ISBN : 978-616-358-667-4

Rural Development Administration

กรมวิชาการเกษตร

ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค

Disease-free Seed Potato Production System

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พิมพ์ครั้งที่ 1 ปี 2567
จำนวน 300 เล่ม
ลิขสิทธิ์ของกรมวิชาการเกษตร

อรทัย วงค์เมธา. 2567. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค.
พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ดาราวรรณการพิมพ์.
193 หน้า.
1. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค
ISBN 978-616-358-667-4

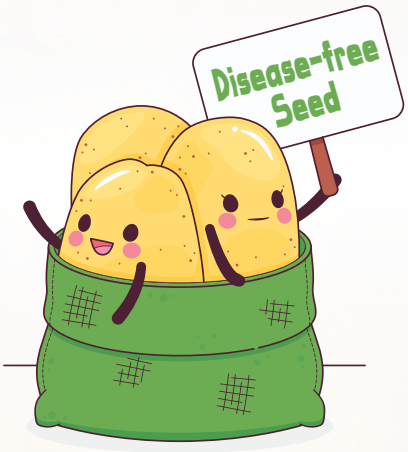
คณะผู้จัดทำ :

ผู้เรียบเรียง	อรทัย วงค์เมธา
ออกแบบปก	อัจจิมา ณ จินดา ณัฐชานันท์ แก้วบท
จัดทำต้นฉบับ	อรทัย วงค์เมธา อนุภพ เผือกผ่อง อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์
	เลิศวิริยะกุล ชัยยา ณัฐชานันท์ แก้วบท
จัดพิมพ์โดย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่
	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1
	กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
พิมพ์ที่	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ดาราวรรณการพิมพ์ 362-364
	ถนนซุปเปอร์ไฮเวย์เชียงใหม่-ลำปาง ตำบลป่าตัน
	อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300
	โทรศัพท์ 0 5387 2876-7
การอ้างอิง	อรทัย วงค์เมธา. 2567. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 193 หน้า.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่
270 หมู่ 6 ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ 50110
โทรศัพท์ 0 5345 1441-3 **โทรสาร** 0 5345 1443
อีเมล chm3@doa.in.th
เว็บไซต์ https://www.doa.go.th/ac/chiangmai/

ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค

Disease-free Seed Potato Production System



ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1
ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน
กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สนับสนุนโดย Rural Development Administration (RDA), South Korea
และงบประมาณรายจ่ายงบกลาง รายการเงินสำรองจ่ายเพื่อกรณีฉุกเฉินหรือจำเป็น
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ไปพลางก่อน โครงการป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่าหมอก
ควัน และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM 2.5) อย่างมีส่วนร่วมภายใต้บริบทของพื้นที่
จังหวัดเชียงใหม่

คำนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* Linn.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้ในเขตอบอุ่น–หนาว มีความสำคัญเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจมากกว่า 9,000 ล้านบาทต่อปี จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรผู้ปลูกเมื่อเทียบกับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น เนื่องจากมันฝรั่งเป็นพืชที่ให้ผลผลิตสูง มีช่วงอายุการปลูกสั้น มีราคาขายที่ดี และมีอุตสาหกรรมการแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบรองรับ

การผลิตมันฝรั่งในประเทศไทย ต้องใช้หัวพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก เนื่องจากผลิตหัวพันธุ์ได้ไม่เพียงพอ จึงทำให้หัวพันธุ์มีราคาแพง ส่วนหัวพันธุ์ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิตหรือเก็บไว้ใช้เองขาดคุณภาพ และอาจมีการปนเปื้อนโรค เมื่อนำมาใช้ปลูกส่งผลให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว กรมวิชาการเกษตรจึงเป็นหน่วยงานหลักในการผลิตหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์หลัก (pre-basic seed production, G0) และหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์ขยาย (basic seed production, G1) เนื่องจากมีบุคลากรที่มีความชำนาญ ในการผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อ (pathogen-free *in vitro* plantlets production) ในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และการผลิตต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือน จากนั้นจึงจำหน่ายหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์หลัก (G0) และชั้นพันธุ์ขยาย (G1) ให้แก่เกษตรกร หรือภาคเอกชนที่มีความชำนาญในการผลิตเป็นหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์ขยาย (G1) และหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์รับรอง (certified seed production, G2 ขึ้นไป) ในแปลงของเกษตรกร

เอกสารวิชาการระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค จะเป็นประโยชน์แก่นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ เกษตรกร และบุคคลที่สนใจทั่วไป และเป็นแนวทางในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ได้คุณภาพ และปลอดโรคในประเทศไทยต่อไป

(นางสาวอรทัย วงค์เมธา)
ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่
มิถุนายน 2567

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบคุณ นายจรัญ ดิษฐไชยวงศ์ ที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตร ที่ให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงเอกสาร

ขอขอบคุณ นายอนันต์ ปัญญาเพิ่ม ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และฝ่ายบริหาร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ นายสิทธิศักดิ์ แสไพศาล ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรระนอง และนายสุเมธ พากเพียร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง นางณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล ผู้เชี่ยวชาญโรคพืช และนายไตรเดช ข่ายทอง น.ส.บูรณี พั่ววงษ์แพทย์ น.ส.รุ่งนภา ทองเครั่ง นางอุราพร หนูนารถ น.ส.ธารทิพย ภาสบุตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ที่ให้คำแนะนำ ข้อมูล และภาพประกอบโรคพืชและแมลง

ขอขอบคุณ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ที่เอื้อเฟื้อให้ข้อมูลมาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง หัวพันธุ์มันฝรั่ง ปี 2565 สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่งเชียงใหม่ที่ให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ และภาพประกอบในส่วนของภาคการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ให้ข้อมูลด้านการผลิต และด้านเศรษฐศาสตร์

ขอขอบคุณ บริษัทเป็ปซี่–โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด บริษัทเบอร์ลี่ยุคเกอร์ฟู้ดส์ จำกัด ที่ให้ข้อมูล ภาพประกอบ และคำแนะนำในส่วนของภาคเอกชน

ขอขอบคุณนักวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และเจ้าหน้าที่จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ที่ช่วยให้ข้อมูล จัดทำข้อมูล แก้ไข เพิ่มเติมข้อมูล จนทำให้เอกสารวิชาการมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายนี้ขอขอบคุณ The Rural Development Administration (RDA) สาธารณรัฐเกาหลี และงบประมาณรายจ่ายงบกลาง รายการเงินสำรองจ่ายเพื่อกรณีฉุกเฉินหรือจำเป็น ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ไปพลางก่อน โครงการป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่าหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM 2.5) อย่างมีส่วนร่วมภายใต้บริบทของพื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการจัดทำเอกสารวิชาการ “ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค (Disease-free seed potato production system)” จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 ประวัติและความสำคัญของมันฝรั่ง	1
1.1 ประวัติความเป็นมาของมันฝรั่ง	1
1.1.1 ประวัติความเป็นมาของมันฝรั่งในต่างประเทศ	1
1.1.2 ประวัติความเป็นมาของมันฝรั่งในประเทศไทย	5
1.2 ความสำคัญของมันฝรั่ง	8
เอกสารอ้างอิง	12
บทที่ 2 พฤกษศาสตร์ของมันฝรั่ง	15
2.1 การจำแนกชั้นมันฝรั่งทางวิทยาศาสตร์	15
2.2 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของมันฝรั่ง	16
2.3 ประเภทของมันฝรั่ง	23
2.3.1 มันฝรั่งสำหรับบริโภค	23
2.3.2 มันฝรั่งสำหรับแปรรูป	24
เอกสารอ้างอิง	27
บทที่ 3 ประโยชน์ของมันฝรั่ง	29
3.1 คุณค่าทางโภชนาการของมันฝรั่ง	29
เอกสารอ้างอิง	32
บทที่ 4 สภาพแวดล้อมและช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง	33
4.1 องค์ประกอบทางกายภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง	33
4.2 ระยะการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง	34
4.3 ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค	36
เอกสารอ้างอิง	38

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 5 ขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค	39
5.1 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อ	40
5.1.1 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	40
5.1.2 การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก	49
5.2 การผลิตต้นแม่พันธุ์	51
5.2.1 การผลิตต้นแม่พันธุ์ในดินปลูก	51
5.2.2 การผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโปนิค	54
5.3 การขยายต้นปักชำ	56
5.4 การผลิตหัวพันธุ์หลัก	57
5.4.1 การผลิตหัวพันธุ์หลักในระบบแอโรโปนิค	57
5.4.2 การผลิตหัวพันธุ์หลัก G0 ในดินปลูกภายใต้โรงเรือนกันแมลง	63
5.5 การผลิตหัวพันธุ์ขยาย	65
5.6 การผลิตหัวพันธุ์รับรอง	66
5.7 การตรวจสอบโรคไวรัส และแบคทีเรีย	68
5.7.1 การตรวจสอบไวรัส	68
5.7.2 การตรวจสอบแบคทีเรีย	71
5.7.3 การตรวจสอบโรคใบไหม้	73
เอกสารอ้างอิง	75
บทที่ 6 การจัดการและการปลูกหัวพันธุ์มันฝรั่ง	77
6.1 การจัดการหัวพันธุ์มันฝรั่ง	78
6.1.1 ระยะพักตัวและการงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่ง	79
6.1.2 การเตรียมหัวพันธุ์	80
6.1.3 การผ่าหัวพันธุ์	81
6.2 การคัดเลือกพื้นที่ปลูก	82
6.3 การเตรียมดิน	84
6.4 การปลูก	88

สารบัญ

หน้า

6.4.1 วิธีการปลูก 88
6.4.2 การปลูกซ่อม 88
6.5 การพูนโคน 88
6.6 การให้ปุ๋ย 90
6.7 การให้น้ำ 91
เอกสารอ้างอิง 93
บทที่ 7 การป้องกันกำจัดศัตรูมันฝรั่ง 94
7.1 การป้องกันกำจัดวัชพืชในมันฝรั่ง 94
7.2 การป้องกันกำจัดโรคแมลงในมันฝรั่ง 95
7.2.1 โรคที่เกิดจากเชื้อรา 97
7.2.2 โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย 101
7.2.3 โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส 103
7.2.4 โรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอย 105
7.2.5 แมลงทำลายต้นมันฝรั่ง 106
7.3 วิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน 123
เอกสารอ้างอิง 125
บทที่ 8 การขาดธาตุอาหารพืชและลักษณะอาการเป็นพิษในมันฝรั่ง 127
8.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง 127
8.2 ลักษณะการขาดธาตุอาหารและอาการเป็นพิษในมันฝรั่ง 128
เอกสารอ้างอิง 134
บทที่ 9 วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว 135
9.1 การเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง 135
9.1.1 วิธีการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง 136
9.1.2 ข้อแนะนำในการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง 138
9.2 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง 138
9.2.1 การกรีนนิ่ง (greening) หัวพันธุ์มันฝรั่ง 138

สารบัญ

	หน้า
9.2.2 การคัดเกรดหรือคัดขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่ง	139
9.3 การขนส่ง	143
9.4 การเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง	144
9.4.1 การป้องกันการสูญเสียหัวพันธุ์มันฝรั่ง	145
9.4.2 สิ่งที่ควรคำนึงในการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง	145
9.4.3 หลักในการปรับปรุงสภาพในโรงผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่ง	145
9.5 ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง	146
9.5.1 การคายน้ำ	146
9.5.2 การหายใจ	146
9.5.3 เอทิลีน	146
9.5.4 การพัฒนาและการเจริญเติบโตหลังการเก็บเกี่ยว	146
9.6 ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง	146
9.6.1 อุณหภูมิ	146
9.6.2 ความชื้น	147
9.6.3 องค์ประกอบของบรรยากาศ	147
9.6.4 แสง	147
9.6.5 โรคและแมลง	147
9.7 ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง	147
9.7.1 สารเคมี	147
9.7.2 ธาตุอาหารที่ไม่สมดุล	148
9.7.3 ปัจจัยทางกายภาพ	149
9.7.4 ปัจจัยสภาพแวดล้อม	150
9.7.5 ความผิดปกติทางสรีรวิทยา	153
9.7.6 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี	154
9.7.7 โรค	156
9.7.8 แมลง	163

สารบัญ

	หน้า
9.8 การยับยั้งการงอกของตามันฝรั่ง	164
9.9 การตรวจสอบคุณภาพหัวพันธุ์มันฝรั่ง	166
9.10 การทำลายการพักตัวของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (break dormancy)	167
เอกสารอ้างอิง	169
บทที่ 10 มาตรฐานหัวพันธุ์มันฝรั่ง	172
10.1 คุณภาพ	172
10.1.1 ข้อกำหนดขั้นต่ำ	172
10.1.2 การแบ่งชั้นของหัวพันธุ์มันฝรั่ง	173
10.1.3 เกณฑ์การยอมรับด้านศัตรูพืชสำหรับการตรวจสอบแปลงพืช	174
10.1.4 ข้อบกพร่องและเกณฑ์การยอมรับของหัวพันธุ์มันฝรั่งแต่ละชั้น	175
10.2 การจัดขนาด	179
10.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องขนาด	179
10.4 เกณฑ์การบรรจุ	179
10.5 การแสดงฉลาก	180
10.6 การซักตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์	180
10.6.1 การซักตัวอย่าง	180
10.6.2 วิธีวิเคราะห์	181
เอกสารอ้างอิง	185
บทที่ 11 ต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง	186
ภาคผนวก	189
ภาคผนวก ก รายชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร	189
เอกสารอ้างอิง	193

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
5.1	สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมสารละลายเข้มข้นของอาหารแข็งสูตร MS ต่อปริมาณ 1 ลิตร	42
5.2	สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตต้นแม่พันธุ์ และหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในโรงเรือนกันแมลง	52
5.3	สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในระบบแอโรโปนิค ช่วงเริ่มปลูก ถึง 1.5 เดือน	59
5.4	สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในระบบแอโรโปนิค ช่วงอายุ 1.5 เดือน ถึงระยะเก็บเกี่ยว	60
5.5	ช่วงเวลาการให้น้ำ ค่า pH และ EC ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตหลังย้ายปลูกของการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค	61
6.1	ปูนและสารเพิ่มประสิทธิภาพดิน	85
7.1	การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูมันฝรั่ง	113
9.1	การแบ่งเกรดหัวพันธุ์มันฝรั่ง	140
9.2	การกำหนดขนาด และสัดส่วนของหัวพันธุ์มันฝรั่งแต่ละชั้นพันธุ์ในงานวิจัย	141
10.1	เกณฑ์การยอมรับสำหรับการตรวจหาศัตรูพืชในแปลงผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง	174
10.2	ข้อบกพร่องด้านกายภาพและเกณฑ์การยอมรับ	175
10.3	ข้อบกพร่องด้านศัตรูพืชและเกณฑ์การยอมรับ	177
10.4	การจักขนาดของหัวพันธุ์มันฝรั่ง	179
10.5	วิธีวิเคราะห์หัวพันธุ์มันฝรั่ง	181
11.1	ต้นทุนระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรคแบบครบวงจร ปี 2556–2563	187

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	พื้นที่ปลูกมันฝรั่งของประเทศไทยระหว่างปี 2554–2565	11
1.2	ผลผลิตมันฝรั่งของประเทศไทยระหว่างปี 2554–2565	11
2.1	ส่วนประกอบของลำต้นมันฝรั่ง	16
2.2	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมันฝรั่ง	17
2.3	ส่วนประกอบของใบมันฝรั่ง	17
2.4	ส่วนประกอบของดอกมันฝรั่ง	18
2.5	ลักษณะดอกของมันฝรั่ง	18
2.6	ลักษณะภายนอกของหัวมันฝรั่ง	20
2.7	ลักษณะภายในของหัวมันฝรั่ง	21
2.8	ลักษณะผลและเมล็ดของมันฝรั่ง	22
2.9	มันฝรั่งสำหรับบริโภคสดพันธุ์สปุนต้า และสำหรับแปรรูปพันธุ์แอตแลนติก	24
2.10	มันฝรั่งสำหรับแปรรูปพันธุ์ กวก.เชียงใหม่ 1 และพันธุ์ กวก.เชียงใหม่ 2	26
4.1	การเจริญเติบโตของมันฝรั่งตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว	35
4.2	ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค	36
5.1	ขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค	40
5.2	การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากเนื้อเยื่อเจริญในอาหารแข็ง	41
5.3	การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่ง	44
5.4	การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็ง	46
5.5	การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อด้วยวิธีการใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว	48
5.6	ขั้นตอนการผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็ง และในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว	49

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
5.7	การผลิตหัวพันธุ์ขนาดเล็กในอาหารแข็ง	50
5.8	การผลิตต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือนกันแมลง	53
5.9	การผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโปนิคภายใต้โรงเรือนกันแมลง	55
5.10	การผลิตต้นปักชำ โดยการตัดชำ	57
5.11	การผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) ในระบบแอโรโปนิค	62
5.12	การผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) ในดินปลูกภายใต้โรงเรือนกันแมลง	64
5.13	การผลิตหัวพันธุ์ขยาย (G1) และหัวพันธุ์รับรอง (G2 ขึ้นไป) ในแปลงผลิตหัวพันธุ์ของเกษตรกร	67
5.14	วิธีการตรวจสอบไวรัส	70
5.15	วิธีการตรวจสอบแบคทีเรีย	72
6.1	ปฏิทินการดูแลรักษามันฝรั่ง	77
6.2	ระยะพักตัว และการงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่ง	78
6.3	การผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่งในที่ร่มก่อนปลูก	81
6.4	การจัดการหัวพันธุ์มันฝรั่ง	82
6.5	การไถเตรียมดินก่อนปลูกมันฝรั่ง	84
6.6	การปลูกและการพูนโคนหัวพันธุ์มันฝรั่ง ในแปลงผลิตหัวพันธุ์ขยาย (G1) และหัวพันธุ์รับรอง (G2 ขึ้นไป) ของเกษตรกร	89
6.7	การให้ปุ๋ยมันฝรั่ง	91
6.8	การให้น้ำมันฝรั่ง	92
7.1	ระยะการเจริญเติบโตของมันฝรั่งและชนิดของแมลงที่เข้าทำลาย	97
7.2	โรคใบไหม้ของมันฝรั่ง	98
7.3	โรคใบจุดสีน้ำตาลของมันฝรั่ง	99
7.4	โรคเหี่ยวและหัวเน่าของมันฝรั่ง	100
7.5	โรคลำต้นเน่าของมันฝรั่ง	100
7.6	โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำของมันฝรั่ง	101
7.7	โรคเหี่ยวเขียวของมันฝรั่ง	102

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
7.8	โรคเน่าเละและโรคเน่าดำของมันฝรั่ง	103
7.9	โรคใบม้วนงอของมันฝรั่ง	104
7.10	โรคใบด่างของมันฝรั่ง	105
7.11	โรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอยของมันฝรั่ง	106
7.12	หนอนกระทู้เข้าทำลายใบและหัวมันฝรั่ง	107
7.13	หนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง	108
7.14	หนอนแมลงวันชอนใบเข้าทำลายมันฝรั่ง	109
7.15	เพลี้ยอ่อนเข้าทำลายใบมันฝรั่ง	109
7.16	เพลี้ยไฟเข้าทำลายมันฝรั่ง	110
7.17	ลักษณะของไรสองจุด และไรขาวพริก	111
7.18	แมลงหวี่ขาวยาสูบเข้าทำลายมันฝรั่ง	112
7.19	ผังการผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชบางชนิด	122
7.20	การใช้กับดักกาวล่อทำลายหนอนชอนใบ	124
8.1	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจน	128
8.2	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัส	128
8.3	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุโพแทสเซียม	129
8.4	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุแคลเซียม	129
8.5	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียม	130
8.6	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุกำมะถัน	130
8.7	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก	131
8.8	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุสังกะสี	131
8.9	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุทองแดง	132
8.10	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุโบรอน	132
8.11	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุแมงกานีส	133
8.12	ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุโมลิบดีนัม	133

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
9.1	การเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งโดยใช้แรงงานคนและเครื่องขุดหัวมันฝรั่ง	137
9.2	การทำกรีนนิ่งให้หัวพันธุ์มีความแข็งแรง	139
9.3	การคัดเกรดและบรรจุหัวพันธุ์มันฝรั่ง ณ โรงคัดขนาดก่อนนำไปเก็บรักษาในห้องเย็น	140
9.4	การขนส่งหัวพันธุ์มันฝรั่งของเกษตรกรจากแหล่งรับซื้อไปโรงเก็บรักษา	144
9.5	การเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง	144
9.6	ความเสียหายของหัวมันฝรั่งจากสารเคมี	148
9.7	อาการขาดธาตุอาหารที่ไม่สมดุล	149
9.8	ความเสียหายทางกายภาพของหัวมันฝรั่ง	149
9.9	อาการสะท้านหนาวบนใบ และหัวมันฝรั่ง	150
9.10	หัวมันฝรั่งแสดงอาการเนื้อเยื่อตายเนื่องจากความร้อน	151
9.11	หัวมันฝรั่งแสดงอาการผิดปกติจากการขาดออกซิเจน	152
9.12	หัวมันฝรั่งแสดงอาการกรีนนิ่ง	152
9.13	หัวมันฝรั่งแสดงอาการไส้กลวง	153
9.14	หัวมันฝรั่งแสดงอาการจุดสีน้ำตาล	154
9.15	หัวมันฝรั่งแสดงอาการงอกภายในหัว	154
9.16	สมการการหายใจของพืช	154
9.17	อัตราการหายใจของมันฝรั่งที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ	155
9.18	หัวมันฝรั่งมีอาการสูญเสียน้ำ	155
9.19	การงอกของต้นอ่อนมันฝรั่ง	155
9.20	หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคหัวเน่าแห้ง	156
9.21	หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคใบจุดสีน้ำตาล	157
9.22	หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคใบไหม้	158
9.23	หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคแผลสะเก็ดดำ	159

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
9.24	หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคเน่าเละ	160
9.25	หัวมันฝรั่งแสดงอาการของโรคเหี่ยวเขียว	161
9.26	หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคขี้กลาก	162
9.27	หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคเน่าวงแหวน	163
9.28	การเข้าทำลายของหนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง	164
10.1	ร้อยละบนพื้นที่ผิวของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ถูกทำลายด้วยโรคแผลสะเก็ด	183
10.2	แสดงร้อยละบนพื้นที่ผิวของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ถูกทำลายด้วยโรคแผลสะเก็ดชนิดต่าง ๆ	183
10.3	ร้อยละบนพื้นที่ผิวของหัวพันธุ์มันฝรั่งจากโรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ	184

บทที่ 1
ประวัติและความสำคัญของมันฝรั่ง

1.1 ประวัติความเป็นมาของมันฝรั่ง

1.1.1 ประวัติความเป็นมาของมันฝรั่งในต่างประเทศ

มันฝรั่ง (potato) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Solanum tuberosum* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น พริก มะเขือเทศ มะเขือยาว และยาสูบ เป็นต้น (มาโนช, 2541 ; Briggs and Geneseo, 2024)

ในอดีตมันฝรั่งเป็นพืชที่ไม่มีใครต้องการ ปัจจุบันกลายเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก มีต้นกำเนิดบนเทือกเขาแอนดีสของอเมริกาใต้ยุคก่อนโคลัมเบียน ประมาณ 14,000 ปีก่อนคริสตศักราช ชาวอเมริกันยุคแรกซึ่งเป็นนักล่าอาณานิคม ยังชีพด้วยพืชป่าหลากหลายชนิด เป็นพันธุ์มันฝรั่ง 235 สายพันธุ์ มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ของทวีปอเมริกาใต้ อเมริกากลาง และอเมริกาตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อ 10,000 ปีก่อนคริสตศักราช เกษตรกรชาวแอนเดียนปลูกมันฝรั่งในพื้นที่แถบทะเลสาบติติคาคามากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก แม้ว่ามีสภาพแวดล้อมไม่เอื้อต่อการทำการเกษตรมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก จนมันฝรั่งกลายเป็นอาหารหลักของชาวแอนเดียน สิ่งสำคัญที่สุดในการเพาะปลูกมันฝรั่งในแอนดีส คือเป็นพืชที่ไวต่อแสงกลางวัน เติบโตได้ดีบริเวณเส้นศูนย์สูตรที่ช่วงเวลากลางวันและกลางคืนเท่ากัน จะทำให้หัวมันฝรั่งมีขนาดใหญ่ กลม และสม่ำเสมอ ตาลึก และมีปริมาณแป้งสูง (Smith, 2011)

8,000 ปีก่อนคริสตศักราช ชาวอินคาได้นำมันฝรั่งมาปลูกในเทือกเขาแอนดีสแถบอเมริกาใต้ และนำเข้ามาในยุโรปกลางทศวรรษ 1500

ปี 2075 (ค.ศ. 1532) การรุกรานของชาวสเปนทำให้ยุคของจักรวรรดิอินคาจบลง ชาวสเปนนำมันฝรั่ง และพืชชนิดอื่น เช่น มะเขือเทศ อะโวคาโด และข้าวโพด กลับประเทศ ซึ่งนักประวัติศาสตร์เรียกเหตุการณ์ครั้งสำคัญนี้ว่า การแลกเปลี่ยนโคลัมเบียน (Columbian Exchange) เป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ที่มันฝรั่งถูกชาวสเปนนำไปเผยแพร่นอกทวีปอเมริกา จนกลายเป็น

ส่วนประกอบสำคัญของอาหารยุโรป และอาหารทั่วโลกในเวลาต่อมา (Ortiz, 2020)

ปี 2113 (ค.ศ. 1570) มันฝรั่งถูกปลูกในประเทศอิตาลี (Smith, 2011)

ปี 2123 (ค.ศ. 1580) มันฝรั่งถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไอร์แลนด์ เจริญเติบโตดีในสภาพอากาศเย็น และไม่มีน้ำค้างแข็ง (Ortiz, 2020)

ปี 2114 (ค.ศ. 1581) มันฝรั่งถูกปลูกในประเทศเยอรมนี

ปี 2143 (ค.ศ. 1600) มันฝรั่งถูกนำเข้ามายังประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ภายหลังปี 2143 ชาวดัตช์นำมันฝรั่งเข้ามาปลูกบนภูเขาทางตอนเหนือ และตะวันตกของจีน แต่ยังไม่เป็นที่นิยมในระยะแรก

ปี 2158 (ค.ศ. 1615) มันฝรั่งถูกนำเข้ามาในประเทศอินเดียโดยนักสำรวจทางเรือชาวโปรตุเกส แต่เนื่องจากเกิดความไม่เข้าใจทางภาษา ทำให้ไม่สามารถระบุข้อมูลที่แน่ชัดว่าเป็นมันฝรั่ง หรือมันเทศ ที่นำเข้ามาในประเทศอินเดียครั้งแรก

ปี 2252 (ค.ศ. 1709) มันฝรั่งถูกนำมาปลูกในประเทศฝรั่งเศส เนื่องจากเกิดภาวะขาดแคลนอาหารในช่วงสงครามสืบราชบัลลังก์สเปน

ปี 2244-2257 (ค.ศ. 1701-1714) จึงมีอาหารไม่เพียงพอกับทหารในกองทัพ และประชาชน ต่อมาประเทศแถบยุโรป เช่น ปรัสเซีย และรัสเซีย ส่งเสริมให้ประชาชนปลูกมันฝรั่ง เพื่อป้องกันการขาดแคลนอาหาร แต่ยังไม่เป็นที่นิยมบริโภคมันฝรั่ง

ปี 2258 (ค.ศ. 1715) มันฝรั่งถูกปลูกเป็นพืชไร่ของหมู่บ้านไรน์ทางตะวันตกเฉียงใต้ของเยอรมนี และทางตะวันออกของฝรั่งเศส

ปี 2273 (ค.ศ. 1730) มันฝรั่งถูกปลูกในสวนของขุนนางชาวเดนมาร์ก และสวีเดน

ปี 2313 (ค.ศ. 1770) ปลูกในสวนของชาวบ้าน ในปี 2343 (ค.ศ. 1800) มันฝรั่งกลายเป็นพืชไร่ในประเทศเดนมาร์ก และสวีเดน

ปี 2283 (ค.ศ. 1740) พระเจ้าเฟรเดอริคมหาราชแห่งปรัสเซีย สนับสนุนให้เกษตรกรปลูกมันฝรั่งเพื่อแก้ไขปัญหาความอดอยาก ปี 2313-2015 (ค.ศ.1770-1772) ปรัสเซีย ซิลีเซีย โปแลนด์ กลายเป็นผู้ผลิตมันฝรั่งรายใหญ่

จากเหตุการณ์ดังกล่าวทำให้พระเจ้าแคทเธอรีนมหาราช จักรพรรดินีแห่งรัสเซีย ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมันฝรั่ง เพื่อใช้ทำขนมปังทดแทนข้าวสาลี ในปี 2343 (ค.ศ. 1800) มีการปลูกมันฝรั่งทางฝั่งตะวันตกของรัสเซีย และยูเครน จนถึงศตวรรษที่ 19 ชาวรัสเซียใช้มันฝรั่งเพื่อเป็นวัตถุดิบในการทำอาหารที่หลากหลาย และได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก (Smith, 2011)

ปี 2306 (ค.ศ.1763) แอนโทนี-ออกัสติน พาร์เมนเทียร์ (Antoine-Augustin Parmentier) เภสัชกรของกองทัพชาวฝรั่งเศส ถูกจำคุกอยู่ในค่ายเชลยศึกเว็สท์ฟาเลิน 7 ปี มีชีวิตรอดได้เนื่องจากรับประทานมันฝรั่งเป็นอาหาร หลังสงครามสิ้นสุดจึงได้อุทิศตนในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ประโยชน์ของมันฝรั่ง ต่อมาพระเจ้าหลุยส์ที่ 16 (Louis XVI) และพระนางมารี อองตัวแนตต์ (Marie Antoinette) พระราชินีแห่งฝรั่งเศส ได้สนับสนุนการปลูกมันฝรั่งในกลุ่มเกษตรกรท้องถิ่น โดยให้ทดลองปลูกมันฝรั่งที่ในเขต กองทหาร จำนวน 50 เอเคอร์ (126.5 ไร่) พื้นที่ดังกล่าวได้รับการคุ้มกันอย่างแน่นหนาจากทหาร จนสร้างกระแสความสนใจให้แก่เกษตรกรในท้องถิ่นเป็นอย่างมาก จึงสั่งถอนทหารยามออกจากพื้นที่ เพื่อให้เกษตรกรเข้าไปเก็บเกี่ยวผลผลิต และนำไปปลูกในที่ดินของตน

ปี 2327 (ค.ศ.1784) มันฝรั่งถูกห้ามปลูกในฝรั่งเศส เนื่องจากกลัวเชื้อโรคจากมันฝรั่ง

ปี 2332 (ค.ศ.1789) จากเหตุการณ์ปฏิวัติฝรั่งเศส เกิดการขาดแคลนอาหารทำให้มีผู้หิวโหยจำนวนมาก จึงทำให้ผู้คนต่างตระหนักถึงประโยชน์ของมันฝรั่ง จึงทำให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย (Toussaint-Samat, 2009)

ปี 2387 (ค.ศ. 1844) เกิดการแพร่ระบาดอย่างหนักของโรคใบไหม้ (Late blight) ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora infestans* ในแปลงมันฝรั่งของประเทศเนเธอร์แลนด์ ทำให้ผลผลิตเสียหาย 71% จากนั้นแพร่ระบาดอย่างรวดเร็วในประเทศแถบสแกนดิเนเวีย เบลเยียม ฝรั่งเศส เยอรมนีตะวันตกและใต้ ปรัสเซีย และรัสเซีย

ปี 2388 (ค.ศ. 1845) มันฝรั่งที่ปลูกในหมู่เกาะแชเนิล (Channel Islands) เป็นหมู่เกาะบริติชในช่องแคบอังกฤษ ได้รับความเสียหายจากโรคใบไหม้

และได้ระบาดไปยังประเทศอังกฤษ สกอตแลนด์ และไอร์แลนด์ ก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิต

ปี 2394 (ค.ศ. 1851) การขาดแคลนมันฝรั่งได้สิ้นสุดลง อย่างไรก็ตาม ประชากรบางกลุ่มของประเทศอังกฤษ สกอตแลนด์ ทวีปยุโรป และอเมริกาเหนือ ยังคงได้รับผลกระทบต่อไปอีกสองสามปีหลังจากนั้น เนื่องจากไม่มีวิธีการยับยั้งการเกิดโรคใบไหม้ได้ เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งจึงเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นแทน ในช่วงกลางทศวรรษที่ 1850 ได้มีการค้นพบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ต้านทานโรคใบไหม้ได้ จึงทำให้เกษตรกรกลับมาปลูกมันฝรั่งซึ่งเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่สุดในโลก

ปี 2457 (ค.ศ. 1914) รัฐบาลจีนเริ่มดำเนินการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งสายพันธุ์ใหม่ และกลายเป็นพืชหลักที่สำคัญของจีนในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 รวมถึงญี่ปุ่นใช้มันฝรั่งประกอบอาหารระหว่างช่วงสงคราม เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่าย ให้ผลผลิตเร็ว และขนส่งสะดวก ภายหลังสงครามสิ้นสุดมันฝรั่งกลายเป็นที่รู้จัก และมีการปลูกเพิ่มขึ้นทั่วภูมิภาคของประเทศจีน ตั้งแต่ภาคเหนือที่มีอากาศเย็นไปจนถึงภาคใต้ที่มีอากาศอบอุ่น พื้นที่ปลูกมันฝรั่งในประเทศจีน ได้แก่ กุ้ยโจว กานซู มองโกเลีย ยูนนาน และเสฉวน

ปี 2492 (ค.ศ. 1949) ประเทศอินเดียปลูกมันฝรั่งเพิ่มมากขึ้นในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 เนื่องจากปลูกง่าย โตเร็ว และมีคุณค่าทางโภชนาการที่หลากหลาย เมื่อสงครามจบลง และได้รับเอกราชในปี 2492 รัฐบาลอินเดียจึงจัดตั้งสถาบันวิจัยมันฝรั่งกลาง (CPRI) เพื่อปรับปรุงพันธุ์ และให้ผลผลิตมันฝรั่งเพิ่มขึ้นจาก 2.6 ล้านตันในปี 2507 (ค.ศ.1964) เป็น 8.5 ล้านตันในปี 2530 (ค.ศ.1987) ปัจจุบันมันฝรั่งกลายเป็นพืชเศรษฐกิจ และมีแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ รัฐอุตตรประเทศ รัฐเบงกอลตะวันตก และรัฐพิหาร

ปี 2493 (ค.ศ. 1950) ประเทศจีนผลิตมันฝรั่งได้ถึง 8.7 ล้านตัน เมื่อมันฝรั่งกลายเป็นพืชหลัก รัฐบาลจีนจึงสนับสนุนการทำวิจัย และพัฒนาสายพันธุ์มันฝรั่ง ทำให้ปี 2523 (ค.ศ. 1980) ประเทศจีนผลิตมันฝรั่งได้ 24.6 ล้านตัน

ปี 2533 (ค.ศ. 1990) การผลิตมันฝรั่งได้รับการผลักดันจากการลงทุนในงานวิจัยเพิ่มมากขึ้น โดยประเทศจีนให้ทุนสนับสนุนแก่สถาบันวิจัยมันฝรั่ง

แห่งชาติ 4 แห่ง สถาบันการเกษตร 20 แห่ง และอีกหลายร้อยโครงการ อีกทั้งยังมีมันฝรั่งสายพันธุ์ใหม่กว่า 250 สายพันธุ์ นำมาปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์มันฝรั่งสำหรับใช้ทางการค้า

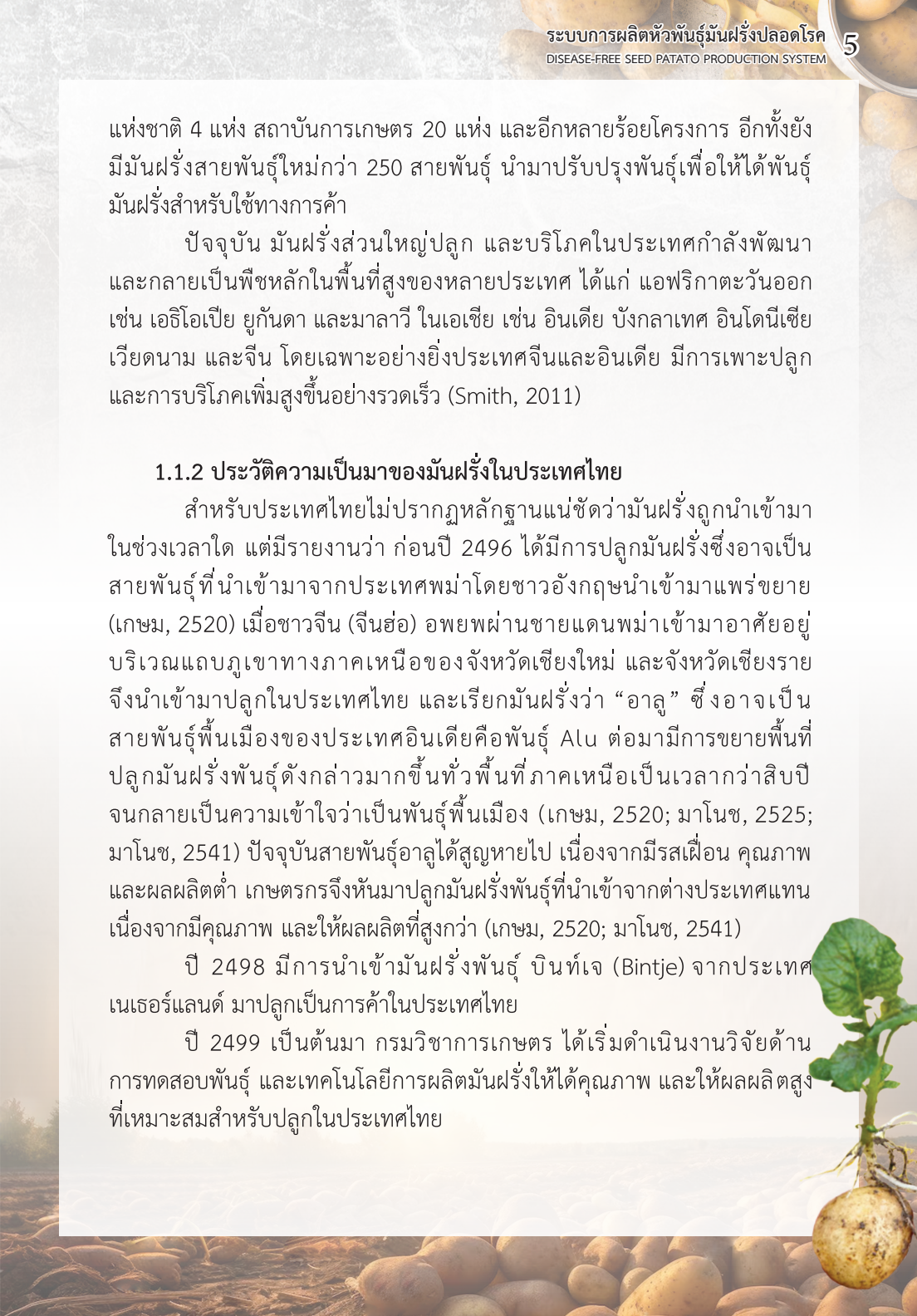
ปัจจุบัน มันฝรั่งส่วนใหญ่ปลูก และบริโภคในประเทศกำลังพัฒนา และกลายเป็นพืชหลักในพื้นที่สูงของหลายประเทศ ได้แก่ แอฟริกาตะวันออก เช่น เอธิโอเปีย ยูกันดา และมาลาวี ในเอเชีย เช่น อินเดีย บังกลาเทศ อินโดนีเซีย เวียดนาม และจีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศจีนและอินเดีย มีการเพาะปลูกและการบริโภคเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (Smith, 2011)

1.1.2 ประวัติความเป็นมาของมันฝรั่งในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัดว่ามันฝรั่งถูกนำเข้ามาในช่วงเวลาใด แต่มีรายงานว่า ก่อนปี 2496 ได้มีการปลูกมันฝรั่งซึ่งอาจเป็นสายพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศพม่าโดยชาวอังกฤษนำเข้ามาแพร่ขยาย (เกษม, 2520) เมื่อชาวจีน (จีนฮ่อ) อพยพผ่านชายแดนพม่าเข้ามาอาศัยอยู่บริเวณแถบภูเขาทางภาคเหนือของจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดเชียงราย จึงนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย และเรียกมันฝรั่งว่า “อาลู” ซึ่งอาจเป็นสายพันธุ์พื้นเมืองของประเทศอินเดียคือพันธุ์ Alu ต่อมามีการขยายพื้นที่ปลูกมันฝรั่งพันธุ์ดังกล่าวมากขึ้นทั่วพื้นที่ภาคเหนือเป็นเวลากว่าสิบปี จนกลายเป็นความเข้าใจว่าเป็นพันธุ์พื้นเมือง (เกษม, 2520; มาโนช, 2525; มาโนช, 2541) ปัจจุบันสายพันธุ์อาลูได้สูญหายไป เนื่องจากมีรสเฝื่อน คุณภาพและผลผลิตต่ำ เกษตรกรจึงหันมาปลูกมันฝรั่งพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศแทน เนื่องจากมีคุณภาพ และให้ผลผลิตที่สูงกว่า (เกษม, 2520; มาโนช, 2541)

ปี 2498 มีการนำเข้ามันฝรั่งพันธุ์ บินท์เจ (Bintje) จากประเทศเนเธอร์แลนด์ มาปลูกเป็นการค้าในประเทศไทย

ปี 2499 เป็นต้นมา กรมวิชาการเกษตร ได้เริ่มดำเนินงานวิจัยด้านการทดสอบพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งให้ได้คุณภาพ และให้ผลผลิตสูงที่เหมาะสมสำหรับปลูกในประเทศไทย



ปี 2503 มีการปลูกมันฝรั่งพันธุ์สปุนต้า (Spunta) อย่างแพร่หลายในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (ภัททนันท์ และคณะ, 2527)

ปี 2504-2518 ดำเนินการทดสอบพันธุ์มันฝรั่งจากประเทศเนเธอร์แลนด์ 40 พันธุ์ ได้แก่ Aloo, Alpha, Arka, Asoka, Atleet, Bintje, Baraka, CB.52-105-9, Cardinal, Compagnon, Carina, Desiree, Donata, Exodus, Estima, Extase, Loman 43-35, Mirka, Multa, Mentor, Nascor, Pimpernel, Patrones, Realta, Radosa, Resey, Redbad, Renova, Spartaan, Spunta, Singstra, Tombola, Ultimus, Up-to-date, Eerstelingen, Eigenheimer, Kenebec, Ona, Radsa และ Record ที่สถานีทดลองพืชสวนฝาง (ปัจจุบันคือศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ร้อยเอ็ด (ปี 2499) กาฬสินธุ์ (ปี 2510) ได้พันธุ์ที่ยอมรับทางการตลาดในขณะนั้น 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์บินท์เจ (Bintje) สปุนต้า และ โดนาต้า (Donata) เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เนื้อแน่น สีเหลือง และหัวรูปไข่ (เกษม, 2520) ปัจจุบัน พันธุ์สปุนต้าเป็นพันธุ์สำหรับบริโภค ยังคงได้รับการยอมรับและจำหน่ายเป็นพันธุ์การค้าของประเทศไทย (อรทัย, 2560)

ปี 2520 บริษัทฟู้ดโพรเซสซิ่ง จำกัด อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้นำเข้าพันธุ์เคนนีเบค (Kenebec) จากสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้เป็นพันธุ์สำหรับแปรรูปเป็นมันฝรั่งทอดกรอบ (ภัททนันท์ และคณะ, 2527; มาโนช, 2541)

ปี 2524-2525 กรมวิชาการเกษตรได้นำพันธุ์มันฝรั่งจากประเทศอาร์เจนตินา มาคัดเลือกและทดสอบพันธุ์ที่สถานีทดลองพืชสวนฝาง (ปัจจุบันคือศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่) และไร่เกษตรกร อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ จนได้พันธุ์มันฝรั่งฝาง-60 หรือ B-71-240.2 (720088) จากอาร์เจนตินาเป็นพันธุ์ที่เหมาะกับการปรุงอาหารเพื่อบริโภค แต่ไม่เหมาะสมสำหรับการแปรรูป (วิวัฒน์ และคณะ, 2531)

ปี 2525 เริ่มมีการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงานสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมมันฝรั่งแปรรูป โดย บริษัทแปรรูปมันฝรั่งจากต่างประเทศเข้ามาสำรวจข้อมูลเพื่อจัดตั้งโรงงานแปรรูป ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก และรับซื้อผลผลิตเข้าโรงงานแปรรูป โครงการหลวงได้ร่วมกับ บริษัท เอ็น.เอส.ฟาร์ม มีการนำมันฝรั่ง

จากต่างประเทศมาทดสอบปลูกประมาณ 60 ไร่ ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ผลผลิตทั้งหมดส่งให้บริษัท รับซื้อในราคาประกัน และมีการขยายการเพาะปลูกเพิ่มขึ้น (อภิรักษ์ และสมบัติ, 2557)

ปี 2528 เดือน กุมภาพันธ์ พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร พร้อมด้วยสมเด็จพระเจ้าน้องนางเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ได้เสด็จพระราชดำเนินทอดพระเนตรแปลงทดสอบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในแปลงเกษตรกร ซึ่งเป็นโครงการวิจัยร่วมของโครงการหลวงกับบริษัทพาราซิมพรอท โดยปลูกทดสอบพันธุ์รัสเซสเบอร์แบงค์ (Russet burbank) เป็นพันธุ์จากสหรัฐอเมริกาที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นมันฝรั่งแท่งทอดกรอบ ดำเนินการทดสอบโดยนายบุญศรี ใจเป็ง เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่ง หมู่บ้านเจดีย์แม่ครัว ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทั้งนี้ พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ได้มีพระราชดำรัสกับนายบุญศรี ใจเป็ง คณะทำงานจากหน่วยงานภาครัฐ และคณะผู้ติดตามว่า "มันฝรั่งไม่ใช่พืชท้องถิ่นของบ้านเรา มันไม่ง่ายที่จะประสบความสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว ต้องใช้เวลานาน ต้องมีความอดทน ถ้าทำสำเร็จก็จะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรไทยอีกเป็นจำนวนมาก จะทำให้มีอาชีพที่มั่นคงรายได้ดีต่อไป” (บุญศรี, 2560)

ปี 2530-2531 มีการนำเข้าพันธุ์มันฝรั่งสำหรับใช้อุตสาหกรรมมันฝรั่งแปรรูป และบริโภคสด ซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกมันฝรั่งพันธุ์สปุนต้า แทนพันธุ์บินท์เจ (อภิรักษ์ และสมบัติ, 2557) นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้า และเป็นที่ต้องการของตลาด ได้แก่ พันธุ์เคนนีเบค โดนาตา เมอร์กา คาร์ดินัล นิโคลา ซิโร รัสเซทเบอร์แบงค์ (วิวัฒน์ และคณะ, 2531)

ปี 2534-2535 บริษัทแปรรูป นำเข้ามันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (Atlantic) เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก ปัจจุบันเป็นพันธุ์ที่มีการปลูกมากที่สุดในประเทศไทย

ปี 2535-2558 กรมวิชาการเกษตร ดำเนินงานวิจัยด้านการรวบรวมพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ เปรียบเทียบพันธุ์ ทดสอบพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง และหัวพันธุ์มันฝรั่ง มาอย่างต่อเนื่องมากกว่า 27 การทดลอง

ปี 2548 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้พันธุ์มันฝรั่งสำหรับแปรรูป ที่ให้ผลผลิตสูง 3,162-3,608 กิโลกรัมต่อไร่ มีคุณภาพดี ได้มาตรฐานการแปรรูป มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ในระดับปานกลาง ในฤดูแล้ง (ฤดูหนาว) และฤดูฝน ได้แก่ **มันฝรั่งพันธุ์เชียงใหม่ 1 และ พันธุ์เชียงใหม่ 2** ซึ่งได้เสนอเป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2559

ปี 2559-2566 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ได้ดำเนินงานวิจัยด้านปรับปรุงพันธุ์มาอย่างต่อเนื่อง เพื่อหาพันธุ์ใหม่ที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพแปรรูปที่ดี มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงเกิน 20% ได้สายพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพดี ให้ผลผลิตสูง จำนวน 8 สายต้น (clone) นำไปปลูกเปรียบเทียบในแปลงศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตากต่อไป

1.2 ความสำคัญของมันฝรั่ง

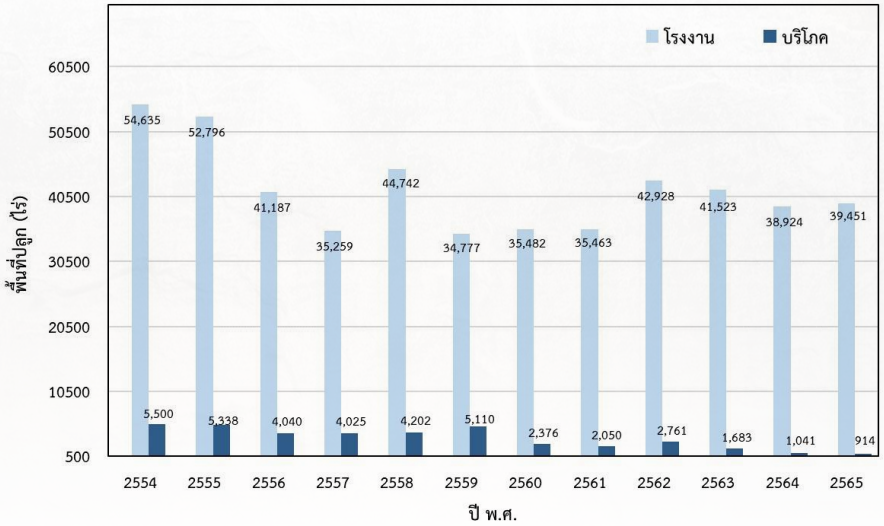
มันฝรั่ง เป็นพืชอุตสาหกรรมชนิดหนึ่งปลูกได้ในเขตอบอุ่น–หนาว มีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลี และข้าวโพด จัดเป็นพืชที่ทำรายได้ให้แก่เกษตรกรในเขตภาคเหนือ 10,000–25,000 บาทต่อไร่ แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 95 ของผลผลิตทั้งประเทศ ปัจจุบันพื้นที่ปลูกได้ขยายไปยังจังหวัดต่าง ๆ เช่น จังหวัด ตาก เชียงราย พะเยา ลำพูน ลำปาง และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัด หนองคาย สกลนคร และเลย (สนอง และคณะ, 2551; อรทัย, 2557) พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในปี 2565 มีพื้นที่ 40,365 ไร่ เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 39,451 ไร่ พันธุ์บริโภคสด 914 ไร่ (ภาพที่ 1.1) ผลผลิตรวม 110,860 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 108,280 ตัน พันธุ์บริโภค 2,580 ตัน

(ภาพที่ 1.2) ผลผลิตรวม 2,917 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นมันฝรั่งโรงงาน 2,823 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์บริโภค 2,920 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566)

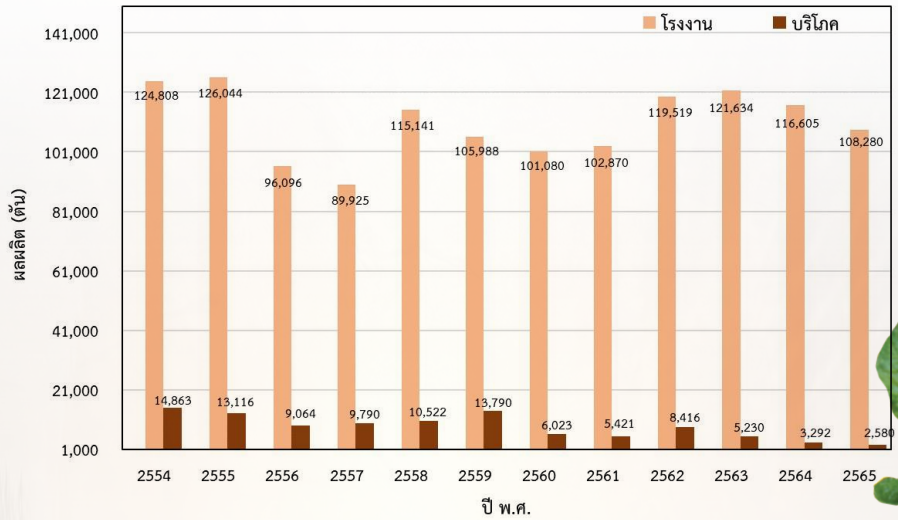
การผลิตมันฝรั่งส่วนใหญ่เพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับแปรรูปส่งโรงงาน ส่งผลให้มีเม็ดเงินหมุนเวียนในระบบเกษตรกรไทยมากกว่า 1,270 ล้านบาทต่อปี การปลูกมันฝรั่งสำหรับการแปรรูปมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจที่ขยายตัว ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่เพียงพอในการบริโภคภายในประเทศ (อรทัย, 2562) จึงมีการนำเข้ามันฝรั่ง ปี 2565 เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูป 75,189 ตัน และนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่ง 8,355 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,685 ล้านบาท จาก เนเธอร์แลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมนี จีน สหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย แคนาดา นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกา มาปลูกภายในประเทศ (สำนักการค้าสินค้า, 2565; กลุ่มส่งเสริมพืชผักและเห็ด, 2566) ส่งผลให้อุตสาหกรรมมันฝรั่งแปรรูปของประเทศไทยมีมูลค่ามากกว่า 9,000 ล้านบาทต่อปี โดยการส่งเสริมและลงทุนในอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบในประเทศจากภาคเอกชน 3 บริษัท ได้แก่ บริษัทเป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด บริษัทเบอร์ลี่ ยุคเกอร์ฟู้ดส์ จำกัด และบริษัทยูนิแชมป์ จำกัด (สมบัติ, 2556) โดยมีความต้องการมันฝรั่งสดเพื่อส่งเข้าโรงงานแปรรูปสูงถึง 10,300 ตันต่อเดือน หรือ 150,000 ตันต่อปี แต่เกษตรกรสามารถผลิตได้เพียง 100,000 ตันต่อปี ทำให้บริษัทผู้ประกอบการต้องนำเข้ามันฝรั่งสดจากต่างประเทศ ปีละ 50,000 ตันต่อปี เพื่อใช้ทดแทนปริมาณผลผลิตที่ไม่เพียงพอดังกล่าว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; ชวาลา, 2559; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ดังนั้นเกษตรกรจึงมีความต้องการหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพ และราคาถูก 10,000 ตันต่อปี เพื่อใช้ผลิตมันฝรั่งสดส่งป้อนโรงงานแปรรูป ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งจะอยู่ภายใต้ระบบสัญญาข้อตกลงการผลิตประมาณร้อยละ 90 จึงมีการประกันราคารับซื้อที่แน่นอน (contract farming) จากบริษัทแปรรูปมันฝรั่ง (อรทัย, 2560)

แม้ว่ากระทรวงเกษตรและสหกรณ์จะได้รับการสนับสนุนงบประมาณโดยให้กรมวิชาการเกษตรดำเนินการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งทดแทนการนำเข้า ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์หลักปลอดโรค (pre-basic seed production หรือ G0)

ปีละ 500,000 หัว และขยายพันธุ์เป็นหัวพันธุ์ขยาย (basic seed production หรือ G1) ได้มากถึง 50 ตัน สำหรับให้เกษตรกรนำไปผลิตเป็นหัวพันธุ์รับรอง (certified seed หรือ G2–G3) แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรต่อผู้ประกอบการสามารถผลิตหัวพันธุ์ได้ปีละ 5,000 ตัน จึงนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากต่างประเทศมากขึ้นทุกปี คิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557; อรทัย, 2560) ทำให้ต้นทุนการผลิตมันฝรั่งสูง เนื่องจากค่าแรง และค่าหัวพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง ประกอบกับหัวพันธุ์ที่มีคุณภาพปริมาณไม่เพียงพอต่อการขยายพื้นที่ปลูก นอกจากนี้หัวพันธุ์ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิตและเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ พบการติดโรคแบคทีเรีย (*R. solanacearum*) ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ (สุรชาติ และคณะ, 2540) ไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรและผู้ประกอบการ จึงมีการร้องขอจากเกษตรกร/สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่ง และบริษัทให้เพิ่มปริมาณการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก G0 และหัวพันธุ์ขยาย G1 ให้เพียงพอกับความต้องการ เพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ รวมถึงลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกร รวมทั้งเกษตรกรได้เรียนรู้เทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์คุณภาพดี มีผลผลิตส่งโรงงานแปรรูป และเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรในการเป็นผู้ผลิตหัวมันฝรั่งสด เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของโรงงานแปรรูปในระยะยาว (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2557) ทั้งยังเป็นการสนองนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่จะให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชจากการรวมกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community; AEC) (นาวิน, 2553)



ภาพที่ 1.1 พื้นที่ปลูกมันฝรั่งของประเทศไทยระหว่างปี 2554–2565



ภาพที่ 1.2 ผลผลิตมันฝรั่งของประเทศไทยระหว่างปี 2554–2565

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มส่งเสริมพืชผักและเห็ด. 2566. มันฝรั่ง. กลุ่มส่งเสริมพืชผักและเห็ด กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ. 2 หน้า.

