 กรัม ละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน (ภาชนะที่ 2)

3. ผสมสารละลายในภาชนะที่ 1 และภาชนะที่ 2 รวมกัน ปรับปริมาตรสุดท้ายที่ 5 ลิตร

4. เก็บสารละลาย A ในขวดสีทึบ

สารละลาย B

1. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 1 กรัม, ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) 1.7 กรัม, แอมโมเนียม โมลิบเดต $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ 0.2 กรัม, กรดบอริค (H_3BO_3) 3 กรัม และ แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) 5 กรัม ละลายในน้ำ 300 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรสุดท้ายที่ 1 ลิตร เก็บในภาชนะที่สะอาดและปิดมิดชิด (ภาชนะที่ 3)

2. ละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) 220 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร จากนั้นเติมธาตุอาหารรองที่เตรียมไว้ (ภาชนะที่ 3) 400 มิลลิลิตร ผสมรวมกัน เติม Fe-EDTA quelate (6% Fe) 17 กรัม ปรับปริมาตรสารให้ได้ 2 ลิตร เก็บสารละลาย B ในภาชนะที่สะอาดและปิดมิดชิด

3. เขย่าขวดสารละลายทั้งสอง ก่อนผสมเข้าด้วยกันความเข้มข้นสุดท้าย คือ ดูดสารละลาย A ปริมาณ 5 มิลลิลิตร และสารละลาย B ปริมาณ 2 มิลลิลิตร รวมกันปรับปริมาตรสุดท้ายที่ 1 ลิตร (ตารางที่ 5)

ในกรณีไม่มีสารแอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3) จะใช้ธาตุอาหารทดแทน โดยใช้สารละลายธาตุอาหารสำหรับพืชแอโรโปนิกส์ โดยเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้น (stock) ในน้ำปริมาตร 10 ลิตร (ตารางที่ 6) การนำไปใช้โดยเติมสารละลายทดแทนเข้มข้น (stock) ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ในสารละลาย A ปริมาตร 1 ลิตร (2%)

ตารางที่ 5 การเตรียมสารละลาย A และสารละลาย B สำหรับการปลูกพืชไร้ดินแอโรโปนิกส์ (Otazú, 2010)

ลำดับ	สูตรปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ย/น้ำ (กรัม)	หมายเหตุ
	สารละลาย A		
1	$Ca_3(PO4)_2$ (แคลเซียมฟอสเฟต)	180 ก./ น้ำ 500 มล.	ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
2	KNO_3 (โพแทสเซียมไนเตรท)	550 ก./ น้ำ 3 ล.	ผสมสารละลายลำดับที่ 1
3	NH_4NO_3 (แอมโมเนียมไนเตรท)	350 ก.	และ (2 + 3) รวมกัน ปรับปริมาตรสุดท้ายที่ 5 ลิตร
	สารละลาย B		
4	$CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต)	1 ก.	ผสมสารละลายลำดับที่ 4-8 รวมกัน ปรับปริมาตรสุดท้ายที่ 1 ลิตร (ภาชนะที่ 3)
5	$ZnSO_4.H_2O$ (ซิงค์ซัลเฟต)	1.7 ก.	
6	$(NH_4)_2MoO_4$ (แอมโมเนียมโมลิบเดต)	0.2 ก. / น้ำ 300 มล.	
7	H_3BO_3 (กรดบอริก)	3 ก.	
8	$MnSO_4$ (แมงกานีส ซัลเฟต)	5 ก.	
9	$MgSO_4$ (แมกนีเซียม ซัลเฟต)	220 ก./ 1 ล.	ผสมสารละลายลำดับ 9 กับสารละลายภาชนะที่ 3 รวมกัน เติม Fe-EDTA ปรับปริมาตรสุดท้ายที่ 2 ลิตร
10	Fe-EDTA quelate (6% Fe)	17 ก.	

หมายเหตุ : 1. ละลายสารละลาย A ข้อ 1 ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

2. ผสมสารละลาย A ข้อ 1 และ (2 + 3) เข้าด้วยกับ ปรับปริมาตรสุดท้ายที่ 5 ลิตร

3. สารละลาย B ผสมสารละลายข้อ 4–8 เข้าด้วยกัน ปรับปริมาตรสุดท้ายที่ 1 ลิตร (ภาชนะที่ 3)

4. ละลายสารละลาย ข้อ 9 ในน้ำ 1 ลิตร เติมสารละลายในภาชนะที่ 3 ที่เตรียมไว้ 400 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน แล้วเติม Fe-EDTA ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 2 ลิตร จะได้สารละลาย B

5. การนำไปใช้ดูดสารละลาย A ปริมาณ 5 มิลลิลิตร + สารละลาย B ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสุดท้ายที่ 1 ลิตร

ตารางที่ 6 การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช สำหรับทดแทนสารแอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3) (Otazú, 2010)

ลำดับ	สารละลาย	ปริมาณ (กรัม) ในน้ำ 10 ลิตร
1	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$ (แคลเซียมไนเตรท)	118
2	KH_2PO_4 (โปแทสเซียมฟอสเฟต)	68
3	KNO_3 (โปแทสเซียมไนเตรท)	252
4	$MgS0_4$ (แมกนีเซียมซัลเฟต)	246
5	Fe EDTA (เหล็กคีเลต)	11.7
6	B (โบรอน)	0.7
7	$MnCl_2$ (แมงกานีสคลอไรด์)	1.5
8	$ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต)	0.3
9	$CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต)	0.1
10	Mo (โมลิบดินัม)	0.1

หมายเหตุ : 1. เติมสารละลายทดแทนเข้มข้น (stock) 20 มิลลิลิตร ในสารละลาย A ปริมาตร 1 ลิตร (2%)
2. เติมสารละลายทดแทนเข้มข้น (stock) 2 ลิตร ในสารละลาย A ปริมาตร 100 ลิตร

4.5 การให้น้ำ

4.5.1 ระยะเวลาการให้น้ำ

พืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำ แต่ละช่วงของการเจริญเติบโตแตกต่างกัน เช่น มันฝรั่งเป็นพืชที่ต้องการน้ำสม่ำเสมอ ต้องการน้ำประมาณ 6–8 มิลลิลิตรต่อวัน หรือ 900 มิลลิลิตร ตลอดระยะการเจริญเติบโต ประกอบไปด้วย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะหลังจากปลูกเป็นช่วงที่มันฝรั่งเริ่มแตกยอด ใบ กิ่งและเพิ่มปริมาณราก มันฝรั่งต้องการน้ำน้อยแต่ต้องมีความชื้นสม่ำเสมอ ดังนั้นในระยะนี้ควรให้น้ำปริมาณน้อยเพียงพอแก่การงอก พัฒนาใบ ลำต้นและรากเท่านั้น ถ้าให้น้ำมากเกินไปอาจทำให้หัวพันธุ์ที่ปลูกเน่าเกิดความเสียหายได้

ระยะการพัฒนาใบและลำต้นภายหลังจากมันฝรั่งงอก มันฝรั่งจะมีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้นในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต และต้องการน้ำมากที่สุดเมื่อต้นเจริญเติบโตคลุมดินเต็มที่จนต้นมันฝรั่งแก่ จึงจะค่อยๆ ลดการให้น้ำลง

ระยะลงหัวควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ แต่อย่าให้ท่วมขังในแปลงอาจทำให้หัวมันฝรั่งเน่าเสียได้ ในระยะนี้ถ้าให้น้ำไม่สม่ำเสมอจะทำให้หัวมันฝรั่งมีลักษณะผิดปกติ และไม่ควรให้น้ำมากเกินไปจนดินแฉะ เพราะจะทำให้เกิดโรคในดิน หัวมันฝรั่งเน่าได้ง่าย และทำให้ผิวของหัวมันฝรั่งไม่สวย และเกิดเป็นรูเล็ก ๆ ทั่วบริเวณผิวของหัวมันฝรั่ง เนื่องจากเลนติเซลบนหัวขยายตัว

ความถี่ของการให้น้ำจะแปรผันตามระยะการเจริญเติบโต ดังตารางที่ 4 และอุณหภูมิของน้ำควรอยู่ในช่วงระหว่าง 18–25 °C (อรทัย, 2564)

4.5.2 วิธีการให้น้ำ

ใช้ระบบการฉีดพ่นน้ำให้เป็นฝอยหรือหมอก ไปยังรากพืชโดยตรงเมื่อโมเลกุลของน้ำถูกทำให้เล็กลง พืชจะสามารถดูดซับนำไปใช้ได้เร็วและเต็มที่ มีระบบการทำงาน คือจะมีถังเก็บน้ำ หรือถังพักน้ำ อยู่ด้านล่างพื้นที่ปลูก และมีปั๊มน้ำคอยส่งน้ำไปตามท่อเข้ากล่องแอโรโปนิกส์ผ่านหัวพ่นละอองฝอยสู่รากพืช แล้วไหลลงสู่ถังเก็บน้ำด้านล่าง หมุนเวียนกันไปจนกว่าจะครบฤดูปลูก สามารถตั้งเวลาฉีดพ่นน้ำได้ตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด (ถิระวรรธน์ และ กรวิทย์, 2561)

5. สุขลักษณะ และความสะอาด (คน เครื่องมือ การปฏิบัติงาน และความปลอดภัย)

5.1 แผนบำรุงรักษา และการสุขาภิบาล

5.1.1 มีแผนการบำรุงรักษา และการสุขาภิบาลที่ระบุวิธีการ ความถี่ และผู้รับผิดชอบ

5.2 การบำรุงรักษา

5.2.1 ดูแลรักษาและซ่อมบำรุงสถานที่ผลิต และเครื่องมืออย่างเพียงพอเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

5.3 การทำความสะอาด

5.3.1 ทำความสะอาดสถานที่ผลิต และเครื่องมืออย่างเพียงพอเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

5.4 การกำจัดของเสีย

5.4.1 จัดการขยะและของเสียที่เหลือจากการผลิตอย่างสม่ำเสมอ และด้วยวิธีการที่เหมาะสม

5.5 บุคลากร

5.5.1 มีที่ปรึกษาที่มีความรู้เกี่ยวกับการจำแนกศัตรูพืช และการจัดการศัตรูพืช

5.5.2 ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในสายการผลิตจะต้องได้รับการฝึกอบรมและเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับศัตรูพืช การตรวจสอบศัตรูพืช และการจัดการเพื่อลดความเสี่ยงศัตรูพืช

5.5.3 มีผู้ปฏิบัติงานเพียงพอและเหมาะสมตามกระบวนการผลิต

5.5.4 ผู้ปฏิบัติงานและบุคคลภายนอกที่เข้าไปในบริเวณผลิตต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคล

5.5.5 ผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติงานอย่างถูกสุขลักษณะ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2553)

