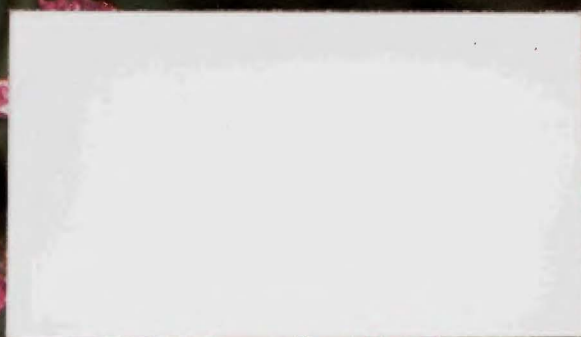


**VEGETABLE SEED PRODUCTION
IN THAILAND**

RECEIVED
14 1981
IDRC
THAILAND



Supported by
IDRC

Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Thailand

36645
IDRC-LIB

1989

เอกสารประกอบการฝึกอบรม

การผลิต เมล็ดพันธุ์ฝัก

โครงการวิจัยเมล็ดพันธุ์ฝัก

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

๑ พฤศจิกายน ๒๕๓๐ - ๓๐ เมษายน ๒๕๓๑

สารบัญ

	หน้า
แหล่งผลิตและสภาพที่เหมาะสมกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ฝักในประเทศไทย	1
มาณี วัฒนวงศ์วนา	
หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช	4
สุทัศน์ จุลศรีไกรวัล	
หลักการปรับปรุงพันธุ์ฝัก	17
กมล เลิศรัตน์	
การปรับปรุงพันธุ์พืชฝักโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	33
ประสาทร สมิตะมาน	
การปรับปรุงและการผลิตเมล็ดพันธุ์หอมหัวใหญ่	44
วิเชียร ภู่อ่วง	
มะเขือเทศ	49
มาณี วัฒนวงศ์วนา	
การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม F_1 มะเขือเทศ	59
มาณี วัฒนวงศ์วนา	
การปรับปรุงพันธุ์ฝักกาดขาวปลี	62
เกษม พิสิฏ	
การผลิตเมล็ดพันธุ์ฝักกาดขาวปลี	67
เกษม พิสิฏ	
การผลิตเมล็ดพันธุ์ฝักคะน้า	84
เกษม พิสิฏ	
ปัญหาการปลูกและการผลิตเมล็ดพันธุ์ฝักกาดขาวปลี	87
ธงไชย ทองอุทัยศรี	

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม	100
ธงไชย ทองอุทัยศรี	
ความรู้เบื้องต้นเรื่องการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์	111
ธวัชชัย ทิฆมณเฑียร	
การหาค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง	159
บัญญัติ วาฤทธิ	
ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย	192
ถนน คลอดเพ็ง	

แหล่งผลิตและสภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิต

เมล็ดพันธุ์ฝักในประเทศไทย

มาถึ วิวัฒน์วงศ์วนา 1/

คำนำ

ฝักสดเป็นสินค้าที่สำคัญของประเทศไทยที่ใช้ภายในประเทศและส่งออกเป็นสินค้าออกชนิดของฝักสดที่ปลูกสำหรับบริโภค มีประมาณ 30 ชนิด นอกจากนี้ยังมีพืชชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ยอดอ่อนเป็นฝักอยู่อีกหลายชนิด เมล็ดพันธุ์ฝักที่ใช้ภายในประเทศเป็นปริมาณมากในแต่ละปีนั้นประมาณร้อยละ 70 เป็นเมล็ดที่ผลิตภายในประเทศ ส่วนอีกร้อยละ 30 เป็นเมล็ดที่สั่งมาจากต่างประเทศ เมล็ดพันธุ์ที่สั่งจากประเทศแต่ละปี มีมูลค่าหลายสิบล้านบาท ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ประเทศไทยมีแหล่งผลิตและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ฝักหลายชนิด

การผลิตเมล็ดพันธุ์ผสม เบ็ด

ประเทศไทยมีการผลิตเมล็ดพันธุ์ผสม เบ็ดหลายชนิดที่ใช้กันภายในประเทศ และเมล็ดพันธุ์ฝักบางชนิดที่ส่งขายต่างประเทศ เมล็ดพันธุ์ฝักที่ผลิตได้แก่ เมล็ดฝักบึง ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดอ่อน แดงกวา แดงโม ถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา ฝักกวาดุ้ง และมะเขือเทศ เป็นต้น

1/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 7 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

แหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์เหล่านี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง และภาคเหนือตอนล่าง จากข้อมูล
ของ คุณวินิจ ขวนไช้ บริษัทเจียไต๋ ได้แสดงถึงจำนวนเมล็ดที่ผลิต และแหล่งที่ผลิต

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณ และชนิดของเมล็ดพันธุ์ผักผสมเปิด และแหล่งผลิตในประเทศไทย

พืช	จำนวนที่ผลิต /ปี (ตัน)	แหล่งผลิต
แตงกวา	80	ชุมพร (ภาคใต้) ปราจีนบุรี (ภาคกลาง)
ถั่วลิ้นเตา	-	หล่มสัก (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)
พริกทอง	3 - 4	เขียงราย (ภาคเหนือตอนบน) กำแพงเพชร (ภาคเหนือตอนล่าง) นครสวรรค์ (ภาคเหนือตอนล่าง) นครศรีธรรมราช (ภาคใต้)
ข้าวโพดหวาน	300	ราชบุรี (ภาคกลาง) กาญจนบุรี (ภาคกลาง)
มะเขือเทศ	-	ราชบุรี (ภาคกลาง)
แตงโม	80	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ตอนล่าง
ผักบุ้ง	200-250	สุพรรณบุรี (ภาคกลาง) นครปฐม (ภาคกลาง)
ถั่วฝักยาว	80	เพชรบูรณ์ (ภาคเหนือตอนล่าง) นครสวรรค์ (ภาคเหนือตอนล่าง)

จากการศึกษาความรู้พื้นฐาน ทางด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดหัว ผักกาดขาวปลี และผักกาดเขียวปลี โดยการสนับสนุนจากองค์การ IDRC ประเทศแคนาดา พบว่าพื้นที่แถบภูเขาของภาคเหนือมีสภาพเหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์เหล่านี้เป็นอย่างมาก เนื่องจากมีสภาพอุณหภูมิต่ำ ในฤดูหนาว และมีความแห้งของอากาศพอประมาณ โดยไม่ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เสีย

จากข้อสังเกตของสภาพภูมิอากาศ แถบภาคเหนือตอนล่าง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักเมืองร้อนเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากบริเวณทั่ว ๆ ไป มีสภาพแห้ง ความชื้นของอากาศต่ำ และมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณแถบภูเขาของภาคเหนือ ดังนั้น จะเห็นว่าการผลิตเมล็ดพันธุ์ผสมเบ็ดที่เป็นการค้า จึงมีอยู่บริเวณภาคเหนือตอนบน แต่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริษัทต่าง ๆ ได้นำเอาการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมของมะเขือเทศ พริกยักษ์ แคนดาลูป แดงโม และดอกไม้ มาเผยแพร่ และประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก

การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักลูกผสม

ในปี พ.ศ. 2522 บริษัทอดัมส์ได้นำเอาเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม F_1 ของมะเขือเทศ เข้ามาเผยแพร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องด้วยความเหมาะสมของสภาพอากาศ การยอมรับของกลีกร และความพยายามของบริษัท จึงทำให้การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมของมะเขือเทศ ประสบความสำเร็จสูงสุด และทำรายได้ให้แก่กลีกรเป็นอย่างมาก ต่อมาได้มีการนำเอาผักชนิดอื่นมาผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมด้วยได้แก่ พริกยักษ์ หรือพริกหวาน แคนดาลูป แดงโม และดอกไม้

คำนำ

การปรับปรุงพันธุ์พืชอาจกล่าวได้ว่าเป็นวิชาการที่มนุษย์เรารู้จักกันมาตั้งแต่โบราณ นับตั้งแต่มนุษย์เราเริ่มรู้จักการเพาะปลูกโดยเริ่มจากการคัดเลือกพันธุ์ที่มีอยู่ในธรรมชาติแล้วมีการคัดเลือกติดต่อกันมา โดยได้มีลักษณะตรงตามต้องการของเรา ดังนั้นในระยะเริ่มแรก การปรับปรุงพันธุ์หรือการคัดพันธุ์พืชจะทำงานเฉพาะในลักษณะของพืชที่มีอยู่โดยธรรมชาติเท่านั้น โดยอาศัยวิธีการสังเกตลักษณะพันธุ์ที่ดี ซึ่งต่อมาเมื่อมีการค้นพบกฎเกณฑ์ทางพันธุศาสตร์ โดยเมนเดล (Mendel) หลังปี ค.ศ. 1900 การคัดเลือกพันธุ์พืชจึงได้เปลี่ยนมาจากการคัดเลือกโดยวิธีการธรรมชาติมาเป็นการผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์จากสิ่งที่มีมนุษย์เราทำให้เกิดขึ้น

ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์พืชอาจกล่าวได้ว่าเป็นวิทยาการที่เป็นการผสมผสานระหว่างศิลปะและวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะว่าการคัดเลือกพันธุ์พืชเพื่อให้ได้ลักษณะตามที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชต้องการนั้นจะต้องอาศัยความชำนาญและมีโนภาพ ของลักษณะพันธุ์พืชที่ตนเองคิดขึ้นมาก่อน หลังจากนั้นจึงได้คัดเลือกต้นพืชที่ตนเองต้องการจากกลุ่มประชากรของพืชที่มีลักษณะความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่ขึ้นปนกันอยู่ ซึ่งความสามารถในการแยกลักษณะพันธุ์พืชนี้นับว่าเป็นศิลปะอย่างยิ่ง ส่วนการผสมพันธุ์อย่างมีกฎเกณฑ์ การคาดคะเนผลที่จะเกิดรวมทั้งใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ มาช่วยในการทดลองและตัดสินใจ เพื่อให้การคัดเลือกพันธุ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผล จึงนับว่าเป็นวิทยาศาสตร์อีกอย่างหนึ่ง เป็นต้น

-
- 1/ เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก โครงการผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน - 30 เมษายน 2531 ณ ศักดิ์ชัยวิชัยเพื่อผลผลิตทางการเกษตร
 - 2/ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การปรับปรุงพันธุ์พืชในประเทศไทยเรานั้น เราได้มีการปรับปรุงพันธุ์กันมาตั้งแต่โบราณถึงแม้ว่าบรรพบุรุษเราจะไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาก่อนก็ตามแต่ประเทศไทยเราก็มีพันธุ์พืชไร่พืชสวนพันธุ์ดี ๆ หลายชนิดที่ปรับปรุงสืบต่อเนื่องกันมาตั้งแต่โบราณมาจนถึงลูกหลานได้มีรับประทานกันถึงปัจจุบัน แต่การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยอาศัยหลักพันธุศาสตร์ของประเทศไทยเรานั้นได้เริ่มขึ้นราวประมาณ 80 ปี ที่ผ่านมามีเมื่อได้มีการตั้งกรมเพาะปลูก (พ.ศ. 2451) และได้ก้าวหน้ามาตลอด ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าผลงานของการปรับปรุงพันธุ์พืชที่ก่อให้เกิดการขยายตัวทางด้านการเกษตรและเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากว่าสินค้าส่งออกทางด้านเกษตรได้เพิ่มมากขึ้นทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ

วัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์พืช

วัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์พืชที่สำคัญโดยทั่วไปนั้นมีหลายประการ พอสรุปได้ดังนี้คือ.-

1. เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น (yield potential)
2. มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้น
3. ให้ความต้านทานต่อโรคแมลง
4. ให้มีคุณภาพดีและตรงตามต้องการของตลาด
5. ให้เหมาะสมกับการทำการเกษตรสมัยใหม่

อย่างไรก็ตามในการปรับปรุงพันธุ์พืชแต่ละครั้งไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์ให้มากหรือกว้างเกินไป ควรให้มีจำนวนน้อยและกำหนดให้เด่นมากที่สุดว่าเราจะมีวัตถุประสงค์ปรับปรุงพันธุ์เพื่ออะไร ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากยิ่งขึ้น แต่จากสภาพความเป็นจริงแล้วโครงการปรับปรุงพันธุ์พืชส่วนใหญ่จะตั้งเป้าหมายไว้กว้าง ซึ่งเมื่อได้ลงมือปรับปรุงพันธุ์แล้วอาจจะไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้หมด ทั้งนี้เพราะว่าความเป็นไปได้ของลักษณะที่ต้องการนั้นลักษณะทางพันธุกรรมของพืชอาจจะครอบคลุมไม่ถึงก็เป็นไปได้เช่นเดียวกัน

ขั้นตอนในการปรับปรุงพันธุ์พืช

ขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์พืช พอสรุปได้ดังนี้คือ.-

1. การคัดเลือกลักษณะที่ต้องการ
2. การสร้างพันธุ์ใหม่
3. การทดสอบและประเมินผล
4. การรักษาความตรงต่อพันธุ์และการขยายพันธุ์

ซึ่งทั้ง 4 ขั้นตอนนี้มีการปฏิบัติและวิธีการดำเนินการสืบต่อเนื่องกันตามลำดับ และแต่ละขั้นตอนมีความสำคัญและสมบูรณ์ในตัวเอง แต่อย่างไรก็ตามอาจจะมีการลดขั้นตอนได้ตามความจำเป็นและเหมาะสม เช่น จากขั้นตอนที่ 1 ไปยังขั้นตอนที่ 3 เมื่อปรากฏว่าพันธุ์พืชที่นำเข้ามาใหม่มีความเหมาะสมต่อสภาพดินฟ้าอากาศ และระบบการปลูกพืชของเกษตรกรหรือจากข้อ 1 ไปยัง ข้อ 4 ถ้าหากว่าพันธุ์พืชที่เรา นำเข้ามาจากต่างประเทศสามารถขึ้นปรับตัวได้ดีก็สามารถขยายเมล็ดพันธุ์ปลูกได้เลยเช่นเดียวกัน

1. การคัดเลือกลักษณะที่ต้องการ

สิ่งที่สำคัญในการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการของพันธุ์พืช คือ ลักษณะนั้นจะต้องถูกควบคุมโดยพันธุกรรม และสามารถที่จะถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้ (heritable) ซึ่งลักษณะของพันธุ์พืชที่ต้องการนี้อาจหาได้โดยการคัดเลือกจากพันธุ์พืชดังต่อไปนี้.-

ก. พันธุ์พื้นเมือง (indigenous หรือ landrace variety) และพันธุ์ป่า (wild species) ซึ่งได้จากการรวบรวมพันธุ์ (germplasm collection) จากแหล่งเพาะปลูกต่าง ๆ ภายในประเทศนำมาปลูกศึกษาและทำการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการโดยทั่วไปพันธุ์พื้นเมืองหรือพันธุ์ป่าเหล่านี้จะมีลักษณะทางการเกษตรไม่ดี เช่น ต้นสูง ผลผลิตต่ำ แต่จะมีความสามารถอยู่รอดในสภาพธรรมชาติได้ดี เช่น ทนแล้ง โรคและแมลง เป็นต้น

ข. การนำพันธุ์จากต่างประเทศ (introduction) ปัจจุบันมีศูนย์วิจัยการเกษตรระหว่างชาติ (International agricultural research centers) หลายแห่งที่รวบรวมพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งโครงการปรับปรุงพันธุ์แต่ละพืชสามารถขอพันธุ์พืชนำเข้ามาปลูกทดลองและใช้ในโครงการปรับปรุงทดลองพันธุ์ของตนเองได้

การคัดเลือกพันธุ์โดยคัดเลือกลักษณะที่ต้องการจากพันธุ์พื้นเมืองหรือพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศที่นับว่าเหมาะสมสำหรับโครงการเร่งด่วนและเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในการใช้พันธุ์ใหม่เพื่อทดแทนพันธุ์เดิมที่เกษตรกรใช้อยู่ การคัดพันธุ์อาจทำได้โดยผ่านขั้นตอนการศึกษาสังเกตพันธุ์ (observation) ก่อนเพื่อศึกษาลักษณะการปรับตัวและความสามารถในการให้ผลผลิตของแต่ละสายพันธุ์ที่ไดรรวบรวมไว้ หลังจากผ่านขั้นตอนแรกแล้ว พันธุ์ที่แสดงความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และให้ผลผลิตสูงจะนำเข้ามาทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์ในสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานที่มีอยู่ ถ้าเป็นพันธุ์ที่ดีกว่าก็จะได้นำมาใช้เป็นพันธุ์ปลูกในโอกาสต่อไป

พันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ที่นำจากต่างประเทศนี้ถึงแม้ว่าจะให้ผลผลิตและลักษณะทางเกษตรอื่น ๆ ไม่ดีกว่าพันธุ์มาตรฐานที่มีอยู่ แต่อาจมีลักษณะอื่น ๆ สามารถใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ในการผสมพันธุ์สำหรับถ่ายทอดลักษณะที่ดีที่มีอยู่ไปยังลูกหลานได้ พันธุ์เหล่านี้ควรจะปลูกและเก็บรักษาสายพันธุ์ไว้

ข้อควรจำประการหนึ่งสำหรับการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการของพันธุ์พืชพันธุ์ใหม่ โดยวิธีคัดจากพันธุ์พื้นเมืองหรือพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศนี้ นักปรับปรุงพันธุ์พืชไม่ได้สร้างลักษณะความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genetic variation) ของพันธุ์พืชต่าง ๆ ขึ้นมาใหม่และทำการคัดเลือกเลย นักปรับปรุงพันธุ์พืชเพียงแค่คัดเลือกพันธุ์หรือสายพันธุ์ที่แสดงความสามารถในการปรับตัวและให้ผลผลิตสูง และแยกออกมาจากพันธุ์ที่ได้จากการรวบรวมพันธุ์ (germplasm collection) เท่านั้น องค์ประกอบทางพันธุกรรมของแต่ละพันธุ์ยังเหมือนเดิมและคงเดิมอยู่ทุกประการ ซึ่งการคัดเลือกพันธุ์ที่ได้จากการทำให้เกิดการกระจายตัวของลักษณะพันธุกรรมจะได้กล่าวในขั้นตอนต่อไป

2. การสร้างพันธุ์ใหม่

การคัดพันธุ์ใหม่นี้ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์พืชเพื่อให้ลักษณะพันธุกรรมของพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่รวมเข้าด้วยกัน หลังจากได้เมล็ดจากคู่ผสมแล้วจะปลูกเพื่อปล่อยให้มีการกระจายตัวลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกหลานต่อมา ซึ่งแต่ละชั่ว (generation) นักปรับปรุงพันธุ์พืชจะทำการคัดเลือก ขณะเดียวกันลูกผสมที่ได้จะเกิดเป็นลักษณะพันธุ์แท้ (homozygous) หลังจากนั้นจึงคัดเลือกเพื่อสร้างสายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line) ของลักษณะพันธุ์ที่ต้องการไว้ สายพันธุ์บริสุทธิ์นี้เมื่อนำไปปลูกจะมีลักษณะคงเดิมทุกประการถึงแม้ว่าจะปลูกต่อไปกี่ชั่วก็ตาม ยกเว้นเสียแต่จะมีการผสมข้ามกับพันธุ์อื่น ๆ ในระยะต่อมาหรือเกิดการผ่าเหล่าโดยธรรมชาติ วิธีการสร้างพันธุ์ใหม่โดยการผสม

ระหว่างพันธุ์นี้รวมทั้งขั้นตอนการคัดเลือกพันธุ์จะแตกต่างกันตามประเภทของการผสมเกสรของพืช ซึ่งจะกล่าวแยกกันดังต่อไปนี้คือ.-

ก. พืชที่มีการผสมตัวเอง (Self pollinated crops)

ประชากรของพืชผสมตัวเองจะมีลักษณะพันธุกรรมของแต่ละต้นอยู่ในสภาพคงตัว (homozygous) หลังจากมีการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์แท้ 2 พันธุ์แล้ว ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จะมีเปอร์เซ็นต์ความไม่คงตัวทางพันธุกรรม (heterozygous) สูงสุดหลังจาก F_1 หรือตั้งแต่ F_2 เป็นต้นไป เปอร์เซ็นต์ความไม่คงตัวทางพันธุกรรมจะลดลงเรื่อย ๆ จนในที่สุดประชากรของพืชผสมตัวเองจะประกอบไปด้วยพันธุ์แท้หลาย ๆ พันธุ์รวมกัน

ในช่วงที่มีลักษณะการกระจายตัวทางพันธุกรรม (ชั่วที่ 2 ถึงประมาณชั่วที่ 5) วิธีการคัดเลือกสายพันธุ์ลูกผสมหลังจากผสมพันธุ์แล้วในพืชผสมแล้วในพืชผสมตัวเองนั้นมีวิธีการอยู่ 3 วิธีการใหญ่ ๆ คือ.-

1. การคัดเลือกพันธุ์แบบสืบประวัติ (pedigree method)
2. การคัดเลือกพันธุ์แบบเก็บเมล็ดรวม (bulk method)
3. การคัดเลือกพันธุ์แบบสุ่มเก็บหนึ่งเมล็ดต่อต้น (single seed descent method)

ซึ่งแต่ละวิธีมีวัตถุประสงค์และมีข้อเสียแตกต่างกันออกไป รายละเอียดของการคัดเลือกพันธุ์แต่ละวิธีผู้ได้รับการอบรมจะหาอ่านได้ในหนังสือการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยทั่วไป ณ ที่นี้จะขอยกกล่าวถึงข้อควรปฏิบัติในการคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์หลังจากชั่วที่ 5 ไปแล้วนั้น การคัดเลือกจะเจาะจงเฉพาะพืชในคู่ผสมที่แท้จริง ๆ เท่านั้น ส่วนพืชจากคู่ผสมที่พิจารณาแล้วไม่ดีจะถูกคัดทิ้งไปและการทดสอบผลผลิตไม่ดีจะถูกคัดทิ้งไป ซึ่งสายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกนี้จะได้นำไปปลูกทดสอบผลผลิตและคุณภาพอื่น ๆ ต่อไป

การทดสอบขั้นสุดท้ายจะประกอบด้วย

1. ตรวจสอบดูจุดอ่อนของสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก
2. ตรวจสอบคุณภาพที่ต้องการ
3. ทดสอบผลผลิตเพื่อให้ได้ตัวเลขที่แน่นอน
4. ควรจะมีการทดสอบผลผลิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กัน

สำหรับการปลูกทดสอบผลผลิตนั้นมีข้อแนะนำที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ พืชที่ได้รับการคัดเลือก ควรปลูกในแปลงที่มีปัจจัยของสิ่งแวดล้อม เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ระดับการบำรุงรักษาควรอยู่ในระดับปานกลางหรือพอเหมาะ (optimum condition) ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ลักษณะพันธุกรรมของพืชได้แสดงออกอย่างเต็มที่ โดยไม่มีปัจจัยอื่น ๆ เป็นตัวจำกัด ถ้าหากว่าให้พืชที่ปลูกทดสอบปลูกในสภาพแวดล้อมและระดับการจัดการสูงแล้ว อาจทำให้การประเมินค่าพันธุกรรมของพืชอยู่ในระดับสูงเกินความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้เกิดผลเสียเมื่อพันธุ์พืชนั้นได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกแล้วไม่ได้ผลดี เนื่องจากสภาพแวดล้อมและระดับการจัดการของเกษตรกรจะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าแปลงทดสอบ อย่างไรก็ตามการปลูกทดสอบก็ไม่ควรจัดสิ่งแวดล้อมและระดับการจัดการที่ต่ำจนเกินไป ซึ่งอาจจะบิดเบือนลักษณะพันธุกรรมทำให้ยากปรับปรุงพืชไม่มีโอกาสได้คัดเลือกสายพันธุ์ดีได้เช่นเดียวกัน

การปรับปรุงพันธุ์พืชของพืชที่มีการผสมตัวเองนี้ยังมีอีกวิธีหนึ่งที่จะกล่าวเสริม ณ ที่นี้คือ วิธีการปรับปรุงโดยวิธีผสมกลับ (backcross method) ซึ่งวิธีการผสมกลับนี้นักปรับปรุงพันธุ์พืชจะใช้ต่อเมื่อต้องการที่จะเสริมลักษณะใดลักษณะหนึ่งเข้าไปในพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ที่ดีอยู่แล้ว เช่น ลักษณะต้านทานโรค เป็นต้น

วิธีการผสมกลับนั้นประกอบด้วยขั้นตอนง่าย ๆ ดังนี้คือ :-

1. ตัวรับ (recurrent parent) ซึ่งเป็นพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่เป็นพันธุ์ดีแต่ขาดลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ต้องการ และจะเป็นตัวให้ลูกหลานสำหรับผสมกลับมายังพันธุ์พ่อหรือแม่ที่เป็นตัวรับ เพื่อให้ได้ลักษณะที่ดีทั้งหมดไว้
2. ตัวให้ (donor parent) เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะที่ต้องการ ซึ่งไม่มีในตัวรับและต้องการจะถ่ายลักษณะที่ต้องการไปให้ตัวรับ จำนวนครั้งของการผสมกลับ ซึ่งปฏิบัติกันในการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นส่วนใหญ่แล้วจะปฏิบัติกันประมาณ 3 ครั้ง ก็เพียงพอแล้ว ทั้งนี้เพราะว่าการผสมกลับหลังจาก 3 ครั้งไปแล้วการคัดเลือกจะไม่ค่อยมีประสิทธิภาพมากนัก พืชจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ และเมื่อเสร็จหลังจากการผสมกลับแล้วจะใช้วิธีการคัดแยกหรือวิธีเก็บรวมกันก็ได้เพื่อสร้างเป็นสายพันธุ์ใหม่ต่อไป

การใช้วิธีการผสมกลับนี้มิได้ใช้ปรับปรุงพันธุ์เฉพาะในพืชผสมตัวเอง ในพืชผสมข้ามก็ได้ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ในการเพิ่มลักษณะของความต้านทานโรค ขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ของการผสมกลับพืชผสมข้ามนี้จะเหมือนกับการทำในพืชผสมตัวเองทุกประการ เช่นเดียวกัน

ข. พืชที่มีการผสมข้าม (cross pollinated crops)

การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้ามจะมีวิธีการคล้ายคลึงกันกับการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง เช่นเดียวกัน กล่าวคืออาจจะปรับปรุงจากพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ที่ได้มาจากการรวบรวมพันธุ์และโดยวิธีการสร้างพันธุ์ใหม่โดยการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พืชที่ได้คัดเลือกลักษณะที่ต้องการจะปรับปรุง แต่รายละเอียดและทฤษฎีระหว่างการคัดเลือกจากพืชทั้ง 2 ประเภทนี้จะแตกต่างกันกล่าวคือ ในการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองนั้นนักปรับปรุงพันธุ์พืชจะสนใจเลือกลักษณะของพืชแต่ละต้น ซึ่งเมื่อนำเมล็ดไปปลูกจะได้พืชที่มีลักษณะเหมือนต้นแม่ทั้งหมด แต่ในพืชผสมข้ามถ้าการคัดพันธุ์ทำในพืชต้นเดียวเหมือนกับพืชผสมตัวเอง แล้วลูกที่ได้จากต้นพืชที่คัดไว้ดังกล่าวจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ในพืชผสมข้าม นักปรับปรุงพันธุ์พืชจึงให้ความสนใจในการปรับปรุงประชากร (population improvement) มากกว่าที่จะสนใจพืชต้นใดต้นหนึ่งโดยเฉพาะ

การสร้างพันธุ์ใหม่ของพืชผสมข้ามอาจแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ.-

1. การสร้างสายพันธุ์บริสุทธิ์ หรือสายพันธุ์แท้ (inbred หรือ pure lines)

การสร้างสายพันธุ์บริสุทธิ์สามารถทำได้โดยการผสมตัวเองในพืชที่จะทำการคัดเลือกแต่ละรุ่น เพื่อให้ลักษณะพันธุกรรมของพืชคงที่ ประชากรที่ทำการคัดเลือกอาจเป็นพันธุ์ผสมย่อยหรือผสมรวมก็ได้ เมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเองแต่ละรุ่นจะถูกนำไปปลูกแบบฝักหรือรวงค่อแถว แล้วคัดเลือกพืชต้นที่ดีที่สุดจากแถวที่ทำการคัดเลือกแล้วทำการผสมตัวเองต่อไป เมื่อผสมตัวเองเป็นระยะเวลา 5-6 ชั่วหรือมากกว่าแล้วพืชแต่ละต้นก็จะมียืนสออยู่ในรูปของ homozygous และจะมีความสม่ำเสมอในรูปร่างลักษณะภายในสายพันธุ์เดียวกัน แต่จะแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ หลังจากนั้นนักปรับปรุงพันธุ์พืชจะมีการประเมินคุณค่าของสายพันธุ์บริสุทธิ์เพื่อใช้สำหรับสร้างพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวหรือลูกผสมคู่ต่อไป

การทดสอบหรือประเมินผลสายพันธุ์บริสุทธิ์นี้ จุดประสงค์เพื่อหาสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะหรือประสิทธิภาพในการรวมตัวที่ดี (combining ability) ซึ่งประสิทธิภาพในการรวมตัวของสายพันธุ์บริสุทธิ์อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ การรวมโดยทั่วไป (general combining ability) ซึ่งทดสอบโดยใช้พันธุ์ผสมย่อยเป็นตัวแทนทดสอบ ถ้าสายพันธุ์บริสุทธิ์ที่ได้ผลผลิตต่ำในการผสมกับตัวแทนทดสอบก็มักจะให้ผลผลิตต่ำในลูกผสมเดี่ยว และถ้าสายพันธุ์บริสุทธิ์นี้ให้ผลผลิตสูงเมื่อผสมกับตัวแทนทดสอบก็มักจะให้ผลผลิตสูงในลูกผสมเดี่ยวด้วยเช่นกัน ส่วนประสิทธิภาพในการรวมตัวอีกประเภทหนึ่งนั่นได้แก่ การรวมตัวโดยเฉพาะ (specific combining ability) ซึ่งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของการรวมตัวของสายพันธุ์แท้เช่นเดียวกัน แต่ตัวแทนทดสอบแทนที่จะใช้พันธุ์ผสมย่อยจะทำให้สายพันธุ์แท้ที่มีอยู่เป็นตัวแทนทดสอบ เพื่อที่จะได้รับลูกผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ที่ดี เพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวหรือลูกผสมคู่ในขั้นตอนต่อไป

2. การสร้างพันธุ์

ในการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้ามโดยการสร้างพันธุ์นี้ โดยทั่วไปแล้วจะมีหลักการที่สำคัญอยู่อย่างหนึ่ง คือนักปรับปรุงพันธุ์พืชจะไขว้ประโยชน์จากการเกิดความแรงของลูกผสม (heterosis หรือ hybrid vigor) ให้มากที่สุด ซึ่งหลังจากที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชได้สร้างสายพันธุ์บริสุทธิ์ได้แล้ว สายพันธุ์บริสุทธิ์นี้จะได้ใช้ในการสร้างพันธุ์ดังต่อไปนี้คือ.-

ก. พันธุ์ลูกผสม (hybrid variety) คำว่าลูกผสมนี้หมายถึงลูกในรุ่นแรก ซึ่งได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์บริสุทธิ์ตั้งแต่ 2, 3 หรือ 4 สายพันธุ์ ซึ่งลูกผสมนี้จากการผสมดังกล่าวจะเรียกว่า ลูกผสมเดี่ยว (single cross) ลูกผสมสามทาง (three-way cross) และลูกผสมคู่ (double cross) ตามลำดับ