เกษม พิลึก. 2520. บันทึกเรื่องมันฝรั่งในเมืองไทย. *วารสารพืชสวน* 12(4) : 31–44.

ชวาลา วงศ์ใหญ่. 2559. อุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบและโอกาสการขยายการตลาดมันฝรั่งแปรรูปสู่ภูมิภาคอาเซียน, หน้า 25–29. *ใน* กลุ่มงานพืชผัก (บ.ก.), เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งโรงงานคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

นาวิน โสภาภูมิ. 2553. กลยุทธ์การต่อรองของเกษตรกรภายใต้ระบบอุตสาหกรรมเกษตร–อาหาร: กรณีศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในจังหวัดเชียงใหม่ ภาควิชาสังคมวิทยาและมนุษยวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 24 หน้า.

บุญศรี ใจเป็ง. 2560. พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชกับมันฝรั่ง. ประธานกรรมการ บริษัทเจพี การเกษตร (1985) จำกัด. สัมภาษณ์ 21 มกราคม 2560.

ภัททนันท์ วุฒิการณ์ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา รจเร เนตรแสงทิพย์ บรรเจิด อินหว่าง และนคร ณ ลำปาง. 2527. สภาพการผลิตและเศรษฐกิจของมันฝรั่งในจังหวัดเชียงใหม่. *ข่าวสารเกษตรศาสตร์* 29(1) : 15–38.

มาโนช ทองเจียม. 2525. มันฝรั่ง. *วิทยาสารกองพืชสวน* 3(3) : 25–35.

มาโนช ทองเจียม. 2541. มันฝรั่ง, หน้า 1-10. *ใน* เอกสารวิชาการมันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

วิวัฒน์ ภาณุอำไพ เกตุอร ราชบุตร และชัชชัย สุนทรสวัสดิ์. 2531. การปลูกมันฝรั่ง. กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ. 38 หน้า.

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

สนอง จรินทร, วิวัฒน์ ภาณุอำไพ, สมพงษ์ คูตระกูล และมานพ หาญเทวี. 2551. การทดสอบพันธุ์มันฝรั่งแปรรูปในการปลูกฤดูฝน, หน้า 272-285. ใน รายงาน ผลงานวิจัยประจำปี 2543-2550. ศูนย์วิจัยเกษตรกลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร. 300 หน้า.

สมบัติ ห.เพียรเจริญ. 2556. โครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรุงเทพฯ. 5 หน้า.

สำนักการค้าสินค้า. 2565. สินค้ามันฝรั่ง. สำนักการค้าสินค้า กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 14 หน้า. แหล่งข้อมูล : https://www.dtn.go.th/th/file/get/file/1.20220901939741737f796ece53ba1517776ff8bf141103.pdf [สืบค้น 30 กุมภาพันธ์ 2566].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรุงเทพฯ. 156 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2561. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 227 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ตารางแสดงรายละเอียดมันฝรั่ง. แหล่งข้อมูล : https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/1potato%2065.pdf [สืบค้น 3 มกราคม 2567].

สุรชาติ คูอาริยะกุล วิวัฒน์ ภาณุอำไพ และบุญแถม ถาคำฟู. 2540. ปฏิกิริยาของมันฝรั่งบางพันธุ์ต่อโรคใบไหม้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2540 ศูนย์วิจัยพืชสวน เชียงราย ถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. หน้า 216–223.

อภิรักษ์ หลักชัยกุล และสมบัติ ห.เพียรเจริญ. 2557. บทนำ, หน้า 1-19. *ใน* คู่มือการปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ.

อรทัย วงค์เมธา. 2557. เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัด เกษตรอำเภอ และนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับตำบล ในจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ตาก และลำพูน 9 เมษายน 2557 ณ โรงแรมฮอลิเดย์ การ์เด้น อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. 31 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2560. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 58 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2562. เทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรคภายใต้ ระบบแอโรโปนิกส์. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 69 หน้า.

Anonymous. 1995. Potatoes – Bacterial Wilt. Available : http://www.depi.vic.gov.au/agriculture–and–food/pests–diseases–and–weeds/plant–diseases/vegetable/potato–diseases/potatoes–bacterial–wilt [accessed on January 10, 2023].

Beveridge, J. L., J. Dalziel and H. J. Duncan. 1981. The assessment of some volatile organic compounds as sprout suppressants for ware and seed potatoes. *Potato Research* 24 : 61–76.

Briggs, G. M. and S. Geneseo. 2024. Potatoes : *Solanum tuberosom*. Available : https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Botany/Inanimate_Life_(Briggs)/02%3A_Organisms/2.39%3A_Potatoes_Solanum_tuberosum_Organisms/2.

39%3A_Potatoes_Solanum_tuberosum#Structure [accessed on April 5, 2024].

Ortiz, D. A. 2020. How the humble potato changed the world. The BBC. Available : https://www.bbc.com/travel/article/20200302-the-true-origins-of-the-humble-potato [accessed on March 29, 2023].

Smith, A. F. 2011. Potato A Global History. Reaktion books Ltd., London. 142 pp.

Toussaint-Samat. 2009. The potato revolution, pp. 641-655. *In* A History of FoodBlackwell Publishing Ltd., Singapore.

บทที่ 2
พฤกษศาสตร์ของมันฝรั่ง

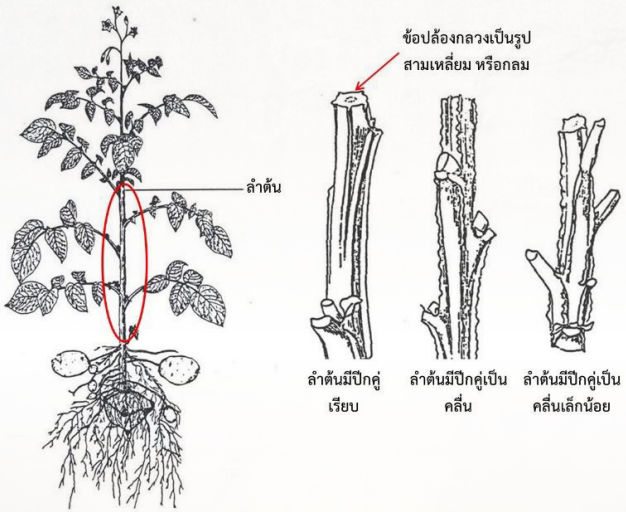
2.1 การจำแนกมันฝรั่งทางวิทยาศาสตร์

ชื่อสามัญ (Common name) :	Potato, Irish potato, White potato, Table potato
ชื่อภาษาไทย (Thai name) :	มันฝรั่ง, มันอาลู (ภาคเหนือ)
ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) :	*Solanum tuberosum* Linn.
โดเมน (domain) :	Eukaryota
อาณาจักร (kingdom) :	Plantae
อาณาจักรย่อย (subkingdom) :	Tracheobionta
ดิวิชันใหญ่ (superdivision) :	Spermatophyta
ดิวิชัน (division) :	Magnoliophyta
ดิวิชันย่อย (subdivision) :	Spermatophytina
ชั้น (class) :	Magnoliopsida
ชั้นย่อย (subclass) :	Asteridae
อันดับ (order) :	Solanales
วงศ์ (family) :	Solanaceae
วงศ์ย่อย (subfamily) :	Solanoideae
สกุล (genus) :	*Solanum*
หมู่ (section) :	*Petota*
หมู่ย่อย (subsection) :	*Potatoe*
อนุกรม (series) :	*Tuberosa*
ชนิด (species) :	*Solanum tuberosum* Linn.

(Canadian Food Inspection Agency, 2015; Patil *et al*., 2016; Sahair *et al*., 2018; CABI, 2019; ITIS Report, 2021)

2.2 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของมันฝรั่ง

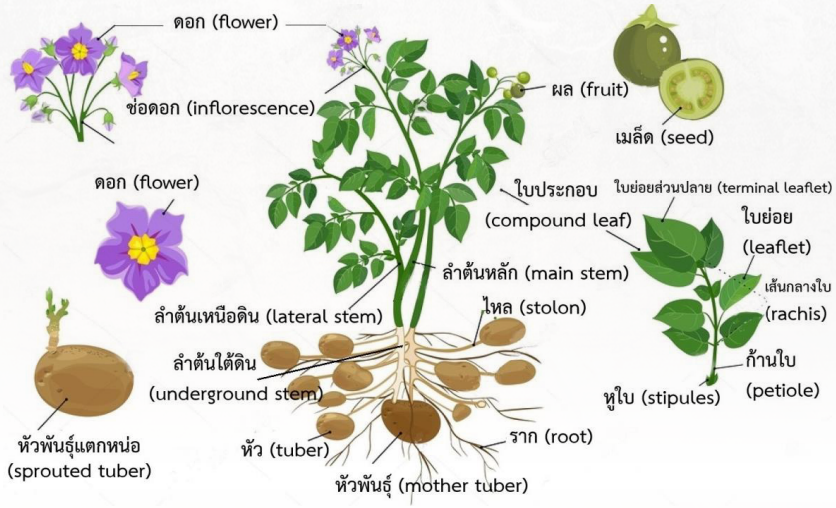
ลำต้น (stem) ลักษณะตั้งตรง มีความสูง 50-100 เซนติเมตร ลำต้นมีปีกคู่ อาจเรียบ เป็นคลื่น และคลื่นเล็กน้อย เมื่อตัดตามขวางจะมีลักษณะกลวง และเป็นรูปสามเหลี่ยมจนถึงกลม สีของลำต้นโดยทั่วไปมีสีเขียวแต่อาจมีสีน้ำตาลแดงหรือสีม่วง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ (ภาพที่ 2.1)



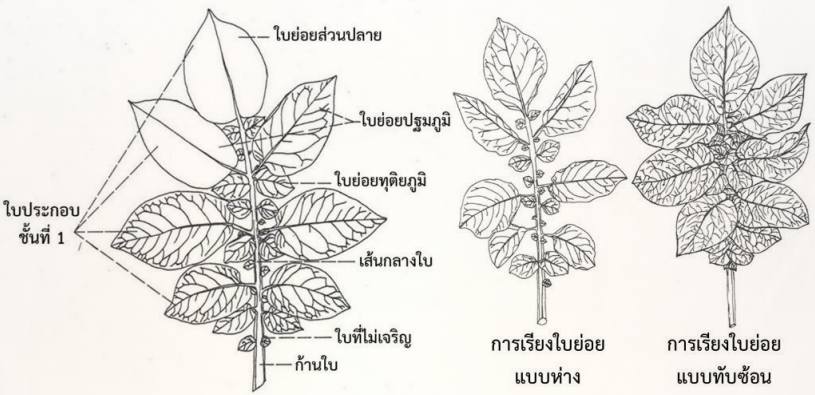
ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของลำต้นมันฝรั่ง
(Canadian Food Inspection Agency, 2013)

ใบ (leaf) เป็นใบประกอบ (compound leaf) แบบขนนกปลายคี่ (odd-pinnate) ประกอบด้วยใบย่อยส่วนปลาย (terminal leaflet) และใบย่อย (leaflet) ใบย่อย แบ่งออกเป็น ใบย่อยปฐมภูมิ (first primary leaflet) และใบย่อยทุติยภูมิ (secondary leaflet) ใบย่อยจะมีหลายคู่เรียงตามความยาวของเส้นกลางใบ (rachis) และใบย่อยส่วนปลายเป็นใบเดี่ยวมีขนาดใหญ่ที่สุด รูปร่างใบมีลักษณะกลม หรือรูปไข่ การเรียงใบประกอบแบบเวียน (spiral) รอบลำต้น การเรียงใบย่อยแบบห่าง (free) และแบบทับซ้อน (overlapping) เนื้อใบอาจนุ่มหรือหยาบ เมื่อสัมผัสขอบใบอาจเป็นคลื่น สามารถแบ่งสีของใบออกเป็น 2 กลุ่มสี

คือ สีเหลืองเขียว (yellow–green) และ สีเทาเขียว (grey–green) (ภาพที่ 2.2 และ 2.3)

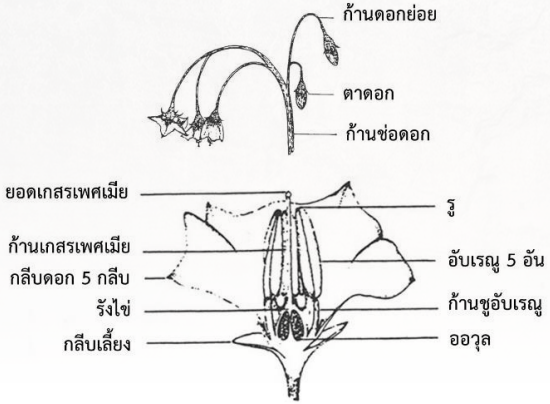


ภาพที่ 2.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมันฝรั่ง (Maryia, 2021a)



ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบของใบมันฝรั่ง
(Canadian Food Inspection Agency, 2013)

ดอก (flower) เป็นช่อกระจุก (cyme) แต่ละดอกในช่อดอกจะมีก้านดอกย่อย แต่ละก้านดอกจะแบ่งย่อยออกเป็น 2 ก้าน เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีเกสรเพศผู้ 5 อัน เกสรเพศเมีย 1 อัน มีกลีบดอก 5 กลีบ สีของดอกมีทั้งสีขาว สีน้ำเงิน สีแดง สีชมพู สีชมพูแกมม่วง และสีม่วง (ภาพที่ 2.2, 2.4 และ 2.5)



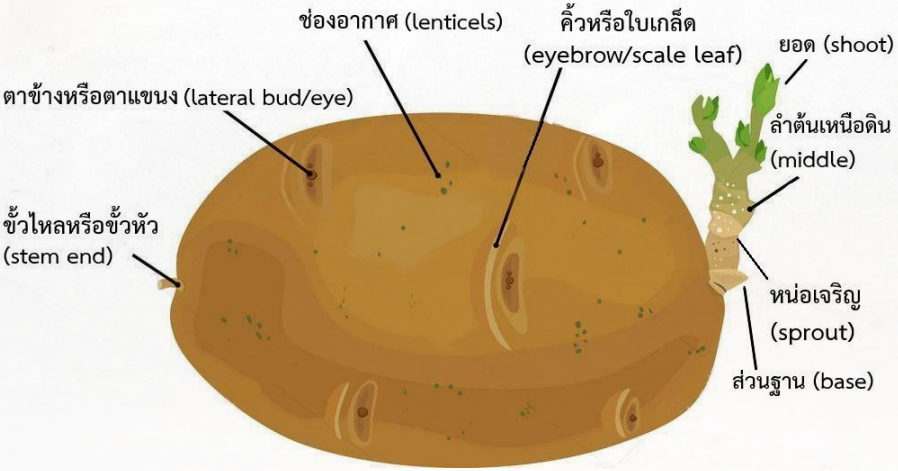
ภาพที่ 2.4 ส่วนประกอบของดอกมันฝรั่ง
(Canadian Food Inspection Agency, 2013)

ภาพที่ 2.5 ลักษณะดอกของมันฝรั่ง

ราก (root) ต้นที่เจริญเติบโตจากเมล็ดจริง (true potato seed) จะมีระบบรากแก้ว (tap root) บอบบาง และรากแขนง (lateral roots) ส่วนต้นที่เจริญเติบโตมาจากหัวจะมีแต่รากพิเศษ (adventitious roots) ที่งอกจากโคนของแต่ละหน่อ และงอกจากข้อของลำต้นที่ทอดเลื้อยอยู่ใต้ดิน หรือเรียกว่า ไหล รากมีความยาว 40-50 เซนติเมตร (ภาพที่ 2.2)

ไหล (stolon) เกิดจากตาของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน เจริญเติบโตออกไปด้านข้าง ส่วนปลายของไหลจะเจริญเติบโตเป็นหัว แต่หากไหลเจริญเติบโตโผล่พ้นดินก็จะเจริญเติบโตเป็นลำต้นมีใบปกติ ความยาวของไหลแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความยาวของวัน อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ไหลจะเจริญเติบโตและเริ่มสร้างหัวหลังปลูก 3–4 สัปดาห์ (ภาพที่ 2.2)

หัว (tuber) เป็นส่วนของไหล หรือลำต้นใต้ดินที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่สะสมอาหาร หรือแป้ง และขยายพันธุ์จากไหลที่เจริญเติบโตไปตามแนวนอน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโคนที่ติดอยู่กับไหล (heel end) กับส่วนปลายที่อยู่ตรงข้าม (rose end หรือ apical end) หัวมันฝรั่งจะมีตา (eye) เปรียบเหมือนเป็นข้อของลำต้น จัดเรียงตัวอยู่รอบผิวของหัว และจะมีมากบริเวณส่วนปลาย อาจมีคิ้ว (eyebrow) เป็นใบเกล็ด (scale leaf) หุ้มตา มีหน้าที่ป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดขึ้นกับตา ความลึกของเกล็ดหุ้มตาใช้จำแนกพันธุ์มันฝรั่งได้ แต่ละตาประกอบด้วยตาเจริญ (bud) หลายตา ซึ่งตานี้จะเจริญเป็นหน่อ และงอกเป็นลำต้นหลัก ลำต้นรอง และไหลต่อไป ถ้าตาอยู่ในระยะพักตัว (dormancy) นาน 2-3 เดือน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ จะไม่มีการพัฒนาเป็นหน่อเจริญ หรือต้นอ่อน จนกว่าจะถึงระยะเวลาที่เหมาะสม จึงต้องรอระยะการพักตัว จากนั้นตาเจริญจะพัฒนาเป็นต้นอ่อน ลักษณะหัวมันฝรั่งมีรูปกลม รูปไข่ รูปรี และรูปยาว มีผิวหัวหรือเพอริเดิร์ม (periderm) สีขาว เหลือง ส้มแดง หรือสีม่วง (ภาพที่ 2.2 และ 2.6)

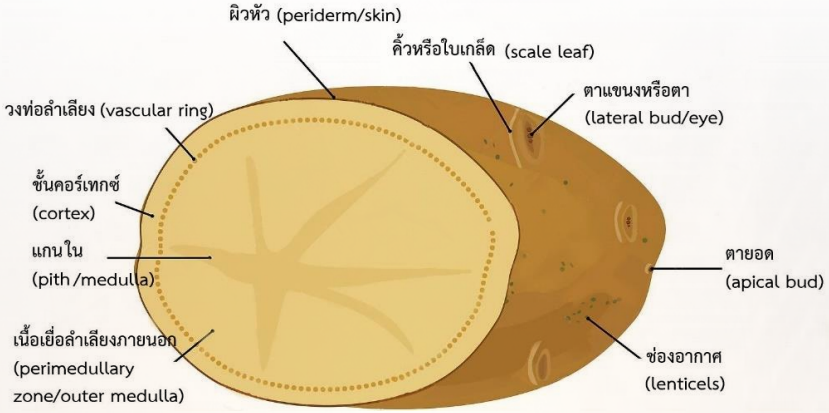


ภาพที่ 2.6 ลักษณะภายนอกของหัวมันฝรั่ง (Maryia, 2021b)

เมื่อผ่าหัวตามยาวจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ จากด้านนอกถึงด้านใน คือ เพอริเดิร์ม คอร์เทกซ์ (cortex) ระบบท่อลำเลียง (vascular system) เซลล์พาเรงคิมาสะสมอาหาร (storage parenchyma) และไส้ใน (pith) ตามลำดับ (Huaman, 1986) เพอริเดิร์มหรือผิว เป็นชั้นบางอยู่ด้านนอกสุดของหัว ทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อภายใน เพอริเดิร์มอาจมีสีแตกต่างกัน ตั้งแต่สีขาว สีครีม สีเหลือง สีส้ม สีแดง หรือสีม่วง บางชนิดอาจมีสองสี เมื่อหัวมันฝรั่งได้รับแสงเป็นระยะเวลาหนึ่งเพอริเดิร์มจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ลักษณะเพอริเดิร์มอาจเรียบหรือหยาบเป็นร่างแห เพอริเดิร์มจะถลอกได้ง่ายในขณะที่หัวยังอ่อนอยู่ แต่ในหัวมันฝรั่งที่แก่แล้วคอร์เทกซ์ แคมเบียน (cork cambium) จะหยุดทำงาน ผนังเซลล์แข็งแรงขึ้นทำให้ เพอริเดิร์มไม่ถลอกง่าย และมีคุณสมบัติป้องกันการดูดซึมสารเคมี อากาศ หรือของเหลว ในขณะเดียวกันทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำและป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อโรคต่าง ๆ ทำให้หัวมันฝรั่งมีความทนทานในการขนส่งและเก็บรักษาได้นานขึ้น

หัวมันฝรั่งมีช่องอากาศ (lenticel) กระจายอยู่ทั่วผิวหัวมันฝรั่ง (ภาพที่ 2.6) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการหายใจและแลกเปลี่ยนอากาศ ถ้าหัวอยู่ในสภาพ

เปียกแฉะ ช่องอากาศจะขยายใหญ่และนูนขึ้นมาเห็นเป็นจุดสีขาว เซลล์ชั้นคอร์เทกซ์ กว้าง 2 มิลลิเมตร เป็นแถบแคบ ๆ ของเนื้อเยื่อสะสมอาหารประกอบด้วยโปรตีนกับแป้ง จะอยู่ใต้ชั้นเพอริเดิร์ม ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของเพอริเดิร์ม ระบบท่อลำเลียงเป็นส่วนที่เชื่อมต่อหัวและตาเข้ากับส่วนอื่น ๆ ของลำต้น เซลล์พาเรงคิมา (parenchyma) เป็นเนื้อเยื่อสะสมอาหารหลักของหัว เป็นส่วนที่มีพื้นที่มากที่สุดในหัว ส่วนของไส้ใน (pith) เป็นกลุ่มเนื้อเยื่อชั้นในสุดจะอยู่ตรงกลางของส่วนหัว แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ outer medulla และ inner medulla ซึ่ง inner medulla เป็นแฉกและมีสีอ่อน มีแป้งน้อยกว่า outer medulla โดยมีวงท่อลำเลียง (vascular ring) เป็นตัวแบ่งชั้นไส้ในกับชั้นคอร์เทกซ์ (ภาพที่ 2.7) เนื้อมันฝรั่งประกอบด้วยแป้งเป็นหลัก ส่วนชั้นคอร์เทกซ์ประกอบด้วยโปรตีนและสารอาหาร เนื้อของหัวตั้งแต่ชั้นคอร์เทกซ์จนถึงเซลล์ชั้นใน มีน้ำเป็นองค์ประกอบ จึงมีสีขาวขุ่น สีครีม หรือสีเหลืองอ่อน แต่บางพันธุ์อาจมีเนื้อสีแดง สีม่วง หรือเนื้อสองสี (ธงชัย, 2520; มาโนช, 2541; สนอง และคณะ, 2551; อรทัย, 2557; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557)



ภาพที่ 2.7 ลักษณะภายในของหัวมันฝรั่ง (Maryia, 2021c)

หน่อเจริญ (sprout) เจริญเติบโตมาจากตาของหัวมันฝรั่ง แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ บริเวณยอด เป็นส่วนบนสุดของหน่อ บริเวณส่วนกลางอยู่เหนือฐาน เจริญเติบโตเป็นลำต้นเหนือดิน และส่วนฐานติดกับบริเวณหัวมันฝรั่ง มีช่องอากาศจำนวนมาก หน่อเจริญเติบโตเป็นลำต้นเหนือดิน ราก และไหล ต่อไป (ภาพที่ 2.2 และ 2.6)

ผลและเมล็ด (fruit and seed) ภายหลังการถ่ายเรณู (pollination) รังไข่จะพัฒนาไปเป็นผลแบบมีเนื้อหลายเมล็ด (berry) ผลมีลักษณะกลมคล้ายผลมะเขือเทศ ผลมีสีเขียว บางพันธุ์อาจมีสีขาวเป็นจุดหรือเป็นริ้ว ภายในผลมีเมล็ดจำนวนมาก รับประทานไม่ได้ สามารถนำเมล็ดไปปลูกได้ แต่ไม่เป็นที่นิยม เพราะจะได้ต้นมันฝรั่งที่มีลักษณะไม่ตรงตามพันธุ์ ในหนึ่งผล มีเมล็ด 50-500 เมล็ด ขึ้นอยู่กับขนาดผล โดยทั่วไปมีเมล็ดเฉลี่ย 200 เมล็ด เมล็ดมีรูปร่างแบนและกลมรี น้ำหนัก 1 กรัม มีประมาณ 1,500 เมล็ด (ภาพที่ 2.2 และ 2.8) (ธงชัย, 2520; International Potato Center (CIP), 1983; มาโนช, 2541; อรทัย, 2557; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557)

ภาพที่ 2.8 ลักษณะผล และเมล็ดของมันฝรั่ง

2.3 ประเภทของมันฝรั่ง

มันฝรั่งที่ปลูกในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันมีอยู่ 2 ประเภท คือ มันฝรั่งพันธุ์บริโภค และมันฝรั่งพันธุ์ส่งโรงงานสำหรับแปรรูป ดังนั้นพันธุ์ที่ใช้ปลูกจึงแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ ดังนี้

2.3.1 มันฝรั่งสำหรับบริโภค เป็นมันฝรั่งที่ปลูกเพื่อนำหัวมันฝรั่งไปประกอบอาหาร ได้แก่

พันธุ์ฝาง 60 หรือ B–71–240.2 (720088) เป็นพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร นำมาจากประเทศอาร์เจนตินา และถูกคัดเลือกพันธุ์ให้มีความเหมาะสมกับการเพาะปลูกในสภาพเขตร้อน และกึ่งร้อน โดยทำการทดสอบพันธุ์ที่สถานีทดลองพืชสวนฝาง และในไร่เกษตรกร อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี 2524 เป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ ผิวหัวสีขาวครีม เนื้อสีครีม หัวรูปกลม ตาตื้น เป็นพันธุ์กึ่งเบา อายุเก็บเกี่ยวหลังปลูก 90–100 วัน ให้ผลผลิตสูงและสม่ำเสมอ ในแปลงทดสอบพันธุ์ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.91 ตันต่อไร่ ปัจจุบันไม่มีการปลูกแล้ว

พันธุ์บินท์เจ (Bentje) เป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับการบริโภค และสามารถแปรรูปได้ นำเข้าจากประเทศเนเธอร์แลนด์ ตั้งแต่ปี 2494 เป็นพันธุ์เบาปานกลาง อายุเก็บเกี่ยวหลังปลูก 100–120 วัน เจริญเติบโตเร็ว ทรงพุ่มแน่น ใบสีเขียวเข้ม ทรงพุ่มแน่น ดอกมีสีขาว ขนาดหัวค่อนข้างใหญ่และสม่ำเสมอ ผิวหัวหนาเรียบ สีเหลืองซีด ตาตื้น เนื้อมีสีเหลืองอ่อน ไม่นิยมปลูกเนื่องจากอ่อนแอต่อโรค และให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ปัจจุบันไม่มีการปลูกแล้ว

พันธุ์สปุนต้า (Spunta) เป็นพันธุ์ของประเทศเนเธอร์แลนด์ นำเข้าเมื่อปี 2509 ใช้สำหรับบริโภค จัดเป็นพันธุ์เบาปานกลาง อายุเก็บเกี่ยวหลังปลูก 90–110 วัน เจริญเติบโตเร็ว ลำต้นสูง โคนต้นสีม่วง ทรงพุ่มแน่น ใบเล็ก ดอกสีขาว ลักษณะหัวรูปยาว และมีขนาดใหญ่ ตาตื้น ผิวหัวเรียบ สีเหลือง เนื้อสีเหลือง ให้ผลผลิตสูง ทนแล้ง ถ้าเก็บรักษาพันธุ์นี้ไว้เป็นเวลานาน หัวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่เกือบดำ มีปริมาณการบริโภคภายในประเทศปีละประมาณ 10,000 ตัน (ภาพที่ 2.9)

2.3.2 มันฝรั่งสำหรับแปรรูป เป็นการปลูกเพื่อนำหัวมันฝรั่งมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น มันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ (potato chips) มันฝรั่งแท่งทอดกรอบ (French fries) ได้แก่

พันธุ์เคนนีเบค (Kennebec) เป็นพันธุ์จากสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับแปรรูปเป็นมันฝรั่งทอดแผ่นบาง จัดเป็นพันธุ์เบาปานกลาง อายุเก็บเกี่ยวหลังปลูก 100–120 วัน ใบใหญ่ ลักษณะหัวรูปไข่ ผิวหัวเรียบ สีเหลืองอ่อน ตาตื้น เนื้อในสีขาว ให้ผลผลิตสูงปานกลาง ทนแล้ง มีการผลิตหัวพันธุ์จำหน่ายในหลายประเทศ เช่น แคนาดา เนเธอร์แลนด์ และออสเตรเลีย เป็นต้น นำเข้ามาปลูกในไทย ปี 2521 โดยบริษัทแปรรูปมันฝรั่ง ปัจจุบันมีการปลูกน้อยมากในประเทศไทย

พันธุ์แอตแลนติค (Atlantic) มีถิ่นกำเนิดในสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับแปรรูปเช่นเดียวกับพันธุ์เคนนีเบค เป็นพันธุ์เบาปานกลางที่ผลิตเพื่อส่งเข้าโรงงานมากที่สุดประมาณ 80% ของมันฝรั่งแปรรูปทั้งหมด อายุเก็บเกี่ยวหลังปลูก 90–100 วัน ทรงต้นตั้งตรง พุ่มหนา ใบใหญ่สีเขียวเข้ม ลักษณะหัวรูปกลมหัวขนาดกลางถึงเล็ก ผิวหัวสีเหลืองอ่อนเป็นร่างแหเล็กน้อย เนื้อสีขาว ให้ผลผลิตสูง มีคุณภาพในการแปรรูปดีเพราะมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง มีปริมาณความต้องการเป็นวัตถุดิบส่งเข้าโรงงานแปรรูปสูงถึงปีละประมาณ 170,000 ตัน บริษัทสยามสแน็ก จำกัด นำเข้ามาส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในปี 2534–2535 ปัจจุบันเป็นพันธุ์ที่มีการปลูกมากที่สุดในประเทศไทย (ภาพที่ 2.9) (มาโนช, 2541; พงษ์พันธ์, 2547; วินิจ, 2551; อรทัย, 2557; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557)

พันธุ์สปุนต้า (Spunta) พันธุ์แอตแลนติก (Atlantic)

ภาพที่ 2.9 มันฝรั่งสำหรับบริโภคพันธุ์สปุนต้า และสำหรับแปรรูปพันธุ์แอตแลนติก

พันธุ์ กวก.เชียงใหม่ 1 (DOA Chiang Mai 1) และ กวก.เชียงใหม่ 2 (DOA Chiang Mai 2) เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมในการแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ ได้รับการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 ให้เป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร ที่มีความทนทานต่อโรคใบไหม้ในฤดูแล้ง และให้ผลผลิตสูง (ภาพที่ 2.10) ปัจจุบันเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกและมีความต้องการ เพื่อนำมาทดแทนพันธุ์แอตแลนติก

พันธุ์ กวก.เชียงใหม่ 1 (DOA Chiang Mai 1)

ลักษณะเด่น

1) ทนทานต่อโรคใบไหม้ในฤดูแล้ง ระดับปานกลาง ในขณะที่พันธุ์แอตแลนติก มีความรุนแรงของการเกิดโรคมากถึงร้อยละ 78 ระดับอ่อนแอ

2) ปลูกฤดูแล้งให้ผลผลิต 3,162 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอตแลนติกร้อยละ 4

3) ปลูกฤดูฝนให้ผลผลิต 3,429 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอตแลนติกร้อยละ 27.5

ลักษณะประจำพันธุ์

เป็นพันธุ์เบา อายุเก็บเกี่ยวหลังปลูก 90-100 วัน ลำต้นกึ่งตั้งตรง (semi-erect) ใบรูปรี ใบย่อยส่วนปลายและใบย่อยด้านข้างเชื่อมติดกัน ใบใหญ่ สีเขียวเข้ม ลักษณะหัวรูปกลม ขนาดกลางถึงเล็ก สีผิวหัวจัดอยู่ในกลุ่มสีเหลืองปนเทา (GY 162C) ลักษณะผิวหัวอาจเรียบ หยาบ หรือเป็นร่างแหบางส่วน สีเนื้อจัดอยู่ในกลุ่มสีขาว (W 155A)

พันธุ์ กวก.เชียงใหม่ 2 (DOA Chiang Mai 2)

ลักษณะเด่น

1) ทนทานต่อโรคใบไหม้ในฤดูแล้งในระดับปานกลาง

2) ปลูกฤดูแล้งให้ผลผลิต 3,608 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอตแลนติกร้อยละ 8

ลักษณะประจำพันธุ์

เป็นพันธุ์เบา อายุเก็บเกี่ยวหลังปลูก 90-100 วัน ลำต้นกึ่งตั้งตรง ใบรูปรี ใบย่อยส่วนปลายและใบย่อยด้านข้างเชื่อมติดกัน ใบใหญ่ สีเขียวเข้ม ลักษณะหัวรูปกลม ขนาดกลางถึงเล็ก สีผิวหัวจัดอยู่ในกลุ่มสีเหลืองปนเทา (GY 162C) ลักษณะผิวหัวอาจเรียบ หยาบ หรือเป็นร่างแหบางส่วน สีเนื้อจัดอยู่ในกลุ่มสีขาว (W 155A)

พันธุ์ กวก.เชียงใหม่ 1 พันธุ์ กวก.เชียงใหม่ 2

ภาพที่ 2.10 มันฝรั่งสำหรับแปรรูปพันธุ์ กวก.เชียงใหม่ 1 และพันธุ์ กวก.เชียงใหม่ 2

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. การปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ. 252 หน้า.

ธงชัย สุทธินรากร. 2520. การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของหัวมันฝรั่งที่กำลังงอก. ปัญหาพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 40 หน้า.

พงษ์พันธ์ ทองหนุน. 2547. การวิเคราะห์ภาวะการผลิต การตลาด และการพยากรณ์ราคามันฝรั่งในจังหวัดเชียงใหม่. รายงานของกระบวนวิชา 751409 (Research Exercise in Current Economics Issues) ระดับปริญญาตรี คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 51 หน้า.

มาโนช ทองเจียม. 2541. มันฝรั่ง, หน้า 1-10. *ใน* เอกสารวิชาการมันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

วินิจ วงกลม. 2551. รายงานการศึกษาการใช้เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งส่งโรงงานแปรรูปของเกษตรกรอำเภอพบพระ จังหวัดตาก. สำนักงานเกษตรจังหวัดตาก กรมสงเสริมการเกษตร. 88 หน้า.

สนอง จรินทร, วิวัฒน์ ภาณุอำไพ, สมพงษ์ คูตระกูล และมานพ หาญเทวี. 2551. การทดสอบพันธุ์มันฝรั่งแปรรูปในการปลูกฤดูฝน, หน้า 272-285. ใน รายงาน ผลงานวิจัย ประจำปี 2543-2550. ศูนย์วิจัยเกษตรกลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร. 300 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2557. เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง. เอกสารประกอบการฝึกอบรม วิชาการส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัด เกษตรอำเภอ และนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับตำบล ในจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ตาก และลำพูน 9 เมษายน 2557 ณ โรงแรมฮอลิเดย์ การ์เด้น อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. 1 หน้า.

CABI. 2019. *olanum tuberosum* (potato). Available : https://www.cabi.org/isc/datasheet/50561 [accessed on June 7, 2021].

Canadian Food Inspection Agency. 2015. *Solanum tuberosum* (L. (Linnaeus)). Available : https://biosafety.icar.gov.in/wp-content/uploads/2015/11/BiologyofSolanum_tuberosum_Ca.pdf [accessed on June 7, 2021].

Huaman, Z. 1986. Systematic Botany and Morphology of the Potato. (Second edition, revised). Technical Information Bulletin 6. International Potato Center, Lima, Peru. 22 pp.

International Potato Center (CIP). 1983. True potato seed: An alternative method for potato production. International potato center (CIP) , Department of Training and Communications, La Molina–Lima, Peru. 2 pp.

ITIS Report. 2021. *Solanum tuberosum* L. Available : https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=505272#null [accessed on June 7, 2021].

Maryia, K. 2021 a. Parts of plant. morphology of potato plant with title. Available : https:// www.shutterstock. com/image-vector/parts-plant-morphology-potato-title-746480560. [accessed on June 8, 2021].

Maryia, K. 2021 b. Parts of plant: Morphology of potato plant with title. Available : https://www.shutterstock.com/image-vector/parts-plant-morphology- anatomy-sprouted-potato-152 7360548 [accessed on June 8, 2021].

Maryia, K. 2021 c. Parts of plant. Morphology and anatomy of potato tuber: Structure in section isolated on white background. Available : https://www.shutterstock.com/image-vector/parts-plant-morphology-anatomy-potato-tuber-15273 64925 [accessed on June 8, 2021].

Patil, V. U., S. Sundaresha, P. G. Kawar and V. Bhardwaj. 2016. Biology of *Solanum tuberosum* (Potato), series of crop specific biology document. Ministry of Environment, Forest and Climate Change (MoEF & CC) and Central Potato Research Institute, Shimla, India. 30 pp.

Sahair, R. A., S. Sneha, N. Raghu, T. S. Gopenath, K. Murugesan, G. Ashok, G. K. Chandrashekrappa and M. B. Kanthesh. 2018. *Solanum tuberosum* L: botanical, phytochemical, pharmacological and nutritional significance. *International Journal of Phytomedicine* 10(3) : 115–124.

บทที่ 3
ประโยชน์ของมันฝรั่ง

มันฝรั่งเป็นพืชอาหารที่ให้พลังงาน และโปรตีนสูง มีกรดอะมิโนที่มีประโยชน์ มีวิตามิน และแร่ธาตุที่มนุษย์ต้องการในปริมาณค่อนข้างสูง สำหรับประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากการบริโภคมันฝรั่ง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ มันฝรั่งบริโภคสด ใช้ประกอบอาหาร ได้แก่ มัสมั่น แกงกะหรี่ บาร์บิคิว รวมทั้งผสมในสลัดผัก ความต้องการของตลาดบริโภคสดค่อนข้างคงที่ โดยมีความต้องการปีละ 7,000–10,000 ตัน

มันฝรั่งทอดหนา ทำเป็นอาหารประเภทเร่งด่วน หรือ fast food แบบชาวตะวันตก ซึ่งปัจจุบันมีการขยายสาขาเป็นจำนวนมาก เนื่องจากผู้บริโภคนิยมบริโภคมันฝรั่งทอดมากขึ้นส่งผลให้ความต้องการใช้มันฝรั่งในตลาดเพิ่มสูงขึ้นด้วย มันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ ปัจจุบันบริษัทผู้ประกอบการมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน ได้แก่ พันธุ์แอตแลนติก พันธุ์ กวก. เชียงใหม่ 1 กวก.เชียงใหม่ 2 พันธุ์ FL 1867 FL 2027 และ FL 2215 และรับซื้อผลผลิตคืนในราคาประกันตามที่ระบุในพันธสัญญา

ในปัจจุบัน ความต้องการใช้มันฝรั่งเพื่อเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปมีปริมาณมากขึ้น เนื่องจากความต้องการทั้งจากภายในประเทศและต่างประเทศ รวมถึงผู้บริโภคนิยมบริโภคมันฝรั่งแปรรูป ได้แก่ มันฝรั่งทอดกรอบ ขนมขบเคี้ยว เป็นอาหารว่าง (snack food) มากขึ้น (อรทัย, 2557; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557; สำนักการค้าสินค้า, 2565)

3.1 คุณค่าทางโภชนาการของมันฝรั่ง

คุณค่าทางโภชนาการของมันฝรั่งที่ปริมาณน้ำหนัก 100 กรัม (3.5 ออนซ์) (USDA nutrient database) (United States Department of Agriculture, 2019a; 2019b; 2019c) ประกอบด้วย

ข้อมูลโภชนาการมันฝรั่ง

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 ก.

	มันฝรั่งดิบ รวมเปลือก	ต้ม	ทอด (ไม่ใส่เกลือ)
พลังงาน (energy)	322 กิโลจูล (77 กิโลแคลอรี)	78 กิโลแคลอรี	536 กิโลแคลอรี
คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)	17.5 ก.	17.21	52.9
แป้ง (starch)	15.3 ก.	–	–
เส้นใย (dietary fiber)	2.1 ก.	3.3	4.8
ไขมัน (fat)	0.1 ก.	0.1	34.6
โปรตีน (protein)	2.1 ก.	2.86	7
น้ำ (water)	79.2 ก.	77.8	1.9
น้ำตาลรวม (sugars)	0.82 ก.	–	0.22
น้ำตาลซูโคส (sucrose)	0.17 ก.		
น้ำตาลกลูโคส (glucose)	0.31 ก.		
น้ำตาลฟรุกโตส (fructose)	0.26 ก.		
วิตามินบี 1 (thiamine หรือ vitamin B1)	0.08 มก (7%)	0.032	0.167
วิตามินบี 2 (riboflavin หรือ vitamin B2)	0.03 มก. (3%)	0.036	0.197
ไนอะซีน (niacin หรือ vitamin B3)	1.05 มก. (7%)	1.222	3.827
วิตามินบี 5 (Pantothenic acid หรือ vitamin B5)	0.296 มก. (6%)	–	–
วิตามินบี 6 (vitamin B6)	0.295 มก. (23%)	0.239	0.660
โฟเลท (Folate หรือ vitamin B9)	15 มคก. (4%)	10	45
วิตามินซี (vitamin C)	19.7 มก. (24%)	5.2	31.1
วิตามินอี (vitamin E)	0.01 มก. (0%)	–	9.11
วิตามินเค (vitamin K)	2 มคก. (2%)	–	22.1
แคลเซียม (calcium)	12 มก. (2%)	45	24
เหล็ก (iron)	0.81 มก. (6%)	6.07	1.63
แมกนีเซียม (magnesium)	23 มก. (6%)	30	67
แมงกานีส (manganese)	0.153 มก. (7%)	–	–
ฟอสฟอรัส (phosphorus)	57 มก. (8%)	54	165
โพแทสเซียม (potassium)	425 มก. (9%)	407	1275

ข้อมูลโภชนาการมันฝรั่ง			
คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 ก.			
	มันฝรั่งดิบ รวมเปลือก	**ต้ม**	**ทอด (ไม่ใส่เกลือ)**
โซเดียม (sodium)	6 มก. (0%)	14	8
สังกะสี (zine)	0.3 มก. (3%)	0.44	1.09

หมายเหตุ: เปอร์เซ็นต์ (%) = ร้อยละของปริมาณแนะนำที่ร่างกายต้องการในแต่ละวันสำหรับผู้ใหญ่

ข้อแนะนำและข้อควรระวัง

เปลือกของมันฝรั่งที่เปลี่ยนเป็นสีเขียว และมีการสังเคราะห์ไกลโคอัลคาลอยด์ (glycoalkaloid) ในหัวมันฝรั่ง ซึ่งเกิดจากการตอบสนองของหัวมันฝรั่งต่อแสงที่ส่องโดยตรง ไกลโคอัลคาลอยด์เกิดจากแอลฟา-โซลานีน (α–solanine) และแอลฟา-ชาโคนีน (α–chaconine) ที่ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้หัวมันฝรั่งเกิดความขม เป็นพิษกับมนุษย์และสัตว์ โดยมีผลต่อระบบประสาท ขัดขวางการทำงานของเมมเบรน ส่วนโซลานีน (solanine) จะทำให้เกิดอาการปวดหัว คลื่นไส้ เมื่อยล้า อาเจียน ปวดท้อง และท้องเสีย ทั้งนี้สัตว์จะได้รับพิษเมื่อกินมันฝรั่ง 3–10 กรัม ซึ่งมีปริมาณไกลโคอัลคาลอยด์ ปริมาณ 100 กรัม (Cantwell, 1996; Grunenfelder *et al*., 2006)

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. การปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 252 หน้า.

สำนักการค้าสินค้า. 2565. สินค้ามันฝรั่ง. สำนักการค้าสินค้า กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 14 หน้า. แหล่งข้อมูล : https://www.dtn.go.th/th/file/get/file/1.20220901939741737f796ece53ba1517776ff8bf141103.pdf [สืบค้น 30 กุมภาพันธ์ 2566].

อรทัย วงค์เมธา. 2557. เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัด เกษตรอำเภอ และนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับตำบล ในจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ตาก และลำพูน 9 เมษายน 2557 ณ โรงแรมฮอลิเดย์ การ์เด้น อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. 31 หน้า.

Cantwell, M. 1996. A Review of important facts about potato glycoalkaloids. *Perishables Handling Newsletter* 87 : 26–27.

Grunenfelder, L. A., L. O. Knowles, L. K. Hiller and N. R. Knowles. 2006. Glycoalkaloid development during greening of fresh market potatoes *Solanum tuberosum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(16) : 5847–5854.

United States Department of Agriculture. 2019 a. Potatoes, flesh and skin, raw. Available : https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170026/nutrients [accessed on June 30, 2022].

United States Department of Agriculture. 2019 b. Potatoes, boiled, cooked in skin, skin, without salt. Available : https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/ 170439/nutrients [accessed on June 30, 2022].

United States Department of Agriculture. 2019 c. Snacks, potato chips, plain, unsalted. Available : https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170649/ nutrients [accessed on June 30, 2022].