6. ศัตรูพืช และการป้องกันกำจัด

6.1 โรคพืช

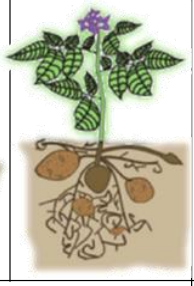
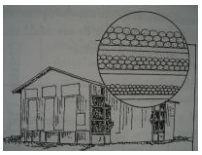
ในประเทศไทยโรคสำคัญที่ทำความเสียหายแก่ผลผลิต และคุณภาพของพืชในประเทศไทยมีหลากหลายชนิด ตัวอย่างเช่น โรคพืชที่สำคัญของมันฝรั่ง ได้แก่ โรคใบไหม้ และโรคเหี่ยวเขียว โดยโรคใบไหม้ (Late blight) เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora infestans* โดยเชื้อรานี้จะงอกเข้าไปในใบมันฝรั่ง เจริญเติบโตอยู่ข้างในใบ ทำให้เนื้อเยื่อใบตายและดูดกินธาตุอาหาร โรคนี้เกิดได้ทั้งที่ใบ ลำต้น และหัวของมันฝรั่ง เชื้อราสามารถกระจายไปได้อย่างรวดเร็ว หากสภาพแวดล้อมเหมาะสม คือ มีความชื้นสูงกว่า 85% และอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 12–15 ºC) (วิวัฒน์ และจารุฉัตร, 2555) โรคที่พบรองลงมา ได้แก่ โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (Stem canker and black scurf) เกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* โรคอื่น ๆ ที่เกิดจากเชื้อรา ได้แก่ โรคใบจุดสีน้ำตาล (Early blight) เกิดจากเชื้อรา *Alternaria solani* โรคเหี่ยวและหัวเน่า (Fusarium dry rot and wilt) เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* spp. โรคลำต้นเน่า (Stem rot) เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* (อรทัย, 2559) ส่วนโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่สำคัญ ได้แก่ โรคเหี่ยวเขียวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* (หรือชื่อเดิม *Pseudomonas solanacearum*) เชื้อชนิดนี้เป็นเชื้อที่อยู่ในดิน (soil borne organism) และเข้าสู่ต้นพืชทางระบบรากที่เกิดแผล เชื้อโรคสามารถกระจายไปยังพื้นที่อื่นผ่านทางการให้น้ำ การมีน้ำท่วม หรือการนำดินที่มีเชื้อไปยังแหล่งอื่น เชื้อสามารถมีชีวิตอยู่ในดินหลายปี และยากที่จะกำจัดให้หมดไป (Anon, 1995) โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียอื่น ๆ ได้แก่ โรคเน่าดำและเน่าเละ (Black leg and soft rot) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Erwinia carotovora* pv. carotovora และ *E. chrysanthemi* โรคเน่าวงแหวน (Ring rot) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Clavibacter michiganensis* pv. sepedonicum โรคขี้กลากหรือแผลสะเก็ด (Common scab) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Streptomyces scabies* นอกจากนี้ยังมีโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส (virus) ได้แก่ โรคใบด่าง (Mosaics) ที่เกิดจากเชื้อไวรัสใบด่าง PVX (potato virus X) และ PVY โรคใบม้วนงอ

(Leaf roll) ที่เกิดจากเชื้อไวรัสใบม้วน PLRV (potato leaf roll virus) และ โรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอย (Root–knot nematode) เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*) (อรทัย, 2559)

6.2 แมลง ไร และสัตว์ศัตรูพืช

ส่วนแมลงศัตรูมันฝรั่งที่สำคัญ ได้แก่ หนอนเจาะหัวมันฝรั่ง (Potato tuber moth) มีสาเหตุจาก *Phthorimaea operculella* หนอนแมลงวันชอนใบ (Leaf miner flies) มีสาเหตุจาก *Liriomyza huidobrensis* เพลี้ยไฟ (Thrips) เกิดจากเพลี้ยไฟฝ้าย (Cotton thrips): *Thrips palmi* Karny, เพลี้ยไฟพริก (Chili thrips): *Scirtothrips dorsalis* Hood หนอนกระทู้ (Cutworm) เกิดจากหนอนกระทู้หอม (Beet armyworm): *Spodoptera exigua* (Hubner), หนอนกระทู้ผัก (Common cutworm): *Spodoptera litura* (Fabricius) และหนอนกระทู้กัดต้น (Black cutworm): *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) เพลี้ยอ่อน (Aphid) มีสาเหตุจาก *Myzus persicae* Sulzer and *Ahis gossypii* Glover (อรทัย, 2559)

หลังจากต้นมันฝรั่งงอกสูงประมาณ 10–15 เซนติเมตร หรือมีอายุประมาณ 15–20 วัน หลังจากปลูก ควรพ่นสารป้องกันกำจัดโรค ทุก 7–10 วัน สารเคมีที่ใช้ส่วนมาก ได้แก่ แมนโคเซ็ป (mancozeb) และเมทาแล็กซิล (metalaxyl) ซึ่งปัจจุบันมีสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่ใช้ป้องกันกำจัดโรคที่เกิดจากเชื้อราได้ผลดีหลายหลายยี่ห้อ โดยเฉพาะโรคที่สำคัญคือโรคใบไหม้ (ตารางภาคผนวกที่ 1) ถ้ามีการระบาดรุนแรงควรพ่นทุก ๆ 3–5 วัน ส่วนโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เช่น โรคเหี่ยว และโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสทำให้ใบด่างและต้นแคระแกรน ยังไม่มียาป้องกันกำจัดที่ได้ผลดี การควบคุมโรคคือ ถ้าพบต้นเป็นโรคให้ถอนทิ้งทันทีแล้วนำไปฝังหรือเผาทำลาย สำหรับโรคที่เกิดจากไวรัสควรพ่นสารฆ่าแมลงเพื่อกำจัดเพลี้ยอ่อนที่เป็นพาหะของโรค ตามตารางภาคผนวกที่ 1 ส่วนแมลงศัตรูมันฝรั่งมีหลายชนิด ซึ่งจะเข้าทำลายทุกระยะของการเจริญเติบโต ตั้งแต่ย้ายลงแปลงปลูกจนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยว และระยะการเก็บรักษา ทำให้ผลผลิตมันฝรั่งที่ได้ลดลง ไม่มีคุณภาพ และไม่เป็นที่ต้องการของตลาด (ภาพที่ 12)

ระยะการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง				
0-4 สัปดาห์		4-6 สัปดาห์	6-10 สัปดาห์	ระยะเก็บเกี่ยว	ระยะเก็บรักษา
					
- หนอนกระทู้กัดต้น - เพลี้ยไฟ		- เพลี้ยอ่อน* - เพลี้ยไฟ* - หนอนแมลงวันชอนใบ - หนอนกระทู้หอม - หนอนกระทู้ผัก - หนอนเจาะสมอฝ้าย - หนอนคืบ - แมลงหวี่ขาว		- หนอนกระทู้หอม* - หนอนกระทู้ผัก* - หนอนกระทู้กัดต้น	- หนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง* - เพลี้ยแป้ง
*แมลงศัตรูที่ทำความเสียหายแก่มันฝรั่ง					

ภาพที่ 12 ระยะการเจริญเติบโตของมันฝรั่งและชนิดของแมลงที่เข้าทำลาย (สุพัตรา, 2544; Im, 2014)

6.3 วัชพืช

วัชพืช แบ่งเป็น**วัชพืชฤดูเดียว** เป็นวัชพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ประกอบด้วย วัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนติด หญ้าตีนนก หญ้าปากควาย และหญ้าไม้กวาด เป็นต้น และวัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ ผักโขม ผักเบี้ยหิน ผักเบี้ยใหญ่ หญ้ายาง เทียนนาหญ้ากำมะหยี่ โทงเทง กระเม็ง สะอึก ตดหมูตดหมา และสาบแร้ง–สาบกา เป็นต้น ส่วน**วัชพืชข้ามปี** เป็นวัชพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยหัว ที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ แห้วหมูและกก

โดยทั่วไปการกำจัดวัชพืชในมันฝรั่ง ทำพร้อมกับการใส่ปุ๋ยและการพูนโคน อย่าปล่อยให้วัชพืชขึ้นแข่งขันกับต้นมันฝรั่งในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้ผลผลิตลดลง การพ่นสารเคมีควบคุมการงอกของเมล็ดวัชพืช เช่น เมทริบูซิน (metribuzin 75%) (เซ็งคอร์) อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (ตารางภาคผนวกที่ 1) พ่นคลุมดินก่อนปลูกหรือหลังปลูกแล้วรดน้ำตาม ระวังละอองสารสัมผัสพืชข้างเคียง จะช่วยลดปริมาณวัชพืชและลดแรงงานในการกำจัด

ไม่ควรพรวนดินกำจัดวัชพืชในช่วงที่ต้นมันฝรั่งลงหัวแล้ว ซึ่งอาจจะกระทบกระเทือนถูกหัวมันฝรั่งที่กำลังเจริญเติบโต ทำให้หัวมันฝรั่งเกิดเป็นรอยแผลเป็น (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

6.4 คำแนะนำการใช้สารเคมี และอุปกรณ์การพ่นสารเคมี

โดยทั่วไปมันฝรั่งเป็นพืชที่ปลูกง่ายและเจริญเติบโตได้ดี หากดินที่ปลูกเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และสภาพแวดล้อมเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามการปลูกมันฝรั่งในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืช รวมถึงวัชพืชอยู่เสมอ โดยการระบาดของโรคและแมลงตั้งแต่ในระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว รวมถึงระยะเก็บรักษา การใช้สารเคมีควบคุมโรคและแมลงอย่างถูกต้องในปริมาณที่เหมาะสม (ตารางภาคผนวกที่ 1) หรือการใช้วิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated pest management, IPM) เพื่อป้องกันการดื้อยาของโรคและแมลง ป้องกันการระบาดจนก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตจนไม่สามารถแก้ไขได้ รวมถึงเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและได้รับผลตอบแทนคุ้มค่า (พิสมัย, 2541; สุรชาติ, 2541; วงศ์, 2541; สุวรรณ, 2544) ดังนี้

7. การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

7.1 ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวพืชแต่ละชนิดจะต่างกัน ตัวอย่างเช่น มันฝรั่ง มีอายุการเก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ เช่น พันธุ์แอตแลนติค และพันธุ์สปุนต้า ซึ่งเป็นพันธุ์เบาปานกลางจะมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90–110 วันหลังปลูก ต้นมันฝรั่งเมื่อเริ่มแก่ ลำต้นจะนอนราบ ใบจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง 10–15% ใบจะเริ่มเหลืองจากด้านล่างขึ้นมา ควรเก็บเกี่ยวเมื่อต้นมันฝรั่งแก่เต็มที่แล้ว ลำต้นและใบเริ่มแห้งตาย ไม่ควรเก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งที่อายุยังอ่อน และต้นมันฝรั่งยังเขียวอยู่ เนื่องจากหัวมันฝรั่งยังพัฒนาไม่เต็มที่ มีผิวเปลือกบาง ทำให้ถลอกง่าย และเก็บรักษาได้ไม่นาน นอกจากนี้หัวมันอ่อนยังมีปริมาณน้ำตาลค่อนข้างสูง และมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่ำ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานจะทำให้หัวมันเหี่ยว อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคแมลง ควรหยุดให้น้ำ 2 วัน และเปิดแผ่นโฟมที่ปิดด้านบนกระบะปลูกขึ้นอีก 2 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว (อภิรักษ์ และอรทัย, 2557)

7.2 วิธีการเก็บเกี่ยว

7.2.1 ต้องเก็บเกี่ยวอายุการเก็บเกี่ยวหลังย้ายปลูก 90 วัน

7.2.2 เก็บเกี่ยวเมื่อหัวพันธุ์มีขนาด 8 กรัม ขึ้นไป

7.2.3 เก็บเกี่ยวครั้งเดียว

7.2.4 หรือเก็บเกี่ยวเป็นลำดับ หลังจากเก็บเกี่ยวครั้งแรก สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตอีกทุก ๆ 10 หรือ 14 วัน (ข้อเสีย ของการเก็บเกี่ยวตามลำดับคือ เมื่อหมดฤดูกาลจะได้หัวพันธุ์ที่ไม่สม่ำเสมอ/ การงอกของตา หัวพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวก่อนจะงอกก่อน)

7.2.5 ควรเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเวลาเช้าขณะที่อุณหภูมิยังไม่ร้อน (Otazú, 2010)

ผลิตผลของมันฝรั่งภายหลังการเก็บเกี่ยว จะมีการสูญเสียในทุกกระบวนการการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาประมาณ 17–41% ได้แก่ ความเสียหายก่อนการเก็บเกี่ยว 3–8% การคัดเลือก 2–5% การบรรจุหีบห่อ 1–2% การขนส่ง 3–6% การเก็บรักษา 1–4% การแปรรูป 4–8% การจัดการ 1–5% และในระหว่างกระจายผลผลิต 2–8% (Jara Solís, 1991) ดังนั้นการลดการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยว จะต้องเริ่มตั้งแต่การจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวที่ดี จนถึงการเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยวในทุกประบวนการ

7.3 การคัดเกรด หรือคัดแยก และการบรรจุ

ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งแล้ว เร่งขนย้ายไปยังที่ร่ม คัดแยกหัวมันฝรั่งที่มีตำหนิ รูปร่างผิดปกติ มีบาดแผล และเน่าเสีย ออกจากหัวมันฝรั่งปกติ (อรทัย, 2564) จากนั้นนำมาคัดขนาด ตามเกณฑ์การจัดขนาดของหัวพันธุ์มันฝรั่ง พิจารณาจากเส้นผ่านศูนย์กลาง ณ ส่วนที่กว้างที่สุดของหัวพันธุ์มันฝรั่ง ดังตารางที่ 7 และนำไปบรรจุในภาชนะที่ใหม่ สะอาด ถ่ายเทอากาศได้ดี ติดฉลากที่มีข้อความแสดงรายละเอียดที่ภาชนะบรรจุ หรือสิ่งห่อหุ้ม หรือป้ายสินค้า หรือเอกสารกำกับสินค้า โดยข้อความต้องมองเห็นได้ง่าย ชัดเจน ไม่หลุดลอก ไม่เป็นเท็จหรือหลอกลวงหรือที่อาจจะทำให้เข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะของสินค้า เช่น ชื่อพันธุ์ ชั้นพันธุ์ รหัสขนาด ปริมาณสุทธิ (จำนวน หรือน้ำหนัก) วันที่เก็บเกี่ยวและบรรจุ ชื่อผู้ผลิตหรือผู้จำหน่าย และ แหล่งผลิตหรือแหล่งปลูก (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2564)

ตารางที่ 7 การจัดขนาดของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2564)

รหัสขนาด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	
	หัวพันธุ์[1/]	ผลผลิตสดเข้าโรงงาน
1	2.0 – 4.0	-
2	> 4.0 – 6.0	-
3	> 6.0 – 8.0	-
คละเกรด	> 4.0 – 8.0	> 4.5 – 9.0

หมายเหตุ: [1/]หัวพันธุ์มันฝรั่งทุกชั้น ได้แก่ ชั้นพันธุ์หลัก (G0) ชั้นพันธุ์ขยาย (G1) และชั้นพันธุ์รับรอง (G2 ขึ้นไป)

7.4 การเก็บรักษา

การเก็บรักษาหัวพันธุ์ เนื่องจากหัวพันธุ์มันฝรั่งจะต้องเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 6–8 เดือน เพื่อปลูกในฤดูต่อไป ควรเก็บรักษาหัวพันธุ์ไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 4–5 ºC หรือในห้องเย็นเก็บรักษาหัวพันธุ์ (ภาพที่ 13) ที่มีความชื้นร้อยละ 90–95 เพื่อชะลอการงอกของตา (sprouting) โดยเก็บไว้ในตะกร้าพลาสติก เพื่อลดการบอบช้ำของหัวพันธุ์ หัวพันธุ์มันฝรั่งจะเริ่มงอกเมื่อพ้นระยะพักตัว (dormancy) ประมาณ 3 เดือน จากนั้นนำหัวพันธุ์ไปผึ่งในโรงเรือนเป็นชั้นบาง ๆ 1–2 ชั้น หลังจากผึ่งหัวพันธุ์ได้ 2 สัปดาห์ถึง 1 เดือน หัวพันธุ์จะมีหน่องอกแข็งแรง พร้อมที่จะนำไปปลูกในแปลงเพื่อผลิตเป็นหัวพันธุ์ขยายต่อไป อย่างไรก็ตามหากเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพธรรมชาติหรือที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลานาน หัวพันธุ์จะแก่และเสื่อมสภาพ และการเก็บเกี่ยวหัว

พันธุ์มันฝรั่งที่อายุอ่อนเกินไป จะทำให้อัตราการหายใจของหัวมันฝรั่งสูง เกิดความร้อนในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ผิวถลอก ติดเชื้อโรคได้ง่าย (อรทัย, 2564)

(ก) การเก็บเกี่ยวผลผลิต

(ข) การคัดเกรด หรือคัดขนาดหัวพันธุ์

(ค) การเก็บหัวพันธุ์ในตะกร้าพลาสติก

(ง) เก็บรักษาหัวพันธุ์ในที่มืดที่อุณหภูมิ 4–5 ºC (ห้องเย็น)

ภาพที่ 13 การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (ก–ง)

7.5 การขนส่ง

ให้รีบดำเนินการขนส่งไปยังสถานที่เก็บหัวพันธุ์โดยเร็ว โดยรถกระบะ หรือรถลากไถ หรือรถบรรทุก โดยระมัดระวังอย่าให้หัวมันฝรั่งได้รับการกระทบกระเทือน และระวังสิ่งแปลกปลอมระหว่างขนย้ายขึ้นรถบรรทุก (ภาพที่ 14) (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557; บริษัท เป๊ปซี่–โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด, 2559) ซึ่งการขนส่งบางสถานที่มีระยะเวลานาน เนื่องจากการบรรทุกมีขีดจำกัด และอาจมีความล่าช้าจากสภาพการจราจรในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพหัวพันธุ์มันฝรั่ง ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักจากกระบวนการหายใจและการคายน้ำถึง 10–15% และสูญเสียสารอาหารที่สะสม เนื่องจากมันฝรั่งค่อนข้างที่จะไวต่อความเครียด ซึ่งโดยปกติหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะต้องผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่ง เพื่อให้หัวพันธุ์มันฝรั่งรักษาแผลที่เกิดความเสียหายที่ได้รับจากการเก็บเกี่ยวประมาณ 10–14 วัน ซึ่งสามารถป้องกันการเน่าเสียในระหว่างการขนส่ง ระหว่างการขนส่งหัวพันธุ์มันฝรั่ง อุณหภูมิส่งผลต่อหัวพันธุ์มันฝรั่ง ถ้าอุณหภูมิ มากกว่า 12 ºC จะเพิ่มอัตราการหายใจ และถ้าสูงถึง 40 ºC ขึ้นไปจะทำให้หัวพันธุ์เกิดความเสียหาย (Transport information service, 2018)

(ก) ใช้วัสดุรองพื้นบริเวณที่พักผลิตผล คัดขนาดใส่กระสอบ ระวังสิ่งแปลกปลอม

(ข) ระวังสิ่งแปลกปลอมระหว่างขนย้ายมันฝรั่งขึ้นรถบรรทุก

(ค) ติดยางกันกระแทกที่รถบรรทุก

(ง) การลำเลียงมันฝรั่งขึ้นรถบรรทุก

ภาพที่ 14 การขนส่งหัวพันธุ์มันฝรั่งของเกษตรกรจากแหล่งรับซื้อไปโรงเก็บรักษา (บริษัท เป๊ปซี่–โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด, 2559)

8. เกณฑ์คุณภาพการผลิต

ข้อกำหนดของการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตผักในโรงเรือน ให้เป็นไปตามตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 8 รายการและข้อกำหนดของการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตพืชผักในโรงเรือน (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

รายการ	ข้อกำหนด
1. น้ำ **(1) น้ำที่ใช้ในแปลงปลูก**	1.1. น้ำที่ใช้ในแปลงปลูก ไม่ควรเป็นแหล่งน้ำในสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนที่กระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค กรณีที่แหล่งน้ำมีสภาพแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย ให้วิเคราะห์น้ำ โดยส่งห้องปฏิบัติการของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 1.2 ไม่ใช้น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือกิจกรรมอื่น ๆ เช่น แหล่งชุมชน โรงพยาบาล ที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย กรณีจำเป็นต้องใช้ต้องมีหลักฐานหรือข้อพิสูจน์ที่ชัดเจนว่าน้ำนั้นได้ผ่านการบำบัดน้ำเสียมาแล้ว และสามารถนำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้ 1.3 เก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง ในระยะเริ่มต้นของการผลิต และให้เก็บตัวอย่างน้ำเพิ่มทุกครั้งในช่วงเวลาที่สภาพแวดล้อมเสี่ยงต่อการปนเปื้อน นำส่งห้องปฏิบัติการของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อน และเก็บใบแจ้งผลการวิเคราะห์น้ำไว้เป็นหลักฐาน **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 1.4 น้ำสำหรับละลายปุ๋ยและวัตถุอันตรายทางการเกษตร มีคุณภาพที่ไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการละลายปุ๋ยและวัตถุอันตรายทางการเกษตรลดลง 1.5 มีการจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน เช่น น้ำจากห้องสุขา น้ำทิ้งต่าง ๆ เพื่อลดความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ปลูกและพื้นที่โดยรอบ 1.6 มีการอนุรักษ์แหล่งน้ำและสภาพแวดล้อม
(2) น้ำที่ใช้ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว	1.7 กรณีที่มีการใช้น้ำล้างพืชผักเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกขั้นต้น ให้ใช้น้ำสะอาด ที่มาจากแหล่งน้ำที่ไม่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน 1.8 น้ำสำหรับใช้ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ต้องมีคุณภาพตามมาตรฐาน โดยให้ความสำคัญกับปัญหาการปนเปื้อนเป็นพิเศษ ในกรณีดังต่อไปนี้ - น้ำที่จะไปสัมผัสกับส่วนของผลิตผลที่บริโภคได้ - ผลิตผลที่มีคุณลักษณะทางกายภาพที่ทำให้น้ำตกค้างอยู่ที่ผลิตผล เช่น ใบ และพื้นผิวที่ไม่เรียบ
2. พื้นที่ปลูก **(1) พื้นที่ปลูกพืชผักในโรงเรือน**	2.1 พื้นที่ปลูกไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนในผลิตผลที่กระทบต่อความปลอดภัยของพืชผัก ควรเป็นพื้นที่ที่ไม่มีประวัติน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ยกเว้นในการปลูกพืชน้ำ ควรอยู่ห่างไกลจากแหล่งชุมชนเมือง ผู้เลี้ยงสัตว์รายอื่น แหล่งน้ำสาธารณะ แหล่งปนเปื้อนของสิ่งอันตรายทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โรงฆ่าสัตว์และตลาดนัดค้าสัตว์ มีการคมนาคมสะดวกเหมาะสมกับชนิดของพืชที่ปลูก