ข. พันธุ์สังเคราะห์ (synthetic variety) หรือพันธุ์ผสมรวม (composite variety) ซึ่งหมายถึงพันธุ์ที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบสมรรถนะหรือความสามารถในการรวมตัวในการผสมแล้ว ซึ่งสายพันธุ์ที่นำมาทำพันธุ์สังเคราะห์อาจเป็นสายพันธุ์แท้ สายพันธุ์ผสมปล่อยหรือจากพ่อแม่พันธุ์พืชที่ไม่ใช่เมล็ดขยายพันธุ์ แต่ข้อสำคัญคือก่อนที่จะนำสายพันธุ์เหล่านี้มารวมกันเพื่อสร้างพันธุ์สังเคราะห์นั้นจะต้องผ่านการทดสอบความสามารถในการผสมกันได้มาก่อน

การสร้างพันธุ์สังเคราะห์ในพืชผสมข้ามนี้ นักปรับปรุงพันธุ์พืชมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาที่พบในการสร้างพันธุ์ลูกผสม กล่าวคือการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมนั้นจะมีต้นทุนสูงและการสร้างจะต้องใช้หลักวิชาการมาก เกษตรกรต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ปลูกราคาแพง นอกจากนี้การใช้พันธุ์ลูกผสมปลูกจะต้องใช้ระดับการจัดการค่อนข้างดี เช่น ใส่ปุ๋ยอัตราสูง สภาพภูมิอากาศค่อนข้างแน่นอนเป็นต้น ซึ่งจากสภาพดังกล่าว เกษตรกรในประเทศไทยที่กำลังพัฒนา จึงได้รับคำแนะนำให้ใช้พันธุ์สังเคราะห์แทนพันธุ์ลูกผสม ซึ่งเมล็ดพันธุ์จะถูกกว่า ขณะเดียวกันสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพดินฟ้าอากาศที่บางครั้งอาจเกิดแปรปรวนหรือวิกฤต เช่น เกิดภาวะแห้งแล้ง โรคระบาด เป็นต้น การใช้พันธุ์สังเคราะห์จึงนับว่าใช้ได้เป็นผลดีที่อยู่กึ่งกลางระหว่างการใช้พันธุ์ลูกผสมและที่เป็นพันธุ์ผสมปล่อย

การพัฒนาพันธุ์สังเคราะห์นี้ส่วนมากใช้กับพวกพืชผสมข้ามที่เป็นพืชอาหารสัตว์ เช่น พืชที่ปลูกเพื่อทำหญ้าแห้ง (hay) ปลูกเพื่อเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ เช่น พืชตระกูลถั่ว และพืชตระกูลหญ้าสำหรับในพืชเศรษฐกิจนั้น ได้ทำกันมากในข้าวโพด เช่น พันธุ์ข้าวโพดสุวรรณ 1 ก็ได้พัฒนาโดยวิธีการสร้างพันธุ์แบบพันธุ์ผสมรวม (composite variety) เช่นเดียวกัน

สำหรับการปรับปรุงประชากรของพืชผสมข้ามเพื่อผลผลิตของประชากร เพื่อใช้
สำหรับสร้างพันธุ์สังเคราะห์หรือใช้เป็นประชากรใหม่เพื่อใช้สกัดเป็นสายพันธุ์แท้ หรือสายพันธุ์
บริสุทธิ์เพื่อสร้าง เป็นพันธุ์ผสมนั้นจะมีวิธีการคัดเลือกได้หลายวิธีการต่าง ๆ กัน ซึ่งแต่ละวิธี
นั้นได้อธิบายไว้ในหนังสือหลักกาปรับปรุงพันธุ์พืช ซึ่งผู้สนใจสามารถหาอ่านได้โดยทั่วไป

3. การทดสอบและประเมินผล

จุดประสงค์ของการทดสอบและประเมินผล เพื่อจะพิสูจน์ว่าสายพันธุ์ที่นักปรับปรุงพันธุ์
พืชสร้างขึ้นมานั้นมีความดีเด่นของลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น ผลผลิต คุณภาพและความต้าน
ทานของโรคหรือแมลงหรือไม่ ก่อนที่สายพันธุ์นั้นจะปล่อยสู่เกษตรกรเพื่อปลูกในอันดามันต่อไป การ
ทดสอบนี้ นักปรับปรุงพันธุ์พืชจะต้องมีการทดสอบซ้ำหลายฤดูและหลายพื้นที่ติดต่อกัน โดยมีพันธุ์
มาตรฐานเป็นตัว เปรียบเทียบ ผลการทดสอบที่ได้นั้นต้องนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อให้เป็นที่
ยอมรับทางวิชาการด้วยเช่นเดียวกัน

สำหรับขั้นตอนการทดสอบพันธุ์โดยทั่วไปควรมี 4 ระดับ ดังนี้คือ.-

1. การเปรียบเทียบเบื้องต้น (preliminary yield trial)

การเปรียบเทียบสายพันธุ์เบื้องต้นนี้ นักปรับปรุงพันธุ์พืชจะปลูกทดสอบสายพันธุ์ที่ได้
คัดเลือกมา ซึ่งอาจมีสายพันธุ์เป็นจำนวนมาก และเมล็ดพันธุ์ยังมีจำนวนน้อย ดังนั้นจำนวนซ้ำ และ
ที่ปลูกจะยังมีไม่มาก อาจปลูกเพียง 1-2 ซ้ำ ในสถานที่ 2-3 แห่งเป็นต้น และปลูกทุกฤดูกาลสำหรับ
พืชนั้น การปลูกทดสอบจะต้องมีพันธุ์มาตรฐานเป็นตัวเปรียบเทียบทุกครั้ง จากข้อมูลการทดสอบ
เบื้องต้นนี้ จะช่วยให้ นักปรับปรุงพันธุ์พืช คัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีเด่นออกมาให้เหลือจำนวนน้อยสายพันธุ์
ที่จะใช้ทดสอบอย่างเข้มในขั้นตอนต่อไป

2. การเปรียบเทียบสายพันธุ์มาตรฐาน (standard yield trial)

การปลูกทดสอบขั้นนี้ นักปรับปรุงพันธุ์พืชจะคัดจำนวนสายพันธุ์ที่ดี ที่ผ่านการทดสอบ
เบื้องต้นมาแล้ว ซึ่งจำนวนสายพันธุ์ที่ทดสอบจะมีไม่มากนักอาจมีประมาณ 10-20 สายพันธุ์ ปลูก
เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานในแปลงทดสอบขนาดมาตรฐานมีจำนวนซ้ำ 3-5 ซ้ำ ทำหลายสถานที่
ที่มีสภาพดินฟ้าอากาศที่แตกต่างกันออกไป การทดสอบนั้นควรจะทำ 1-2 ฤดูติดต่อกันเพื่อที่จะได้
สายพันธุ์ที่ดีเด่นที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้กว้างขวางโดยให้ผลผลิตคงที่

สม่ำเสมอ จากฤดูหนึ่งไปยังอีกฤดูหนึ่ง หรือจากสถานที่ปลูกแห่งหนึ่งไป หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบขั้นนี้
แล้วนักปรับปรุงพันธุ์พืชจะคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีเด่น (promising , elite line)
ไว้เพียง 3-5 สายพันธุ์ ซึ่งสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้อาจกล่าวได้ว่าจะเป็นสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต
ที่มีคุณสมบัติดีกว่าพันธุ์มาตรฐาน

3. การเปรียบเทียบพันธุ์ในไร่เกษตรกร (farm trial)

หลังจากนักปรับปรุงพันธุ์พืชได้คัดเลือกสายพันธุ์พืชต่าง ๆ จนได้สายพันธุ์ดีเด่นมาแล้ว ควรจะนำ
สายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้ไปปลูกทดสอบร่วมกันพันธุ์มาตรฐานในแปลงเกษตรกรจริง ๆ โดยการปลูกทดสอบ
นี้จะปลูกให้มีพื้นที่ขนาดใหญ่มากขึ้น มีจำนวน 2 ไร่ เป็นอย่างน้อย การปลูกทดสอบจะต้อง
ปลูกให้กระจายไปทั่วบริเวณพื้นที่ที่จะปลูกพืชนั้น รวมทั้งพื้นที่เป้าหมายที่คาดว่าจะปลูกต่อไปใน
อนาคต หลังจากเสร็จสิ้นการปลูกทดสอบแล้ว นักปรับปรุงพันธุ์พืชจะคัดเลือกให้เหลือเพียง 1 สาย
พันธุ์ที่ดีที่สุดเท่านั้นที่จะใช้ปล่อยเป็นพันธุ์ใหม่ต่อไป

4. การทดสอบในไร่เกษตรกร (field test) การปลูกทดสอบขั้นนี้เป็น

การปลูกทดสอบความแน่นอนหรือทดสอบให้มีความมั่นใจมากยิ่งขึ้นว่าสายพันธุ์ดีเด่นที่ผ่านการทดสอบ
มา 3 ขั้นตอน ดังกล่าวข้างต้นและมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดีกว่าพันธุ์มาตรฐานนั้นเมื่อปลูกในระดับไร่ใน
เกษตรกรเป็นพื้นที่ใหญ่แล้วจะยังคงความดีเด่นอยู่เหมือนเดิมหรือไม่ การปลูกจะไม่มีซ้ำ แต่ควรกระจาย
ปลูกในหลายท้องที่ทั่วไป ของเขตพื้นที่เป้าหมาย นักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถจะสรุปลักษณะการ
แสดงออกของสายพันธุ์ที่ดีเด่นนี้ได้จากทุกสภาพของพื้นที่ปลูก ระดับการจัดการของเกษตรกรว่ามีความ
สามารถแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งจากข้อมูลการทดสอบในไร่เกษตรกรนี้ยังสามารถนำไปส่งเสริมให้
เกษตรกรได้ปฏิบัติในการเพาะปลูกจากสายพันธุ์ดีเด่นที่ได้ปล่อยเป็นพันธุ์หลักด้วยเช่นเดียวกัน

เมื่อนักปรับปรุงพันธุ์พืชได้ดำเนินการปลูกทดสอบและประเมินผลตามขั้นตอนต่าง ๆ
ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับนั้นสามารถรวบรวมเสนอต่อหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อขอ
รับรองพันธุ์และตั้งชื่อเป็นพันธุ์ใหม่เพื่อแนะนำให้เกษตรกรใช้ปลูกในลำดับต่อไป

4. การรักษาความตรงต่อพันธุ์และการขยายพันธุ์

หลังจากนักปรับปรุงพันธุ์พืชได้คัดเลือกสายพันธุ์ดีและผ่านขั้นตอนการทดสอบพันธุ์ต่าง ๆ
มาแล้ว การขยายพันธุ์นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นหนึ่งในการที่จะใช้ประโยชน์จากพันธุ์ที่ได้รับ
มา ทั้งนี้เนื่องจากว่าพันธุ์ที่ได้จากการผ่านขั้นตอนต่าง ๆ มานั้นไม่ว่าจะอยู่ในรูปของเมล็ด กิ่งตอน

กิ่งปักชำ หรือหัวก็ตจจะมีปริมาณน้อยมาก ดังนั้นทำอย่างไรจึงจะขยายพันธุ์ให้มีปริมาณมากขึ้นเพื่อพอเพียงต่อความต้องการของเกษตรกรที่จะใช้ปลูกในปริมาณพื้นที่มาก ๆ ขณะเดียวกันจะต้องรักษาลักษณะพันธุ์ให้บริสุทธิ์คงเดิมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

สำหรับประเทศไทยเรานั้น คณะกรรมการมาตรฐานพันธุ์พืชได้จัดแบ่งชั้นของการผลิตเมล็ดพันธุ์ ออกเป็น 4 ชั้น ด้วยกันคือ

1. เมล็ดพันธุ์คัด (breeder seed) เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากกาซปรับปรุงพันธุ์ อาจเป็นพันธุ์แท้ พันธุ์ผสมเบ็ด หรือสายพันธุ์ที่จะใช้ผลิตลูกผสม เมล็ดนี้จะอยู่ในความรับผิดชอบของนักปรับปรุงพันธุ์พืช โดยมีหน้าที่ เก็บรักษาและขยายพันธุ์ให้มีปริมาณมากพอสำหรับใช้ขยายพันธุ์ต่อไปได้ ตราบที่พืชพันธุ์นั้นยังใช้ปลูกแพร่หลายอยู่ และต้องรักษาความบริสุทธิ์ของพันธุ์ไว้ด้วยเช่นเดียวกัน

2. เมล็ดพันธุ์หลัก (foundation seed) เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการขยายของเมล็ดพันธุ์คัดให้มีปริมาณมากยิ่งขึ้น เช่น ใช้เมล็ดพันธุ์คัดประมาณ 3-4 กก. เพื่อปลูกในพื้นที่ประมาณ 1 ไร่ ซึ่งจะได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ประมาณ 500-600 กก. ต่อไร่ (เช่น ข้าวโพด) เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้นี้เรียกว่าเมล็ดพันธุ์หลัก ซึ่งจะได้นำไปปลูกเป็นเมล็ดพันธุ์ขยายในลำดับต่อไป การปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์หลักนี้อาจทำโดยนักปรับปรุงพันธุ์พืชหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบก็ได้เช่นเดียวกัน

3. เมล็ดพันธุ์ขยาย multiplication หรือ register seed เป็นการนำเอาเมล็ดพันธุ์หลักมาปลูกขยายให้มากขึ้นไปอีก จากปริมาณเมล็ดพันธุ์หลัก 500-600 กก. นี้ อาจปลูกได้ในพื้นที่ 200 ไร่ ซึ่งอาจผลิตเมล็ดพันธุ์จดทะเบียนได้ประมาณ 100 ตัน การผลิตเมล็ดพันธุ์ระดับนี้ จะดำเนินการในหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง โดยมีการตรวจสอบจากเจ้าหน้าที่ที่หน่วยงานรับรองพันธุ์

4. การผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่าย (extension seed หรือ certified seed) คือเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกขยายเมล็ดพันธุ์หลัก หรือเมล็ดพันธุ์ขยายเพื่อนำไปจำหน่ายหรือแจกจ่ายให้แก่เกษตรกรใช้ปลูกเป็นการค้าต่อไป ถ้าขยายเมล็ดพันธุ์ขยายจากเมล็ดพันธุ์ขยาย 100 ตัน ตามขั้นตอนที่ 3 จะได้เมล็ดพันธุ์จำหน่ายประมาณ 15,000 ตัน ซึ่งการผลิตเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวจะอยู่ในหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยมีการปฏิบัติตามวิธีการและข้อกำหนดของการรับรองพันธุ์พืชแต่ละพืชด้วยเช่นเดียวกัน

สรุป

ในสภาพปัจจุบันเราจะพบว่าแต่ละพืชมีพันธุ์ใหม่ ๆ ที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชได้สร้างขึ้น มา ซึ่งพันธุ์พืชใหม่นี้จะให้ผลผลิตและคุณภาพดีกว่าพันธุ์เดิมที่เกษตรกรใช้ปลูกอยู่เดิม อย่างไรก็ตาม การพัฒนาพันธุ์พืชยังคงต้องมีการดำเนินต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ทั้งนี้เพราะมีเหตุผลหลายประการด้วยกัน คือ ประชากรของโลกเรามีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา ดังนั้นจึงเกรงกลัวกันว่าการผลิตอาหารของโลกเราจะไม่พอเลี้ยงประชากรของโลก ดังกล่าว ขณะเดียวกันนั้นพื้นที่ที่เคยใช้ปลูกพืชมาก่อนก็มีแนวโน้มจะลดน้อยลง จำเป็นต้องขยายพื้นที่ปลูกพืชไปยังท้องที่ใหม่ที่ไม่เคยปลูกพืชมาก่อน เช่น แล้งแห้งแล้ง เขตที่มีอากาศหนาวเย็น เป็นต้น นอกจากนี้แล้วในสถานการณ์ปัจจุบัน เรายังพบว่าการแข่งขันการค้าของผลผลิตทางการเกษตรเรา ตลาดจะเป็นของผู้ซื้อมากกว่าของผู้ผลิต ดังนั้นคุณภาพของสินค้าจึงต้องมีส่วนนำมาพิจารณาด้วยเช่นกัน

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นบทบาทของนักปรับปรุงพันธุ์พืช จึงมีส่วนในการช่วยเหลือสังคมได้โดยปรับปรุงพืชให้ได้ผลผลิตสูงหรือมากขึ้น และมีลักษณะที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและระดับการจัดการต่าง ๆ มีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาด

หลักการปรับปรุงพันธุ์พืชที่ผู้บรรยายได้เขียนขึ้นเ ระกอบคำบรรยายการผลิตเมล็ดพันธุ์ ผักนี้ผู้บรรยายได้พยายามสรุป เนื้อหาที่ใช้เป็นแนวทางปรับปรุงพันธุ์พืชทั่วไป ซึ่งรายละเอียดและเนื้อหาต่าง ๆ ยังขาดตกบกพร่องมากมายไม่ได้ กล่าวถึงทั้งหมด ทั้งนี้เพราะว่าเนื้อหาของวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืชนี้จะครอบคลุมอย่างกว้างขวาง ผู้บรรยายไม่สามารถที่จะนำมาเขียนหรือบรรยายได้ภายในระยะเวลาอันสั้นเพียง 3 ชั่วโมง ที่กำหนดให้ อย่างไรก็ตามผู้รับการอบรมที่มีความสนใจที่จะหาความรู้เพิ่มเติมอาจหาอ่านจากหนังสือ หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช ซึ่งแต่งและเรียบเรียงเป็นภาษาไทย ซึ่งมีอยู่ตามห้องสมุดหรือมีจำหน่ายตามศูนย์หนังสือโดยทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

1. กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์ 2522 ปรับปรุงพันธุ์พืช ภาควิชาไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ไพศาล เหล่าสุวรรณ 2527 หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช โรงพิมพ์ไทรโยน้า หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
3. สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์ 2528 การปรับปรุงพันธุ์ ภาควิชาไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. อารุณ ณ ลำปาง 2529 ข้อสังเกตและคำแนะนำในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่ วารสารวิชาการเกษตร 4(1) : 85 - 92
5. Allard, R. W. 1960. Principles of plant breeding. John Niley & Son, Inc, New York.
6. Eriggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant breeding. Reinbold. Publishing Crop. New York.

หลักการปรับปรุงพันธุ์ผัก

กมล เลิศรัตน์ 1 /

การปรับปรุงพันธุ์ผักก็เหมือนกันกับการปรับปรุงพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ กล่าวคือ เป็นงานที่ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลายสาขาวิชา ผสมผสานร่วมกับการใช้ทักษะหรือความชำนาญของนักปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งจัดเป็นศิลปะส่วนบุคคล ซึ่งสะสมมาจากการที่ได้มีโอกาสคลุกคลี หรือปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอเกี่ยวกับผักชนิดนั้น ๆ มาเป็นเวลานาน เพื่อทำการปรับปรุงลักษณะต่าง ๆ ของผักให้ดียิ่งขึ้นคือให้ดีกว่าของพันธุ์ที่มีใช้อยู่

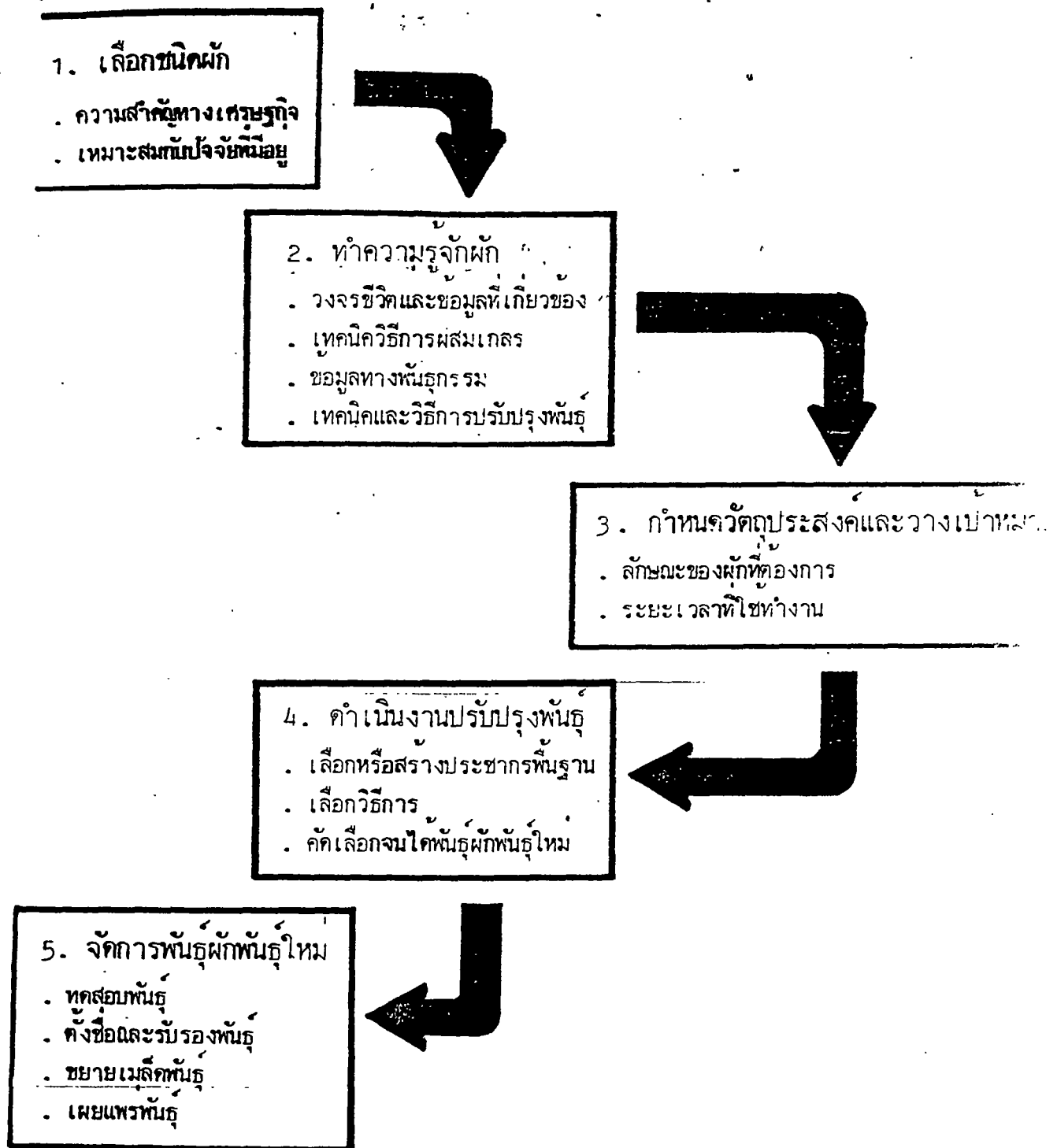
เนื่องจากงานปรับปรุงพันธุ์ผักนั้นเป็นงานที่ค่อนข้างยาก การที่จะทำให้ได้รับผลสำเร็จนั้น ต้องใช้ทั้งเวลาและทรัพยากรอีกหลายอย่างเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงจะต้องทำงานอย่างเป็นระบบ ทำเป็นขั้นตอน (ดูแผนภูมิที่ 1 ประกอบ) ตามแผนงานที่วางไว้เป็นระยะ ๆ ตามความเหมาะสมของทรัพยากรที่มีอยู่ โดยเริ่มต้นจาก เลือกชนิดของผักเพื่อทำการปรับปรุงพันธุ์ ทำความคุ้นเคยกับผักชนิดที่ถูกเลือก ตั้งวัตถุประสงค์และวางเป้าหมาย ดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ และท้ายที่สุดก็จัดการพันธุ์ผักพันธุ์ใหม่ที่ได้รับให้ถึงมือเกษตรกร เนื้อหาของเรื่องนี้ เป็นแนะนำในเรื่องหลักการปรับปรุงพันธุ์ผักอย่างกว้าง ๆ แบบสรุป เหมาะสำหรับผู้ที่มีพื้นฐานเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์อยู่แล้ว

1. การเลือกชนิดของผักเพื่อทำการปรับปรุงพันธุ์

เนื่องจากผักที่ปลูกเป็นการค้าอยู่ในเมืองไทย มีอยู่ถึง 11 ตระกูล แต่ละตระกูลก็มีอยู่หลายชนิด (รวมทั้งหมดประมาณ 60 ชนิด ดูตารางในภาคผนวกที่ 1) ซึ่งผักแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการเรียงลำดับความสำคัญก่อน ทำได้โดยนำข้อมูลในด้านต่าง ๆ ของผักแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบ ข้อมูลที่สำคัญได้แก่ ความสามารถในการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต การออกดอกและติดเมล็ด ในสภาพแวดล้อมที่มีอยู่ ปริมาณการผลิตและมูลค่าของผลผลิต ต้นทุนและปัญหาในการผลิต โอกาสที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ความยากง่ายในการผลิต ตลอดจนการยอมรับของเกษตรกร เป็นต้น

เมื่อเรียงลำดับความสำคัญของผักแต่ละชนิดได้แล้ว จึงค่อยพิจารณาเลือกชนิดของผักที่จะนำมาทำการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป สำหรับจำนวนชนิดของผักที่จะถูกเลือกนั้นขึ้นอยู่กับทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น กำลังงบประมาณ จำนวนนักวิชาการ และสถานที่ดำเนินงาน เป็นต้น

1/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 6 ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



แผนภูมิที่ 1 สรุปขั้นตอนของระบบการปรับปรุงพันธุ์ผัก

2. การทำความเข้าใจกับคุณเคยกับผักชนิดที่ถูกเลือก

เมื่อได้เลือกชนิดผักที่จะนำมาปรับปรุงพันธุ์ได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการทำความเข้าใจกับคุณเคยกับผักชนิดที่จะทำงานด้วย ซึ่งก็คือ การทำความเข้าใจพืช ทำได้โดยนำผักชนิดดังกล่าวมาปลูกเพื่อศึกษาลักษณะนิสัยในด้านต่าง ๆ ร่วมกับการศึกษาหาข้อมูลทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับผักชนิดดังกล่าวที่มีอยู่ ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยรวบรวมมาจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากวารสารหรือคำร่าในห้องสมุด จากการสัมภาษณ์เกษตรกรและพ่อค้า และจากผลงานวิจัยของหน่วยราชการ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานในขั้นตอนต่อไป สำหรับข้อมูลที่จำเป็นต้องทราบมีดังต่อไปนี้คือ

2.1 วงจรชีวิตของผัก และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

โดยทั่วไปแล้ววงจรชีวิตของผักแทบทุกชนิด ประกอบไปด้วยระยะการเจริญเติบโต 6 ระยะ คือ ระยะเมล็ดพันธุ์ ระยะกล้า ระยะต้นโตเต็มที่ ระยะออกดอกและติดเมล็ด ระยะผลหรือผักแก่ และ ระยะเก็บ เมล็ดพันธุ์

ความแตกต่างของผักแต่ละชนิดหรือแต่ละสายพันธุ์ นั้นขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตจากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่ง และส่วนที่ใช้ประโยชน์หรือผลผลิตที่ได้จากระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน เช่น บางชนิดสามารถเก็บผลผลิตตั้งแต่ระยะกล้าจนถึงระยะที่เป็นต้นโตเต็มที่ บางชนิดให้ผลผลิตในระยะออกดอก บางชนิดให้ผลผลิตในระยะเป็นผักหรือผลอ่อน เป็นต้น

ดังนั้นเมื่อใช้วงจรชีวิตเป็นแกนหรือจุดหลัก แล้วนำข้อมูลอื่น ๆ มาประกอบเข้า จะช่วยให้การทำความเข้าใจหรือทำความเข้าใจผักแต่ละชนิด ทำได้ง่ายขึ้น ข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องหรือสามารถนำมาเชื่อมโยงกับวงจรชีวิตได้แก่

2.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลาที่ใช้ปลูกแต่ละชนิดต้องการใช้ สำหรับการเติบโตในแต่ละระยะ ตัวอย่างเช่น ช่วงเวลาที่ใช้ในการงอก ก็คือจำนวนวันหลังจากปลูกจนถึงวันที่ต้นผักงอกโผล่พ้นผิวดิน ช่วงเวลาที่ใช้สำหรับระยะเป็นต้นกล้า ก็คือจำนวนวันตั้งแต่ปลูกจนถึงวันย้ายกล้า ช่วงเวลาที่ใช้ในระยะที่เป็นต้นโตเต็มที่ ช่วงเวลาที่ใช้สำหรับการออกดอก การถ่ายละอองเกสร การติดเมล็ดและ/หรือติดผล เก็บผลผลิต และเก็บเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น

2.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เหมาะสมหรือจำเป็นในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของผักแต่ละชนิด เช่น อุณหภูมิ ดิน น้ำ ธาตุอาหาร ภูมิอากาศ แสง และความชื้นในอากาศ เป็นต้น

2.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาในการผลิต เช่น โรคและแมลงที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา ของแต่ละระยะการเจริญเติบโต

2.1.4 ข้อมูลความต้องการปัจจัยในการผลิต เช่น ปุ๋ย ยาป้องกันกำจัดโรคและแมลง แรงงาน และวัสดุอื่น ๆ

2.1.5 ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งปลูก พื้นที่ปลูก เทคนิคและวิธีการผลิต ผลผลิตที่ได้รับ ลักษณะผลผลิตที่ตลาดต้องการ การจัดการของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว วิธีการขายผลผลิต ราคาขายและรายได้ตลอดจนต้นทุนการผลิต

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะดอก พัฒนาการของดอก และเทคนิควิธีการผสมเกสร

การควบคุมการถ่ายละอองเกสรระหว่างต้นพืชที่มีลักษณะที่ต้องการ ซึ่งก็คือการผสมพันธุ์พืช เป็นการจัดการปรับเปลี่ยนยีนและการรวมตัวของยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ทั้งตอนเริ่มหรือระหว่างการดำเนินงานคัดเลือกพันธุ์พืช เพื่อที่จะทำให้ได้รับลักษณะใหม่ ๆ ที่ดีกว่าเดิม

การที่จะควบคุมการถ่ายละอองเกสรให้ประสบผลสำเร็จ จำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลที่สำคัญดังนี้คือ ชนิดของดอก การเกิดดอก การแสดงเพศ โครงสร้างของดอกแบบต่าง ๆ ธรรมชาติของการถ่ายละอองเกสรเป็นแบบไหน พัฒนาการของดอก เช่น ช่วงเวลาดอกบาน ช่วงเวลาที่เกสรตัวเมียยอมรับการผสม ช่วงเวลาที่เกสรตัวผู้ปล่อยละอองเกสร ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายละอองเกสร เป็นต้น เทคนิคและวิธีการถ่ายละอองเกสร และวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็น

2.3 ข้อมูลทางพันธุกรรม

การปรับปรุงลักษณะต่าง ๆ ของพืชนั้น จะทำได้เฉพาะลักษณะที่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ กล่าวคือเป็นลักษณะที่ถูกยีนควบคุม ลักษณะที่เกิดขึ้นมาจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมไม่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหรือรุ่นหลานได้ ดังนั้นสิ่งที่อยู่ในความสนใจของนักปรับปรุงพันธุ์ก็คือลักษณะทางพันธุกรรมของพืช ข้อมูลทางพันธุกรรมที่ต้องกำรมีดังต่อไปนี้คือ

2.3.1 ชนิดหรือประเภทของการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ของลักษณะที่สนใจ ตั้งแต่ลักษณะเมล็ด สีเมล็ด ใบเลี้ยง ใบจริง สีโคนต้น ทรงต้น การออกดอก การแสดงเพศ ผล คุณภาพของผล ความทนทานต่อโรคแมลง อายุเก็บเกี่ยว อายุการเก็บรักษา และผลผลิต เป็นต้น โดยต้องการทราบว่าลักษณะที่กล่าวไปแล้วนั้นเป็นลักษณะเชิงคุณภาพ คือมียีนเพียง 1-2 คู่ควบคุม หรือเป็นลักษณะเชิงปริมาณที่มียีนควบคุมหลายคู่

2.3.2 ยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าวข้างต้น มีพฤติกรรมการแสดงออกเป็นแบบไหน คือเป็นแบบผลบวก (additive) หรือเป็นแบบข่ม (dominance) ในรูปต่าง ๆ เช่น ข่มสมบูรณ์ (complete dominance) ข่มไม่สมบูรณ์ (partial dominance) และข่มเกิน (over dominance) เป็นต้น

2.3.3 มีการเกิดการเสื่อมลดถอย (inbreeding depression) และ/หรือ heterosis ของลักษณะใดบ้าง แต่ละลักษณะมีค่าอัตราพันธุกรรม (h^2) อยู่เท่าไร และลักษณะแต่ละลักษณะมีความสัมพันธ์หรือมีสหสัมพันธ์ (correlation) กับลักษณะอื่น ๆ อย่างไรบ้าง

2.4 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและวิธีการปรับปรุงพันธุ์

เป็นข้อมูลที่ได้ทำมาแล้วทั้งในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวกับการกำหนดวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ ลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ (criteria) สำหรับการคัดเลือกพันธุ์ วิธีการคัดเลือกพันธุ์ เทคนิคในการค้นหา (screening) พืชที่ต้านทานโรคและทนต่อสภาพแวดล้อม ชนิดของพันธุ์ฝักที่นิยมใช้เป็นการค้าว่าเป็นพันธุ์ผสมเปิด (open-pollinated cultivar) หรือพันธุ์ลูกผสม (F_1 - hybrid) เป็นต้น

ข้อมูลทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและวิธีการปรับปรุงพันธุ์ ฝักที่ได้มีการนำมาใช้และมีการรายงานไว้แล้ว จัดได้ว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความสำคัญมากเพราะสามารถช่วยชี้แนะให้ทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเทคนิคและวิธีการที่ใช้อยู่ ซึ่งเท่ากับเป็นการเรียงลำดับ และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวางแผนและการตัดสินใจ ในการดำเนินงานในขั้นตอนต่อไปของการปรับปรุงพันธุ์

3. การกำหนดวัตถุประสงค์และวางเป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์

วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ฝัก จะถูกกำหนดขึ้นมา โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากการทำความเข้าใจกับฝักชนิดดังกล่าว เช่น ลักษณะของฝักที่เกษตรกรผู้ปลูก โรงงานแปรรูป และผู้บริโภค ต้องการ ตลอดจนพันธุ์ฝักที่ใช้อยู่มีปัญหาหรือจุดอ่อนที่ควรจะต้องแก้ไขปรับปรุงอย่างไร (ดูแผนที่ 6)

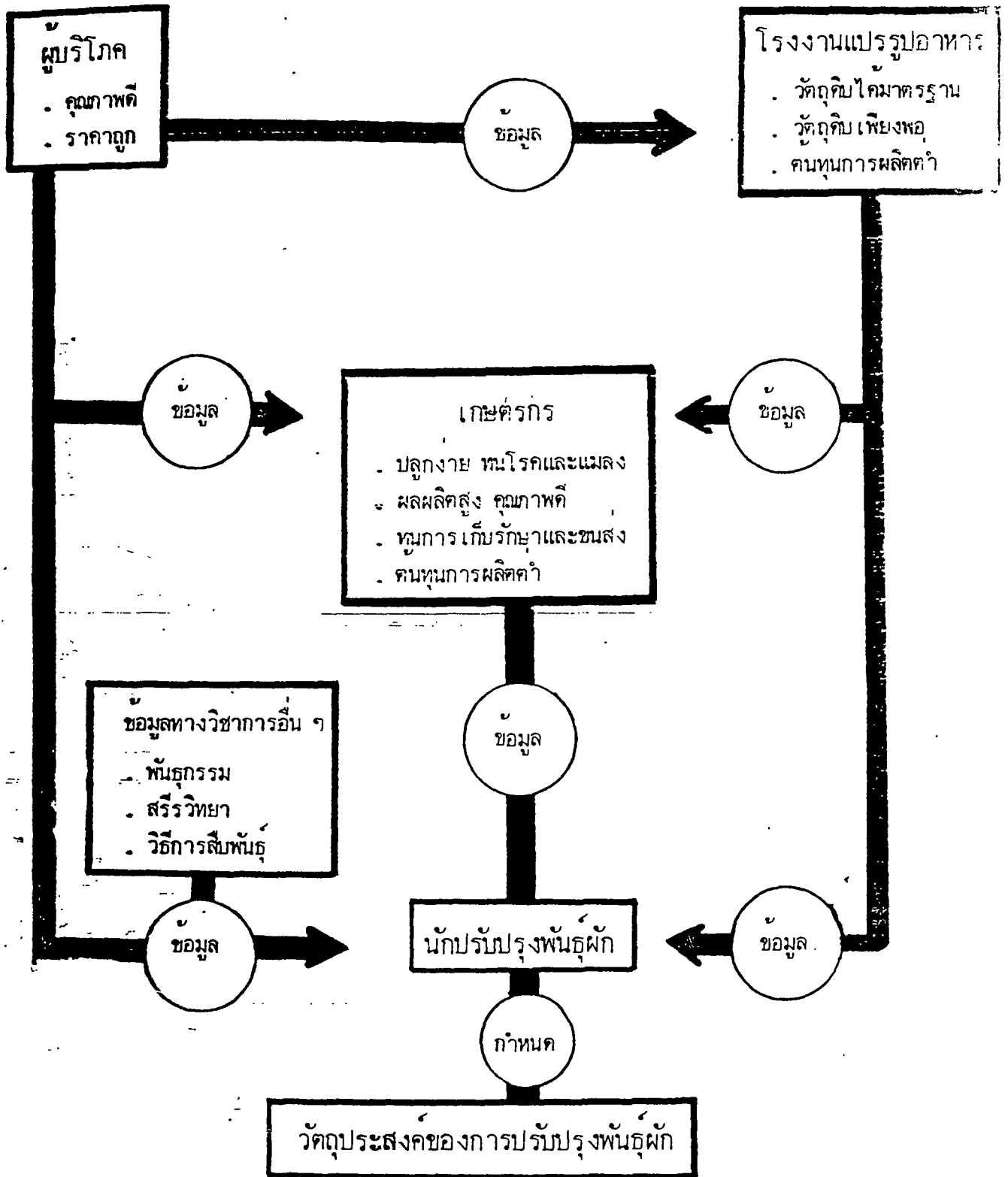
วัตถุประสงค์โดยทั่วไปได้แก่

3.1 เพื่อสร้างพันธุ์ฝักที่ทนต่อโรคที่เป็นปัญหาสำคัญ เช่น โรคเหี่ยว แอนแทรกโนส ราน้ำค้าง ราแป้ง ไวรัส ใบจุดหรือใบไหม้ เป็นต้น

3.2 เพื่อสร้างพันธุ์ฝักที่มีลักษณะและคุณภาพของผลผลิต เช่น รูปร่าง รสชาติ กลิ่น สี คุณค่าทางอาหาร เป็นต้น ตรงตามความต้องการของตลาด

3.3 เพื่อสร้างพันธุ์ฝักที่เหมาะสมสำหรับปลูกในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย เช่น ปลูกง่าย ทนทานต่อสภาพแวดล้อม เป็นต้น

3.4 เพื่อสร้างพันธุ์ฝักพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ให้ผลผลิตสูง ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษาไว้นานและทนการขนส่ง



แผนภูมิที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดวัตถุประสงค์ของงานปรับปรุงพันธุ์ผัก

៧៤២៤៤៣ ៤៣៧៥២៦៧៧៦ ជាត្រីកោណមួយដែលមានជ្រុង ៣៤២៤៤៣ ៤៣៧៥២៦ ៧៧៦ ដូច្នេះប្រវែងជ្រុងទាំងបី គឺជាចំនួនគតិក្រិត។
 បើសិនជាយើងយកចំនួន ៤៣៧៥២៦ មកបំប្លែងជាចំនួនទ្រីកូណូមេទ្រី (trigonometric) គឺជា ៣៧៥២៦ (ដោយយក ១០០ ជាមូលដ្ឋាន) យើងនឹង
 ទទួលបានចំនួនគតិក្រិត ៣៧៥២៦ ដូច្នេះប្រវែងជ្រុងទាំងបី គឺជាចំនួនគតិក្រិត។
 យើងក៏អាចបំប្លែងចំនួន ៣៧៥២៦ ទៅជាចំនួនទ្រីកូណូមេទ្រី (trigonometric) បានដែរ ដោយយក ១០០ ជាមូលដ្ឋាន។
 ដូច្នេះប្រវែងជ្រុងទាំងបី គឺជាចំនួនគតិក្រិត។

4.1 பரவல் (base population)

[illegible]

၄. ငွေလွှဲကြေးကုန်သွယ်မှုလုပ်ငန်း

ଉତ୍କଳ ଲୋକସେବା ସମିତି

ប្រធានក្រុម ជនរងគ្រោះដែលបានរក្សាទុកក្នុងប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងឯកសារ ២ ក្នុងប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងឯកសារ

ប្រធានក្រុម ជនរងគ្រោះដែលបានរក្សាទុកក្នុងប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងឯកសារ ២ ក្នុងប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងឯកសារ

ပြင်ဆင်မှုများ

កម្មវត្ថុនៃការងារនេះ គឺជាសេចក្តីសង្ខេប លម្អិតប្រែប្រួលនៃការងារ ក្នុងការងារនេះ បង្កើនប្រសិទ្ធភាពការងារ

ՅԼՅԵԼԱՅԱՆՈՐԵԼՅԱՅԱՆԿԼՈՒԹՅՈՒՆ ԻՕԻՆԵՍՏԵԼՆԱԿԱՆ ԿՐԹԱՆՈՒՄԻ ԿԱՆՈՆԻԿԱԿԱՆ ԿԱՐԳԻՆԵՐԸ

កម្ពុជាធិបតេយ្យ

លក្ខណៈ ២ ប្រសិទ្ធភាពប្រកួតប្រជែងក្នុងការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធ អនាម័យសាធារណៈ ដោយស្របតាមប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រង និងការអនុវត្តប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រង

[illegible][illegible]

ឧបាសិទ្ធិមង្គលបរាគ្មរ

២១. រដ្ឋអភិវឌ្ឍន៍កម្ពុជាបានជួយកម្ពុជា ដោយផ្តល់ការបង្រៀនដល់អ្នកបង្កើនចំណេះដឹងក្នុងការគ្រប់គ្រងគម្រោង និងការគ្រប់គ្រងគម្រោង។

ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ

จาก : กรมการขนส่งทางบก (air line) ในพื้นที่กรุงเทพ และพื้นที่ต่าง ๆ

ရန်ကုန်မြို့နယ်၊ ယက္ခပင်လမ်းအမှတ် ၂၄ - ၈ ဖလှော်လမ်း၊ ကမ္ဘာ့ဆေးကုသမှု

កម្ពុជានុរោង ២ ឧបត្ថម្ភធនប្រតិបត្តិការប្រចាំថ្ងៃក្នុងក្រុមប្រឹក្សាភិបាល។

၎င်းတို့သည် နယ်လွှာအောက်ရှိ မြေထဲသို့ ရေစုပ်ယူနိုင်ရန် အကူအညီ ပေးခဲ့ကြောင်း သိရပါသည်။

แตกต่างกันเนื่องจากสภาพแวดล้อมนั้น ไม่สามารถที่จะถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้

ในการตรวจสอบว่าประชากรของพืชชนิดนั้น ๆ มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะอยู่เพียงพอหรือไม่นั้น ทำได้โดยใช้แผนการผสมพันธุ์ (mating design) แบบใดแบบหนึ่ง เพื่อประเมินหาชนิดและปริมาณความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบต่าง ๆ ในกรณีที่ประชากรที่จะนำมาคัดเลือกพันธุ์มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะที่ต้องการคัดเลือกพันธุ์อยู่แล้ว ก็สามารถนำประชากรดังกล่าวไปใช้เป็นประชากรพื้นฐานได้เลย แต่ถ้าประชากรนั้นไม่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะที่จะทำการคัดเลือกพันธุ์ ก็จำเป็นที่จะต้องสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมขึ้นมา โดยใช้วิธีการผสมพันธุ์หรือชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์

พันธุ์พืชที่ควรจะนำมาใช้เป็นประชากรพื้นฐานได้แก่

1. พันธุ์พื้นบ้านหรือพันธุ์ท้องถิ่นที่มีอยู่ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีอยู่แล้ว หรือพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ
2. ลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) ที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์การค้าจากต่างประเทศกับพันธุ์พื้นบ้านของไทย (พันธุ์การค้าที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งมีคุณภาพดีและทนโรคที่สำคัญบางโรคอยู่แล้ว แต่อาจจะมีปัญหาในเรื่องการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของเมืองไทย และไม่ทนโรคบางโรคที่เป็นปัญหาอยู่ในเมืองไทย)
3. ลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) ที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์การค้าที่นำเข้ามาจากต่างประเทศที่ไม่มีบรรพบุรุษร่วมกันมาก่อน เช่นระหว่างพันธุ์ที่ปรับปรุงจากญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และไต้หวัน ซึ่งลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) นี้อาจจะทำการผสมขึ้นเอง หรือขอมาจากสถาบันปรับปรุงพันธุ์พืชระหว่างชาติ เช่น AVRDC
4. พันธุ์ผสมเปิด (open-pollinated cultivar) เช่น พันธุ์ผสมรวม (composite variety) หรือพันธุ์สังเคราะห์ (synthetic variety) ที่ใช้เป็นการค้าอยู่ในปัจจุบัน

4.2 เลือกวิธีการปรับปรุงพันธุ์

การเลือกวิธีการปรับปรุงพันธุ์นั้นขึ้นอยู่กับ ลักษณะที่ต้องการคัดเลือกกว่า เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนน้อยคู่ (1 - 2 คู่) หรือมากคู่ (>2 คู่ขึ้นไป) ค่าอัตราพันธุกรรมหรือค่าความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะ (heritability) ว่ามีค่าสูงหรือต่ำ รวมทั้งวิธีการถ่ายละอองเกสรของพืช กล่าวคือ เป็นพืชชนิดที่ผสมตัวเองหรือผสมข้าม สำหรับหลักการเลือกวิธีการที่จะใช้สำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืชมีดังต่อไปนี้คือ

ในกรณีที่เป็นการปรับปรุงพันธุ์ผักพื้นบ้านหรือพันธุ์ท้องถิ่น พันธุ์ที่มีอยู่แล้ว ให้มีความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ดีขึ้น ทั้งของพืชผสมตัวเองและพืชผสมข้าม มีวิธีการให้เลือกใช้คือ การคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line selection) หรือการคัดเลือกพันธุ์หมู่ (mass selection)

ในกรณีที่เป็นการปรับปรุงพันธุ์ที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น โดยเพิ่มลักษณะดีเข้าไปเพียงบางลักษณะ เช่น การเพิ่มลักษณะที่มียืนควบคุมน้อยคู่เพียงบางลักษณะ เข้าไปสู่พันธุ์การค้า ก็ใช้วิธีการผสมย้อน (backcross method) แต่ถ้าลักษณะดีดังกล่าวมียืนควบคุมมากคู่ มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ ก็อาจจะใช้วิธีการที่เรียกว่า การผสมย้อนกลับแบบระยะยุค (inbred backcross line method)

วิธีการที่นิยมใช้ในการปรับปรุงลักษณะเชิงปริมาณที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ สำหรับผักชนิดที่ผสมตัวเองได้แก่ การคัดเลือกพันธุ์แบบบันทึกประวัติ (pedigree selection) และการคัดเลือกพันธุ์แบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น (single seed descent) และสำหรับพืชผสมข้ามได้แก่ การคัดเลือกแบบสายพันธุ์แม่ (maternal line selection) และการคัดเลือกพันธุ์แบบวงจร (recurrent selection) เป็นต้น

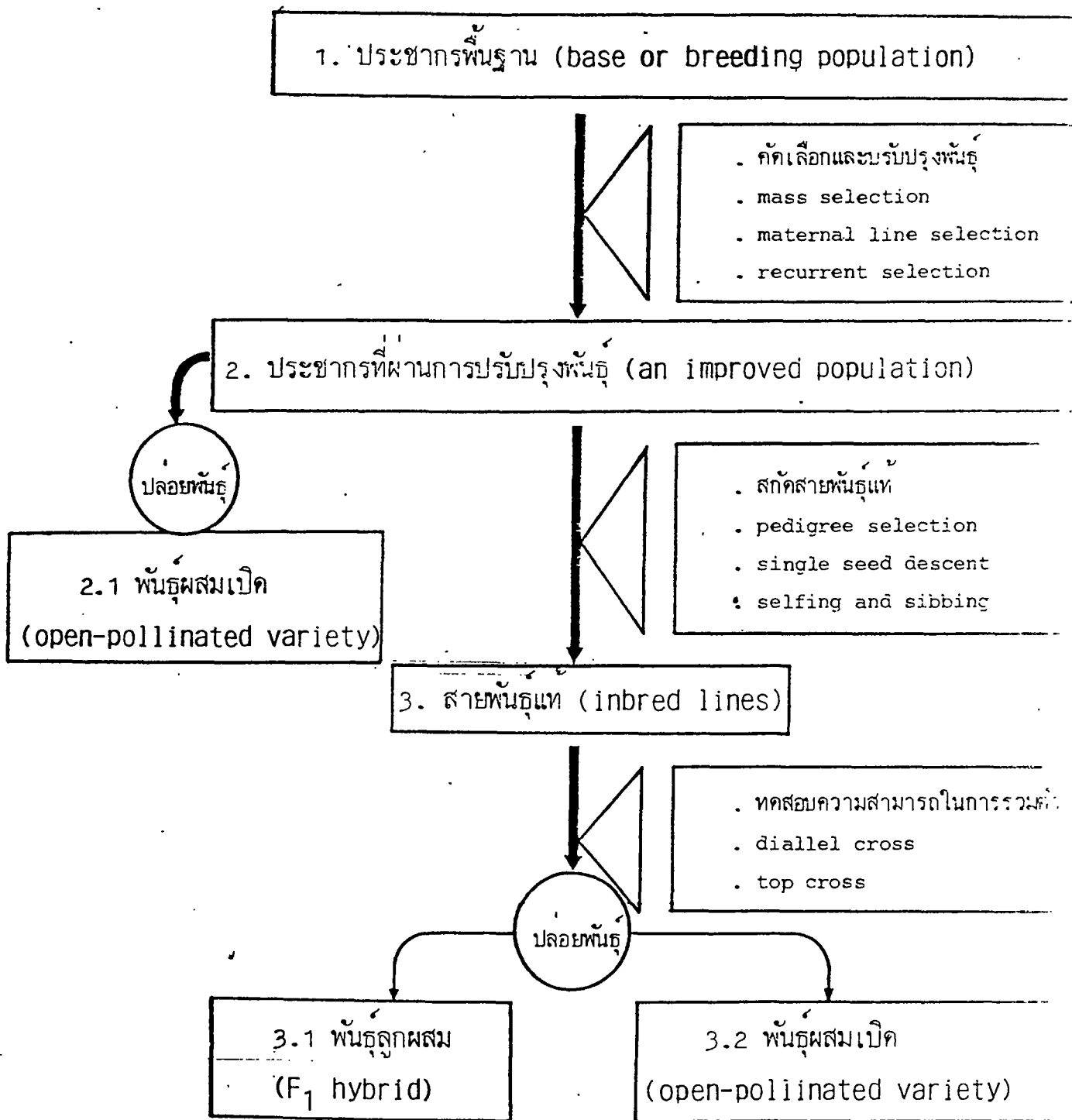
ตามความเป็นจริงแล้วงานปรับปรุงพันธุ์ผัก ไม่จำเป็นที่จะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงวิธีเดียว แต่อาจนำเอาวิธีการมากกว่าหนึ่งวิธีมาใช้ร่วมกันหรือสลับกันได้ อย่างไรก็ตามหลักการเลือกวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่สำคัญที่สุดก็คือ ควรเลือกวิธีการที่ง่าย สะดวก ประหยัด และคิดว่ามีประสิทธิภาพสูง

4.3 ทำการคัดเลือกพันธุ์จนกระทั่งได้รับพันธุ์ผักพันธุ์ใหม่

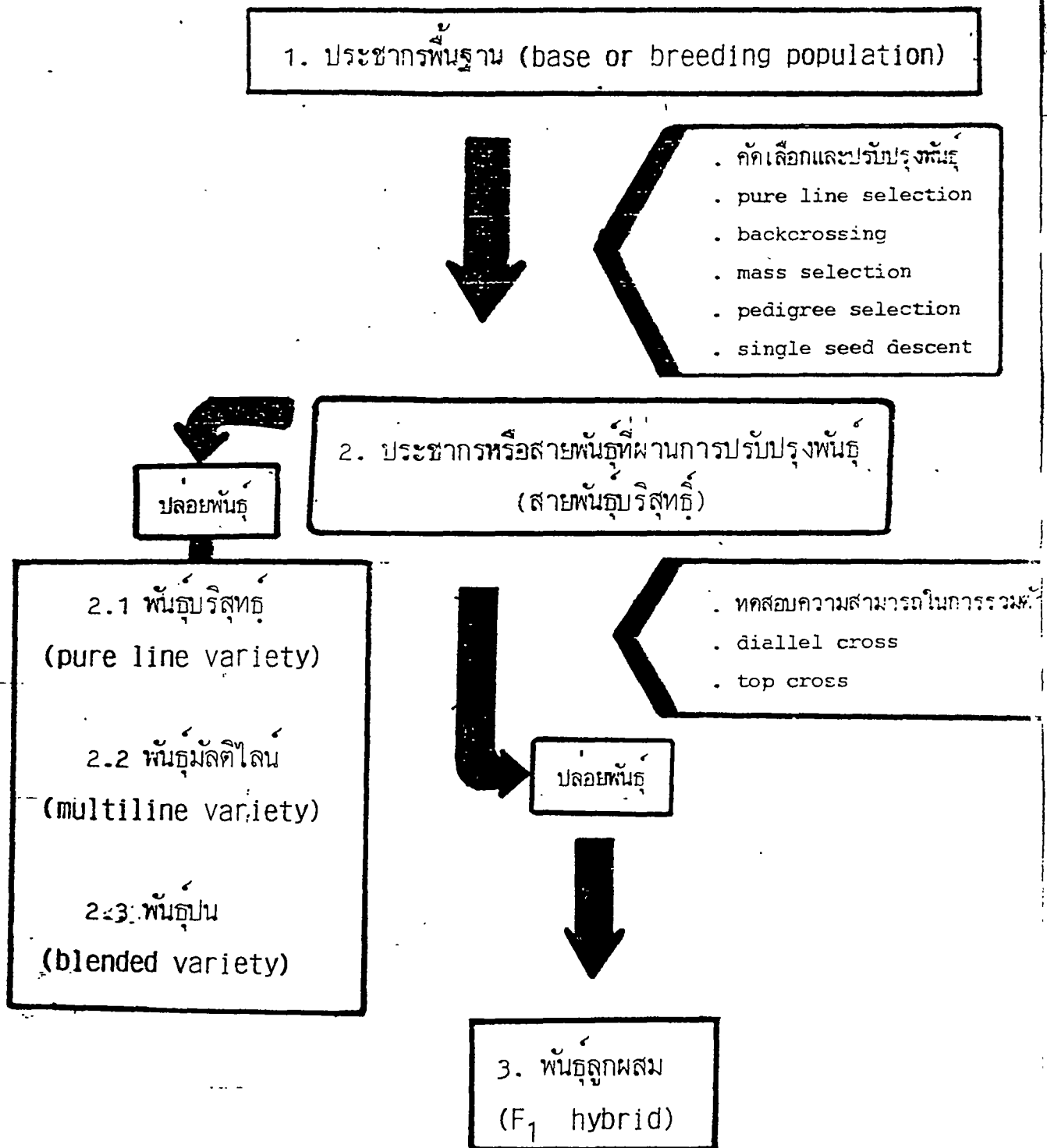
เมื่อกำหนดวัตถุประสงค์และวางเป้าหมาย เลือกหรือสร้างประชากรพื้นฐาน และเลือกวิธีการที่จะใช้แล้ว ก็ทำการคัดเลือกพันธุ์ตามขั้นตอนของแต่ละวิธีการที่ได้เลือกไว้ ซึ่งรายละเอียดของวิธีการที่ชัดเจนนั้นมีอยู่แล้ว ในหนังสือการปรับปรุงพันธุ์พืชทั้งของไทยและของต่างประเทศ (ดูรายชื่อได้จากภาคผนวกที่ 2)

ในการคัดเลือกพันธุ์นั้นจะต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์ (selection criteria) ขึ้นมา ซึ่งก็คือการกำหนดมาตรฐาน และหรือ/จำนวนของลักษณะที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดในการตัดสินใจคัดเลือกต้นพืชไว้ เพื่อขยายพันธุ์ต่อ หรือคัดทิ้งไป เกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์นั้นจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์

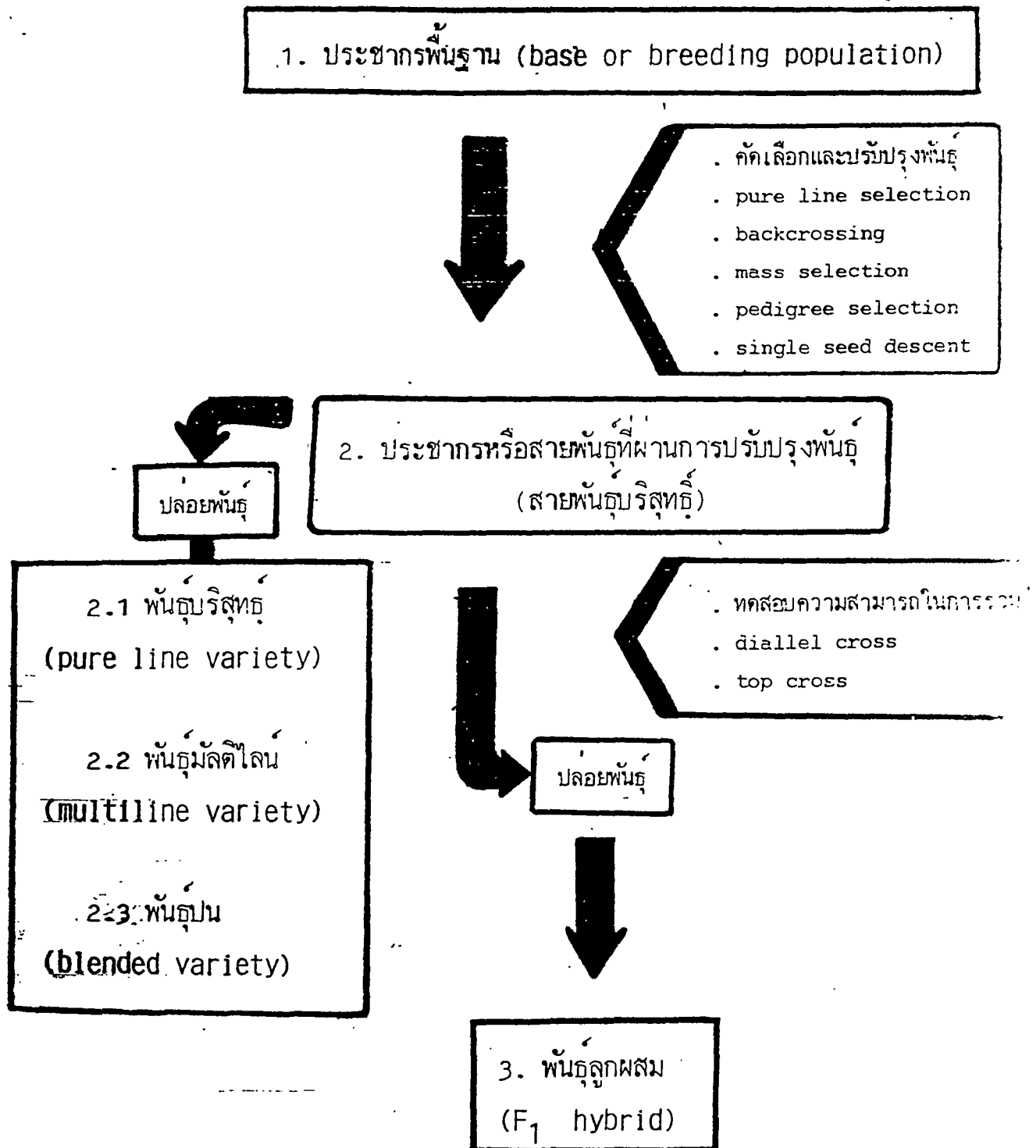
จากนั้นก็ทำการคัดเลือกพันธุ์ตามขั้นตอน (ดูแผนภูมิที่ 3-4) คือจากประชากรพื้นฐาน เมื่อถูกนำมาคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ตามวิธีการที่เลือกใช้ ก็จะได้ประชากรที่ผ่านหรือได้รับการปรับปรุงพันธุ์ (an improved population) กรณีของผักผสมข้ามก็คือประชากรที่เป็นพันธุ์ทาง แต่ในผักผสมตัวเอง



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนของการดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์พืชชนิดที่ผสมข้าม



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนของการดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ผสมตัวเอง



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนของการดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ผสมตัวเอง

จะได้รับประชากรที่เป็นพันธุ์แท้หรือพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line) ในขั้นนี้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถที่จะปล่อยพันธุ์ไปให้เกษตรกรนำไปใช้ได้ กรณีของผสมข้ามสามารถปล่อยในรูปของพันธุ์ผสม เบ็ด (open-pollinated variety) เช่นพันธุ์สังเคราะห์ (synthetic variety) หรือพันธุ์ผสมรวม (composite variety) แต่กรณีของผสมตัวเอง สามารถปล่อยในรูปของพันธุ์บริสุทธิ์ (pureline variety) พันธุ์มัลติไลน์ (multiline variety) หรือพันธุ์ปน (blended variety) แต่เนื่องจากพันธุ์ลูกผสมชั่วแรก (F_1 -hybrid) ผักจะเป็นเป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์พืชของบริษัท เมล็ดพันธุ์ทุกแห่งอยู่แล้ว เพราะว่าเป็นพันธุ์ที่ให้ผลตอบแทนในเชิงธุรกิจมากที่สุด เกษตรกรจะต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ใช้ตลอดไม่สามารถที่เก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองได้ ดังนั้นจึงต้องดำเนินงานในขั้นต่อไป ซึ่งก็คือการสร้างพันธุ์ลูกผสมชั่วแรก โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้คือ