บทที่ 4
สภาพแวดล้อมและช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

4.1 องค์ประกอบทางกายภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

4.4.1 ดิน สภาพของดินควรเป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดี เช่น ดินร่วน หรือร่วนปนทราย ระดับความเป็นกรด–ด่างของดิน (soil pH) อยู่ระหว่าง 5.5–6.5 มันฝรั่งไม่เหมาะที่จะปลูกในดินเหนียว หรือดินแข็งที่จับตัวเป็นก้อน เนื่องจากการถ่ายเทอากาศในดินไม่ดี ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสร้างหัวและการเจริญเติบโตของหัว หัวมันฝรั่งที่ได้รับแสงจากรอยแยกของดินจะทำให้ผิวของหัวมันฝรั่งเปลี่ยนเป็นสีเขียว ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของโรงงานและตลาด ไม่ควรปลูกมันฝรั่งในพื้นที่ที่เคยปลูกพริก ยาสูบ มะเขือเทศ หรือพืชในวงศ์มะเขือมาก่อน เนื่องจากในดินอาจมีการสะสมของเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุของโรครากเน่าโคนเน่า โรคใบไหม้ โรคไวรัส ในมันฝรั่งได้ นอกจากนี้การปลูกมันฝรั่งในดินที่มีธาตุแคลเซียมสูง จะมีความเป็นกรด–ด่างของดินสูง ทำให้อาจเกิดโรคขี้กลาก (scab) ได้ในดินที่เป็นกรด ควรปรับปรุงดินด้วยการเติมปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก 1–3 ตันต่อไร่ หรือไถกลบด้วยปุ๋ยพืชสด ส่วนดินที่เป็นด่างควรปรับปรุงดินโดยเติมปูนขาวเพื่อปรับ pH และใส่ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก 1–2 ตันต่อไร่

4.4.2 อุณหภูมิ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งต้องอาศัยอุณหภูมิที่เย็นตลอดระยะเวลาการปลูก โดยอุณหภูมิช่วงกลางวันควรอยู่ระหว่าง 24–26 องศาเซลเซียส และกลางคืน 14–18 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิเหมาะที่สุดที่ลำต้นใต้ดินจะพัฒนาเป็นหัวมันฝรั่ง (tuberization) อย่างไรก็ตามอุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืนไม่ควรแตกต่างกันมากกว่า 10 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงเก็บเกี่ยวต้องต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ 65–70% ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส จะทำให้การพัฒนาของหัวลดลง เนื่องจากคาร์โบไฮเดรต และน้ำตาลที่พืชสร้างจะถูกดึงนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ

4.4.3 ช่วงแสง มันฝรั่งเป็นพืชที่ต้องการช่วงแสงตอนกลางวันยาวนานมากกว่า 12 ชั่วโมงต่อวัน เป็นอย่างน้อย เนื่องจากพืชต้องใช้ในการสังเคราะห์แสง

เพื่อสร้างแป้งแล้วเก็บไว้ในหัว มันฝรั่งที่มีแป้งมากจะทำให้มีผลผลิตมาก น้ำหนักสูง และเป็นที่ต้องการของโรงงาน การปลูกมันฝรั่งในช่วงฤดูหนาวที่มีช่วงแสงของเวลากลางวันสั้น และกลางคืนยาว จะทำให้มันฝรั่งลงหัวเร็ว ไหลสั้น ทรงพุ่มเล็ก และอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ส่วนฤดูฝน หรือฤดูร้อนที่มีช่วงกลางวันยาว และกลางคืนสั้น จะทำให้มันฝรั่งลงหัวช้า ไหลจะยาวมากขึ้น มีการเจริญทางลำต้นมาก และอายุการเก็บเกี่ยวจะยาว อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย

4.4.4 แหล่งน้ำ มันฝรั่งเป็นพืชที่ต้องการน้ำประมาณ 6–8 มิลลิลิตรต่อวัน และต้องการน้ำตลอดระยะการเจริญเติบโตไม่ต่ำกว่า 900 มิลลิลิตรต่อต้นต่อฤดูกาลปลูก

4.4.5 การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) และการพักดิน มันฝรั่งเป็นพืชที่มีความอ่อนแอต่อโรค โดยเฉพาะโรคแมลงที่รุนแรงและสำคัญ ได้แก่ โรคใบไหม้ โรคเหี่ยว โรคไส้เดือนฝอย หนอน และเพลี้ยไฟ ดังนั้นการผลิตหัวพันธุ์ขยาย (G1) และหัวพันธุ์รับรอง (G2–G3) ในพื้นที่เปิดของเกษตรกร/บริษัท จึงควรผลิตหัวพันธุ์ในฤดูหลักเพียงฤดูเดียว คือ หน้าหนาว (ฤดูแล้ง) หลังจากการปลูกข้าว และให้ปลูกพืชชนิดอื่นหมุนเวียน เพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคและแมลงบางชนิด (สนอง, 2552; อรทัย, 2557)

4.2 ระยะการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง (potato growth stages)

การเจริญเติบโตของมันฝรั่งตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว แบ่งเป็น 5 ระยะ (ภาพที่ 4.1) ดังนี้

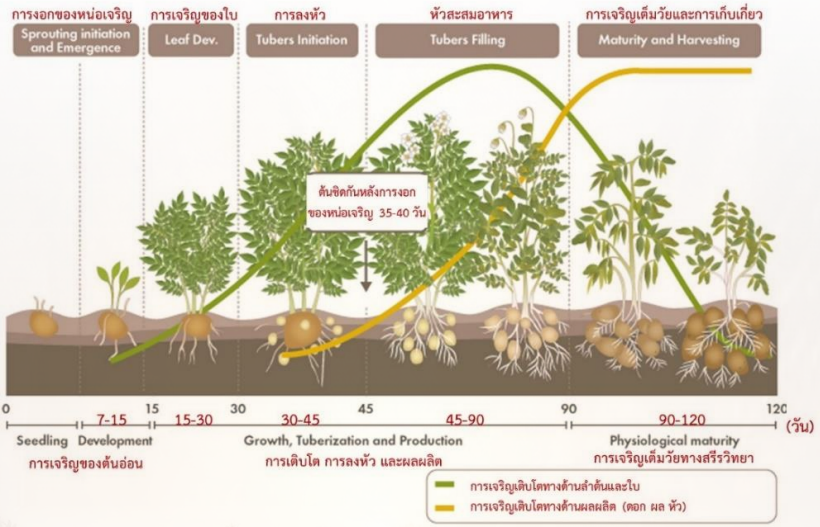
ระยะที่ 1 การงอกของหน่อเจริญ (sprout initiation and emergence) หลังจากหัวพันธุ์ (seed tuber) ผ่านช่วงเวลาพักตัว (break dormancy) จะมีตางอกยาว 0.5–1 เซนติเมตร จึงนำไปปลูก หลังปลูก 7–15 วัน จะมีลำต้นและใบโผล่เหนือดิน

ระยะที่ 2 การเจริญของใบ (leaf development) เป็นระยะการเติบโตและพัฒนาการทางด้านลำต้นและใบ (vegetative growth stage) หลังปลูก 15–30 วัน ระยะนี้จะมีการเจริญของราก ลำต้น ใบ และยอด หัวพันธุ์มีความสำคัญน้อยลงเนื่องจากต้นใหม่สามารถตั้งตัวได้ และมีระบบรากที่แข็งแรงสำหรับการเจริญเติบโตต่อไป

ระยะที่ 3 การลงหัว (tuber initiation) เป็นระยะที่พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการด้านส่วนขยายพันธุ์ (reproductive growth stage) ได้แก่ ดอก ผล และการเจริญของหัว (tuber development) หลังปลูก 30–45 วัน มีการชักนำให้เกิดไหล (stolon) ส่วนปลายของไหลโค้งงอ (hook) เริ่มพองบวม และเติบโตเป็นหัวในระยะนี้

ระยะที่ 4 หัวสะสมอาหาร (tuber filling) เป็นระยะที่ต้นมันฝรั่งจะมีการเจริญเติบโตเต็มที่ หลังปลูก 45–90 วัน จะมีการชักนำให้เกิดดอก เมื่ออายุ 45–50 วัน (ส่วนมากจะออกดอกในฤดูฝน เดือนสิงหาคม–กันยายน) หลังจากติดดอก 10–14 วัน จะติดผลเท่าหัวไม้ขีด ส่วนไหลและหัวมีการเติบโตเต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยว

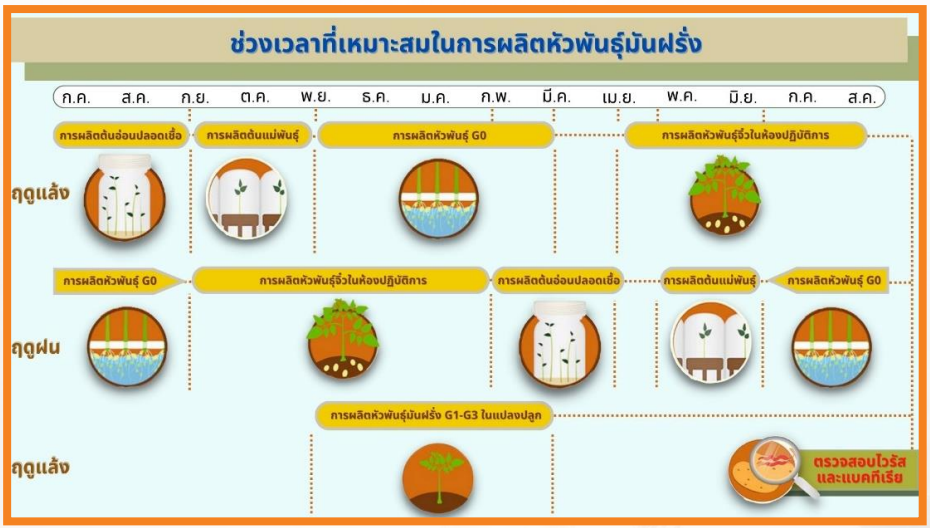
ระยะที่ 5 การเจริญเต็มวัย และการเก็บเกี่ยว (maturity and harvesting) หลังปลูก 90–120 วัน ใบและต้นมันฝรั่งเริ่มแห้ง และเอนล้มไปกับพื้นดิน หัวพันธุ์มีการเจริญเต็มวัยพร้อมเก็บเกี่ยว เพื่อนำไปใช้เป็นหัวพันธุ์ปลูกในฤดูกาลถัดไป (เฉลิมชัย, 2555; อรทัย, 2557)



ภาพที่ 4.1 การเจริญเติบโตของมันฝรั่งตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว (SQM, 2019)

4.3 ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค

การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรคในช่วงฤดูแล้ง จะดำเนินการผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม และนำต้นอ่อนที่ได้ไปผลิตเป็นต้นแม่พันธุ์และขยายต้นปักชำในเดือนตุลาคม นำต้นแม่พันธุ์ไปปักชำในระบบแอโรโปนิค และระบบมีเดียปลูกในโรงเรือนกันแมลงเพื่อผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) ในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม เก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม จากนั้นนำหัวพันธุ์หลักที่ได้ไปปลูกในฤดูกาลหรือปีถัดไป เพื่อผลิตเป็นหัวพันธุ์ขยาย ในช่วงฤดูแล้งเดือน พฤศจิกายนถึงธันวาคม และเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ส่วนในช่วงฤดูฝน ดำเนินการผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ ผลิตต้นแม่พันธุ์และต้นปักชำเดือนพฤษภาคม ผลิตหัวพันธุ์หลักในช่วงกลางเดือนมิถุนายน เก็บเกี่ยวเดือนกรกฎาคม ซึ่งจะดำเนินการบนพื้นที่สูง และผลิตหัวพันธุ์ขยายในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม เก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557; อรทัย, 2557) (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค

หมายเหตุ : ขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในห้องปฏิบัติการ
2) การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtuber production) ในห้องปฏิบัติการ
3) การผลิตต้นแม่พันธุ์ (mother plants production) ในโรงเรือนกันแมลง
4) การขยายต้นปักชำ (production of stem cuttings) ในโรงเรือนกันแมลง
5) การผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) ในโรงเรือนกันแมลง
6) การผลิตหัวพันธุ์ขยาย (G1) ในแปลงผลิตหัวพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร/เกษตรกร/บริษัท
7) การผลิตหัวพันธุ์รับรอง (ตั้งแต่ G2 เป็นต้นไป) ในแปลงผลิตหัวพันธุ์ของเกษตรกร/บริษัท

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมชัย กันทะรี. 2555. การเคลื่อนที่ของปุ๋ยไนโตรเจนในแปลงปลูกมันฝรั่งสายพันธุ์แอตแลนติก ในเขต อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 99 หน้า.

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

สนอง จรินทร. 2552. การผลิตมันฝรั่ง และแนวทางการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในประเทศไทย 2552. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร. 58 หน้า.อรทัย วงค์เมธา. 2557. เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง. เอกสารประกอบการฝึกอบรม นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัด เกษตรอำเภอ และนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับตำบล ในจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ตาก และลำพูน 9 เมษายน 2557 ณ โรงแรมฮอลิเดย์ การ์เด้น อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. 31 หน้า.

SQM. 2019. Potato. Available : http: / / sqmspn. com/ en– us/ productos/ nutricionvegetalde especialidad/ cultivos/ papa.aspx#tabs–4 [accessed on July 2, 2019].

บทที่ 5
ขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค

ขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ได้คุณภาพ และปลอดโรค ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (ภาพที่ 5.1) ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อ (pathogen–free plantlets production) โดยการตัดเนื้อเยื่อเจริญ (meristem dome) ในอาหารแข็ง และในอาหารเหลวด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว (temporary immersion bioreactor; TIB) เพื่อเพิ่มจำนวนต้นอ่อนปลอดเชื้อในห้องปฏิบัติการให้ได้ปริมาณมากในเวลาที่รวดเร็ว และการผลิตหัวพันธุ์ขนาดเล็ก (microtuber seed) ในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

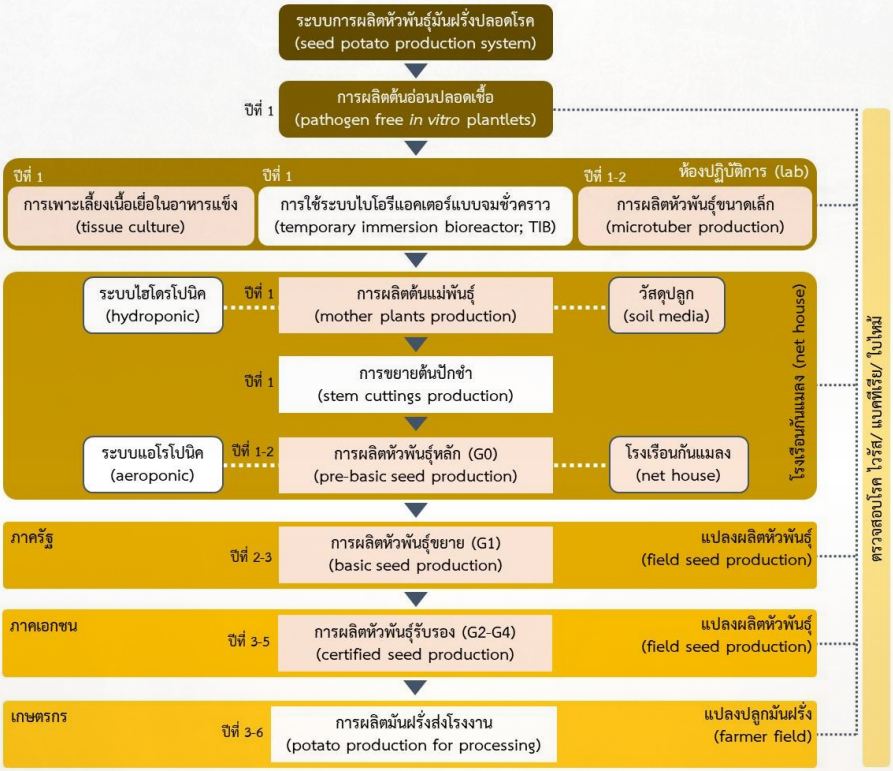
ขั้นตอนที่ 2 การผลิตต้นแม่พันธุ์ (mother plants production) ในดินปลูก (soil media) และในระบบไฮโดรโปนิค (hydroponic system) ในโรงเรือนกันแมลง (net house) เพื่อเพิ่มปริมาณยอดที่ใช้ปักชำ (stem cutting) ให้ได้ปริมาณมาก และปลอดโรค ซึ่งเป็นเทคนิคการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว (rapid multiplication technique) (อรทัย, 2560)

ขั้นตอนที่ 3 การผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) ด้วยระบบแอโรโปนิค (aeroponic) และในดินปลูก (soil media) ในโรงเรือนกันแมลง (ดัดแปลงจาก Otazu, 2010; Kim, 2014; สนอง และคณะ, 2557) เพื่อผลิตหัวพันธุ์ให้ได้ปริมาณมาก มีคุณภาพ ปลอดโรค และเป็นการลดต้นทุนการผลิต

ขั้นตอนที่ 4 การผลิตหัวพันธุ์ขยาย (G1) ในแปลงปลูกเพื่อให้ได้หัวพันธุ์ที่มีคุณภาพ ปลอดโรค และราคาถูก จำหน่ายให้กับสหกรณ์/เกษตรกรที่สนใจหรือบริษัทเอกชนนำไปผลิตเป็นหัวพันธุ์รับรอง รุ่น G2 หรือเป็นผลผลิตส่งป้อนโรงงานแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ

ขั้นตอนที่ 5 การผลิตหัวพันธุ์รับรอง (G2-G4) เกษตรกรหรือบริษัทเอกชน จะดำเนินการผลิตเป็นหัวพันธุ์รับรอง รุ่น G2–G4 เพื่อจำหน่ายให้เกษตรกรในพันธสัญญานำไปผลิตเป็นวัตถุดิบส่งโรงงานแปรรูป ซึ่งขั้นตอนการผลิตจะเหมือนกับการผลิตหัวพันธุ์ขยาย

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบโรคไวรัส และแบคทีเรีย ในทุกขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง (อรทัย, 2560)



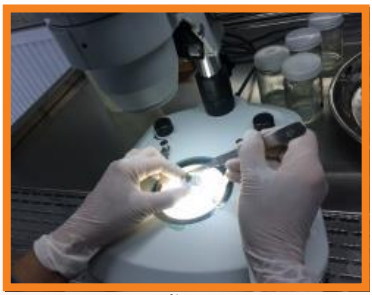
ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค

5.1 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อ (pathogen–free plantlets production)

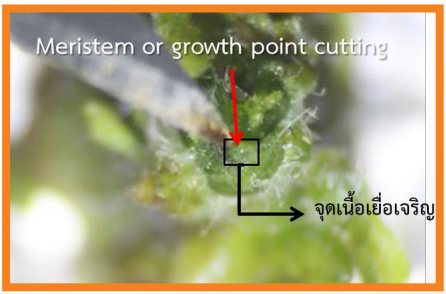
5.1.1 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (pathogen–free *in vitro* plantlets)

5.1.1.1 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากเนื้อเยื่อเจริญ (meristem cutting) ดำเนินการในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากเนื้อเยื่อเจริญ ด้วยการใช้หัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรคที่มีการงอกของตาขนาด

ประมาณ 1 เซนติเมตร ตัดส่วนของตาที่งอกออกจากหัวพันธุ์ จากนั้นตัดชั้นของใบพืชที่เจริญอยู่บริเวณรอบจุดเจริญออกทีละชั้น ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ หรือสเตอริโอไมโครสโคป (stereo microscope) ที่กำลังขยาย 4× ใช้ใบมีดตัดจุดเนื้อเยื่อเจริญ วางบนอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (MS) ที่อุณหภูมิ 23–25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 74% จากนั้น 6–8 เดือน จึงทำการเพิ่มปริมาณต้นอ่อนในอาหารแข็งสูตร MS โดยใช้วิธีการตัดต้น 1 ข้อ (single–node cuttings) และให้แสงสว่างมากกว่า 1,200 ลักซ์ ไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อได้ต้นอ่อนปริมาณมากพอจึงนำไปตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียและไวรัส ถ้าผ่านการตรวจโรคจึงทำการเพิ่มปริมาณต้นอ่อนปลอดเชื้อ โดยย้ายเนื้อเยื่อจากอาหารเก่าสู่อาหารใหม่ (subculture) ทุก 2–3 สัปดาห์ (ภาพที่ 5.2)



(ก) ตัดเนื้อเยื่อเจริญ



(ข) ตัดจุดเนื้อเยื่อเจริญย้ายลงอาหารแข็ง MS

(ค) ต้นอ่อนเจริญเติบโต
หลังเปลี่ยนอาหาร 2 เดือน

(ง) ต้นอ่อนเจริญเติบโต
หลังเปลี่ยนอาหาร 6–8 เดือน

ภาพที่ 5.2 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากเนื้อเยื่อเจริญในอาหารแข็ง

5.1.1.2 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อบนอาหารแข็ง (pathogen–free *in vitro* plantlets)

การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่ง ใช้สูตร MS ปริมาณ 1 ลิตร ประกอบด้วยขั้นตอน (ภาพที่ 5.6) ดังต่อไปนี้

1) จัดแบ่งกลุ่มและเตรียมสารละลายเข้มข้น (stock solution) สูตร MS (ตารางที่ 5.1 ภาพที่ 5.3 ก และ ข)

2) ดูดสารละลายจากสต๊อกในแต่ละกลุ่มมารวมกัน โดยสารละลายกลุ่มที่ 1 และ 2 อย่างละ 20 มิลลิลิตร สารละลายกลุ่มที่ 3–7 อย่างละ 10 มิลลิลิตร แล้วชั่งสารกลุ่มที่ 8 ปริมาณ 0.1 กรัม และเติมลงไปภายหลังการผสมสารกลุ่มที่ 1–7

3) เติมน้ำตาล 40 กรัม ซึ่งน้ำตาลจะเป็นแหล่งคาร์บอน ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร โดยการเติมน้ำกลั่นลงไป

4) ปรับความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของสารละลาย ให้ได้ 5.5–5.8

5) เติมวุ้น 8–9 กรัม (อาหารที่ใช้กับระบบไบโอรีแอคเตอร์จะไม่เติมวุ้น)

6) เคี่ยวอาหารเพื่อหลอมวุ้นโดยใช้เตาแก๊ส จากนั้นเทอาหารลงในขวดที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อ ขนาด 4 ออนซ์ ประมาณ 12 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่น

7) นำขวดที่เทอาหารแล้วเข้าหม้อนึ่งความดันที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20 นาที อาหารที่นึ่งแล้วควรปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น จึงจะนำไปใช้สำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ ภาพที่ 5.3 ค และ ง)

ตารางที่ 5.1 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมสารละลายเข้มข้นของอาหารแข็งสูตร MS ต่อปริมาณ 1 ลิตร (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557; ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่, 2562)

สารละลาย	สารเคมี	ปริมาณ (ก./ลิตร)	เข้มข้น (เท่า)	ปริมาณ (มล./ลิตร)
1	**ธาตุอาหารหลัก (MS-macronutrient)**			
	แอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3)	82.5	50	20
	โพแทสเซียมไนเตรต) (KNO_3)	95	50	
	แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2.2H_2O$)	22	50	
	แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)	18.5	50	

สารละลาย	สารเคมี	ปริมาณ (ก./ลิตร)	เข้มข้น (เท่า)	ปริมาณ (มล./ลิตร)
	KH_2PO_4 (โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต)	8.5	50	
2	**ธาตุอาหารรอง A (MS-micronutrients)**			
	กรดบอริก (H_3BO_3)	0.62	100	10
	แมงกานีสซัลเฟต (MnSO4.4H2O)	2.23	100	
	ซิงค์ซัลเฟต (ZnSO4.7H2O)	0.86	100	
	โพแทสเซียมไอโอไดด์ KI (KI)	0.083	100	
	โซเดียมโมลิบเดต ($Na_2MoO_4.2H_2O$)	0.025	100	
3	**ธาตุอาหารรอง B (MS-micronutrients)**			
	คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO4.5H2O)	0.0025	100	10
	โคบอลท์คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$)	0.0025	100	
4	**สารละลายเหล็ก (Iron chelate solution)**			
	ไดโซเดียม อีดีทีเอ (Na_2EDTA)	3.725	100	10
	เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$) หรือ โซเดียมเหล็ก อีดีทีเอ (NaFe EDTA)	2.758 5	100	
5	**วิตามิน (MS-vitamins)**			
	ไกลซีน (Glycine)	0.2	100	10
	กรดนิโคตินิก (Nicotinic acid)	0.05	100	
	ไพริดอกซีน-ไฮโดรคลอไรด์ (Pyridoxine–HCL)	0.05	100	
	ไทอะมีน ไฮโดรคลอไรด์ (Thiamine–HCL)	0.01	100	
6	ไมโอ-อิโนซิทอล (Myo–inositol)	0.1	1	–
7	น้ำตาล	40	1	–
8	วุ้น	8–9	1	–
9	pH (ความเป็นกรด-ด่าง)		5.5 – 5.8	

หมายเหตุ: สูตรอาหาร MS ในอาหารเหลว ที่ใช้กับระบบไบโอรีแอคเตอร์ (bioreactor) จะไม่เติมวุ้น

(ก) จัดแบ่งกลุ่มและชั่งสารละลาย

(ข) เตรียมและเทอาหารในขวด

(ค) นึ่งอาหารในหม้อนึ่งความดัน

(ง) ขวดอาหารพร้อมเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ภาพที่ 5.3 การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่ง

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่งโดยการตัดต้น 1 ข้อ มีขั้นตอนการดำเนินงาน (ภาพที่ 5.4 และ 5.6) ดังนี้

1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จำเป็นในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่ง ประกอบด้วย อาหารวุ้น กรรไกรตัดเนื้อเยื่อ ปากคีบ (forceps) แอลกอฮอล์ ตะเกียงแก๊ส จานเพาะเชื้อ (petri dish) และตู้ย้ายเนื้อเยื่อ ในการย้ายเนื้อเยื่อจากขวดอาหารเก่าสู่ขวดอาหารใหม่จะทำภายใต้ตู้ย้ายเนื้อเยื่อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (aseptic techniques)

2) ใช้กรรไกรตัดเนื้อเยื่อที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ตัดต้นมันฝรั่งโดยให้เหลือตอ 1–2 ข้อ (ภาพที่ 5.4 ข) ใช้กรรไกรเขี่ยต้นมันฝรั่งที่ตัดออกมาวางไว้บนจานเพาะเชื้อ ซึ่งภายในบรรจุกระดาษหลายชั้น จากนั้นปิดปากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3) ใช้ปากคีบจับต้นมันฝรั่งแล้วใช้กรรไกรตัดต้นมันฝรั่งภายในจานเพาะเชื้อ โดยตัด 1 ข้อ มีใบติดมากับชิ้นส่วนเนื้อเยื่อ หรือไม่มีใบติดมาก็ได้ (ภาพที่ 5.4 ค) เมื่อตัดเสร็จปิดฝาจานเพาะเชื้อ นำกรรไกรจุ่มแอลกอฮอล์เผาไฟทิ้งไว้ให้เย็น

4) นำข้อมันฝรั่งแต่ละข้อมาชำไว้ในขวดขนาด 4 ออนซ์ ที่บรรจุอาหารวุ้น 15 มิลลิลิตร จำนวน 5–6 ข้อต่อ 1 ขวด (ภาพที่ 5.4 ง และภาพที่ 5.6) ปิดปากขวดให้แน่น แล้วใช้ปากคีบคีบกระดาษรองชิ้นส่วนเนื้อเยื่อทิ้ง นำปากคีบจุ่มในแอลกอฮอล์ และเผาไฟปล่อยไว้ให้เย็น

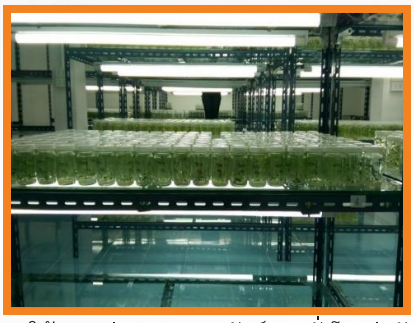
5) ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่งที่ทำเสร็จแล้ว ให้ปิดด้วยพลาสติกถนอมอาหารบริเวณขอบฝาขวด เพื่อกันมด หรือแมลงเข้าไปภายในขวด นำขวดดังกล่าววางไว้บนชั้นวางขวดที่มีแสงไฟให้ความสว่างมากกว่า 1,200 ลักซ์ 16 ชั่วโมงต่อวัน (ภาพที่ 5.4 จ) วางขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนชั้นวางในห้องควบคุมอุณหภูมิ 22–25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 74%

6) มันฝรั่งที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเมื่อมีอายุ 3–4 สัปดาห์ จะสามารถขยายพันธุ์ได้โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (subculture) ต่อไป หรือนำลงแปลงผลิตต้นแม่พันธุ์ หรือนำไปขยายพันธุ์โดยใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์ (bioreactor) ส่วนต้นตอเดิมสามารถทำการย้ายเนื้อเยื่อ ได้อีก 2–3 ครั้ง หรือนำไปปลูกในแปลงผลิตต้นแม่พันธุ์ได้

7) ก่อนปลูกในแปลงผลิตต้นแม่พันธุ์ ต้องตรวจสอบโรคไวรัส และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย โดยวิธีแอนติเซรัม (antiserum) ด้วยชุดทดสอบไวรัสและแบคทีเรีย (GLIFT kit–virus and bacteria)

(ก) ตัดต้นอ่อนเป็นข้อ ๆ

(ข) นำต้นอ่อนแต่ละข้อมาปักชำในขวด 5–6 ข้อต่อขวด



(ค) ให้แสงสว่าง >1,200 ลักซ์ 16 ชั่วโมงต่อวัน

(ง) ต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อายุ 3 สัปดาห์

ภาพที่ 5.4 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็ง

5.1.1.3 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว (mother plants production by using temporary immersion bioreactor; TIB) มีขั้นตอนการดำเนินงาน (ภาพที่ 5.5 และ 5.6) ดังนี้

1) เตรียมขวด ขนาด 24 ออนซ์ พร้อมฝา และต่อเชื่อมอุปกรณ์แยกไว้เป็นชุด บรรจุลงในถุงพลาสติกร้อน

2) เตรียมอาหารเหลวสูตรเอ็มเอส (MS) ที่ไม่มีการเติมวุ้น บรรจุลงในขวดขนาด 24 ออนซ์ ประมาณ 300 มิลลิลิตร และปิดฝาให้แน่น

3) นำขวด อุปกรณ์ และขวดอาหาร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ นานประมาณ 20 นาที นำออกมาใส่ตะกร้า และปล่อยไว้ให้เย็น

4) นำขวด และอุปกรณ์ พร้อมขวดอาหาร และต้นมันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในขั้นตอนที่ 3) เข้าตู้เขี่ยเชื้อ เช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70%

5) ใช้กรรไกรตัดต้นมันฝรั่งเป็นข้อ ๆ โดยใช้คีมคีบวางลงบนจานเพาะเลี้ยงที่มีกระดาษรอง จากนั้นนำไปใส่ในขวดเปล่า ขวดละ 30–50 ข้อ

6) ปิดฝาขวดด้วยชุดอุปกรณ์ ซึ่งเชื่อมต่อกับขวดอาหาร พันด้วยฟิล์มถนอมอาหาร เขียนรายละเอียด ชื่อ วัน เดือน ปี ไว้บนฝาขวด

7) นำขวดไปวางบนเครื่องไบโอรีแอคเตอร์ที่ต่อเข้ากับชุดทำงานของเครื่องในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

8) จากนั้นตั้งเวลาให้อาหาร วันละ 2 ครั้ง เช้า และเย็น ครั้งละ 2 นาที ที่อุณหภูมิ 23–25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 74% และให้แสงสว่างมากกว่า 1,200 ลักซ์ นาน 16 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อพืชอายุ 3–4 สัปดาห์ พืชจะเจริญเติบโตเต็มที่ สามารถนำไปขยายต้นอ่อนในอาหารแข็ง หรือนำออกปลูกได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนสูตรอาหาร และทำการย้ายปลูกได้ทันทีในวัสดุปลูก โดยต้องตรวจสอบโรคไวรัส และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรียก่อนปลูก

9) ย้ายต้นอ่อนปลูกลงในวัสดุปลูก ประกอบด้วย เพอร์ไลท์ (perlite) ผสมเวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) อัตรา 1:1 โดยปริมาตร ระยะปลูก 1x1 เซนติเมตร จากนั้น 2 สัปดาห์ จึงย้ายต้นอ่อนลงปลูกลงในโรงแม่พันธุ์ได้

(ก) การตัดข้อต้นอ่อนมันฝรั่งใส่ในขวด

(ข) นำขวดที่บรรจุข้อมันฝรั่งเชื่อมกับระบบ

(ค) ต้นอ่อนภายหลังย้ายเนื้อเยื่อ 3 สัปดาห์

(ง) ย้ายปลูกลงวัสดุปลูกเพอร์ไลท์ ผสมเวอร์มิคูไลท์ ระยะปลูก 1x1 เซนติเมตร

(จ) ตัดชำปลูกในมีเดียปลูก เมื่ออายุ 4 สัปดาห์ ระยะปลูก 2x2 เซนติเมตร

(ฉ) ย้ายปลูกในแปลงแม่พันธุ์เมื่ออายุหลังตัดชำ 2 สัปดาห์

ภาพที่ 5.5 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อด้วยวิธีการใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว

ภาพที่ 5.6 ขั้นตอนการผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็ง และในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว

5.1.2 การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtuber)

ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กจากการเลี้ยงต้นอ่อนปลอดเชื้อในอาหารแข็งสูตรเอ็มเอส ภายใต้ห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 23–25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 74% จากต้นอ่อน หรือต้นสต็อก (stock) ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหลังเปลี่ยนถ่ายอาหาร (subculture) 3–4 ครั้ง จนเพียงพอแล้ว เลี้ยงให้ต้นสมบูรณ์ 1-2 เดือน และนำไปเก็บในที่มืดเป็นเวลา 1–2 เดือน หรือคลุมด้วยผ้าสีดำ 6 สัปดาห์ เพื่อชักนำให้เกิดหัวพันธุ์ขนาดเล็ก แล้วจึงนำ

ออกมาวางไว้บนชั้นโดยให้ได้รับแสงตามปกติ ภายหลังเปลี่ยนถ่ายอาหาร ได้ 5-6 เดือน เมื่อต้นเหี่ยวเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์ขนาดเล็ก นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4–5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90–95% นาน 6–8 เดือน สำหรับนำไปผลิตเป็นหัวพันธุ์หลัก (G0) ต่อไป (ภาพที่ 5.7)

(ก) ต้นอ่อนมันฝรั่งหลังตัดชำ 2 เดือน

(ข) นำไปไว้ในห้องมืด หรือคลุมด้วยผ้าสีดำ

(ค) ต้นอ่อนเกิดหัวขนาดจิ๋ว

(ง) หัวจิ๋วพร้อมเก็บเกี่ยว หลังตัดชำ 5–6 เดือน

(จ) หัวจิ๋วมันฝรั่งพันธุ์เชียงใหม่ 2

(ฉ) หัวจิ๋วมันฝรั่งพันธุ์สปุนต้า

ภาพที่ 5.7 การผลิตหัวพันธุ์ขนาดเล็กในอาหารแข็ง

5.2 การผลิตต้นแม่พันธุ์ (mother plants production)

5.2.1 การผลิตต้นแม่พันธุ์ในดินปลูก (mother plants production in soil media) มีขั้นตอนการดำเนินงาน (ภาพที่ 5.8) ดังนี้

1) เตรียมกระบะปลูกต้นแม่พันธุ์ภายในโรงเรือนกันแมลงซึ่งมุงด้วยตาข่ายขนาด 32 ช่องต่อตารางนิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดิน : ทราย : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : แกลบดิบ อัตรา ½ : 1 : 1 : 1 : 1 ตามลำดับ อบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2) ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยเคมี 15–15–15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยคอก (มูลไก่) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ อัตรา 256–320 กิโลกรัมต่อไร่ ในกระบะปลูก (ถ้าปุ๋ยคอกยังไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ให้อบฆ่าเชื้อพร้อมกับวัสดุปลูก)
3) หว่านเชื้อไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) ในกระบะปลูกต้นแม่พันธุ์
4) นำต้นอ่อนปลอดเชื้อจากห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ย้ายลงปลูกในกระบะ โดยนำต้นอ่อนปลอดเชื้อที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกจากขวด ล้างวุ้นออกให้หมด และนำไปปลูกในกระบะแม่พันธุ์ G0 ใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร
5) ให้น้ำเปล่าหลังปลูก 2 สัปดาห์แรก จากนั้นจึงเริ่มให้สารละลายปุ๋ย (ตารางที่ 5.2)
6) ภายหลังจากปลูกต้นแม่พันธุ์ได้ 1–2 สัปดาห์ พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืชตามความจำเป็น
7) ควรมีการเพิ่มแสงสว่างในโรงเรือนประมาณ 3 ชั่วโมงต่อวัน (เปิดไฟเวลาประมาณ 19.00–20.00 น.)
8) ภายหลังจากปลูก 30 วัน สุ่มตัวอย่างใบจากต้นแม่พันธุ์นำไปตรวจสอบโรคไวรัส และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย เพื่อให้มั่นใจว่าต้นพันธุ์ปลอดโรค หลังจากนั้นทำการสุ่มตรวจเป็นระยะ
9) เมื่อต้นตอมันฝรั่งมีอายุได้ 40–45 วัน หรือเมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตมีใบ 5–6 ใบ ตัดยอดให้มีใบติดอยู่ 2–3 ใบ นำไปปักชำขยายพันธุ์ต่อเป็นต้นแม่พันธุ์ในระบบแอโรโปนิค หรือในวัสดุปลูก โดยสามารถตัดชำยอดต้นแม่พันธุ์ได้ทุก 10–15 วัน โดยสามารถตัดชำต้นแม่พันธุ์จนกว่าจะแก่ หรือแตก

ยอดช้าลง (มันฝรั่งเริ่มแก่หลังย้ายปลูก 5 เดือน) ซึ่งเป็นเทคนิคการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว (rapid multiplication technique)

10) เก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ได้จากต้นสต็อกแม่พันธุ์ที่ตัดชำ เมื่อต้นเหี่ยวและแห้งเอนราบไปกับแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4–5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90–95% นาน 6–8 เดือน เพื่อใช้ปลูกในฤดูกาลถัดไป

ตารางที่ 5.2 สูตรปุ๋ย และปริมาณที่ใช้ในการผลิตต้นแม่พันธุ์ และหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในโรงเรือนกันแมลง

สูตรปุ๋ย	กก./ไร่	ปริมาณปุ๋ย (กก./น้ำ 1,000 ลิตร)			หมายเหตุ
		N	P_2O_5	K_2O	
15–15–15	100	15	15	15	ระยะรองพื้นก่อนปลูก
น้ำเปล่า	–	–	–	–	อายุหลังปลูก 1–14 วัน
21–21–21 + TE	10	2.1	2.1	2.1	อายุหลังปลูก 15–30 วัน (เร่งการเจริญทางลำต้นให้สมบูรณ์)
20–10–30 + TE	10	2	1	3	อายุ 31–35 วัน (เร่งออกดอก)
20–10–30 + TE	20	4	2	6	อายุ 36–40 วัน (ออกดอก)
20–10–30 + 13-0-46	20	4	2	6	อายุ 41–50 วัน (ช่วงลงหัว)
20–10–30	30	6	3	9	อายุ 51–60 วัน (ขยายหัว)
20–10–30 + 13-0-46	30	6	3	9	อายุ 61-70 วัน (สัปดาห์ที่ 9)
20–10–30	30	6	3	9	อายุ 71-80 วัน (สัปดาห์ที่ 10) (หยุดให้ปุ๋ยก่อนเก็บเกี่ยว 7–14 วัน)

หมายเหตุ :

1. TE= Trace Element คือ จุลธาตุหรือธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และโบรอน (B)
2. อาจเติมธาตุอาหารรอง ได้แก่ แมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) และกำมะถัน (S)
3. ควรฉีดพ่นธาตุอาหารเสริม (TE) เมื่ออายุหลังปลูก 15 วัน ทุก 7 วัน จำนวน 2–3 ครั้ง
4. ควรใส่ปุ๋ยทางระบบน้ำหยดเสริม ในช่วงมันฝรั่งเริ่มลงหัว และขยายหัว (อายุ 41 วัน) ใช้ปุ๋ยเคมี 13-0-46 อัตรา 100–200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 2 ครั้ง

(ก) นำต้นอ่อนปลอดเชื้อปลูกในกระบะแม่พันธุ์ ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร

(ข) ต้นแม่พันธุ์อายุ 7 วัน

(ค) ต้นแม่พันธุ์อายุ 15 วัน

(ง) ต้นแม่พันธุ์อายุ 30 วัน

(ช) ต้นแม่พันธุ์อายุ 45 วัน สามารถปักชำได้

(ซ) หัวพันธุ์ที่ได้จากต้นสต็อกแม่พันธุ์

ภาพที่ 5.8 การผลิตต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือนกันแมลง

5.2.2 การผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโปนิค (mother plants production in hydroponic system) แบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) (ภาพที่ 5.9)

เป็นระบบการปลูกพืชที่พัฒนามาจากระบบ Deep Flow Technique (DFT) โดยให้น้ำผสมสารละลายธาตุอาหารพืชผ่านระบบรากพืชที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร โดยมีอากาศไหลเวียนผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่อง (ธรรมศักดิ์, 2552) ดังนี้

1) เตรียมอุปกรณ์ และระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิค ซึ่งประกอบด้วย กระบะปลูกขนาด กว้างxยาว 0.61x18 เมตร สูง 25 เซนติเมตร กล่องสูงจากพื้น 70-80 เซนติเมตร ปั๊มน้ำ และตัวควบคุมเวลาตั้งการไหลเวียนสารละลาย ปิดด้วยแผ่นโฟมที่เจาะรูปลูกระยะ 10x10 เซนติเมตร สำหรับปลูกต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งภายในโรงเรือนกันแมลง มุงด้วยมุ้งตาข่าย ขนาด 32 ช่องต่อตารางนิ้ว
2) นำต้นอ่อนปลอดเชื้อจากห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อย้ายลงปลูกในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ โดยนำต้นอ่อนปลอดเชื้อออกจากขวด ล้างวุ้นออกให้หมด
3) น้ำที่นำมาผสมสารละลายถ้ามาจากแหล่งน้ำธรรมชาติควรเติมน้ำยาฆ่าเชื้อหรือใช้เครื่องโอโซนในการฆ่าเชื้อ และกักน้ำไว้ 1–2 วัน ก่อนนำไปใช้
4) ในสัปดาห์แรกหลังปักชำให้พ่นน้ำเปล่า โดยใช้เวลาพ่นน้ำ 2 นาที หยุด 5 นาที หลังจากนั้นจึงให้ปุ๋ย A ปุ๋ย B และปุ๋ย C โดยให้น้ำ และสารละลายด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่งที่อยู่ใต้แผ่นโฟม ต่อเนื่องกันตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับช่วงการเจริญเติบโต โดยใช้สูตรช่วงการสร้างราก (ตารางที่ 5.3 และ 5.5)
5) เตรียมสารละลายปุ๋ย A ปุ๋ย B และปุ๋ย C ในถังน้ำ 200 ลิตร โดยใช้สูตรช่วงเริ่มปลูกถึง 1.5 เดือน ดังตารางที่ 5.4 (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)
6) ปรับค่า pH ของสารละลาย ให้เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5.5–6.5 ถ้าค่า pH เป็นกรดสูง ให้ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 5N ถ้าค่า pH เป็นด่าง ให้ใช้ไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 1N ปรับให้ pH อยู่ในค่าที่เหมาะสม

ส่วนค่า EC ของความเข้มข้นของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 0.2–1.22 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ช่วงสร้างราก) (ตารางที่ 5.5)

7) ควรมีการเพิ่มแสงสว่างในโรงเรือนประมาณ 3 ชั่วโมงต่อวัน (เปิดไฟเวลา 19.00–20.00 น.)

8) พ่นสารป้องกันกำจัดโรค และแมลงตามความจำเป็น (บทที่ 7 ตารางที่ 7.1) เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน ตรวจสอบโรคไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส (GLIFT kit–virus) และในระหว่างดูแลรักษาหากพบต้นผิดปกติจะต้องดำเนินการถอน และเผาทำลายทิ้ง หลังจากนั้นทำการสุ่มตรวจเป็นระยะ ๆ

9) เมื่อต้นตอมันฝรั่งมีอายุได้ 40–45 วัน หรือเมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตมีใบ 5–6 ใบ ตัดยอดให้มีใบติดอยู่ 2–3 ใบ นำไปปักชำขยายพันธุ์ต่อเป็นต้นแม่พันธุ์ในระบบแอโรโปนิคหรือในวัสดุปลูก โดยสามารถตัดชำยอดต้นแม่พันธุ์ได้ทุก 10–15 วัน ในต้นแม่พันธุ์แต่ละต้น ซึ่งจะทยอยตัดชำได้เรื่อย ๆ จนกว่าต้นแม่พันธุ์จะแก่ หรือแตกยอดช้าลง (มันฝรั่งเริ่มแก่หลังย้ายปลูก 5 เดือน) หรือตัดชำไม่เกิน 3 ครั้ง ซึ่งเป็นเทคนิคการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว (rapid multiplication technique)

(ก) กระบะปลูกใช้ระบบ DRFT

(ข) ต้นแม่พันธุ์อายุ 15 วัน หลังย้ายปลูก

(ค) ต้นแม่พันธุ์อายุ 45 วัน พร้อมตัดชำ

ภาพที่ 5.9 การผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโปนิคภายใต้โรงเรือนกันแมลง

5.3 การขยายต้นปักชำ (stem cuttings production)

หลังจากย้ายปลูกต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หรือต้นแม่พันธุ์ 14–21 วัน ตัดยอดให้มีใบติดอยู่ 3–4 ใบ ยาว 2–3 ข้อ แช่ด้วยสารละลายไคโตซาน 5% และไตรโครเดอร์มา อัตราส่วนอย่างละ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 15 นาที ปักชำลงในถาดใช้วัสดุปักชำ (ทราย : แกลบดำ อัตราส่วน 1 : 1) หรือกระบะปลูกต้นแม่พันธุ์ โดยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดิน : ทราย : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : แกลบดิบ อัตราส่วน ½ : 1 : 1 : 1 : 1 ตามลำดับ อบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ภายในโรงเรือนกันแมลงที่มุงด้วยมุ้งตาข่าย ขนาด 32 ช่องต่อตารางนิ้ว หลังจากปักชำ 2 สัปดาห์ จะได้ต้นปักชำที่สมบูรณ์นำไปตรวจสอบโรคไวรัส และแบคทีเรีย (GLIFT kit–virus and bacteria wilt) ก่อนปลูก เพื่อผลิตเป็นหัวพันธุ์หลัก (G0) ต่อไป (ภาพที่ 5.10)

(ก) ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง อายุ 14–21 วัน

(ข) ต้นกล้าพร้อมปักชำ

(ค) ปักชำลงถาดหลุมเพื่อเพิ่มจำนวน

(ง) ปักชำในกระบะปลูกต้นแม่พันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวน

(จ) แปลงแม่พันธุ์เมื่ออายุหลังปักชำ 45 วัน

(ฉ) ยอดมันฝรั่งพร้อมปักชำในระบบแอโรโปนิค

ภาพที่ 5.10 การผลิตต้นปักชำโดยการตัดชำ

5.4 การผลิตหัวพันธุ์หลัก (pre-basic seed production หรือ G0)

5.4.1 การผลิตหัวพันธุ์หลักในระบบแอโรโปนิค (aeroponic) (ภาพที่ 5.11)

เป็นการปลูกพืชโดยให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชในรูปของการพ่นเป็นหมอกหรือละอองฝอยไปยังรากพืชที่ถูกแขวนอยู่ในอากาศในที่มืด อาจมีการพ่นสารละลายธาตุอาหารพืช 3 นาที และหยุด 1–2 นาที โดยการตั้งเวลาเพื่อให้ภายในกระบะรากคงความชุ่มชื้น มีความชื้นสัมพัทธ์ 95–100% (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2555) โดยการผลิตหัวพันธุ์หลักในระบบแอโรโปนิคจะดำเนินการในโรงเรือนกันแมลงที่มุงด้วยมุ้งตาข่ายขนาด 32 ช่องต่อตารางนิ้ว มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1) เตรียมอุปกรณ์ และระบบการปลูกพืชแบบแอโรโปนิค ซึ่งประกอบด้วยกระบะปลูกขนาดกว้าง 61 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร หรือมากกว่า สูง 30 เซนติเมตร ความสูงจากพื้นถึงขอบกระบะบน 90 เซนติเมตร และมีความลาดชัน 15% วางกระบะเป็นคู่ มีระบบปั๊มน้ำ และหัวพ่นฝอยห่างกัน 40 เซนติเมตร ใช้ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย (1 หัวพ่นให้น้ำปริมาณ 7.5 ลิตรต่อชั่วโมง) และตัวควบคุมตั้งเวลาการพ่นสารละลาย ปิดด้วยแผ่นโฟมขนาด 60x120 เซนติเมตร ที่เจาะรูสำหรับปลูกต้นปักชำมันฝรั่งระยะ 10x10 เซนติเมตร

2) เตรียมต้นกล้ามันฝรั่ง โดยตัดชำต้นมันฝรั่งภายหลังปลูกต้นอ่อนปลอดเชื้อที่ได้จากโรงเรือนผลิตต้นแม่พันธุ์ 40–45 วัน นำยอดของ

ต้นแม่พันธุ์ที่มีใบติดอยู่ 3 ใบ ปักชำลงในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ โดยให้ข้ออยู่เหนือแผ่นโฟม 1–2 ข้อ ส่วนน้ำที่จะนำมาผสมสารละลายต้องเติมน้ำยาฆ่าเชื้อ 3–4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1,000 ลิตร และกักน้ำไว้ 1–2 วัน ก่อนน้ำไปใช้

3) ในสัปดาห์แรกหลังปักชำให้พ่นน้ำเปล่า โดยใช้เวลาพ่นน้ำ 2 นาที หยุด 3 นาที หลังจากนั้นจึงให้ปุ๋ย A ปุ๋ย B และ ปุ๋ย C โดยให้น้ำและสารละลายด้วยระบบพ่นหมอกแก่รากมันฝรั่งที่อยู่ใต้แผ่นโฟม ต่อเนื่องกันตลอดเวลาขึ้นอยู่กับช่วงการเจริญเติบโต ได้แก่ ช่วงสร้างราก สร้างไหล สร้างหัวช่วงแรก และเร่งหัว (ตารางที่ 5.3 และ 5.5)

4) เตรียมสารละลายปุ๋ย A ปุ๋ย B และปุ๋ย C ในถังน้ำ 200 ลิตร ตามแต่ละช่วงการเจริญเติบโต คือ ช่วงเริ่มปลูกถึง 1.5 เดือน (ตารางที่ 5.3) (ดัดแปลงจาก Kim, 2014) และ ช่วง 1.5 เดือนถึง 3 เดือน ซึ่งเป็นช่วงเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 5.4) (ดัดแปลงจาก Otazu, 2010; Kim, 2014; สนอง และคณะ, 2557)

5) ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5.6–6.5 เป็นสภาพกรดปานกลาง-กรดเล็กน้อย ถ้าค่า pH 5.1-5.5 เป็นสภาพกรดจัด ให้ปรับด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 5N ถ้าค่า pH เป็นสภาพด่าง ให้ปรับด้วยไฮโดรคลอลิก (HCl) เข้มข้น 1N ให้ค่า pH อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ส่วนค่าความเข้มข้นของปุ๋ย (EC) อยู่ระหว่าง 0.2–1.32 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ช่วงเริ่มปลูก–ก่อนเก็บเกี่ยว) ขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต (ตารางที่ 5.5)

6) พ่นสารป้องกันกำจัดโรค และแมลงตามความจำเป็น (บทที่ 7 ตารางที่ 7.1) เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน และ 60 วัน ตรวจสอบโรคไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส (GLIFT kit–virus) และตรวจสอบโรคแบคทีเรียด้วยชุดทดสอบแบคทีเรีย (GLIFT kit–bacteria wilt)ภายหลังเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง และในระหว่างดูแลรักษาหากพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง

7) เมื่อหัวมันฝรั่งอายุ 90–110 วัน หรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้ง และเอนล้มไปกับพื้นดิน ให้ทำการกรีนนิ่ง โดยปิดระบบน้ำ และเปิดแผ่นโฟมเพื่อให้หัวมันฝรั่งได้รับแสงนาน 3 วัน เพื่อให้หัวพันธุ์เปลี่ยนเป็นสีเขียว ซึ่งช่วยเพิ่มความทนทานต่อโรคและแมลง

8) นำไปคัดขนาด และเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4–5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90–95% นาน 6–8 เดือนต่อไป

ตารางที่ 5.3 สูตรปุ๋ย และปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค ช่วงเริ่มปลูก ถึง 1.5 เดือน (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

ลำดับ	สูตรปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ย/น้ำ	
		100 ลิตร	200 ลิตร
	(ผสมรวมกัน)		
1	$Ca(NO_3)_2$ (15–0–0) (แคลเซียมไนเตรท)	23.75 กก.	47.5 กก.
2	Fe–EDTA (เหล็กคีเลท) หรือ Fe-EDDHA 6% (เหล็กม่วง)	550 ก.	1.1 กิโลกรัม
	(ผสมรวมกัน)		
3	KNO_3 (13–0–46) (โพแทสเซียมไนเตรท)	20.25 กก.	40.5 กก.
4	$NH_4H_2PO_4$ (12–60–0) (โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต)	875 ก.	7.75 กก.
5	$MgSO_4$ (0–0–0 + 16) (แมกนีเซียมซัลเฟต)	12.5 กก.	25 กก.
	(ผสมรวมกัน)		
6	H_3BO_3 (บอริกแอซิด)	70 ก.	140 ก.
7	$ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต)	5 ก.	10 ก.
8	$MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต)	50 ก.	100 ก.
9	$CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต)	2 ก.	4 ก.
10	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต)	0.5 ก.	1 ก.