รายการ	ข้อกำหนด
	กรณีที่พื้นที่มีสภาพแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย ให้ทำการวิเคราะห์ดินโดยส่งห้องปฏิบัติการของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตรายและเก็บผลการวิเคราะห์ดินไว้เป็นหลักฐาน **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 2.2 กรณีจำเป็นต้องใช้พื้นที่ปลูกที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน ต้องมีข้อพิสูจน์ที่ชัดเจนว่ามีวิธีการบำบัดที่ลดการปนเปื้อนในระดับที่ปลอดภัย หรือผลผลิตไม่มีการปนเปื้อนในระดับที่เป็นอันตราย 2.3 เก็บตัวอย่างดินอย่างน้อย 1 ครั้ง ในระยะเริ่มต้นระบบการผลิตและเก็บตัวอย่างดินเพิ่มทุกครั้ง ในช่วงเวลาที่มีสภาพแวดล้อมเสี่ยงต่อการปนเปื้อนส่งห้องปฏิบัติการของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ เพื่อวิเคราะห์ การปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย และเก็บผลการวิเคราะห์ดิน **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 2.4 วางผังแปลง จัดทำแปลง หรือปรับปรุงผังแปลง โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผล สิ่งแวดล้อม และสุขภาพ ความปลอดภัยและสวัสดิภาพของผู้ปฏิบัติงาน 2.5 ดูแลรักษาพื้นที่ปลูกพืชผักเพื่อป้องกันการเสื่อมโทรมของดิน 2.6 จัดทำรหัสแปลงปลูกและข้อมูลประจำแปลงปลูก โดยระบุชื่อเจ้าของพื้นที่ปลูก สถานที่ติดต่อ ชื่อผู้ดูแลแปลง (ถ้ามี) สถานที่ติดต่อ ที่ตั้งแปลงปลูก แผนผังที่ตั้ง แปลงปลูก แผนผังแปลงปลูก ชนิดพืช และพันธุ์ที่ปลูก **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 2.7 จัดทำประวัติการใช้ที่ดินย้อนหลังอย่างน้อย 2 ปี **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 2.8 พื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
(2) โรงเรือนปลูกพืชผักบนดิน	2.9 โรงเรือนต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน เช่น เหล็ก ปูนซีเมนต์ ไม้เนื้อแข็ง ไม้ไผ่ เป็นต้น มีหลังคามีรูปทรงที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ภูมิประเทศ สามารถป้องกันกันแดด ฝน และลม ต้องมีทางระบายน้ำที่สะดวก หลังคาและด้านข้าง ปิดทุกด้านของโรงเรือนมีความแข็งแรงทนทาน เช่น ตาข่ายกันแมลงขนาด**ความถี่ตาข่าย** 16, 20, 24, 32, 40, หรือ 50 ตาต่อตารางนิ้ว (แมซ (mesh)) หรือแผ่นพลาสติก หรือแผ่นโพลีคาร์บอเนต หรือตาข่ายกรองแสง หรือวัสดุอื่น ๆ เป็นต้น **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 2.10 โรงเรือนและอุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงเรือนต้องปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อพืชผักและผู้ดูแล 2.11 ภายในโรงเรือนมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และมีอุณหภูมิที่เหมาะสม มีแสงสว่างเพียงพอ มีความเข้มของก๊าซ ฝุ่น อยู่ในสภาพที่เหมาะสม มีอ่างจุ่มน้ำยาฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้าและออกโรงเรือน
3. วัตถุอันตรายทางการเกษตร	3.1 หากมีการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ให้ใช้ตามคำแนะนำหรืออ้างอิงคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรหรือตามคำแนะนำในฉลากที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หยุดใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร

รายการ	ข้อกำหนด
	ก่อนการเก็บเกี่ยวตามช่วงเวลาที่ระบุไว้ ในฉลากกำกับการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรแต่ละชนิด หรือให้เป็นไปตามคำแนะนำของทางราชการ กรมวิชาการเกษตร **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 3.2 การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรต้องใช้วัตถุอันตรายที่ขึ้นทะเบียนถูกต้องตามกฎหมาย มีเลขทะเบียน วัตถุอันตราย และมีคำแนะนำบนฉลากให้ใช้กับพืชชนิดนั้น ห้ามใช้หรือมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ห้ามผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ครอบครองตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม 3.3 เก็บรักษาอยู่ในสถานที่เก็บสารเคมีหรือภายในแปลงเพาะปลูกและในกรณีที่ปลูกเพื่อการส่งออกห้ามใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ประเทศคู่ค้าห้ามใช้ **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) กรณีที่มีหลักฐานหรือมีเหตุอันควรสงสัยว่า มีการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรไม่ตรงตามคำแนะนำ ให้วิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลิตผลโดยห้องปฏิบัติการของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ เพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้าง และเก็บผลการวิเคราะห์ไว้เป็นหลักฐาน **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2)
	กรณีผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง มีปริมาณตกค้างสูงสุดเกินค่ามาตรฐานหรือกฎหมายกำหนด ให้ตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและดำเนินการแก้ไข หรือป้องกันการเกิดซ้ำ รวมทั้งบันทึกข้อมูลดังกล่าวไว้ 3.4 เลือกใช้เครื่องพ่นสารเคมีและอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการพ่นสารเคมีที่ถูกต้อง โดยตรวจสอบเครื่องพ่นสารเคมีให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3.5 อ่านคำแนะนำที่ฉลากเพื่อให้ทราบคุณสมบัติ และวิธีการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรก่อนนำไปใช้ 3.6 ผู้ประกอบการ ผู้ปฏิบัติงาน และ/หรือผู้ควบคุมด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ต้องมีความรู้และผ่านการฝึกอบรมในการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ถูกต้องเหมาะสม ควรรู้จักศัตรูพืช การเลือกชนิดและอัตราการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเลือกใช้เครื่องพ่นสารเคมีและอุปกรณ์หัวฉีด รวมทั้งวิธีการพ่นสารเคมีที่ถูกต้องโดยตรวจสอบเครื่องพ่นสารเคมีให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานตลอดเวลา เพื่อป้องกัน สารพิษเปื้อนเสื้อผ้าและร่างกายผู้ปฏิบัติงานควรสวมเสื้อผ้ามิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันสารพิษ ได้แก่ หน้ากาก หรือผ้าปิดจมูก ถุงมือหมวก และสวมรองเท้าเพื่อป้องกันอันตรายจากสารพิษ 3.7 เลือกใช้เครื่องพ่นสารเคมีและอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการพ่นสารเคมีที่ถูกต้อง โดยตรวจสอบเครื่องพ่นสารเคมีให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3.8 ใช้ระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่เหมาะสม เพื่อลดการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร 3.9 ไม่ใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรมากกว่าสองชนิดร่วมกัน นอกจากเป็นคำแนะนำของหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง หรือมีข้อมูลทางวิชาการรับรอง

รายการ	ข้อกำหนด
	3.10 เตรียมวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้มีความเข้มข้นที่ถูกต้อง ก่อนนำไปพ่น ให้ปรับปริมาตรน้ำและละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน ในปริมาณที่ใช้ได้หมดในคราวเดียว ไม่ควรเหลือติดค้างในถังพ่น 3.11 วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ยังคงเหลืออยู่ในภาชนะบรรจุซึ่งใช้ไม่หมดในคราวเดียว ให้ปิดภาชนะให้สนิทและเก็บในสถานที่เก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตร หากมีการเปลี่ยนถ่ายภาชนะบรรจุต้องระบุข้อมูลให้ครบถ้วนถูกต้อง 3.12 ทำความสะอาดเครื่องพ่นสารเคมีและอุปกรณ์ภายหลังการใช้ทุกครั้ง และกำจัดน้ำล้างด้วยวิธีที่ไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม เมื่อใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรหมดแล้ว ให้ล้างภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายทางการเกษตรนั้นด้วยน้ำ 2–3 ครั้ง เทน้ำลงในถังพ่นสารเพื่อนำไปใช้ต่อไป 3.13 ภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่เสียสภาพแล้ว ต้องทำลายเพื่อป้องกันการนำกลับมาใช้ และนำไปทิ้งในสถานที่สำหรับทิ้งวัตถุอันตรายทางการเกษตรโดยเฉพาะ หรือทำลาย หรือกำจัดภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ใช้หมดแล้วโดยการฝังดินให้ห่างจากแหล่งชุมชน ขุดหลุมลึกมากพอที่สัตว์จะไม่สามารถขุดขึ้นมาได้ และห้ามเผาทำลาย เพื่อป้องกันการนำกลับมาใช้ 3.14 ภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ใช้ไม่หมดในคราวเดียว ให้ปิดฝาภาชนะบรรจุให้สนิทเมื่อเลิกใช้ และนำไปเก็บในสถานที่เก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตร 3.15 เก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่เสื่อมสภาพหรือหมดอายุ ในสถานที่เฉพาะหรือทำลายด้วยวิธีที่ถูกต้อง เพื่อป้องกันการนำกลับมาใช้ 3.16 จัดเก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ ให้แยกสถานที่เก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้เป็นสัดส่วน ในสถานที่เก็บเฉพาะ มิดชิด ปลอดภัย ป้องกันแดดและฝน มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารแต่ละชนิด และสามารถควบคุมดูแลการนำไปใช้ได้ ไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตผลและไม่เกิดอันตรายต่อบุคคล สู่ผลิตผล อาหาร และสิ่งแวดล้อม 3.17 ให้จัดเก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตรในภาชนะปิดมิดชิด ระบุป้ายให้ชัดเจนและจำแนกเป็นหมวดหมู่ ไม่ปะปนกับปุ๋ย สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชและอาหารเสริมชนิดต่าง ๆ สำหรับพืช วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่เปิดใช้แล้วห้ามถ่ายเทออกจากภาชนะบรรจุเดิม 3.18 จัดเก็บสารเคมีอื่น เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง สารทำความสะอาด สารอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเกษตรให้เป็นสัดส่วน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนสู่ผลิตผลและสิ่งแวดล้อม 3.19 บันทึกหรือจัดทำบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายทางการเกษตร และเก็บไว้ในสถานที่เก็บ 3.20 ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการป้องกันตนเองจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร และการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

รายการ	ข้อกำหนด
	3.21 ขณะปฏิบัติงานผู้ใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ต้องสวมเสื้อผ้าให้มิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันสารพิษ ได้แก่ หน้ากากหรือผ้าปิดจมูก ถุงมือ หมวก และสวมรองเท้า เพื่อป้องกันอันตรายจากสารพิษ 3.22 ผู้พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร ควรพ่นในช่วงเช้าหรือเย็นขณะลมสงบ หลีกเลี่ยงการพ่นในเวลาแดดจัดหรือลมแรง และขณะปฏิบัติงานผู้พ่นต้องอยู่เหนือลมตลอดเวลา และระวังละอองฟุ้งกระจายปนเปื้อนแปลงใกล้เคียงและสิ่งแวดล้อม 3.23 ผู้พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร หลังการพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรทุกครั้ง ให้ทำความสะอาดร่างกาย ด้วยการอาบน้ำ สระผม และเปลี่ยนเสื้อผ้าทันที หลังการพ่น เสื้อผ้าที่สวมใส่ขณะพ่น ต้องนำไปซักทำความสะอาดทุกครั้ง โดยซักแยกจากเสื้อผ้าที่ใช้ปกติ 3.24 เครื่องมือและวัสดุป้องกันอุบัติเหตุ เช่น น้ำยาล้างตา น้ำสะอาด ทราย และอุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น ในสถานที่เก็บหรือสถานที่ใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร 3.25 มีเอกสารคำแนะนำการปฏิบัติ กรณีที่มีอุบัติเหตุหรือเหตุฉุกเฉินแสดงไว้ให้เห็นชัดเจนในบริเวณที่เก็บสารเคมี
4. การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว **(1) แผนควบคุมการผลิต**	4.1 มีแผนควบคุมการผลิต เพื่อกำหนดมาตรการควบคุมในแต่ละขั้นตอนที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และ/หรือคุณภาพของผลิตผล และ/หรือสิ่งแวดล้อม และ/หรือสุขภาพ ความปลอดภัยและสวัสดิภาพของผู้ปฏิบัติงาน **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2)
(2) ปัจจัยการผลิต	4.2 จัดทำรายการปัจจัยการผลิต แหล่งที่มา และรายละเอียดเฉพาะของปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ หรือส่วนขยายพันธุ์ ปุ๋ย ธาตุอาหารเสริม วัตถุอันตรายทางการเกษตร ที่ใช้ในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งระบุรายการ ปริมาณ วัน/เดือน/ปี ที่จัดซื้อ **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 4.3 บันทึกอัตราส่วนของวัตถุปลูก และควรตรวจวิเคราะห์ตรวจสารโลหะหนักสารพิษทางการเกษตรในวัสดุปลูก และการให้ธาตุอาหารพืชกับระบบน้ำ ต้องวิเคราะห์ตรวจสารโลหะ/สารพิษทางการเกษตรในสารละลายที่ใช้ **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2)
(3) เมล็ดพันธุ์และท่อนพันธุ์/ยอดพันธุ์ หรือหัวพันธุ์	4.4 เลือกใช้พันธุ์ที่มีคุณภาพดีตรงกับความต้องการของตลาด มาจากแหล่งที่เชื่อถือได้ ตรงตามพันธุ์/ชนิด สามารถตรวจสอบแหล่งที่มา และประวัติของเมล็ดพันธุ์ หรือส่วนขยายพันธุ์ได้ 4.5 ระบุวิธีขยายพันธุ์โดยเมล็ด หรือท่อนพันธุ์/ยอดพันธุ์ หรือหัวพันธุ์ หรืออื่น ๆ ระบุอายุกล้าพันธุ์ที่ใช้ปลูก 4.6 ถ้าเก็บเมล็ดพันธุ์เอง ต้องเลือกเก็บเมล็ดจากต้นที่ไม่เป็นโรค และ/หรือถ้าเป็นเมล็ดพันธุ์ทางการค้า ควรคลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