กรณีของพืชผสมข้ามจะมีอยู่ 3 ขั้นตอนคือ การสกัดสายพันธุ์แท้ (inbride line extraction) ซึ่งก็คือการสร้างสายพันธุ์แท้ขึ้นมาก่อน โดยใช้วิธีการคัดเลือกพันธุ์แบบรูปประวัติ (pedigree selection) การคัดเลือกพันธุ์แบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น (single seed descent) หรือโดยวิธีการผสมตัวเอง (selfing) หรือผสมกันในหมู่เครือญาติ (sibbing) จนกระทั่งได้สายพันธุ์แท้ จากนั้นก็ทำการทดสอบความสามารถในการรวมตัว (combining ability test) ของสายพันธุ์แท้ที่ได้รับ ซึ่งก็คือ หว่านสายพันธุ์แท้ สายพันธุ์โหนดที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นสายพันธุ์พ่อและแม่ วิธีการที่นิยมใช้สำหรับการทดสอบได้แก่ ไดอัลลครอส (diallel cross) และทอปครอส (top cross) เมื่อทราบสายพันธุ์แท้ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อและแม่แล้ว ก็ทำการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วแรก เพื่อเป็นการค้าต่อไป

ในกรณีของผสมตัวเองที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์มาแล้ว ซึ่งจะได้รับประชากรที่เป็นพันธุ์บริสุทธิ์หรือพันธุ์แท้อยู่แล้ว การสร้างพันธุ์ลูกผสมชั่วแรกจึงมีเพียง 2 ขั้นตอน คือการทดสอบความสามารถในการรวมตัวและการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วแรก อย่างไรก็ตามการที่จะสร้างพันธุ์ลูกผสมชั่วแรกของพืชที่ผสมตัวเองให้ได้รับผลสำเร็จนั้น พันธุ์แท้หรือพันธุ์บริสุทธิ์ ควรจะได้มาจากประชากรที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน

การคัดเลือกพันธุ์ของลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) นั้นจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้คัดเลือกพันธุ์ด้วยว่า เป็นตัวแทนที่ดีของสภาพแวดล้อมที่จะนำพันธุ์ผักที่ผ่านการปรับปรุงไปใช้หรือไม่ เช่นถ้าจะคัดเลือกพันธุ์ผักให้ทนฝน คือให้เหมาะสมสำหรับปลูกในฤดูฝน

ก็ต้องคัดพันธุ์ในช่วงฤดูฝน เป็นต้น ตามปกติแล้ว เพื่อให้มั่นใจว่าลักษณะของผักที่ตัดไว้นั้น มาจากยีนในใบที่ดี ควรมีการทดสอบสายพันธุ์เพื่อค้นหาลักษณะที่ดี โดยทำเป็นซ้ำ หลายสถานที่ และหลายฤดูกาล

5. การจัดการพันธุ์ผักพันธุ์ใหม่

ขั้นตอนของการจัดการพันธุ์ผักพันธุ์ใหม่ ที่ได้จากการดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ ประกอบด้วยการทดสอบพันธุ์ในท้องที่ต่าง ๆ ในฤดูปลูกที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่ เป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง พร้อมกับการบันทึกลักษณะต่าง ๆ อย่างละเอียด ทำการตั้งชื่อและรับรองพันธุ์พร้อมกับการขยายปริมาณ เมล็ดพันธุ์ดีให้มากขึ้น หลังจากนั้นจะถึงขั้นตอนที่ทำการเผยแพร่พันธุ์ดี พร้อมกับคำแนะนำในการ ปลูกให้แก่เกษตรกร สำหรับรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

5.1 การทดสอบพันธุ์

พันธุ์ผักพันธุ์ใหม่จะถูกทำการทดสอบ โดยการเปรียบเทียบกับพันธุ์ที่เกษตรกรใช้ ปลูกอยู่ในท้องที่ต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งปลูกที่สำคัญ หรือเป็นตัวแทนของพื้นที่ส่วนใหญ่ ทำการทดสอบ ทั้งในฤดูกาลและในสภาพการเพาะปลูกที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ โดยทำในไร่เกษตรกรให้เกษตรกร มีส่วนร่วมในการทดสอบด้วย (ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมทางอ้อม ถ้าพันธุ์ผักพันธุ์ใหม่ดีจริง) ในการ ทดสอบดังกล่าวจะมีการบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดทุกด้านเกี่ยวกับพันธุ์ใหม่ และมีการทดสอบซ้ำเป็น เวลาอย่างน้อย 2 ปี

ในขณะที่ทำการทดสอบควรทำการขยายหรือเพิ่มปริมาณเมล็ดพันธุ์ดีให้มากขึ้น ซึ่งเป็น เมล็ดพันธุ์ที่เรียกว่า เมล็ดพันธุ์หลัก (foundation seed) พร้อมกับศึกษาเทคนิควิธีการผลิต เมล็ดพันธุ์ที่จะทำให้ได้ผลผลิต เมล็ดพันธุ์สูงสุด

5.2 การตั้งชื่อ และรับรองพันธุ์

ในการตั้งชื่อและรับรองพันธุ์นั้นมีระเบียบปฏิบัติที่ออกโดยกรมวิชาการเกษตร คือระเบียบว่าด้วยการรับรองพันธุ์พืชที่ 2522/2526 และระเบียบว่าด้วยการ ตั้งชื่อพันธุ์พืชที่ 2523/2526 (ดูรายละเอียดในภาคผนวกที่ 3-4) ซึ่งได้กำหนดไว้อย่างละเอียด ในการกระทำ ดังกล่าวนี้นี้จะต้องมีข้อมูลหลายประการที่ต้องนำเสนอประกอบการพิจารณาเช่น พันธุ์ประวัติ ลักษณะประจำพันธุ์ ลักษณะของพันธุ์ใหม่ที่แตกต่างจากพันธุ์อื่น ๆ ความสามารถในการให้ผลผลิต ในท้องที่ต่าง ๆ ในระยะเวลา 2-3 ปีที่ผ่านมา

5.3 การขยายเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ของพันธุ์ใหม่ที่ได้รับที่เป็นผลงานของรัฐ ที่เรียกว่าเมล็ดพันธุ์หลัก จะถูกส่งไปให้หน่วยงานที่ทำหน้าที่ขยายหรือเพิ่มปริมาณเมล็ดพันธุ์ คือกองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตรที่มีศูนย์ขยายพันธุ์พืชอยู่ตามจังหวัดต่าง ๆ (ที่เปิดดำเนินงานแล้ว 5 ศูนย์ และกำลังสร้างเพิ่มขึ้นอีก 17 ศูนย์) ทำการผลิตเองหรือร่วมมือกับเกษตรกร กล่าวคือให้เกษตรกรเป็นผู้ผลิต มีนักวิชาการออกไปควบคุมการผลิตทุกขั้นตอน แล้วรับซื้อ เมล็ดพันธุ์กลับคืน

ในกรณีที่พันธุ์ผักที่พัฒนาขึ้นมาโดยบริษัท เมล็ดพันธุ์ การขยายพันธุ์ก็ทำในลักษณะเดียวกัน คือ ส่งเสริมให้เกษตรกรเป็นผู้ผลิต เมล็ดพันธุ์ขาย โดยมีการควบคุมการผลิต แล้วรับซื้อ เมล็ดพันธุ์คืน

5.4 การเผยแพร่พันธุ์ดี

ทำโดยการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อมวลชน เช่น วารสารทางการเกษตร หนังสือพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ และ/หรือธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ ความจริงแล้วถ้าพันธุ์ผักพันธุ์ใหม่ เป็นพันธุ์ที่ดีจริงเกษตรกรจะเป็นผู้เผยแพร่ข่าวให้เองโดยอัตโนมัติ

บรรณานุกรม

1. ไพศาล เหล่าสุวรรณ 2527. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. คณะทรัพยากรธรรมชาติ.
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. Bailey, L. H. 1974. Manual of cultivated plants.
MacMillan Publishing Co., MY.
3. Hallauar, A.R. 1981. Selection and breeding methods. In Frey, K.J. (ed.)
Plant breeding II., Iowa State Univ. Press, Ames, IA, P. 3-55.
4. Herklots, G. A. C. 1972. Vegetable in Southweast Asia.
South China Morning Post. Ltd. Hong Kong.
5. Purseglove, J. W. 1977. Tropical crops dicctyledons.
Longman group Ltd., London.
6. Purseglove, J. W. 1972. Tropical crops monocotyledons.
Longman group Ltd., London.
7. Simmonds, N.W. 1979. Principles of crop improvement.
Longman Inc., New York.

การปรับปรุงพันธุ์พืชผัก
โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
ดร.ประสาธพร สมิตะมาน

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นวิธีการที่นับวันที่จะทวีความสำคัญทางการเกษตรแผนใหม่มากขึ้นทุกขณะ ทั้งนี้เนื่องจากมนุษย์ได้ประโยชน์จากวิธีการดังกล่าวอย่างมาก เริ่มจากการขยายพันธุ์พืชที่ต้องการให้มีปริมาณมากอย่างรวดเร็ว การผลิตพันธุ์พืชปลอดโรค การสร้างพันธุ์พืชที่มีลักษณะ เป็นพันธุ์แท้ในรูปของการมีโครโมโซมที่เป็น homologous chromosome ซึ่งจากพืชลักษณะดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงพันธุ์ไม่ว่าจะโดยวิธีผสมเกสรในแบบธรรมชาติเคยปฏิบัติ หรือการใช้วิธีการรวมเซลล์หรือโปรโตพลาสต์ปัจจุบันมีศัพท์เฉพาะที่เรียกว่าเป็น "Somatic hybrid" ท้ายที่สุดที่สามารถได้ประโยชน์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ การสร้างพันธุ์พืชที่มีลักษณะพิเศษตามความต้องการของนักผสมพันธุ์ เช่น มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นลักษณะที่เจริญได้ดีในดินที่เป็นกรด หรือ เกลือสูง ตลอดจนพันธุ์พืชที่มีความต้านทานต่อโรคใดโรคหนึ่งโดยเฉพาะ เป็นต้น

ความต้องการเบื้องต้นในการปฏิบัติงานด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

เนื่องจากงานทางการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นงานที่ต้องการความชำนาญเฉพาะทาง และต้องการเครื่องมือบางอย่างที่แตกต่างไปจากงานอื่น ๆ อยู่บ้าง เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และมองเห็นลักษณะของกาปฏิบัติงานในด้านนี้ได้ดียิ่งขึ้น จึงควรทราบความต้องการเบื้องต้นหรือสิ่งที่จำเป็นต้องมีก่อนที่จะเริ่มงานเช่นนี้ในหน่วยงานเสียก่อน ในที่นี้จะขอเรียงตามลำดับความสำคัญคือ

1. ห้องปฏิบัติการ ขนาดของห้องปฏิบัติการจะขึ้นกับปริมาณงานที่จะทำและชนิดของงานที่จะทำ อย่างไรก็ตามในเรื่องของห้องปฏิบัติการนี้อาจแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

* ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ให้ประกอบการอบรมเจ้าหน้าที่วิจัยผัก วันที่ 2 - 6 พฤศจิกายน 2530

ผ. อาคารศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.1 ห้องเตรียมอาหาร เป็นบริเวณที่ใช้ในการเตรียมอาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และควรมีเครื่องมือที่จำเป็นคือ

ตาชั่ง ทั้งชนิดที่หยาบ และละเอียดที่สามารถชั่งได้ถึง 4 ตำแหน่งหลังจุดทศนิยม

เพื่อใช้ในการชั่งสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหาร

ตู้เย็น ใช้ในการเก็บสารเคมีที่เสื่อมสภาพได้เร็วในอุณหภูมิห้อง เช่น ฮอรโมนพืช หรือสารอินทรีย์ต่าง ๆ

เตาแก๊ส ใช้ในการต้มวุ้นให้ละลายก่อนที่จะนำส่วนอื่นมาผสม

pH Meter เพื่อใช้ในการปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างให้เหมาะกับพืชแต่ละชนิด

Autoclave เพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน หรือ แผลบเชื้อในอาหารสังเคราะห์

Magnetic stirrer เครื่องมือนี้ไม่จำเป็นนัก แต่ถ้าหากมีจะช่วยให้การเตรียมอาหาร

สังเคราะห์ที่ต้องคนสารเคมีต่าง ๆ ให้เข้ากันหลังจากการเติมแต่ละครั้ง

ให้สะดวกขึ้นมาก

Hot air oven เพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อที่ติดมากับเครื่องแก้วหรือเครื่องมืออื่นที่ใช้ในการปฏิบัติงาน เช่น มีด กรรไกร เป็นต้น

1.2 ห้องล้างเครื่องแก้ว ควรมีอ่างหลาย ๆ อ่างเพื่อใช้ในการล้างเครื่องแก้วและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงาน น้ำที่ใช้ในการล้างควรเป็นน้ำกรองและอ่างสุดท้ายที่ใช้ล้างก่อนเก็บหรือนำไปใช้งานควรเป็นน้ำกลั่น นอกจากนี้ควรมีอ่างที่ใส่น้ำยาล้างแก้ว เพื่อใช้ในการทำความสะอาดที่อาจติดกับเครื่องแก้วที่ใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลานาน ๆ โดยปกติการล้างเครื่องมือต่าง ๆ นั้นต้องให้แน่ใจว่าสะอาดจริง ๆ จึงมักจะล้างไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง ก่อนที่จะล้างด้วยน้ำกลั่น

นอกจากอ่างต่าง ๆ แล้ว ควรมีสู่สำหรับเก็บเครื่องแก้วที่จะกันการเกาะของฝุ่นละอองต่าง ๆ อีกด้วย

1.3 ห้องถ่ายเนื้อเยื่อ เป็นห้องที่ใช้ในการปฏิบัติงานในด้านการแยก หรือการถ่ายเนื้อเยื่อพืชตลอดจนคัดอ่อนของพืชตามระยะเวลาที่เหมาะสม เครื่องมือที่จำเป็นในส่วนนี้อาจจำแนกเป็น

ผู้ถ่ายเนื้อเยื่อพืช เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานในสภาพปลอดเชื้อ

เครื่องปั่น (centrifuge) ในกรณีที่ต้องการทำงานด้านการเพาะเลี้ยง

โปรโตพลาสต์

ดาซึ่งสองแขน ใช้ในกรณีเดียวกับเครื่องบิน

ภายในตู้ถ่ายเนื้อเยื่อพืชควรจะมี ตะเกียงแก๊ส หรือ แอลกอฮอล์ ขวดใส่
แอลกอฮอล์ และแท่นสำหรับวางเครื่องมือ

1.4 ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ใช้สำหรับเลี้ยงเนื้อเยื่อหรือคั่นอ่อนของพืชหลังจากที่
ย้ายลงอาหารสังเคราะห์แล้ว ห้องนี้ต้องเป็นห้องที่สามารถควบคุม อุณหภูมิ ความเข้มของแสง
ระยะเวลาการให้แสง ได้อย่างดี ภายในห้องมีชั้นสำหรับวางขวดหรือจานที่ใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ลักษณะของการแบ่งห้องต่าง ๆ นี้เป็นไปตามความสะดวกและความพร้อมของแต่ละแห่ง
ในกรณีที่ยังไม่มีงบประมาณมากพอที่จะจัดสร้างห้องปฏิบัติการในรูปดังกล่าว อาจใช้การแบ่งแต่
ละมุมห้องให้ใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาให้ได้เต็มที่ แต่ที่สำคัญห้องที่ใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อ
พืชนั้นจะต้องแยกออกไปจากบริเวณอื่น ๆ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเลี้ยง
ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชอย่างมาก

2. เรือนทดลองที่ใช้ในการเก็บพืชหลังจากเลี้ยงในห้องปฏิบัติการแล้ว ควรเป็นเรือน
ที่สามารถกันแมลงได้อย่างแท้จริง เพื่อป้องกันการติดเชื้อใหม่ของพืชเก็บไว้เป็นแม่พันธุ์

3. เรือนอบดินหรือฆ่าเชื้อในภาชนะปลูก เพื่อใช้ในการเตรียมวัสดุปลูกให้ปลอดเชื้อ
ทั้งนี้เนื่องจากว่าคั่นอ่อนที่ย้ายจากห้องปฏิบัติการนั้น อยู่ในสภาพที่อ่อนแอต่อการทำลายของเชื้อต่าง ๆ
ที่มีอยู่มากมายภายนอก ดังนั้นวัสดุที่ใช้ในการปลูกจึงต้องปลอดจากเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคอย่างแท้จริง

องค์ประกอบของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชก็เหมือนกับการปลูกพืชทั่ว ๆ ไปที่ต้องปรับธาตุอาหารต่าง ๆ ให้
เหมาะสมกับความต้องการของพืชแต่ละชนิด ดังนั้นอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงจึงเป็นการดัดแปลงจาก
ธรรมชาตินั่นเอง เพียงแต่เนื้อเยื่อพืชหรือคั่นอ่อนของพืชจะต้องการอาหารบางอย่างมากกว่าปกติ
ทั้งนี้อาจเนื่องจากความสามารถในการสังเคราะห์อาหารดังกล่าวมีน้อยหรือไม่สามารถสังเคราะห์ได้
เนื่องจากอยู่ในสภาวะที่เจริญในที่ควบคุมก็ได้ โดยทั่วไปอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจะ
จะประกอบไปด้วย

1. สารประกอบอนินทรีย์ (inorganic compound) สารประกอบในกลุ่มนี้มีความสำคัญต่อเนื้อเยื่อพืชในด้านการเป็นองค์ประกอบของส่วนต่าง ๆ ภายในเซลล์ เช่น ผนังเซลล์ คลอโรฟิลล์ หรือ เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน วิตามิน กรดนิวคลีอิก คลอโรเจนเอ็นไซม์ที่ใช้ในกระบวนการต่าง ๆ

ตัวอย่างของสารอนินทรีย์ที่สำคัญคือ Calcium Potassium Phosphorus Nitrogen Iron Magnesium Manganese Copper Boron Molybdenum Sulfur Cobalt และแร่ธาตุอื่น ๆ อีกหลายชนิด

การเลือกใช้สารประกอบพวกที่เป็นอนินทรีย์ก็มีความสำคัญต่อการเจริญของเนื้อเยื่อพืชเช่นกัน เช่น Nitrogen จะใช้ในรูปเกลือ Nitrate มากกว่า Ammonium ทั้งนี้จะดูว่าพืชสามารถนำประโยชน์จากเกลือชนิดใดได้มากกว่ากัน

2. สารประกอบพวกอินทรีย์ (organic compound) เป็นสารประกอบที่ได้จากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ขึ้นให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติ ได้แก่พวกวิตามิน ฮอรัโมนพืช น้ำตาลชนิดต่าง ๆ น้ำมะพร้าว บทบาทของสารประกอบในกลุ่มนี้จะช่วยในการเจริญและการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อพืช

3. วุ้น (agar) เป็นสารประกอบพวก polysaccharide ที่แยกได้จากสาหร่ายทะเล ใช้ผสมในอาหารเพื่อให้อาหารแข็งตัว เพื่อให้ส่วนรากมีที่ยึดเกาะ และช่วยให้เนื้อเยื่อพืชที่วางลงไปไม่จม ซึ่งจะมีผลต่อการใช้ออกซิเจน ของเนื้อเยื่อ

4. น้ำ น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมอาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ตามปกติน้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำกลั่น ถ้าเป็นชนิดที่ได้จากการกลั่นด้วยเครื่องกลั่นที่ทำจากแก้วล้วน และเป็นชนิดที่กลั่น 2 ครั้งจะเหมาะกับการนำมาใช้ในการเตรียมอาหารมาก

ข้อสำคัญในการเตรียมอาหารคือ ต้องปรับสภาพความเป็นกรดของอาหารให้เหมาะสมกับเนื้อเยื่อหรือพืชที่นำมาเลี้ยง โดยปกติมักจะปรับให้ pH อยู่ในช่วง 5.3 ถึง 6.5 แต่ระดับที่นิยมใช้กันมากจะเป็น 5.6

ตัวอย่างของอาหารสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมากที่สุดสูตรหนึ่ง

Murashige and Skoog (1962)		mg/l
A	$\text{NH}_4 \text{ NO}_3$	1,650
	KNO_3	1,900
	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440
	$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	370
	KH_2PO_4	170
B	Na_2EDTA	33.6
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.8
C	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22.3
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	8.6
	H_3BO_3	6.2
	KI	0.83
	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.25
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.025
	$\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.025
D	VITAMINS	
	Glycine	0.2
	Nicotinic acid	0.05
	Pyridoxine.HCl	0.05
	Thiamine.HCl	0.01
E	Kinetin	0.1
	myo-Inositol	100
	IAA	10
	Sucrose	30,000
	Agar	0.6 - 0.8 %
pH		5.7

จากสูตรอาหารสังเคราะห์ดังกล่าวจะเห็นว่ามีองค์ประกอบต่าง ๆ มาก ดังนั้นการเตรียมจึงนิยมที่จะทำในรูปของ stock solution เพื่อให้ประหยัดเวลาในการชั่งสารในแต่ละครั้ง stock solution ที่เตรียมนั้นมักจะมีความเข้มข้นประมาณ 10 เท่าของสารที่ต้องการใช้ และใช้สารที่สามารถรวมกันได้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังที่แยกไว้เป็นกลุ่มข้างบน ในบางครั้งอาจแยกสารที่ใช้คราวละมาก ๆ ไว้ต่างหาก เช่น CaCl_2 เพื่อป้องกันการทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วตกตะกอนลงมานอนกัน ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งในการเตรียม stock solution คือ ถ้าหากมีการนอนกันของสารภายในภาชนะบรรจุจะไม่ควรใช้อีก เพราะจะทำให้ได้แร่ธาตุไม่ครบตามสูตร ซึ่งจะส่งผลให้การเจริญของเนื้อเยื่อพืชหรือต้นอ่อนของพืชช้ากว่าปกติ

การประยุกต์ใช้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชทางด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช

ในด้านนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายวิธีดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งอาจแบ่งตามลักษณะหรือวัตถุประสงค์ของการใช้ได้ดังนี้ คือ

1. การผลิตพืชปลอดโรค
2. การผลิตพืชทนโรคหรือทนต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสม
3. การสร้างพันธุ์พืชที่ต้านทานต่อโรค
4. การขยายพันธุ์พืชที่ต้องการในเวลาอันสั้นให้ได้ปริมาณมาก
5. การเก็บรักษาสายพันธุ์พืช

เนื่องจากเทคนิคและวิธีการที่ใช้ในแต่ละด้านนั้นอาจมีความคล้ายคลึงกันอยู่บ้างและแต่ละเทคนิคต้องอาศัยทักษะและการฝึกปฏิบัติจริงจึงจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างแท้จริง ในที่นี้จะขอสรุปพอสังเขปดังนี้

1. การผลิตพันธุ์พืชปลอดโรค

การผลิตพันธุ์พืชปลอดโรคนี้น่าจะเน้นที่จะผลิตพันธุ์พืชที่ปลอดจากโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส ไวรอยด์ หรือ มายโคพลาสมา เป็นสำคัญ เนื่องจากเชื่อดังกล่าวนี้นี้ยังไม่มีสารเคมีใด ที่สามารถรักษาอย่างได้ผล หรือมีราคาแพงมากจนไม่น่าจะนำมาใช้ ซึ่งแตกต่างจากเชื้อ สาเหตุโรคพืชชนิดอื่น ๆ ที่สามารถใช้สารเคมีรักษาได้ไม่ยากนัก

เทคนิคที่ใช้ในการผลิตพันธุ์พืชที่ปลอดจากโรคนี้มักใช้วิธีการที่เรียกว่า การรักษาด้วยความร้อน (Thermotherapy) ควบคู่กับการเลียงเนื้อเยื่อเจริญ (meristem) โดยมีหลักการว่า เก็บพืชที่ต้องการศึกษาในสภาพที่มีความร้อนสูงประมาณ 36 - 38 ° C. เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 4 อาทิตย์ ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของเชื้อที่ต้องการกำจัดและชนิดของพืชว่ามีความสามารถที่จะทนต่อสภาวะที่เก็บไว้เช่นนี้ได้นานเท่าใด

การเก็บพืชที่อุณหภูมิสูงก็เพื่อให้เชื้อที่ต้องการกำจัดถูกชะงักการเจริญหรือมีอัตราการแพร่ของเชื้อไปยังส่วนอื่น ๆ ของพืชได้ช้าลง ในขณะที่เดียวกันพืชที่ได้รับการรักษาจะยังคงเจริญได้ตามปกติ ดังนั้นส่วนของพืชที่เกิดขึ้นใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อเยื่อเจริญจึงมักพบว่าปลอดจากเชื้อ และยังพบอีกว่าอาณาเขตการปลอดเชือนี้จะขยายออกกว้างขึ้นเมื่อเก็บพืชไว้เป็นเวลานาน อย่างไรก็ตามการเก็บพืชในสภาวะดังกล่าวจะพบว่าพืชมีอัตรา metabolism สูงมาก จึงต้องการ carbondioxide และ oxygen มากกว่าพืชปกติ นอกจากนี้ควรเพิ่มความชื้นในบรรยากาศให้กับพืชด้วยเพื่อลดอัตราการคายน้ำที่จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก

หลังจากที่เก็บพืชไว้ได้กำหนดแล้ว นำส่วนของยอดอ่อนซึ่งอาจเป็นส่วนของยอดหรือตาข้างมาตัด การตัดนี้จะต้องให้ได้ขนาดประมาณ 3 - 5 มม. เพื่อให้ได้ส่วนที่ปลอดจากเชื้อจริง ๆ ก่อนที่จะตัดต้องฆ่าเชื้อที่ติดมากับเนื้อเยื่อของพืชโดยการใช้ clorox 10 % แช่ 10 - 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วอีก 3 ครั้ง เพื่อเป็นการลดโอกาสการติดเชื้อจึงต้องตัดเนื้อเยื่อเจริญนี้ในตู้ถ่ายเชื้อ ในกรณีที่ไม่มีเครื่องมือดังกล่าวอาจใช้ห้องที่ปรับอากาศแล้วพ่นด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อให้ทั่วห้องก่อนการทำงานก็ได้ เนื่องจากขนาดของเนื้อเยื่อที่ตัดมีขนาดเล็กดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจำเป็นอีกเช่นกันที่จะต้องตัดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด 2 ตา ทั้งนี้จะช่วยทำให้การตัดเนื้อเยื่อง่ายขึ้น

หลังจากที่ได้เนื้อเยื่อที่ต้องการแล้วต้องนำมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ เก็บไว้ในที่ที่มีแสงสลัวก่อนประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วจึงย้ายมาเก็บในสภาพปกติต่อไป เมื่อเนื้อเยื่อเจริญเป็นต้นอ่อนแล้วต้องนำมาตรวจสอบว่าปลอดจากเชื้อจริงหรือไม่ก่อนที่จะนำไปขยายพันธุ์ให้ได้ปริมาณมากขึ้นต่อไป การตรวจสอบเชือนั้นอาจทำได้หลายวิธี เช่น การใช้พืชทดสอบ การทดสอบทางเซรุ่มแบบต่าง ๆ เช่น ELISA ISEM เป็นต้น การตรวจสอบที่ใช้เซรุ่มนี้ให้ความแม่นยำในการตรวจสอบอย่างมาก จึงได้รับความนิยมนอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

2. การผลิตพืชทนโรคหรือทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

เนื่องจากว่าการเทคนิคการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชช่วยให้สามารถปลูกพืชจำนวนมากในพื้นที่จำกัดได้อย่างดี จึงสามารถมีพืชจำนวนมากมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ลักษณะต่าง ๆ ได้ง่าย การผลิตพันธุ์พืชทนโรคนี้ อาจทำได้โดยการใช้สารพิษที่เชื้อสร้างขึ้นมาผสมในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ หลังจากนั้นนำเนื้อเยื่อที่ต้องการคัดเลือกลงมาเลี้ยงบนอาหารดังกล่าว เนื้อเยื่อใดที่สามารถเจริญได้ดีถือว่าเป็นเนื้อเยื่อที่ทนต่อโรคนั้น การศึกษาในด้านนี้ส่วนมากอาจเริ่มจากเซลล์ที่เลี้ยงในสภาพแขวนลอย (cell suspension) หรือกลุ่มของเซลล์ (callus) ทั้งนี้เนื่องจากว่าสามารถใช้ปริมาณเซลล์จำนวนมาก ๆ ได้ โอกาสที่จะมีเซลล์ลักษณะที่ต้องการจึงมีมากกว่าการใช้ต้นอ่อนของพืชโดยตรง

ในด้านการสร้างพันธุ์พืชที่ทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น แห้งแล้งดินเป็นกรด หรือเป็นเกลือมากเกินไป ก็ทำได้โดยวิธีเดียวกัน จะยกตัวอย่างการสร้างพันธุ์พืชทนเกลือ สามารถสร้างได้โดยการผสมเกลือแกง (NaCl) หรือเกลือที่ดินนั้นเป็นปัญหาในอาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเลี้ยงกลุ่มของเซลล์ พยายามเพิ่มความเข้มข้นของเกลือในอาหารเป็นขั้น ๆ จากเปอร์เซ็นต์ต่ำจนถึงเปอร์เซ็นต์ที่สูง กลุ่มของเซลล์ที่สามารถเจริญได้เมื่อนำมาเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างเป็นต้นต้นที่ได้จะมีคุณสมบัติทนต่อดินที่มีเกลืออยู่สูงด้วย อย่างไรก็ตามการศึกษาในด้านนี้ยังพบว่ามีอุปสรรคอีกมากทั้งนี้เนื่องจากมักจะมีความยากในการเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างยอดขึ้นในกลุ่มของเซลล์ดังกล่าว จึงยังต้องหาข้อสรุปอีกต่อไป

3. การสร้างพันธุ์พืชต้านทานต่อโรค

แม้ว่าการผสมพันธุ์พืชที่ต้านทานต่อโรคจะได้รับการศึกษากันมาเป็นเวลานาน ศตวรรษแล้วก็ตาม ความสำเร็จในด้านนี้ก็ยังอยู่ในวงจำกัดทั้งนี้เนื่องจากลักษณะที่ต้องการบางอย่างไปอยู่ในพืชกลุ่มที่ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้โดยวิธีการธรรมดา หลังจากที่มีมนุษย์สามารถแยกเซลล์ของพืชที่อยู่ในสภาพเซลล์เปล่าอย่างเต็มที่ เรียกว่า "โปรโตพลาสต์" (protoplast) มาเลี้ยงได้สำเร็จ อุปสรรคดังกล่าวจึงนับว่าสามารถขจัดไปได้ส่วนหนึ่ง การแยกและเลี้ยงโปรโตพลาสต์สามารถทำเป็นงานประจำและประสบความสำเร็จอย่างมากในพืชหลายสกุล ข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ จึงช่วยให้การศึกษาทางด้านสร้างพันธุ์พืชต้านทานต่อโรคสามารถเป็นไปได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

การสร้างพันธุ์พืชที่ต้านทานต่อโรคใดโรคหนึ่งนั้นสามารถทำได้หลายวิธีการด้วยกัน เช่น การรวมโปรโตพลาสต์ของพืช 2 ชนิด การถ่ายยีนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งของเซลล์เข้าไปในโปรโตพลาสต์ วิธีการทั้งสองนี้ผู้ศึกษาต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษจึงจะสามารถกระทำได้ดี แม้ว่าเทคนิคในการทำค่อนข้างจะยุ่งยากแต่ก็ได้ผลสูงมากและสามารถฝึกหัดทักษะเช่นนี้ได้ในเวลาไม่นานนัก