หมายเหตุ:

1. เตรียมปุ๋ย A, B และ C แต่ละสูตรในถัง 200 ลิตร เป็นสต็อก (stock) ปุ๋ย
2. การนำปุ๋ยไปใช้ต้องตักปุ๋ยจากถัง A, B และ C รวมในถังผสม ตามอัตราส่วน แล้วจึงผสมลงในถังใหญ่ 2,000 ลิตร ผสมสารให้เข้ากัน ความเข้มข้นปุ๋ยดังนี้
   ช่วงปลูก ถึง 1.5 เดือน ค่า EC = 0.2–1.7 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร อัตราปุ๋ย A : B : C = 2 : 3 : 1 (เร่งต้น) โดยการปรับค่า EC ทุก 0.1 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จะต้องใส่ปุ๋ย A, B และ C ที่ผสมรวมกัน 1,000 มิลลิลิตร (1 ลิตร)
3. ต้องวัดค่า EC ในถัง 2,000 ลิตร ก่อนปรับค่า EC ทุกวัน และค่า pH ที่เหมาะสมช่วง 5.5–6.5

4. การปลูกมันฝรั่ง 1 ฤดูกาล (crop) ต้องผสมปุ๋ย A และ B ในถัง 200 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ส่วนปุ๋ย C ผสม 1 ครั้ง สำหรับ 2 โรงเรือน พื้นที่รวม 480 ตารางเมตร (โรงเรือนขนาด 12x20 เมตร พื้นที่ 240 ตารางเมตร)

ตารางที่ 5.4 สูตรปุ๋ย และปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในระบบแอโรโปนิค ช่วงอายุ 1.5 เดือน ถึงระยะเก็บเกี่ยว (ดัดแปลงจาก Otazu, 2010; Kim, 2014 และสนอง และคณะ, 2557)

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

หมายเหตุ :

1. เตรียมปุ๋ย A, B และ C แต่ละสูตรในถัง 200 ลิตร เป็นสต็อก (stock) ปุ๋ย
2. การนำปุ๋ยไปใช้ต้องตักปุ๋ยจากถัง A, B และ C รวมในถังผสม ตามอัตราส่วน แล้วจึงผสมลงในถังใหญ่ 2,000 ลิตร ผสมสารให้เข้ากัน ความเข้มข้นปุ๋ยดังนี้
   2.1 ช่วง 1.5–2 เดือน ค่า EC = 1.5–1.7 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร อัตราปุ๋ย A : B : C = 2 : 4 : 1 (เร่งไหล)

2.2 ช่วง 2–3 เดือน ค่า EC = 1.7–2.1 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร อัตราปุ๋ย A : B : C = 2 : 3 : 1 (เร่งหัว) โดยการปรับค่า EC ทุก 0.1 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จะต้องใส่ปุ๋ย A, B และ C ที่ผสมรวมกัน 1,000 มิลลิลิตร (1 ลิตร)

3. ต้องวัดค่า EC ในถัง 2,000 ลิตร ก่อนปรับค่า EC ทุกวัน และค่า pH ที่เหมาะสมช่วง 5.5–6.5
4. การปลูกมันฝรั่ง 1 ฤดูกาล ต้องผสมปุ๋ย A และ B ในถัง 200 ลิตร จำนวน 3 ครั้ง ส่วนปุ๋ย C ผสม 2 ครั้ง สำหรับ 2 โรงเรือน พื้นที่รวม 480 ตารางเมตร (โรงเรือนขนาด 12x20 เมตร พื้นที่ 240 ตารางเมตร)

ตารางที่ 5.5 ช่วงเวลาการให้น้ำ ค่า pH และ EC ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตหลังย้ายปลูกของการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

ช่วงการเจริญเติบโต	วันหลังจากย้ายปลูก	กลางวัน–กลางคืน		pH	EC
		พ่นน้ำ (วินาที)	หยุด (นาที)		
สร้างราก	1–7	120	3	5.5–6.5	0.20
	8–15	120	4		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 ที่เหมาะสมช่วง 5.5–6.5
2. อุณหภูมิควบคุมที่เหมาะสมภายในโรงเรือน และอุณหภูมิน้ำช่วง 18–25 องศาเซลเซียส
3. ค่า EC ของน้ำประปามีค่าเท่ากับ 0.2 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

(ก) ตัดยอดเหลือ 2–3 ใบ และ 2–3 ข้อ

(ข) แช่สารละลายไคโตซาน 5% และไตรโครเดอร์ม่า นาน 15 นาที

(ค) เตรียมระบบปลูกพืชแบบแอโรโปนิค

(ง) ต้นมันฝรั่งหลังปักชำ อายุ 40 วัน

(จ) ระบบรากของต้นมันฝรั่งอายุ 1 เดือน

(ฉ) หัวพันธุ์มันฝรั่งพร้อมเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 90 วัน

ภาพที่ 5.11 การผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) ในระบบแอโรโปนิค

5.4.2 การผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) ในดินปลูกภายใต้โรงเรือนกันแมลง (net house) มีขั้นตอนการดำเนินงาน (ภาพที่ 5.12) ดังนี้

1) เตรียมแปลงปลูกหัวพันธุ์หลัก (G0) ภายในโรงเรือนกันแมลงมุงด้วยมุ้งตาข่าย ขนาด 32 ช่องต่อตารางนิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดิน : ทราย : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : แกลบดิบ อัตราส่วน ½ : 1 : 1 : 1 : 1 อบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดินปลูกมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5–6.5

2) ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยเคมี 15–15–15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยคอก (ปุ๋ยมูลไก่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ) อัตรา 256–320 กิโลกรัมต่อไร่ (ถ้าปุ๋ยคอกยังไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ให้อบฆ่าเชื้อพร้อมกับวัสดุปลูก)

3) นำต้นปักชำ (stem cutting) ที่ปลอดโรค หรือหัวพันธุ์ G0 ขนาดเล็ก (minituber seed) ที่มีหน่องอก ปลูกลงแปลงภายในโรงเรือนกันแมลง ใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร

4) การให้ปุ๋ย: ใช้ระบบน้ำหยด (ตารางที่ 5.2)

5) การให้น้ำพิจารณาถึงระดับการซึมน้ำลงลึกบริเวณผิวหน้าดิน 30 เซนติเมตร และต้องรักษาระดับความชื้นให้พอเหมาะ หรือให้น้ำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1–2 ครั้ง

ระบบการให้น้ำ: นิยมให้แบบน้ำหยด เช่น ท่อน้ำหยดซุปเปอร์ไต้ฝุ่น (supertyphoon 125) โดยให้น้ำปริมาณ 4,000–5,000 ลิตรต่อพื้นที่ 1,000 ตารางเซนติเมตร ในช่วงอายุ 30 วันแรก และให้น้ำ 7,000–9,000 ลิตร จนกระทั่งอายุ 83 วัน (กรณีไม่มีฝนตกเลย) หรือสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

6) เมื่อต้นมันฝรั่งเจริญเติบโต พ่นสารป้องกันกำจัดแมลง และโรคพืช สัปดาห์ละ 1–2 ครั้ง ขึ้นอยู่กับการระบาดของโรคแมลง และตามความจำเป็น (บทที่ 7 ตารางที่ 7.1)

7) เก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งเมื่ออายุ 90–110 วัน หรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้งและต้นล้มในแปลง โดยหยุดให้น้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 7–10 วัน และตัดต้นก่อนเก็บเกี่ยว 3–7 วัน

8) ในระหว่างการดูแลรักษา ให้สุ่มตรวจสอบโรคไวรัส เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน และ 60 วัน และหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์ สุ่มตรวจสอบโรคแบคทีเรียจากหัวพันธุ์มันฝรั่ง หากพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง

9) ผลผลิตที่ได้ให้นำมาคัดขนาด ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์แป้ง และเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4–5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90–95% นาน 6–8 เดือน เพื่อใช้ปลูกในฤดูกาลถัดไป (สนอง และคณะ, 2557; ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

(ก) ผึ่งหัวพันธุ์ให้ตางอกก่อนปลูก

(ข) อบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ 100°C นาน 1 ชั่วโมง

(ค) ต้นมันฝรั่ง อายุ 2 เดือน

(ง) เก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งเมื่ออายุ 90–110 วัน

ภาพที่ 5.12 การผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) ในดินปลูกภายใต้โรงเรือนกันแมลง

5.5 การผลิตหัวพันธุ์ขยาย (basic seed production หรือ G1) (ภาพที่ 5.13)

1) สุ่มตัวอย่างดิน ทำการวิเคราะห์ ใส่ปูนขาว และปุ๋ยตามค่าที่วิเคราะห์ได้ หรือใส่ตามข้อแนะนำของกรมวิชาการเกษตร
2) เตรียมแปลงปลูกหัวพันธุ์ขยาย (G1) โดยทำการหว่านปูนขาว อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ (pH 6.0–6.5) และใส่ปุ๋ยคอก อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อปรับสภาพดิน ในกรณีที่พื้นที่เคยมีการระบาดของโรคใบไหม้หรือแบคทีเรียมาก่อนให้ทำการฆ่าเชื้อ และปรับปรุงสภาพดิน โดยใช้ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 จำนวน 80 กิโลกรัม และปูนขาว จำนวน 800 กิโลกรัม ในพื้นที่ปลูก 1 ไร่
3) ทำการไถด้วยผาน 4 จำนวน 1 รอบ และไถด้วยโรตารี่ 1-2 รอบ เพื่อให้ดินละเอียด มีความร่วนซุยก่อนการปลูกประมาณ 1 เดือน
4) นำหัวพันธุ์หลัก (G0) ที่เก็บรักษาในห้องเย็นระยะเวลา 5–6 เดือน ออกผึ่งบนชั้นในโรงเก็บแบบพรางแสง ประมาณ 1–2 สัปดาห์ จนหัวพันธุ์มีหน่องอก คัดเลือกหัวพันธุ์ที่มีหน่องอกแข็งแรงพร้อมที่จะปลูกนำไปปลูกลงแปลงในสภาพไร่ โดยใช้หัวพันธุ์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ (30-35 หัวต่อกิโลกรัม) หรือ 10,000 หัวต่อไร่ ข้อควรระวัง ก่อนปลูกไม่ควรแช่หัวพันธุ์มันฝรั่งในสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกชนิด เนื่องจากจะทำให้หัวพันธุ์เน่าเสีย และเกิดการแพร่ระบาดของโรค
5) ทำร่องยาวตามแนวแปลงเพื่อวางหัวพันธุ์ ระยะปลูกมันฝรั่ง แต่ละหัววางห่างกัน 15 เซนติเมตร ระหว่างร่อง 90 เซนติเมตร
6) ทำการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมี 15–15–15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และ 13–13–21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยเป็นแถวห่างจากหัวพันธุ์ 15-20 เซนติเมตร ให้ดินกลบหัวพันธุ์สูง 20-30 เซนติเมตร
7) หลังปลูกเสร็จพ่นสารควบคุมการงอกของวัชพืช ได้แก่ เมทริบูซิน (Metribuzin) 70% อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
8) ให้น้ำไปตามร่อง/ระบบสปริงเกอร์ทุก 7–10 วัน หรือตามความเหมาะสม

9) หลังปลูก 1–2 สัปดาห์ ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรค และแมลง 1–2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ หรือพ่นตามความจำเป็น (บทที่ 7 ตารางที่ 7.1)
10) เมื่อต้นมันฝรั่งงอกใส่ปุ๋ยยูเรีย 46–0–0 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวน 2 ครั้ง หลังปลูก 25–30 วัน และ 40–45 วัน
11) หลังปลูก 1–2 เดือน พ่นปุ๋ยทางใบผสมกับสารป้องกันกำจัดโรคแมลง 1–2 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือเมื่อพบการระบาดของโรค
12) สุ่มเก็บตัวอย่างใบ และต้น นำไปตรวจสอบโรคไวรัส 2 ครั้ง เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 และ 60 วัน หลังเก็บเกี่ยวสุ่มตรวจสอบโรคแบคทีเรียจากหัวพันธุ์มันฝรั่ง และถ้าพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง
13) ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังปลูก 90–120 วัน หรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้งและต้นล้มในแปลง โดยหยุดให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 7–10 วัน และตัดต้นก่อนเก็บเกี่ยว 3–7 วัน
14) ผลผลิตที่ได้นำมาคัดขนาด ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์แป้ง และเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4–5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90–95% นาน 6–8 เดือน เพื่อใช้ปลูกในฤดูกาลถัดไป

5.6 การผลิตหัวพันธุ์รับรอง (certified seed production หรือ G2 ขึ้นไป)

ในส่วนของกรมวิชาการเกษตรจะทำการผลิตคือ หัวพันธุ์ขยาย (G1) เพื่อจำหน่ายให้กับองค์กรเกษตรกร/เกษตรกรที่สนใจ หรือบริษัทเอกชน นำไปผลิตเป็นหัวพันธุ์รับรอง (G2) โดยกรมวิชาการเกษตรจะมีนักวิชาการเกษตรให้คำปรึกษา ซึ่งขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์รับรอง (G2–G3) จะเหมือนกับขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์ G1 (ภาพที่ 5.14) (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2545; สนอง และคณะ, 2553; ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; สนอง และคณะ, 2557; อรทัย, 2557)

(ก) ทำร่องตามแนวยาว

(ข) วางหัวพันธุ์ในร่องห่างกัน 15 ซม.

(ค) หลังปลูกพ่นสารควบคุมวัชพืช

(ง) การเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องจักรกล

(จ) การเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยแรงงานคน

(ฉ) ผลผลิตที่ได้นำมาตรวจสอบคุณภาพและวิเคราะห์แบคทีเรีย

ภาพที่ 5.13 การผลิตหัวพันธุ์ขยาย (G1) และหัวพันธุ์รับรอง (G2 ขึ้นไป) ในแปลงผลิตหัวพันธุ์ของเกษตรกร

5.7 การตรวจสอบโรคไวรัส และแบคทีเรีย

ในทุกขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งของกรมวิชาการเกษตรต้องดำเนินการตรวจสอบโรคไวรัส และแบคทีเรีย โดยใช้ชุดตรวจสอบไวรัส (GLIFT Kit–virus detection) เพื่อตรวจสอบโรคใบด่าง (mosaics) ที่เกิดจากเชื้อไวรัสใบด่าง PVX (potato virus X) และ PVY และตรวจสอบโรคเหี่ยว ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* (ชื่อเดิม *Pseudomonas solanacearum*) ด้วยชุดตรวจสอบแบคทีเรีย (GLIFT Kit–bacteria detection) ซึ่งพัฒนาโดยกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช มีประสิทธิภาพในการตรวจที่ให้ผลแม่นยำ ถูกต้อง ใช้ง่าย สะดวก และอ่านผลได้รวดเร็วภายใน 5 นาที โดยใช้หลักการทางเซรุ่มวิทยา และ lateral flow technique บนแผ่น nitrocellulose membrane ซึ่งสามารถนำไปใช้นอกห้องปฏิบัติการได้สะดวกกว่าวิธีเอ็นซีเอ็มอีไลซ่า (NCM–ELISA) และหัวพันธุ์ที่มีการนำไปขยายต้องผ่านการตรวจ เพื่อให้แน่ใจว่าปลอดเชื้อ นอกจากนี้มีการตรวจแปลงเพื่อกำจัดต้นเป็นโรค และทำลายเชื้อ เพื่อลดการระบาดของโรค จากนั้นจะมีการสุ่มหัวพันธุ์ในแปลงอย่างเคร่งครัด เพื่อคัดเลือกหัวพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพปลอดจากโรคไปขยายพันธุ์ต่อ ส่วนหัวพันธุ์ชุดที่ตรวจพบว่ามีเชื้อเข้าทำลายจะถูกคัดแยกออก ไม่นำมาใช้เป็นหัวพันธุ์ โดยหัวพันธุ์ทุกชุดที่ผ่านการตรวจแล้วจึงจะจำหน่ายให้เกษตรกร

5.7.1 การตรวจสอบไวรัส

ไวรัสที่ทำการตรวจสอบมี 4 ชนิด ได้แก่ PVX, PVY, PVS ทำให้เป็นโรคใบด่าง และ PLRV ทำให้เป็นโรคใบม้วนงอ ในการตรวจสอบตัวอย่างมันฝรั่งเพื่อผลิตหัวพันธุ์ปลอดโรคไวรัส จึงต้องดำเนินการตรวจสอบเชื้อไวรัสดังกล่าว โดยมีขั้นตอนดังนี้

การสุ่มตัวอย่าง ดำเนินการสุ่มตัวอย่างใบมันฝรั่งเพื่อตรวจสอบจำนวน 2 ครั้ง ตั้งแต่ระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว โดยสุ่มครั้งแรกเมื่อต้นมันฝรั่งมีอายุ 15–20 วัน และครั้งที่ 2 เมื่อต้นมันฝรั่งมีอายุ 60 วัน การสุ่มตรวจหัวพันธุ์หลัก G0 จะสุ่มตรวจร้อยละ 10 ของจำนวนต้นทั้งหมด ส่วนหัวพันธุ์ขยาย G1 จะสุ่มตรวจร้อยละ 5 ของจำนวนต้นทั้งหมด การสุ่มตรวจจะแบ่งเป็นแปลงย่อย

หรือบล็อกขนาดเล็กก็ได้ ทำให้เมื่อตรวจพบเชื้อไวรัสชนิดหนึ่ง สามารถกำจัดทิ้งเฉพาะแปลงย่อยนั้นได้ (ภาพที่ 5.14)

วิธีการตรวจสอบ ดำเนินการตรวจสอบด้วยวิธี Gold labeled IgG flow test : GLIFT Kit–virus detection on potato (กิตติศักดิ์ และคณะ, 2549) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) เก็บตัวอย่างใบมันฝรั่ง ใบที่ 2 หรือ 3 (นับจากยอดลงมา) โดยใช้ถุงพลาสติกครอบใบมันฝรั่ง เด็ดปลายใบมันฝรั่งที่ต้องการตรวจโรคไวรัสมาเล็กน้อย ห้ามไม่ให้มือสัมผัสกับตัวอย่างใบมันฝรั่งที่ต้องการทดสอบโดยตรง (ส่วนในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จะใช้ส่วนยอดในการตรวจเช็คโรคไวรัส)

2) หยด extraction buffer ประมาณ 5 หยด ลงในตัวอย่างใบมันฝรั่ง บดให้ละเอียด ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อให้ตกตะกอน

3) ดูดเอาน้ำคั้นออกจากตัวอย่างใบมันฝรั่งหยดลงบนชุด GLIFT Kit–virus ทิ้งไว้สักครู่

4) สังเกตแถบชุด GLIFT Kit–virus ว่าปรากฏกี่แถบ

1 แถบ หมายถึง ไม่พบไวรัส

2 แถบ หมายถึง พบไวรัส ต้องทำการถอนต้นทิ้ง

(ก) ตรวจสอบด้วยชุด GLIFT kit–virus

(ข) อุปกรณ์ชุดตรวจสอบไวรัส

(ค) สุ่มตัวอย่างปลายใบมันฝรั่งมาตรวจสอบ

(ง) ดูดน้ำคั้นตัวอย่างหยดลงบนชุดทดสอบ

(ง) ดูดน้ำคั้นตัวอย่างหยดลงบนชุดทดสอบ

(จ) สังเกตการปรากฏแถบสี

ภาพที่ 5.14 วิธีการตรวจสอบไวรัส

5.7.2 การตรวจสอบแบคทีเรีย

การตรวจโรคเหี่ยวในมันฝรั่งจากเชื้อแบคทีเรีย ดำเนินการในทุกขั้นตอนของการผลิตหัวพันธุ์ ตั้งแต่การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การผลิตหัวพันธุ์หลักในโรงเรือน และการขยายหัวพันธุ์ในแปลง เป็นการนำเทคนิค Gold labeling lgG flow test (GLIFT Kit–bacteria detection on potato) มาปรับใช้ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการตรวจที่ให้ผลแม่นยำ รวดเร็ว ถูกต้อง ใช้ง่าย สะดวก และอ่านผลได้รวดเร็วภายใน 5 นาที โดยใช้หลักการทางเซรุ่มวิทยา และ lateral flow technique บนแผ่น nitrocellulose membrane ซึ่งสามารถนำไปใช้นอกห้องปฏิบัติการได้อย่างสะดวกรวดเร็วกว่าวิธี NCM–ELISA และหัวพันธุ์ที่มีการนำไปขยายต้องผ่านการตรวจ เพื่อให้แน่ใจว่าปลอดเชื้อ นอกจากนี้มีการตรวจแปลงเพื่อกำจัดต้นเป็นโรค และทำลายเชื้อ เพื่อลดการระบาดของโรค จากนั้นจะมีการสุ่มหัวพันธุ์ในแปลงอย่างเข้มข้น เพื่อคัดเลือกหัวพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพปลอดจากโรคไปขยายพันธุ์ต่อ ส่วนหัวพันธุ์ชุดที่ไม่ดีตรวจพบว่ามีเชื้อเข้าทำลายจะถูกคัดแยกออก ไม่นำมาทำเป็นหัวพันธุ์ หัวพันธุ์ทุกชุดที่ผ่านการตรวจแล้วจะส่งมอบแก่เกษตรกร เพื่อขยายพันธุ์ต่อไป

วิธีการตรวจสอบ ดำเนินการตรวจสอบด้วยวิธี Gold labeled lgG flow test: GLIFT Kit–bacteria detection on potato (ภาพที่ 5.15) เช่นเดียวกับการตรวจสอบโรคแบคทีเรีย (สุรภี และคณะ, 2551) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) สุ่มหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ต้องการตรวจสอบล้างให้สะอาด (ส่วนต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จะใช้ส่วนโคนต้น และรากในการตรวจสอบโรคแบคทีเรีย)

2) ผ่าหัวพันธุ์ตัวอย่างโดยให้ผ่านส่วนของท่อน้ำท่ออาหาร แล้วแซะเอาเนื้อเยื่อในส่วนของมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) ให้ได้ประมาณ 1 กรัม ห้ามไม่ให้มือสัมผัสกับตัวอย่างเนื้อเยื่อมันฝรั่งที่ต้องการทดสอบโดยตรง

3) หยด extraction buffer ประมาณ 2 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างเนื้อเยื่อมันฝรั่ง บดให้ละเอียด

4) ตั้งตัวอย่างเนื้อเยื่อมันฝรั่งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ดูดน้ำส่วนใสหยดลงบนชุดตรวจสอบ GLIFT kit–bacteria แล้วทิ้งไว้สักครู่

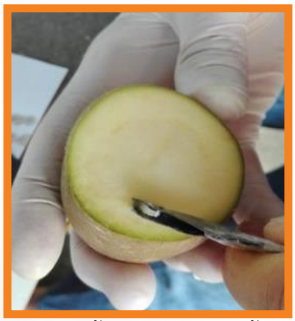
5) สังเกตแถบชุดตรวจสอบ GLIFT kit–bacteria ว่าปรากฏกี่แถบ

1 แถบ หมายถึง ไม่พบแบคทีเรีย

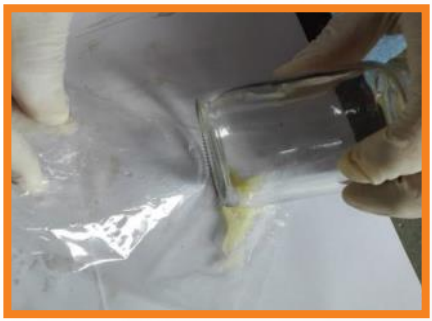
2 แถบ หมายถึง พบแบคทีเรีย ต้องทำการถอนต้นทิ้ง

(ก) ตรวจสอบด้วยชุด GLIFT kit–bacteria

(ข) อุปกรณ์ชุดตรวจสอบแบคทีเรีย

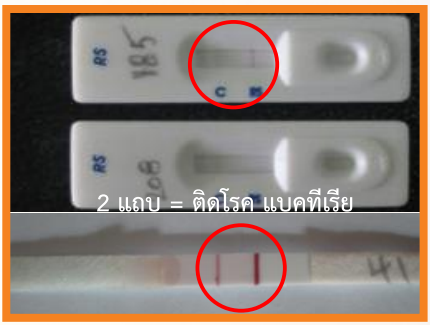


(ค) แซะเอาเนื้อเยื่อบริเวณท่อน้ำท่ออาหาร



(ง) บดตัวอย่างให้ละเอียด

(จ) ดูดน้ำคั้นตัวอย่างหยดลงบนชุดทดสอบ



(ฉ) สังเกตการปรากฏแถบสี

ภาพที่ 5.15 วิธีการตรวจสอบแบคทีเรีย

5.7.3 การตรวจสอบโรคใบไหม้

วิธีการประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้ ตามการประเมินของ International Potato Center (CIP) (Henfling, 1987) แบ่งออกเป็น 9 ระดับ ดังนี้

ระดับ	การเกิดโรคใบไหม้ (%)	อาการ
1	0	ไม่พบอาการโรคใบไหม้
2	< 5	พบโรคใบไหม้ 10 แผลต่อต้น
3	5–15	พืชดูสมบูรณ์แต่เมื่อเข้าใกล้จะเห็นแผลพื้นที่ใบที่เป็นแผลไม่เกิน 20 ใบย่อย
4	15–35	โรคใบไหม้เห็นโดยง่ายทั่วไป ใบเป็นแผลประมาณ 25%
5	35–65	แปลงสีเขียวแต่ทุกต้นเป็นโรคใบล่างแห้งตายใบถูกทำลาย 50%
6	65–85	แปลงสีเขียวและมีจุดสีน้ำตาล ต้นถูกทำลาย 75% ใบล่างถูกทำลาย 50%
7	85–95	แปลงสีเขียวและสีน้ำตาลเท่ากัน เฉพาะใบบนที่มีสีเขียว ลำต้นเป็นแผลใหญ่
8	95–100	แปลงสีน้ำตาล มีใบยอด 2–3 ใบที่ยังสีเขียวอยู่ ลำต้นส่วนใหญ่เป็นแผลหรือแห้งตาย
9	100	ใบและลำต้นแห้งตายหมด

วิธีการประเมินระดับการเกิดโรค เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคที่พบบนใบ เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค และระดับความทนทานต่อโรค (Mohammed, 2014)

ระดับ	ความรุนแรงของโรคที่พบบนใบ (%)	ความรุนแรงของโรค (%)	ระดับความต้านทานโรค
0	ไม่พบอาการเกิดโรค	<5	ต้านทานมาก
1	1–10	5–20	ต้านทาน
2	11–25	21–40	ต้านทานปานกลาง
3	26–50	>40	อ่อนแอ
4	51–75		
5	>75		

เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์ กีรติยะอังกูร สุรภี กีรติยะอังกูร และเยาวภา ตันติวานิช. 2549. GLIFT Kit เพื่อการตรวจสอบเชื้อ Potato Virus Y ในมันฝรั่ง. *วารสารวิชาการเกษตร* 24 (2) : 168–177.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2552. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Soilless culture) : เอกสารเผยแพร่ ปีที่ 52 ฉบับที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ กรุงเทพ. 18 หน้า.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2556. โครงการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อทดแทนการนำเข้า เสนอเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนปรับโครงสร้างการผลิต (FTA). สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 25 หน้า.

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

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่. 2562. สูตรอาหาร MS. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร. 1 หน้า.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2545. รายงานผลการดำเนินงานโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อลดการนำเข้า. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 35 หน้า.

สนอง จรินทร มานพ หาญเทวี สมพล นิลเวศน์ เกษม ทองขาว และจันทร์เพ็ญ แสนพรหม. 2553. การทดสอบความต้านทานโรคใบไหม้ของสายต้นมันฝรั่งแอตแลนติกที่คัดเลือก : ทดสอบสายต้นมันฝรั่งที่คัดเลือกในแปลงทดสอบ. รายงานเรื่องเต็มผลการทดลองสิ้นสุด ปีงบประมาณ 2553 กรมวิชาการเกษตร. 13 หน้า.

สนอง จรินทร. 2557. การเปรียบเทียบสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร. 14 หน้า.

สุรภี กีรติยะอังกูร วันเพ็ญ ศรีทองชัย ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล และเยาวภา ตันติวานิช. 2551. โครงการผลิต GLIFT kit เพื่อตรวจวินิจฉัยโรคไวรัสและแบคทีเรียของ พืชเศรษฐกิจเชิงพานิชย์. รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม กรมวิชาการเกษตร. 67 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2557. เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัด เกษตรอำเภอ และนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับตำบล ในจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ตาก และลำพูน 9 เมษายน 2557 ณ โรงแรมฮอลิเดย์ การ์เด้น อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. 31หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2560. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 58 หน้า.

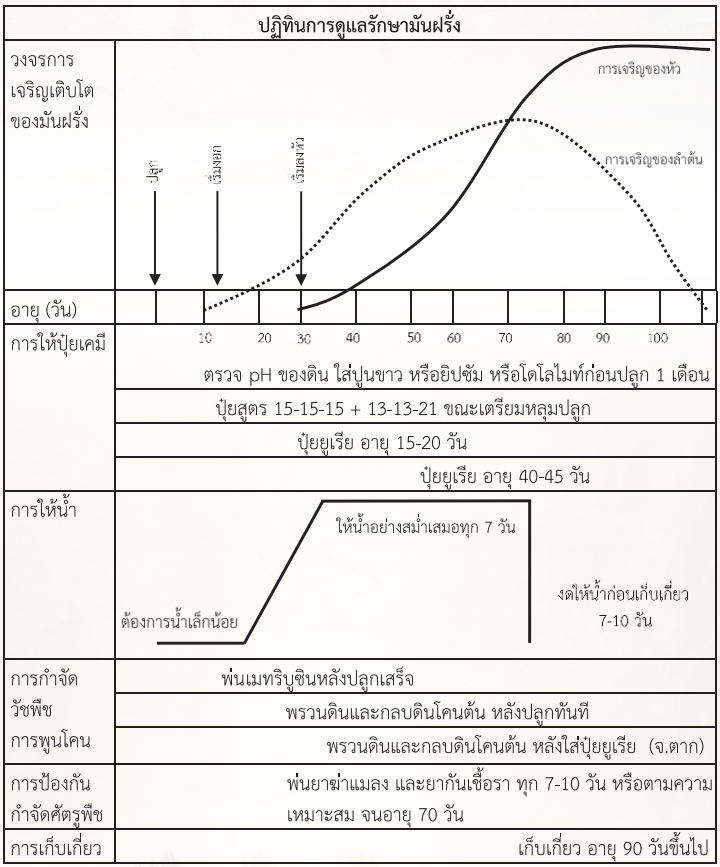
Henfling, J. W. 1987. Late blight of potato (*Phytophthora infestans*). International potato center (CIP), La Molina–Lima, Peru. 25 pp.

Kim, T. G. 2014. Effect of stem cutting type and transplanting time on plant growth and minituber formation in potato hydroponics (in Korean). Ph.D., Jeju National University of Horticulture, Jeju, Korea.

Otazu, V. 2010. Muanual on quality seed potato production using aeroponics. International Potato Center (CIP), Lima, Peru. 44 pp.

บทที่ 6
การจัดการและการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

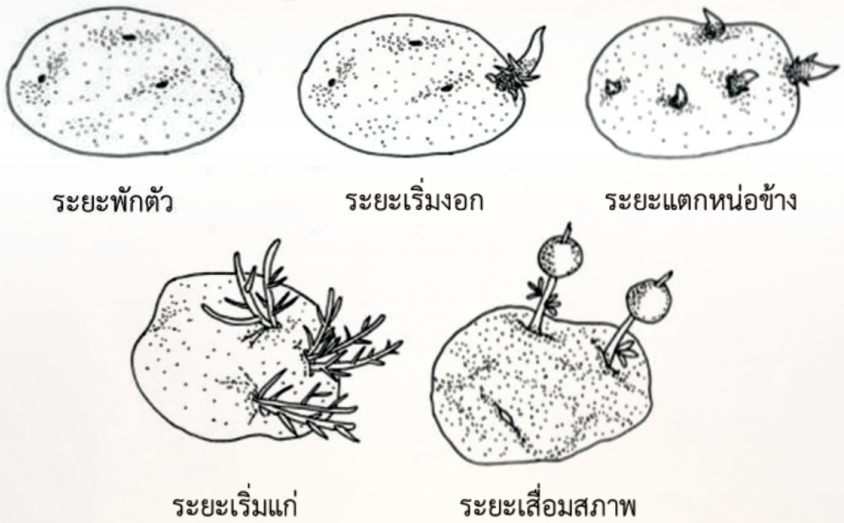
การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ได้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี ต้องมีขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์อย่างถูกต้องเหมาะสมตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ได้แก่ การจัดการหัวพันธุ์ การเตรียมหัวพันธุ์ก่อนปลูก การคัดเลือกพื้นที่ การเตรียมดิน การปลูก การพูนโคน การให้ปุ๋ย การให้น้ำ การป้องกันกำจัดศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 6.1)



ภาพที่ 6.1 ปฏิทินการดูแลรักษามันฝรั่ง (สนอง, 2552)

6.1 การจัดการหัวพันธุ์มันฝรั่ง

มันฝรั่งส่วนใหญ่ที่ใช้ปลูกในประเทศไทย จะนำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศเนเธอร์แลนด์ สกอตแลนด์ ออสเตรเลีย อเมริกา แคนาดา และเยอรมนี ซึ่งจะเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์ในเดือนสิงหาคม–กันยายน เมื่อส่งมาปลูกในไทยระหว่างช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม หัวพันธุ์ที่นำเข้ามาจะพ้นระยะพักตัวพอดี จึงต้องเตรียมจัดการหัวพันธุ์ให้ดีก่อนปลูก จะช่วยลดการสูญเสียและการเน่าของหัวพันธุ์ จากการทำลายของโรคและแมลงที่อยู่ในดิน ทำให้หัวพันธุ์มีความงอกสม่ำเสมอ ช่วยให้การปฏิบัติดูแลรักษาง่ายและสะดวกขึ้น ทำให้ได้รับผลผลิตสูงและมีคุณภาพสม่ำเสมอ (ภาพที่ 6.2)



ภาพที่ 6.2 ระยะพักตัว และการงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Johnson, 1997)

6.1.1 ระยะพักตัวและการงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่ง

1) ระยะพักตัวของหัวมันฝรั่ง เป็นระยะที่มันฝรั่งยังไม่แตกตา มีระยะเวลา 12–15 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามช่วงระยะเวลาพักตัวขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

1.1) สายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์มีระยะพักตัวแตกต่างกัน พันธุ์เบาจะมีระยะพักตัวสั้นกว่าพันธุ์หนัก

1.2) สภาพแวดล้อม ในช่วงการพัฒนาของหัวมันฝรั่งที่ปลูกในที่มีอากาศร้อน อุณหภูมิสูง ความชื้นในดินต่ำ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จะทำให้มีระยะพักตัวสั้น นอกจากนี้มันฝรั่งที่ปลูกในสภาพช่วงแสงสั้น (ฤดูหนาว) จะมีอายุเก็บเกี่ยวเร็ว และมีระยะพักตัวสั้น

1.3) อุณหภูมิที่เก็บรักษา มันฝรั่งที่เก็บรักษาในโรงเก็บที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้มีระยะพักตัวสั้นกว่ามันฝรั่งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ (10 องศาเซลเซียส) ในช่วงสั้น ๆ 2–4 สัปดาห์ (cold shock) จะทำให้มีระยะพักตัวสั้นกว่าเก็บรักษาในที่อุณหภูมิสูงสม่ำเสมอ

1.4) สภาพของหัวพันธุ์ หัวมันฝรั่งที่มีบาดแผล หรือมีการกระทบกระเทือนจากการเก็บเกี่ยว ขนส่ง หรือมีโรคแมลงเข้าทำลาย จะมีระยะพักตัวสั้น และตางอกเร็วกว่าหัวพันธุ์ที่สมบูรณ์

1.5) อายุหัวพันธุ์เมื่อเก็บเกี่ยว หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เก็บเกี่ยวเมื่อยังแก่ไม่เต็มที่จะมีระยะพักตัวนานกว่าหัวพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวเมื่อแก่จัด

2) ระยะเริ่มงอก เมื่อพ้นระยะพักตัว ตาที่อยู่บริเวณปลายหัวจะเริ่มแตกยอดอ่อนก่อน ซึ่งเป็นระยะที่ไม่เหมาะสมในการปลูก เพราะต้นมันฝรั่งจะเจริญเติบโตช้า และจะงอกเพียงลำต้นเดียว ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากหัวมีจำนวนน้อย แต่ขนาดของหัวจะใหญ่

3) ระยะแตกตาข้าง เมื่อพ้นระยะเริ่มงอก ตาบนหัวจะเริ่มแตกยอดอ่อนตามมาภายหลัง หัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผลิตในเขตหนาว และเก็บรักษาในห้องเย็นจะมีแตกตาข้างนานกว่าหัวพันธุ์ที่ผลิตในเขตร้อน และเก็บรักษาในสภาพอากาศร้อน ระยะนี้อาจใช้เวลาหลายเดือน เป็นระยะที่เหมาะสมที่จะนำไปปลูก ต้นมันฝรั่งจะเจริญเติบโตเร็ว และมีจำนวนต้นมาก ทำให้มีจำนวนหัวมาก ผลผลิตสูง

4) ระยะเสื่อมสภาพ หัวมันฝรั่งจะเหี่ยว และเสื่อมสภาพ ยอดอ่อนที่แตกออกมาจะผอม และยาว ไม่แข็งแรง แตกกิ่งแขนงมาก เกิดลักษณะผิดปกติ คือเกิดหัวเล็กบริเวณยอดอ่อน เป็นระยะที่ไม่เหมาะสมในการปลูก เพราะจะได้ต้นที่อ่อนแอ (Wiersema, 1985; มาโนช, 2541)

6.1.2 การเตรียมหัวพันธุ์

การผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่งก่อนปลูก (curing) โดยการเตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อปลูกของกรมวิชาการเกษตรจะปลูกทั้งหัว เนื่องจากหัวพันธุ์มีการสะสมของอาหารทำให้ช่วยเร่งการเจริญเติบโต ส่งผลให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกด้วยหัวพันธุ์ที่ผ่าเป็นชิ้น แต่มีข้อเสียคือทำให้ต้นทุนการผลิตต่อไร่สูงขึ้น ส่วนเกษตรกรมีทั้งการปลูกทั้งหัวและผ่าหัว แต่ส่วนมากจะปลูกโดยการผ่าหัว

หัวพันธุ์หลังเก็บเกี่ยว มีระยะพักตัว 2-3 เดือน มันฝรั่งแต่ละพันธุ์มีระยะพักตัวแตกต่างกัน พันธุ์เบาจะมีระยะพักตัวสั้นกว่าพันธุ์หนัก ตาหรือหน่อเจริญมันฝรั่งไม่ควรงอกในห้องเย็นยาวเกิน 0.3 มิลลิเมตร เพราะจะทำให้คุณภาพของหัวพันธุ์ลดลง กรณีที่หน่อเจริญงอกออกมาในขณะเก็บรักษาในห้องเย็น ควรปลิดทิ้งเพื่อกระตุ้นให้แตกตาข้าง แล้วนำหัวพันธุ์ไปวางผึ่ง เพื่อกระตุ้นการงอกของตามันฝรั่ง

การผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่ง ควรผึ่งในโรงเก็บหัวพันธุ์แบบพรางแสง (diffused light storage) 7-14 วัน โดยแผ่หัวพันธุ์เป็นชั้นวางเรียงกัน 1-2 ชั้น เพื่อให้ผิวหัวแห้ง หรือสมานแผลที่เกิดจากการกระทบกระเทือนระหว่างขนส่ง และเพื่อให้ตามันฝรั่งงอก (ภาพที่ 32) โรงเก็บหรือบริเวณผึ่งหัวพันธุ์ควรมีการถ่ายเทอากาศดี (ventilation) เพื่อป้องกันการติดโรค หรือการเน่าเสียจากการหมักที่เกิดจากการขาดอากาศ (อรทัย, 2560; Shibairo et al., 2006)

สภาพที่เหมาะสมในการงอกของตา คือ อุณหภูมิ 16-20 องศาเซลเซียส และไม่ควรมีความชื้นสูงเกินไป เพราะจะทำให้เกิดเชื้อราทับตาที่กำลังเจริญเติบโต ก่อนนำหัวพันธุ์มันฝรั่งไปปลูก หัวพันธุ์ควรแตกตายาว 0.3-1.5 เซนติเมตร ให้หัวพันธุ์ได้รับแสงแดดรำไร และตามีสีเขียวก่อนปลูก เพื่อให้ต้นตั้งตัวได้เร็ว ดังนั้นจึงควรมีการเตรียมหัวพันธุ์ให้เหมาะสมก่อนปลูก

(ก) ผึ่งหัวพันธุ์ให้ตางอกก่อนปลูก

(ข) หัวพันธุ์พร้อมปลูก

ภาพที่ 6.3 การผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่งในที่ร่มก่อนปลูก

6.1.3 การผ่าหัวพันธุ์

การปลูกโดยการผ่าหัวพันธุ์ จะใช้หัวพันธุ์ 100–150 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง แต่มีข้อเสีย คือจะทำให้เชื้อโรคเข้าทำลาย ทำให้หัวพันธุ์เน่าเสียได้ง่าย และมีโอกาสติดโรคจากหัวพันธุ์ที่เป็นโรคไปยังหัวพันธุ์ที่ปลอดโรค โดยติดไปกับมีดที่ใช้ผ่าได้ง่าย

วิธีการผ่าหัวพันธุ์ มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1) เมื่อหัวพันธุ์เริ่มแตกตาข้างพอสังเกตเห็นได้ จะเป็นระยะที่พร้อมจะนำไปผ่า ควรผ่าหัวพันธุ์ก่อนปลูกอย่างน้อย 1 สัปดาห์ การผ่าควรใช้มีดคมชุบแอลกอฮอล์ 70% หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ผ่ากลางหัว แบ่งครึ่งตามยาว โดยผ่าจากด้านท้ายไปด้านหัว จากนั้นตัดแบ่งเป็นชิ้น ๆ ตามแนวยาวและแนวตั้ง ชิ้นพันธุ์ที่ได้จากการผ่าควรมีน้ำหนักต่อชิ้น 20–25 กรัม ให้ 1 ชิ้นมีตาอย่างน้อย 1–2 ตา (ภาพที่ 6.4 ก)

2) หลังจากผ่าแต่ละหัวเสร็จแล้ว ควรจุ่มใบมีดในแอลกอฮอล์ 70% หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ก่อนที่จะผ่าหัวต่อไปเพื่อป้องกันการติดโรค

3) นำหัวพันธุ์ด้านที่ผ่าไปคลุกกับปูนซีเมนต์ทันที โดยระวังไม่ให้ตาหลุด ผึ่งให้แห้ง จึงนำไปปลูกได้ เมื่อปูนแห้งจะเป็นแผ่นบาง ๆ สมานแผลได้เร็ว เป็นการป้องกันไม่ให้ชิ้นพันธุ์สูญเสียความชื้นและป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อโรคต่าง ๆ เมื่อนำไปปลูก

4) หรือนำหัวพันธุ์ที่ผ่าแล้วไปคลุกกับปูนซีเมนต์ทันที โดยคลุกเคล้าให้ปูนกระจายทั่วชิ้นหัวพันธุ์แบบบาง ๆ เพื่อให้ปูนฉาบบริเวณแผลที่ถูกผ่าแล้ว นำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (ภาพที่ 6.4 ข)

5) นำหัวพันธุ์มันฝรั่งเก็บในตะกร้าที่บุด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ หรือกระสอบตาข่าย ใส่เพียงครึ่งกระสอบ เพื่อไม่ให้เบียดชิดกันแน่นจนเกินไป ระวังอย่าให้อุณหภูมิของภาชนะที่บรรจุหัวพันธุ์สูงเกินไป จะทำให้เน่าเสียได้ง่าย ไม่ต้องรดน้ำประมาณ 1 สัปดาห์ หรือจนหน่องอกยาว 0.3–2 เซนติเมตร จึงนำไปปลูกได้

(ก) การผ่าหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ข) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่คลุกด้วยปูนซีเมนต์

ภาพที่ 6.4 การจัดการหัวพันธุ์มันฝรั่ง (KOPIA, 2014)

6.2 การคัดเลือกพื้นที่ปลูก

พื้นที่ที่ใช้สำหรับผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง ต้องไม่เคยเป็นพื้นที่ที่เคยปลูกพริก ยาสูบ มะเขือเทศ หรือพืชในวงศ์มะเขือมาก่อน เนื่องจากในดินอาจมีการสะสมของเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุของโรครากเน่าโคนเน่า โรคใบไหม้ โรคไวรัสในมันฝรั่ง สภาพภูมิอากาศที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต อุณหภูมิ 16-25 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต ต้องการปริมาณฝนไม่ต่ำกว่า 900 มิลลิลิตรต่อฤดูกาล สภาพดินควรเป็นดินที่มีการระบายน้ำ และอากาศได้ดี เช่น ดินร่วน หรือร่วนปนทราย ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน ระหว่าง 6.0-6.5 ดินที่มีธาตุแคลเซียมสูง จะมี pH สูง อาจทำให้เกิดโรคขี้กลาก (scab) ดินที่เป็นกรดควรปรับปรุงดินด้วยการเติมปูนขาว ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก 1-3 ตันต่อไร่ หรือไถกลบด้วยปุ๋ยพืชสด

แหล่งผลิตมันฝรั่งที่สำคัญในประเทศไทยอยู่ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน พะเยา ลำพูน ลำปาง เพชรบูรณ์ และตาก และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดหนองคาย เลย สกลนคร และนครพนม เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ความยาวของวัน ลักษณะเนื้อดิน และการระบายน้ำของดิน เป็นต้น

การปลูกมันฝรั่งในประเทศไทยนั้น มีการเพาะปลูกทั้งในฤดูแล้ง และฤดูฝน จึงได้วิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับการปลูกมันฝรั่ง ดังนี้

1) ฤดูแล้ง นิยมปลูกบริเวณเขตพื้นที่ราบในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวข้าว พื้นที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 300 เมตร ขึ้นไป ในช่วงเดือนพฤศจิกายน–ธันวาคม เก็บเกี่ยวเดือนกุมภาพันธ์–มีนาคม ในพื้นที่ดังกล่าวจะต้องมีน้ำเพียงพอสำหรับการเพาะปลูก การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมจึงต้องนำขอบเขตของพื้นที่ชลประทานมาพิจารณาร่วมกับความเหมาะสมของลักษณะทางกายภาพของดิน การปลูกในช่วงฤดูแล้งจะให้ผลผลิตสูง เนื่องจากพื้นที่มีอุณหภูมิต่ำ และได้รับแสงแดดปริมาณมากจึงทำให้มีการลงหัวเร็ว และมีระยะสะสมอาหารนาน มีจำนวนหัวต่อต้นมาก และหัวมีขนาดค่อนข้างใหญ่

2) ฤดูฝน จะทำการเพาะปลูกในเขตพื้นที่ภูเขาสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 700 เมตร ขึ้นไปซึ่งเป็นเขตที่มีอุณหภูมิต่ำเหมาะสมกับการเพาะปลูก หากปลูกในพื้นที่ลุ่มจะประสบปัญหาน้ำท่วมขัง การปลูกในฤดูฝนจะอาศัยน้ำฝนเป็นหลักในการเพาะปลูก ดังนั้นการวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกจึงพิจารณาจากสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณดินดอน แบ่งระยะเวลาการเพาะปลูกออกเป็น 2 รุ่น คือ **รุ่นที่ 1** ต้นฤดูฝน ปลูกเดือนเมษายน–พฤษภาคม เก็บเกี่ยวเดือนกรกฎาคม–สิงหาคม **รุ่นที่ 2** ปลายฤดูฝน ปลูกเดือนสิงหาคม–กันยายน เก็บเกี่ยวเดือนตุลาคม–พฤศจิกายน (ฆริกา และอภิรักษ์, 2557)