รายการ	ข้อกำหนด
	4.7 บันทึกรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เช่น ชื่อพันธุ์ บริษัทที่จำหน่าย วัน เดือน ปีที่ผลิต หรือแปลงที่เลือกเก็บเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น ตามตัวอย่างแบบบันทึกที่ 2 (ข้อมูลบันทึกสำหรับแปลงผู้ปลูก) **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 4.8 การคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยวัตถุอันตรายทางการเกษตร ให้ใช้ตามวิธีการและอัตราส่วนที่แนะนำบนฉลากวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ขึ้นทะเบียนถูกต้องตามกฎหมาย
(4) ปุ๋ย **การจัดการธาตุอาหารพืช**	4.9 มีการจัดการที่ดีในการใช้ปุ๋ยเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนทั้งทางด้านจุลินทรีย์ เคมี และกายภาพสู่ผลิตผลในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภคและคุณภาพของพืชผัก และใช้ปุ๋ยที่ผ่านการขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์** 4.10 ปุ๋ยอินทรีย์ควรผ่านกระบวนการหมัก หรือย่อยสลายโดยสมบูรณ์ หรือกระบวนการอื่นอย่างเพียงพอที่จะลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในคน ไม่ใช้สิ่งขับถ่ายของมนุษย์มาเป็นปุ๋ย 4.11 ไม่ควรใช้ตะกอนน้ำเสียมาเป็นวัสดุผลิตปุ๋ยอินทรีย์หรือหากใช้ควรมีข้อมูลที่แสดงว่าปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีสารปนเปื้อนประเภทโลหะหนักในระดับที่เป็นอันตราย 4.12 หากซื้อปุ๋ยอินทรีย์จากทางการค้ามาใช้ ควรมีข้อมูลประเภทหรือกระบวนการที่ผู้ผลิตปุ๋ยใช้ในการลดเชื้อจุลินทรีย์และอาจมีเอกสารยืนยันจากผู้ผลิต แสดงถึงคุณลักษณะ เช่น ผลการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย รายละเอียดคุณลักษณะทางจุลินทรีย์และเคมี 4.13 วิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ไม่ควรให้ปุ๋ยสัมผัสโดยตรงกับส่วนที่จะเก็บเกี่ยว 4.14 หากเกษตรกรผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เองในฟาร์ม ปุ๋ยอินทรีย์ต้องผ่านกระบวนการหมักหรือย่อยสลายโดยสมบูรณ์ หรือผ่านกระบวนการอื่นอย่างเพียงพอ ที่จะไม่ทำให้เกิดโรคสู่คน ทั้งนี้ให้บันทึกข้อมูลที่ระบุวิธีการ วันที่ และช่วงเวลาทำปุ๋ยอินทรีย์ **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 4.15 พื้นที่เก็บรักษา บริเวณหมัก ย่อยสลาย ขนย้ายปุ๋ย หรือเก็บรักษาปุ๋ยอินทรีย์ควรแยกเป็นสัดส่วนห่างจากแปลงพืชผัก และอยู่ในบริเวณที่จะไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่แปลงพืชผักจากการชะล้างของฝนหรือเมื่อเกิดภาวะน้ำท่วม 4.16 บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับการได้มาและการใช้ปุ๋ย เช่น วันที่ ชนิด ปริมาณและวิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์รวมทั้งช่วงระยะของการปลูกพริกที่มีการใช้ปุ๋ย ตามตัวอย่างแบบบันทึกใน ตารางภาคผนวกที่ 2 (ตัวอย่างแบบบันทึก ข้อมูลแหล่งที่มาของปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย) และเก็บรักษาไว้เพื่อการตรวจสอบ 4.17 การใช้ปุ๋ยเคมี เลือกใช้เฉพาะปุ๋ยเคมีที่ขึ้นทะเบียนอย่างถูกต้องกับกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์เลือกใช้ชนิดที่เหมาะสมต่อพืชที่ปลูกในอัตราตามคำแนะนำบนฉลาก ทั้งนี้ควรใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์

รายการ	ข้อกำหนด
(5) เครื่องมือ โรงเรือน ระบบน้ำ และอุปกรณ์การเกษตร	4.18 จัดให้มีเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน จัดให้มีสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรเป็นสัดส่วน ปลอดภัย และง่ายต่อการใช้งาน 4.19 จัดทำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร และมีการบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรตามแผนที่กำหนดไว้ พร้อมบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาทุกครั้ง **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 4.20 ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร รวมทั้งภาชนะที่ใช้ในการบรรจุและขนส่งผลิตผลทุกครั้งก่อนการใช้งานและหลังใช้งานเสร็จแล้วก่อนนำไปเก็บ 4.21 ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร เช่น เครื่องพ่นสารเคมี อุปกรณ์การเก็บเกี่ยว ก่อน นำออกไปใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรที่ต้องอาศัยความเที่ยงตรงในการปฏิบัติงานเช่น หัวฉีดพ่น วัตถุอันตรายทางการเกษตร ควรมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงอย่างสม่ำเสมอ หากพบว่ามีความคลาดเคลื่อน ให้ปรับปรุงซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ ให้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานเมื่อนำมาใช้งาน 4.22 มีวิธีการให้น้ำและอาหารที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และความต้องการของพืชผัก โดยคำนึงถึงการผลิตตามคำแนะนำของหน่วยงานราชการ หรือตามข้อมูลทางวิชาการ ควรเลือกระบบการจัดการในโรงเรือนให้เหมาะสมกับพืช โดยต้องลดการระบาดของโรคและแมลงศัตรู
(6) การจัดการในขั้นตอนการผลิต	ระบบการควบคุมน้ำและธาตุอาหาร โดยทั่วไปจะมีการเลือกให้เหมาะสมกับระบบการปลูก รูปแบบที่ได้รับความนิยมมี 2 แบบ ได้แก่ 1.ปลูกบนพื้นดิน และ 2.ปลูกบนโต๊ะหรือขั้นวาง และอาจให้ปุ๋ยโดยตรงหรือให้ไปกับระบบน้ำ **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) ธาตุอาหารที่ให้ไปกับระบบน้ำ แบ่งออกเป็น 1. อินทรีย์สสาร (organic soilless culture) 2. อนินทรีย์สสาร (inorganic soilless culture) และ 3. ระบบธาตุอาหารผสม (mix soilless culture) **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 4.23 การจัดการธาตุอาหารที่ให้ไปกับระบบน้ำ ควรตรวจค่า EC และ pH อยู่เสมอและให้เหมาะสมในแต่ละช่วงการพัฒนาการของพืช 4.24 ระบบการให้ธาตุอาหารที่ให้ไปกับระบบน้ำควรมีระบบการบำบัดน้ำการเกษตรหลังการผลิต 4.25 มีวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และความต้องการของพืชผักโดยคำนึงถึงการผลิตตามคำแนะนำของหน่วยงานราชการ หรือตามข้อมูลทางวิชาการ 4.26 ใช้วิธีการปลูกและการดูแลรักษาที่เหมาะสมตามชนิดของพืชผัก โดยคำนึงถึงการผลิตตามคำแนะนำของหน่วยงานราชการ หรือตามข้อมูลทางวิชาการ **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2)

รายการ	ข้อกำหนด
	4.27 การผสมเกสรโดยวิธีการผสม วิธีกล หรือสารเคมี หรือใช้แมลงช่วยผสม เนื่องจากการระบบปลูกพืชผักประเภทกินผลบนดินในโรงเรือนต้องการการช่วยผสมเกสร เนื่องจากขาดแมลงช่วยผสมเกสร 4.28 การจัดการทรงพุ่ม โรงเรือนมีพื้นที่จำกัด ต้องจัดวางระยะปลูกให้เหมาะสม ให้ต้นพืชผักรับแสงสว่างทั่วถึงต้น 4.29 พืชประเภทเถาเลื้อย ควรทำค้าง ตาข่ายพยุงลำต้น ต้องมีความแข็งแรงสะอาด 4.30 ควรมีการตัดแต่งกิ่งใบเพื่อควบคุมทรงพุ่มให้ได้รับแสงทั่วถึงและเพียงพอ ตัดแต่งผล/ ใบที่ไม่สมบูรณ์ 4.31 พยุง/ ห่อผล ในพืชผักที่มีผลขนาดใหญ่ ต้องช่วยพยุงผลไม่ให้กิ่งฉีกขาด และห่อผลให้ผิวมีความสม่ำเสมอตามชนิดของพืชผักเพื่อเพิ่มคุณภาพ 4.32 มีการป้องกันกำจัดศัตรูพืช และต้องไม่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และคุณภาพของพืชผักและสิ่งแวดล้อม 4.33 เกษตรกรควรรู้จักชนิด วงจรชีวิตของศัตรูพืชที่สำคัญ ตลอดจนวิธีป้องกันกำจัดที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศ รายละเอียดศัตรูพืชที่สำคัญของพืชผัก 4.34 ติดตามการระบาดของศัตรูพืชในระยะต่าง ๆ หากตรวจพบในปริมาณที่เกิดความเสียหายในระดับเศรษฐกิจให้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชนั้นอย่างเหมาะสมตามคำแนะนำของทางราชการ และบันทึกข้อมูลตาม 4.35 มีการควบคุมและกำจัดวัชพืช ให้อยู่ในระดับที่ไม่เสียหายต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก และกำจัดพืชที่มีโรคเข้าทำลายนอกแปลงปลูก โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 4.36 ควรใช้วิธีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างใดอย่างหนึ่งหรือร่วมกัน ได้แก่ 1) วิธีทั่วไป เช่น การใช้กับดักกาวเหนียว ถอนต้นที่เป็นโรคแล้วทำลาย การกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงาน ขณะที่วัชพืชยังเล็กหรือยังไม่ออกดอก และการคลุมดินในแถวปลูก 2) วิธีใช้ศัตรูธรรมชาติ เช่น สารชีวินทรีย์ ตัวห้ำตัวเบียน 3) วิธีใช้สารสกัดจากธรรมชาติ เช่น สารสกัดจากสะเดา 4) วิธีใช้สารเคมี เช่น วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่มีประสิทธิภาพ และอยู่ในคำแนะนำของทางราชการ 4.37 กำจัดพืชที่มีโรคเข้าทำลายนอกแปลงปลูก โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
(7) การกำจัดของเสียและสิ่งของที่ไม่ใช้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต	4.38 แยกประเภทของเสียและสิ่งของที่ไม่ใช้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต ให้ชัดเจน รวมทั้งมีที่ทิ้งขยะให้เพียงพอ หรือระบุจุดทิ้งขยะให้ชัดเจน รวมถึงมีการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