ตัวอย่างที่ได้รับความสำเร็จสูงมากในด้านการสร้างพันธุ์พืชที่ต้านทานต่อโรคนี้ เช่น ที่ทำในยาสูบ ได้จากการรวมโปรโตพลาสต์ระหว่างยาสูบพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคใบด่าง กับ โปรโตพลาสต์ของยาสูบที่ปลูกเป็นการค้า ลูกผสมที่เกิดจากขบวนการเช่นนี้อาจเรียกว่า "Hybrid" สามารถคงลักษณะที่ต้านทานต่อโรคใบด่างได้อย่างดี และยังคงให้ผลผลิตสูง เช่นเดิม

4. การขยายพันธุ์พืชที่ต้องการให้ได้ปริมาณมากในเวลาอันสั้น

การขยายพันธุ์พืชโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้รับการยอมรับกันโดยทั่วไปว่า สามารถเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็วในเวลาอันสั้น ทั้งนี้เนื่องจากสามารถรับปริมาณเกลือแร่ และองค์ประกอบอื่น ๆ ให้ตรงกับความต้องการของพืชได้ ประกอบกับการที่อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของพืชอย่างมาก และไม่มีศัตรูพืชชนิดใด ๆ มารบกวน จึงส่งผลความสามารถในการเจริญของพืชเป็นไปได้ตามพันธุ์มากที่สุด โดยปกติปริมาณของพืชจะเพิ่มเป็น 3 - 5 เท่าภายในระยะเวลา 7 ถึง 10 วัน จึงเป็นวิธีการเดียวที่มีอยู่ในปัจจุบันที่จะให้จำนวนต้นมากที่สุด นอกจากนี้ข้อได้เปรียบอีกอย่างหนึ่งในการขยายพันธุ์เช่นนี้คือใช้พื้นที่น้อยในการขยายพันธุ์พืชจำนวนมาก ๆ ได้

เทคนิคในการขยายพันธุ์โดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อนี้สามารถใช้ได้กับทุกส่วนของพืชไม่ว่าจะเป็นส่วนของลำต้น ปลายยอด ใบ กลีบดอก ดอกอ่อน กาบหัว (เช่นในลิ้น) โดยเริ่มจากการทำความสะอาดส่วนที่ต้องการขยายพันธุ์ตามวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้ว หลังจากนั้นนำมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมกับชนิดของพืชที่ศึกษา เก็บภายใต้สภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของพืชมากที่สุด หมั่นสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังจากที่เลี้ยงหรือใช้อาหารมาระยะหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อการปรับใช้อาหารให้เหมาะสมยิ่งขึ้น การย้ายต้นอ่อนสามารถทำได้โดยการตัดต้นเป็นข้อ ๆ แล้ววางบนอาหารขวดใหม่ ปล่อยให้เจริญต่อไปอีกระยะหนึ่ง แล้วเริ่มตัดย้ายได้ใหม่ ทำเช่นนี้ซ้ำ ๆ กันไปเรื่อย ๆ จะทำให้ได้ปริมาณต้นเพิ่มขึ้นทุกครั้งที่ทำการตัดแบ่ง เนื่องจากเทคนิคการขยายพันธุ์เช่นนี้จึงทำให้

สามารถได้พันธุ์พืชที่ต้องการ ได้จากการกระตุ้นให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชกลายเป็นต้นได้ ปัจจุบัน
จึงเกิดปัญหาการขโมยพันธุ์ไม้กันมากและยากแก่การป้องกันมากที่สุด เว้นเสียแต่กฎหมายลิขสิทธิ์พันธุ์
พืชจะประกาศใช้และมีผลการบังคับใช้ในทุกประเทศ

5. การเก็บรักษาสายพันธุ์พืช

ปัญหาที่พบในการเก็บรักษาสายพันธุ์พืชที่พบกันอยู่ในปัจจุบันคือ การเสื่อมหรือ
การสูญเสียความงอกในกรณีที่เกิดขึ้นในรูปของเมล็ด ดังนั้นจึงต้องมีการนำออกมาปลูกในทุกฤดูปลูก
ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายอย่างมาก นอกจากนี้ยังมีโอกาสที่จะได้รับเชื้อชนิดต่าง ๆ
ติดไปกับเมล็ดพันธุ์อีกด้วย พืชอื่นที่เก็บในรูปของหัว แ่ง หรือ ราก ก็จะมีปัญหาการสูญเสียที่เกิด
จากการเน่าได้ง่าย เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวจึงต้องสร้างเรือนโรงที่สามารถรับระดับอุณหภูมิ
ความชื้น ให้เหมาะกับการเก็บ ซึ่งต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงมากเช่นกัน นอกจากนี้โอกาสที่เชื้อสาเหตุ
โรคพืชจะเข้าทำลายให้เกิดความเสียหายก็มีมากขึ้นตามอายุของการเก็บอีกด้วย

จากข้อมูลสรุปดังกล่าวมนุษย์จึงได้พัฒนาวิธีการเก็บสายพันธุ์ของพืชโดยอาศัยเทคนิค
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเข้าช่วย วิธีดังกล่าวสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บและสะดวกต่อ
การปฏิบัติอย่างมาก ทำให้วิธีการเก็บรักษาเช่นนี้ เป็นที่ยอมรับและได้รับการนิยมนำอย่างกว้างขวาง
ปัจจุบันนอกจากจะสามารถเก็บต้นอ่อนของพืชที่เสี่ยงบนอาหารสังเคราะห์ที่ผสมสารลดอัตราการ
เจริญของพืชแล้ว ยังสามารถเก็บเซลล์ของพืชทั้งที่อยู่ในสภาพเซลล์แขวนลอย หรือกลุ่มเซลล์ได้อีกด้วย
เทคนิคที่ใช้ในการเก็บอาจใช้วิธีการเลี้ยงบนอาหารชนิดพิเศษดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ
 $4 + 3^{\circ}\text{C}$ ซึ่งสามารถเก็บไว้ได้นานนับปีแล้ว ปัจจุบันยังสามารถเก็บเนื้อเยื่อของพืชไว้ใน
ไนโตรเจนเหลวซึ่งพบว่าสามารถเก็บไว้ได้นานเท่าที่ต้องการ โดยไม่มีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรม
ของพืชแต่อย่างใด การเก็บในสภาพเช่นนี้นอกจากจะสามารถทำได้กับทุกส่วนของพืชแล้ว ยังประหยัด
แรงงานและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ตลอดจนพื้นที่ที่ใช้ในการเก็บรักษาลงไปได้อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง
เมื่อเปรียบเทียบกับการที่ต้องมาปลูกขยายพันธุ์ดังที่เคยปฏิบัติกันมาแต่เดิม

สรุปแล้วเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นเทคนิคที่ใหม่ระโยชน์แก่นมนุษยชาติอย่าง
มาก แม้ว่าการลงทุนในระยะแรกจะค่อนข้างสูงแต่ระโยชน์ที่ได้รับจะคุ้มค่าต่อการลงทุนอย่างมาก
การศึกษาทางด้านนี้มีข้อที่ต้องระมัดระวังมากกว่าการศึกษาด้านอื่น ๆ อยู่บ้าง แต่ทุกคนที่สนใจก็สามารถ

ฝึกฝนให้เกิดทักษะขึ้นมาได้ไม่ยากนัก เพียงแต่ต้องอาศัยความเอาใจใส่ ความอดทนและความ
ใจเย็น ก็จะทำให้เห็นว่าการทางด้านนี้น่าสนุกและน่าศึกษาริ้วยอย่างมาก สำหรับประเทศไทยนักวิชาการ
ทางด้านนี้ยังมีไม่มากนักจึงขาดข้อมูลหลาย ๆ อย่างที่น่าจะศึกษาเพิ่มเติม ดังนั้นโอกาสของการ
ศึกษาทางด้านนี้จึงยังคงมีอีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนี้ได้
จัดในกลุ่มเทคโนโลยีชีวภาพทางพืช ซึ่งเป็นที่สนใจกันมากในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากการให้ทุน
วิจัยทางด้านนี้ได้เพิ่มขึ้นอย่างสูง จึงนับว่าเป็นโอกาสที่ดีสำหรับท่านผู้สนใจทางด้านนี้ที่จะพัฒนางาน
ในสาขานี้ของประเทศไทยให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นจนทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้วต่อไป

วิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์

การผลิตเมล็ดพันธุ์ทำได้สองวิธี วิธีที่หนึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันทั่วไป คือ การผลิตจากหัว วิธีนี้ขั้นแรกต้องผลิตหัวเสียก่อนจากนั้นก็นำไปปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ อีกวิธีหนึ่งเป็นการผลิตจากเมล็ด คือ นำเมล็ดไปปลูกในแปลงโดยตรง ปล่อยให้ต้นทั้งไว้ในแปลงตลอดฤดูหนาว จากนั้นก็จะเกิดช่อดอก เพื่อผลิตเมล็ดในเวลาต่อมา

การผลิตจากหัว

การผลิตหัวสำหรับใช้เป็นแม่พันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์นั้น ทำเช่นเดียวกับการผลิตหัวเพื่อการค้าทั่วไป แต่จะต้องเก็บเกี่ยวตอนที่หัวแก่ได้ที่แล้ว คือ เมื่อยอดพับแล้วประมาณ $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ ของทั้งแปลง

การคัดทั้ง ก่อนเก็บเกี่ยวควรเลือกถอนต้นที่ไม่ดีทั้ง เช่น ต้นที่มีใบผิดปกติหรือต้นผิดปกติ การเลือกถอนทั้งนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ดี เพราะเป็นวิธีคัดทั้งง่ายมากโดยเฉพาะการคัดเอาหัวที่แก่ช้ำออกทั้ง

หลังการเก็บเกี่ยวก็แยกเอาหัวที่มีสีผิดปกติ ก้านคอโต หรือก้านคอกว่ตลอดจนพวกที่ไม่ตรงตามพันธุ์ออกไป จากนั้นก็นำไปเก็บรักษา ก่อนปลูกก็คัดเอาพวกที่เน่าหรืองอกออกทิ้งอีก

การเก็บรักษา

การเก็บหัวหอมไว้ที่อุณหภูมิ 7 - 13 °C จะทำให้ช่อดอกได้ดี แต่ถ้าต้องการเก็บรักษาไว้นาน ๆ ควรเก็บไว้ที่ 0 - 5 °C จนกระทั่งเหลือเวลาอีกราว 1 เดือน จะนำไปปลูกจึงค่อยเพิ่มอุณหภูมิเป็น 10 °C

การปลูกใหม่

ในสภาพประเทศไทย ควรปลูกก่อนฤดูหนาวเล็กน้อยเพื่อให้ต้นหอมได้รับอากาศหนาวในช่วงฤดูหนาว ถ้าปลูกล่าช้าจะทำให้ได้ผลผลิตเมล็ดลดลง

ระยะปลูกก็มีผลต่อผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ จากการทดลองกับพันธุ์เอลโลว์โกลบเดนเวอร์ พบว่าถ้าใช้ระยะระหว่างแถว 3 ฟุต ระยะระหว่างต้น 3, 4, 6, 8, 12 นิ้ว พบว่าผลผลิตเมล็ดต่อต้นจะสูงในพวกที่ปลูกห่าง แต่ผลผลิตต่อไร่ในพวกปลูกที่จะสูงที่สุด

ระยะระหว่างต้น (นิ้ว)	จำนวนข้อ/แปลง	จำนวนข้อ/ต้น	เมล็ด(ปอนด์/เอเคอร์)	เมล็ด (กรัม/ต้น)
3	315	3.32	1,337	10.05
4	256	3.47	1,145	13.20
6	188	3.63	884	14.50
8	146	3.74	736	15.90
12	104	3.88	563	17.77

ขนาดของหัวพันธุ์ก็มีผลต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์เช่นกัน หัวพันธุ์ขนาดใหญ่ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว) จะให้จำนวนข้อต่อหัวมากที่สุด คือมีข้อดอกประมาณ 4 ข้อต่อหัว หัวขนาดกลาง (เส้นผ่าศูนย์กลาง $2\frac{1}{4}$ - 3 นิ้ว) จะให้จำนวนข้อต่อหัวลดลงมา คือประมาณ 2-3 ข้อ/หัว หัวพันธุ์ขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลาง $1\frac{1}{4}$ - $2\frac{1}{4}$ นิ้ว) จะให้จำนวนข้อน้อยที่สุด คือ 1-2 ข้อ/หัว

การผลิตจากเมล็ด

การผลิตเมล็ดพันธุ์แบบนี้มีไม่มากนัก นิยมใช้กับพันธุ์ที่หัวของมันมีคุณภาพในการเก็บรักษาไม่ดี ผลผลิตที่ได้จากการผลิตวิธีนี้ได้สูงกว่าการผลิตจากหัวพันธุ์ เพราะจำนวนต้นและจำนวนข้อต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่จะสูงกว่า

การผลิตเมล็ดพันธุ์จากเมล็ดนี้ ควรปลูกจากเมล็ดให้มีความพอที่ต้นหอมจะโตพอที่จะ
ออกดอกได้เมื่อได้รับอากาศหนาว

ระยะปลูกที่ใช้มักใช้ระยะระหว่างแถวประมาณ 1 เมตร หยอดเมล็ดสิกราว $\frac{1}{2}$ นิ้ว
เมล็ดพันธุ์ที่ใช้มักนิยมใช้ 1 ปอนด์/ไร่

การคัดทิ้ง

เนื่องจากกาปลูกโดยวิธีนี้เป็นวิธีปลูกที่ถี่มาก จึงไม่อาจคัดถอน แยกด้วยมือได้ ดังนั้น
เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ควรเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี ซึ่งจะได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์จากหัวพันธุ์

ข้อดี ข้อเสีย

ข้อดีในการผลิตจากเมล็ดมีดังนี้

1. ผลผลิตเมล็ดสูงกว่า
2. สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์หัวพันธุ์มีคุณภาพในการเก็บรักษาไม่ดีได้ในราคาที่ถูกลง
3. ไม่มีปัญหาเรื่องการเก็บรักษาหัวพันธุ์
4. ไม่ต้องเสียค่าเก็บเกี่ยว ค่าปลูกใหม่

ข้อเสียในการผลิตเมล็ดพันธุ์แบบนี้ คือ

1. นอกจากสีหัวและสีใบแล้ว ไม่อาจถอนพวกที่ผิดปกติทิ้งได้
2. อาจมีการถอนในแปลงโดยเจตนาประเภทในเขตหนาว
3. ต้องใช้เมล็ดพันธุ์คัดใหม่ปริมาณที่สูง
4. ต้นพืชต้องขึ้นในแปลงเดียวกันนาน ๆ

การปรับปรุงพันธุ์หอมพันธุ์แท้

ในช่วงแรก ๆ นั้น การปรับปรุงพันธุ์ทำได้โดยการคัดเลือกเอาพวกที่ผิดปกติออกเพื่อให้ต้นที่เหลือมีลักษณะที่เหมือน ๆ กัน ซึ่งทำได้โดยการคัดเลือกหมู่ (mass selecting) หรือโดยการผสมตัวเอง และตรวจสอบแล้วตามด้วยการรวมสายพันธุ์ที่ผสมตัวเองที่เราต้องการเข้าด้วยกัน ซึ่งมีขั้นตอนการทำดังนี้

ฤดูที่หนึ่ง เลือกหัวหอมจากท้องตลาดที่มีลักษณะถูกต้องตามพันธุ์ให้ได้จำนวนหัวมากที่สุดที่จะมากได้นำมาปลูก

ฤดูที่สอง ผสมตัวเอง

ฤดูที่สาม นำเมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเองไปปลูก โดยปลูกแยกกัน ทำลายสายพันธุ์ไม่ต้องการทิ้ง ในช่วงฤดูปลูกหรือตอนเก็บเกี่ยว หรืออีกที ตอนนำออกจากโรงเก็บ เก็บหัวที่ดีที่สุดของสายพันธุ์ อย่างน้อยทั้ง 25 สายพันธุ์ นำไปปลูกเพื่อผสมตัวเอง

ฤดูที่สี่ ในแต่ละต้นจะมีหลายช่อดอก ให้ผสมตัวเองเสียครึ่งหนึ่ง ที่เหลือปล่อยให้ผสมเบ็ด การทำดังนี้จะทำให้เมล็ดพันธุ์ผสมเบ็ดที่มีคุณภาพสูง ซึ่งสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว ในทางปฏิบัติไม่ควรผสมตัวเองเกิน 2 ครั้ง เพราะถือเป็นกฎได้เลยว่าต้นพืชจะอ่อนแอลงอย่างมาก ทำให้ผลิตเมล็ดลดลงอย่างมาก

ฤดูที่ห้า นำเมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเองในฤดูที่สี่มาปลูกแยกต่างหาก คัดเอาหัวที่ดีที่สุดจากสายพันธุ์อย่างน้อย 25 สายพันธุ์ เพื่อนำไปผสมเบ็ด

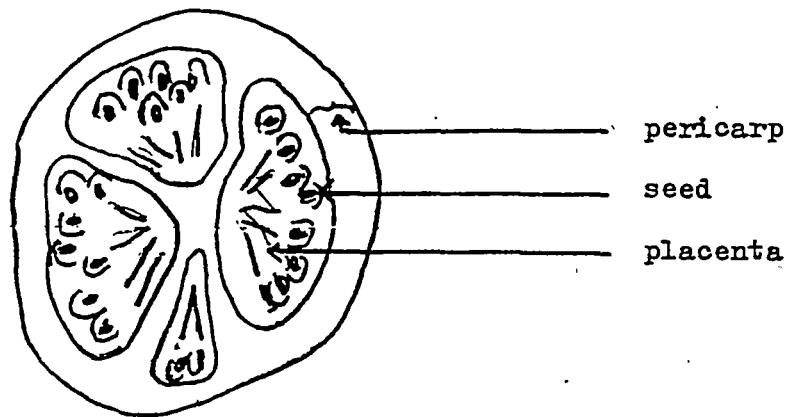
ฤดูที่หก นำหัวที่คัดแล้วไปปลูกในแปลงใหญ่ขึ้น เพื่อให้มีการผสมข้ามสายพันธุ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกันให้มากที่สุด นำเมล็ดมาปนกันแล้วหว่านจำนวนมากขึ้น

มะเขือเทศ

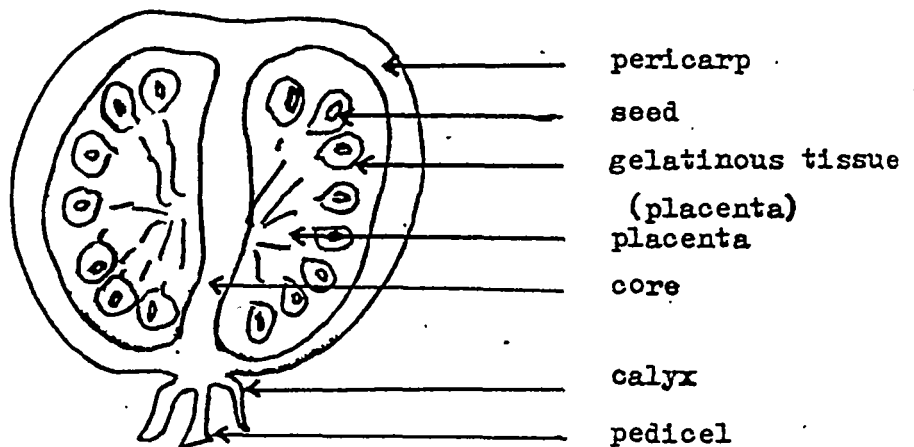
มาณี วิวัฒน์วงศ์วนา

มะเขือเทศ	(<u>Lycopersicon esculentum L.</u>)
แหล่งกำเนิด	อเมริกาใต้
การออกดอก	ออกดอกแบบ raceme เป็นช่อดอกโผล่จากลำต้น ตามลักษณะการออกดอกเราแบ่งมะเขือเทศออกได้เป็น 2 ชนิด 1. Determinate type ประกอบด้วย axillary raceme และ terminal raceme พวกนี้จะให้ผลผลิตเร็ว อายุสั้น จะใช้พันธุ์พวกนี้สำหรับ processing tomato เนื่องจากเก็บเกี่ยวผลได้ในหนึ่งหรือสองครั้ง 2. Indeterminate type ประกอบด้วย axillary raceme ส่วนปลายยอดยังเจริญทางกิ่งก้านสาขาอยู่ พวกนี้ให้ผลผลิตช้า อายุยาว ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ทีละมาก ๆ เหมือน Determinate type พันธุ์พวกนี้ใช้สำหรับ fresh market tomato
ดอก	ดอกเป็นดอกสมบูรณ์ stamen รวมกันเป็น tube ครอบ pistil ดังนั้นการผสมพันธุ์จึงเป็นแบบ self pollination ดอกที่ออกขณะอุณหภูมิสูง มักจะไม่ติดผล เนื่องจาก pollen sterile ยกเว้นพันธุ์บางพันธุ์ที่สามารถทนอุณหภูมิสูงหรือต่ำได้ เช่น พันธุ์ Immuno Prior Beta และพันธุ์จาก Asian Vegetable Research and Development Center
ผล	เป็นประเภท berry ประกอบด้วย locule 2 - 25 locule (ปกติจะมี 5 - 9 locule) ส่วนที่ใช้เป็นอาหารได้แก่ pericarp, placental tissue และ seeds (ดูภาพประกอบ) pericarp ประกอบด้วย epidermis ซึ่งมีประมาณ 3 - 4 cell layer cuticle ของ epidermis ค่อนข้างหนา ส่วนที่เหลือของ pericarp เป็น cell ขนาดใหญ่ผนังบาง

placenta ประกอบด้วย parenchyma tissue
 เจริญรอบ ๆ ovules จะหลุดจากเมล็ดเมื่อผลเริ่มแก่ ปล่อยให้
 ไข่เมล็ดอยู่ใน gelatinous tissue
 pigment สีแดง เนื่องจากมี lycopene ซึ่งเป็น
 ชนิดหนึ่งของ xanthophyll pigment บางครั้งจะมี
 pigment



ภาพผลมะเขือเทศผ่าครึ่งซีกตามขวางของผล



ภาพผลมะเขือเทศผ่าครึ่งซีกตามยาวของผล

ที่ทำให้เกิดสีเหลือง เป็นพวก B - carotene เป็น precursor ของวิตามิน A ซึ่งจะมีประมาณ 0.2 - 10 mg/100 g ใน Genus Lycopersicon วิตามิน A จะมีในมะเขือเทศทั้งแดงและเหลือง

วิตามิน A ที่สูงที่สุดพบใน wild species เช่น L. hirsutum และ L. pimpinellifolium

วิตามิน C หรือ ascorbic acid มีประมาณ 13 - 75 mg/100 g ใน Lycopersicon ที่สูงที่สุดพบใน L. peruvianum

Soluble solids เป็นพวกสารต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปสารละลาย ในผล จะมีความสัมพันธ์กับความหวาน ถ้า S.S สูง ความหวานก็จะมากขึ้น

protopectin เป็นส่วนประกอบของ cell wall ที่เราเรียกว่า middle lamella มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ firmness ของผล เราต้องการให้ผลมีความแน่น เพื่อป้องกันการช้ำในการขนส่ง จำนวน locule มีส่วนเกี่ยวข้องกับความแน่นยิ่งจำนวนมาก ก็มีความแน่นมาก

pH ประมาณ 4-5 เป็นระดับที่เหมาะสม ก็ควรจะทำให้ต่ำกว่า 4.6 เมื่อจะใช้บรรจุกระป๋อง เพื่อป้องกัน เชื้อราพวก

Clostridium botulinum

เมล็ด และพันธุ์

มีทั้งพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสม

พันธุ์

ลูกผสม เมล็ดพันธุ์มีราคาแพง ไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพของเราได้ เนื่องจากสหรัฐอเมริกาผลิตลูกผสมที่เจริญได้ดีในสภาพของเขา เท่านั้น นอกจากนี้ยังไม่สะดวกในการซื้อเมล็ด และชาวสวนไม่อาจเก็บ

เมล็ดที่ได้ไปปลูกอีก แต่ข้อดีของลูกผสม คือ ให้ผลผลิตสูง คุณภาพของผลดี ด้านทานโรค ปัจจุบันเราใช้พันธุ์แท้ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพของเรา และสามารถเก็บพันธุ์ไว้ใช้ได้เอง

การปลูก

ต้องทำแปลงเพาะ ต่างหาก ควรมีการอบดินด้วยสารเคมี เช่น methyl bromide หรือ DD หรือนึ่งดิน เพื่อให้ราและ bacteria ลดน้อยลง คลุกเมล็ดด้วย Captan ก่อนหว่านกล้ามะเขือเทศจะถูกทำลายด้วยโรคโคนเน่าเป็นจำนวนมากและถ้าไม่ได้รับการปฏิบัติที่ดี แค่นั้น

การย้ายกล้ามักจะทำ 2 ครั้ง ก่อนลงปลูก ครั้งแรกเมื่อใบจริงโผล่หรือประมาณ 2 อาทิตย์ ย้ายลงกะบะเพาะ ให้มีระยะห่าง 4 x 4 นิ้ว กล้าต้องการ hardening ก่อนลงปลูกแปลงใหญ่ ทำได้โดยปล่อยให้กล้าถูกแสงแดดโดยตรง และลดจำนวนน้ำที่รดลง

การทำค้าง (Staking) จำเป็นต่อมะเขือเทศพวก Indeterminate และพวก fresh market การทำหลักนี้ก็เพื่อกันไม่ให้ลูกมะเขือเทศถูกดิน การทำหลักนี้เสียค่าใช้จ่ายสูง และมักเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ต้นมะเขือเทศมักจะถูกตัดแต่งให้เหลือ 1-2 กิ่ง ผลมะเขือเทศจากพวกนี้มักจะมี cracking และ sun scald สูง มะเขือเทศพวก determinate ไม่ต้องการ stake เพราะลำต้นแข็ง ตั้งตรงได้ ส่วนมากเป็นมะเขือเทศลูกเล็ก สำหรับ processing มักจะไม่คำนึงถึง appearance มากเท่าพวก fresh market ดังนั้นจะถูกพื้นดินบ้างก็ไม่ใช่ไร

Mulching หรือการคลุมดินด้วยวัสดุต่าง ๆ เพื่อลดการคายน้ำ, เพื่อเก็บความชื้น และเพื่อลดความเสียหายเนื่องจากฝนตกมาก วิธีการนี้ยังไม่ได้รับความนิยมในบ้านเมืองเรา เนื่องจากต้องมีการลงทุน ถึงแม้ว่าวัสดุที่ใช้จะเป็นฟางข้าวก็ตาม ผลผลิตของเราอาจจะขายได้ไม่คุ้ม

การติดผล

การติดผลจะเป็นปัญหาในมะเขือเทศที่ปลูกในฤดูฝน อุณหภูมิในตอนกลางวันจะเป็น critical factor optimum range ควรจะอยู่ระหว่าง 15-20° สำหรับพันธุ์ทั่วไป ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ pollen ที่ถูกผลิตขึ้นมา

ไม่ viable บางกรณี style ยาวเกินไป pollination เกิดขึ้นยาก
จึงมีการใช้ hormone พ่นเพื่อกระตุ้นให้ผลเจริญโดยไม่มี fertilization
สาร hormone ที่ใช้ก็มี

Parachlorophenoxyacetic acid

B - naphthoxyacetic acid

L - naphthalene acetic acid

L - ortho - chlorophenoxy propionic acid

การเก็บเกี่ยว

การเก็บมะเขือเทศ เก็บได้ที่ การแก่ (maturity) ๓ ชนิด

๑. mature green เก็บเมื่อสีครีมปรากฏที่ blossom end การเก็บ
แบบนี้เพื่อที่จะขนส่งไปไกล ๆ บ้านเราไม่จำเป็นต้องเก็บใน stage นี้
เพราะรส และสีเมื่อสุกไม่ดี

๒. pink หรือ breaker stage มักเก็บสำหรับขายตลาดที่มีการขนส่ง
บ้างหรือตลาดบริเวณนั้น คุณภาพรสและสีดี

๓. red - ripe stage เก็บเมื่อสุกแดงคาต้น อาจเก็บเพื่อขายตลาดใกล้เคียง
แต่ส่วนมากแล้วเก็บเพื่อทำ processing tomato มากกว่า

การเก็บรักษา

	อุณหภูมิ	% ความชื้นสัมพัทธ์	อายุที่เก็บในโรง
	°C	(R H.)	(storage life)
สุกจัด (ripe tomato)	๘-๑๓	๘๕-๙๐	๗-๑๐ วัน
สุกเขียว (mature green)	๑๓-๑๖	๘๕-๙๐	๓-๔ อาทิตย์

ลักษณะที่ดีของมะเขือเทศ

ผลผลิต สูง ผลผลิตเกี่ยวข้องกับ ขนาด, จำนวน และมะเขือเทศที่ต้องตัดทิ้ง

ลักษณะการเจริญ มีทั้ง Determinate และ Indeterminate Determinate

ให้ผลก่อน ผลสุกพร้อม ๆ กัน Indeterminate ให้ผลผลิตสูงในระยะยาว

ใบ	ควรมีปกคลุมปานกลาง เพื่อคลุมผลไม่ให้ถูกแสงโดยตรง เพราะเกิด sun scald
สีผล	สีแดง, สม่ำเสมอทั้งผล ทั้งภายในและภายนอก ไม่มี green shoulder อาจจะมีสีอื่น เช่น สีชมพู, สีเหลืองปนลูกเพื่อประดับ
รูปร่าง	กลม หรือยาวรี สำหรับตลาด และยาวรีสำหรับ processing เนื่องจากทนการกระทบกระเทือนมากกว่า
ขนาด	ไม่จำกัดสำหรับตลาดหรือ processing เพราะเรานิยมรับประทานทั้งลูกเล็กและใหญ่ และการเก็บก็ใช้มือเก็บ กรณีที่จะใช้เครื่องเก็บสำหรับ processing tomato ผลควรมีขนาดเล็ก
ความกลิ้งกลมของผล	เราต้องการพวกที่กลมกลิ้งมาก ผลเล็กมักไม่มีปัญหา จะมีก็ในผลขนาดใหญ่ ที่มักจะมี roughness
ผนังของผล	ควรจะหนา
จำนวน locule	สูง เพื่อให้ผลมีความแน่น
Solidity	สูง สำหรับตลาด และ canning หมายถึงมีเนื้อมากทั้งนี้มีความสัมพันธ์กับผนังของผล และจำนวนของผนังที่แบ่งกัน และ pectin
Core	มีสี และเนื้อเยื่อเหมือนกับส่วนอื่น ๆ ของผล
ไหล	มีสีเหมือนส่วนอื่น ๆ
Stylar scar	เล็ก
pH	ต่ำกว่า 4.5
Soluble solids	สูง 4 - 6 %
Total solids	สูง 5 - 85 %
Ascorbic acid	สูง 13 - 75 มิลลิกรัม / 100 กรัม
Carotene	สูง 0.2 - 10 มิลลิกรัม / 100 กรัม

เอกสารประกอบเรื่องมะเขือเทศ ฉบับที่ 1

สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับมะเขือเทศ

1. บอก Order, Family, Genus และ species ของมะเขือเทศ

Order Polemoniales

Family Solanaceae

Genus Lycopersicon

Species esculentum

2. บอกแหล่งกำเนิดของมะเขือเทศ

มะเขือเทศมีแหล่งกำเนิดแถบเปรู และเอกวาดอร์

3. บอกชื่อ species ใน Family นี้

Lycopersicon esculentum var. cerasiforme

L. pimpinellifolium

L. cheesmanii

L. peruvianum var. dentatum , var. hymifusum

L. hirsutum

L. glandulosum

4. บอกชื่อพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคต่าง ๆ

พันธุ์ต้านทานต่อ Fusarium wilt:

Marglobe, Pritchard, Break O'Day, Illinois Pride,
Early Baltimore, Pan American, Manalucie, Homestead,
Jefferson, Rutgers, Indiana, Baltimore, Southland

พันธุ์ต้านทานต่อ Tobacco mosaic :

L. hirsutum, L. peruvianum, L. pimpinellifolium

พันธุ์ต้านทานต่อ Leaf mold :

L. pimpinellifolium, Vetomold, Globelle, Bay state

พันธุ์ด้านทานต่อ Alternaria blight :

Southland, Norduke, Riverside, Prairiana

พันธุ์ด้านทานต่อ Late blight :

Cherry types, Red Cherry, Denmark, Southland

พันธุ์ด้านทานต่อ Spotted wilt :

L. pimpinellifolium, Pearl Harbor, Hawaiian varieties

พันธุ์ด้านทานต่อ Gray leaf spot :

L. pimpinellifolium, L. Chilense, Hawaiian Varieties

พันธุ์ด้านทานต่อ Nematode (root knot):

L. peruvianum. Hawaiian varieties

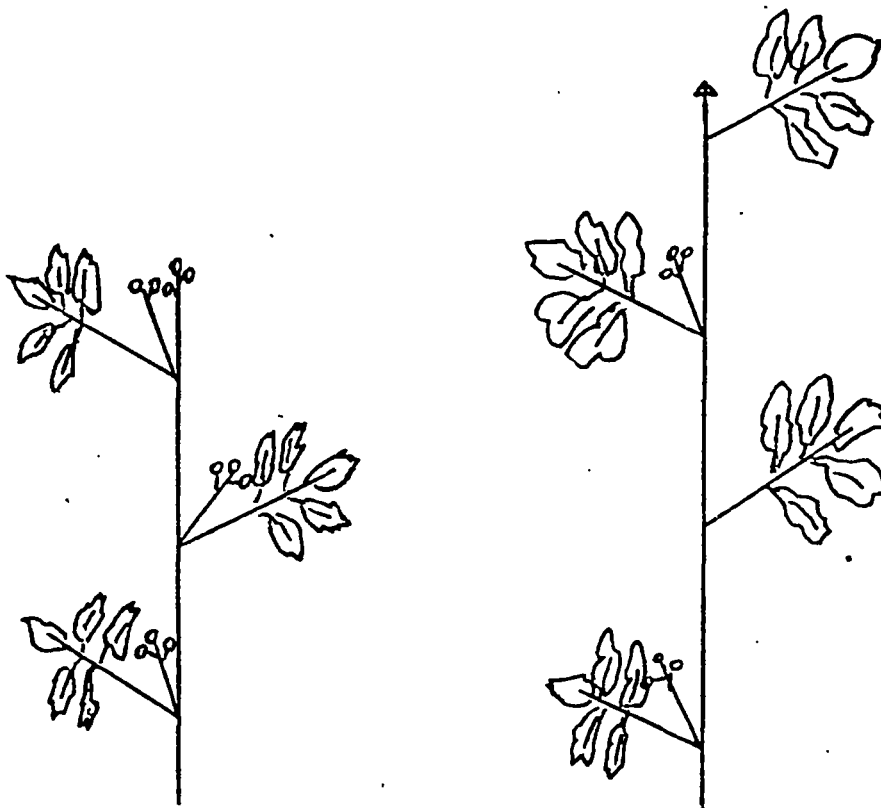
พันธุ์ด้านทานต่อ Verticillium wilt:

Loran Blood, V.R Moscow, Riverside

5. อธิบายถึงความแตกต่างของมะเขือเทศที่มีการเจริญแบบ Determinate และ Indeterminate

พวก Determinate จะมีช่อดอกที่ปลายยอดสุดของลำต้น และกิ่งแขนง ทำให้กิ่งเหล่านี้ไม่สามารถจะแตกช่อดอกใหม่หรือใบใหม่ได้ ช่อดอกที่แตกจากลำต้นมักจะห่างกัน ประมาณ 1 ข้อ (ทุก ๆ ข้อที่สอง ดูภาพประกอบ) ดอกทั้งหมดของต้นจะบานในเวลาอันใกล้เคียงกัน ทรงของต้นจะแน่นทึบ และเป็นพุ่ม

พวก Indeterminate มีปลายยอดของลำต้นและกิ่งแขนงซึ่งเจริญเป็น
ใบและดอก! ดอกออกตามปลอก ขอบดอกที่แตกจากลำต้น มักจะอยู่ห่างกันประมาณ 2 ข้อ
(ทุก ๆ ข้อที่ 3 ปรากฏประจักษ์) ทรงของต้นโปร่งและไม่เป็นพุ่ม



Determinate

Indeterminate

ภาพ ที่แสดงวิธีแตกกิ่งที่มีการเจริญเป็นแบบ Determinate
และ Indeterminate

6. อธิบายคำว่า " Locule "

Locule หมายถึง ช่องว่างของรังไข่ซึ่งเป็นที่ที่เกิดของไข่ Locule ของมะเขือเทศ เจริญมาจากการรวมกันของ carpel หลาย ๆ อัน (carpel คือ ชื่อที่ใช้เรียกเกสรตัวเมียก่อนที่จะเจริญไม่เป็นที่ ovary , ovule , style และ stigma) locule ประกอบด้วย pericarp , placenta และเมล็ด

7. อธิบายถึงอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อสีและคุณภาพของมะเขือเทศ

สีของผลมะเขือเทศเกิดจาก pigment 3 ชนิด คือ chlorophyll (สีเขียว) , carotene (สีเหลือง) และ lycopene (สีแดง) สีเขียวจะเป็นสีที่เด่นที่สุดตั้งแต่ติดผลจนกระทั่งแก่เต็มที่ ถ้าหากอุณหภูมิในระยะนี้ต่ำไม่เกิน 10° ซ สีของ chlorophyll นี้ก็จะคงอยู่ และมะเขือเทศจะยังเขียว ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 10° ซ มะเขือเทศจะเริ่มมีสีเหลืองและสีแดง เนื่องจาก chlorophyll สลายตัว และ pigment อื่น ๆ ก็เด่นชัดขึ้นมา lycopene (สีแดง) จะเกิดขึ้นในมะเขือเทศที่แก่ถ้าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 10 - 30° ซ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินกว่านี้ จะสลายตัวลงมีแค่ carotene (สีเหลือง) ที่เกิดขึ้น ดังนั้นผลมะเขือเทศที่สุกขณะที่อุณหภูมิสูงกว่า 30° ซ จึงมีสีค่อนข้างดำ สีม่วง อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผลมะเขือเทศสีแดงอยู่ระหว่าง 24 - 27° ซ

การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม F_1 มะเขือเทศ

มาณี วิวัฒน์วงศ์วนา 1/

คำนำ

การผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมในประเทศไทย ได้รับความสำเร็จสูงสุด ทั้งสำหรับภักสิกร และบริษัทผู้นำมาผลิต เมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้มีคุณภาพสูง ปราศจากโรคที่สามารถติดไปกับเมล็ด และมีราคาถูก บริษัทอดัมส์เป็นบริษัทแรกที่นำเอาเทคโนโลยีการผลิตมาเผยแพร่ในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2522 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และในปัจจุบันการผลิตเมล็ดมะเขือเทศนี้ก็โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้น สำหรับในภาคอื่น ๆ เช่น ภาคเหนือ ก็เคยมีการทดสอบหลายครั้ง แต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจากโรคทางใบ

วิธีการปลูก

การปฏิบัติในการปลูกมะเขือเทศลูกผสมทำวิธีการคล้ายกับการปลูกมะเขือเทศส่งโรงงาน เพียงแต่ระยะระหว่างต้น จะปลูกห่างกันมากกว่ามะเขือเทศส่งโรงงาน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการผสมพันธุ์มะเขือเทศ และการปลูกแบบนี้จะขึ้นค้างทั้งหมด เพื่อไม่ให้ผลติดดิน ซึ่งอาจทำให้เป็นโรคได้ง่าย ส่วนการฉีดยาควบคุมโรค และแมลง จะทำเป็นประจำ และบ่อยครั้งกว่าการปลูกส่งโรงงานมาก ทั้งนี้เนื่องจากไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงต้นทุน และคุณภาพที่รับประทานได้ของมะเขือเทศ

1/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 7 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิธีการผสมพันธุ์มะเขือเทศ

ข้อปฏิบัติสำหรับการผสมพันธุ์มะเขือเทศ อาจแบ่งเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. เมื่อมะเขือเทศแม่พันธุ์เริ่มมีช่อดอกแรก ให้เด็ดช่อดอกแรกทิ้ง
2. เริ่มเด็ดเกสรตัวผู้และกลีบดอก ออกจากดอกในช่อดอกที่ 2 และควร
ทำเพียง 2 ดอกต่อช่อ
3. เตรียมเกสรตัวผู้จากพ่อพันธุ์ โดยนำเอาเฉพาะเกสรตัวผู้ตากแดด ประมาณ
2 ชั่วโมง และเก็บไว้เคาะเกสรในวันต่อไป โดยเก็บในใบ ที่ปิดสนิท และ
มีสารดูดความชื้น เช่น ปูนขาว หรือซิลิกาเจล อยู่ภายใน
4. เคาะเกสรตัวผู้จากเกสรที่เก็บไว้ นำเกสรบรรจุหลอดที่มีขนาดเล็ก
เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม.
5. นำหลอดบรรจุเกสร ไปผสมกับดอกตัวเมียที่เตรียมไว้ในข้อ 2 โดยมากจะ
เตรียมดอกตัวเมีย หนึ่งวันล่วงหน้าก่อนผสม
6. เมื่อผสมดอกเสร็จแล้ว ให้ใช้เข็มเด็ดกลีบเลี้ยงของดอกนั้นทั้ง 2 กลีบ ทั้งนี้เพื่อ
ใช้เป็นเครื่องหมายแสดงว่าดอกนั้นผสมเสร็จแล้ว
7. ผสมดอกในช่อเดียวกัน 3 ดอกต่อช่อเท่านั้น
8. ผสมดอกในช่อบนต้น 10 - 11 ช่อ ดังนั้นมะเขือเทศจะติดผล 30 - 33 ผลต่อต้น
9. เด็ดดอกอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการทิ้งให้หมด
10. ดูแล ให้น้ำ รดน้ำ ฉีดยาป้องกันโรคและแมลง จะมะเขือเทศ สุกเต็มที่
11. เริ่มเก็บผลมะเขือเทศที่แก่เต็มที่ สุกแดง มาไว้ในที่ร่ม ทิ้งไว้ 2 วัน
แล้วจึงผ่าเพื่อแกะเมล็ดออก

12. หึ่งเมล็ดที่แกะออกพร้อมทั้งเนื้อมะเขือเทศไว้ในถังน้ำ 1 วัน
ก่อนจะล้างเมล็ดออกทั้งนี้เพื่อให้เมล็ดหลุดจากเนื้อได้ง่าย
13. ล้างเมล็ดให้สะอาด ตากแห้งบนตะแกรงห่าง ๆ ขยี้เมล็ดระหว่าง
ตากให้เมล็ดกระจายออกจากกัน
14. ส่งเมล็ดที่แห้งแล้วไปยังบริษัทที่รับซื้อ

การปรับปรุงพันธุ์ผักกาดขาวปลี 1/

Varietal Improvement of
Chinese Cabbage

โดย

เกษม พิลิก 2/

1. คำนำ

ก. ประวัติและถิ่นกำเนิด ผักกาดขาวปลีมีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนตอนเหนือ แล้วแพร่กระจายลงทางตอนใต้ ผ่านไต้หวัน เข้าสู่ประเทศไทยตลอดจนแหลมอินโดจีนเมื่อก่อนสงครามโลกครั้งที่สองเล็กน้อย

ข. ความสำคัญ เป็นผักที่ได้รับความนิยมบริโภคทั้งสดและสุกเป็นประจำวันในประเทศไทย ในปริมาณใกล้เคียงกับกะหล่ำปลี และเป็นผักที่ให้วิตามินซี ในปริมาณสูงอย่างน่าสนใจ

ค. พันธุ์สัมพันธ์กับครุซีเฟอร์อื่น ๆ จัดเป็นพืชที่อยู่ในกลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม $n = 10$ (B. oimpestris) ซึ่งเป็นหนึ่งในสามกลุ่มพื้นฐานของสกุล Brassica นอกเหนือจากกลุ่ม $n = 9$ (B. oleracea กะหล่ำปลี) และ $n=8$ (B. nigra) ดังนั้น การผสมข้ามกันระหว่างสามกลุ่มหลัก ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเป็นไปได้ยากมาก นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีกลุ่มพันธุ์ทางอยู่อีกสามกลุ่มโดยสันนิษฐานว่ามีวิวัฒนาการมาจากกลุ่มพื้นฐานที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งกลุ่มที่เป็นลูกครึ่งเหล่านี้ ได้แก่ พวกที่มีจำนวนโครโมโซม $n=19$ (B. napus), $n=18$ (B. Juncea ผักกาดเขียวปลี) และ $n=17$ (B. carinata) ดังนั้นกลุ่มลูกครึ่งเหล่านี้จะสามารถผสมข้ามในสภาพธรรมชาติได้มากขึ้นกับพวกที่มีสายเลือดต้นกำเนิดของมัน

2. แนวคิดในการปรับปรุงพันธุ์

แนวคิดของผู้ที่จะทำงานปรับปรุงพันธุ์พืช อาจแตกต่างกันได้ 3 ทางใหญ่ ๆ คือ แนวคิดในลักษณะตรงไปตรงมา แนวคิดแบบสัญชาตญาณ และแนวคิดในเชิงกลยุทธิ์ ในสองแนวทางแรกนั้น

-
- 1/ เอกสารประกอบคำบรรยาย ในการฝึกอบรมหลักสูตรการผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก จัดโดย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่าง 25 - 29 มกราคม 2531 ณ ตึกศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 - 2/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มักเป็นลักษณะของทางราชการโดยแท้ ทั้งนี้เนื่องจากบรรยากาศของการทำงานขาดแรงกระตุ้นให้มีพันธุ์พืชใหม่ เกิดขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่เกิดในประเทศที่กำลังพัฒนาทั่วไป ส่วนแนวคิดอย่างหลัง เป็นแนวคิดเชิงธุรกิจที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทางการค้า ซึ่งต้องมีการแข่งขันสูง จึงเป็นสิ่งจูงใจให้พันธุ์ผักใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย อันเป็นบรรยากาศของประเทศที่พัฒนาแล้วทั้งหลาย

แนวคิดของการทำงานปรับปรุงพันธุ์ผัก แตกต่างจากแนวคิดของงานผลิตเมล็ดพันธุ์ ตรงที่ว่านักปรับปรุงพันธุ์มุ่งที่จะเสนอลักษณะใหม่ และต้องคาดคะเนสถานการณ์ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 5 ปี และคิดไกลต่อไปอีกว่าหลังจากนั้นแล้วจะเสนอลักษณะใดต่อไป ส่วนผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ เป็นผู้ทำการขยายเมล็ดในปริมาณมากในพันธุ์ที่กำหนดให้ ในระยะเวลาอันสั้น และใช้เทคนิคทางการผสมพันธุ์พืชก็เพียงเพื่อที่จะรักษาคุณสมบัติทางพันธุกรรม ของพันธุ์พืชที่กำหนดให้เท่านั้น

3. ลักษณะเป้าหมาย

3.1 ลักษณะของผักภาคขาวปลีที่ตลาดต้องการในปัจจุบัน ได้แก่

ทรงยาว โดยมีดัชนีรูปร่างปลี ตั้งแต่ 1.6 ขึ้นไป

ใบเรียบ ไม่มีขน

ห่อหัวแน่น

รสชาติหวานกรอบ

3.2 ลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ

ทนทานต่อสภาพแวดล้อม (ร้อน ฝน โรคสำคัญ อาการทางสรีระ)

อายุการเก็บเกี่ยว สั้นและสม่ำเสมอ

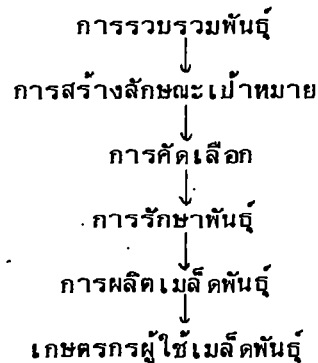
น้ำหนักผลผลิตสูง

ทนทานต่อการขนส่ง

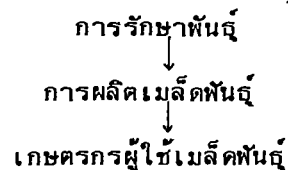
4. จะปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีใด

วิธีการปรับปรุงพันธุ์ผักภาคขาวปลีนั้น อาศัยหลักการแบบการปรับปรุงพันธุ์พืชพวกผสมข้ามตามธรรมชาติทั้งหลาย แต่ความแตกต่างของวิธีการนั้น ขึ้นอยู่กับ แนวคิด ลักษณะเป้าหมาย และพันธุกรรมของลักษณะที่เราเกี่ยวข้อง

ก. จากแนวคิดสู่ขั้นตอนการดำเนินงาน พิจารณาจากขั้นตอนการดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ ตั้งแต่เริ่มต้น จนกระทั่งสุดท้ายที่เมล็ดถึงมือเกษตรกร จะมีลักษณะดังนี้



ตามแนวคิดแบบตรงไปตรงมา ก็คือเสาะหาพันธุ์ที่มีอยู่แล้ว และตลาดต้องการ แล้วนำมาทำการขยายพันธุ์จำนวนมาก นับเป็นวิธีการแบบลำดับขั้นตอน ซึ่งนักวิชาการมักจะเรียกว่า " การปรับปรุงพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ " ซึ่งวิธีการนี้ เหมาะแก่ประเทศที่กำลังพัฒนา โดยมีเป้าหมายการผลิตเพื่อใช้เองเท่านั้น โดยใช้ขั้นตอนตั้งแต่



ส่วนแนวคิดเชิงกลยุทธ์ จะต้องมีการคาดคะเนรูปแบบพันธุ์พืช ที่สร้างความแปลกใหม่ที่เหนือกว่าของเดิม และขององค์กรอื่นที่มีอยู่แล้ว มีลักษณะการดำเนินงานเดิมขั้นตอน และหัวใจสำคัญของงานคือการสร้างลักษณะเป้าหมายให้เป็นประโยชน์ต่อกลยุทธ์ทางธุรกิจ เหมาะต่อประเทศที่ต้องการการผลิตเพื่อขาย

ข. วิธีการรักษาพันธุ์

เนื่องจากผักกาดขาวปลีเป็นพืชพวกผสมข้าม ไม่ควรผสมตัวเองติดต่อกันมากกว่าสองชั่ว เพราะจะทำให้ความแข็งแรงเสื่อมลง (inbreeding depression) ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ด จึงนิยมใช้วิธีการคัดเลือกสายพันธุ์จากต้นแม่ (maternal line or family selection) เพื่อตรึงลักษณะประจำพันธุ์ที่กำหนดไว้แล้ว ให้คงความเข้มข้นอยู่ในประชากรต่อไป เมื่อใดก็ตามที่เห็นว่า ประชากรมีความสม่ำเสมอตามต้องการ ก็เปลี่ยนไปใช้วิธีคัดเลือกหมู่ (mass selection)

วิธีการดำเนินงานดังกล่าวนี้ ควรทำให้เป็นวงจร โดยจัดให้มีแปลงคัดเลือกพันธุ์ แปลง
ผลิตเมล็ดพันธุ์ขยายที่สามารถนำเมล็ดกลับมาสู่แปลงคัดเลือกได้อีก วงจรดังกล่าวจะทำได้เรื่อยไป
คราวใดที่พันธุ์พืชนั้นยังเป็นที่ต้องการของผู้ปลูก

ค. วิธีการสร้างพันธุ์ผสมเบ็ด

อาจมีความแตกต่างกันหลายวิธี แล้วแต่ว่าลักษณะเป้าหมายที่เกี่ยวข้องเหมาะสมจะใช้กับวิธี
ใด เช่น

1. วิธีการคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) แบบต่าง ๆ ใช้ได้ผลดีกับ
การเพิ่มน้ำหนักผล และ เป็นผลสะท้อนไปสู่การให้ผลผลิตสูงของผักกาดขาวปลี

2. วิธีการผสมกลับ (backcross method) ทำเพื่อต้องการถ่ายทอดลักษณะเด่น
จากพันธุ์หนึ่ง ไปสู่พันธุ์ทางการค้าที่ต้องการเพิ่มความดีให้มากขึ้น วิธีการนี้ใช้กับผักกาดขาวปลีที่ตลาดต้อง
การอยู่แล้ว แต่อยากให้มีคุณภาพทนทานต่อโรคน้ำค้าง หรือโรคอื่น ๆ แต่ที่ยังรอความสำเร็จก็คือ ความ
ทนทานต่อโรคเน่าและจากแบคทีเรีย

ง. วิธีการผลิตลูกผสม

วิธีการนี้ได้ถูกนำมาใช้กับผักกาดขาวปลีมากขึ้น เนื่องจากการครึ่งลักษณะที่ต้องการในระดับ
ประชากรให้มีความสม่ำเสมอสูงนั้น มีการแข่งขันในเชิงการค้ามากขึ้น และไม่อาจทำได้ผลดีด้วยการ
ปรับปรุงพันธุ์ให้เป็นพันธุ์ผสม เบ็ด ครั้นจะใช้วิธีการครึ่งลักษณะที่ต้องการด้วยการสร้างพันธุ์แท้
(homozygous) ในผักกาดขาวปลีก็ประสบปัญหาเรื่องความแข็งแรงที่เสื่อมลง ดังนั้น พันธุ์ผักกาดขาวปลี
จึงถูกผลักดันไปสู่ความเป็นลูกผสม F_1 มากขึ้น และวิธีการสร้างมีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

- หาแหล่งพ่อแม่พันธุ์
- สะกัดสายพันธุ์แท้ (inbred)
- หาคู่ผสมที่ดีเด่น
- การสร้างและรักษา SI - inbreds
- การผลิตเมล็ด F_1

5. ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ก. พืชผักมีมากชนิดในขณะที่นักวิชาการมีจำนวนน้อย ทำให้ผักภาคชาวปสลีได้รับความสนใจจากนักวิชาการเพียงไม่กี่คน การร่วมมือกันระหว่างนักวิชาการจากสถาบันทั่วประเทศ จะช่วยผลักดันการพัฒนาพันธุ์พืชได้มากขึ้น

ข. ไม่มีสถานีปรับปรุงพันธุ์ที่เหมาะสม เนื่องจากผักภาคชาวปสลีต้องการอากาศหนาวเย็นเพื่อการออกดอกและผสมพันธุ์ ในสภาพของประเทศไทย แหล่งดังกล่าวควรเป็นพื้นที่บนภูเขาสูงระดับ 1,500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ซึ่งปัจจุบันมีหน่วยราชการหลายแห่งเข้าไปพัฒนา แต่มิได้มีเป้าหมายเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ผักโดยตรง ควรหาทางจัดตั้งสถานีปรับปรุงพันธุ์ผักตระกูล crucifer ฟอร์ต่อไป

ค. การปรับปรุงพันธุ์มีวิธีการยุ่งยาก เนื่องจากผักภาคชาวปสลีมีดอกขนาดเล็ก และมีกลไกทางชีววิทยาการผสมพันธุ์ที่ยุ่งยาก

ง. อ่อนแอต่อโรคเน่าและ

จ. ราคาเมล็ดพันธุ์ไม่จูงใจ

การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี

เกษม พิลิก

1. ชื่อพืช ผักกาดขาวปลี

Chinese Cabbage

Brassica campestris L. ssp. pekinensis (Lour) Olsson

2. การผสมเกสร

จัดเป็นพืชพวกผสมข้ามพันธุ์โดยธรรมชาติ (cross pollinated crop)

โดยมีแมลงเป็นพาหะ แมลงที่มีประสิทธิภาพในการผสมเกสรมากที่สุดคือผึ้งมี และตัว ชันณรงค์เพราะมีขนาดพอเหมาะกับดอกของผักกาดขาวปลี อย่างไรก็ตามผึ้งชนิดอื่น ๆ ก็มีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณการผสมเกสรให้แก่แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ผักดังกล่าวได้ด้วย ปรากฏการณ์สำคัญประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการผสมเกสรก็คือ การผสมตัวเองไม่ติด (self incompatibility) อันเนื่องมาจากเหตุผลทางพันธุกรรมที่ควบคุมกลไกทางสรีรวิทยาของพืช ทำให้ละอองเกสรที่เกิดจากต้นเดียวกันไม่อาจออกผ่านพื้นผิวของยอดเกสรตัวเมีย เพื่อนำเซลล์เชื้อไปผสมกับรังไข่ได้ สิ่งนี้ที่ธรรมชาติกำหนดให้แตกต่างไปจากกรณีทั่วไปนี้ ช่วยส่งเสริมให้ผักกาดขาวปลีเกิดภาวะผสมข้ามพันธุ์มากยิ่งขึ้น การผสมตัวเองไม่ติดนั้นแม้จะเป็นข้อเสียที่ทำให้ยุ่งยากต่อการผสมตัวเอง ในยามที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชต้องการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 ทางการค้า ด้วยการปลูกแถวพอสลับแถวแม่ ปลอ่ยให้ผสมข้ามแถวกันในธรรมชาติ โดยไม่ต้องใช้แรงคนช่วยผสมเกสร หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า " ต่อ " ดอก

3. ลักษณะประจำพันธุ์

3.1 ประวัติของการพัฒนาพันธุ์

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า ผักกาดขาวปลีถือกำเนิดในตอนเหนือของประเทศจีน แผ่นดินใหญ่ จากนั้นก็มีการแพร่กระจายออกไปสู่ประเทศในแถบเอเชียโดยมีเส้นทางสำคัญสองสายคือ ทางภาคตะวันออกมีเส้นทางแพร่กระจายไปสู่ประเทศเกาหลีแล้วแพร่กระจายเข้าไปในประเทศญี่ปุ่น ส่วนอีกทางหนึ่งเป็นเส้นทางแพร่กระจายผ่านภาคกลาง แล้วลงสู่ภาคใต้ของประเทศจีน จากนั้นก็เข้าไปสู่ไต้หวันและเผยแพร่ไปสู่ประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตลอดจนอินโดจีน ซึ่งได้แก่ประเทศไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ เมื่อตอนก่อนสงครามโลกครั้งที่สองเล็กน้อย ในศตวรรษที่ 10

ผู้ค้นรู้จักผักกาดขาวปลีพันธุ์ "กระเพาะจิว" Shinohara (1984) อ้างถึงชื่อเขียน Li (1981) ว่า ในศตวรรษที่ 10 ที่เมืองหางโจว อันเป็นทางภาคใต้ซึ่งเชื่อมโยงกับเมืองเทียนจินนั้น ผู้ค้นรู้จักผักกาดขาวปลีพันธุ์ "กระเพาะจิว" ซึ่งถือเป็นพันธุ์ต้นกำเนิดของผักกาดขาวปลีทั้งหลายในเวลาต่อ ๆ มา

ปัจจุบันผักกาดขาวปลีได้ถูกพัฒนาขึ้นให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมในหลายประเทศจนเกิดมีพันธุ์ท้องถิ่นขึ้นมากมายและมีรูปร่างต่าง ๆ กันไป นอกจากนั้นคุณภาพ อายุเก็บเกี่ยวและ นิสัยการออกดอกก็เปลี่ยนแปลงไป ตามความเหมาะสมของแวดล้อมในท้องถิ่นที่มันปรับตัวเพื่อความอยู่รอดสำหรับพันธุ์ท้องถิ่นของประเทศไทย น่าจะได้แก่ "เทียนจิน" ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปรากฏอยู่ในหนังสือรายการสินค้าเมล็ดพันธุ์พืช ของบริษัทค้าเมล็ดพันธุ์แห่งหนึ่งของประเทศไทยที่มีประวัติก่อตั้งยาวนานมาจนกระทั่งปัจจุบัน

3.2 การจำแนกพันธุ์

พันธุ์ผักกาดขาวปลีจะมีความแตกต่างกันไป ตามลักษณะ รูปร่างปลี สีของใบ คุณภาพของปลี รสชาติ อายุเก็บเกี่ยว ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม นิสัยการออกดอก เป็นต้น แต่ที่สำคัญที่สุดก็คือ รูปร่างปลีเป็นลักษณะที่นำมาใช้ในการจัดกลุ่มพันธุ์ 5 กลุ่มใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

- (1) กลุ่มพันธุ์ใบ (var. dissoluta)
- (2) กลุ่มพันธุ์กึ่งห่อปลี (var. inforcta)
- (3) กลุ่มพันธุ์ห่อปลีปลายฟู (var. laxa)
- (4) กลุ่มพันธุ์ปลีแน่น (var. cephalata)
 - ประเภทปลีรูปไข่ (ovate type)
 - ประเภทปลีแบน (flat-topped type)
 - ประเภทปลียาวทรงกระบอก (cylindrical type)
- (5) กลุ่มพันธุ์ลูกครึ่ง
 - รูปไข่แบน (flat-topped ovate)
 - ทรงกระบอกเตี้ย (stoutOcyindrical)
 - ทรงกระบอกแบน (flat-topped cylindrical)
 - รูปไข่ปลายฟู (fluffy-topped ovate)
 - ทรงกระบอกปลายฟู (fluffy-topped cylindrical)

สำหรับในประเทศไทย พบว่าเคยมีผู้นำเข้ามาทดลองปลูกทุกระเภทแต่ที่มีปลูกมาก
ทั่วไป คือ กลุ่มพันธุ์กิ่งห่อปลีซึ่งได้แก่ พันธุ์เทียนจีน ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งคือพวกปลีแน่น และเน้นรูปร่าง
ปลีเป็นแบบทรงรูปสูงได้แก่ พวกปลีรูปไข่ พวกลูกครึ่งทรงกระบอก

4. ภาวะความต้องการเมล็ดพันธุ์

ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก เพื่อสนองความต้องการของผู้ปลูกภายใน
ประเทศได้ จึงทำให้ต้องมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักชนิดต่าง ๆ จากต่างประเทศเป็นประจำทุกปี
ปรากฏว่าเมล็ดพันธุ์ผักผักกาดและกะหล่ำเป็นพืชที่มีการนำเข้าเป็นมูลค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ยกตัวอย่าง
ในปี 2527 มีการนำเข้าเป็นมูลค่า 41.40 ล้านบาท หรือประมาณ 71 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าการ
นำเข้าผัก 17 ชนิดใน 5 ตระกูล (ตารางที่ 1)

กล่าวเฉพาะปริมาณนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี ในปี 2527 คิดเป็นมูลค่าสูงถึง
9.2 ล้านบาท และในปีต่อมาลดลงเล็กน้อย คือมีการนำเข้าประมาณ 7.0 ล้านบาท นับเป็นผักที่มี
การนำเข้าเมล็ดพันธุ์มากเป็นอันดับสองในกลุ่มผักกาดและผักกะหล่ำ รองจากกะหล่ำปลี (ตาราง 2)
ทั้งนี้ เพราะว่าประเทศไทยผลิตเมล็ดพันธุ์ผักดังกล่าวได้น้อย หรือบางปีอาจเรียกได้ว่าไม่มีการผลิตเลย