6.3 การเตรียมดิน

ก่อนปลูกพืชควรสุ่มตัวอย่างดินวิเคราะห์ ปูนเพื่อการเกษตร (agricultural lime) ชนิดต่าง ๆ เช่น ปูนขาว โดโลไมท์ ปูนมาร์ล ภูไมท์ และยิปซัม เป็นต้น สามารถลดความเป็นกรดของดินได้ ขึ้นอยู่กับสภาพดินที่ต้องการปรับปรุง (บทที่ 6 ตารางที่ 6.1) เตรียมดินก่อนปลูก ประมาณ 1 เดือน โดยไถด้วยผาน 7 จำนวน 1 รอบ ทำการหว่านปูนขาว หรือโดโลไมท์ ตามคำแนะนำของผลวิเคราะห์ดิน เพื่อปรับสภาพดินในแปลงปลูก และไถด้วยโรตารี่ 2 รอบ ขึ้นอยู่กับสภาพดิน ไถเตรียมดินให้ลึกอย่างน้อย 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 6.5) ในกรณีที่พื้นที่เคยมีการระบาดของโรคใบไหม้ หรือแบคทีเรียมาก่อน ให้ทำการฆ่าเชื้อ และปรับปรุงสภาพดิน โดยใช้ปุ๋ยเคมียูเรีย 46-0-0 อัตรา 80 กิโลกรัม และปูนขาว 800 กิโลกรัม ในพื้นที่ปลูก 1 ไร่

ภาพที่ 6.5 การไถเตรียมดินก่อนปลูกมันฝรั่ง

ตารางที่ 6.1 ปูนและสารเพิ่มประสิทธิภาพดิน (เจริญ และรสมาลิน, 2542; ศิราณี และบัญชา, 2557)

สารปรับสภาพดิน	สูตรทางเคมี	องค์ประกอบทางเคมี	ช่วง pH ที่ปรับ	การใช้ประโยชน์	อัตราส่วน (กก./ไร่)
ปูนขาว (quick lime)	แคลเซียมไฮตรอกไซด์ [$Ca(OH_2)$]	แคลเซียมออกไซด์ (CaO) 90.12% โพแทสเซียม (K_2O) 3.3 % ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) 1.29 % ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_3) 0.87 % อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) 0.24 % เฟอริคออกไซด์ (Fe_2O_3) 0.49 %	3.5–6.0	– ช่วยในการปรับปรุงดินให้มีคุณภาพเหมาะแก่การเพาะปลูก ดินร่วนซุย – ช่วยในการแลกเปลี่ยนประจุ ทำให้พืชสามารถดูดซึมนำมาใช้ประโยชน์ได้ง่าย – ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด–ด่างได้ดี โดยเฉพาะในสภาพดินที่มีค่าความเป็นกรดสูง – ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด–ด่างได้ดี โดยเฉพาะดินที่มีค่าความเป็นกรดสูง	pH ดิน 3.5 = 700 pH ดิน 4.2 = 450 pH ดิน 4.5 = 300 pH ดิน 4.5 = 300 pH ดิน 6 = 100
โดโลไมท์ (dolomite)	แคลเซียมแมกนีเซียมคาร์บอนเนต [$CaMg(CO_3)_2$]	แคลเซียมออกไซด์ (CaO) 30.4% แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) 21.7%	3.5–6.0	– เพิ่มธาตุอาหารพืชในรูปแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และซิลิกา – กระตุ้นแตกราก ตา ยอด ดอก ติด และผล	pH ดิน 3.5 = 1500 pH ดิน 4.2 = 900 pH ดิน 4.5 = 600

สารปรับสภาพดิน	สูตรทางเคมี	องค์ประกอบทางเคมี	ช่วง pH ที่ปรับ	การใช้ประโยชน์	อัตราส่วน (กก./ไร่)
		ก๊าซคาร์บอนไดออก ไซด์ (CO_2) 47.9%		– ป้องกันโรคเน่าที่เกิดจากเชื้อรา และแบคทีเรีย	pH ดิน 5–6 = 200–350
ปูนมาร์ล (marl)	แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)	แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCo_3$) 35% ดินเหนียว 65%	3.5–6.0	– ช่วยให้ค่า pH ของดินเพิ่มสูงขึ้น ลดความเป็นกรดของดิน – ช่วยเพิ่มประโยชน์ของธาตุอาหารหลัก และเสริมไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, แคลเซียม, แมกนีเซียม, ซิลิกา และโมลิบดินัม – ช่วยเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืช – ลดสารพิษอันเกิดจากความเข้มข้นของเหล็ก, อะลูมินัม, ไพไรต์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์ในสารละลายดิน	pH ดิน 3.5–4 = 600 pH ดิน 4–5 = 450 pH ดิน 5–6 = 250
ภูไมท์ (pumice)	ภูไมท์ซัลเฟตกรดซิลิคอน (H_4SiO_4)	ภูไมท์ 50% ซัลเฟต (SO_4) 7% แคลเซียม (Ca) 12% ฟอสฟอริกแอซิด (H_3PO_4) 0.20%	≥ 6.5–8	– ช่วยปรับปรุงดิน ทำให้ดินร่วนซุย ดินซึมผ่านน้ำได้ง่าย และระบายน้ำได้ดีขึ้น	pH ดิน 3.5–4 = 100 pH ดิน 4–5 = 80 pH ดิน 5–6 = 50

สารปรับสภาพดิน	สูตรทางเคมี	องค์ประกอบทางเคมี	ช่วง pH ที่ปรับ	การใช้ประโยชน์	อัตราส่วน (กก./ไร่)
		แมกนีเซียม (Mg) 0.01% เหล็ก (Fe) 0.01% สังกะสี (Zn) 0.005%		– แก้ดินที่เหนียวจัด ดินดาน ดินแน่นแข็ง และช่วยไล่เกลือออกจากเนื้อดิน – ช่วยเพิ่มอากาศในดิน อุ้มน้ำของดิน แก้อาการขาดปูนและกำมะถันในพืช – แก้พืชแพ้หนาวและร้อน พืชชีดเขียวตองอ่อน และพืชโตช้า – ให้ผลดีในพืชหัว เช่น ขนาดหัวใหญ่ขึ้นเพราะดินร่วนซุย และช่วยให้หัวมันฝรั่งเจริญเติบโตดี	
ยิปซัม (gypsum)	แคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต ($CaSO_4.2H_2O$)	ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) 46.5% แคลเซียมออกไซด์ (CaO) 32.6% น้ำ (H_2O) 20.9%	≤ 5 หรือ ≥ 8	– ช่วยปรับสภาพดินที่เป็นกรด ดินเค็ม – ช่วยปรับสภาพดินแน่นทึบหรือการอัดตัวของดินให้ร่วนซุย เป็นแหล่งของธาตุอาหารพืช และใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยได้	pH ดิน 3.5–4 = 1,000–1,500 pH ดิน 4–5 = 350–600 pH ดิน 5–6 = 250–300

6.4 การปลูก

6.4.1 วิธีการปลูก

1) ปลูกแบบแถวเดี่ยวไม่ยกร่อง โดยทำร่องยาวตามแนวแปลง ลึกประมาณ 1 นิ้ว ระยะระหว่างร่อง 90 เซนติเมตร วางหัวพันธุ์ในร่องห่างกัน 15 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีโรยเป็นแถวห่างจากหัวพันธุ์ 15-20 เซนติเมตร ให้ดินกลบหัวพันธุ์สูงประมาณ 30 เซนติเมตร (ภาพที่ 6.6 ก และ ข) ปัจจุบันเกษตรกรในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จะวางหัวพันธุ์และให้ปุ๋ยเพียงครั้งเดียวก่อนกลบหัวพันธุ์

2) ปลูกแบบแถวเดี่ยวยกร่อง โดยขุดยกร่องให้สูงขึ้น สันร่องสูงประมาณ 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างร่องประมาณ 90 เซนติเมตร ขุดหลุมปลูกบนสันร่องห่างกัน 15 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีรองก้นหลุมก่อนปลูก โดยโรยในร่องแล้วคลุกเคล้ากับดิน วางหัวพันธุ์ลงในหลุมแล้วกลบดินหนา 5–10 เซนติเมตร ร่องจะลึกแปลงจะสูงชัดเจนเมื่อมีการใส่ปุ๋ยพูนโคน (ภาพที่ 6.6 ค)

สำหรับการเตรียมดิน และความลึกของการปลูก มีข้อควรคำนึงถึง คือ สันร่องควรมีความกว้างค่อนข้างมาก และปลายสันร่องโค้งมนซึ่งจะช่วยทำให้หัวมันฝรั่งมีขนาดใหญ่ และควรวางหัวพันธุ์ให้อยู่สูงกว่าระดับท้องร่อง เพื่อป้องกันไม่ให้หัวพันธุ์มันฝรั่งแช่อยู่ในน้ำ กรณีที่มีการให้น้ำตามร่องและมีน้ำขังในร่อง

6.4.2 การปลูกซ่อม

ภายหลังจากปลูก และให้น้ำตามกำหนดแล้ว ให้สำรวจดูแปลงปลูก หากหลุมปลูกหลุมไหนต้นมันฝรั่งตายหรือไม่งอก ให้รีบดำเนินการปลูกทดแทนโดยเร็วภายใน 7–10 วัน

6.5 การพูนโคน

การพูนโคน

คือ การขุดดินบริเวณกลางระหว่างแถวต้นมันฝรั่งขึ้นมากลบโคนต้น การพูนโคนมีความสำคัญต่อผลผลิตของมันฝรั่ง เนื่องจากการลงหัวมันฝรั่งเกิดจากลำต้นใต้ดินเรียกว่าไหล ซึ่งงอกออกมาจากส่วนโคนของลำต้น ตรงส่วนปลายของไหลนี้จะพองตัวออก ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารเป็นหัวมันฝรั่ง แต่ถ้าไหลนี้เกิด

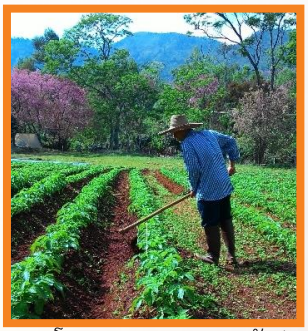
โผล่พ้นดินขึ้นมาก็จะเจริญเป็นลำต้นมีใบตามปกติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพูนดินกลบโคนต้นเพื่อให้มีการลงหัวดี รวมทั้งป้องกันไม่ให้หัวมันฝรั่งถูกแสงแดด ซึ่งจะทำให้หัวเกิดสีเขียวไม่เป็นที่ต้องการของตลาดหรือโรงงาน และถ้าดินบริเวณหัวมันฝรั่งตื้นทำให้อุณหภูมิบริเวณหัวมันฝรั่งสูง จะเร่งให้หัวมันฝรั่งออกราก

เกษตรกรในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก จะพูนโคน 2 ครั้ง ครั้งแรกหลังปลูกพร้อมให้ปุ๋ย ครั้งที่ 2 หลังปลูก 1 เดือน หรือก่อนออกดอก (ภาพที่ 6.6 ง) การพูนโคนแต่ละครั้งให้ดินที่กลบโคนต้นสูง 15-20 เซนติเมตร

(ก) การปลูกแบบแถวเดี่ยวไม่ยกร่อง

(ข) กลบหัวพันธุ์สูง 30 ซม. หลังปลูก

(ค) การปลูกแบบแถวเดี่ยวยกร่อง



(ง) พูนโคนสูง 15-20 ซม. หลังปลูก 1 เดือน หรือก่อนออกดอก

ภาพที่ 6.6 การปลูกและการพูนโคนหัวพันธุ์มันฝรั่ง ในแปลงผลิตหัวพันธุ์ขยาย (G1) และหัวพันธุ์รับรอง (G2 ขึ้นไป) ของเกษตรกร

6.6 การให้ปุ๋ย

การให้ปุ๋ยมันฝรั่ง

ก่อนปลูกมันฝรั่งควรสุ่มตัวอย่างดินวิเคราะห์ เพื่อให้ปูนขาว และปุ๋ยตามค่าที่วิเคราะห์ได้ หรือให้ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และควรให้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมี โดยใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 ก่อนปลูก ให้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยเคมี 15–15–15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมี 13–13–21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยเป็นแถวห่างจากหัวพันธุ์ 15-20 เซนติเมตร ให้ดินกลบหัวพันธุ์สูงประมาณ 30 เซนติเมตร (ภาพที่ 6.7)

ครั้งที่ 2 เมื่อต้นมันฝรั่งมีอายุหลังปลูก 25-30 วัน ให้ปุ๋ยเคมียูเรีย 46–0–0 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ โรยเป็นแถวข้างต้นพร้อมกับพูนดินกลบโคนในพื้นที่สูง ส่วนในพื้นที่ราบจะนิยมให้ปุ๋ยพร้อมกับให้น้ำแบบร่องคู

ครั้งที่ 3 เมื่อมันฝรั่งมีอายุหลังปลูก 40-45 วัน ให้ปุ๋ยเคมียูเรีย 46-0-0 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

การให้ปุ๋ยไนโตรเจน (N) เป็นการช่วยเร่งการเจริญเติบโตทางลำต้น ถ้าใส่มากเกินไป ต้นมันฝรั่งจะมีการเจริญเติบโตทางใบมากผิดปกติ และต้นมันฝรั่งจะแก่ช้า การลงหัวจะช้าลง หัวมันฝรั่งจะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่ำ มีผิวบางถลอกง่ายขณะขุดเก็บเกี่ยว และมีอายุการเก็บรักษาสั้น

ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) ช่วยเร่งการพัฒนาและการเจริญเติบโตของลำต้น ราก เร่งการลงหัว และช่วยเพิ่มจำนวนหัวต่อต้น

ปุ๋ยโพแทสเซียม (K) ช่วยในการดูดซึมและเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร และการสะสมแป้งในหัว ถ้าใส่มากเกินไปอาจมีผลต่อคุณภาพของหัว ทำให้มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่ำ โดยเฉพาะปุ๋ยที่อยู่ในรูปคลอไรด์ หรือโพแทสเซียมคลอไรด์

ดินที่เป็นกรด มีค่า pH ต่ำกว่า 4.8 อาจทำให้ต้นมันฝรั่ง ขาดธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ควรให้ปูนโดโลไมท์ช่วงเตรียมดินก่อนปลูกอย่างน้อย 1 เดือน

(ก) ให้ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 13-13-21 โรยข้างหัวพันธุ์ก่อนปลูก

(ข) ให้ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 13-13-21 ห่างจากหัวพันธุ์ 15-20 ซม.

ภาพที่ 6.7 การให้ปุ๋ยมันฝรั่ง

6.7 การให้น้ำ

การให้น้ำ มันฝรั่งเป็นพืชที่ต้องการน้ำสม่ำเสมอ โดยต้องการน้ำ 6–8 มิลลิลิตรต่อวัน และต้องการน้ำตลอดระยะการเจริญเติบโตไม่ต่ำกว่า 900 มิลลิลิตรต่อต้นต่อฤดูกาลปลูก ความถี่ของการให้น้ำจะแปรผันตามระยะการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง

1) ระยะเวลาการให้น้ำ ระยะที่มันฝรั่งเริ่มแตกยอด ใบ กิ่ง และเพิ่มปริมาณราก มันฝรั่งต้องการน้ำน้อยแต่ต้องมีความชื้นสม่ำเสมอ ดังนั้นในระยะนี้ควรให้น้ำปริมาณน้อยเพียงพอแก่การงอก พัฒนาใบ ลำต้น และรากเท่านั้น ถ้าให้น้ำมากเกินไปอาจทำให้หัวพันธุ์ที่ปลูกเน่าเกิดความเสียหายได้

ระยะการพัฒนาใบ และลำต้นภายหลังจากมันฝรั่งงอก มันฝรั่งจะมีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้นในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต และต้องการน้ำมากที่สุดเมื่อต้นเจริญเติบโตคลุมดินเต็มที่จนต้นมันฝรั่งแก่ จึงจะค่อย ๆ ลดการให้น้ำลง

ระยะลงหัวควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ แต่อย่าให้ท่วมขังในแปลงอาจทำให้หัวมันฝรั่งเน่าเสียได้ ในระยะนี้ถ้าให้น้ำไม่สม่ำเสมอจะทำให้หัวมันฝรั่งมีลักษณะผิดปกติ และไม่ควรให้น้ำมากเกินไปจนดินแฉะ เพราะจะทำให้เกิดโรคในดิน

หัวมันฝรั่งเน่าได้ง่าย และทำให้ผิวหัวมันฝรั่งไม่สวย และเกิดเป็นรูเล็กทั่วบริเวณผิวหัวมันฝรั่ง เนื่องจากช่องอากาศ (lenticel) บนผิวหัวมันฝรั่งขยายตัว

2) วิธีการให้น้ำ ให้น้ำ ทุก 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือตามความเหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของดิน และสภาพภูมิอากาศ ในพื้นที่ราบและอยู่ในเขตชลประทาน ใช้วิธีให้น้ำแบบร่องคู (furrow irrigation) ให้น้ำไหลซึมไปสู่บริเวณราก ความลึก 2/3 ของร่อง ให้ระดับการซึมน้ำลงลึกจากผิวหน้าดิน 15 เซนติเมตร (ภาพที่ 6.8 ก) บางพื้นที่อาจให้น้ำแบบหยด (drip irrigation) (ภาพที่ 6.8 ข) หรือให้น้ำแบบฉีดฝอย (sprinkler irrigation) (ภาพที่ 6.8 ค) ให้ระดับการซึมน้ำลงลึกจากผิวหน้าดิน 30 เซนติเมตร ไม่แห้ง หรือแฉะเกินไป ซึ่งควบคุมปริมาณน้ำ และประหยัดน้ำได้ดีกว่าแบบร่องคู ควรงดให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์ 7-10 วัน (มาโนช, 2541; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557)

(ก) ให้น้ำแบบร่องคู

(ข) ให้น้ำแบบหยด

(ค) ให้น้ำแบบฉีดฝอย

ภาพที่ 6.8 การให้น้ำมันฝรั่ง

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. การปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตรม กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ. 252 หน้า.

ฆริกา คันธา และอภิรักษ์ หลักชัยกุล. 2557. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกมันฝรั่ง. *ใน* คู่มือการปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ. 252 หน้า.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ และรสมาลิน ณ ระนอง. 2542. คู่มือการใช้วัสดุปูนเพื่อการเกษตรเพื่อปรับปรุงดินเปรี้ยวจัด. โครงการพัฒนาพื้นที่ดินเปรี้ยว กรมพัฒนาที่ดิน. 62 หน้า. แหล่งข้อมูล : http://e-library.ldd.go.th/library/Ebook/bib1273.pdf [สืบค้น 20 พฤษภาคม 2565].

มาโนช ทองเจียม. 2541. มันฝรั่ง, หน้า 1-10. *ใน* เอกสารวิชาการมันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ศิราณี วงศ์กระจ่าง และบัญชา รัตนีทู. 2557. การจัดการดินกรดโดยใช้ปูนและอินทรียวัตถุ. *Princess of Naradhiwas University Journal* 6(1) : 103-112. [สืบค้น 20 พฤษภาคม 2565].

สนอง จรินทร. 2552. การผลิตมันฝรั่งและแนวทางการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในประเทศไทย 2552. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร. 58 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2557. เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัด เกษตรอำเภอ และนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับตำบล ในจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ตาก และลำพูน 9 เมษายน 2557 ณ โรงแรมฮอลิเดย์ การ์เด้น อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. 31 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2560. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 58 หน้า.

Johnson, S. B. 1997. Bulletin #2412, Potato facts : selecting, cutting and handling potato seed. The University of Maine Cooperative Extension, Maine. 8 pp.

KOPIA. 2014. 2014 KOPIA group training on seed potato production June 16-27, 2014. KOPIA Group Rural Development Administration (RDA). 319 pp.

Shibairo S. I., P. Demo, J. N. Kabira, P. Gildemacher, E. Gachango, M. Menza, R. O. Nyankanga, G. N. Chemining`wa and R. D. Narla. 2006. Effects of gibberellic acid (GA3) on sprouting and quality of potato seed tubers in diffused light and pit storage conditions. *Journal of Biological Sciences* 6 : 723–733.

Wiersema, S. G. 1985. Physiological development of potato seed tubers. Technical Information Bulletin 20. Training and Communications Department, International Potato Center (CIP), Peru. 16 pp.

บทที่ 7
การป้องกันกำจัดศัตรูมันฝรั่ง

โดยทั่วไปมันฝรั่งเป็นพืชที่ปลูกง่าย และเจริญเติบโตได้ดี หากดินที่ปลูกเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย และสภาพแวดล้อมเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกมันฝรั่งในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาโรค และแมลงศัตรูพืช รวมถึงวัชพืชอยู่เสมอ โดยการระบาดของโรค และแมลงตั้งแต่ในระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว รวมทั้งระยะเก็บรักษา ดังนั้นการศึกษาลักษณะอาการการเข้าทำลายของโรค และแมลง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการวินิจฉัยโรค วางแนวทางเลือกวิธีแก้ไขที่เหมาะสมเพื่อควบคุมป้องกัน และกำจัดโรคให้ลดลง หรือหมดไป โดยการใช้สารเคมีควบคุมโรค และแมลงอย่างถูกต้องในปริมาณที่เหมาะสม หรือการใช้วิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management, IPM) เพื่อป้องกันการดื้อยาของโรค และแมลง ป้องกันการระบาดจนก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตจนไม่สามารถแก้ไขได้ รวมถึงเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและได้รับผลตอบแทนคุ้มค่า (พิสมัย, 2541; สุรชาติ, 2541; วงศ์, 2541ก; สุวรรณ, 2544)

7.1 การป้องกันกำจัดวัชพืชในมันฝรั่ง

วัชพืชฤดูเดียว เป็นวัชพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ประกอบด้วย

1) วัชพืชประเภทใบแคบ เช่น หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนติด หญ้าตีนนก หญ้าปากควาย และหญ้าไม้กวาด เป็นต้น

2) วัชพืชประเภทใบกว้าง เช่น ผักโขม ผักเบี้ยหิน ผักเบี้ยใหญ่ หญ้ายาง เทียนนา หญ้ากำมะหยี่ โทงเทง กระเม็ง สะอึก ตดหมูตดหมา และสาบแร้ง-สาบกา เป็นต้น

วัชพืชข้ามปี เป็นวัชพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยหัว ที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ แห้วหมู และกก

การป้องกันกำจัด

พ่นสารเคมีควบคุมการงอกของเมล็ดวัชพืช คือ เมทริบูซิน (metribuzin 75%) อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นคลุมดินก่อนปลูกหรือหลังปลูกแล้วรดน้ำตาม ระวังละอองสารสัมผัสพืชข้างเคียง (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

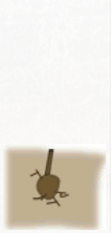
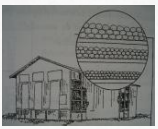
7.2 การป้องกันกำจัดโรคแมลงในมันฝรั่ง

โรคสำคัญที่ทำความเสียหายแก่ผลผลิต และคุณภาพของมันฝรั่งในประเทศไทย ได้แก่ โรคใบไหม้ และโรคเหี่ยวเขียว โดยโรคใบไหม้ (late blight) เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora infestans* โดยเชื้อรานี้จะงอกเขาไปในใบมันฝรั่งเจริญเติบโตอยู่ข้างในใบ ทำให้เนื้อเยื่อใบตาย และดูดกินธาตุอาหาร เกิดได้ทั้งที่ใบ ลำต้น และหัวของมันฝรั่ง เชื้อราสามารถกระจายไปได้อย่างรวดเร็ว หากสภาพแวดล้อมเหมาะสม คือ มีความชื้นสูงกว่า 85% และอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 12–15 องศาเซลเซียส) (วิวัฒน์ และจารุฉัตร, 2555) โรคที่พบรองลงมา ได้แก่ โรคโคนเน่า และแผลสะเก็ดดำ (stem canker and black scurf) เกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* โรคอื่น ๆ ที่เกิดจากเชื้อรา ได้แก่ โรคใบจุดสีน้ำตาล (early blight) เกิดจากเชื้อราอัลเทอร์นาเรีย (*Alternaria solani*) โรคเหี่ยว และหัวเน่า (fusarium dry rot and wilt) เกิดจากเชื้อราฟิวซาเรียม (*Fusarium* spp.) โรคลำต้นเน่า (stem rot) เกิดจากเชื้อราสเคลอโรเทียม (*Sclerotium rolfsii*) (อรทัย, 2559ก) ส่วนโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่สำคัญ ได้แก่ โรคเหี่ยวเขียวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* (หรือชื่อเดิม *Pseudomonas solanacearum*) เชื้อชนิดนี้เป็นเชื้อที่อยู่ในดิน (soil borne organism) และเข้าสู่ต้นพืชทางระบบรากที่เกิดแผล เชื้อโรคสามารถกระจายไปยังพื้นที่อื่นผ่านทางการให้น้ำ การมีน้ำท่วม หรือการนำดินที่มีเชื้อไปยังแหล่งอื่น เชื้อสามารถมีชีวิตอยู่ในดินหลายปี และยากที่จะกำจัดให้หมดไป (Anonymous, 1995) โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียอื่น ๆ ได้แก่ โรคเน่าดำ และเน่าเละ (black leg and soft rot) เกิดจากเชื้อแบคทีเรียเออร์วิเนีย (*Erwinia carotovora* pv. carotovora และ *E. chrysanthemi*) โรคเน่าวงแหวน (ring rot) เกิดจากเชื้อแบคทีเรียคลาวิแบคเตอร์ (*Clavibacter*

michiganensis pv. sepedonicum) โรคขี้กลาก หรือแผลสะเก็ด (common scab) เกิดจากเชื้อแบคทีเรียสเตรปโตมัยซีส (*Streptomyces scabies*) นอกจากนี้ยังมีโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส (virus) ได้แก่ โรคใบด่าง (mosaics) ที่เกิดจากเชื้อไวรัสใบด่าง PVX (potato virus X) และ PVY โรคใบม้วนงอ (leaf roll) ที่เกิดจากเชื้อไวรัสใบม้วน PLRV (potato leaf roll virus) และโรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอย (root–knot nematode) เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*) (อรทัย, 2559ก)

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* (Hübner), หนอนกระทู้ผัก (common cutworm): *Spodoptera litura* (Fabricius) และหนอนกระทู้กัดต้น (black cutworm): *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) เพลี้ยอ่อน (aphid) มีสาเหตุจาก *Myzus persicae* Sulzer and *Aphis gossypii* Glover (อรทัย, 2559ก)

หลังจากต้นมันฝรั่งงอกสูง 10–15 เซนติเมตร หรือมีอายุหลังปลูก 15–20 วัน ควรพ่นสารป้องกันกำจัดโรค ทุก 7–10 วัน สารเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่ แมนโคเซบ (mancozeb) และเมทาแลกซิล (metalaxyl) ซึ่งปัจจุบันมีสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่ใช้ได้ผลดีหลายยี่ห้อ โดยเฉพาะโรคที่สำคัญคือโรคใบไหม้ (ตารางที่ 7.1) ถ้ามีการระบาดรุนแรงควรพ่นทุก 3–5 วัน ส่วนโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย และโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสทำให้ใบด่าง และต้นแคระแกร็น ยังไม่มีสารป้องกันกำจัดที่ให้ผลดี การควบคุมโรคคือ ถ้าพบต้นเป็นโรคให้ถอนทิ้งทันที แล้วนำไปฝังหรือเผาทำลาย สำหรับโรคที่เกิดจากไวรัสควรพ่นสารฆ่าแมลงเพื่อกำจัดเพลี้ยอ่อนที่เป็นพาหะของโรค (ตารางที่ 7.1) ส่วนแมลงศัตรูมันฝรั่งมีหลายชนิด ซึ่งจะเข้าทำลายทุกระยะของการเจริญเติบโต ตั้งแต่ย้ายลงแปลงปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว และระยะการเก็บรักษา ทำให้ผลผลิตมันฝรั่งที่ได้ลดลง ไม่มีคุณภาพ และไม่เป็นที่ต้องการของตลาด (ภาพที่ 7.1)

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 7.1 ระยะการเจริญเติบโตของมันฝรั่งและชนิดของแมลงที่เข้าทำลาย (สุพัตรา, 2544; Im, 2014)

7.2.1 โรคที่เกิดจากเชื้อรา (fungal diseases)

1) โรคใบไหม้ (late blight)

สาเหตุ เชื้อราไฟทอฟธอรา (*Phytophthora infestans)*

ลักษณะอาการ ใบเป็นจุดช้ำฉ่ำน้ำมีลักษณะกลม หรือค่อนข้างกลม แล้วลุกลามขยายจนเป็นแผลใหญ่ภายใน 2–3 วัน ตรงกลางแผลจะแห้งเป็นสีน้ำตาล ขอบแผลเปียกชื้นเป็นสีดำ เนื้อเยื่อใบรอบขอบแผลมีสีเหลืองซีดฉ่ำน้ำ (ภาพที่ 7.2)

การป้องกันกำจัด หลังจากต้นมันฝรั่งงอกสูง 10–15 เซนติเมตร หรือมีอายุหลังปลูก 15–20 วัน ใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา ได้แก่ ไดเมโทมอร์ฟ (dimethomorph) 50% WP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร อีทาบอกแซม

(ethaboxam) 10.4% SC อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แมนโคเซบ 60% WG อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แมนดิโพรพามิด (mandipropamid) 5% WG อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ไอโพรวาลีคาร์บ (iprovalicarb) 5.5% WP อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร โพรพิเนบ (propineb) อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และเมทาแลกซิล 20% WP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ควรพ่นสารป้องกันกำจัดโรค ทุก 7–10 วัน หากพบการระบาดให้พ่นซ้ำทุก 7 วัน จนกว่าการระบาดของโรคจะลดลง

ภาพที่ 7.2 โรคใบไหม้ของมันฝรั่ง

2) โรคใบจุดสีน้ำตาล (early blight)

สาเหตุ เชื้อราอัลเทอร์นาเรีย (*Alternaria solani*)

ลักษณะอาการ มีจุดแผลเล็กสีน้ำตาลถึงดำปรากฏบนใบ เป็นทรงกลมหรือเหลี่ยม แผลปรากฏบนใบมากกว่าบนลำต้น และจะปรากฏในช่วงที่มันฝรั่งเริ่มลงหัว โดยเกิดที่ใบแก่ซึ่งอยู่ส่วนล่างของลำต้นก่อน แล้วลุกลามติดกัน ทำให้ใบพืชเหลือง ร่วง และตาย (ภาพที่ 7.3)

การป้องกันกำจัด ใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา ได้แก่ แมนโคเซบ 60% WG อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร คลอโรทาโลนิล (chlorothalonil) 50% W/V SC อัตรา 30-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ไอโพรไดโอน (iprodione) 50% WP อัตรา 20-30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และไซยาโซฟามิด (cyazofamid) 40%

W/V SC อัตรา 6-7 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ควรพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราเมื่อพบการระบาด และพ่นซ้ำทุก 5-7 วัน จนกว่าการระบาดของโรคจะลดลง

ภาพที่ 7.3 โรคใบจุดสีน้ำตาลของมันฝรั่ง

3) โรคเหี่ยวและหัวเน่า (fusarium dry rot and wilt)

สาเหตุ เชื้อราฟิวซาเรียม (*Fusarium* spp.)

ลักษณะอาการ เนื้อเยื่อบริเวณที่เป็นโรคเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จากนั้นใบที่อยู่ส่วนล่างของลำต้นจะเหลือง และใบที่อยู่สูงขึ้นไปจะเหลืองเป็นดวง ต่อมาต้นจะเหี่ยวแห้งตาย หัวมันฝรั่งจะแสดงอาการเน่าเละบริเวณหัวติดกับไหล แผลมีสีน้ำตาลลึกลงไปในหัว บริเวณท่อน้ำ และท่ออาหารจะมีสีน้ำตาล (ภาพที่ 7.4)

การป้องกันกำจัด ทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้งานทุกครั้ง และบริเวณที่เก็บหัวพันธุ์ ใช้ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อโรค ได้แก่ ฟอร์มาลีน 40% น้ำยาฆ่าเชื้อคลอร็อกซ์ 10% แอลกอฮอล์ 70% และกรดมะนาว 20% ใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา ได้แก่ เจนทามัยซิน/ออกซีเตตระไซคลินไฮโดรคลอไรด์ (gentamycin sulfate/oxytetracycline hydrochloride) 8% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และคอปเปอร์ ออกซีคลอไรด์ (copper oxychloride) 77% WP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ควรพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา เมื่อพบการระบาด พ่นซ้ำทุก 7 วัน จนกว่าการระบาดของโรคจะลดลง (ภาพที่ 7.4)

ภาพที่ 7.4 โรคเหี่ยวและหัวเน่าของมันฝรั่ง

4) โรคลำต้นเน่า (stem rot)

สาเหตุ เชื้อราสเคลอโรเทียม (*Sclerotium rolfsii*)

ลักษณะอาการ พืชจะแสดงอาการเหี่ยว และใบเหลืองในเวลากลางวันที่มีอากาศร้อน ช่วงเย็น หรือกลางคืนจะกลับมาสดเหมือนเดิม และอาการเหี่ยวจะรุนแรงขึ้นจนในที่สุดต้นจะเหี่ยวอย่างถาวร แห้งตายทั้งต้น (ภาพที่ 7.5)

การป้องกันกำจัด ใช้ชีวภัณฑ์เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma harzianum*) รองก้นหลุมก่อนปลูก ใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา ได้แก่ คาร์บอกซิน (carboxin) 75% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และโทลโคลฟอส-เมทิล (tolclofos-methyl) 50% WP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เริ่มพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราเมื่อพบการระบาด พ่นซ้ำทุก 5 วัน จนกว่าการระบาดของโรคจะลดลง

ภาพที่ 7.5 โรคลำต้นเน่าของมันฝรั่ง

5) โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (stem canker and black scurf)

สาเหตุ เชื้อราไรซ็อกโทเนีย (*Rhizoctonia solani*)

ลักษณะอาการ เป็นแผลสะเก็ดสีน้ำตาลดำยุบตัวลงต่ำกว่าเนื้อเยื่อพืชปกติเล็กน้อย ขนาดแผลและรูปร่างไม่แน่นอน แผลสะเก็ดอาจเกิดรอบส่วนของลำต้น ทำให้หัวที่เกิดบนพื้นดินเหี่ยวแห้งและตาย ส่วนไหลที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินที่เป็นแผลสะเก็ดโดยรอบอาจไม่สร้างหัว (ภาพที่ 7.6)

การป้องกันกำจัด ใช้ชีวภัณฑ์เชื้อราไตรโคเดอร์มา รองก้นหลุมก่อนปลูก ใช้หัวพันธุ์จากแปลงที่ปลอดโรค ดินที่ปลูกควรมีการระบายน้ำดี ถอนต้นที่เป็นโรคเผาทำลาย หัวพันธุ์ ต้องผึ่งลมให้แห้งสนิทก่อนเก็บรักษา ใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา ได้แก่ ไพราโคลสโตรบิน (pyraclostrobin) 25% EC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และไอโพรไดโอน 50% WP อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

ภาพที่ 7.6 โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำของมันฝรั่ง

7.2.2 โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (bacterial diseases)

1) โรคเหี่ยวเขียว (bacterial wilt)

สาเหตุ เชื้อแบคทีเรียราสโทเนีย (*Ralstonia solanacearum*)

ลักษณะอาการ มันฝรั่งจะแสดงอาการเหี่ยวที่ใบ กิ่งลู่ลง เฉพาะในช่วงกลางวันคล้ายอาการขาดน้ำ และฟื้นเป็นปกติในช่วงเวลากลางคืน

จะแสดงลักษณะอาการแบบนี้ 3–5 วัน หลังจากนั้นมันฝรั่งจะแสดงอาการเหี่ยวทั้งต้น และตายในที่สุด เมื่อตัดลำต้นตามขวางแช่น้ำสะอาดจะพบของเหลวสีขาวเหมือนน้ำนม (bacterial ooze) ไหลออกมา (ภาพที่ 7.7)

การป้องกันกำจัด ควรเลือกพื้นที่ปลูกที่ไม่เคยพบการระบาดของโรคมาก่อน ปลูกพืชหมุนเวียนที่ไม่ใช่พืชอาศัยของเชื้อ ได้แก่ ข้าว และข้าวโพด เป็นต้น เพื่อตัดวงจรชีวิตของเชื้อโรค การเตรียมดินในพื้นที่ที่เคยมีโรคระบาดทางดิน ให้ทำการฆ่าเชื้อโรคในดินและปรับปรุงสภาพดินก่อนปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมียูเรีย 46-0-0 อัตรา 80 กิโลกรัม และปูนขาว 800 กิโลกรัมในพื้นที่ปลูก 1 ไร่ ใช้หัวพันธุ์จากแปลงที่ปลอดโรค ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้งานทุกครั้ง ด้วยแอลกอฮอล์ 70% หรือคลอร็อกซ์ 10% ใช้ชีวภัณฑ์ผงบาซิลลัส ซับทิลิส BS-DOA 24 คลุกหัวพันธุ์ก่อนปลูก หลังปลูกแล้วรดด้วยชีวภัณฑ์ดังกล่าว อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน เพื่อป้องกันการเกิดโรคเหี่ยวเขียว

ภาพที่ 7.7 โรคเหี่ยวเขียวของมันฝรั่ง (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2562)

2) โรคเน่าเละ (soft rot) และโรคเน่าดำ (black leg)

สาเหตุ โรคเน่าเละ เกิดจากเชื้อแบคทีเรียมากกว่า 1 ชนิด ได้แก่ *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) และ *Dickeya dadantii* (*E. chrysanthemi*)

ส่วนโรคเน่าดำ เกิดจากเชื้อ *P. atrosepticum* (*E. carotovora* subsp. *atroseptica*)

ลักษณะอาการ บริเวณตาหน่อจะมีสีคล้ำเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ เมื่อผ่าหัวออกจะพบเนื้อเยื่อภายในถูกทำลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ เนื้อเยื่อจะเน่าเละ มีกลิ่นเหม็น (ภาพที่ 7.8)

การป้องกันกำจัด ใช้หัวพันธุ์ที่ปลอดโรค และปลูกในแปลงที่ปลอดโรค ใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ปลอดเชื้อ ระมัดระวังหัวพันธุ์ไม่ให้เกิดแผลหรือช้ำ หลีกเลี่ยงการให้น้ำมากเกินไป นำต้นที่เน่าเสียไปทิ้งหรือเผาทำลาย ทำความสะอาดภาชนะ และบริเวณที่เก็บหัวพันธุ์ ใช้ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อโรค ได้แก่ ฟอร์มาลีน 40% น้ำยาฆ่าเชื้อคลอร็อกซ์ 10% แอลกอฮอล์ 70% และกรดมะนาว 20%

ภาพที่ 7.8 โรคเน่าเละและโรคเน่าดำของมันฝรั่ง (วงศ์, 2541)

7.2.3 โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส (viral diseases)

1) โรคใบม้วนงอ (leaf roll)

สาเหตุ เชื้อไวรัสใบม้วน Potato leaf roll virus (PLRV)

ลักษณะอาการ ระยะแรกใบยอดจะมีอาการม้วนงอตั้งขึ้นตรง ใบมีสีเหลืองซีด แต่บางพันธุ์อาจมีสีม่วง ชมพูหรือแดง ลำต้นแคระแกร็น ใบที่ม้วนจะย่น

ใต้ใบเปลี่ยนเป็นสีม่วง ในพันธุ์ที่อ่อนแอจะเกิดแผลสีน้ำตาลที่ระบบท่อน้ำท่ออาหาร ในธรรมชาติโรคที่เกิดจากไวรัสนี้จะถ่ายทอดโดยเพลี้ยอ่อน และทางหัวพันธุ์ที่ติดเชื้อโรค (ภาพที่ 7.9)

การป้องกันกำจัด ใช้หัวพันธุ์ปลอดโรค ถ้าพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง ควบคุมและกำจัดแมลงพาหะ โดยใช้สารกำจัดแมลง ได้แก่ คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) 20% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฟิโพรนิล (fipronil) 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อิมิดาโคลพริด (imidacloprid) 5% SE อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และคาร์บาริล (carbaryl) 85% WP อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกำจัดวัชพืชสม่ำเสมอ

ภาพที่ 7.9 โรคใบม้วนงอของมันฝรั่ง (Coutts, 2018)

2) โรคใบด่าง (mosaics)

สาเหตุ เชื้อไวรัสที่สำคัญ 3 ชนิด คือ ไวรัสมันฝรั่ง X (PVX) ไวรัสมันฝรั่ง Y (PVY) และไวรัสมันฝรั่ง S (PVS)

ลักษณะอาการ อาการที่เกิดจากเชื้อไวรัส PVX จะแสดงอาการใบด่างไม่ชัดเจน ขนาดใบเล็กลง ต้นแคระแกร็น หรือยอดแห้งตาย ส่วนอาการที่เกิดจากเชื้อไวรัส PVY ใบมันฝรั่งจะมีอาการใบบิดเบี้ยว ปลายใบม้วนลง ใบด่างเห็นได้ชัด ต้นแคระแกร็น เส้นใต้ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ใบด่าง และลักษณะอาการที่เกิดจากเชื้อไวรัส PVS มักไม่พบอาการให้เห็นชัดเจนบนต้น แต่มันฝรั่ง

บางพันธุ์พบอาการด่าง ใบย่น ต้นแคระแกร็น หรือเกิดจุดแผลแห้งที่ใบ (ภาพที่ 7.10)

การป้องกันกำจัด ใช้หัวพันธุ์ปลอดโรค ถ้าพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง ควบคุมและกำจัดแมลงพาหะ โดยเฉพาะเพลี้ยอ่อน โดยใช้สารกำจัดแมลง ได้แก่ คาร์โบซัลแฟน 20% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อิมิดาโคลพริด 5% SE อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และคาร์บาริล 85% WP อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกำจัดวัชพืชสม่ำเสมอ

ภาพที่ 7.10 โรคใบด่างของมันฝรั่ง

7.2.4 โรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอย (root–knot nematode)

สาเหตุ ไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*)

ลักษณะอาการ รากมีลักษณะเป็นปุ่มปม หัวมันฝรั่งที่เป็นโรคมีลักษณะขรุขระเป็นปุ่มปมคล้ายหูด เมื่อผ่าดูจะพบแผลลักษณะฉ่ำน้ำ (ภาพที่ 7.11)

การป้องกันกำจัด ใช้หัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรคจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ พักแปลง และกำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัย การหมั่นไถพลิกดินตากแดดหลาย ๆ ครั้ง กำจัดเศษซากพืชที่เป็นโรคออกจากพื้นที่ และนำไปทำลาย ใช้ปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด อัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่ โดยหว่านแล้วไถกลบในระยะออกดอกร้อยละ 50 ทิ้งไว้ 15 วัน ก่อนปลูกมันฝรั่ง ใช้ระบบปลูกพืชหมุนเวียน โดยใช้พันธุ์พืชต้านทาน หรือพืชที่ไม่ใช่พืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม ใช้ชีวภัณฑ์

ได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี อัตรา 220 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมกับปุ๋ยรองพื้นโรยพร้อมปุ๋ยก่อนปลูกมันฝรั่ง

ภาพที่ 7.11 โรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอยของมันฝรั่ง

7.2.5 แมลงทำลายต้นมันฝรั่ง (insect pests)

1) หนอนกระทู้ (cutworm)

ชื่อวิทยาศาสตร์ หนอนกระทู้หอม (beet armyworm) : *Spodoptera exigua* (Hübner), หนอนกระทู้ผัก (common cutworm) : *S. litura* (Fabricius) และหนอนกระทู้กัดต้น (black cutworm) : *Agrotis ipsilon* (Hufnagel)

การเข้าทำลาย หนอนกัดกินใบพืช กัดกินต้น และทำลายหัวมันฝรั่ง (ภาพที่ 7.12) สร้างความเสียหายมากในช่วงใกล้เก็บเกี่ยว และเจาะทำลายหัวในบางพื้นที่

การป้องกันกำจัด ดูแลแปลงให้สะอาดอยู่เสมอ เพื่อทำลายที่อยู่อาศัยของหนอน ไถพรวนตากหน้าดิน หรือปล่อยน้ำท่วมแปลง เพื่อกำจัดดักแด้ก่อนเตรียมแปลงปลูก เมื่อพบตัวหนอน หรือกลุ่มไข่ในแปลงให้เก็บ และนำออกมาทำลายนอกแปลงด้วยวิธีฝังกลบ ใช้ชีวภัณฑ์ ได้แก่ เชื้อไวรัสเอ็นพีวี (Nuclear Polyhedrosis Virus; NPV) และเชื้อบีที (*Bacillus thuringiensis*) ใช้สารกำจัดแมลง ได้แก่ คลอร์ฟีนาเพอร์ (chlorfenapyr) 10% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อีมาเมกตินเบนโซเอต (emamectin benzoate) 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และคลอร์ฟีนาเพอร์ 10% SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

ควรพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเมื่อพบการระบาด สลับการใช้สารตามกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ เพื่อชะลอความต้านทานของแมลงศัตรูพืชต่อสารกำจัดแมลง

(ก) หนอนกระทู้หอม

(ข) หนอนกระทู้ผัก

ภาพที่ 7.12 หนอนกระทู้เข้าทำลายใบและหัวมันฝรั่ง

2) หนอนเจาะหัวมันฝรั่ง (potato tuber moth)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Phthorimaea operculella* (Zeller)

การเข้าทำลาย หนอนเจาะทำลายหัวในระยะปลูก ระบาดมากในระหว่างการเก็บรักษา เนื้อเยื่อบริเวณที่หนอนผีเสื้อเจาะทำลาย จะเหี่ยวเนื่องจากการสูญเสียน้ำ ทำให้เกิดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ (ภาพที่ 7.13)

การป้องกันกำจัด ใช้หัวพันธุ์ปลอดการเจาะทำลาย ปลูกหัวพันธุ์ลึกมากกว่า 10 เซนติเมตร ใช้กับดักฟีโรโมน เพื่อล่อตัวเต็มวัย เก็บเกี่ยวตรงเวลา เก็บผลผลิตให้หมดจากแปลง และควรติดตาข่ายกันแมลงรอบโรงเก็บ ปลูกพืชหมุนเวียน เพื่อตัดวงจรการระบาด ใช้สารกำจัดแมลง ได้แก่ คาร์บาริล 85% WG อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร คาร์โบซัลแฟน 20% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และอิมิดาโคลพริด 10% SL อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

การเก็บรักษาหัวพันธุ์ คัดเลือกหัวมันฝรั่งที่ไม่มีการทำลาย หรือเน่าเสีย พ่นสารกำจัดแมลงบนกองมันฝรั่งที่เก็บรักษาทุก 1 เดือน หากพบการทำลายจึงใช้สารกำจัดแมลงเพื่อหลีกเลี่ยงการต้านทาน ควรใช้สารกำจัดแมลงแบบสลับกลุ่ม

ภาพที่ 7.13 หนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง (Wale *et al*., 2008)

3) หนอนแมลงวันชอนใบ (leaf miner flies)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Liriomyza brassicae* (Riley)

การเข้าทำลาย ตัวเต็มวัยวางไข่ในเนื้อเยื่อของใบพืช มีสีใส กลมรี หลังจากนั้นจะฟักเป็นตัวหนอน และจะชอนไชกัดกินใต้ผิวใบเป็นทางคดเคี้ยว และใบส่วนที่ถูกทำลายจะเหี่ยวแห้งเป็นสีน้ำตาล ลำตัวหนอนยาว 3–4 มิลลิเมตร และใสจนสามารถมองเห็นอวัยวะภายในได้ ตัวเต็มวัยจะเป็นแมลงวันขนาดเล็ก (ภาพที่ 7.14)

การป้องกันกำจัด ใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองดักจับตัวเต็มวัยในแปลงปลูก อัตรา 60–80 กับดักต่อไร่ นำเศษใบพืชที่ถูกหนอนแมลงวันชอนใบเข้าทำลาย ออกไปเผาทำลายนอกแปลง ใช้ชีวภัณฑ์ ได้แก่ เชื้อบีที และไส้เดือนฝอย ใช้สารกำจัดแมลง ได้แก่ ฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สไปนีโทแรม 12% SC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ไดโนทีฟูแรน (dinotefuran) 10% WG อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เดลทาเมทริน (deltamethrin) 3% EC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และอีมาเมกตินเบนโซเอต 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ควรพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเมื่อพบการระบาดของหนอนแมลงวันชอนใบ และควรพ่นสารสลับกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์เพื่อชะลอความต้านทานของแมลงศัตรูพืชต่อสารกำจัดแมลง

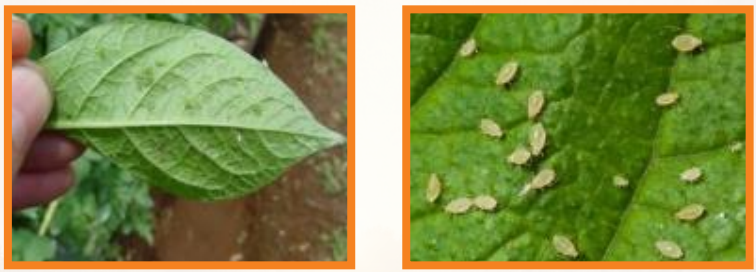
ภาพที่ 7.14 หนอนแมลงวันชอนใบเข้าทำลายมันฝรั่ง

4) เพลี้ยอ่อน (aphid)

ชื่อวิทยาศาสตร์ เพลี้ยอ่อนลูกท้อ : *Myzus persicae* (Sulzer) และเพลี้ยอ่อนฝ้าย : *Aphis gossypii* (Glover)

การเข้าทำลาย เพลี้ยอ่อนจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนยอด ใบอ่อน จะขับถ่ายน้ำหวานออกมาทำให้เป็นแหล่งอาหารของมด มดจะนำพาเพลี้ยอ่อนไปยังต้นอื่น ๆ จึงทำให้พืชแสดงอาการใบเหลือง บิดเบี้ยว เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสได้ (ภาพที่ 7.15)

การป้องกันกำจัด หมั่นสำรวจแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ กำจัดมดที่เป็นพาหะเมื่อพบการระบาดของเพลี้ยอ่อน ใช้สารกำจัดแมลง ได้แก่ คาร์โบซัลแฟน 20% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อิมิดาโคลพริด 5% SE อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และคาร์บาริล 85% WP อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เริ่มพ่นสารกำจัดแมลงเมื่อพบการระบาดของเพลี้ยอ่อน



ภาพที่ 7.15 เพลี้ยอ่อนเข้าทำลายใบมันฝรั่ง

5) เพลี้ยไฟ (thrips)

ชื่อวิทยาศาสตร์ เพลี้ยไฟฝ้าย (cotton thrips) : *Thrips palmi* (Karny), เพลี้ยไฟพริก (chili thrips) : *Scirtothrips dorsalis* (Hood)

การเข้าทำลาย ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนยอดอ่อนและใบพืช (ภาพที่ 7.16) ส่วนที่ถูกทำลายจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง ผิวใบกร้าน และแกร็น ทำให้พืชหยุดชะงักการเจริญเติบโต

การป้องกันกำจัด หมั่นสำรวจแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ ใช้สารกำจัดแมลง ได้แก่ สไปนีโทแรม 12% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อีมาเมกตินเบนโซเอท 1.92% EC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อะบาเมกติน (abamectin) 1.8% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อิมิดาคลอพริด 70% WG อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นสารสลับกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ โดยใช้รอบการหมุนเวียนทุก 14 วัน พ่นเมื่อพบเพลี้ยไฟในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ระบาดมากกว่า 5 ตัวต่อยอด

ภาพที่ 7.16 เพลี้ยไฟเข้าทำลายมันฝรั่ง

6) ไรศัตรูพืช (pest mites)

ชื่อวิทยาศาสตร์ ไรสองจุด (two spotted spider mite) : *Tetranychus urticae* (Koch) และไรขาวพริก (broad mite) : *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)

การเข้าทำลาย ทั้งตัวอ่อน และตัวเต็มวัยของไรดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณยอดอ่อน และผิวใบ ทำให้เกิดเป็นจุดปะสีขาวกระจายอยู่ทั่วบนใบ แผ่ขยายออกไปเป็นบริเวณกว้าง จนใบมีอาการขาวซีด และมีคราบสีขาวเกาะติดเป็นผงขาวคล้ายฝุ่น หากมีไรเข้าทำลายเป็นปริมาณมาก และต่อเนื่อง จะทำให้ใบร่วง และ มีผลกระทบต่อการออกดอก และติดผล (ภาพที่ 7.17)

การป้องกันกำจัด กำจัดวัชพืชบริเวณรอบ ๆ แปลง ซึ่งอาจจะเป็นแหล่งหลบซ่อนของไร หมั่นสำรวจแปลงอยู่เสมอ หากพบไรที่ยังมีชีวิต 5 ตัวต่อใบ และใบแก่ถูกทำลายมากกว่าร้อยละ 25 ต่อต้น แสดงว่าใบถูกทำลายให้ดำเนินการควบคุมทันที ใช้แมลงศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ ไรตัวห้ำ (*Amblyseius longispinosus*) ปล่อยไรตัวห้ำ 2-5 ตัวต่อต้น เมื่อพบไรศัตรูพืชเริ่มเข้าทำลาย โดยปล่อยเป็นระยะ ๆ ห่างกันครั้งละประมาณ 2 สัปดาห์ ใช้สารกำจัดไร ได้แก่ อะมิทราซ (amitraz) 20% EC อัตรา 40-60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสไปโรมีซิเฟน (spiromesifen) 24% SC อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อพบการระบาดให้ฉีดพ่นทั้งต้นโดยเฉพาะบริเวณยอด บริเวณจุดที่เกิดการระบาด และบริเวณใกล้เคียง โดยพ่น 2 ครั้ง ห่างกัน 5 วัน และพ่นซ้ำเมื่อพบการระบาด

(ก) ไรสองจุด (ข) ไรขาวพริก

ภาพที่ 7.17 ไรศัตรูพืชเข้าทำลายมันฝรั่ง

7) แมลงหวี่ขาวยาสูบ (tobacco whitefly)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bemisia tabaci* (Gennadius)

การเข้าทำลาย ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใต้ใบ และเป็นพาหะของเชื้อไวรัสใบหงิก (tobacco leaf curl virus) ทำให้ใบเหลือง เหี่ยวร่วง และต้นตายได้ และแมลงหวี่ขาวยังปล่อยมูลเป็นสารเหนียว ทำให้ใบสกปรกเป็นแหล่งเพาะเชื้อราดำ (ภาพที่ 7.18)

การป้องกันกำจัด หมั่นสำรวจแปลงอยู่เสมอ กำจัดวัชพืชบริเวณรอบ ๆ แปลง ใช้สารกำจัดแมลง ได้แก่ ไพมีโทรซีน (pymetrozine) 50% WG อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร บูโพรเฟซิน (buprofezin) 40% SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อะซีทามิพริด (acetamiprid) 20% SP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ไดโนทีฟูแรน 10% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และไวท์ออยล์ (white oil) 67% EC อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นให้ทั่วโดยเฉพาะใบล่างเมื่อพบการระบาด ควรพ่นสารกำจัดแมลงทุก 5 วัน พ่น 2-3 ครั้งติดต่อกัน เมื่อพบการระบาด

ภาพที่ 7.18 แมลงหวี่ขาวยาสูบเข้าทำลายมันฝรั่ง (The University of Minnesota, 2013; Chandel *et al.*, 2010)

ตารางที่ 7.1 การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูมันฝรั่ง

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราการใช้ต่อน้ำ 20 ลิตร
วัชพืช	ควบคุมการงอกของวัชพืช	เมทริบูซิน (metribuzin 75%)	ไทอาซีน (triazine)	30 ก.
		2,–4–ดี โซเดียม ซอลต์ (2,4–D sodium salt)	(phenoxycarboxylic acid)	30–40 ก.
โรค	โรคใบไหม้ (late blight)	แมนโคเซบ (mancozeb)	ไดไทโอคาร์บาเมท (dithiocarbamates)	50 ก.
		เมทาแลกซิล (metalaxyl)	ฟีนิลลาไมด์ (phenylamide)	30–50 ก.
		แมนโคเซบ + เมทาแลกซิล-เอ็ม (metalaxyl–M 64% + mancozeb 4%) 68% WP	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.