รายการ	ข้อกำหนด
5. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว **(1) การเก็บเกี่ยว**	5.1 เก็บเกี่ยวพืชผักแต่ละชนิดในระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม 5.2 เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการที่เหมาะสมและถูกสุขลักษณะ ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชผัก ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพและต้นพืชผัก 5.3 มีการป้องกันการปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตรายสู่ผลิตผลที่เก็บรวบรวมในแปลง และไม่วางผลิตผลที่เก็บเกี่ยวแล้วสัมผัสกับพื้นดินโดยตรง 5.4 อุปกรณ์และภาชนะที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว (ถ้ามีการใช้) เช่น มีด กรรไกร ควรสะอาด และเหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว ไม่มีการปนเปื้อนสิ่งอันตรายที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการบริโภคและคุณภาพของพืชผัก และควรมีการรักษาความสะอาดอุปกรณ์และภาชนะอย่างถูกสุขลักษณะทั้งก่อนและหลังการใช้งาน 5.5 วิธีเก็บเกี่ยว ควรปฏิบัติดังนี้ เก็บเกี่ยวผลิตผลอย่างระมัดระวัง ไม่ทำให้ผลิตผลเสียหาย และให้นำผลผลิตเข้าที่ร่ม หรือพักในที่มีการระบายอากาศดี และไม่ว่างสุ่มทับซ้อน เพราะจะทำให้เกิดการเน่าเสียได้ 5.6 การปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยวพืชผัก ควรปฏิบัติดังนี้ 5.6.1 สุขลักษณะของการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนจากวัตถุอันตรายที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการบริโภค 5.6.2 คัดแยกผลผลิตที่มีตำหนิหรือด้อยคุณภาพออก คัดแยกชั้นคุณภาพและขนาด ตามข้อกำหนดในมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่องพืชอาหาร (มกษ. 9001–2556) หรือตามข้อตกลงที่ทำกับผู้ซื้อ และบันทึกข้อมูลผลการปฏิบัติ
(2) การพักผลิตผลและการขนย้ายในแปลงปลูก	5.7 มีการจัดการผลิตผลในบริเวณพักผลิตผลที่เก็บเกี่ยวในแปลงปลูกต้องเหมาะสม สามารถป้องกันการขูดขีด หรือการกระแทก รวมทั้งปัญหาการเสื่อมสภาพของผลิตผลอันเนื่องจากความร้อนและแสงแดด เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของคุณภาพของพืชผัก 5.8 ใช้วัสดุปูรองพื้นในบริเวณพักผลิตผลที่เก็บเกี่ยวแล้ว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูล และสิ่งที่เป็นอันตรายอื่น ๆ จากพื้นดิน 5.9 เลือกใช้ภาชนะที่เหมาะสมในการบรรจุขั้นต้น เพื่อการขนถ่ายผลิตผลจากภายในพื้นที่แปลงปลูกไปยังพื้นที่จัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การขนย้ายผลิตผลในแปลงปลูกให้ปฏิบัติด้วยความระมัดระวัง และป้องกันการปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อพืชผัก 5.10 ขนส่งผลิตผลที่บรรจุภาชนะแล้ว ด้วยความระมัดระวัง ไปยังจุดรวบรวมสินค้าทันทีที่เก็บเกี่ยว
(3) การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว และ/หรือ ลดความชื้น	5.11 มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และ/ หรือลดความชื้นที่เหมาะสมและถูกสุขลักษณะ ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของพืชผัก และให้ความชื้นเป็นไปตามข้อกำหนดหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

รายการ	ข้อกำหนด
	5.12 จัดให้มีสถานที่เก็บรักษาอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว และภาชนะบรรจุให้เป็นสัดส่วน โดยแยกออกจากปุ๋ยและให้มีการป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์พาหะนำโรค 5.13 สถานที่ใช้ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ต้องสามารถป้องกันความเสี่ยงจากการปนเปื้อนและรักษาคุณภาพผลผลิตได้ 5.14 ป้องกันสัตว์เลี้ยงไม่ให้อยู่ในบริเวณปฏิบัติงาน โดยเฉพาะสถานที่เก็บรักษาหากมีความเสี่ยงในการเป็นพาหะนำโรค ให้มีมาตรการป้องกัน
6. การเก็บรักษา และการขนย้าย **(1) การเก็บรักษา** **(2) การขนย้าย**	6.1 สถานที่เก็บพืชผักต้องถูกสุขลักษณะ อากาศถ่ายเทสะดวก มีแสงสว่างเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน สามารถป้องกันความชื้นจากภายนอก แสงแดด และการปนเปื้อนจากวัตถุอันตราย และสัตว์พาหะนำโรคได้ 6.2 ภาชนะบรรจุต้องสะอาด ปราศจากสิ่งที่เป็นอันตราย และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ รวมทั้งสามารถป้องกันแสงหรือพรางแสงได้ โดยให้มีความเหมาะสมต่อชนิดของพืชผัก 6.3 มีวัสดุรองพื้นก่อนวางภาชนะบรรจุพืชผัก 6.4 มีมาตรการการป้องกันศัตรูพืชในโรงเก็บ ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดข้อ 3 6.5 ภาชนะและพาหนะที่ใช้ในการขนย้ายต้องสะอาด ปราศจากสิ่งที่เป็นอันตรายและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ รวมทั้งสามารถป้องกันแสงได้ โดยให้มีความเหมาะสมต่อชนิดของพืชผัก 6.6 มีมาตรการป้องกันไม่ให้พืชผัก มีความชื้นเพิ่มขึ้นระหว่างการขนย้าย
7. สุขลักษณะส่วนบุคคล	7.1 ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจ หรือได้รับการฝึกอบรมด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกสุขลักษณะ **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 7.2 ต้องมีการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ที่สัมผัสกับผลิตผลโดยตรง โดยเฉพาะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตผล 7.3 ห้ามบุคคลที่เจ็บป่วยและอาจนำโรคสู่ผลิตผล เช่น โรคติดต่อทางระบบทางเดินอาหาร อุจจาระร่วง บิด เข้าไปในบริเวณที่ปฏิบัติงาน ผู้ประกอบการหรือแรงงานที่เจ็บป่วยให้รายงานให้ผู้จัดการดูแลการผลิตทราบ 7.4 มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลให้เพียงพอ อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และอยู่ใกล้แหล่งผลิต สามารถป้องกัน ขจัดของเสียต่าง ๆ ไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่แปลงปลูก ผลิตผล และปัจจัยการผลิต 7.5 รายงานให้ผู้ดูแลการผลิตทราบ ในกรณีผู้ปฏิบัติงานเจ็บป่วย เพื่อตัดสินใจในการปฏิบัติงานที่ไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตผล **บันทึกข้อมูลในแบบบันทึก** (ตารางภาคผนวกที่ 2) 7.6 ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับวัตถุอันตรายทางการเกษตร ได้รับการตรวจสุขภาพ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

รายการ	ข้อกำหนด
	7.7 จัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่เหมาะสมแก่ผู้ปฏิบัติงาน 7.8 จัดการอบรมให้ความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงานอย่างเหมาะสมตามหน้าที่ที่รับผิดชอบ 7.9 เจ้าของ และผู้ปฏิบัติงาน มีความรู้หรือได้รับการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 7.10 กรณีที่มีบุคคลภายนอกเข้ามาในบริเวณที่ผลิต ควรมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนสู่ผลิตผลพืชผัก
8. บันทึกข้อมูลและการตามสอบ **(1) เอกสารและบันทึกข้อมูล**	จัดทำเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน รายการเอกสารที่สำคัญต่าง ๆ และบันทึกข้อมูล เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบรับรองระบบการผลิตพืชผักบนดินในโรงเรือน เก็บบันทึกข้อมูลอย่างน้อย 3 ปีของการผลิตติดต่อกัน หรือตามที่ผู้ประกอบการคู่ค้าต้องการ 8.1 กรณีแหล่งน้ำ พื้นที่ปลูก และโรงเรือนปลูกพืชอยู่ในสภาวะเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ให้มีบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำและดิน และเอกสารหรือหลักฐานแสดงผลการตรวจวิเคราะห์ ดิน น้ำ ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ (ข้อกำหนด 1.1, 1.3, 2.1, 2.6 และ 2.7) 8.2 มีบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำและดินในระยะเริ่มจัดระบบการผลิต และในช่วงเวลาที่มีสภาพแวดล้อมเสี่ยงต่อการปนเปื้อน (ข้อกำหนด 1.3 และ 2.1) 8.3 มีบันทึกข้อมูลรหัสแปลงปลูกและข้อมูลประจำแปลงปลูก (ข้อกำหนด 2.6) 8.4 มีประวัติการใช้ที่ดินย้อนหลังอย่างน้อย 2 ปี (ข้อกำหนด 2.7) 8.5 มีบันทึกข้อมูลการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรทุกครั้งที่ใช้ อย่างน้อยให้ระบุชนิดพืช ชนิดสารเคมี วัตถุประสงค์การใช้ วันที่ใช้ อัตราและวิธีการใช้ วันที่เก็บเกี่ยว และชื่อผู้ปฏิบัติงาน (ข้อกำหนด 3.1) 8.6 มีเอกสารข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุอันตรายทางการเกษตร (ข้อกำหนด 3.3) 8.7 มีบันทึกหรือบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่จัดเก็บ (ข้อกำหนด 3.3) 8.7.1 แบบบันทึกข้อมูลการสำรวจและการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ตารางภาคผนวกที่ 2 8.8 มีแผนควบคุมการผลิต (ข้อกำหนด 4.1) 8.9 มีบันทึกรายการปัจจัยการผลิต แหล่งที่มา และรายละเอียดเฉพาะของปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ หรือส่วนขยายพันธุ์ ปุ๋ย ธาตุอาหารเสริม วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ใช้ในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งระบุรายการ ปริมาณ วัน/เดือน/ปี ที่จัดซื้อ (ข้อกำหนด 4.2, 4.3, 4.7 และ 4.14) 8.9.1 มีบันทึกการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ (ข้อกำหนด 4.14) 8.9.2 มีบันทึกเครื่องมือ โรงเรือน ระบบน้ำ และอุปกรณ์การเกษตร (ข้อกำหนด 2.2, 4.19, 4.22 และ 4.26) 8.10 มีการบันทึกข้อมูลของผลผลิต ได้แก่ วันที่ปลูก ปริมาณการผลิต วันที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตสด วันที่เก็บผลผลิตแห้ง วันที่บรรจุ และวันที่ส่งมอบ (ข้อกำหนด 5) 8.11 แบบบันทึกและเอกสารควรจัดทำให้เป็นปัจจุบันสำหรับการผลิตในฤดูกาล

รายการ	ข้อกำหนด
	นั้น ๆ และในกรณีที่มีแปลง ผลิตมากกว่า 1 แปลง ให้มีการแยกบันทึกข้อมูลเป็นรายแปลง ควรลงชื่อผู้ปฏิบัติงานหรือผู้บันทึกทุกครั้งที่มี การบันทึกข้อมูล 8.12 มีบันทึกการฝึกอบรมสุขลักษณะส่วนบุคคล (ข้อกำหนด 7.1) 8.13 มีหลักฐานผลการตรวจสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน (ข้อกำหนด 7.5)
(2) การตามสอบและการทบทวนวิธีปฏิบัติ **- การตามสอบ**	8.14 พืชผักที่อยู่ระหว่างการเก็บรักษาและขนย้าย หรือบรรจุเพื่อจำหน่าย ให้ระบุรุ่นผลิตผล หรือติดรหัส หรือเครื่องหมายแสดงแหล่งผลิต หรือวันที่เก็บเกี่ยว เพื่อให้สามารถตรวจสอบที่มาได้ 8.15 เก็บรักษาบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงานและเอกสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานไว้อย่างน้อย 2 ปี ของการผลิตติดต่อกัน หรือตามที่ผู้ประกอบการ หรือประเทศคู่ค้าต้องการ เพื่อให้สามารถตามสอบและเรียกคืนสินค้าเมื่อเกิดปัญหาได้ 8.16 กรณีที่พบปัญหาการปฏิบัติในแปลงปลูกที่อาจมีผลต่อความปลอดภัย ให้สืบหาสาเหตุและหาแนวทางแก้ปัญหา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นอีก และให้มีการบันทึกข้อมูล
- การทบทวนวิธีปฏิบัติ	8.17 ทบทวนการปฏิบัติงานด้านการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี หรือทบทวนบันทึกข้อมูลอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้มั่นใจในกระบวนการผลิตและปรับปรุง ขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ รวมถึงเก็บบันทึกข้อมูล การทบทวนและแก้ไขไว้ 8.18 มีการแก้ไขข้อร้องเรียนที่เกี่ยวข้อง และเก็บบันทึกข้อมูลการแก้ปัญหา ข้อร้องเรียนไว้

9. การบันทึกข้อมูล

เกษตรกรควรบันทึกการปฏิบัติงานในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ ให้มีการตรวจสอบได้ หากเกิดข้อผิดพลาดบกพร่องขึ้น สามารถจัดการแก้ไขหรือปรับปรุงได้ทันท่วงที เช่น

9.1 สภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน

9.2 ชื่อพันธุ์ วันปลูก

9.3 วันที่ใส่ปุ๋ย ชนิดของปุ๋ย วันที่พ่นสารเคมี และชนิดของสารเคมี

9.4 วันที่ศัตรูพืชระบาด

9.5 วันที่เก็บเกี่ยว ค่าใช้จ่าย ปริมาณผลผลิต และรายได้

9.6 ปัญหาอุปสรรคอื่น ๆ ในช่วงฤดูปลูก การเก็บเกี่ยว และการขนส่ง

(สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

เอกสารอ้างอิง

โกวิทย์ พงษ์แสวง กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และวินัย จิตต์ชื่น. 2544. สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยไฟมันฝรั่ง. หน้า 43–67. *ใน:* รายงานผลงานวิจัยกองกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร.