5. ความต้องการสภาพแวดล้อมเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์

5.1 อุณหภูมิ

นิสัยทั่วไปของผักกาดขาวปลี ต้องการอุณหภูมิต่ำเพื่อกระตุ้นให้เกิดตาดอกอันเป็นขั้นตอน
แรกและสำคัญที่จะนำไปสู่ขั้นตอนอื่น ๆ ของการได้มาซึ่งเมล็ดพันธุ์ ความไวของการตอบสนองต่อ
อุณหภูมิขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตของพืชที่เริ่มจากงอกจากเมล็ด จนถึงสิ้นสุดอายุ ระยะที่พืช
อายุน้อยกว่าจะตอบสนองดีกว่าพืชอายุมาก แต่ถ้าพืชอายุเท่ากันพืชที่มีความอุดมสมบูรณ์และสดใสกว่า
จะสนองตอบได้ดีกว่า

ความต้องการอุณหภูมิต่ำยังแตกต่างกันไปตามพันธุ์อีกด้วย จากรายงานทดลองพบว่าถ้าเอา
เมล็ดเริ่มงอกไปเพาะเลี้ยงในอุณหภูมิ 5°ซ พันธุ์เมืองร้อนต้องใช้เวลาเพียง 15-20 วัน ก็จะช่วย
กระตุ้นให้เกิดตาดอกได้ดี แต่ถ้าเป็นพันธุ์เมืองหนาวต้องใช้เวลานานถึง 30-40 วัน เมื่อพิจารณา
จากการย้ายกล้าปลูก ต้นกล้าที่มีใบจริงแล้วต้องใช้เวลาสะสมอุณหภูมิต่ำค่อนข้างนาน ในสภาพแปลง
ปลูกนานถึง 2 เดือน และบางพันธุ์อาจนานกว่านี้ จึงจะพอเพียงต่อการออกดอก

สำหรับสภาพแวดล้อมที่ญี่ปุ่นกล่าวกันว่าเป็นแหล่งที่เหมาะสมจะผลิตเมล็ดผักกาดชาวปลี
มากก็คือ ในบริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 15°ซ ส่วนในประเทศไทย สภาพดังกล่าวจะเป็น

ตารางที่ 1 สถิติการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักจากต่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2527

(กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร 2528)

ชนิดผัก	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ประเทศที่มา
1. กระถุนแดง			
1.1 แดงโม	20.70	4.58	สหรัฐอเมริกา ไต้หวัน และญี่ปุ่น
1.2 แดงกวา	0.03	0.01	สหรัฐอเมริกา และไต้หวัน
รวมกระถุนแดง	20.73	4.59	
2. กระถุนกะหล่ำ			
2.1 ผักกาดหัว	69.41	5.54	จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย
2.2 ผักคะน้า	149.92	6.75	สหรัฐอเมริกา จีน และไต้หวัน
2.3 กะหล่ำปลี	7.82	9.93	สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น
2.4 ผักกาดเขียวปลี	32.67	2.30	สหรัฐอเมริกา จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย
2.5 ผักกาดชาวปลี	69.58	9.22	สหรัฐอเมริกา จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย
2.6 ผักกาดกวางตุ้ง	69.95	2.40	จีน และไต้หวัน
2.7 กะหล่ำดอก	9.91	4.51	สหรัฐอเมริกา ไต้หวัน ญี่ปุ่น และสิงคโปร์
2.8 บร็อคโคลี่	0.39	0.75	จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น สิงคโปร์ และเดนมาร์ค
รวมกระถุนกะหล่ำ	408.65	41.40	

ชนิดผัก	ปริมาณ (ดิน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ประเทศที่มา
3. กระถุนมะเขือ			
3.1 มะเขือเทศ	2.52	1.86	สหรัฐอเมริกา จีน ไต้หวัน และอิตาลี
3.2 พริก	0.91	0.47	สหรัฐอเมริกา
รวมกระถุนมะเขือ	3.43	2.33	
4. กระถุนถั่ว			
4.1 ถั่วลันเตา	104.12	1.74	สหรัฐอเมริกา จีน และไต้หวัน
รวมกระถุนถั่ว	104.12	1.74	
5. กระถุนอื่น			
5.1 หอมหัวใหญ่	3.43	3.37	สหรัฐอเมริกา
5.2 ผักบุ้ง	127.32	3.96	ไต้หวัน
5.3 ข้าวโพดหวาน	0.24	0.05	สหรัฐอเมริกา
5.4 ผักกาดหอม	3.22	0.75	สหรัฐอเมริกา ไต้หวัน และฮอลแลนด์
รวมกระถุนอื่น ๆ	134.21	8.13	
รวมทั้งหมด 17 ชนิด	671.14	58.19	

Quantity and Value of Imported Controlled Seeds for Commercial Purpose in 1983-1985

Quantity : Kilogram

Value : Baht

ลำดับชื่อพืช	พ.ศ. 2526 (1983)		พ.ศ. 2527 (1984)		พ.ศ. 2528 (1985)	
	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value
1. ผักกาดเขียวปลี Leaf mustard	9,805.00	734,755.67	32,667.00	2,297,436.58	<u>59,389.68</u>	3,374,584.29
2. ผักกาดขาวปลี (Chinese cabbage)	14,143.40	6,795,106.00	69,580.44	9,218,640.35	<u>40,136.45</u>	7,074,682.79
3. ผักกาดหัว (Chinese radish)	11,061.80	3,690,159.14	69,408.65	5,545,890.46	<u>60,365.50</u>	5,423,567.83
4. คะน้า (Chinese kale)	34,287.40	1,975,417.99	149,925.00	6,754,902.11	<u>138,938.00</u>	7,696,077.64
5. กะหล่ำดอก (Cauliflower)	-	-	8,913.62	4,515,348.57	4,435.24	2,830,640.47
6. กะหล่ำปลี (Cabbage)	-	-	7,824.66	9,931,565.11	15,573.49	19,414,916.46
7. ผักกาดขวางคึ่ง Edible rape	-	-	69,950.00	2,404,543.05	<u>39,528.36</u>	1,703,388.18
8. บร็อคโคลี่ Broccoli	-	-	396.04	749,976.00	2,299.04	658,392.51

แหล่งที่อยู่ในภูเขาสูงในระดับ 1,500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไปได้แก่ ดอยแม่จรหลวง ซึ่งมี
อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 11°ซ ส่วนที่ราบเชิงดอย เช่น บริเวณ อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง และ อ. ผาง
จ. เชียงใหม่ ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีอยู่ในระดับ 25°ซ แม้ว่าผักกาดขาวปลีจะออกดอกได้แต่ก็ติดเมล็ด
ได้น้อยกว่าบนที่สูง

ตารางที่ 3 อุณหภูมิ (ซ°) เฉลี่ยในฤดูหนาวของบริเวณที่เหมาะสมในเชียงใหม่ เปรียบเทียบกับบางแห่ง
ของประเทศไทย

สถานที่	กย.	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	ปี
	22.4	16.3	11.6	7.2	4.8	5.2	8.2	13.0	17.4	15°ซ
แม่จรหลวง	13.8	11.1	7.4	6.0	5.4	5.8	8.6	12.7	15.0	11°ซ
แจ้ห่ม (ลำปาง)	26.6	25.9	24.0	21.3	21.3	23.9	27.4	29.7	28.8	25°ซ

5.2 การใช้อุณหภูมิช่วยเร่งการออกดอก

การใช้อุณหภูมิช่วยเร่งการออกดอก จะช่วยให้พืชออกดอกเร็วขึ้น ช่วยให้วงจรชีวิตของ
พืชสั้นลง แต่เป็นที่รู้กันว่าต้นพืชจะอ่อนแอ มีขนาดเล็ก และให้ผลผลิตเมล็ดต่อต้นลดลง จะแนะนำให้ใช้กับ
งานปรับปรุงพันธุ์พืชที่ต้องการปริมาณเมล็ดต่อต้นไม่มากนักเท่านั้นและยังไม่มีผู้ใดนำเทคนิคดังกล่าว ไปปรับ
ใช้กับงานผลิตเมล็ดพันธุ์ผักทางการค้า เนื่องจากได้เมล็ดน้อยอาจไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

5.3 ความต้องการแสง

หลังจากได้รับอุณหภูมิต่ำพอเพียงต่อการพัฒนาตาดอกแล้ว สภาพแวดล้อมต่อมาที่ผักกาดขาวปลีต้อง
การก็คือ ช่วงแสงที่ยาวขึ้นเพื่อช่วยให้ดอกอ่อนพัฒนาต่อไปจนเป็นเมล็ดแก่ที่สมบูรณ์ ซึ่งจะเป็นเมล็ดที่มีความ
แข็งแรงสูง ผลกระทบจากสภาพช่วงแสงนั้นมีความละเอียดอ่อนมาก ทำให้บ่อยครั้งพบว่า พันธุ์เมืองร้อนหลายพันธุ์
ตอบสนองไวต่อสภาพพื้นที่ปลูกที่เปลี่ยนไปอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลง เส้นรุ้งในช่วง 30°
ลงมาจน 10° เหนือ (ประเทศไทยอยู่ในช่วง 7° - 10° เหนือ) แต่เขตที่อยู่ระหว่าง 10° เหนือและใต้
นั้นจัดว่าเป็นเขตที่มีอุณหภูมิและช่วงแสงค่อนข้างคงที่ และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาเมล็ดใช้ได้ในสภาพ
แวดล้อมดังกล่าวมักเป็นพันธุ์เบาซึ่งต้องการอุณหภูมิต่ำไม่มากนัก

สำหรับประเทศไทยช่วงวันสั้นที่สุดคือ วันที่ 21 ธันวาคม และช่วงวันยาวที่สุด คือวันที่ 21 มิถุนายน ของปี ดังนั้นในการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีจะต้องจัดเวลาแทงช่อดอก หลังจากที่ผ่านมาวันที่มีช่วงแสงสั้นไปแล้ว เพื่อจะเอาผลประโยชน์จากช่วงวันซึ่งค่อย ๆ ยาวขึ้น

5.4. ฝน

ผักกาดขาวปลี เป็นพืชที่ไม่ทนฝนเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะช่วงที่มีการเจริญทางใบสูงสุด ถ้ามีฝนตกจะเสียหายจากโรคเน่าและได้ง่าย ส่วนแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์จะต้องมีระยะผักแก่ในช่วงที่มีอากาศแห้ง ปราศจากฝนตกจึงจะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นง่ายใน เมล็ดอยู่ในระดับที่ต้องการ และเก็บรักษาได้นาน

6. การเกษตรกรรม

6.1 ช่วงปลูกที่เหมาะสม

เมื่อพิจารณา ส่วนประกอบของอุณหภูมิและแสงแล้ว ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการปลูกผักกาดขาวปลี เพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ควรเป็น ดังนี้

เพาะกล้า	กลางเดือนตุลาคม
ย้ายปลูก	กลางเดือนพฤศจิกายน
เริ่มแทงช่อ	ปลายเดือนมกราคม
เก็บเกี่ยวเมล็ด	ปลายเดือนมีนาคม

จะเห็นว่าช่วงตั้งแต่ กลางเดือน พ.ย. - กลางเดือน ม.ค. นับเวลานานประมาณ 2 เดือน เพื่อสะสมอุณหภูมิค่าแล้วจะแทงช่อดอกและระยะดอกนานประมาณ 33 วัน แล้วผักจะแก่และเก็บเกี่ยวทั้งต้นได้ประมาณ 30 วัน หลังจากสิ้นสุดระยะดอกบาน

6.2 สภาพในที่ที่เหมาะสม

เนื่องจากการปลูกผักกาดขาวปลีเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์นั้น ดินพืชจะต้องอยู่นานกว่าการปลูกผักเพื่อขายสด จึงต้องการระบบรากที่แข็งแรง หยั่งลึกและแผ่กว้างกว่าปกติธรรมดา ดังนั้นสภาพที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง ร่วนโปร่ง อากาศถ่ายเทได้ดี แบบดินนาที่ราบลุ่มดินตะกอน จนเหมาะต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักเป็นอย่างยิ่ง ลักษณะดินที่เหมาะสมนี้ได้แก่ที่ราบลุ่มบริเวณ อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง ซึ่งเป็นดินน้ำไหลทรายมูล ที่มีช่วงน้ำหลากท่วมถึงทุกปี นอกจากนั้นยังมีพืชชนิดหนึ่งที่ชาวบ้านเรียก หญ้าไผ่คงคา

ขึ้นอยู่ทั่วไป รากพืชดังกล่าวมีส่วนช่วยให้ดินโปร่งถ่ายเทอากาศได้ดี ไถพรวนง่าย อีกทั้งลำต้นยังเป็นวัสดุคลุมดินได้ดีพอ ๆ กับฟางข้าว ทำให้บริเวณดังกล่าวมีการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักหลายชนิดที่ต้องการอากาศเย็นไม่มากนัก

ความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสมคือระดับ 6.5 ถ้าดินเป็นกรดจัด ควรใส่ปูนขาว เพื่อปรับระดับ pH ให้อยู่ในความต้องการดังกล่าว

6.3 วิธีการปลูก

ก. ระบบการผลิต มีอยู่ 2 ระบบด้วยกันคือ จากเมล็ด-สู่เมล็ด (seed-to-seed) โดยไม่ผ่านการเข้าปลี เป็นวิธีที่ใช้กันมากในการผลิตเมล็ดพันธุ์ทางการค้า ส่วนอีกระบบหนึ่งคือ จากปลี-สู่เมล็ด (head-to-seed) โดยต้องผ่านการเข้าปลี ซึ่งมักใช้กับงานผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ต้องการคัดเลือกลักษณะปลีอยู่ด้วย เช่น การผลิตเมล็ดพันธุ์หลัก เป็นต้น

ข. การหยอดหลุมหรือย้ายกล้า วิธีปลูกทั้งสองแบบนี้มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ซึ่งผู้ปลูกอาจเลือกใช้ตามความเหมาะสมของตนเอง

การหยอดหลุม	การย้ายกล้า
ข้อดี 1. ลดแรงงานย้ายกล้า	1. ดูแลกล้าเล็กในพื้นที่น้อยสะดวก
2. สะดวกต่อการทำในแปลงใหญ่	2. การตรวจกล้าก่อนปลูกทำได้ง่าย
3. พืชไม่ชงักการเจริญ	3. เพาะกล้าล่วงหน้าได้
4. รากหยั่งลึกและแข็งแรง	4. ทำได้กับทุกพันธุ์
ข้อเสีย 1. ดูแลกล้าเล็กในแปลงใหญ่ยาก	1. เปลืองแรงงานย้ายกล้า
2. การตรวจแปลงทำได้ยาก	2. แปลงใหญ่ต้องย้ายกล้ามาก
3. เพาะเมล็ดล่วงหน้าไม่ได้	3. พืชชงักการเจริญเติบโต
4. ทำได้กับพันธุ์เบาออกดอกง่าย	4. ระบบรากแก้วขาดมีแต่รากฝอย

สำหรับในสภาพของประเทศไทย การเพาะกล้าแล้วย้ายปลูกจะเหมาะสมกว่า ทั้งนี้เนื่องจากช่วงเวลาในฤดูหนาวสั้นและจำกัด ทำให้ต้องเพาะกล้าตั้งแต่เดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ฝนตกหนักและสภาพแปลงปลูก

ในขณะนั้นไม่เหมาะสมเสี่ยงต่อสภาพน้ำท่วมขังและความเสียหายจากฝนตกหนัก ดังนั้นการเพาะกล้า
ล่วงหน้า ภายใต้โรงเรือนหลังคา กันฝนจึงเป็นวิธีการที่ได้เปรียบกว่าการหยอดเมล็ด

ค. การเตรียมกล้า การเพาะเมล็ดจะเริ่มเมื่อใดนั้น ขึ้นอยู่กับการจัดเวลาปลูกเป็นสำคัญ
โดยคาดคะเนเอาว่าหากต้องการย้ายกล้าปลูกในวันที่ 15 พฤศจิกายนของปีจะต้องนับย้อนเวลาเลี้ยง
ต้นกล้ามาหาวันเพาะเมล็ด ซึ่งโดยทั่วไปได้ใช้กล้าผักกาดขาวปลีอายุ 25-28 วัน แล้วแต่ความสมบูรณ์
ถ้าอากาศหนาวเย็นมากกล้าจะโตช้าอาจต้องใช้กล้าอายุ 1 เดือน จากที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนแรก ๆ ว่า
ในสภาพของประเทศไทยควรเพาะกล้าในวันที่ 15 ตุลาคมของทุกปี หากจะเร็วหรือช้ากว่านี้ก็ไม่ควรเกิน
1 สัปดาห์ และมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ขนาดแปลงเพาะ เราอาจเพาะเมล็ดในกระบะเพาะ หรือในแปลงเพาะกล้าโดยตรงก็ได้
ถ้าเป็นแปลงเพาะกล้ามักแนะนำให้มีความกว้าง 1 เมตร เพื่อให้เอื้อมมือถึงพื้นที่ส่วนที่ไกลจากขอบ
แปลงได้ ส่วนความยาวของแปลงไม่จำกัด บ่อยๆให้เป็นไปตามความสะดวกและเหมาะสมของพื้นที่

(2) สภาพแปลงเพาะ ถ้าเพาะในกระบะควรทำภายใต้โรงเรือนที่มีหลังคา กันฝนได้ และมี
แสงแดดพอเพียงต่อการงอกของต้นกล้า มิฉะนั้นจะยืดยาว โคนต้น (hypocotyl) อ่อนแอ
เปราะหรือหักง่าย ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการย้ายกล้า

ถ้าเพาะในแปลงเพาะควรเตรียมการป้องกันสภาพน้ำท่วมขัง และหลังคา กันฝนที่สามารถ
เปิดให้กล้ารับแสงแดดได้เมื่อต้องการ

(3) ดินเพาะกล้า ต้องเป็นดินโปร่งระบายน้ำดี ถ้าหาไม่ได้ก็ปรุงเองโดยใช้ดิน + ถ่านกลบ +
ทรายหยาบ + ปุ๋ยคอก ในอัตราเท่า ๆ กัน ซึ่งอาจปรับสูตรและวัสดุเอาเองตามความเหมาะสมของ
แต่ละท้องถิ่น เพื่อให้ได้ดินที่มีคุณสมบัติแบบดินร่วน

ถ้ามีปุ๋ยคอกรวมอยู่ในส่วนผสมของดินเพาะกล้า ให้ระวังเชื้อราที่ติดมากับมูลดังกล่าว หาก
ทำกับพื้นที่ขนาดใหญ่และต้องการกล้าปริมาณมาก ควรมีการอบดินด้วยสารเคมีเช่นเดียวกับแปลงเพาะกล้า
ยาสูบ ซึ่งสารเคมีเช่น Basamid - G จะช่วยได้มาก ซึ่งวิธีใช้มีคำแนะนำกำกับอยู่แล้ว

(4) วิธีเพาะเมล็ด ก่อนอื่นจะต้องรู้ว่าเราต้องการต้นกล้าจำนวนเท่าใดแล้วจะกะปริมาณเมล็ด
ที่จะต้องมี โดยเมล็ด 1 กรัม จะมีจำนวนประมาณ 300 เมล็ดแล้วกะเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดตาม
ประวัติการบรรจุและเก็บรักษา พิจารณาเพิ่มเติมอย่างหยาบ ๆ ก็จะได้ปริมาณเมล็ดที่ควรเพาะ การเพาะ
กล้าให้เหลือใช้มากเกินไป เป็นความสิ้นเปลืองและทำให้กล้าเบียดเสียดกันแน่นเกินไปพอดี เป็นเหตุให้กล้า

ในจำนวนที่เราต้องการเสียโอกาสได้รับการเอาใจใส่อย่างทั่วถึง

เมื่อกะปริมาณเมล็ดได้แล้ว จึงนำเมล็ดไปเพาะบนแปลงเพาะ โดยใช้ไม้ปลายแหลม ขีดเป็นร่องลึก 0.5 ซม. ให้เป็นแถวยาวตามขวางแปลงห่างกันแถวละ 20 ซม. แล้วนำเมล็ดที่เตรียมไว้แล้วมาโรยห่าง ๆ ตามร่องแถวละ 1 แถว ถ้ากล้างอกขึ้นมาจะห่างกัน 5 ซม. ได้ที่พอดี จากนั้นใช้ดินละเอียด โรยทับเมล็ด แล้วคลุมฟางบาง ๆ ก่อนรดน้ำ

ปัญหาที่มักพบหลังจากเพาะกล้าก็คือ กล้าแน่นเกินไป ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าเมล็ดมีขนาดเล็ก ความคุมการโรยแถวยาก ก่อนโรยแถวมีข้อแนะนำให้คลุกเมล็ดกับดินละเอียดแล้วทำการเพาะ นอกจากนั้นปัญหาเรื่องกาบป้องกันฝนภายใต้สภาพหลังคา และการให้แสงกับต้นกล้า ซึ่งต้องหมั่นเปิดเปิดอยู่เสมอ ๆ แต่ก็มักมีการละเลยในกาปฏิบัติ

(5) การบริหารต้นกล้า การบริหารต้นกล้าที่ดี เป็นแรงส่งขั้นต้นที่จะทำให้ได้ต้นพืชที่สมบูรณ์ กล้าผักมีระบบรากที่บอบบางมาก และถูกกระทบกระเทือนจากสภาพภายนอกง่าย โดยเฉพาะปริมาณน้ำที่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป แม้เพียงเล็กน้อย จะส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของต้นกล้าอย่างเห็นได้ชัด

การถอนแยกเพื่อจัดระยะ ครั้งแรกควรทำในระยะใบเลี้ยง เมื่อพบว่ากล้าขึ้นมามากเกินไป โดยถอนเบา ๆ ขึ้นตามแนวตั้ง และให้กระทบกระเทือนน้อยที่สุดต่อต้นที่ต้องการปล่อยให้เจริญต่อไป ในขั้นแรกนี้จะปล่อยให้เป็นจุด ๆ ละ 2-3 ต้น ห่างกันจุดละ 5 ซม. ครั้งต่อไปจะทำให้เหลือจุดละ ต้นเดียว เมื่อแน่ใจว่าต้นที่เหลือไว้ในแปลงแข็งแรงถึงวันย้ายกล้า

(6) การตรวจสอบระยะกล้า การตรวจสอบลักษณะประจำพันธุ์บางกรณีจะกระทำได้ในระยะกล้า โดยเฉพาะกรณีที่มี "พันธุ์กรรมชี้แสดง" เป็นตัวกำหนด เช่น ลักษณะขน รูปร่างใบ ฯลฯ ซึ่งลักษณะดังกล่าวมักปรับปรุงพันธุ์พืชที่สร้างพันธุ์นั้น ๆ จะเป็นผู้กำหนด พันธุ์ที่สามารถคัดทั้งลักษณะแปลกล้อมได้ในระยะกล้านี้ จึงเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการผลิตเมล็ดทางการค้า โดยระบบจากเมล็ด-ไปสู่เมล็ด และผู้ที่ทำการตรวจสอบจะต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญทางบริษัท หรือของหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยมากมักจะทำในระยะที่ต้นกล้ามีใบจริง 6-8 ใบ และก่อนการย้ายปลูก

(7) การปลูกในแปลงใหญ่ จะเกี่ยวข้องกับการจัดเวลาปลูก การจัดระยะปลูก การเตรียมดิน การย้ายกล้าปลูก และการตรวจสอบแปลงปลูก และการตรวจสอบแปลงปลูกครั้งแรก

ก. การจัดเวลาปลูก นับเป็นเรื่องสำคัญมาก และถือวันย้ายปลูกเป็นหลักเพราะต้องเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกโดยตรง วันปลูกที่เหมาะสมจะช่วยให้ได้ผลตอบแทนจากเมล็ดพันธุ์มากที่สุด ถ้าปลูกเร็วเกินไปก่อนที่อากาศหนาวเย็นจะทำให้มีระยะต้นและใบยาวเกินไป เสี่ยงต่อความเสียหาย

จากโรคและแมลง ถ้าปลูกล่าช้าเกินไปจะทำให้ระยะดอกเข้าสู่ช่วงอากาศร้อนและระยะฝักแก่เข้าสู่ช่วงฝน ทำให้ได้เมล็ดน้อย คุณภาพต่ำ วันปลูกที่เหมาะสมควรเป็น 15 พฤศจิกายนของปี และไม่ควรเร็วหรือช้ากว่านั้นเกินกว่า 1 สัปดาห์

ข. การเตรียมดิน ควรไถดินให้ลึกกว่าการปลูกผักสดทั่วไป ถ้าทำได้ควรใส่ปุ๋ยคอกด้วย เพื่อให้อยู่ในดินได้นานอย่างน้อยควรใส่ 2-3 ต้นต่อไร่โดยรองกันหลุม ได้ผลดี สำหรับการยกแปลงปลูก ถ้าทำด้วยเครื่องจักรควรรองแถวเดี่ยวระยะห่างระหว่างแถว 75 ซม. แต่ถ้าเตรียมดินโดยใช้แรงคนควรยกแปลงเพื่อปลูกแบบแถวคู่ ซึ่งมีหน้ากว้าง 120 ซม. แล้วมีร่องน้ำ 50 ซม. ก่อนจะยกแปลงต่อไป วิธีการดังกล่าวใช้โดยทั่วไปทั้งที่ราบในนาและที่ภูเขา ถ้าทำในพื้นที่สูงซึ่งมีน้ำค้างแข็ง ควรยกแปลงปลูกตามแนวเหนือใต้ (หรือแถวขวางตะวัน) เพื่อให้ได้แสงแดดช่วยเพิ่มอุณหภูมิ จะช่วยลดความเสียหายจากน้ำค้างแข็งได้

ค. การจัดระยะปลูก ถ้าจะปลูกให้ได้ระยะเหมาะสมอย่างแท้จริงต้องอาศัยข้อมูลประจำพันธุ์ ในที่นี้เราสามารถคาดคะเนเอาจากวิธีการปลูกแบบแถวเดี่ยว ที่เตรียมแปลงโดยใช้เครื่องทุ่นแรง และจัดระยะแถวไว้ 75 ซม. เป็นหลัก ถ้าปลูกพันธุ์เมืองร้อน ทรงต้นเล็กออกดอกเร็ว จะใช้ระยะห่างระหว่างต้น 40 ซม. (หรือประมาณ 5,300 ต้น/ไร่) แต่ถ้าปลูกพันธุ์หนักทรงต้นใหญ่กว่า ควรปลูกห่างขึ้นโดยใช้ระยะระหว่างต้น 50 ซม. (หรือประมาณ 4,200 ต้น/ไร่)

ง. การย้ายกล้าปลูก หันที่ถึงกลางเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงหมดฝนแล้ว และเป็นต้นฤดูหนาว กล้าที่เพาะไว้ควรมีใบจริง 6-8 ใบแล้วแต่ความสมบูรณ์ และแปลงเพาะกล้านี้อยู่ใกล้ ๆ กับแปลงปลูก จึงทำการย้ายกล้างลงหลุม ซึ่งได้เตรียมล่วงหน้าตามระยะปลูกที่ต้องการพร้อมกับรองกันหลุมด้วยปุ๋ยคอกและปุ๋ยรองพื้นไว้แล้ว ข้อควรระวังในการย้ายกล้าก็คือ ต้องใช้กล้าที่สมบูรณ์ โคนต้นและส่วนเจริญที่ปลายยอดไม่หักเสียหาย การกลบดินโคนต้นต้องให้มีตรากและกดดินให้กระชับรากอย่าให้ต้นล้มหลังรดน้ำ และต้นกล้าไม่ถูกฝังลึกเกินไปจะดินท่วมยอด จากนั้นจึงคลุมฟางบาง ๆ เพื่อให้ดินมีความชื้นสม่ำเสมอไม่แห้งเร็ว และป้องกันดินถูกชะล้างจากการรดน้ำในเวลาต่อมา จะเป็นเหตุให้รากลอย ซึ่งมีผลทำให้รากชงกการเจริญเติบโตและมีผลกระทบต่อการเจริญในส่วนอื่น ๆ โดยเฉพาะรากลอยในช่วงหลังการย้ายกล้า และระยะที่มีอากาศหนาวเย็น พืชจะถูกระบบกระเทือนมาก

จ. การตรวจแปลงปลูกครั้งแรก จะกระทำเมื่อย้ายกล้าแล้ว 30-40 วัน เพื่อคัดทั้งลักษณะปลอมปน ที่อาจเกิดจากประชากรในเมล็ดเองหรือเมล็ดของพันธุ์อื่น ซึ่งอาจตกหล่นอยู่ในแปลงปลูกมาก่อนการคัดทั้งลักษณะดังกล่าวจะช่วยป้องกันการแปรเบี่ยงทางพันธุกรรมได้ดี เพราะเป็นช่วงก่อนที่ช่อดอก

ฉ. การพูนโคน ควรทำก่อนออกดอกเล็กน้อยหรือประมาณ 50-55 วันหลังจากย้ายปลูกเพื่อช่วยให้ดินฟ้าอากาศถ่ายเทได้ดี ช่วยเพิ่มพื้นที่การเจริญให้แก่ราก และช่วยเสริมความแข็งแรงของต้นพืชด้วย

(8) การให้น้ำ ในระยะแรกในช่วงประมาณ 2 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก การให้น้ำแบบพ่นฝอยหรือใช้บัวรดน้ำ จะเหมาะสมที่สุดเพราะว่ากล้าผักยังเล็กต้องการความชื้นเหนือผิวดินด้วย และในช่วงดังกล่าวรากพืชยังไม่แผ่ขยายมากพอที่จะอาศัยน้ำซึมตามขอบแปลง ถ้าใช้ระบบให้น้ำเข้าร่อง การให้น้ำแบบท่วมทั้งผิวน้ำจะไม่ควรใช้กับผักกาดขาวปลี เพราะทำให้โคนต้นเน่าขึ้น ทำให้เชื้อจุลินทรีย์โรคพืชเข้าทำลายได้ง่าย

การให้น้ำแบบไขว่ไปมาร่องจำเป็นอย่างยิ่งหลังจากพืชออกดอกแล้วไม่แนะนำให้ใช้ระบบพ่นฝอยในระยะดังกล่าว เพราะจะทำให้ช่อดอกหักล้มได้ง่าย ส่วนการใช้ระบบน้ำหยดนั้นเหมาะสมต่อแปลงผสมพันธุ์หรืองานทดลองที่สำคัญเท่านั้น เพราะต้นทุนสูง

(9) การให้น้ำ ควรแบ่งใส่เป็น 3 ระยะ คือ 1. ระยะก่อนการย้ายปลูก เพื่อช่วยให้กล้าตั้งตัวได้เร็ว 2. ระยะที่สองเมื่อกล้าอายุได้ 4 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก และระยะที่สามใส่เพื่อผักกาดขาวปลีเริ่มแตกช่อดอกต่อนั้นเป็นกรณีพิเศษของแต่ละพื้นที่ปลูกและปัญหาที่พบ