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราการใช้ต่อน้ำ 20 ลิตร
		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.
	โรครา–ลำต้นเน่า, ราน้ำค้าง (downy mildew)	แมนโคเซบ + เมทาแลกซิล-เอ็ม (metalaxyl–M 64% + mancozeb 4%) 68% WP	ไดไทโอคาร์บาเมท + ฟีนิลลาไมด์ (dithiocarbamates + Phenylamide)	30–50 ก.
		ไดฟีโนโคนาโซล (difenoconazole)	ไทอาโซล (Triazole)	30–50 ก.

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราการใช้ต่อน้ำ 20 ลิตร
		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 (root-knot nematode)	ไดโนทีฟูแรน (dinotefuran)	4A สารนีโอนิโคตินอยด์ (neonicotinoids)	5 ก./ต้น (รองพื้น)
		ฟิโปรนิล (fipronil)	2B สารฟีนีลไพราโซล (phenylpyrazoles)	5 ก./ต้น (รองพื้น)
		คาร์โบฟูแรน (carbofuran)	1A คาร์บาเมท (carbamate)	10 ก./ต้น (รองพื้น)
		ใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* หรือ *Paecilomyces lilacinus* (ระดับความเข้มข้น $1x10^6$ สปอร์/มิลลิลิตร)		50 มล.
แมลง		คาร์บาริล (carbaryl) 85% WP	1A คาร์บาเมท (carbamate)	30 ก.

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราการใช้ต่อน้ำ 20 ลิตร
	หนอนเจาะหัวมันฝรั่ง (potato tuber moth)	คาร์บาริล (carbaryl) 43.4% FL	1A คาร์บาเมท (carbamate)	46 มล.
		อีทริมฟอส (etrimfos) 50% EC	1B ออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate)	20 มล.
		คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) 20% EC	1A คาร์บาเมท (carbamate)	20 มล.
	เพลี้ยไฟ (thrips)	อิมิดาคลอพริด (imidacloprid) 10% EC	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	20 มล.
		สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% SC	5 สไปโนซิน (spinosyns)	30 มล.
		ฟิโปรนิล (fipronil) 5% SC	2B สารฟีนีลไพราโซล (phenylpyrazoles)	40 มล.
		อีมาเมกติน เบนโซเอท (ematectin benzoate) 1.92% EC	6 อะเวอร์เม็กติน (avermectin)	30 มล.
		ไทอะมีทอกแซม (thiamethoxam) 25% WG	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	5 ก.
		อิมิดาคลอพริด (imidacloprid) 10% SL	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	20 มล.
	แมลงปากดูดอื่น ๆ เช่น เพลี้ยอ่อน (aphid)	คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) 20% EC	1A คาร์บาเมท (carbamate)	50 มล.
		คาร์บาริล (carbaryl)	1A คาร์บาเมท (carbamate)	50 มล.
		ฟิโปรนิล (fipronil) 5% SC	2B สารฟีนีลไพราโซล (phenylpyrazoles)	20 มล.
		อิมิดาคลอพริด (imidacloprid)	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	20 มล.
		หรือ ไทอะมีทอกแซม (thiamethoxam) 25% WG	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	5 ก.

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราการใช้ต่อน้ำ 20 ลิตร
		แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) 2.5% EC	3A สารไพรีทริน (pyrethrins) และไพรีทรอยด์ (pyrethroids)	20 มล.
		อีมาเมกติน เบนโซเอท (ematectin benzoate) 1.92% EC	6 อะเวอร์เม็กติน (avermectin)	30 มล.
		พิริมิฟอส-เมธิล (pirimiphos-methyl) 50% EC	1B สารออร์แกนโนฟอสเฟต (organophosphates)	40 มล.
	หนอนใยผัก (diamondback moth), วงศ์หนอนกระทู้ (cutworm)	ไซเพอร์เมทริน (cypermetthrin)	3A สารไพรีทริน (pyrethrins) และไพรีทรอยด์ (pyrethroids)	30 มล.
		อะบาเม็กติน (abamectin)	6 อะเวอร์เม็กติน (avermectin)	30 มล.
		อิมิดาคลอพริด (imidacloprid)	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	30 มล.
		คลอแรนทรานิลิโพรล (chlorantraniliprole) 5.17% SC	28 ไดอะไมด์ (diamides)	30 มล.
		อีมาเมกติน เบนโซเอท (ematectin benzoate) 1.92% EC	6 อะเวอร์เม็กติน (avermectin)	20 มล.
		ลูเฟนนูรอน (Lufennuron) 5% EC	15 เบนโซอิลยูเรีย (benzoylurea)	10 มล.
		คลอร์ฟีนาเพอร์ (chlorfenapyr) 10% SC	13 Arylpyrrole	30 มล.
		คลอฟลูอาซูรอน (chlorfluazuron) 5% EC	15 เบนโซอิลยูเรีย (benzoylurea)	20 มล.

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราการใช้ต่อน้ำ 20 ลิตร
		อินด็อกซาคาร์บ (indoxacarb) 15% EC	22A อ๊อกซาไดอะซีน (Oxadiazines)	15 มล.
		เดลต้าเมทริน (deltamethrin) 3% EC	3A สารไพรีทริน (pyrethrins) และไพรีทรอยด์ (pyrethroids)	30 มล.
	แมลงวันหนอนชอนใบ (leaf miner flies)	ฟิโพรนิล (fipronil) 5% SC	2B สารฟีนีลไพราโซล (phenylpyrazoles)	20 มล.
		สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% SC	5 สไปโนซิน (spinosyns)	10 มล.
		ไดโนทีฟูแรน (dinotefuran) 10% WP	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	10 ก./น้ำ 20 ล.
		เดลทาเมทริน (deltamethrin) 3% EC	3A สารไพรีทริน (pyrethrins) และไพรีทรอยด์ (pyrethroids)	10 มล.
		อีมาเมกติน เบนโซเอท (ematectin benzoate) 1.92% EC	6 อะเวอร์เม็กติน (avermectin)	20 มล.
	ไร (mite)	สไปโรมีซิเฟน (spiromesifen) 24% SC	23 กรดเตโตรนิก (tetronic acid)	6 มล.
		ไบฟีนาเสท (bifennazate) 48% SC	20D ไบฟีนาเซท (bifenazate)	5 มล.
		ไซฟลูมีโทเฟน (cyflumetofen) 20% SC	25A อนุพันธุ์ของ beta-ketonitrile	10 มล.
		ทีบูเฟนไพแรด (tebufenpyrad) 36% EC	21A เอ็มอีทีวัน อะคาริไซด์(METI acaricides)	5 มล.
		โพรพาร์ไกต์ (propagite) 30% WP	12C โพรพาไกท์ (propagite)	30 มล.

ชนิด	การป้องกันศัตรูพืช	สารเคมี	กลุ่มสาร	อัตราการใช้ต่อน้ำ 20 ลิตร
		เฟนไพรอกซิเมต (fenpyroximate) 5% SC	21A เอ็มอีทีวัน อะคาริไซด์(METI acaricides)	20 มล.
		ไพริดาเบน (pyridaben) 20% WP	21A เอ็มอีทีวัน อะคาริไซด์(METI acaricides)	20 มล.
	แมลงหวี่ขาวยาสูบ (tobacco whitefly)	สไปโรเตตระเมท (spirotetramat) 15% OD	23 กรดเตโตรนิก (tetronic acid)	20 มล.
		บูโพรเฟซิน (buprofezin) 25% WP	16 ไทยอะเดียซิน (thiadiazin)	40 มล.
		ไทอะมีทอกแซม (thiamethoxam) 25% WG	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	6 ก.
		อิมิดาคลอพริด (imidacloprid) 10% SL	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	20 มล.
		อะซีทามิพริด (acetamiprid) 20% SP	4A นีโอนิโคทินอยด์ (neonicotinoid)	10 ก.
	แมลงต่าง ๆ	สารเพิ่มประสิทธิภาพ 10–15%		30 มล.
		สารน้ำมันปิโตรเลียมเสปรย์ออย (นิโอฟอร์ม)		30 มล.

ที่มา: ปรับปรุงจาก กรรณิการ์ (2544); สุรชาติ (2546); กลุ่มกีฏและสัตววิทยา (2551); ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (2556); มนตรี และคณะ (2554); ธิติยา และคณะ (2555); อรทัย (2559ก); สุภราดา และคณะ (2564); สุเมธ (2564)

วิธีการผสมสารเคมี

1. อามิทราซ ผสมกับ ซีเนบ มาเนบ และแมนโคเซบได้ แต่ผสมกับไทแรมไม่ได้
2. คาร์บาริล ผสมกับ ไดเมโทเอต อาจเกิดอันตรายกับ ถั่วเหลือง และมะเขือเทศ
3. คาร์บาริล ผสมกับ ไดเมโทเอต หรือมาลาไทออนอาจเป็นอันตรายต่อฝ้ายได้
4. คาร์บาริล ผสมกับ ปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ อาจเกิดอันตรายต่อ แอปเปิลได้
5. คาร์บาริล ผสมกับ แคปทาฟอล ทำให้ผลมะเขือเทศอ่อนเป็นจุด ในช่วงฤดูร้อนหรือขาดน้ำ
6. หลังพ่น ซัลเฟอร์ (ผง) 2 สัปดาห์ จึงจะพ่น ไดโคฟอล ได้
7. ไดโคฟอล ผสมกับ แคปแทน ในรูปผงได้
8. อย่าผสม ไดเมโทเอต กับ ปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ พ่นบนไม้ประดับ
9. มาลาไทออน ผสมกับ แคปแทน ในรูปผงเท่านั้น
10. ควรผสมมาลาไทออน กับ ไอโพรไดโอน ในเครื่องพ่นที่มีระบบกวน และรีบพ่นทันที
11. อย่าผสม เบโนมิล และ แคปแทน พ่นส้ม
12. เบโนมิล ผสมกับ มาเนบ และแมนโคเซบ แต่ไม่จำเป็นต้องผสมกับไทแรม
13. ต้องผสมสารจับใบ ตามที่ระบุบนฉลาก
14. หลังการผสมสารต้องใช้ภายใน 6 ชั่วโมง
15. หลังการผสมสารต้องรีบใช้ทันที
16. อย่าผสม ไอโพรไดโอน (สูตรน้ำ) กับ คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ พ่นบนมันฝรั่ง
17. อย่าผสมสารที่มีส่วนประกอบของทองแดง (คอปเปอร์) กับ ไทแรม
18. สารฮอร์โมนพืช (growth regulators) สารประกอบของ แนฟทาลีนแอซิทิก, แนฟทาลีนแอซิทามีน และ phenoxy ส่วนใหญ่ เช่น NAA สามารถเข้ากับสารฆ่าแมลงและสารป้องกันโรคพืชได้ ยกเว้นสารที่มีฤทธิ์เป็นด่าง

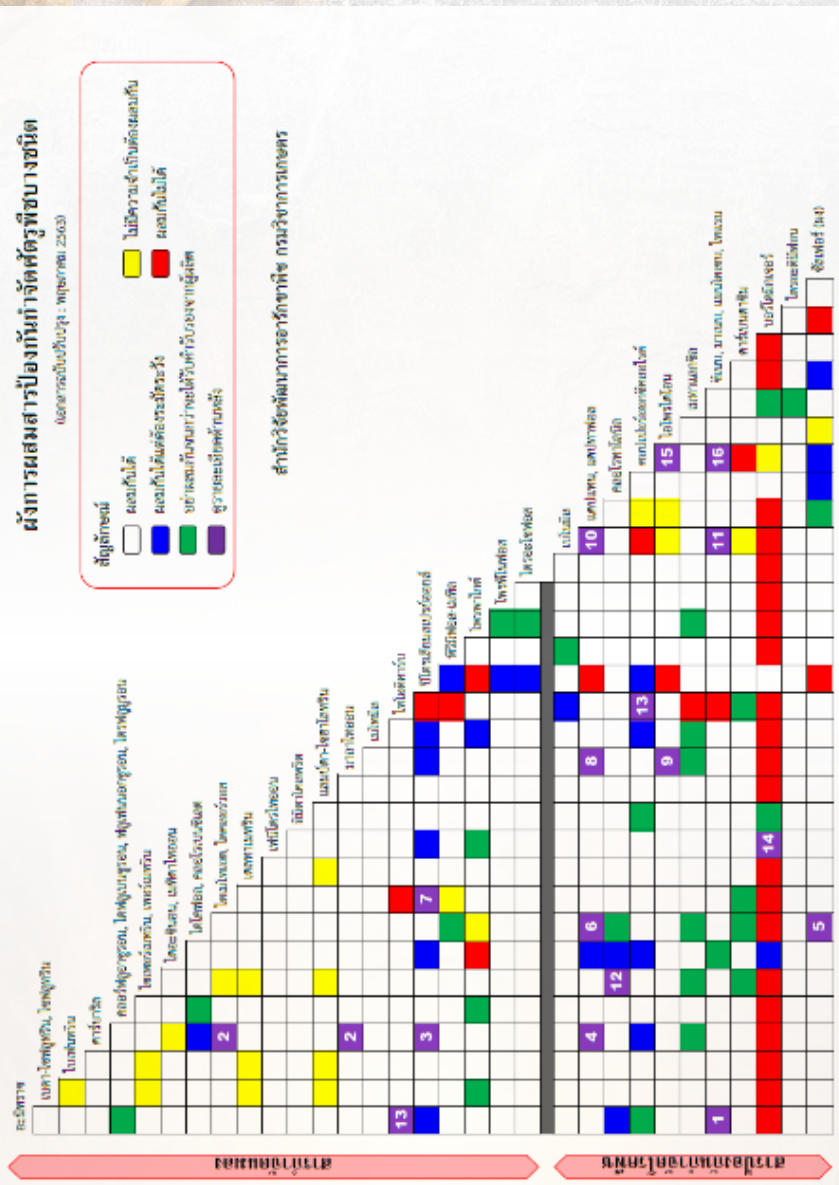
มาก หากจำเป็นต้องแยกพ่นทีละชนิด หรือใช้ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

19. สารปฏิชีวนะให้ผลดีที่สุดเมื่อไม่ผสมกับสารชนิดอื่น ๆ เช่น สเตรปโตมัยซิน, แอกริ-สเตรป และแอกริมัยซินสามารถผสมได้กับ ไดเมโทเอต, แคปแทน และ ซัลเฟอร์ (ผง) แต่ห้ามผสมกับ บอร์โดมิกเจอร์ หรือสารที่มีฤทธิ์เป็นด่างมาก
20. ไวรัสเอ็นพีวี (Nuclear Polyhedrosis Virus หรือ NPV) สามารถผสมกับสารฆ่าแมลงได้ทุกชนิด โดยเฉพาะสารที่มีประสิทธิภาพในการทำลายไข่ เช่น คลอร์ไดมีฟอร์ม และเมโทมิล เป็นต้น
21. แบคทีเรียบีที (*B. thuringiensis* หรือ *Bt*) โดยส่วนใหญ่สามารถเข้ากับสารฆ่าแมลง และสารป้องกันโรคพืชได้เมื่อผสมแล้วควรพ่นทันที ยกเว้นสารเหล่านี้ คือ อามิทราซ, อะซิน ฟอสเมทิล, แคปทาฟอล, ไดเมโทเอต, ไดโนแคป, ไอโซโปรคาร์บ, เฟนโทเอต, โฟซาโลน และบอร์โดมิกเจอร์
22. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชปรากฏบนผังการผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชบางชนิด (ภาพที่ 7.19) เป็นชื่อสามัญทั้งหมด
23. ผังการผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชบางชนิด (ภาพที่ 7.19) นี้ไม่ใช่เป็นการแนะนำให้ใช้ แต่เป็นเอกสารที่รวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ การผสมสารบางอย่างอาจจะเกิดอันตรายต่อมนุษย์สัตว์ และพืชได้

ข้อควรระวัง

1. การผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่าง ๆ อาจแตกต่างจากผังการผสมนี้ เนื่องจากสูตรของสารเหล่านั้น ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด
2. อย่าผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในสภาพที่เป็นด่างจัด ซึ่งอาจรวมถึงการผสมปุ๋ยบางชนิดที่ละลายแล้วมีสภาพเป็นด่าง

(สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2563)



ภาพที่ 7.19 ผังการผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชบางชนิด (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2563)

7.3 วิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management; IPM หรือ Integrated Pest Control; IPC)

หมายถึง การลดปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืช โดยการเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ ในการควบคุมป้องกันกำจัดศัตรูพืช ภายหลังได้ทำการศึกษา และเข้าใจอย่างถูกต้องเกี่ยวกับวงจรชีวิตของศัตรูพืช ตลอดจนนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการตระหนักถึงความสำคัญทางเศรษฐกิจ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการนำระบบการจัดการศัตรูพืชที่รวมเอาเทคนิคในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชตั้งแต่ 2 วิธีมาใช้ร่วมกัน โดยระบบการจัดการจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงประชากรของศัตรูพืชกับสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคนิค และวิธีการที่เหมาะสมมาผสมผสานเพื่อลดปริมาณศัตรูพืชให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ

การนำวิธีควบคุมศัตรูพืชมาใช้รวมกันอย่างเหมาะสม เหมาะกับสถานการณ์ศัตรูพืช และระบบนิเวศของแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ได้ผลผลิตมันฝรั่งที่มีคุณภาพดี เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีวิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

1) การใช้กฎระเบียบ คือ การนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากต่างประเทศต้องปลอดโรค โดยผ่านกฎระเบียบของทางราชการ และกลุ่มสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งต้องใช้หัวพันธุ์ปลอดโรคของบริษัท หรือสหกรณ์ โดยการทำสัญญาข้อตกลงทางการตลาดระหว่างบริษัทกับเกษตรกร

2) การใช้ชีววิธี คือ การใช้พันธุ์ที่ทนทานต่อโรคใบไหม้ เช่น พันธุ์เชียงใหม่ 1 และพันธุ์เชียงใหม่ 2 การใช้ตัวห้ำ-ตัวเบียน การใช้สารสกัดชีวภาพ การใช้เชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ ไส้เดือนฝอยชนิดผงกำจัดแมลงศัตรูพืช เชื้อไวรัสเอ็นพีวี และแบคทีเรียบาซิลลัส ซับติลิส ควบคุมโรคเหี่ยวเขียวในดิน การใช้แบคทีเรียบาซิลลัส ทูริงเยนซีส เพื่อกำจัดหนอนกระทู้ การใช้เชื้อราไตรโครเดอร์มาเพื่อป้องกันโรคเหี่ยวในดิน การใช้เห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีควบคุมโรครากปมจากไส้เดือนฝอยรากปม และการใช้โปรโตซัวกำจัดหนู

3) การใช้วิธีกล คือ การกำจัดต้นมันฝรั่งที่เป็นโรค โดยการเผาทำลาย การใช้กับดักแสงไฟ กับดักกาวเหนียวล่อทำลายแมลง และการปลูกมันฝรั่งในมุ้งไนล่อน (ภาพที่ 7.20)

4) การใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง การใช้สารเคมีทุกชนิดควรมีการสำรวจโรคแมลงที่ทำความเสียหายระดับเศรษฐกิจ ก่อนการใช้สารเคมี ควรตรวจสอบเชื้อไวรัส และเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยว ด้วยชุดตรวจสอบแบคทีเรีย (GLIFT Kit–bacteria detection on potato) และชุดตรวจสอบไวรัส (GLIFT Kit–virus detection on potato) ของกรมวิชาการเกษตร

การใช้วิธีเขต กรรม ได้แก่ การปลูกพืชในช่วงเวลาที่เหมาะสม เช่น การปลูกข้าวก่อนปลูกมันฝรั่ง เพื่อตัดวงจรชีวิตโรค แมลง และไส้เดือนฝอยของมันฝรั่ง การปฏิบัติในแปลงโดยไม่ระบายน้ำจากแปลงมันฝรั่งที่เป็นโรคให้ไหลผ่านต่อไปยังแปลงอื่น ๆ การไม่ปลูกมันฝรั่งสลับกับพืชวงศ์เดียวกัน เช่น พริก มะเขือเทศ ยาสูบ และขิง เป็นต้น เพราะโรคแมลงของพืชวงศ์ดังกล่าว สามารถติดต่อถึงกันได้ หรือการปลูกพืชหมุนเวียน (สุวรรณ, 2544; สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2564)

ภาพที่ 7.20 การใช้กับดักกาวล่อทำลายหนอนชอนใบ

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม. 2544. การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงกับเพลี้ยไฟมันฝรั่ง. รายงานผลงานวิจัยกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

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

ธิติยา สารพัฒน์ มนตรี เอี่ยมวิมังสา และไตรเดช ข่ายทอง. 2555. การจัดการโรครากปมของฝรั่ง, หน้า 611-616 *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตรกรุงเทพฯ.

พิสมัย ชวลิตวงษ์พร. 2541. แมลงศัตรูมันฝรั่ง, หน้า 24-40 *ใน* เอกสารวิชาการมันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

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

วงศ์ บุญสืบสกุล. 2541 ก. มันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ, หน้า 48-55. *ใน* เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 22. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

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

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2556. โครงการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อทดแทนการนำเข้า เสนอเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนปรับโครงสร้างการผลิต (FTA). สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 25 หน้า.

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

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2563. ผังการผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชบางชนิด. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 2 หน้า.

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2564. เอกสารวิชาการ ชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 230 หนา.

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

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ และศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา. 2564. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-

สัตว์ศัตรูพืชอย่างปลอดภัย งานวิจัย ปี 2564. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและ สัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 280 หน้า.

สุเมธ พากเพียร. 2564. ตารางการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในมันฝรั่ง. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 3 หน้า

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

สุรชาติ คูอาริยะกูล. 2546. ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชบางชนิด ในการควบคุมโรคใบไหม้ของมันฝรั่งในฤดูฝน, หน้า 25-42 *ใน* รายงานความก้าวหน้า โครงการวิจัยการผลิตมันฝรั่งในฤดูฝน. โครงการวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

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

อรทัย วงค์เมธา. 2559 ก. งานนำเสนอ เรื่อง โรค แมลงศัตรูมันฝรั่งและการป้องกันกำจัด. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 94 หน้า.

Anonymous. 1995. Potatoes–Bacterial Wilt. Available : http://www.depi.vic.gov.au/ agriculture–and– food/ pests– diseases– and– weeds/ plant– diseases/ vegetable/ potato–diseases/potatoes–bacterial–wilt. Note Number: AG0314 [accessed on January 10, 2023].

Chandel, R. S., D. K. Banyal, B. P. Singh, K. Malik and B. S. Lakra. 2010. Integrated management of whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) and potato apical leaf curl virus in India. *European Potato Journal* 53(2) : 129-139.

Coutts, Brenda. 2018. Potato leafroll virus in potato crops. Department of Primary Industries and Regional Development, Agriculture and Food division, Western Australia. Available: https://www.agric.wa.gov.au/potato-leafroll-virus-potato-crops [accessed on June 7, 2021].

Im, J. S. 2014. Seed potato production, pp. 55–88. *In* 2014 KOPIA Group Training on Seed Potato Production, June 16– 27, 2014. Highland Agriculture Research Center, Rural Development Administration (RDA).

The University of Minnesota. 2013. Sweet potato whitefly. College of Food, Agricultural and Natural Resource Sciences, University of Minnesota. Available : http://cues.cfans.umn.edu/ old/inter/inmine/Whitefsp.html. [accessed on October 19, 2022].

Wale, S., B. Platt and N. D. Cattlin. 2008. Diseases, pests and disorders of potatoes. Manson Publishing Ltd., London. UK. 176 pp.

บทที่ 8
การขาดธาตุอาหารพืชและลักษณะอาการเป็นพิษในมันฝรั่ง

โดยทั่วไปการปลูกมันฝรั่งจะต้องมีการปรับปรุงดินให้มีความเหมาะสมก่อนการปลูก ด้วยการไถพรวน และปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน เพื่อเพิ่มประโยชน์ของธาตุอาหารที่มีต่อมันฝรั่ง โดยการนำดินไปวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูง แต่ในการปฏิบัติดูแลรักษาอาจมีบางปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ทำให้ธาตุอาหารบางอย่างอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช หรือขาดการบำรุงโดยไม่มีการเพิ่มธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืชลงไปในดิน ดังนั้นการปลูกมันฝรั่งอาจพบปัญหาพืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารในพื้นที่ปลูก

8.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง

ธาตุอาหารมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง ประกอบด้วย **ธาตุอาหารหลัก (macronutrient elements)** เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) **ธาตุอาหารรอง (secondary nutrients)** เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการรองลงมา ได้แก่ แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) **ธาตุอาหารเสริม หรือจุลธาตุ (micronutrient elements)** เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ ได้แก่ เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), คลอรีน (Cl), สังกะสี (Zn), โบรอน (B), แมงกานีส (Mn) และโมลิบดีนัม (Mo)

ถ้าหากต้นมันฝรั่งได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ พืชจะแสดงอาการขาดธาตุอาหาร (deficiency symptoms) แต่หากได้รับมากเกินไปพืชจะแสดงอาการเป็นพิษ (toxicity symptoms) ในกรณีรุนแรงอาจทำให้ต้นตายได้

8.2 ลักษณะการขาดธาตุอาหารและอาการเป็นพิษในมันฝรั่ง

1. ไนโตรเจน (N) มีความสำคัญต่อการเจริญของใบและหัว

อาการขาด: การเจริญเติบโตหยุดชะงัก ใบมีสีเหลืองซีดจากการขาดคลอโรฟิลล์ โดยเฉพาะบริเวณใบแก่ ใบอ่อนจะยังคงมีสีเขียวนานกว่า (ภาพที่ 8.1)

อาการเป็นพิษ: พืชมีสีเขียวเข้มร่วมกับอาการเฉือใบ ระบบรากถูกจำกัด ในมันฝรั่งจะมีหัวเล็กลง การออกดอกออกผลของพืชจะช้าลง (พืชแก่ช้า) (Yara, 2018)

2. ฟอสฟอรัส (P) พืชต้องการมากในช่วงแรกของการเจริญเติบโต เพื่อกระตุ้นการเกิดรากและหัว มีความสำคัญมากในช่วงลงหัวของมันฝรั่ง

อาการขาด: พืชจะแคระแกร็น และมีสีเขียวเข้ม เกิดในใบแก่และทำให้พืชแก่ช้า (ภาพที่ 8.2)

อาการเป็นพิษ: บางครั้งอาการที่ปรากฏจะคล้ายกับอาการขาดธาตุทองแดง และสังกะสี หากได้รับฟอสฟอรัสมากเกินไป (Yara, 2018)

ภาพที่ 8.1 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจน (Haifa, 2017)

ภาพที่ 8.2 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุ ฟอสฟอรัส (Haifa, 2017)

3. โพแทสเซียม (K) มีความสำคัญต่อปริมาณ และขนาดของผลผลิต

อาการขาด: ในพืชใบเลี้ยงคู่ ใบจะมีสีซีดเหลือง ในระยะต่อมาจะพบจุดสีเข้มที่เนื้อใบกระจายเป็นจุด ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบริเวณปลายใบและเส้นใบ จะตายก่อน (ภาพที่ 8.3)

อาการเป็นพิษ: พืชมีสีเขียวเข้มร่วมกับอาการเฝือใบ ระบบรากถูกจำกัด ในมันฝรั่งจะมีหัวเล็กลง การออกดอกออกผลของพืชจะช้าลง (พืชแก่ช้า) (Yara, 2018)

4. แคลเซียม (Ca) ช่วยเพิ่มปริมาณของผลผลิต

อาการขาด: ไม่ค่อยจะพบมากนัก แต่ถ้าเกิดอาการขาดโดยทั่วไปใบมักจะมีสีเหลือง โดยเกิดที่ใบอ่อนก่อน ในหัวมันฝรั่งจะเกิดจุดสีน้ำตาล และทำให้ผลผลิตกลวง (ภาพที่ 8.4)

อาการเป็นพิษ: ลดการเจริญเติบโตและขนาดของใบ ซึ่งยากต่อการสังเกต บางครั้งพบว่าใบเหลืองหรือใบไหม้ (Yara, 2018)

ภาพที่ 8.3 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุโพแทสเซียม (Haifa, 2017)

ภาพที่ 8.4 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุแคลเซียม (Haifa, 2017)

5. แมกนีเซียม (Mg) มีบทบาทในช่วงสุดท้ายของการเจริญ เป็นธาตุที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพของผลผลิต

อาการขาด: ไม่ค่อยจะพบมากนัก แต่ถ้าเกิดอาการขาดโดยทั่วไปใบมักจะมีสีเหลือง โดยเกิดที่ใบอ่อนก่อน (ภาพที่ 8.5)

อาการเป็นพิษ: ลดการเจริญเติบโตและขนาดของใบ ซึ่งยากต่อการสังเกต บางครั้งพบว่าใบเหลืองหรือใบไหม้ (Yara, 2018)

6. กำมะถัน (S) ต้องการทุกช่วงของการเจริญเติบโต มีความสำคัญในการลดการเกิดสะเก็ดบนผิวมันฝรั่ง

อาการขาด: ไม่ค่อยจะพบมากนัก แต่ถ้าเกิดอาการขาดโดยทั่วไปใบมักจะมีสีเหลือง โดยเกิดที่ใบอ่อนก่อน (ภาพที่ 8.6)

อาการเป็นพิษ: ลดการเจริญเติบโตและขนาดของใบ ซึ่งยากต่อการสังเกต บางครั้งพบว่าใบเหลืองหรือใบไหม้ (Yara, 2018)

ภาพที่ 8.5 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียม (Haifa, 2017)

ภาพที่ 8.6 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุกำมะถัน (Haifa, 2017)

7. เหล็ก (Fe)

อาการขาด: อาการซีดคล้ายกับอาการขาดแมกนีเซียม อาจเกิดใบสีขาวเนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ (ภาพที่ 8.7)

อาการเป็นพิษ: ในสภาพธรรมชาติมักไม่พบชัดเจนนักแต่เมื่อมีการพ่นธาตุเหล็กกับพืชทดลองว่าปรากฏเป็นเนื้อเยื่อมีลายเป็นจุด ๆ (Yara, 2018)

8. สังกะสี (Zn) ช่วยในกระบวนการไนโตเจนแอซิมิเลชั่น กระบวนการเมตาบอลิซึม และกระบวนการสร้างแป้ง

อาการขาด: เกิดการตายของเนื้อเยื่อพืช เกิดจุดด่างสีขาวบนใบแล้วกลายเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 8.8)

อาการเป็นพิษ: เกิดอาการซีดจากเหล็กเป็นพิษในพืช (Yara, 2018)

ภาพที่ 8.7 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก (Yara, 2018)

ภาพที่ 8.8 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุสังกะสี (Yara, 2018)

9. ทองแดง (Cu) ควบคุมปริมาณผลผลิต ไม่ค่อยขาดแคลน ส่วนมากพบในดิน

อาการขาด: การขาดทองแดงในสภาพธรรมชาติพบได้ยาก ใบอ่อนมีสีเขียวแก่และบิดผิดรูป มักพบจุดแผลตายบนใบ (ภาพที่ 8.9)

อาการเป็นพิษ: การเจริญเติบโตลดลงตามด้วยสีซีดจากเหล็กเป็นพิษ แคระแกร็น ลดการแตกพุ่ม รากมีสีเข้ม และยางผิดปกติ (Yara, 2018)

10. โบรอน (B) จำเป็นในกระบวนการเจริญ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแคลเซียม

อาการขาด: ลำต้น เนื้อเยื่อเจริญ ปลายรากมักตาย ในเนื้อเยื่อพืชมีสีซีด ใบหนาหงิก ใบย่น เหี่ยวเฉา ขอบใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 8.10)

อาการเป็นพิษ: ปลายใบเหลืองตามด้วยเนื้อเยื่อใบตายจากปลายใบหรือเส้นใบไปยังแกนใบ (Yara, 2018)

ภาพที่ 8.9 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุทองแดง (Yara, 2018)

ภาพที่ 8.10 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุโบรอน (Haifa, 2017)

11. แมงกานีส (Mn) มีความสำคัญต่อผลผลิต

อาการขาด: อาการแรกมักจะซีดตรงระหว่างเส้นใบ เกิดสีเหลืองบริเวณขอบใบ มักเกิดในใบอ่อน (ภาพที่ 8.11)

อาการเป็นพิษ: อาจมีสีซีดเกิดจากคลอโรฟิลล์ไม่กระจายตัว การเจริญเติบโตลดลง (Yara, 2018)

12. โมลิบดีนัม (Mo)

อาการขาด: ในใบอ่อนใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียว สีซีดในพื้นที่ระหว่างเส้นกลางใบหรือทั้งเส้นกลางใบในใบแก่ คล้ายกับอาการขาดไนโตรเจน บางครั้งแกนใบไหม้เกรียม (ภาพที่ 8.12)

อาการเป็นพิษ: ยากต่อการสังเกต (Yara, 2018)

ภาพที่ 8.11 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุแมงกานีส (Haifa, 2017)

ภาพที่ 8.12 ต้นมันฝรั่งแสดงอาการขาดธาตุโมลิบดีนัม (Yara, 2018)

เอกสารอ้างอิง

Haifa. 2017. Potato nutritional requirements. Available : https://www.haifa-group. com/ crop- guide/ field- crops/ crop- guide- potato/ nutrients-growing-potatoes [accessed on November 21, 2018].

Yara. 2018. Crop nutrition potato. Availabl : http://www. yara. us/ agriculture/ crops/ potato/ key-facts/ nutri tional-summary [accessed on October 30, 2018].

บทที่ 9
วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว

ผลิตผลของมันฝรั่งภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีการสูญเสียในทุกกระบวนการการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา 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) ดังนั้นเพื่อลดการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยว จึงต้องเริ่มตั้งแต่การจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวที่ดี จนถึงการเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยวในทุกกระบวนการ

9.1 การเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง

อายุการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ จะมีอายุเก็บเกี่ยวหลังปลูก 90–110 วัน หรือสังเกตจากต้นมันฝรั่งเริ่มแก่ ลำต้นจะนอนราบกับพื้นดิน ใบจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง 10–15% ใบจะเริ่มเหลืองจากด้านล่างขึ้นมา ควรขุดเก็บเกี่ยวเมื่อต้นมันฝรั่งแก่เต็มที่แล้ว ลำต้นและใบเริ่มแห้งตาย ไม่ควรขุดหัวพันธุ์ที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่ ลำต้นยังเขียวอยู่ จะทำให้มีผิวเปลือกบาง ถลอกง่ายเวลาขุด เก็บรักษาได้ไม่นาน มีปริมาณน้ำตาลค่อนข้างสูง และมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่ำ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานจะทำให้หัวเหี่ยว อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคแมลง

อย่างไรก็ตามก่อนเก็บเกี่ยวควรหยุดให้น้ำ 7-10 วัน และตัดต้นมันฝรั่งทิ้งไว้ 3–7 วันก่อนขุด (ภาพที่ 9.1 ก-ข) เพื่อให้ผิวของหัวมันฝรั่งแข็งแรงไม่ถลอก และทนทานต่อการเกิดบาดแผลในระหว่างการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และสามารถเก็บรักษาได้นาน เพื่อให้เกษตรกรสะดวกขณะใช้เครื่องจักรกลการเกษตรขุดหัวมันฝรั่ง และเก็บหัวมันฝรั่งที่ขุดแล้วทันที (อภิรักษ์ และอรทัย, 2557) การทำลายต้นมันฝรั่งยังช่วยลดกระบวนการสังเคราะห์แป้ง และการสังเคราะห์แสงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สูงถึง 98–100% เพื่อให้ได้ขนาดหัวพันธุ์ที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้ผลิต (Struik

and Wiersema, 1999; Tiessen et al., 2002) ซึ่งการตัดต้นมันฝรั่งสามารถทำได้ทั้งวิธีกลและการใช้สารเคมี ดังนี้

1) **วิธีกล** เป็นการใช้เครื่องจักรในการตัดต้นมันฝรั่งก่อนการเก็บเกี่ยวซึ่งต้องใช้ความระมัดระวังเพื่อไม่ให้กระทบกับผลผลิตภายในดิน (Zotarelli *et al*., 2003) (ภาพที่ 9.1 ข)
2) **การใช้สารเคมี** เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ และได้ผลดีกว่าวิธีกล ซึ่งต้องใช้ในสภาพอากาศที่เหมาะสม ต้องหลีกเลี่ยงอากาศร้อน แห้ง และสภาพอากาศเย็น จะทำให้ลดประสิทธิภาพการทำงานของสารเคมี ตัวอย่างสารเคมีที่ใช้ในการฉีดพ่น อะมีทรีน (ametryn), เอนโดทอล (endothall), ไดโนเซปดีควอทไดโบรไมด์ (dinoseb diquat dibromide), คาร์เฟนทราโซน-เอทิล (carfentrazone–ethyl) และกรดซัลฟิวริก (sulfuric acid) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ในการกำจัดวัชพืช ซึ่งต้องใช้ในอัตราส่วนที่ฉลากระบุ (Zotarelli *et al*., 2003; Virtanen and Seppänen, 2014)

9.1.1 วิธีการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง

การเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ ใช้แรงงานคน และใช้เครื่องจักรกลการเกษตร (ภาพที่ 9.1) ดังนี้

1) การเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ใช้เครื่องขุดมันฝรั่งได้ 5 ไร่/วัน ทำให้ต้นทุนแรงงานในการเก็บเกี่ยวมันฝรั่งลดลง ใช้งานง่าย มีความทนทานแข็งแรง มีความสะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติงาน และลดความเสียหายจากการขุดหัวพันธุ์มันฝรั่งได้ดีกว่าการใช้จอบและพลั่ว (ภาพที่ 9.1 ค)

2) การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน ใช้จอบหรือพลั่วขุดหัวพันธุ์มันฝรั่งออกจากดิน ซึ่งใช้ระยะเวลา 0.5 ไร่ต่อวันต่อราย ในการเก็บเกี่ยวค่อนข้างช้า และจอบอาจทำความเสียหายให้กับหัวพันธุ์มันฝรั่ง ทำให้แตกหรือเป็นรอยแผล ทำให้เสียคุณภาพ (ภาพที่ 9.1 ง)

(ก) ต้นพร้อมเก็บเกี่ยว

(ข) ตัดต้นก่อนเก็บเกี่ยว

(ค) เก็บเกี่ยวใช้เครื่องจักรกล

(ง) เก็บเกี่ยวใช้แรงงานคน

(จ) ผลผลิตในแปลงผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ฉ) ผลผลิตที่ได้นำมาตรวจสอบคุณภาพและวิเคราะห์แบคทีเรีย

ภาพที่ 9.1 การเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งโดยใช้แรงงานคน และเครื่องขุดหัวมันฝรั่ง

9.1.2 ข้อแนะนำในการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง เพื่อให้มีคุณภาพดีและเก็บรักษาได้นาน มีดังนี้

1) ไม่เก็บเกี่ยวมันฝรั่งขณะมีฝนตก เพราะถ้ามันฝรั่งเปียกฝนจะทำให้เน่าเสียได้ง่ายภายหลังการนำไปเก็บรักษาในโรงเก็บ

2) ไม่เก็บเกี่ยวเมื่อดินแห้งจับตัวเป็นก้อนแข็ง เนื่องจากหัวมันฝรั่งจะเป็นแผลถลอกได้ง่าย

3) ไม่ปล่อยให้หัวมันฝรั่งที่ขุดขึ้นมาในแปลงได้รับแสงแดดนานเกินไป ถึงแม้ว่าแสงแดดช่วยให้เศษดินแห้งหลุดจากผิวมันฝรั่งทำให้ผิวดูสวย แต่หากถูกแสงแดดนานเกินไป อาจทำให้หัวมันฝรั่งเกิดเนื้อตาย และเกิดสีดำคล้ำขึ้นภายหลัง

4) การเก็บ และขนย้ายมันฝรั่งออกจากแปลง ควรใส่ไว้ในตะกร้าพลาสติกที่สามารถวางซ้อนกันได้ ซึ่งเหมาะสมกว่าการใส่ถุงตาข่ายไนล่อนหรือถุงปุ๋ย เพราะมันฝรั่งจะไม่ถูกกระทบกระเทือนขณะขนส่ง

5) ควรทำการผึ่งหัวพันธุ์ให้แห้งทันทีเพื่อให้ตาและรูถ่ายเทอากาศของมันฝรั่งปิด หากไม่มีการผึ่งจะทำให้เกิดความชื้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและเมื่อสัมผัสกับอากาศร้อนอาจส่งผลให้เกิดการเน่าเสียได้ และควรผึ่งหัวมันฝรั่งในที่ร่ม ที่มีลมโกรก อากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่ควรเหยียบหรือยืนบนกองมันฝรั่ง

6) ทำการคัดแยกขนาด และคัดแยกหัวที่เป็นแผลจากการขุด หัวที่เป็นโรคเน่า มีรูปทรงผิดปกติ (หากเป็นมันที่ต้องส่งโรงงานแปรรูปจะต้องไม่มีสีเขียว) (มาโนช, 2541; สนอง, 2552; อภิรักษ์ และอรทัย, 2557; ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

9.2 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง

9.2.1 การกรีนนิ่ง (greening) หัวพันธุ์มันฝรั่ง

เมื่อมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค อายุครบ 90 วัน หรือพร้อมเก็บเกี่ยว ให้ทำการกรีนนิ่ง เพื่อทำให้หัวพันธุ์มันฝรั่งมีความแข็งแรง โดยเปิดแผ่นโฟม ให้น้ำและปุ๋ยต่อเนื่องอีก 1–3 วัน จากนั้นให้ปิดระบบน้ำ และให้แสงจากธรรมชาติส่อง

มาที่หัวพันธุ์นาน 3 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนรากเหี่ยวแห้ง และให้รีบเก็บเกี่ยว ขนย้ายไปยังที่ร่ม หรือห้องคัดแยกมันฝรั่ง เพื่อทำการคัดขนาด หรือเกรด และขนส่งไปยังห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิ 4–5 องศาเซลเซียส สำหรับเก็บรักษาหัวพันธุ์ต่อไป (อรทัย, 2559ข) (ภาพที่ 9.2)

การทำให้หัวพันธุ์มันฝรั่งมีความแข็งแรงภายใต้แสงสว่าง หรือจากแสงฟลูออเรสเซ็นส์ จะทำให้สีผิวของหัวพันธุ์เปลี่ยนเป็นสีเขียว มีความแข็งแรงทนทานต่อการเข้าทำลายของโรค ต้นมีการเจริญเติบโตดี โดยจะมีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) และไกลโคอัลคาลอยด์ (glycoalkaloid) ในหัวมันฝรั่ง ไกลโคอัลคาลอยด์เกิดจากแอลฟา-โซลานีน (α–solanine) และแอลฟา-ชาโคนีน (α–chaconine) ซึ่งที่ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้หัวมันฝรั่งเกิดความขม เป็นพิษกับมนุษย์และสัตว์ ดังนั้นบริเวณเปลือกของมันฝรั่งที่เป็นสีเขียว จะมีปริมาณโซลานีนสะสมอยู่มาก ช่วยในการป้องกันการเข้าทำลายของแมลง และโรคในมันฝรั่ง (Cantwell, 1996; Grunenfelder *et al*., 2006)

ภาพที่ 9.2 การทำกรีนนิ่งให้หัวพันธุ์มีความแข็งแรง

9.2.2 การคัดเกรดหรือคัดขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่ง

หลังจากขุด และเก็บหัวมันฝรั่งแล้ว ให้เร่งขนย้ายไปยังที่ร่ม คัดแยกหัวมันฝรั่งที่มีตำหนิ และมีบาดแผลออกจากหัวมันฝรั่งปกติ จากนั้นขนย้ายหัวพันธุ์ไปยังโรงคัดบรรจุ คัดขนาด แบ่งเกรดหัวพันธุ์ (ตารางที่ 9.1) บรรจุหัวพันธุ์ในถุงตาข่ายพลาสติก หรือตะกร้าพลาสติก (ภาพที่ 9.3) ขนย้ายหัวพันธุ์ไปยัง

โรงเก็บรักษาที่ควบคุมอุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้การกำหนดขนาดและสัดส่วนของหัวพันธุ์มันฝรั่งแต่ละชั้นพันธุ์ในงานวิจัย จำแนกได้ดังตารางที่ 9.2

ตารางที่ 9.1 การแบ่งเกรดหัวพันธุ์มันฝรั่ง

รหัสขนาด	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)
1	2.0 – 4.0
2	> 4.0 – 6.0
3	> 6.0 – 8.0
คละเกรด	> 4.0 – 8.0

หมายเหตุ : คละเกรด คือ เกรด 2 และเกรด 3 รวมกัน

(ก) ใช้วัสดุรองพื้นบริเวณที่พักผลิตผล

(ข) การคัดเกรดหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์หลัก (G0)

(ค) การคัดเกรดหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ง) การบรรจุหัวพันธุ์ในถุงตาข่ายพลาสติก

ภาพที่ 9.3 การคัดเกรดและบรรจุหัวพันธุ์มันฝรั่ง ณ โรงคัดขนาด ก่อนนำไปเก็บรักษาในห้องเย็น

ตารางที่ 9.2 การกำหนดขนาด และสัดส่วนของหัวพันธุ์มันฝรั่งแต่ละชั้นพันธุ์ในงานวิจัย

เกรด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	จำนวนหัว/เกรด ของขนาดหัวพันธุ์หลัก (G0)/กิโลกรัม			ร้อยละสัดส่วนของขนาดหัวพันธุ์หลัก (G0)		
		เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แอโรโปนิค	มีเดียปลูก	เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แอโรโปนิค	มีเดียปลูก
1	2.0–4.0	20	24	7	36	42	21
2	> 4.0–6.0	12	11	8	21	19	25
3	> 6.0–8.0	8	4	10	14	7	30
ตกเกรด	น้อยกว่า 2.0 เกิน 8.0	16	18	8	29	32	24
จำนวนหัว/กิโลกรัม เฉลี่ยรวมทุกเกรด (หัว)		56 หัว	57 หัว	33 หัว	100	100	100

เกรด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	จำนวนหัว/เกรด ของขนาดหัวพันธุ์			ร้อยละสัดส่วนของขนาดหัวพันธุ์		
		ขยาย (G1)	รับรอง (G2)	รับรอง (G3)	ขยาย (G1)	รับรอง G2)	รับรอง (G3)
1	2.0–4.0	4	3	2	31	25	17
2	> 4.0–6.0	4	4	4	31	33	33
3	> 6.0–8.0	4	4	5	31	33	42
ตกเกรด	น้อยกว่า 2.0 เกิน 8.0	1	1	1	7	9	8
จำนวนหัว/กิโลกรัม เฉลี่ยรวมทุกเกรด (หัว/กก.)		13 หัว	12 หัว	12 หัว	100	100	100