กรีธาทัพ พงศ์ดนัย. 2554. *การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพไส้เดือนดินและปุ๋ยชนิดละลายน้ำเพื่อใช้สำหรับการปลูกพืชด้วยเทคนิคแอโรโพนิกส์ (Aeroponics).* ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา–ชลประทาน) วิทยาลัยการชลประทาน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นนทบุรี. 112 หน้า.

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2551. *คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2551*. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 295 หน้า.

ไฉน ยอดเพชร. 2542. พืชผักในตระกูลครูซิเฟอร์. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพฯ. 195 หน้า.

ถิระวรรธน์ สืบธนะวงษ์ และกรวิทย์ กระจ่างพันธ์. 2561. ระบบควบคุมสำหรับการปลูกพืชแบบแอโรโพนิกส์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 49 (ฉบับพิเศษ): 494–497.

ธนากร น้ำหอมจันทร์ และอติกร เสรีพัฒนานนท์. 2557. ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดินแบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบควบคุมเชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 8(1): 98–111.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2550. *การปลูกพืชผักในโรงเรือน*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 31 หน้า.

ธิติยา สารพัฒน์ มนตรี เอี่ยมวิมังสา และไตรเดช ข่ายทอง. 2555. การจัดการโรคราก่ปมของฝรั่ง. หน้า 1–6. *ใน:* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

บริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด. 2559. *คู่มือการปลูกมันฝรั่ง*. บริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด. 30 หน้า.

บริษัท ศูนย์เกษตรบางไทร จำกัด. 2564. บริษัท ศูนย์เกษตรบางไทร จำกัด. แหล่งข้อมูล: https://www.bangsaiagro.com/landing. สืบค้น: 21 สิงหาคม 2564.

พิสมัย ชวลิตวงษ์พร. 2541. แมลงศัตรูมันฝรั่ง. หน้า 24–37. *ใน:* เอกสารวิชาการมันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

มนตรี เอี่ยมวิมังสา ไตรเดช ข่ายทอง ธิติยา สารพัฒน์ และพเยาว์ พรหมพันธุ์ใจ. 2554. *ประสิทธิภาพของสารควบคุมไส้เดือนฝอยเพื่อป้องกันกำจัดโรครากปมในพริก*. กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 9 หน้า.

ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์. 2548. *ผลของสารอินทรีย์สกัดและสารสกัดจากดินร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอคในการปลูกพืชแบบไร้ดิน*. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 176 หน้า.

วงศ์ บุญสืบสกุล. 2541. มันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. หน้า 48–55. *ใน:* เอกสารวิชาการฉบับที่ 22. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

วิวัฒน์ ภาณุอำไพ และจารุฉัตร เขนยทิพย์. 2555. โรคใบไหม้ของมันฝรั่ง. วารสารวิจัยและพัฒนาการเกษตร. 13(3): 13–16.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2556. *โครงการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อทดแทนการนำเข้าเสนอเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนปรับโครงสร้างการผลิต (FTA)*. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 25 หน้า.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. *การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ*. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 69 หน้า.

สนอง จรินทร. 2557. *การเปรียบเทียบสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิกส์*. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร. 14 หน้า.

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2555. รูปแผนภาพการปลูกพืชระบบรากแขวนอยู่ในอากาศ. แหล่งข้อมูล: http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/ สืบค้น: 21 สิงหาคม 2564.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2553. *การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงคัดบรรจุผักและผลไม้สด (มกษ. 9035-2553)*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 16 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2556. *การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร (มกษ. 9001-2556)*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2561. *มันฝรั่งสำหรับการแปรรูป (มกษ. 1524–2561)*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 7 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2564. *ร่างมาตรฐานหัวพันธุ์มันฝรั่ง (มกษ. XXXX-2564)*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 16 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. *สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2554*. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 119 หน้า.

สิรินาฏ พรศิริประทาน. 2554. *การส่งออกผักและผลไม้สดไทยไปสหภาพยุโรป*. ส่วนงานสารสนเทศและเผยแพร่วิชาการ สถาบันระหว่างประเทศเพื่อการค้าและการพัฒนา (องค์การมหาชน). 21 หน้า.

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์ และอรทัย วงค์เมธา. 2560. การผลิตมันฝรั่งปลอดโรคครบวงจร. หน้า 11–13. *ใน:* นวัตกรรมและเทคโนโลยีด้านพืชสวน Horti Asia 2017 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพ วันที่ 13–17 มีนาคม 2560. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 หน้า.

สุพัตรา ดลโสภณ. 2544. แมลงศัตรูมันฝรั่ง. หน้า 25–38. *ใน:* คู่มือโรคและแมลงศัตรูมันฝรั่ง. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร.

สุนทร พูนพิพัฒน์. 2525. *โรงเรือนปลูกพืชสำหรับพืชเขตร้อน*. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระคุณทหารลาดกระบัง. 225 หน้า.

สุรชาติ คูอาริยะกุล. 2541. โรคเชื้อราของมันฝรั่ง. หน้า 41–47. *ใน:* เอกสารวิชาการมันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สุวรรณ หาญวิริยะพันธุ์. 2544. การบริหารศัตรูมันฝรั่งแบบผสมผสาน. หน้า 39–44. *ใน:* คู่มือโรคและแมลงศัตรูมันฝรั่ง. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร.

สุรชาติ คูอาริยะกูล. 2546. ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชบางชนิดในการควบคุมโรคใบไหม้ของมันฝรั่งในฤดูฝน. *ใน:* รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยการผลิตมันฝรั่งในฤดูฝน. โครงการวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

โสระยา ร่วมรังษี ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย และอัมเรศ ใจดี. 2548. ผลของรูปแบบแผ่นปลูกพืชและอัตราพ่นต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดในระบบแอร์โรโพนิกส์. วารสารเกษตร 21(3): 241-250.

อรทัย วงค์เมธา. 2559. *งานนำเสนอเรื่อง โรคแมลงศัตรูมันฝรั่งและการป้องกันกำจัด*. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 94 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา และคณะ. 2562. *เทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรคภายใต้ระบบแอโรโปนิกส์*. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 69 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2564. *ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค*. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 200 หน้า.

อภิรัฐ ปิ่นทอง. 2555. การให้ปุ๋ยในระบบน้ำและการปลูกพืชไร้ดิน. แหล่งข้อมูล: https://www.agro.cmu.ac.th/absc/data/56/No12.pdf สืบค้น: 23 สิงหาคม 2564.

อภิรักษ์ หลักชัยกุล และอรทัย วงค์เมธา. 2557. การปฏิบัติดูแลรักษา. หน้า 63–102. *ใน:* คู่มือการปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.

Anon. 1995. Potatoes–Bacterial Wilt. Available at: http://www.depi.vic.gov.au/agriculture–and–food/pests–diseases–and–weeds/plant–diseases/vegetable/potato–diseases/potatoes–bacterial–wilt Accessed: August 20, 2021.

Arbel, M.A., A. Barak, A. Shklyar. 2003. Combination of forced ventilation and fogging systems for cooling greenhouses. *Biosyst*. *Eng*. 84(1): 45–55.

Gurley, T.W. 2020. Aeroponics: growing vertical. CRC Press, Boca Raton, F.L., USA. 275 p.

Im, Ju–Sung. 2014. Seed potato production. p.55–88. In 2014 KOPIA Group Training on Seed Potato Production, June 16–27, 2014. Highland Agriculture Research Center, Rural Development Administration (RDA).Jain, D. and Tiwari, G.N. 2002. Modeling and optimal design of evaporative cooling system in controlled environment greenhouse. *Energy Convers*. *Manag*. 43: 2235–2250.

Kasetorganic. 2021. Available at: https://www.kasetorganic.com/knowledge/aeroponics/. Accessed: August 21, 2021.

Kim, T.G. 2014. *Effect of stem cutting type and transplanting time on plant growth and minituber formation in potato hydroponics*. Ph.D. Thesis. Department of Horticulture, Graduate School, JeJu National University, South Korea.

Klarin, B., E. Garafulić, N. Vučetić and T. Jakšić. 2019. New and smart approach to aeroponic and seafood production. *J*. *Clean*. *Prod*. 239(2): 117665.

Minjuan, W., D. Chen and G. Wanlin. 2019. Evaluation of the growth, photosynthetic characteristics, antioxidant capacity, biomass yield and quality of tomato using aeroponics, hydroponics and porous tube-vermiculite systems in bio-regenerative life support systems. *Life Sci*. *Space Res*. 22: 68–75.

Otazú, V. 2010. Manual on quality seed potato production using aeroponics. International Potato Center (CIP), Lima, Peru. 44 p.

Song, JS., S. Jung, S. Jee, J.W. Yoon, Y.S. Byeon, S. Park and S.B. Kim. 2021. Growth and bioactive phytochemicals of Panax ginseng sprouts grown in an aeroponic system using plasma-treated water as the nitrogen source. *Sci*. *Rep*. 11: 2924

Transport information service. 2018. Potato. Available at: http://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/gemuese/kartoffe/kartoffe.htm#transport. Accessed: November 30, 2018.