เกรด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	จำนวนหัว/เกรด ของขนาดหัวพันธุ์			ร้อยละสัดส่วนของขนาดหัวพันธุ์		
		รับรอง (G4)	รับรอง (G5)	รับรอง (G6)	ขยาย (G4)	รับรอง (G5)	รับรอง (G6)
1	2.0–4.0	3	3	2	2	25	25
2	> 4.0–6.0	4	4	4	4	33	33
3	> 6.0–8.0	4	4	4	4	33	33
ตกเกรด	น้อยกว่า 2.0 เกิน 8.0	1	1	1	1	9	9
จำนวนหัว/กิโลกรัม เฉลี่ยรวมทุกเกรด (หัว)		12 หัว	12 หัว	11 หัว	11 หัว	100	100

หมายเหตุ : หัวพันธุ์หลัก (pre–basic seed) หรือ G0, หัวพันธุ์ขยาย (basic seed) หรือ G1 = 1^{st} Generation, หัวพันธุ์รับรอง (certified seed) หรือ G2–G5 = 2^{nd}–5^{rd} Generation

9.3 การขนส่ง

หลังจากเก็บเกี่ยวให้รีบขนย้ายมันฝรั่งออกจากแปลง ขนส่งไปยังสถานที่เก็บหัวพันธุ์ ด้วยรถกระบะ รถพ่วงลากจูง หรือรถบรรทุก ระมัดระวังอย่าให้หัวมันฝรั่งได้รับการกระทบกระเทือน และระวังสิ่งแปลกปลอมระหว่างขนย้ายขึ้นรถบรรทุก (ภาพที่ 9.4)

ข้อควรระวัง เพื่อลดความเสียหายของหัวพันธุ์ในระหว่างการขนส่ง ควรบรรจุหัวพันธุ์ในตะกร้าพลาสติก ลังไม้ หรือถุงตาข่ายพลาสติก วางบนพาเลสชั้นไม้ เพื่อลดการบอบช้ำของหัวพันธุ์ ควรมีการระบายอากาศที่ดี หากขนส่งเป็นระยะเวลานาน จะทำให้หัวพันธุ์เกิดความเครียด ทำให้สูญเสียน้ำหนักจากกระบวนการหายใจและการคายน้ำ 10–15% และหากอุณภูมิสูงมากกว่า 40 องศาเซลเซียส จะทำให้หัวพันธุ์เกิดการเน่าเสียได้ (Transport information service, 2018)

(ก) การบรรจุหัวพันธุ์ในลังไม้และถุงตาข่ายพลาสติก

(ข) การบรรจุหัวพันธุ์ในตะกร้าพลาสติก

(ค) ติดยางกันกระแทกที่รถบรรทุก (บริษัทเป๊ปซี่–โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด, 2559)

(ง) การลำเลียงมันฝรั่งขึ้นรถบรรทุก

ภาพที่ 9.4 การขนส่งหัวพันธุ์มันฝรั่งของเกษตรกรจากแหล่งรับซื้อไปโรงเก็บรักษา

9.4 การเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง

หลังจากเก็บเกี่ยวให้คัดขนาด และเก็บไว้ในถุงตาข่ายพลาสติก หรือตะกร้าพลาสติกเพื่อลดการบอบช้ำของหัวพันธุ์ (ภาพที่ 9.5) รีบดำเนินการขนส่งไปเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และทุก 1-2 วัน ลดอุณหภูมิเหลือ 12, 8 จนถึงอุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 (ภาพที่ 9.9) เพื่อชะลอการงอกของตา และเก็บรักษาหัวพันธุ์ไว้นาน 6-8 เดือน

(ก) ห้องเย็นที่ใช้ในการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ข) การเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในตะกร้าพลาสติก

ภาพที่ 9.5 การเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง

9.4.1 การป้องกันการสูญเสียหัวพันธุ์มันฝรั่ง

1) ควรเก็บเกี่ยวมันฝรั่งด้วยความระมัดระวัง เก็บหัวมันฝรั่งที่มีอายุแก่จัดเพราะจะช่วยลดความเสียหายระหว่างการเก็บเกี่ยว

2) ควรเลือกเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ดี แห้ง ปราศจากโรค เศษดิน และไม่เปียก

3) ควรลดอุณหภูมิในโรงเก็บมันฝรั่ง

4) โรงเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง ควรถูกสุขลักษณะปราศจากเชื้อโรค โดยใช้ยาฆ่าเชื้อโรคพ่นในโรงเก็บก่อนการจัดวาง

9.4.2 สิ่งที่ควรคำนึงในการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง

1) อุณหภูมิ อุณหภูมิภายในกองมันฝรั่งไม่ควรจะสูงเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการเน่าในโรงเก็บได้เนื่องจากหัวมันฝรั่งมีการหายใจเมื่ออุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้นด้วย ดังนั้นควรมีการลดอุณหภูมิในโรงเก็บมันฝรั่ง

2) ความชื้นในอากาศ ถ้าความชื้นในอากาศสูง และอุณหภูมิสูงด้วย จะทำให้หัวมันฝรั่งที่เป็นแผลหายช้ากว่าปกติ เป็นสาเหตุให้เชื้อราหรือแบคทีเรียเข้าทำลายหัวมันฝรั่งได้ง่าย และเน่าเสียหายได้เร็ว

3) แสง เมื่อหัวพันธุ์มันฝรั่งถูกแสง จะทำให้หัวมันฝรั่งสร้างคลอโรฟิลล์และผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเขียว ช่วยให้มีความทนทานต่อโรค และต้นมีความแข็งแรง

9.4.3 หลักในการปรับปรุงสภาพในโรงผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่ง

1) ใช้อากาศเย็นจากภายนอกเข้ามาทำให้อุณหภูมิภายในโรงเก็บลดลง

2) รักษาอุณหภูมิภายนอก และภายในกองมันฝรั่งให้เท่ากันโดยผึ่งเป็นชั้นบาง ๆ 1–2 ชั้น

3) หลีกเลี่ยงไม่ให้หัวพันธุ์ถูกแสงแดดโดยตรง

4) โรงผึ่งควรมีการถ่ายเทอากาศที่ดี

5) ในโรงผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่งควรมีแสงสว่างกระจายสม่ำเสมอ

9.5 ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง

ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว มี 4 ปัจจัย ได้แก่

9.5.1 การคายน้ำ ผลผลิตมันฝรั่งเป็นสิ่งมีชีวิต ต้องคายน้ำตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนจากกระบวนการหายใจ และเนื่องจากความชื้นในผลผลิตมีมากกว่าสภาพแวดล้อม จึงเกิดการสูญเสียน้ำ การคายน้ำส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิต เนื้อสัมผัส และก่อให้เกิดผิวที่เหี่ยวย่น

9.5.2 การหายใจ เกิดจากการที่พืชนำอาหารที่สะสมในรูปของน้ำตาล หรือแป้งมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อใช้ในกระบวนการต่าง ๆ สิ่งที่ได้จากกระบวนการหายใจ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ พลังงาน และความร้อน ความร้อนที่ได้จากการหายใจส่งผลให้ผลผลิตมันฝรั่งสูญเสียคุณภาพเร็วขึ้น รวมทั้งความร้อนสูงจะกระตุ้นให้การหายใจเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจึงควรเก็บรักษามันฝรั่งไว้ในสภาพอุณหภูมิต่ำ และความชื้นสัมพัทธ์สูงทันทีภายหลังหลังการเก็บเกี่ยว

9.5.3 เอทิลีน เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ส่งเสริมการสุก และการเสื่อมสภาพของพืช มันฝรั่งเป็นพืชที่มีความไวต่อเอทิลีนสูง (ethylene sensitivity) ปริมาณเพียงเล็กน้อยสามารถส่งผลให้ผลผลิตมันฝรั่งงอกเร็วขึ้น และกระตุ้นให้เกิดการเน่า การเก็บรักษามันฝรั่งในสภาพอุณหภูมิต่ำ ระบายอากาศที่ดี และใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการเก็บรักษา สามารถลดความเสียหายจากเอทิลีนได้

9.5.4 การพัฒนาและการเจริญเติบโตหลังการเก็บเกี่ยว มันฝรั่งเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วยังคงมีการพัฒนา เช่น การงอก ผลผลิตเริ่มเสื่อมคุณภาพหลังจากการงอกต้นอ่อน เนื่องจากใช้อาหารสะสมในการเจริญเติบโต

9.6 ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง

9.6.1 อุณหภูมิ ที่สูงจะเร่งกระบวนการต่าง ๆ ของผลผลิตมันฝรั่ง ผลผลิตจึงสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็ว ควรเก็บผลผลิตไว้ในสภาพอุณหภูมิต่ำที่พอเหมาะเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น

9.6.2 ความชื้น

ควรเก็บรักษาผลผลิตในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงอย่างพอเหมาะ เพื่อลดการสูญเสียน้ำของผลผลิต และป้องกันการเกิดโรคเข้าทำลายผลผลิต

9.6.3 องค์ประกอบของบรรยากาศ ในบรรยากาศทั่วไปมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 21% การลดปริมาณออกซิเจน และเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่พอเหมาะ จะสามารถลดอัตราการหายใจของผลผลิตลงได้ รวมทั้งการหมุนเวียนอากาศที่ดีภายในโรงเก็บรักษา จะสามารถระบายความร้อนจากผลผลิต และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ (จริงแท้, 2541; ดนัย, 2548)

9.6.4 แสง ส่งผลให้ผิวของหัวมันฝรั่งเปลี่ยนเป็นสีเขียว โดยมันฝรั่งจะสังเคราะห์สารคลอโรฟิลล์ และไกลโคแอลคาลอยด์ ประกอบไปด้วยแอลฟา-โซลานีน และแอลฟา-ชาโคนีน หลังจากบริโภคสารโซลานีนจะส่งผลให้เกิดอาการปวดหัว คลื่นไส้ เมื่อยล้า อาเจียน ปวดท้อง และท้องเสีย สารชาโคนีนความเข้มข้นสูงทำให้เกิดรสขม มีผลต่อระบบประสาทของมนุษย์และสัตว์ (Cantwell, 1996; Grunenfelder et al., 2006)

9.6.5 โรคและแมลง โรคและแมลงที่เข้าทำลายผลผลิตในโรงเก็บส่วนใหญ่มักติดมาจากแปลงปลูก แต่แสดงอาการหลังการเก็บเกี่ยว หรืออาจเกิดจากรอยแผลต่าง ๆ ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ในระหว่างกระบวนการต่าง ๆ (จริงแท้, 2541)

9.7 ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง

ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวมันฝรั่ง มีสาเหตุจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

9.7.1 สารเคมี ความเสียหายจากการใช้สารเคมีมีโอกาสเกิดขึ้นได้ทั้งระหว่างการปลูก และการเก็บรักษา ซึ่งเป็นผลกระทบจากความจงใจหรือไม่ได้จงใจใช้สารเคมีนั้น ๆ ระดับความรุนแรงของความเสียหายขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่พืชได้รับ ผลกระทบจากความจงใจใช้สารเคมี เช่น ความเสียหายจากการได้รับปุ๋ยความเข้มข้นสูงมากเกินไป ความเสียหายจากสารเคมีกำจัดวัชพืช ฯลฯ ผลกระทบจากการไม่จงใจใช้สารเคมี เช่น ความเสียหายจากละอองของสารเคมีกำจัดวัชพืชจากแปลงใกล้เคียง (Wale *et al*., 2008) (ภาพที่ 9.6)

(ก) อาการผิดปกติจากการใช้สารเมทริบูซิน เกินกำหนด

(ข) ต้นอ่อนที่แตกผิดปกติจากการปนเปื้อนของไกลโฟเซต

(ค) ความเสียหายจากการรมด้วย 2-อะมิโนบิวเทนบนหัวมันฝรั่งที่มีแผลถลอก

(ง) ต้นอ่อนที่ผิดปกติจากการปนเปื้อนของไตรฟลูราลิน

ภาพที่ 9.6 ความเสียหายของหัวมันฝรั่งจากสารเคมี (Wale *et al*., 2008)

9.7.2 ธาตุอาหารที่ไม่สมดุล พืชทุกชนิดต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ ธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ **กลุ่มที่ 1** ธาตุอาหารที่มาจากน้ำ และอากาศ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ซึ่งมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของพืช **กลุ่มที่ 2** ธาตุอาหารที่มาจากดิน ความผิดปกติจากธาตุอาหารที่ไม่สมดุลมักมีสาเหตุมาจากการขาดธาตุในกลุ่มนี้ พืชจะปรากฏอาการผิดปกติหากไม่ได้รับธาตุอาหารอย่างครบถ้วน ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะแสดงลักษณะผิดปกติออกมาแตกต่างกัน (กองปฐพีวิทยา, 2543; Wale *et al*., 2008) (ภาพที่ 9.7)

(ก) อาการขาดธาตุโพแทสเซียม

(ข) อาการขาดธาตุแคลเซียม

ภาพที่ 9.7 อาการขาดธาตุอาหารที่ไม่สมดุล (Wale *et al*., 2008)

9.7.3 ปัจจัยทางกายภาพ

ความเสียหายทางกายภาพมักเกิดจากการจัดการในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว หรือขาดน้ำในระยะพัฒนาของหัวมันฝรั่ง เช่น รอยแผลจากเล็บหรือเครื่องมือ รอยแตกบนหัวมันฝรั่งเนื่องจากการได้รับน้ำที่ไม่สม่ำเสมอ (ภาพที่ 9.8)

(ก) ผิวลอกจากการเก็บในสภาพอากาศแห้ง

(ข) รอยแผลจากเครื่องมือต่าง ๆ

(ค) รอยแตกจากการรับความชื้นที่ไม่สม่ำเสมอ

(ง) รอยแตกบริเวณตาจากการขยายขนาดหัว

ภาพที่ 9.8 ความเสียหายทางกายภาพของหัวมันฝรั่ง (Wale *et al*., 2008)

9.7.4 ปัจจัยสภาพแวดล้อม

ความเสียหายจากปัจจัยสภาพแวดล้อม ได้แก่

1) อาการสะท้านหนาว (frost injury)

ลักษณะอาการ ความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ระยะเวลาที่ได้รับอุณหภูมิและสายพันธุ์ เกิดได้ทั้งในแปลงปลูก และระหว่างการเก็บรักษา โดยทั่วไปมักปรากฏอาการที่อุณหภูมิระหว่าง 1–3 องศาเซลเซียส บางสายพันธุ์อาจทนอากาศหนาวได้ถึงอุณหภูมิ –5 องศาเซลเซียส พบจุดสีเหลืองกระจายอยู่บนใบจากนั้น 3–5 วัน ใบล่างจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองถึงสีน้ำตาล (ภาพที่ 78 ก) ผิวของหัวมีสีคล้ำคล้ายโลหะ เนื้อนุ่มคล้ายชีส มีรสหวานเมื่อนำไปประกอบอาหาร สีไม่น่ารับประทานเมื่อนำไปทอด (ภาพที่ 9.9 ข)

วิธีป้องกัน ใช้พันธุ์ทนทานอากาศหนาวเย็น เก็บรักษามันฝรั่งในสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 4 องศาเซลเซียส และมีการหมุนเวียนอากาศที่ดี

ภาพที่ 9.9 อาการสะท้านหนาวบนใบ และหัวมันฝรั่ง (Wale *et al*., 2008)

2) อาการเนื้อเยื่อตายเนื่องจากความร้อน (heat necrosis)

ลักษณะอาการ: ลักษณะภายนอกไม่พบอาการผิดปกติ แต่เนื้อเยื่อในหัวมันฝรั่งมีสีคล้ำ คล้ายอาการขาดแคลเซียม ความแน่นเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง มักปรากฏในหัวขนาดใหญ่ที่อยู่บริเวณผิวดิน

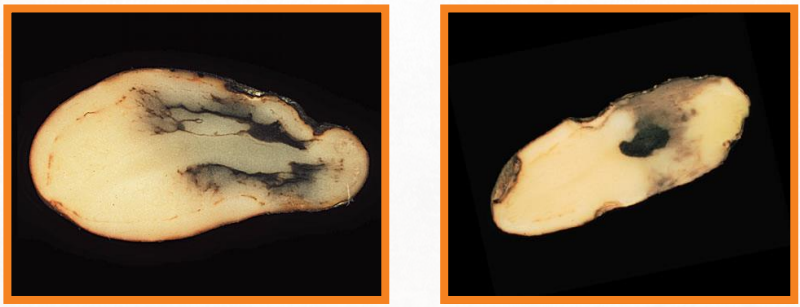
วิธีป้องกัน: ควรใช้วัสดุคลุมดิน และใช้สายพันธุ์ทนร้อนในพื้นที่ที่มีอากาศร้อน หลีกเลี่ยงการเก็บเกี่ยวขณะอากาศร้อนจัด และป้องกันไม่ให้ถูกแสงแดดโดยตรงระหว่างการเก็บรักษา และการขนส่ง (ภาพที่ 9.10)

ภาพที่ 9.10 หัวมันฝรั่งแสดงอาการเนื้อเยื่อตายเนื่องจากความร้อน (Wale *et al*., 2008)

3) ความผิดปกติจากการขาดออกซิเจน (oxygen deficit)

ลักษณะอาการ เป็นความผิดปกติทางสรีรวิทยาที่ส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณของมันฝรั่ง สามารถเกิดได้ทั้งในแปลงปลูก และระหว่างการเก็บรักษา พื้นที่ที่มีอากาศร้อนมีโอกาสเกิดสูง เนื่องจากอากาศร้อนส่งผลให้หัวมันฝรั่งมีอัตราการหายใจสูง ปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่จึงไม่เพียงพอในการหายใจ หรือในดินที่มีการระบายน้ำได้ไม่ดี สามารถพบอาการผิดปกติ โดยจะเกิดช่องว่างในหัว มีสีน้ำตาล ม่วงปนดำ หรือดำ อาจลุกลามถึงบริเวณผิว ส่งผลให้เกิดโรคเน่าเละ และโรคอื่น ๆ ตามมาภายหลัง

วิธีป้องกัน ควรปลูกมันฝรั่งในพื้นที่ที่มีการระบายน้ำดี มีโครงสร้างดินโปร่งเพื่อให้อากาศระบายได้ดี โรงเก็บควรมีการหมุนเวียนถ่ายเทอากาศที่ดี (Wale *et al*., 2008) (ภาพที่ 9.11)



ภาพที่ 9.11 หัวมันฝรั่งแสดงอาการผิดปกติจากการขาดออกซิเจน (Wale *et al*., 2008)

4) อาการกรีนนิ่ง (tuber greening)

ลักษณะอาการ เป็นปัญหาสำคัญของมันฝรั่ง หัวมันฝรั่งมีสีเขียว ส่งผลให้ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด เกิดจากการที่หัวได้รับแสงทั้งในแปลงปลูกและระหว่างการเก็บรักษา โดยหัวมันฝรั่งที่เพิ่งเก็บเกี่ยวสามารถตอบสนองต่อแสงได้ดีกว่า เนื่องจากผิว และเนื้อเยื่อของหัวมันฝรั่งสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ และสารประกอบในกลุ่มอัลคาลอยด์ (alkaloid) ได้แก่ ไกลโคอัลคาลอยด์ (glycoalkaloids) โซลานีน และชาโคไนน์ (chaconine) ซึ่งสารประกอบเหล่านี้เป็นพิษต่อมนุษย์ ทำให้มันฝรั่งมีรสขม

วิธีป้องกัน ควรปลูกมันฝรั่งลึกจากผิวดิน ขึ้นแปลงสูง และควรเก็บรักษามันฝรั่งในที่มืด (ภาพที่ 9.12)

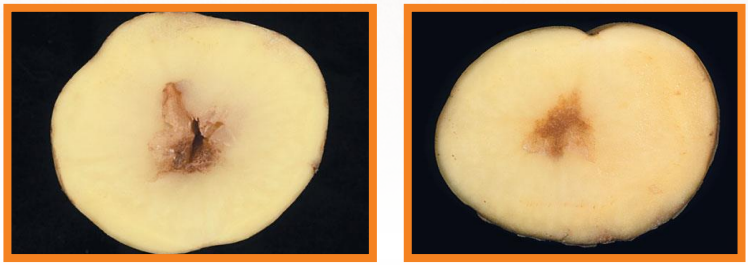
ภาพที่ 9.12 หัวมันฝรั่งแสดงอาการกรีนนิ่ง

9.7.5 ความผิดปกติทางสรีรวิทยา

1) ไส้กลวง (hollow heart)

ลักษณะอาการ พบช่องว่างในหัวมันฝรั่งขนาดใหญ่ ไม่สามารถสังเกตได้จากภายนอก เนื้อด้านในโปร่งแสง ชุ่มน้ำ ต่อมามักพบเชื้อราและแบคทีเรียเข้าทำลายซ้ำ ก่อให้เกิดอาการเน่าจากภายใน มีสาเหตุจากการได้รับความชื้นไม่สม่ำเสมอในระยะสร้างหัว (ฝนตกตามด้วยสภาพอากาศแห้งแล้ง) (ภาพที่ 9.13)

วิธีป้องกัน ควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอในระยะที่มีการสร้างหัว



ภาพที่ 9.13 หัวมันฝรั่งแสดงอาการไส้กลวง (Wale *et al*., 2008)

2) จุดสีน้ำตาล (brown spot)

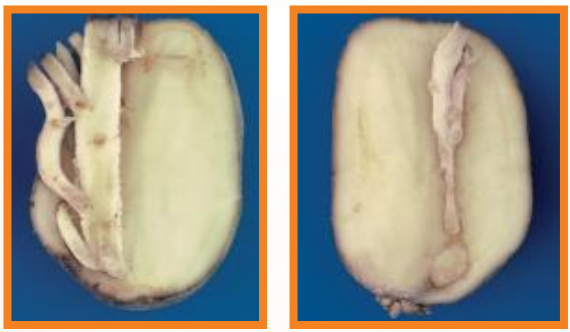
ลักษณะอาการ พบจุดสีเทาถึงดำของสารเมลานิน (melanin) บริเวณที่เชื่อมต่อกับไหล (stolon end) มีสาเหตุจากการกระทบกระเทือนในระหว่างการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวต่าง ๆ และการเก็บรักษา มักพบในผลผลิตที่อยู่ชั้นล่างซึ่งถูกกดทับโดยน้ำหนักของผลผลิตชั้นบน (ภาพที่ 9.14)

วิธีป้องกัน ควรเก็บเกี่ยว และจัดการอย่างระมัดระวัง ไม่ควรให้หัวมันฝรั่งตกสูงจากพื้นเกิน 15 เซนติเมตร ไม่ควรปล่อยให้แปลงแห้งเกินไปในขณะเก็บเกี่ยว เนื่องจากหัวมันฝรั่งที่แห้งมีโอกาสเกิดรอยช้ำมากกว่า

ภาพที่ 9.14 หัวมันฝรั่งแสดงอาการจุดสีน้ำตาล (Wale *et al*., 2008)

3) การงอกภายในหัว (internal tuber sprouting)

ลักษณะอาการ : ต้นอ่อนเจริญเติบโตภายในเนื้อหัวมันฝรั่ง พบไม่บ่อยนัก มักเกิดกับหัวมันฝรั่งที่ถูกเก็บด้านล่างในกองเป็นเวลานาน (Wale *et al*., 2008) (ภาพที่ 9.15)



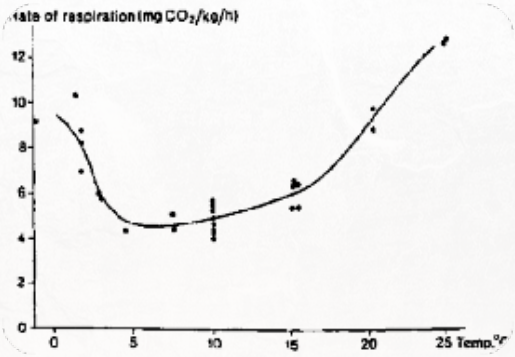
ภาพที่ 9.15 หัวมันฝรั่งแสดงการงอกภายในหัว (Wale *et al*., 2008)

9.7.6 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

1) การหายใจ มันฝรั่งต้องการพลังงานจากน้ำตาลเพื่อใช้ในการหายใจ จึงส่งผลให้มันฝรั่งสูญเสียปริมาณแป้งในหัวเพื่อหายใจ ดังนั้นควรเก็บรักษามันฝรั่งไว้ในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อลดอัตราการหายใจ (ภาพที่ 9.16-9.17)

น้ำตาล + ออกซิเจน ⟶ คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + พลังงาน (ความร้อน)

ภาพที่ 9.16 สมการการหายใจของพืช (Singh and Kaur, 2009)



ภาพที่ 9.17 อัตราการหายใจของมันฝรั่งที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ (FAO, 1998)

2) การสูญเสียน้ำ หัวมันฝรั่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 70% หากมันฝรั่งสูญเสียน้ำ 10% จะส่งผลให้ผิวมันฝรั่งเหี่ยวย่น ปัจจัยที่ส่งผลให้มันฝรั่งเกิดการสูญเสียน้ำ คือ อุณหภูมิ ความชื้น ลักษณะผิวของหัวมันฝรั่ง สายพันธุ์ การแตกต้นอ่อน และการไหลเวียนของอากาศ (ภาพที่ 9.18)

3) การแตกต้นอ่อน โดยทั่วไปหัวมันฝรั่งจะพักตัวหลังการเก็บเกี่ยว 5–9 สัปดาห์ การเก็บรักษามันฝรั่งในสภาพเย็น และชื้นจะช่วยยืดระยะการพักตัวของมันฝรั่ง เมื่อแตกต้นอ่อนอัตราการหายใจ และการคายน้ำจะเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อปริมาณแป้ง และน้ำหนักสด (Singh and Kaur, 2009) (ภาพที่ 9.19)

ภาพที่ 9.18 หัวมันฝรั่งมีอาการสูญเสียน้ำ

ภาพที่ 9.19 การงอกของต้นอ่อนมันฝรั่ง

9.7.7 โรค

9.7.7.1 โรคที่เกิดจากเชื้อรา

1) โรคหัวเน่าแห้ง (fusarium dry rot)

สาเหตุ เชื้อราฟิวซาเรี่ยม (*Fusarium* spp.)

ลักษณะอาการ โรคหัวเน่าแห้งเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตมันฝรั่งทั่วโลก คลามิโดสปอร์ (chlamydospores) ของเชื้อราฟิวซาเรี่ยมสามารถมีชีวิตอยู่ในดินได้นานนับปี การทำลายจะเกิดขึ้นที่ราก หรือส่วนของต้นที่อยู่ระดับผิวดิน หรือใต้พื้นดิน ทำให้เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ใบมีอาการเหลืองเป็นดวง ต่อมาพืชทั้งต้นจะแสดงอาการเหี่ยว หัวแสดงอาการเน่าแข็ง และยุบตัวเกิดเป็นโพรง ผิวเหี่ยวย่นเป็นวงกลม สีคล้ำ เนื้อใต้แผลมีสีดำ เส้นใยบนแผล สีขาว เทา หรือชมพู เมื่อเชื้อเข้าทำลายถึงระยะสุดท้ายเรียกอาการแห้งนี้ว่ามัมมี่ (mummy) ภายในสภาพอากาศชื้นแฉะ หัวมันฝรั่งจะแสดงอาการเน่าเละ แผลมีสีน้ำตาลลึกลงไปในหัวในบริเวณท่อน้ำ และท่ออาหาร (ภาพที่ 9.20)

การป้องกันกำจัด ป้องกันการเกิดบาดแผลระหว่างการเก็บเกี่ยว และคัดแยกใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราหลังการคัดเกรด และเป่าหัวมันให้แห้งที่ 10 องศาเซลเซียส หลังการเก็บเกี่ยว (Wale *et al*., 2008)

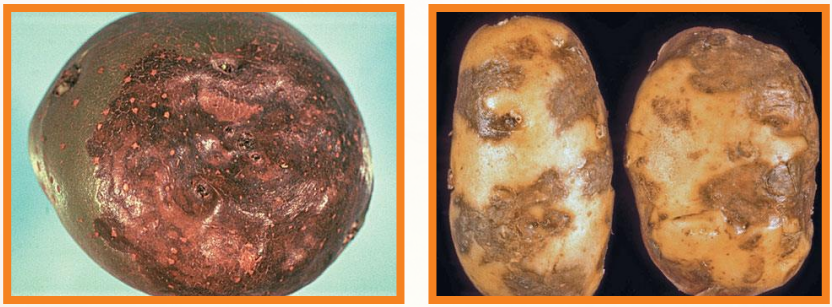
ภาพที่ 9.20 หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคหัวเน่าแห้ง (Wale *et al*., 2008)

2) **โรคใบจุดสีน้ำตาล (early blight)**

สาเหตุ เชื้อราอัลเทอร์นาเรีย (*Alternaria solani*)

ลักษณะอาการ โรคใบจุดสีน้ำตาลสามารถพบได้ทุกพื้นที่ที่มีการปลูกมันฝรั่ง สามารถระบาดได้ดีในสภาพอากาศร้อนชื้น ผลผลิตเสียหายสูงถึง 20–30% หากระบาดในช่วงต้นของการปลูก แผลที่ปรากฏบนใบ อาการจะเริ่มจากจุดแผลสีน้ำตาลถึงดำ ขนาดเล็ก อาจกลม หรือเป็นเหลี่ยม มักจะปรากฏในช่วงระยะเวลาที่มันฝรั่งเริ่มลงหัว และเกิดที่ใบแก่ซึ่งอยู่ส่วนล่างของลำต้นก่อน แล้วลุกลามติดกัน ทำให้ใบพืชเหลือง ร่วง หรือตายก่อน แผลของหัวมันฝรั่งที่เน่าจะมีลักษณะแห้ง และเหนียว แผลมีการยุบตัว สีเทาถึงน้ำตาล หรือม่วงถึงดำ เนื้อใต้แผลมีสีคล้ำ (ภาพที่ 9.21)

การป้องกันกำจัด เมื่อพบการเข้าทำลายของโรคให้พ่นสารป้องกันกำจัดโรค ได้แก่ คลอโรทาโลนิล (chlorothalonil), ไดไทโอคาร์บาเมต (dithiocarbamates), เฟนตินไฮดรอกไซด์ (fentin hydroxide), อะซอกซีสโตรบิน (azoxystrobin), ไดฟีโนโคนาโซล (difenoconazole) และทีบูโคนาโซล (tebuconazole) และนำหัวไปเผาทำลาย (Waals *et al*., 2001; Wale *et al*., 2008; Zachmann, 1982)



ภาพที่ 9.21 หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคใบจุดสีน้ำตาล (Wale *et al*., 2008)

3) โรคใบไหม้ (late blight)

สาเหตุ เชื้อราไฟทอฟทอรา (*Phytophthora infestans*)

ลักษณะอาการ โรคใบไหม้เป็นปัญหาสำคัญที่สุดของมันฝรั่ง สามารถสร้างความเสียหาย 100% ในแปลงผลิตมันฝรั่ง เริ่มแรกใบเป็นจุดช้ำฉ่ำน้ำ มีลักษณะกลม แล้วลุกลามขยายออกไปจนเป็นแผลใหญ่ภายใน 2–3 วัน แผลมีลักษณะแห้งเป็นสีน้ำตาล ขอบแผลลักษณะเปียกฉ่ำน้ำเป็นสีดำ ด้านใต้ใบจะปรากฏเส้นใย และสปอร์สีขาว หรือเทาขึ้นที่ขอบแผล บนลำต้น และกิ่งก้าน มีลักษณะสีน้ำตาลหรือสีดำ เมื่อเป็นแผลมากจนรอบส่วนของลำต้น และกิ่งก้าน จะทำให้เกิดการหักพับ ผิวของผลผลิตที่เป็นโรคจะมีสีน้ำตาล เมื่อผ่าหัวพบเนื้อรอบนอกแห้งเป็นสีน้ำตาล ขอบแผลไม่ชัดเจน มักพบจุลินทรีย์ชนิดอื่นเข้าร่วมทำลาย ทำให้เกิดอาการเน่ารุนแรงเพิ่มขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิดโรคอยู่ระหว่าง 10–25 องศาเซลเซียส ระบาดได้ดีในสภาพความชื้นสูง มีหมอกน้ำค้างจัดหรือมีฝนตกติดต่อกัน (ภาพที่ 9.22)

การป้องกันกำจัด เก็บผลผลิตให้หมดจากแปลง ใช้พันธุ์ทนทาน ใช้หัวพันธุ์ปลอดโรค นำหัวที่เป็นโรคไปเผาทำลาย เมื่อพบการระบาดในแปลง ใช้สารเคมี คลอโรทาโลนิล (chlorothalonil), คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ (copper oxychloride), ฟลูอะซินาม (fluazinam), แมนโคเซบ (mancozeb) หรือเมทิแรม (metiram) (Wale *et al*., 2008)

ภาพที่ 9.22 หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคใบไหม้ (Wale *et al*., 2008)

4) โรคแผลสะเก็ดดำ (black scurf)

สาเหตุ เชื้อราเชื้อราไรซ็อกโทเนีย (*Rhizoctonia solani* KÜhn)

ลักษณะอาการ เชื้อสาเหตุจะทำลายหน่อที่งอกจากหัวพันธุ์ ทำให้หน่อไม่งอกออกมาเป็นต้นกล้า ในระยะต้นกล้าเนื้อเยื่อของลำต้น และไหลบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินจะแสดงอาการเป็นแผลสะเก็ดสีน้ำตาลดำ ยุบตัว ขนาดของแผล และรูปร่างไม่แน่นอน แผลสะเก็ดอาจเกิดรอบส่วนของลำต้น และทำให้เกิดการสร้างหัวบนพื้นดิน จะพบเส้นใยสีขาวของเชื้อสาเหตุบริเวณโคนลำต้น ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นเสียหายเพียงเล็กน้อย บริเวณผิวเปลือกหัวมันฝรั่งพบเม็ดแข็งสีน้ำตาลแก่ หรือสีดำ (sclerotia) ขนาด และรูปร่างไม่แน่นอนเป็นระยะพักตัวของเชื้อรา เชื้อราไรซ็อกโทเนียจะสร้างเส้นใย (mycelial) ปกคลุมบนผิวหัวมันฝรั่ง sclerotia สามารถอยู่รอดในดินได้เป็นเวลานาน โรคนี้ไม่ทำอันตรายแก่หัวมันฝรั่ง แต่ส่งผลให้ผิวมันฝรั่งมีตำหนิ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด (ภาพที่ 9.23)

การป้องกันกำจัด ก่อนปลูกจุ่มหัวพันธุ์ด้วยฟลูโทลานิล (flutolanil), ฟลูไดออกโซนิล (fludioxinil), ไทโอฟาเนต-เมทิล (thiophanate-methyl) หรือแมนโคเซบ (mancozeb) และพ่น อะซอกซีสโตรบิน (azoxystrobin) ในแปลงปลูก (Wale *et al*., 2008; Wharton, 2007)

ภาพที่ 9.23 หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคแผลสะเก็ดดำ (Wale *et al*., 2008)

9.7.7.2 โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

1) โรคเน่าเละ (soft rot)

สาเหตุ เชื้อแบคทีเรียเออร์วิเนีย (*Erwinia carotovora* pv. *carotovora* และ *E. chrysanthemi*)

ลักษณะอาการ เชื้อสามารถเข้าทำลายได้ทั้งในแปลงปลูก และระหว่างการเก็บรักษา โดยเข้าทางบาดแผล และเลนติเซล แผลนุ่ม ฉ่ำน้ำ มีกลิ่นเหม็น สีน้ำตาลถึงดำในระยะสุดท้าย มักพบของเหลวไหลออกมาจากผิวมันฝรั่งแพร่ระบาดอย่างรวดเร็วในโรงเก็บ (ภาพที่ 9.24)

การป้องกันกำจัด กำจัดหัวมันฝรั่งที่แสดงอาการ ใช้หัวพันธุ์ปลอดโรค ปลูกพืชหมุนเวียน ปลูกในพื้นที่ที่ระบายน้ำดี เก็บเกี่ยว ขนส่ง และเก็บรักษาอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการเกิดบาดแผล (ปริญญา, 2532; Elphinstone, 1987; Wale *et al*., 2008)

ภาพที่ 9.24 หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคเน่าเละ (Wale *et al*., 2008)

2) โรคเหี่ยวเขียวหรือเน่าสีน้ำตาล (bacterial wilt, brown rot)

สาเหตุ เชื้อแบคทีเรียรัสโตเนีย โซลานาซีรัม (*Ralstonia solanacearum*)

ลักษณะอาการ หัวที่เป็นโรค จะมีระบบท่อน้ำท่ออาหารเป็นสีน้ำตาล หรือดำ และมีของเหลวข้นสีขาวไหลออกมา ถ้าแช่น้ำจะพบกลุ่มเชื้อเกาะกันเป็นเส้นสายสีขาว คล้ายน้ำนมลอยกระจายอยู่ในน้ำ (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557) (ภาพที่ 9.25)

การป้องกันกำจัด กำจัดวัชพืช และต้นที่เป็นโรคในแปลงปลูก เพื่อตัดวงจรของโรค ใช้หัวพันธุ์ปลอดโรค จุ่มอุปกรณ์ผ่าหัวพันธุ์ทุกครั้งด้วย แอลกอฮอล์ 70% (Wale *et al*., 2008)

(ก) ต้นมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคเหี่ยวเขียว

(ข) หัวมันฝรั่งแสดงอาการโรคเหี่ยวเขียว

(ค) ของเหลวที่ปะปนด้วยเชื้อแบคทีเรียไหลออกมาภายนอก

(ง) ของเหลวข้นสีขาวไหลออกมาจากลำต้น

ภาพที่ 9.25 มันฝรั่งแดงอาการของโรคเหี่ยวเขียว (Wale *et al*., 2008)

3) โรคขี้กลากหรือแผลสะเก็ด (common scab)

สาเหตุ เชื้อแบคทีเรียสเตรปโตมัยซีส (*Streptomyces scabies*)

ลักษณะอาการ พบการแพร่ระบาดในทุกพื้นที่ปลูกทั่วโลก ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตพบจุดสีน้ำตาลขนาด 10 มิลลิเมตร บนผิว เนื้อใต้แผลจะมีสีดำแข็งลึกลงไป 2–5 มิลลิเมตร เนื้อเยื่อภายในมีสีน้ำตาล และแข็งเป็นไต (ภาพที่ 9.26)

การป้องกันกำจัด ไม่ควรให้น้ำมากเกินไปในระยะสร้างหัว ไม่ใช้ปุ๋ยคอกที่ยังเปียก ปลูกพืชหมุนเวียน ใช้สารเคมีรมฆ่าเชื้อในดิน และปรับสภาพดิน (pH) ให้เป็นกรดอ่อน ๆ (Daqun *et al*., 1995; Wanner, 2006; Wale *et al*., 2008)

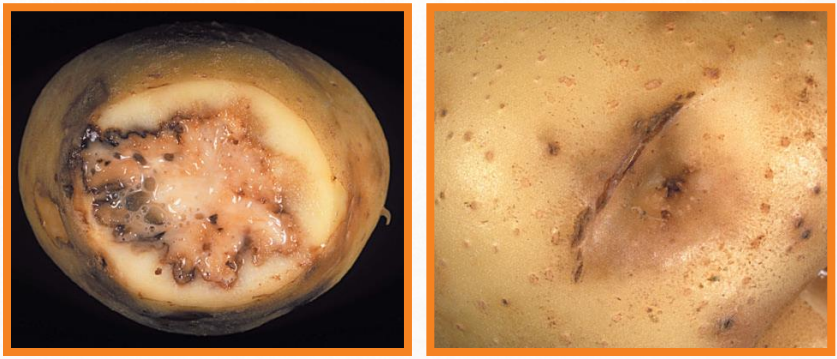
ภาพที่ 9.26 หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคขี้กลาก (Wale *et al*., 2008)

4) โรคเน่าวงแหวน (ring rot)

สาเหตุ เชื้อแบคทีเรียคลาวิแบคเตอร์ (*Clavibacter michiganensis* pv. *Sepedonicum*)

ลักษณะอาการ ท่อลำเลียงภายในหัวมันฝรั่งเริ่มเน่า มีสีขาวขุ่นคล้ายครีม จากนั้นเปลี่ยนเป็นสีดำ มีกลิ่นเหม็น และลุกลามไปทั่วหัวมันฝรั่ง มักปรากฏอาการขณะเก็บเกี่ยวและระหว่างการเก็บรักษา เชื้อ *C. michiganensis* สามารถมีชีวิตอยู่ในเมือกที่แห้งได้นานเป็นปี (ภาพที่ 9.27)

การป้องกันกำจัด ใช้หัวพันธุ์ปลอดโรค และควรทำความสะอาดพื้น ผนัง เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ (Wale *et al*., 2008)



ภาพที่ 9.27 หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดโรคเน่าวงแหวน (Wale *et al*., 2008)

9.7.8 แมลง

1) หนอนเจาะหัวมันฝรั่ง (potato tuber moth)

สาเหตุ *Phthorimaea operculella* Zeller

ลักษณะอาการ หนอนเจาะทำลายหัวในระยะปลูก ระบาดมากในระหว่างการเก็บรักษา เนื้อเยื่อบริเวณที่หนอนผีเสื้อเจาะทำลาย จะเหี่ยว เนื่องจากการสูญเสียน้ำ ทำให้เกิดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ (ภาพที่ 9.28)

การป้องกันกำจัด

- ใช้หัวพันธุ์ปลอดแมลง ปลูกหัวพันธุ์ลึกมากกว่า 10 เซนติเมตร ใช้กับดักฟีโรโมน เพื่อล่อตัวเต็มวัย เก็บเกี่ยวตรงเวลา เก็บผลผลิตให้หมดจากแปลง และควรติดตาข่ายกันแมลงรอบโรงเก็บ (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557; Wale *et al*., 2008)
- ปลูกพืชหมุนเวียน เพื่อตัดวงจรการระบาด
- ใช้สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ คาร์บาริล 85% WP อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร, คาร์โบซัลแฟน 20% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรืออิมิดาโคลพริด 10% SL อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

ภาพที่ 9.28 การเข้าทำลายของหนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง (Wale *et al*., 2008)

9.8 การยับยั้งการงอกของตามันฝรั่ง

อุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทยโดยเฉพาะมันฝรั่งทอดกรอบขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้ความต้องการวัตถุดิบเพื่อที่จะป้อนเข้าโรงงานมีปริมาณสูง แต่เกษตรกรไม่สามารถผลิตมันฝรั่งให้เพียงพอกับความต้องการของโรงงานตลอดทั้งปีได้ จึงได้มีการเก็บรักษามันฝรั่งสดในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่ผลผลิตมีคุณภาพสูงเหมาะสมกับการเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น ประกอบกับมันฝรั่งที่นำเข้ามีราคาแพง และคุณภาพการนำเข้าไม่แน่นอน ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ดังนั้นการใช้สารควบคุมการงอกของตามันฝรั่งที่มีคุณภาพ จะทำให้เกษตรกรสามารถผลิตมันฝรั่งเพื่อส่งโรงงานได้เต็มที่ในช่วงฤดูปลูกหลักที่เหมาะสม และส่งให้ผู้ประกอบการนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นได้นานขึ้น โดยยังคงคุณภาพดีสามารถใช้ในการแปรรูปได้ และปราศจากสารตกค้างของสารยับยั้งการงอกของตามันฝรั่ง อันจะเป็นการลดการนำเข้ามันฝรั่งสดจากต่างประเทศได้ สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการ และบริษัทเพื่อเป็นการค้าได้ ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตลง

สารเคมีที่ใช้ในการยับยั้งการงอกของตามันฝรั่ง มีดังนี้

1) การใช้สารคลอโรแพม (chlorpropham; CIPC) สูตรเคมี $C_{10}H_{12}ClNO_2$ เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมการงอกของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่ง โดยจะทำหน้าที่เข้าไปชะลอกระบวนการการแบ่งเซลล์พืชทำให้ลดการใช้พลังงานอาหารสะสมในหัวพันธุ์มันฝรั่ง เพื่อใช้ในการเก็บรักษามันฝรั่ง มีชื่อทางการค้า ได้แก่ Beet–Kleen, Bud Nip, Chloro IPC, CIPC, Furloe, Sprout Nip, Spud– Nic, Taterpex, Triherbide–CIPC และ Unicrop CIPC เป็นสารที่ไม่มีพิษ (LD50 = 1,200–38,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม (Occupational Health Services, Inc., 1992; Lewis *et al*., 1997) นอกจากนี้สารคลอโรแพม ยังถูกนำมาใช้ในการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในอุตสาหกรรมการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง เนื่องจากช่วยชะลอการงอกของหน่อในหัวพันธุ์มันฝรั่งทำให้สามารถเก็บรักษาพันธุ์มันฝรั่งได้นานขึ้น มีประสิทธิภาพสูง และปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับสารยับยั้งชนิดอื่น (Kleinkopf and Frazier, 2002)

2) การใช้สาร 1,4–dimethylnaphthalene (1,4–DMN) สูตรเคมี คือ $C_{12}H_{12}$ เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต นอกจากนี้เป็นสารที่พบในมันฝรั่งสกัดมาจากผิวมันฝรั่งใช้ในการควบคุมการเจริญของพืช ยับยั้งการแตกหน่อสามารถช่วยรักษาความสดของมันฝรั่งได้ ใช้ประโยชน์ในการเก็บรักษา และการขนส่งมันฝรั่ง โดยการผสมน้ำอุ่นและพ่นในบริเวณปิด มีชื่อทางการค้า ได้แก่ 1,4SIGHT, 1,4SEED, 1,4SHIP, 1,4–DMN; naphthalene, 1,4–Dimethyl และ naphthalene acetic acid ไม่มีพิษ (LD50 = 2,730 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม (University of California, 2004) ซึ่งสาร 1,4–dimethylnaphthalene เมื่อนำไปฉีดพ่นหัวพันธุ์มันฝรั่งมีประสิทธิภาพสูง สามารถเก็บรักษาได้นาน และมีผลข้างเคียงต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มสารสังเคราะห์ เช่น tecnazene (Beveridge, 1981)

3) การใช้สาร 3–decan–2–one สูตรเคมี $C_{10}H_{18}O$ เป็นสารสกัดจากธรรมชาติ สามารถควบคุมการเจริญของพืช มีกลไกการทำงานโดยการเข้าไปรบกวนเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง ส่งผลต่อการทำงานของออกซิเจน ซึ่งออกซิเจนทำให้

พืชเกิดกระบวนการหายใจ มีการใช้พลังงานซึ่งส่งผลให้หัวพันธุ์มันฝรั่งเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ดังนั้นสาร 3–decan–2–one มีประโยชน์ในการเก็บรักษา และช่วยยับยั้งการแตกหน่อของหัวมันฝรั่งโดยการผสมน้ำอุ่นและพ่นในบริเวณปิด ชื่อทางการค้า oenanthylidene acetone, enanthylidene aceton และ (3E)–dec–3–en–2–one ระดับความเป็นพิษต่ำ (LD50 > 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม (Bio–Pesticides DataBase, 2012)

9.9 การตรวจสอบคุณภาพหัวพันธุ์มันฝรั่ง

โดยปกติหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพต้องสะอาด มีลักษณะรูปร่างที่เหมาะสม และมีสีตรงตามลักษณะสายพันธุ์ องค์ประกอบที่สำคัญในหัวมันฝรั่งประกอบด้วย โปรตีน สารประกอบไนโตรเจน แป้ง น้ำตาล ไขมัน และองค์ประกอบไฟเบอร์ ซึ่งปริมาณจะแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ เป็นแหล่งพลังงานหลักในกระบวนการต่าง ๆ ภายในหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Storey and Davies, 1992) ซึ่งในการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในห้องเย็น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพื่อคุณภาพในการเก็บรักษาหัวพันธุ์ มีดังต่อไปนี้ (ชวาลา, 2559)

1) หัวมันฝรั่งต้องปลอดโรคและแมลง (diseases and pest free) โรคพืชบางอย่าง เช่น โรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย โรคขี้กลาก ไส้เดือนฝอย ฯ ทำให้เกิดตำหนิในหัวมันฝรั่ง ซึ่งนอกจากเป็นสาเหตุของความสูญเสียในกระบวนการผลิตแล้ว ยังทำให้เกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษาด้วย

2) หัวมันฝรั่งต้องสุกแก่เต็มที่ (right chemical maturity) เมื่อพืชสังเคราะห์แสงจะเก็บพลังงานในรูปเคมี เป็นส่วนสำคัญในการให้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต แบ่งเซลล์ พัฒนาโครงสร้างให้พืชเจริญเติบโต พัฒนาการเติบโตของหัว สร้างแป้งสะสมในหัว และความสุกแก่ทางเคมี ซึ่งมันฝรั่งที่แก่เต็มที่สามารถเก็บรักษาในห้องเย็นได้นาน โดยไม่มีปัญหาด้านคุณภาพเมื่อนำไปปลูกหรือแปรรูป

3) หัวมันฝรั่งต้องสุกแก่ทางกายภาพ (right physical maturity) เมื่อมันฝรั่งสุกทางกายภาพเต็มที่ จะทำให้ผิวเปลือกของหัวมันฝรั่งเซ็ทตัวดีแข็งแรง

ซึ่งผิวเปลือกของมันฝรั่งมีความสำคัญในการป้องกันเชื้อโรคจากภายนอก และป้องกันการสูญเสียน้ำภายในหัวพันธุ์มันฝรั่ง

4) หัวพันธุ์มันฝรั่งต้องไม่มีบาดแผล (no wound) เนื่องจากเชื้อโรคส่วนใหญ่จะเข้าทางบาดแผล ส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียน้ำภายในหัวพันธุ์มันฝรั่ง ทำให้มันฝรั่งเสียคุณภาพ (วิวัฒน์, 2541; อภิรักษ์, 2557)

9.10 การทำลายการพักตัวของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (break dormancy)

ในการเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งมีการสร้างลำต้นใต้ดินหรือสโตลอน (stolon) เพื่อสร้างหัว โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยความเหมาะสมของ ความยาวของช่วงแสง อุณหภูมิ และไนโตรเจนที่เหมาะสม ซึ่งมีความแตกต่างกับลำต้นเหนือพื้นดิน ในช่วงระหว่างการพัฒนาของหัวพันธุ์ ตาของหัวมันฝรั่งจะมีการพักตัว จากนั้นเริ่มหยุดการสร้างไหล มันฝรั่งจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เนื่องจากมีการสะสมแป้งและโปรตีน จากนั้นจะเข้าสู่การพักตัว ซึ่งการพักตัวมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางชีวเคมีและสรีรวิทยาภายในหัวมันฝรั่ง รวมถึงมีบทบาทที่เกี่ยวข้องกับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้นในหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Coleman, 1987) โดยธรรมชาติของหัวมันฝรั่งจะงอกหลังจากผ่านระยะเวลาที่เหมาะสม ประมาณ 3–4 เดือน จึงทำให้หัวมันฝรั่งพ้นจากการพักตัวซึ่งบางสายพันธุ์อาจใช้เวลานาน การทำลายการพักตัวของหัวมันฝรั่งสามารถกระตุ้นเพื่อให้เกิดการงอกได้โดยใช้สารเคมี อุณหภูมิ และความชื้นในการเก็บรักษา การทำลายการพักตัวด้วยแก๊สรินไดท์ (rindite) คือการใช้สารเอทธิลีนคลอโรไฮดริน : เอทธิลีนไดคลอไรด์: คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (anhydrous ethylene chlorohydrin : ethylene dichloride : carbon tetrachloride) ในอัตราส่วน 7 : 3 : 1 หรือคาร์บอนไดซัลไฟด์ (carbon disulphide) ซึ่งสารเคมีทั้ง 2 ประเภท สามารถทำลายการพักตัวของหัวมันฝรั่งได้ แต่อาจเป็นพิษต่อมนุษย์ และกรดจิบเบอเรลลิก (gibberellic acid หรือ GA) เป็นการทำลายการพักตัวโดยใช้สารเคมี (Claassens and Vreugdenhil, 2000)

นอกจากนี้การใช้จิบเบอเรลลิกกับหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อการตุ้นการเจริญเติบโตนิยมใช้วิธีการแช่หรือฉีดพ่น (Claassens and Vreugdenhil,

2000) ซึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่งจะสามารถดูดซับกรดจิบเบอเรลลิกได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านทางบาดแผล แต่ในขณะเดียวกันการเกิดบาดแผลในหัวมันฝรั่งก็สามารถกระตุ้นให้หัวพันธุ์เกิดการงอกได้จึงมีข้อสันนิษฐานว่าอาจเกิดการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิกได้ในหัวมันฝรั่ง (Rappaport and Sachs, 1957) ความเข้มข้นในการใช้กรดจิบเบอเรลลิก เพื่อทำลายการพักตัวในช่วงแรกหัวมันฝรั่งต้องใช้ความเข้มข้นของกรดจิบเบอเรลลิกสูงกว่าระยะที่ใกล้ถึงจุดสิ้นสุดของการพักตัว แต่หากมันฝรั่งที่ถูกเก็บรักษามาเป็นระยะเวลา 4 เดือน ไม่จำเป็นต้องใช้กรดจิบเบอเรลลิก เนื่องจากหัวพันธุ์ผ่านพ้นจากการพักตัวแล้ว (Claassens and Vreugdenhil, 2000)

เอกสารอ้างอิง

กองปฐพีวิทยา. 2543. ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 119 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ชวาลา วงศ์ใหญ่. 2559. อุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบและโอกาสการขยายการตลาดมันฝรั่งแปรรูปสู่ภูมิภาคอาเซียน, หน้า 25–29. *ใน* กลุ่มงานพืชผัก (บ.ก.), เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งโรงงานคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

ดนัย บุญยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ. 236 หน้า.