Yıldız, S.N., H.Y. Dasgan and S. Dere. 2020. Comparison of substrate, hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of carrot root. *Acta*. *Hortic*. 1273: 107–114.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูมันฝรั่ง

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราที่ใช้ (ต่อน้ำ 20 ล.)
โรค	โรคใบไหม้ (late blight)	แมนโคเซบ (mancozeb)	ไดไทโอคาร์บาเมท (Dithiocarbamates)	50 ก.
		เมทาแลกซิล (metalaxyl)	ฟีนิลลาไมด์ (Phenylamide)	30–50 ก.
		แมนโคเซบ + เมทาแลกซิล (mancozeb 4%WP+metalaxyl M4%)	ไดไทโอคาร์บาเมท+ฟีนิลลาไมด์ (Dithiocarbamates+Phenylamide)	30–40 ก.
		ไซมอกซานิล+แมนโคเซบ (cymoxanil 8%+mancozeb 64%)	ไซยาโนอะซีตาไมด์ ออกไซม์+ไดไทโอคาร์บาเมท (Cyanoacetamide oxime + Dithiocarbamates)	30–50 ก.
		ไดเมโทมอร์ฟ+แมนโคเซบ (dimethomorph 9%+mancozeb 60%WP)	ซินนามิค แอซิด เอไมด์+ไดไทโอคาร์บาเมท (Cinnamic acid amide + Dithiocarbamates)	80–100 ก.
		ไดเมโทมอร์ฟ (dimethomorph 40%WG)	ซินนามิคแอซิด เอไมด์ (Cinnamic acid amide)	20–30 ก.
		ไอโพรวาลิคาร์บ+โพรพิเนบ (iprovalicarb 5.5%+propineb 61.3%WP)	อะมิโนแอซิด เอไมด์ คาร์บาเมต+ไดไทโอคาร์บาเมท (Amino acid amide carbamate + Dithiocarbamate)	40–60 ก.
		ไซยาโซฟามิด (cyazofamid 40%W/V SC)	ไซยาโนอิมิดาโซล (Cyanoimidazole)	6–7 มล.
		ฟลูอะซินาม (fluazinam 50%W/V SC)	ฟีนิล ไพริไดนามีน (Phenyl–pyridinamine)	12–16 มล.
	โรคใบจุด (early blight)	คลอโรทาโลนิล (chlorothalonil 50% W/V SC)	คลอโรไนไตร์ (Chloronitrile)	30–40 มล.
		ไดฟีโนโคนาโซล (difenoconazole25% W/V EC)	ไทอาโซล (Triazole)	10–15 มล.
		ไอโพรไดโอน (iprodione) 50% WP	ไดคาร์บอกซีไมด์ (Dicarboximide)	20–30 ก.
		โพรคลอราซ (prochloraz) 50% WP	อิมิดาโซล (Imidazole)	20–30 ก.
		ไซยาโซฟามิด (cyazofamid 40%W/V SC)	ไซยาโนอิมิดาโซล(Cyanoimidazole)	6–7 มล.
		ฟลูอะซินาม (fluazinam 50% W/V SC)	ฟีนิล ไพริไดนามีน (Phenyl–pyridinamine)	12–16 มล.
	โรคราก–ลำต้นเน่า, ราน้ำค้าง (downy mildew)	แมนโคเซบ (mancozeb) + เมทาแลกซิล (metalaxyl)]	ไดไทโอคาร์บาเมท+ฟีนิลลาไมด์ (Dithiocarbamates+Phenylamide)	30–50 ก.
		metalaxyl–M+mancozeb (ริดโดมิลโกลด์)	ฟีนิลลาไมด์+ไดไทโอคาร์บาเมท (Phenylamide+Dithiocarbamates)	30–50 ก.

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราที่ใช้ (ต่อน้ำ 20 ล.)
		ไดฟีโนโคนาโซล (difenoconazole)	ไทอาโซล (Triazole)	30–50 ก.
		อะซ็อกซีสโตรบิน (azoxystrobin)	เมทอกซีอะคีเลท (Methoxyacrylate)	30–50 ก.
		ไดเมโทมอร์ฟ (dimethomorph)	ซินนามิค แอซิด เอไมด์(Cinnamic acid amide)	10–20 ก.
		ไซยาโซฟามิด (cyazofamid 40%W/V SC)	ไซยาโนอิมิดาโซล (Cyanoimidazole)	6–7 มล.
		ฟลูอะซินาม (fluazinam 50%W/V SC)	ฟีนิล ไพริไดนามีน (Phenyl–pyridinamine)	12–16 มล.
	โรคเหี่ยวจากแบคทีเรีย	ถอนทิ้งทันที แล้วนำไปฝังหรือเผาทำลาย		
	โรคจากเชื้อไวรัส	ถอนทิ้งทันที แล้วนำไปฝังหรือเผาทำลาย (พ่นสารฆ่าแมลงเพื่อกำจัดเพลี้ยอ่อนที่เป็นพาหะของโรคไวรัส)		
	ไส้เดือนฝอย	ไดโนทีฟูแรน (dinotefuran)	ไนโตรเมทิลีน (Nitromethylene)	5 ก./ต้น (รองพื้น)
		ฟิโปรนิล (fipronil)	ฟีนิลไพราโซล (Phenylpyrazole)	5 ก./ต้น (รองพื้น)
		คาร์โบฟูแรน (carbofuran)	คาร์บาเมท (Carbamate) 50 มล.	10 ก./ต้น (รองพื้น)
		ใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* หรือ *Paecilomyces lilacinus* (ระดับความเข้มข้น $1x10^6$ สปอร์/มล.)		
แมลง	หนอนเจาะหัวมันฝรั่ง	คาร์บาริล (carbaryl) 85% WP	คาร์บาเมท (Carbamate)	30 ก.
	(*Phthorimea operculella Zeller*)	คาร์บาริล (carbaryl) 43.4% FL	คาร์บาเมท (Carbamate)	46 มล.
		อีทริมฟอส (etrimfos) 50% EC	ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate)	20 มล.
		คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) 20% EC	คาร์บาเมท (Carbamate)	20 มล.
		อิมิดาคลอพริด (imidacloprid) 10% EC	นีโอนิโคทินอยด์ (Neonicotinoid)	20 มล.
	เพลี้ยอ่อน/เพลี้ยไฟ	คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) 20% EC	คาร์บาเมท (Carbamate)	50 มล.
		คาร์บาริล (carbaryl) (เซฟวิน 85)	คาร์บาเมท (Carbamate)	50 มล.
	เพลี้ยไฟฝ้าย (*Thrips palmi*)	อิมิดาคลอพริด (imidacloprid)	นีโอนิโคทินอยด์ (Neonicotinoid)	30 มล.
	เพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis*)	ฟิโปรนิล (fipronil) 5%SC	ฟีนิลไพราโซล (Phenylyrazole)	20 มล.

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราที่ใช้ (ต่อน้ำ 20 ล.)
	เพลี้ยไฟมะละกอ (*Thrips parvispinus*)			
	หนอนชอนใบ, หนอนใยผัก	ไซเพอร์เมทริน (cypermetthrin)	ไพรีทรัม (Pyrethrum)	30 มล.
		อะบาเม็กติน (abamectin)	อะเวอร์เม็กติน (Avermectin)	30 มล.
		อิมิดาคลอพริด (imidacloprid)	นีโอนิโคทินอยด์ (Neonicotinoid)	30 มล.
		ไซเพอร์เมทริน (cypermetthrin)	Pyrethrum	30 มล.
		โฟซาโลน (phosalone)	ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate)	
	ไร (Mite)	โพรพาร์ไกต์	–	30 ก.
		เฟนไพรอกซิเมต	Acaricide	20 มก.
		ไพริดาเบน	Pyridazinone	20 มก
	แมลงหวี่ขาวละหุ่ง (Castor	อิมิดาโคลพริด (imidacloprid)	นีโอนิโคทินอยด์ (Neonicotinoid)	10 มล.
	Bean whitefly)	ฟิโปรนิล (fipronil) 5%SC	ฟีนิลไพราโซล (Phenylyrazole)	20 มล.

ที่มา: ปรับปรุงจาก โกวิทย์ และคณะ (2544); สุรชาติ (2546); กลุ่มกีฏและสัตววิทยา (2551); ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (2556); มนตรีและคณะ (2554); ธิติยาและคณะ (2555); อรทัย (2559)

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร กับหมวดด้านความปลอดภัยอาหาร คุณภาพของผลิตผล สิ่งแวดล้อม สุขภาพ ความปลอดภัยและสวัสดิภาพของผู้ปฏิบัติงาน

รายการ	ข้อกำหนด	หมวด			
		ความปลอดภัยอาหาร (FS)	คุณภาพของผลิตผล (PQ)	สิ่งแวดล้อม (EN)	สุขภาพ ความปลอดภัย และสวัสดิภาพของ ผู้ปฏิบัติงาน (WHSW)
1.น้ำ	1.1				
	1.2				
	1.3				
	1.4				
	1.5				
	1.6				
	1.7				
	1.8				
2. พื้นที่ปลูกพืชผักบนดินในโรงเรือน	2.1				
	2.2				
	2.3				
	2.4				
	2.5				
	2.6				
	2.7				
	2.8				
	2.9				
	2.10				
	2.11				
3. การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในโรงเรือน	3.1				
	3.2				
	3.3				
	3.4				
	3.5				
	3.6				
	3.7				
	3.8				
	3.9				
	3.10				
	3.11				

รายการ	ข้อกำหนด	หมวด			
		ความปลอดภัยอาหาร (FS)	คุณภาพของผลิตผล (PQ)	สิ่งแวดล้อม (EN)	สุขภาพ ความปลอดภัย และสวัสดิภาพของ ผู้ปฏิบัติงาน (WHSW)
	3.12				
	3.13				
	3.14				
	3.15				
	3.16				
	3.17				
	3.18				
	3.19				
	3.20				
	3.21				
	3.22				
	3.23				
	3.24				
4. การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยวพืชในระบบปลูกผักบนดินในโรงเรือน	4.1				
	4.2				
	4.3				
	4.4				
	4.5				
	4.6				
	4.7				
	4.8				
	4.9				
	4.10				
	4.11				
	4.12				
	4.13				
	4.14				
	4.15				
	4.16				
	4.17				
	4.18				
	4.19				
	4.20				

รายการ	ข้อกำหนด	หมวด			
		ความปลอดภัยอาหาร (FS)	คุณภาพของผลิตผล (PQ)	สิ่งแวดล้อม (EN)	สุขภาพ ความปลอดภัย และสวัสดิภาพของ ผู้ปฏิบัติงาน (WHSW)
	4.21				
	4.22				
	4.23				
	4.24				
	4.25				
	4.26				
	4.27				
	4.28				
	4.29				
	4.30				
	4.31				
	4.32				
	4.33				
	4.34				
	4.35				
	4.36				
	4.37				
	4.38				
5. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว	5.1				
	5.2				
	5.3				
	5.4				
	5.5				
	5.6				
	5.7				
	5.8				
	5.9				
	5.10				
	5.11				
	5.12				
	5.13				
	5.14				
	6.1				

รายการ	ข้อกำหนด	หมวด			
		ความปลอดภัยอาหาร (FS)	คุณภาพของผลิตผล (PQ)	สิ่งแวดล้อม (EN)	สุขภาพ ความปลอดภัย และสวัสดิภาพของ ผู้ปฏิบัติงาน (WHSW)
6. การพัก ผลิตผล การขนย้ายในแปลง ปลูก และเก็บรักษา	6.2				
	6.3				
	6.4				
	6.5				
	6.6				
7. สุขลักษณะส่วนบุคคล	7.1				
	7.2				
	7.3				
	7.4				
	7.5				
	7.6				
	7.7				
	7.8				
	7.9				
	7.10				
8. การบันทึกข้อมูล	8.1				
	8.2				
	8.3				
	8.4				
	8.5				
	8.6				
	8.7				
	8.8				
	8.9				
	8.10				
	8.11				
	8.12				
	8.13				
	8.14				
	8.15				
	8.16				
	8.17				
	8.18				

รายการ	ข้อกำหนด	หมวด			
		ความปลอดภัยอาหาร (FS)	คุณภาพของผลิตผล (PQ)	สิ่งแวดล้อม (EN)	สุขภาพ ความปลอดภัย และสวัสดิภาพของ ผู้ปฏิบัติงาน (WHSW)

หมายเหตุ:

1. FS เป็นคำย่อของ Food Safety
2. PQ เป็นคำย่อของ Produce Quality
3. EN เป็นคำย่อของ Environmental Management
4. WHSW เป็นคำย่อของ Worker Health, Safety, Welfar

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Chiang Mai Royal Agricultural Research Centre (CMRARC)

Horticultural Research Institute (HRI), Department of Agriculture (DOA)

313 Moo.12, Nongkruai, Hangdong, Chiangmai 50230, Thailand

Tel. 053-114133-36 Fax. 053-114072

E-mail: royala@doa.in.th Website: http://www.doa.go.th