ปริญญา จันทรศรี. 2532. การเปลี่ยนแปลงประชากรและการถูกทำลายของเชื้อ Soft Rot Erwinias ที่ได้จากแปลงปลูกหัวพันธุ์มันฝรั่งในบริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 104 หน้า.

มาโนช ทองเจียม. 2541. มันฝรั่ง, หน้า 1-10. *ใน* เอกสารวิชาการมันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

สนอง จรินทร. 2552. การผลิตมันฝรั่งและแนวทางการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในประเทศไทย 2552. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร. 58 หน้า.

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

วิวัฒน์ ภานุอำไพ. 2541. คุณภาพมันฝรั่งที่โรงงานต้องการ. *ใน* เอกสารวิชาการมันฝรั่งและศัตรูพืชที่สำคัญ. สถาบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. หน้า 11–17.

อภิรักษ์ หลักชัยกุล และอรทัย วงค์เมธา. 2557. การปฏิบัติดูแลรักษา. *ใน* คู่มือการปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 252 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2559 ข. รายงานการทดลองเรื่อง การศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

Beveridge, J. L., J. Dalziel and H. J. Duncan, 1981. The assessment of some volatile organic compounds as sprout suppressants for ware and seed potatoes. Potato Research. 24 : 61–76.

Bio–Pesticides DataBase. 2012. 3–decen–2–one (Ref: AMV–1018)., University of Hertfordshire.

Cantwell, M. 1996. A Review of important facts about potato glycoalkaloids. *Perishables Handling Newsletter*. 87 : 26–27.

Claassens, M.M.J. and D. Vreugdenhil. 2000. Is dormancy breaking of potato tubers the reverse of tuber initiation. Potato Research 43 : 347–369.

Daqun Liu, Neil A. Anderson, and Linda L. Kinkel. 1995. Biological Control of Potato Scab in the Field with Antagonistic Streptomyces scabies. The American Phytopathological society 85(7) : 827-831.

Elphinstone J. G. 1987. Soft rot and blackleg of potato Ervin ia spp. International Potato Center (CIP), Lima, Peru.

Grunenfelder, L. A., L. O. Knowles, L. K. Hiller and N. R. Knowles. 2006. Glycoalkaloid development during greening of fresh market potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(16) : 5847–5854.

Jara Solis, A. 1991. Cuantificación Económica de Pérdida de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en Pre–cosecha, Cosecha y Post–cosecha en la Zona Alta de la Provincia de Cartago. Tesis Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Tierra yel Mar. Escuela de Ciencias Agrarias. Costa Rica.

Kleinkopf, G. E. and M. J. Frazier. 2002. Alertnative sprout suppressants for stored potatoes. The Idaho Potato Conference.

Lewis, M. D., M. K. Thornton and G. E. Kleninkopf. 1997. Commercial application of CIPC sprout inhibitor to storage potatoes. Coorperation Extention System, Agricultural Experiment station.

Occupational Health Services, Inc. 1992. MSDS for Chlorpropham. OHS Inc., Secaucus, NJ.

Singh, J. and L. Kaur. 2009. Advance in Potato Chemistry and Technology. Academic Press. San Diego. 508 p.

Struik, P.C. and Wiersema, S.G. 1999. Seed potato technology. Wageningen Pers, Netherlands. 382 p.

Tiessen, A., J.H.M. Hendriks, M. Stitt, A. Branscheid, Y. Gibon, E.M. Farré and P. Geigenberg. 2002. Starchsynthesis in potato tubers is regulated by post–translational redox modification of ADP–glucose pyrophosphorylase: A novel regulatory mechanism linking starch synthesis to the sucrose supply. The Plant Cell 14: 2191–2213.

Virtanen, E. and M. Seppänen. 2014. Effects of haulm killing on seed potato quality. Journal of Agricultural Science. 6(3) : 168–175.

Waals J.E., L. Korsten and T.A.S. Aveling. 2001. A review of early blight of potato. African Plant Protection 7(2) : 91–102.

Wale, S., B. Platt andN. D. Cattlin. 2008. Diseases, pests and disorders of potatoes. Manson Publishing Ltd. London. UK. 176 pp.

Wanner, L.A.. 2006. A survey of genetic variation in Streptomyces isolates causing potato common scab in the United States. The American Phytopathological Society 96(12) : 1363–1371.

Wharton, P., W. Kirk, D. Berry and S. Snapp. 2007. Rhizoctonia stem canker and black scurf of potato. Michigan State University.

Zachmann, R. 1982. Early Blight of Potato *Alternaria solani*. Technical information bulletin 17. International Potato Center (CIP). Lima, Peru.

Zotarelli, L., S. Sargent, P. Dittmar and M. Makani. 2003. Potato vine killing or desiccation. The Institute of food and agricultural sciences. 4 p.

บทที่ 10
มาตรฐานหัวพันธุ์มันฝรั่ง

มันฝรั่ง จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย และเป็นที่นิยมบริโภคทั่วโลก นอกจากใช้บริโภคทั่วไป ได้แก่ ต้ม ตุ๋น ย่าง หรือทอด ยังสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิด โดยเฉพาะมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ และเฟรนส์ฟราย หรือใช้ในอุตสาหกรรมการหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์และกรดซิตริก ล้อยาง พลาสติก ฟิล์ม สีน้ำมัน และใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมทอฝ้า เป็นต้น จึงทำให้มีความต้องการมันฝรั่งเพื่อบริโภคสูงถึงปีละ 140,000 ตัน ดังนั้นคุณภาพของหัวพันธุ์มันฝรั่ง เป็นสิ่งสำคัญที่เกษตรกร และผู้ประกอบการผลิต หัวพันธุ์มันฝรั่งต้องคำนึงถึงในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ได้คุณภาพ มาตรฐาน และปลอดภัย เนื่องจากคุณภาพจะเป็นตัวกำหนดราคาในการซื้อขายให้ได้ราคาสูงหรือต่ำ การกำหนดมาตรฐานหัวพันธุ์มันฝรั่งเป็นมาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยความร่วมมือของกรมวิชาการเกษตร ตามที่ได้ประกาศใช้ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2565 ประกอบด้วย ข้อกำหนดขั้นต่ำ การแบ่งชั้นของหัวพันธุ์มันฝรั่ง เกณฑ์การยอมรับด้านศัตรูพืชสำหรับการตรวจสอบแปลงพืช ข้อบกพร่อง และเกณฑ์การยอมรับของหัวพันธุ์มันฝรั่งแต่ละชั้น ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่ง เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องขนาดหัวพันธุ์ การแสดงฉลาก และการชักตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

10.1 คุณภาพ

10.1.1 ข้อกำหนดขั้นต่ำ หัวพันธุ์มันฝรั่งทุกชั้น ผ่านเกณฑ์การยอมรับตามข้อกำหนดของ มกอช. ดังต่อไปนี้

1) เป็นหัวพันธุ์มันฝรั่งทั้งหัว
2) มีลักษณะตรงตามพันธุ์
3) สด ผิวตึง ไม่มีรอยย่น
4) ไม่เน่า

5) ไม่มีการงอกของตา
6) ไม่พบลักษณะตาบอด (bud damage) ทั้งหัว
7) ไม่มีศัตรูพืชเท่าที่จะเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ
8) ไม่มีความเสียหายจากศัตรูพืชเท่าที่จะเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ
9) ผิวแห้งตามธรรมชาติ
10) ไม่มีสิ่งแปลกปลอมอื่นที่ไม่ใช่หัวพันธุ์มันฝรั่ง
11) ปราศจากดินเท่าที่จะเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

- ดินที่มีลักษณะเป็นผง ติดมากับหัวพันธุ์มันฝรั่งต้องมีน้ำหนักไม่เกิน 100 กรัมต่อหัวพันธุ์มันฝรั่ง 50 กิโลกรัม (เท่ากับ 0.2% โดยมวล)

- ดินที่มีลักษณะเป็นก้อน ติดบนหัวพันธุ์มันฝรั่งครอบคลุมพื้นที่ผิวเกินกว่า 20% ไม่เกิน 30 หัว จากหัวพันธุ์มันฝรั่ง 600 หัว (เท่ากับ 5% โดยจำนวน)

10.1.2 การแบ่งชั้นของหัวพันธุ์มันฝรั่ง

ชั้นของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (seed potato classification) แบ่งตามข้อบกพร่อง และเกณฑ์การยอมรับเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1) ชั้นพันธุ์หลัก (pre-basic seed) หรือที่เรียกว่า generation 0 (G0) ต้องมาจากต้นกล้าที่ได้จากการงอกของเมล็ดที่ได้มาจากการผสมข้าม หรือต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนำมาปลูกในโรงเรือนที่มีการป้องกันศัตรูพืช และมีการจัดการที่ดีเพื่อลดความเสี่ยงจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช เช่น การฆ่าเชื้อวัสดุปลูก การปลูกแบบไม่ใช้ดิน (soilless culture) มีลักษณะตรงตามพันธุ์ โดยมีข้อบกพร่อง และเกณฑ์การยอมรับ ตามข้อ 10.1.3

2) ชั้นพันธุ์ขยาย (basic seed) หรือที่เรียกว่า generation 1 (G1) ต้องมาจากหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์หลัก มีลักษณะตรงตามพันธุ์ โดยมีข้อบกพร่อง และเกณฑ์การยอมรับ ตามข้อ 10.1.3

3) ชั้นพันธุ์รับรอง (certified seed) ต้องมาจากหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์หลัก หรือหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์ขยาย หรือหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์รับรอง มีลักษณะตรงตามพันธุ์ โดยมีข้อบกพร่อง และเกณฑ์การยอมรับ ตามข้อ 10.1.3

10.1.3 เกณฑ์การยอมรับด้านศัตรูพืชสำหรับการตรวจสอบแปลงพืช

การตรวจสอบแปลงพืช เป็นการตรวจต้นมันฝรั่งในแปลงผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง เพื่อสำรวจศัตรูพืช จำนวน 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ช่วงก่อนต้นมันฝรั่งออกดอก หรือเมื่อต้นมันฝรั่งมีอายุได้ 20–40 วัน โดยเข้าไปสำรวจให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่

ครั้งที่ 2 ช่วงต้นมันฝรั่งสร้างหัว หรือเมื่อต้นมันฝรั่งมีอายุได้ 55–65 วัน โดยเข้าไปสำรวจภาพรวมของแต่ละแปลง หากพบอาการผิดปกติของต้นมันฝรั่ง จึงเข้าไปตรวจ ณ บริเวณที่แสดงอาการผิดปกติ

กรณีพบต้นมันฝรั่งที่แสดงอาการของโรคหรือพบศัตรูพืช ให้นับจำนวนต้นและประเมินเป็นร้อยละเทียบกับจำนวนต้นทั้งหมดในแปลง

กรณีที่พบอาการของโรคไม่ชัด หรือมีข้อสงสัยว่ามีศัตรูพืชเข้าทำลาย สามารถสุ่มเก็บตัวอย่างต้นมันฝรั่งที่สงสัย หรือหัวของต้นมันฝรั่งที่สงสัย มาวิเคราะห์อาการที่มีสาเหตุจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช

การตรวจสอบแปลงผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในแต่ละชั้น ตรวจพบจำนวนต้นที่พบว่ามีศัตรูพืชได้ไม่เกินเกณฑ์การยอมรับ (ตารางที่ 10.1) ดังนี้

ตารางที่ 10.1 เกณฑ์การยอมรับสำหรับการตรวจหาศัตรูพืชในแปลงผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

ศัตรูพืช	เชื้อสาเหตุ	ปริมาณสูงสุด (% โดยจำนวน)		
		ชั้นพันธุ์หลัก	ชั้นพันธุ์ขยาย	ชั้นพันธุ์รับรอง
1. โรคที่มีสาเหตุจากไวรัส				
1.1 โรคใบม้วน (leaf roll)	Potato leaf roll virus (PLRV)	0	1	10
1.2 โรคใบด่าง (mosaics or chlorosis)	*Potato virus S* (PVS) *Potato virus X* (PVX) *Potato virus Y* (PVY)	0	1	10
2. โรคที่มีสาเหตุจากแบคทีเรีย				
2.1 โรคเน่าดำ (blackleg)	*Pectobacterium atrosepticum*	0	1	5

ศัตรูพืช	เชื้อสาเหตุ	ปริมาณสูงสุด (% โดยจำนวน) ชั้นพันธุ์หลัก	ชั้นพันธุ์ขยาย	ชั้นพันธุ์รับรอง
2.2 โรคเน่าเละ (soft rot)	*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*	0	1	5
2.3 โรคเหี่ยว (bacterial wilt)	*Ralstonia solanacearum*	0	1	5
3. ไส้เดือนฝอย				
3.1 โรครากปม (root knot)	*Meloidogyne graminicola* *Meloidogyne hapla* *Meloidogyne incognita* *Meloidogyne javanica* *Meloidogyne microcephala*	0	0	0

10.1.4 ข้อบกพร่องและเกณฑ์การยอมรับของหัวพันธุ์มันฝรั่งแต่ละชั้น

1) ข้อบกพร่องด้านกายภาพ

หัวพันธุ์มันฝรั่งในแต่ละรุ่น พบข้อบกพร่องด้านกายภาพได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 10.2)

ตารางที่ 10.2 ข้อบกพร่องด้านกายภาพและเกณฑ์การยอมรับ

ข้อบกพร่อง	ระดับที่ยอมรับได้ ชั้นพันธุ์หลัก (% โดยจำนวน)	ชั้นพันธุ์ขยาย (% โดยมวล)	ชั้นพันธุ์รับรอง (% โดยมวล)
1. ข้อบกพร่องด้านกายภาพภายนอก (external defect)			
1.1 ร่องรอยการเข้าทำลายของศัตรูพืช (damage cause by pest)	2	2	5
1.2 รอยช้ำ (bruises) และบาดแผลจากเครื่องมือ เครื่องจักร (mechanical damage) และรอยแตก (crack)	1	3	5

ข้อบกพร่อง	ระดับที่ยอมรับได้		
	ชั้นพันธุ์หลัก (% โดยจำนวน)	ชั้นพันธุ์ขยาย (% โดยมวล)	ชั้นพันธุ์รับรอง (% โดยมวล)
1.3 ตาบอด (bud damage) ไม่เกิน 2 ตา/หัว	0.5	2	3
1.4 รูปร่างผิดปกติ (malformed)	0.5	2	3
รวมข้อบกพร่องภายนอก ข้อ 1.1 ถึง ข้อ 1.4	**2**	**3**	**5**
2. ข้อบกพร่องด้านกายภาพภายใน (internal defect)			
2.1 ไส้ดำ (black heart)	0	0.5	0.5
2.2 ไส้กลวง (hollow heart)	0	0.5	0.5
2.3 จุดสีน้ำตาล (brown spot)	0.5	0.5	0.5
2.4 ความเสียหายภายในอื่น ๆ (other internal damage)	0	0.5	0.5
รวมข้อบกพร่องภายใน ข้อ 2.1 ถึง ข้อ 2.4	**0.5**	**1.5**	**1.5**

2) ข้อบกพร่องด้านศัตรูพืช

ชั้นของหัวพันธุ์มันฝรั่งในแต่ละรุ่น พบข้อบกพร่องด้านศัตรูพืชได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 10.3)

ตารางที่ 10.3 ข้อบกพร่องด้านศัตรูพืชและเกณฑ์การยอมรับ

ศัตรูพืช	เชื้อสาเหตุ	ระดับที่ยอมรับได้		
		ชั้นพันธุ์หลัก (% โดยจำนวน)	ชั้นพันธุ์ขยาย (% โดยมวล)	ชั้นพันธุ์รับรอง (% โดยมวล)
1. โรคที่มีสาเหตุจากรา				
1.1 โรคใบไหม้ (late blight)	*Phytopthora infestans*	0	5	5
1.2 โรคเน่าแห้ง หรือลำต้นเน่า (sclerotial rot or southern blight)	*Sclerotium rolfsii*	0	5	5
1.3 โรคแคงเกอร์ (canker or black scurf)	*Rhizoctonia solani*	0	5 (10)	5 (10)
2. โรคที่มีสาเหตุจากแบคทีเรีย				
2.1 โรคเน่าดำ (blackleg)	*Pectobacterium atrosepticum*	0ก	5	10
2.2 โรคเน่าเละ (soft rot)	*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*	0	5	10
2.3 โรคเหี่ยว (bacterial wilt)	*Ralstonia solanacearum*	0	5	10
2.4 โรคขี้กลากหรือแผลสะเก็ด (common scab)	*Streptomyces scabies*	0	5 (10)	10 (10)
3. ไส้เดือนฝอย				
3.1 โรครากปม (root knot)	*Meloidogyne graminicola* *Meloidogyne hapla*	0	0	0

ศัตรูพืช	เชื้อสาเหตุ	ระดับที่ยอมรับได้		
		ชั้นพันธุ์หลัก (% โดยจำนวน)	ชั้นพันธุ์ขยาย (% โดยมวล)	ชั้นพันธุ์รับรอง (% โดยมวล)
	Meloidogyne incognita			
	Meloidogyne javanica			
	Meloidogyne microcephala			
4. แมลง				
4.1 หนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง (potato tuber moth)	*Phthorimaea operculella*	0	0	0
4.2 หนอนกระทู้ดำ (black cutworm)	*Agrotis ipsilon*	0	0	0
4.3 หนอนกระทู้ผัก (common cutworm)	*Spodoptera litura*	0	0	0
4.4 หนอนกระทู้หอม (beet armyworm)	*Spodoptera exigua*	0	0	0
4.5 เสี้ยนดิน (oriental army ant)	*Dorylus orientalis*	0	0	0
รวมข้อบกพร่องด้านศัตรูพืช ข้อ 1 ถึง ข้อ 4		**0**	**5**	**10**

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ร้อยละของการแสดงอาการของโรคบนพื้นที่ผิวของหัวมันพันธุ์มันฝรั่งต้องไม่เกินที่กำหนด

10.2 การจัดขนาด

การจัดขนาดของหัวพันธุ์มันฝรั่ง พิจารณาจากเส้นผ่าศูนย์กลาง ณ ส่วนที่กว้างที่สุดของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (ตารางที่ 10.4)

ตารางที่ 10.4 การจัดขนาดของหัวพันธุ์มันฝรั่ง

รหัสขนาด	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)
1	2.0 – 4.0
2	> 4.0 – 6.0
3	> 6.0 – 8.0
คละเกรด	> 4.0 – 8.0

(สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและสหกรณ์, 2565ก)

10.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องขนาด

ชั้นพันธุ์หลัก ทุกรหัสขนาดมีหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีขนาดใหญ่กว่า หรือเล็กกว่ารหัสขนาดถัดไปหนึ่งรหัสปนได้ไม่เกิน 3% โดยจำนวนของหัวพันธุ์มันฝรั่ง

ชั้นพันธุ์ขยาย และชั้นพันธุ์รับรอง (กรณีรหัสขนาด 1 รหัสขนาด 2 และรหัสขนาด 3) ทุกรหัสขนาดมีหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีขนาดใหญ่กว่า หรือเล็กกว่ารหัสถัดไปหนึ่งรหัสปนมาไม่เกิน 5% โดยมวลของหัวพันธุ์มันฝรั่ง

ชั้นพันธุ์ขยาย และชั้นพันธุ์รับรอง (กรณีคละขนาด) มีหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีขนาดใหญ่กว่า หรือเล็กกว่าที่กำหนดปนมาได้ไม่เกิน 3% โดยมวลของหัวพันธุ์มันฝรั่ง

10.4 เกณฑ์การบรรจุ

1) หัวพันธุ์มันฝรั่งต้องบรรจุในภาชนะบรรจุที่ใหม่ สะอาด ถ่ายเทอากาศได้ดี

2) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่บรรจุในแต่ละหีบห่อ ต้องมีปริมาณสุทธิไม่น้อยกว่าที่ระบุในฉลากหรือในเอกสารกำกับสินค้า

10.5 การแสดงฉลาก

การแสดงฉลากให้เป็นไปตามข้อ 10.1 ข้อกำหนดการแสดงฉลากสินค้าเกษตร ตาม มกษ. 9060 มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง การแสดงฉลากสินค้าเกษตร (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2565ข) และมีรายละเอียดข้อกำหนดการแสดงฉลากสำหรับภาชนะบรรจุที่ไม่ได้จำหน่ายตรงต่อผู้บริโภค โดยอาจแสดงในเอกสารกำกับอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1) ชื่อสินค้าเกษตร และชื่อพันธุ์
2) ชั้นของหัวพันธุ์
3) รหัสขนาด
4) ปริมาณสุทธิ (จำนวน หรือน้ำหนักเป็นระบบเมตริก)
5) ชื่อ และที่อยู่ของผู้ผลิต หรือผู้จัดจำหน่าย
6) แหล่งผลิต หรือแหล่งปลูก
7) การแสดงวันที่ โดยแสดงวันที่เก็บเกี่ยว และวันที่บรรจุ

10.6 การชักตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์

10.6.1 การชักตัวอย่าง

การชักตัวอย่างสำหรับการตรวจการแสดงฉลาก ปริมาณสุทธิ และการจัดขนาด ให้ชักตัวอย่างหัวพันธุ์มันฝรั่งที่บรรจุแล้ว แต่ยังไม่นำเข้าห้องเย็น โดยสุ่มให้กระจายทั่วถึงเพื่อเป็นตัวแทนของรุ่นเท่าที่จะปฏิบัติได้ ให้ได้ขนาดตัวอย่างไม่น้อยกว่า 0.2% ของน้ำหนักหัวพันธุ์มันฝรั่งทั้งรุ่น

การชักตัวอย่างสำหรับการตรวจด้านคุณภาพ ให้ใช้ตัวอย่างหัวพันธุ์มันฝรั่งจากการตรวจการแสดงฉลาก ปริมาณสุทธิ และการจัดขนาด มาตรวจสอบ หรือชักตัวอย่างใหม่จากหัวพันธุ์ในรุ่นเดียวกันที่มีคุณภาพ และเป็นหัวพันธุ์ชั้นเดียวกันที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุแล้ว แต่ยังไม่ปิดผนึก จำนวนไม่น้อยกว่า 0.2% ของน้ำหนักหัวพันธุ์มันฝรั่งทั้งรุ่น

หมายเหตุ :

1. รุ่น (lot) หมายถึง ปริมาณที่แน่นอนของสินค้าที่ผลิตแบบอุตสาหกรรม (manufactured) หรือผลิตภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่สันนิษฐานว่ากระบวนการผลิตมี

ความสม่ำเสมอ (uniform of process) ในที่นี้หมายถึง หัวพันธุ์มันฝรั่งชั้นเดียวกันที่ได้จากปลูกขยายพันธุ์ในฤดูปลูก เดียวกัน มีการจัดการในการปลูกแบบเดียวกัน ผ่านการตรวจสอบแปลงผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งและเกณฑ์การยอมรับ และเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเดียวกัน

2. กรณีที่หัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นเดียวกันมีปริมาณมาก ซึ่งต้องใช้เวลาเก็บเกี่ยว และจัดเตรียม ก่อนบรรจุ ขั้นต่ำอย่างน้อยประมาณ 7 วัน เพื่อให้สะดวกต่อการตรวจประเมินที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติโดยไม่ล่าช้า จึงให้ตรวจสอบจากตัวอย่างที่ผ่านการจัดเตรียม และบรรจุแล้ว แต่ยังไม่ปิดผนึกได้

10.6.2 วิธีวิเคราะห์ ให้เป็นไปตามวิธีการที่กำหนดในตารางที่ 10.5

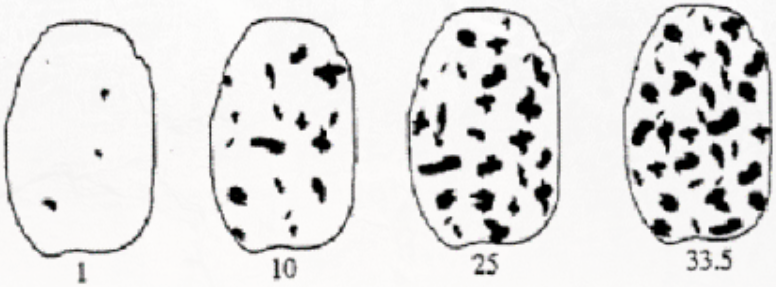
ตารางที่ 10.5 วิธีวิเคราะห์หัวพันธุ์มันฝรั่ง

รายการ	วิธีวิเคราะห์
1. วิธีวิเคราะห์ด้านการแสดงฉลาก ปริมาณสุทธิ และการจัดขนาด	
1.1 การแสดงฉลาก	ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลที่ระบุในฉลากหรือเอกสารกำกับ (ข้อ 10.5)
1.2 ปริมาณสุทธิ	กรณีชั้นพันธุ์หลัก นับจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งที่บรรจุในแต่ละภาชนะบรรจุ เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ระบุในฉลากหรือเอกสารกำกับ (ข้อ 10.4.2) กรณีชั้นพันธุ์ขยาย และชั้นพันธุ์รับรอง ชั่งน้ำหนักหัวพันธุ์มันฝรั่งทั้งภาชนะบรรจุเพื่อหาน้ำหนักสุทธิ เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ระบุในฉลากหรือเอกสารกำกับ (ข้อ 10.4.2)
1.3 การจัดขนาด	นำหัวพันธุ์มันฝรั่งวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง ณ ส่วนที่กว้างที่สุดของหัวพันธุ์มันฝรั่งทีละหัว และบันทึกข้อมูลไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของข้อมูลรหัสขนาดที่ระบุในฉลากหรือเอกสารกำกับ (ข้อ 10.2)
2. วิธีวิเคราะห์ด้านคุณภาพ	
2.1 ข้อกำหนดขั้นต่ำ	ตรวจสอบลักษณะของหัวพันธุ์มันฝรั่ง เพื่อประเมินคุณภาพตามข้อกำหนดขั้นต่ำ (ข้อ 10.1.1)
2.2 ข้อบกพร่องด้านกายภาพ	1) ข้อบกพร่องภายนอก ตรวจพินิจลักษณะของหัวพันธุ์มันฝรั่ง หากพบหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีข้อบกพร่องภายนอก ให้นับจำนวน

รายการ	วิธีวิเคราะห์
	หรือชั่งน้ำหนัก (แล้วแต่กรณี) และบันทึกข้อมูลไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับ (ข้อ 10.1.4.1) 2) ข้อบกพร่องภายใน ผ่าหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อตรวจพินิจลักษณะเนื้อของหัวพันธุ์มันฝรั่ง หากพบหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีข้อบกพร่องภายใน ให้นับจำนวน หรือชั่งน้ำหนัก (แล้วแต่กรณี) และบันทึกข้อมูลไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับ (ข้อ 10.1.4.1)
2.3 ข้อบกพร่องด้านศัตรูพืช	1) โรคที่มีสาเหตุจากรา ตรวจพินิจอาการของโรคที่มีสาเหตุจากราบนหัวพันธุ์มันฝรั่ง เช่น อาการช้ำดำ เป็นแผล เน่า หรือพบกลุ่มเส้นใยของรา นับจำนวนหรือชั่งน้ำหนัก (แล้วแต่กรณี) และบันทึกข้อมูลไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับ (ข้อ 10.1.4.2) 2) โรคที่มีสาเหตุจากแบคทีเรีย ตรวจพินิจอาการของโรคที่มีสาเหตุจากแบคทีเรียบนหัวพันธุ์มันฝรั่ง เช่น อาการเน่าเป็นแผลนูนหรือยุบตัว (scab) หรือผ่าหัวพันธุ์มันฝรั่งตามขวางแล้วตรวจพินิจสีของท่อลำเลียงที่ผิดปกติ หรือของเหลวสีขาว (ooze) ที่ซึมไหลออกมาจากหัวพันธุ์มันฝรั่ง นับจำนวนหรือชั่งน้ำหนัก (แล้วแต่กรณี) และบันทึกข้อมูลไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับ (ข้อ 10.1.4.2) 3) ไส้เดือนฝอย ตรวจพินิจอาการที่ถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย โดยสังเกตจากลักษณะปุ่มปมบนผิวของหัวพันธุ์มันฝรั่ง นับจำนวนหรือชั่งน้ำหนัก (แล้วแต่กรณี) และบันทึกข้อมูลไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับ (ข้อ 10.1.4.2) 4) แมลง ตรวจพินิจแมลงมีชีวิตที่เป็นพาหะของโรค รวมทั้งไข่ของแมลงที่เป็นพาหะบนหัวพันธุ์มันฝรั่ง นับจำนวนหรือชั่งน้ำหนัก (แล้วแต่กรณี) และบันทึกข้อมูลไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับ (ข้อ 10.1.4.2)
2.4 การจำแนกผลิตภัณฑ์บกพร่องด้านคุณภาพ การจัดขนาด ปริมาณสุทธิ และการแสดงฉลาก	ตัวอย่างถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์บกพร่อง เมื่อผลการวิเคราะห์ตามข้อ 1. ถึง ข้อ 2. ไม่เป็นไปตามข้อใดข้อหนึ่งของข้อกำหนด ข้อ 10.1 ถึง ข้อ 10.5

(สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและสหกรณ์, 2565ก)

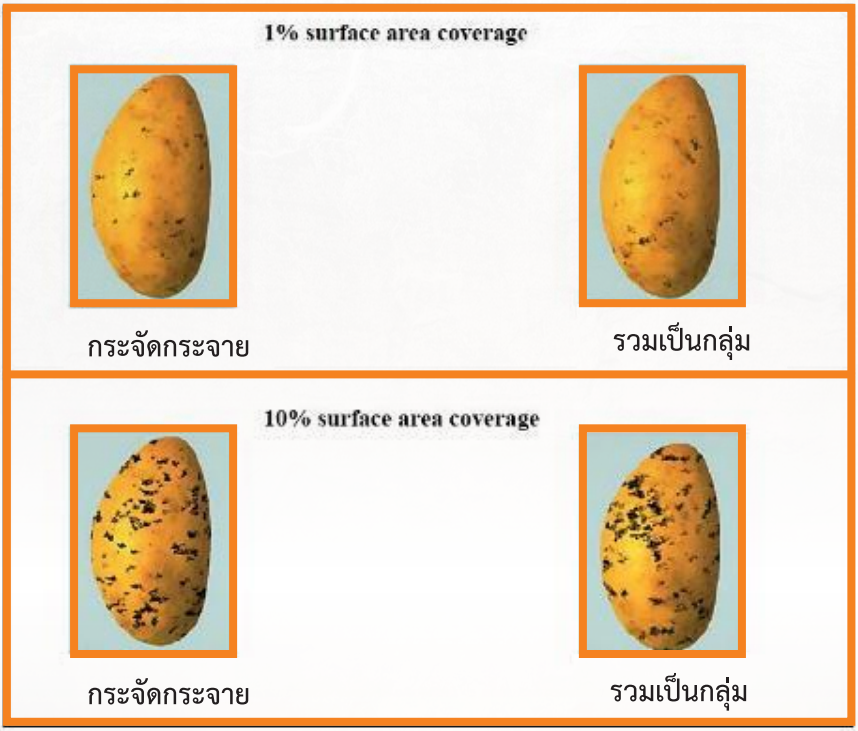
ภาพแสดงตัวอย่างหัวพันธุ์มันฝรั่ง



ภาพที่ 10.1 ร้อยละบนพื้นที่ผิวของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ถูกทำลายด้วยโรคแผลสะเก็ด (common scab) (UNECE, 2006)

Commo Scab (33.3%) | Netted Scab (33.3%) | Powdery Scab (10%)

ภาพที่ 10.2 แสดงร้อยละบนพื้นที่ผิวของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ถูกทำลายด้วยโรคแผลสะเก็ดชนิดต่าง ๆ (UNECE, 2018)



ภาพที่ 10.3 ร้อยละบนพื้นที่ผิวของหัวพันธุ์มันฝรั่งจากโรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (UNECE 2006; 2018)

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.). 2565 ก. มาตรฐานสินค้าเกษตร : หัวพันธุ์มันฝรั่ง (มกษ. 5705-2565). ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศและงานทั่วไป, 139 ตอนพิเศษ 166 ง. 18 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.). 2565 ข. มาตรฐานสินค้าเกษตร: การแสดงฉลากสินค้าเกษตร (มกษ. 9060-2565). ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศและงานทั่วไป, 139 ตอนพิเศษ 126 ง. 31 หน้า.

บทที่ 11
ต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งของกรมวิชาการเกษตร ในขั้นตอนการผลิตต้นแม่พันธุ์ ได้แก่ ต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ยอดปักชำในระบบมีเดียปลูก และในระบบไฮโดรโปนิค และหัวพันธุ์ขนาดเล็ก หรือหัวจิ๋ว การผลิตหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์หลัก (G0) ในระบบแอโรโปนิค และในมีเดียปลูก การผลิตหัวพันธุ์ชั้นพันธุ์ขยาย (G1) และชั้นพันธุ์รับรอง (G2-G3) ประกอบด้วยต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าโรงเรือน เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ระบบน้ำ และ ระบบไฟฟ้า ส่วนต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงาน เช่น ค่าเตรียมดิน ทำความสะอาดห้องปฏิบัติการ และล้างอุปกรณ์ ค่าปลูก ค่าเตรียมพันธุ์ ค่าดูแลรักษา เก็บเกี่ยว รวบรวม คัดแยกเกรด และค่าวัสดุ เช่น ค่าต้นพันธุ์ต่อหัวพันธุ์มันฝรั่ง ค่าปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ค่าอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ค่าน้ำ และค่าไฟฟ้า เป็นต้น โดยต้นทุนผันแปรส่วนใหญ่จะเป็นค่าต้นพันธุ์คิดเป็นร้อยละ 21 ค่าหัวพันธุ์ G0 ในระบบแอโรโปนิคคิดเป็นร้อยละ 21 ส่วนค่าหัวพันธุ์ G0 ในระบบมีเดียปลูกคิดเป็นร้อยละ 76 ในขณะที่ค่าหัวพันธุ์ G1 G2 และ G3 คิดเป็นร้อยละ 57 20 และ 16 ตามลำดับ (ตารางที่ 11.1) ส่วนรายได้ขึ้นอยู่กับผลผลิตที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวได้ โดยเป็นการคาดการณ์ผลผลิตที่เกษตรกรจะสามารถผลิตได้ และถ้าเกษตรกรผลิตพันธุ์ได้มากกว่าที่คาดการณ์ไว้จะได้กำไรเพิ่มขึ้น หรือขาดทุนลดลง อย่างไรก็ตามต้นทุนค่าแรง และค่าวัสดุขึ้นอยู่กับสถาณการณ์น้ำมัน และการจัดการค่าขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไปในยุคปัจจุบัน

ตารางที่ 11.1 ต้นทุนระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรคแบบครบวงจร ปี 2556–2563

รายการ	ต้นแม่พันธุ์/หัวพันธุ์มันฝรั่ง (microtuber) (บาท/โรงเรือน)				หัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) (บาท/โรงเรือน)		หัวพันธุ์มันฝรั่ง (G1–G3) (บาท/กก.ไร่)			
	ต้นเนื้อเยื่อ (ต้น)	หัวจิ๋ว (หัว)	ยอดปักชำ (ยอด)	ไฮโดรโปนิค (ต้น)	แอโรโปนิค (หัว)	มีเดีย (หัว)	G1 Furrow (กก.)	G1 น้ำหยด (กก.)	G2 Furrow (กก.)	G3 Furrow (กก.)
1. ต้นทุนคงที่ (โรงเรือน เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ระบบน้ำ–ไฟ)	358,528	100,056	100,056	153,114	84,451	69,563	-	82,828	82,828	82,828
2. ต้นทุนผันแปร	**21**	**32,859**	**32,859**	**20,250**	**46,542**	**126,640**	**100,153**	**101,983**	**50,950**	**49,490**
2.1 ค่าแรงงาน	**7**	**9,150**	**9,150**	**5,970**	**13,440**	**5,570**	**13,100**	**12,900**	**12,900**	**12,900**
– ค่าเตรียมดิน/ทำความสะอาดห้องปฏิบัติการ และล้างอุปกรณ์	1	600	600	300	900	900	800	2,500	2,500	2,500
– ค่าปลูก รวมค่าเตรียมพันธุ์	3	1,500	1,500	900	1,500	900	3,000	3,000	3,000	3,000
– ค่าดูแลรักษา	1	5,550	5,550	4,170	9,840	2,270	7,500	4,100	4,100	4,100
– ค่าเก็บเกี่ยว รวบรวบ คัดแยก	1	1,500	1,500	600	1,200	1,500	1,800	3,300	3,300	3,300
2.2 ค่าวัสดุ	**14**	**23,709**	**23,709**	**14,280**	**33,102**	**121,070**	**97,053**	**89,083**	**38,050**	**36,590**
– ค่าต้นพันธุ์/หัวพันธุ์	6	7,680	7,680	2,160	10,000	96,000	60,000	60,000	10,000	8,000
– ค่าปุ๋ย	0	275	275	2,667	8,583	2,638	5,295	5,040	5,040	5,040
– ค่ายาปราบศัตรูพืชและวัชพืช	0	3,898	3,898	227	2,968	3,610	18,048	5,100	5,100	5,100
– ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์	2	1,360	1,360	1,680	1,980	2,040	3,400	3,400	3,400	3,400
– ค่าไฟ	1	584	584	996	2,431	2,422	9,540	12,020	13,010	13,550
– ค่าวัสดุอื่น ๆ	5	9,912	9,912	6,550	7,140	14,360	770	3,523	1,500	1,500
2.3 เสียโอกาสเงินลงทุน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,337	1,986	1,092	1,058
2.4 ค่าเช่าที่ดิน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

รายการ	ต้นแม่พันธุ์/หัวพันธุ์มันฝรั่ง (microtuber) (บาท/โรงเรือน)				หัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) (บาท/โรงเรือน)		หัวพันธุ์มันฝรั่ง (G1–G3) (บาท/กก.ไร่)			
	ต้นเนื้อเยื่อ (ต้น)	หัวจิ๋ว (หัว)	ยอดปักชำ (ยอด)	ไฮโดรโปนิค (ต้น)	แอโรโปนิค (หัว)	มีเดีย (หัว)	G1 Furrow (กก.)	G1 น้ำหยด (กก.)	G2 Furrow (กก.)	G3 Furrow (กก.)
2.5 ค่าเสื่อมอุปกรณ์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.02	79.02	79.02	79.02
2.6 ค่าเสียโอกาสอุปกรณ์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.63	3.63	3.63	3.63
3. ผลผลิตที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวได้	5	22,736	129,600	10,428	16,800	32,533	2,650	2,950	3,225	3,375
4. ราคาจำหน่าย (บาท)	6	-	1	1	6	6	25	25	20	18
5. ผลการคำนวณตามต้นทุน										
– ต้นทุนรวม (บาท) (คงที่+ผันแปร)	358,546	132,915	132,915	173,364	130,993	196,203	112,806	187,113	134,953	133,458
– ต้นทุนรวม (บาท) (ผันแปร)	21	32,859	32,859	20,250	46,542	126,640	112,806	104,285	52,125	50,631
– รายได้ (บาท)	30	-	129,600	10,428	100,800	195,198	66,250	73,750	64,500	60,750
– กำไร/ขาดทุน (บาท)(คงที่+ผันแปร)	-358,521	-	-3,315	-162,936	-30,193	-1,005	-46,556	-113,363	-70,453	-72,708
– กำไร/ขาดทุน (บาท) (ผันแปร)	9	-	96,741	-9,822	54,258	68,558	-46,556	-30,535	12,375	10,119
พื้นที่ (ตารางเมตร)	72 (12x6 เมตร)	216 (8x27 เมตร)	216 (8x27 เมตร)	90 (6x15 เมตร)	240 (12x20 เมตร)	648 (18x36 เมตร)	1 ไร่	1 ไร่	1 ไร่	1 ไร่

หมายเหตุ : - ค่าวัสดุอื่น ๆ ได้แก่ วัสดุงานบ้านงานครัว วัสดุสำนักงาน น้ำมันเชื้อเพลิง และค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ เป็นต้น
- รายได้ขึ้นอยู่กับผลผลิตที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวได้ โดยเป็นการคาดการณ์ผลผลิตที่เกษตรกรจะสามารถผลิตได้
- ต้นทุนคงที่ คือ ต้นทุนเริ่มต้นหารด้วยปีที่ใช้ดำเนินการ ในที่นี้คือ 7 ปี

ภาคผนวก ก
รายชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร

1. 2,4,5-ทีซีพี (2,4,5-TCP) หรือ 2,4,5-ไตรคลอโรฟีนอล (2,4,5-trichlorophenol)
2. 2,4,5-ทีพี (2,4,5-TP) หรือ กรด (±)-2-(2,4,5-ไตรคลอโรฟีนอกซี) โพรพิโอนิก [(±)-2-(2,4,5-trichorophenoxy) propionic acid]
3. 4-ไนโตรไดฟีนิล (4-nitrodiphenyl)
4. 4-อะมิโนไดฟีนิล (4-aminodiphenyl)
5. กรด (2,4,5-ไตรคลอโรฟีนอกซีอะซิติก) [(2,4,5-trichlorophenoxy)acetic acid] หรือ 2,4,5-ที (2,4,5-T)
6. เอ็มซีพีบี (MCPB)
7. คลอร์ดิมีฟอร์ม (chlordimeform)
8. คลอร์ดีโคน (chlordecone)
9. คลอร์เดน (chlordane)
10. คลอร์ไทโอฟอส (chlorthiophos)
11. คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos)
12. คลอร์ไพริฟอส-เมทิล (chlorpyrifos-methyl)
13. คลอโรเบนซิเลต (chlorobenzilate)
14. คลอโรฟีนอล (chlorophenol)
15. คอปเปอร์ (II) อาซีเนต [copper (II) arsenate)] หรือ คอปเปอร์อาร์ซีเนตไฮดรอกไซด์ (copper arsenate hydroxide)
16. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbon tetrachloride) หรือ เตตระคลอโรมีเทน (tetrachloromethane)
17. แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (cadmiumand cadmium compounds)
18. แคปทาฟอล (captafol)
19. แคลเซียมอาร์ซีเนต (calcium arsenate)
20. ซัลโฟเทป (sulfotep)
21. ซาฟรอล (safrole)
22. โซเดียมคลอเรต (sodium chlorate)
23. โซเดียมอาร์ซีไนต์ (sodium arsenite)

24. ไซโคลเฮกซิไมด์ (cycloheximide)
25. ไซเฮกซาติน (cyhexatin)
26. ดามิโนไซด์ (daminozide)
27. ดีดีที (DDT)
28. ดีบีซีพี (DBCP)
29. ดีมีตอน (demeton)
30. ดีมีไฟออน (demephion)
31. ดีลดริน (dieldrin)
32. ดีเอ็นโอซี (DNOC)
33. เดคะโบรโมไบฟีนิล (decabromobiphenyl)
34. ไดโครโตฟอส (dicrotophos)
35. ไดซัลโฟตอน (disulfoton)
36. ไดโนเซบ (dinoseb)
37. ไดโนเทิร์บ (dinoterb)
38. ไดเมฟอกซ์ (dimefox)
39. ทริส (2,3 -ไดโบรโมโพรพิล) ฟอสเฟต [tris (2,3-dibromopropyl) phosphate]
40. ทอกซาฟีน (toxaphene) หรือ แคมฟีคลอร์ (camphechlor)
41. ทีดีอี (TDE) หรือ ดีดีดี (DDD)
42. ทีอีพีพี (TEPP)
43. แทลเลียมซัลเฟต (thallium sulfate)
44. แนฟทิลามีน (naphthylamine)
45. ไนโตรเฟน (nitrofen)
46. บิส (คลอโรเมทิล) อีเทอร์ [bis (chloromethyl) ether]
47. เอชซี (เบนซีนเฮกซะคลอไรด์) [BHC(benzene hexachloride)] หรือ เอชซีเอช (เฮกซะคลอโรไซโคลเฮกเซน) [HCH(hexachlorocyclohexane)]
48. ฟอสฟามิดอน (อี)+(แซด)-ไอโซเมอร์ [phosphamidon(E)+(Z)-isomers]
49. เบตา-เอชซีเอช (beta-HCH) หรือ 1,3,5/2,4,6-เฮกซะคลอโรไซโคลเฮกเซน (1,3,5/2,4,6-hexachlorocyclohexane)
50. เบนซิดีน (benzidine)
51. โบรโมฟอส (bromophos)
52. โบรโมฟอส-เอทิล (bromophos-ethyl)

53. ไบนาพาคริล (binapacryl)
54. ปารีส กรีน (paris green)
55. พาราควอต (paraquat)
56. พาราควอต [บิส (เมทิลซัลเฟต)] {paraquat [bis (methyl sulfate)]} หรือ พาราควอตเมโทซัลเฟต (paraquat methosulfate)
57. พาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)
58. พาราไทออน (parathion)
59. พาราไทออน-เมทิล (parathion-methyl)
60. เพนตะคลอโรฟีนอล (pentachlorophenol)
61. เพนตะคลอโรฟีเนตโซเดียม (pentachlorophenate sodium) หรือ เพนตะคลอโรฟีนอกไซด์โซเดียม (pentachlorophenoxide sodium)
62. โพรโทเอต (prothoate)
63. โพลีคลอริเนเต็ดเทอร์ฟีนิล (polychlorinated terphenyl) หรือ พีซีที (PCT)
64. ไพรินิวรอน (pyrinuron) หรือ ไพริมินิล (piriminil)
65. ฟลูออโรอะซิเตตโซเดียม (fluoroacetate sodium)
66. ฟลูออโรอะซิทาไมด์ (fluoroacetamide)
67. ฟอสฟอรัส (phosphorus)
68. ฟอสฟามิดอน (แซด)-ไอโซเมอร์ [phosphamidon(Z)-isomer]
69. เลดอาร์ซีเนต (lead arsenate)
70. เลปโทฟอส (leptophos)
93. ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (vinyl chloride monomer) หรือ โมโนคลอโรอีทีน (monochloroethene)
94. สคราแดน (schradan)
95. สโตรเบน (strobane) หรือ โพลีคลอโรเทอร์พีนส์ (polychloroterpenes)
96. สารประกอบปรอท (mercury compounds)
97. ออกตะโบรโมไบฟีนิล (octabromobiphenyl)
98. ออร์โท-ไดคลอโรเบนซีน(o-dichlorobenzene) หรือ 1,2-ไดคลอโรเบนซีน (1,2-dichlorobenzene)
99. อะซินฟอส-เมทิล (azinphos-methyl)
100. อะซินฟอส-เอทิล (azinphos-ethyl)
101. อะมิโทรล (amitrole)
102. อะมิโนคาร์บ (aminocarb)

103. เอทิลีนออกไซด์ (ethylene oxide)
104. เอนดริน (endrin)
105. เอนโดซัลแฟน (endosulfan)
106. เอ็มจีเค รีเพลเลนท์-11 (MGK repellent-11)
107. เอ็มซีพีเอ-ไทโอเอทิล (MCPA-thioethyl) หรือ ฟีโนไทออล (phenothiol)
108. แอสเบสตอส :อะโมไซต์ (asbestos-amosite)
109. เฮกซะคลอโรเบนซีน (hexachlorobenzene)
110. เฮกซะโบรโมไบฟีนิล(hexabromobiphenyl)
111. เฮปทาคลอร์ (heptachlor)
112. คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos)
113. คลอร์ไพริฟอส-เมทิล (chlorpyrifos-methyl)
114. พาราควอต (paraquat)
115. พาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)
116. พาราควอต [บิส (เมทิลซัลเฟต)] {paraquat [bis (methyl sulfate)]} หรือ พาราควอตเมโทซัลเฟต (paraquat methosulfate)

(กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช, 2563; ภควรรณ, 2564)

เอกสารอ้างอิง

กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช. 2563. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ ๖) พ.ศ. ๒๕๖๓. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม ๑๓๗ ตอนพิเศษ ๑๑๗ ง. ๑๙ พฤษภาคม ๒๕๖๓. หน้า 56-57.

ภควรรณ เขื่อนเพชร. 2564. พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม กฎหมายลำดับรองเกี่ยวกับวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ. แหล่งข้อมูล : http://oard3. doa.go.th/oard3/responsive_filemanager/source/News2564/gap/พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย.pdf [สืบค้น 7 มิถุนายน 2564].

UNECE. 2006. UNECE STANDARD S-1 concerning the marketing and commercial quality control of Seed Potatoes. 2006 Edition. Agricultural Standards Unit Trade and Timber Division, United Nations Economic Commission for Europe. 30 p.

UNECE. 2018. UNECE STANDARD S-1 concerning the marketing and commercial quality control of Seed Potatoes. 2018 Edition. Agricultural Standards Unit Economic Cooperation and Trade Division, United Nations Economic Commission for Europe. 44 p

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1
270 หมู่ 6 ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ 50110 โทรศัพท์ 0 5345 1441-3

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน
313 หมู่ 12 ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230 โทรศัพท์ 0 5311 4133-36

สนับสนุนโดย Rural Development Administration (RDA), South Korea
และงบประมาณรายจ่ายงบกลาง รายการเงินสำรองจ่ายเพื่อกรณีฉุกเฉินหรือจำเป็น ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566
ไปพลางก่อน โครงการป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่าหมอกควัน และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM 2.5) อย่างมีส่วนร่วม
ภายใต้บริบทของพื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่