บทบาทของปุ๋ย N, P และ K ต่อแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ จะมีเป้าหมายแตกต่างกันไปจากการผลิตผักสดบ้างเล็กน้อย สำหรับปุ๋ย N สำคัญต่อการตั้งตัวเร็วของต้นกล้าโดยมีสัดส่วนสูงกว่าตัวอื่นในปุ๋ยสูตรสำเร็จที่ใช้รองก้นหลุม ต่อมาระยะที่สองใส่เพื่อให้ต้นพืชสดใส่วต่อการสนองตอบกับอุณหภูมิที่ต่ำเท่านั้น แต่ต้องไม่มากเกินไปเพื่อให้ใบและช่อดอกช้ำ ส่วนระยะที่สามใส่เพื่อช่วยเพิ่มกิ่งก้านช่อดอกและความสมบูรณ์ของเมล็ดที่กำลังพัฒนา โดยหวังว่าจะช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดให้ดีขึ้น ส่วนปุ๋ย P ช่วยให้กล้ามีความทนทานต่อการย้ายปลูก ช่วยเพิ่มช่อดอก และช่วยให้เมล็ดสุกแก่สมบูรณ์ มีความงอกดีเป็นเมล็ดที่แข็งแรง ส่วนปุ๋ย K เกี่ยวข้องกับการสร้างเซลล์ulos ทำให้ผนังแข็งแรง เปลือกเมล็ดไม่แตกเพราะพืชเอาไปใช้ได้ช้า หากใส่ในช่วงท้ายของการเจริญเติบโต จะไม่ให้ผล เพราะพืชเอาไปใช้ไม่ทัน ระยะการให้น้ำอาจเลือกใช้เป็นสองระยะ คือ ระบบน้ำเดียว เหมาะแก่แปลงปลูกพื้นที่ราบที่การสูญเสียต่ำ เนื่องจากการชะล้างมีน้อย ส่วนระบบปุ๋ยสูตรสำเร็จเหมาะสำหรับแปลงเกษตรกร และพื้นที่สูงซึ่งมีการ

ชะล้างสูง ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แนวทางการให้ปุ๋ยกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ฝักภาคชาพลี

วิธีการให้	ครั้งแรก	ครั้งที่สอง	ครั้งที่สาม
	(รองกันหลุม)	(4 สัปดาห์)	(8 สัปดาห์)
1. ระบบย่อยเดี่ยว	P= 30 กก/ไร่	-	-
	K= 40 กก/ไร่	-	-
	N= 25 กก/ไร่	25 กก/ไร่	25 กก/ไร่
2. ระบบย่อยสูตรสำเร็จ	16-16-8	11-22-23	16-16-8
	(50 กก/ไร่)	(50 กก/ไร่)	(50 กก/ไร่)

ธาตุอาหารรองที่ควรกล่าวถึงคือโบรอน มักมีปัญหาน้อย ๆ เพราะเป็นส่วนประกอบสำคัญของส่วนยอดที่กำลังเจริญเติบโต ถ้ายอดไม่ชงักงันจะเป็นผลดีต่อการออกช่อดอกซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของผลผลิตเมล็ดพันธุ์ ยิ่งกว่านั้นยังทำให้ฝักไม่สุกเร็ว มีจำนวนฝักต่อช่อมาก และมีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเมล็ดต่อฝักด้วย ในแปลงที่มีปัญหาใช้ บอแรกซ์ 1.6 กก/ไร่ ขณะเตรียมแปลงปลูกจะช่วยได้มาก สภาพที่มักเป็นปัญหาก็คือช่วงที่ความชื้นในดินต่ำและแห้งแล้ง ซึ่งมักเป็นช่วงออกดอกและติดฝัก การฉีดพ่นด้วยสารละลายที่มีบอแรกซ์ 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วนให้ถูกใบและต้นสักสองสามครั้ง ซึ่งอาจเริ่มตั้งแต่ระยะก่อนแทงช่อดอก เริ่มแทงช่อดอก และระยะสิ้นสุดดอกบาน จะช่วยได้

(10) การตรวจแปลงครั้งที่สอง เป็นการตรวจสอบในระยะดอกบาน เพื่อคาดคะเนสภาพปลอดภัยจากการผสมข้าม สถานะภาพของการผสมเกสร การคาดคะเนความสมบูรณ์ของเมล็ดและผลผลิต การตรวจสอบสภาวะของแมลงเพื่อการผสมเกสร เนื่องจากปัจจุบันสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปมาก ทำให้ขาดแคลนแมลงในธรรมชาติเพื่อช่วยการผสมละอองเกสร จึงต้องมีการเลี้ยงผึ้งเพื่อช่วยการผสมเกสร ในฝักภาคชาพลีแนะนำว่าในพื้นที่ 2 ไร่ควรมีรังผึ้งอย่างน้อย 1 รัง

(11) การเด็ดยอด เพื่อช่วยให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ ในแปลงผลิตเมล็ดที่มีช่วงฤดูหนาวสั้น เช่น ประเทศไทย อาจพบปัญหาฝักปลายกิ่งไม่ค่อยติดเพราะช่วงดอกบานล่วงเลยฤดูหนาวมาแล้ว การเด็ดยอดในส่วนที่หวังเมล็ดไม่ได้อีกแล้วทั้งไป จะช่วยให้ฝักส่วนล่างเจริญเติบโตและให้เมล็ดสมบูรณ์ขึ้น

(12) ธรรมชาติเกี่ยวกับดอกและเมล็ด

ดอก มีระยะการยอมรับของเกสรตัวเมียนานประมาณ 1 สัปดาห์ โดยเริ่มตั้งแต่ 2-3 วันก่อนดอกบาน ไปจน 2-3 วันหลังดอกบาน และวันดอกบานจะมีการยอมรับดีที่สุด

ละอองเกสร แก่เต็มที่เมื่อวันดอกบาน มีความงอกสูงสุดตอนที่แตกออกมาจากอับเรณู หลังจากนั้นจะมีความงอกลดลงตามลำดับ

ฝัก เรียวขาว แตกออกจากกันได้เป็น 2 ฝา มีเมล็ดประมาณ 20 เมล็ดต่อฝัก แต่พวกสายพันธุ์ผสมตัวเองซึ่งอ่อนแอ จะติดเมล็ดได้เพียง 10 เมล็ดต่อฝักเท่านั้น เมล็ดจะแก่หลังจากเมื่อดอกบานประมาณ 40 วัน และเก็บเกี่ยวทั้งต้นได้ประมาณ 30 วัน หลังจากสังเกตเห็นดอกบานหมดแล้วทั้งต้น

เมล็ด ไม่มี endosperm 1000 เมล็ดหนักตั้งแต่ 2.5 - 3.0 กรัม หรือ 660 - 670 กรัมต่อลิตร

ความงอก เขตร้อนเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติ ไม่เกิน 2 ปี แต่ในเขตหนาวอาจอยู่ได้ 3 ปี เมล็ดไม่มีระยะพักตัว

7. ศัตรูพืชและการป้องกัน

(1) โรคเน่าและ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย มักรุนแรงตอนมีใบเค็มที่ก่อนการออกดอก เนื่องจากมีใบประสานกันและคลุมผิวดิน ทำให้โคนต้นขึ้น จะเสียหายมากยิ่งขึ้นถ้าฝักกาดขาวสีต้องผ่านการออกดอกและห่อปลี เพราะระยะใบยาวนานเกินไป ดังนั้นการผลิต ในแบบจากเมล็ด-สู่เมล็ดจะปลอดภัยสูงกว่าการใช้ จะช่วยได้บ้างแต่อาจให้ผลไม่คุ้มค่า การใช้น้ำปูนขาวฉีดพ่นโคนต้นจะช่วยป้องกันได้

(2) โรคราน้ำค้าง ทำให้มีอาการใบแห้งลามจากขอบใบ พบรุนแรงในช่วงอากาศหนาวและมีหมอกจัด ทำให้พืชชงักการเจริญและการให้เมล็ดน้อย การฉีดพ่น รีดโดมิ (ซึ่งมีสารออกฤทธิ์ชื่อ เมทาแลกซิล กับแมนโคเซบ) ตามคำแนะนำในสลากจะช่วยลดอาการได้

(3) หนอนใย เป็นศัตรูสำคัญตลอดอายุเก็บเกี่ยว ดังนั้นจึงต้องหมั่นตรวจแปลงอยู่เสมอหากพบตัวผีเสื้อหนอนใยบินในขณะที่เดินผ่านแปลง ก็คาดคะเนได้อีกสองวันต่อมาจะมีตัวหนอนใยทำลายใบพืช จึงต้องรีบพ่นยาประเภทถูกตัวตาย เช่น ทามารอน (สารออกฤทธิ์ คือ เมธามิโดฟอส) หรือโมนิเตอร์ เป็นรายการประจำทุกสัปดาห์ แต่ถ้าหากพบว่าระบาดหนักโดยหลังจากพ่นแล้ว 2 วัน ยังไม่อาจควบคุมได้ต้องพ่นตามด้วย อูริโซด์ ซึ่งมีเชื้อแบคทีเรีย อันเป็นจุลินทรีย์ ที่ช่วยทำลายหนอนใยได้ อีกสองสามวัน

ต่อมาต้องทำการตรวจแปลง หากยังมีตัวหนอนทำลายอยู่อีก จะต้องใช้แชด-คิลเลอร์ (ซึ่งมี เทฟลูรอน เป็น สารออกฤทธิ์) ฉีดพ่นเพื่อป้องกันการเข้าดักแด้ ช่วยตัดวงจรชีวิตของแมลงดังกล่าวได้จากการหมุนเวียนสารเคมีฆ่าแมลงดังกล่าวจะช่วยลดการดื้อยาของแมลงและสามารถควบคุมการระบาดได้ดีกว่าการใช้สารเคมีประเภทเดียว หัวใจสำคัญของการควบคุมหนอนใยหนังสืออื่นใดก็คือ " ขยัน " ตรวจแปลง

(4) เพลี้ยอ่อน เป็นแมลงปากดูด ที่ดูดน้ำเลี้ยงจากส่วนของพืช นับเป็นศัตรูสำคัญที่พบบ่อยทำลายทั้งใบ ลำต้น ข้อตอก ระยะออกดอกและคิดเมล็ดเป็นช่วงที่ต้องเน้นการป้องกันเป็นพิเศษ เพราะทำให้ข้อดอกหยุดชะงักการเจริญ คดงอ ไม่อาจหวังผลให้ติดฝัก และเมล็ดอย่างสมบูรณ์ได้ ในช่วงเวลาต่อมา อันเป็นผลกระทบต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์อย่างใหญ่หลวง เพื่อตรวจพบบนต้นพืชแม้เพียงต้นเดียวก็ต้องรีบกำจัด ก่อนการระบาดจะแพร่ออกไปอย่างกว้างขวาง

8. การตัดทิ้ง

- ระยะต้นกล้า และระยะการเจริญทางใบเต็มที่
- พืชที่ป้องกันการผสมข้าม ผักกาดขาวเมือง ผักกาดจ้อน
- โรคเรื้อรังที่ต้องถอน โรคเน่าและ

9. การตรวจสอบแปลง

- ระยะเจริญทางใบเต็มที่
- ระยะดอกบาน

10. มาตรฐานแปลงขยายพันธุ์

- จัดระยะห่าง 1600 เมตร

11. การเก็บเกี่ยว

เมื่อผักกาดขาวปลีมีฝักแก่ทั้งต้นประมาณ 80 % โดยเห็นว่า มีสีฝักเป็นสีเหลืองดีแล้ว จะเก็บเกี่ยวทั้งต้นมาวัดรวมกัน วัดหนึ่งจะมี 2-3 ต้น จากนั้นก็นำไปแขวนบนราวไม้ ที่แข็งแรงพอรับน้ำหนักได้ และอยู่กลางแจ้ง จนฝักแห้งแล้วนำไปนวดต่อไป

การตากเมล็ดไม่แนะนำให้ตากกับพื้น โดยเฉพาะพื้นที่ดินแม้จะใช้ผ้าปูรองรับก็ยังมีไอน้ำขึ้นจากดิน ซึ่งเมล็ดจะดูดความชื้นจากดินทำให้เสียคุณภาพ ในช่วงเก็บเกี่ยวเมล็ดนั้นมักจะลွ่งเลยไปจนถึงเทศกาลสงกรานต์ ในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นฤดูฝน แม้ลานตากเมล็ดที่ทำด้วยซีเมนต์ ก็อาจมีปัญหาดังกล่าวได้

ข้อควรระวังคือ อย่าปล่อยให้เมล็ดแห้งคาต้น ผักจะแตก เมล็ดร่วงหล่น ผลผลิตเมล็ด
สูญเสีย และอย่าปล่อยให้ถูกฝนในแปลง เมล็ดอาจงอกคาต้นได้

การนวด หลังจากตากเมล็ดได้ประมาณ 1 สัปดาห์ ผักที่แห้งดีแล้วก็จะถูกนำไปกระเทาะ
เมล็ด โดยการนวดเบา ๆ ด้วยไม้แบน หรือใช้เท้ายำพอให้ผักแตก บนพื้นซึ่งปูด้วยผ้าเส้นหรือผ้าดิบ
รองรับเมล็ดที่หล่นออกมาจากผัก จากนั้นก็รวมเมล็ดมาใส่ถังคัดเอาฝุ่นละอองออก แล้วจึงบรรจุลง
ถุงผ้าดิบหรือบีบขนมปังที่มีฝาปิดมิดชิด เก็บไว้ในที่ปลอดภัยจากแมลง และความชื้นจากละอองฝน เพื่อ
รอจำหน่ายต่อไป

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้ควรมีความชื้นภายในเมล็ด 8 % และหากเก็บ
ในห้องเย็นหรือบรรจุกระป๋อง ควรลดความชื้นลงให้อยู่ในระดับ 5-6 % ความงอก 80 % ขึ้นไป และ
ผลผลิตที่ควรจะได้ จะแตกต่างกันไปตามกลุ่มพันธุ์ดังต่อไปนี้

กลุ่มพันธุ์ใบ	ควรจะได้	80 - 100 กิโลกรัม/ไร่
กลุ่มพันธุ์กึ่งห่อปลี	"	70 - 80 กิโลกรัม/ไร่
กลุ่มพันธุ์ห่อปลีแน่น	"	60 - 70 กิโลกรัม/ไร่

การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า

(Seed Production of Chinese Kale)

1. ชื่อพืช ผักคะน้า

Chinese Kale, Kaai Laan

Brassica oleracea var. acephala

or B. alboglabra Bailey

2. การผสมเกสร

เป็นพืชพวกผสมข้ามโดยธรรมชาติ (cross oikubated crio) ดอกมีขนาดใหญ่กว่าผักกาดขาวปลี โดยทั่วไปมีกลีบดอกสีขาว แต่บางพันธุ์อาจมีกลีบดอกสีเหลืองได้ แม้จะไม่ค่อยพบทั่วไปก็ตาม โดยเหตุที่มีดอกขนาดใหญ่กว่าดอกผักกาดขาวปลี จึงมีม ชันณรงค์ และผึ้งหลวง ต่างก็มีบทบาทในการช่วยผสมละอองเกสรให้แก่แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ได้เท่า ๆ กัน อาจพบปรากฏการณ์ผสมตัวเองไม่ติดในคะน้าได้เช่นเดียวกับผักกาดขาวปลี

3. ลักษณะประจำพันธุ์

ถึงแม้คะน้าจะเป็นผักที่มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย แต่กลับไม่นิยมทั่วไปในอีกหลายประเทศ เช่น สหิปปินส์ อินโดนีเซีย และประเทศที่ประชาชนมีเชื้อสายมาจากอินเดีย จึงไม่มีพันธุ์มากมายนัก พันธุ์ที่คนส่วนมากรู้จักกันได้แก่

ก. พันธุ์ใบแคบ ปลายแหลม ได้แก่ P.L. 20

ข. พวกใบกว้าง ขอบใบจัก สีเขียวอ่อน ได้แก่พันธุ์ฟางเบอร์ 1

ค. พวกใบกว้าง ขอบใบจัก สีเขียวอมฟ้ามีนวล ได้แก่พันธุ์ฟางเบอร์ 2

3. ความต้องการสภาพภูมิอากาศ

ต้องการอุณหภูมิต่ำในการกระตุ้นการออกดอก แต่ไม่หนาวจัดจนเกินไป เทียบกับผักกาดขาวปลีแล้ว การออกดอกของคะน้ายังต้องการอุณหภูมิต่ำน้อยกว่า ในสภาพที่พื้นที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีอยู่ในระดับ 20 องศาเซนเซียส หรือสูงกว่าเล็กน้อย เช่นที่ อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง (25°ซ) และที่ อ. ฟาง จ. เชียงใหม่ (24°ซ) คะน้าก็สามารถออกดอกและติดเมล็ดได้ดี ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปก็จะทำให้คะน้าออกดอกเร็วก่อนกำหนด ติดเมล็ดต่อต้นน้อย เป็นผลให้ได้ปริมาณเมล็ดต่อไร่ต่ำลงไปด้วย

5. การเขตรกรรม

1. ช่วงฤดูปลูกที่เหมาะสม ดีที่สุดในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน ปลูกโดยการหยอดเมล็ดโดยตรงโดยไม่ต้องย้ายกล้า
2. สภาพดินที่เหมาะสม เช่นเดียวกับผักกาดขาวปลีและผักครุยเฟิร์นชนิดอื่น ๆ
3. วิธีการปลูก ใช้วิธีหยอดเมล็ดลงหลุมในระยะปลูก 75 X 50 ซม. แล้วถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น เมื่ออายุ 25 วัน
4. การให้น้ำ ในระยะแรกให้น้ำแบบพ่นฝอย หลังจากการเจริญเติบโตทางใบเต็มที่แล้ว จึงให้น้ำแบบไขเข้าร่องไปจนกระทั่งเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์
5. การให้น้ำ ให้ครั้งแรกเมื่ออายุ 25 วัน โดยใช้สูตร 16-16-8
ครั้งที่สองเมื่อแทงช่อดอก โดยใช้สูตร 11-22-33
ครั้งที่สามเมื่อทุกต้นมีดอกบาน โดยใช้สูตร 16-16-8
ในอัตราครั้งละ 50 กิโลกรัม/ไร่

6. ศัตรูพืชและการป้องกัน

ศัตรูที่ทำความเสียหายให้มากคือแมลง เช่น เพลี้ยอ่อน หนอนใย ใช้สารกำจัดแมลงอย่างสม่ำเสมอเพื่อควบคุมให้ได้ ที่ใช้ได้แก่ โมนาเตอร์ ซูริไซด์ แซค-คิลเลอร์ ใช้อัตราตามฉลากแนะนำ ส่วนโรคราแอนแทรกโนสกับผัก จะมีปัญหาในช่วงหมอกลงจัดและความชื้นในอากาศสูง ใช้สารกันรา เช่น ไดโฟลาแทน ไดเทน-เอ็ม 45 จะช่วยลดอาการได้

7. การตัดทิ้ง

จำเป็นต้องมีการตัดต้นที่มีลักษณะไม่ตรงตามพันธุ์ออก ตัดทิ้งครั้งแรกเมื่อต้นอายุ 25 วัน และตัดทิ้งครั้งที่ 2 เมื่อต้นอายุ 40 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ใบเจริญเต็มที่แล้ว และคัดออกระยะสุดท้ายคือช่วงดอกบาน

ต้องกำจัดวัชพืชที่สามารถผสมข้ามได้ ในประเทศไทยพบว่าไม่มีปัญหา แต่ในแหล่งที่มีการปลูกต้น rape ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองทางเขตนาวต้องระมัดระวัง

ต้นที่เป็นโรคร้ายแรงซึ่งอาจจะระบาดและก่อให้เกิดปัญหาได้ ต้องถอนออก เช่นโรคเน่าเละ

8. การตรวจแปลงปลูก

อย่างน้อย 2 ครั้ง คือระยะใบเจริญเต็มที่ และระยะออกดอก

9. มาตรฐานแปลงขยายพันธุ์

แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์คะน้าพันธุ์ที่ต้องการ ควรห่างจากแปลงผลิตพันธุ์ผักชนิดอื่น ๆ ที่เกษตรกร
ตัวผู้จะปลิวมาผสมข้ามได้ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์หลัก ควรห่างจากแปลงอื่น 1,600 เมตร สำหรับแปลง
ผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่าย ควรห่าง 1,000 เมตร

10. การเก็บเกี่ยวและนวดเมล็ด

เมื่อผักแก่เต็มที่ ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของต้น ก็เก็บทั้งต้นมาตากบนราวแขวนกลาง
แดด หลังจากตากได้ 5 - 6 วันก็นำมากระเทาะเมล็ดด้วยการใช้ไม้ตีเบา ๆ หรือใช้เท้ายำ นำ
เมล็ดที่หลุดร่วง มาผัดด้วยกระดังให้สะอาด ความชื้นภายในเมล็ดไม่ควรสูงกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ และ
ขนาดเมล็ดควรวัดได้ระดับ 1,000 เมล็ด ควรหนักมากกว่า 3.0 กรัม

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ ควรจะได้ 100 - 150 กิโลกรัม/ไร่ หากต่ำกว่านี้ จะต้องมีการ
ปรับปรุงเทคนิคการปลูกหรือหาแหล่งปลูกที่เหมาะสมกว่านี้

ปัญหาการปลูกและการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี

(Brassica campestris var pekinensis) 1/

โดย ธงไชย ทองอุทัยศรี 2/

1. คำนำ

ผักกาดขาวปลีมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Brassica campestris var pekinensis บางครั้งก็จะเรียกว่า Brassica pekinensis เลย เป็นผักซึ่งจัดอยู่ใน Family Cruciferea ซึ่งเป็น family เดียวกันกับกะหล่ำปลี กะหล่ำดอก บร็อคโคลี่ และผักกาดหัว

ผักกาดขาวปลีเป็นผักที่คนไทยนิยมรับประทานมากที่สุดชนิดหนึ่ง เป็นผักซึ่งสามารถรับประทานสด และประกอบอาหารทั้งแกง และผัด แม้กระทั่งใช้ในการถนอมอาหารต่าง ๆ ใบนอกของผักกาดขาวปลีที่ชอกช้ำจากการขนส่งและถูกพ่นน้ำแม้น้ำคั้นคั่วทิ้งก่อนนำไปวางขายนั้นสามารถนำไปทำต่างง่าย ๆ สำหรับใส่ถ้วยเตี๋ยต่าง ๆ ได้อีกด้วย ในประเทศเกาหลีผักกาดขาวปลีถูกนำไปดองรวมกับพริก เรียกว่า "กิมจิ" ซึ่งเป็นผักดองที่มีชื่อชนิดหนึ่งของชาวเกาหลี กล่าวโดยสรุปแล้วผักชนิดนี้มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการปลูก การตลาด ที่สุดชนิดหนึ่งของประเทศไทย

2. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

2.1 เนื้อที่ปลูก จากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตรปรากฏว่ามีการปลูกผักกาดขาวปลีทั้งประเทศใน พ.ศ. 2524/25 เป็นเนื้อที่ 58,608 ไร่ ภาควิชาที่ปลูกมากที่สุดคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ 24,686 ไร่ รองลงมาคือภาคเหนือมีเนื้อที่ปลูก 13,953 ไร่ และจังหวัดที่ปลูกมากที่สุดในภาคเหนือคือจังหวัดเชียงใหม่

-
- 1/ เสนอในการฝึกอบรม การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก ณ ศูนย์วิจัยเพิ่มผลผลิตการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วันที่ 25-29 มกราคม 2531
- 2/ อาจารย์ระดับ 7 สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่

2.2 ผลผลิต ผลผลิตทั่วไปประเทศใน พ.ศ. 2524-25 ประเทศไทยผลิตได้ 52,703 ตัน
ภาคที่ผลิตได้มากที่สุดคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลิตได้ 17,762 ตัน จังหวัดที่ผลิตได้มากที่สุดใน
ภาคเหนือคือจังหวัดเชียงใหม่ ผลิตได้ 3,953 ตัน

แหล่งปลูกที่สำคัญที่สุดของภาคเหนือคือที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอแม่สรวย
จังหวัดเชียงราย ทั้ง 2 อำเภอ นี้มีการปลูกฝักกาดขาวปลีตลอดทั้งปี และเป็นแหล่งสำคัญที่ผลิตฝักกาด
ขาวปลีส่งไปจำหน่ายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ขณะนี้ยังไม่มีสถิติที่แน่นอนของการผลิตฝักกาดขาวปลี
ในแต่ละเดือนของจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย ถ้าหากทางราชการจะได้ทำการสำรวจเนื้อที่ปลูกและ
ผลผลิตของฝักกาดขาวปลีในแต่ละเดือนของสองจังหวัดนี้ก็จะ เป็นข้อมูลที่ เป็นประโยชน์ในการที่ใช้
ประกอบการพิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์ การส่งเสริม และการตลาดของฝักชนิดนี้ในโอกาสต่อไป

2.3 ปริมาณและมูลค่าเมล็ดพันธุ์ฝักกาดขาวปลีที่ส่งเข้าประเทศ

ฝักกาดขาวปลี เป็นเมล็ดพันธุ์พืชควบคุมชนิดหนึ่งในจำนวน 10 ชนิดที่กระทรวงเกษตร
ได้ประกาศเป็นพันธุ์พืชควบคุม ปริมาณและมูลค่าของการส่งเข้าได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณการนำเข้าของพันธุ์พืชควบคุม ปี 2525-2526

ลำดับ	ชื่อพืช	ปริมาณปี 2525 (กก.)	ปริมาณปี 2526 (กก.)	มูลค่า
1	ผักกาดเขียวปลี	70,032.80	9,805.00	734,755.67
2.	ผักกาดขาวปลี	70,162.17	14,143.44	6,795,106.98
3.	ผักกาดหัว	116,478.16	11,061.84	3,690,159.14
4.	ผักบุ้ง	27,586.36	100,000.00	4,289,803.81
5.	มะเขือเทศ	804.08	1,201.51	965,079.11
6.	พริก	652.25	627.65	375,908.35
7.	ถั่วลิสงเตา	72,995.00	60,932.00	835,071.14
8.	คะน้า	88,621.00	34,287.40	1,975,417.99
9.	ข้าวโพดหวาน	25.00	136.36	6,895.75
10.	แตงกวา	-	13.64	2,829.00

ข้อมูลของฝ่ายควบคุมพันธุ์พืช กองควบคุมพืช และวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

จากสถิติในตารางแสดงให้เห็นว่าใน พ.ศ. 2525 - 2526 ประเทศไทยสั่งเมล็ดผักกาดขาวปลีเข้ามาเป็นปริมาณ 70,162.17 กก. และ 14,143.44 กก. ตามลำดับ มูลค่าของเมล็ดพันธุ์ที่ส่งเข้าในปี 2525 ไม่ได้ระบุไว้ แต่มูลค่าในปี 2526 เป็นเงิน 6,795,106.98 บาท เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณนำเข้าในปี 2526 น้อยกว่าในปี 2525 ถึง 56 ตัน เหตุที่ปริมาณสั่งเข้าลดน้อยลงมาก ได้รับรายงานว่าสภาพอากาศในปีการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักในประเทศไทยสาธารณรัฐประชาชนจีน และประเทศจีน ได้หนาว ในปี 2525 ไม่เอื้ออำนวย จึงทำให้ผลผลิตเมล็ดผักส่วนใหญ่ลดลงมาก

การส่งออกเมล็ดพันธุ์ผักของทั้งสองประเทศในปี 2526 จึงกระทบกระเทือนมาก เมื่อเป็นเช่นนี้อาจทำให้เมล็ดพันธุ์ผักขาดขายปลีกโดยเฉพาะที่ต้องสั่งจากประเทศทั้งสองดังกล่าว แล้วในปีนี้แพงกว่าปีที่แล้วมาก

3. ปัญหาการปลูก

3.1 ปัญหาเกี่ยวกับพันธุ์

การปลูกผักกาดขาวปลีกในปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกจะซื้อเมล็ดพันธุ์ โดยซื้อเมล็ดพันธุ์ที่ตนเองเคยปลูกได้ผลดีมาแล้ว หรือโดยการแนะนำจากผู้จำหน่ายเมล็ด หรือมีฉะนั้นก็โดยการแนะนำของเกษตรกรรายอื่นที่เคยปลูกมาก่อน

จากการสำรวจร้านจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีกในจังหวัดเชียงใหม่ 4 ร้าน พอที่จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์และราคาเมล็ดพันธุ์ดังนี้

ชื่อร้าน	พันธุ์	ขนาดบรรจุ	ราคาจำหน่าย (บาท)	หมายเหตุ
1. เจียไต๋	เทียนจิน เบอร์ 1,32	1 ปอนด์	700	
ส่งเสริม	"	1 ปอนด์ 2	345	
การเกษตร	"	1 ปอนด์ 4	183	
	"	1 ปอนด์ 20	50	
	ทางหงษ์	1 ปอนด์	60	
	"	1 ปอนด์ 2	31	
	"	1 ปอนด์ 4	16	
	"	1 ปอนด์ 20	5	
	พันธุ์ฝรั่งเบอร์ 1	1 ปอนด์	120	
		1 ปอนด์ 2	61	
		1 ปอนด์ 4	31	
		1 ปอนด์ 20	11	

ชื่อร้าน	พันธุ์	ขนาดบรรจุ	ราคาจำหน่าย (บาท)	หมายเหตุ
เจียไต๋ (ต่อ)	ขาวปลีพันธุ์ใหญ่	1 ปอนด์	60	
		1 ปอนด์ 2	31	
		1 ปอนด์ 4	16	
		1 ปอนด์ 20	5	
2. ร้านเชียงใหม่ เกษตร	ขาวปลี (ขาวยอ)	32 กรัม	8	
3. ร้านโค้วจูนฮวด	พันธุ์คัดเอง	32 กรัม	50	
		1 ลิตร 2	80	
4. เชียงใหม่มิตร- ภาพเคมี	เทียนจีน O.K. (ตราช้าง)	20 กรัม	45	เกษตรกรนิยม
	ตราลูกบอลล์	110 กรัม	110	
		20 กรัม	45	
		110 กรัม	110	

จากการสอบถามเกษตรกรที่ปลูกผักกาดขาวปลีในเขตอำเภอฝาง พบว่าส่วนใหญ่จะใช้พันธุ์เทียนจีน จะเป็นเทียนจีนตราเรือบิน หรือเทียนจีนตราช้างก็ใช้ได้ สำหรับแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์เทียนจีนนี้เข้าใจว่าจะเป็นประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน หรือจีนไต้หวัน

พันธุ์ดังกล่าวจะมีเปอร์เซ็นต์แช่ปลี 100 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูหนาว แต่สำหรับในฤดูฝนที่อำเภอฝาง จะมีเปอร์เซ็นต์แช่ปลีไม่ต่ำกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ จากการคาดคะเนด้วยสายตา เนื่องจากยังไม่ได้มีการทดลองทางวิชาการเปรียบเทียบการแช่ปลีของพันธุ์ต่าง ๆ

ปัญหาการแช่ปลีน้อยในฤดูฝนเนื่องจากอุณหภูมิโดยเฉลี่ยหลังจากเดือนกุมภาพันธ์ ไร่แล้ว แม้จะอยู่ในภาคเหนือก็จะสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม ผักกาดขาวปลีเป็นผักในจำพวก Brassica ซึ่งต้องการอุณหภูมิต่ำพอสมควรในการเจริญเติบโตทางด้าน vegetative stage ไปกระตุ้นให้ต้นผักกาดขาวปลีแทงช่อดอกโดยไม่ต้องผ่านการแช่ปลีก่อน สภาพการปลูกบนพื้นราบในภาคเหนือในฤดูหนาวเท่าที่ทราบยังไม่มีปัญหาในเรื่องผักกาดขาวปลี ซึ่งออกดอกก่อนแช่ปลี แต่ถ้าปลูกบนที่สูงตั้งแต่ 1,000 เมตร ขึ้นไป ในช่วงฤดูหนาวจะมีปัญหาดังกล่าว

สรุปแล้วปัญหาเกี่ยวกับอากาศในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับอุณหภูมิสูงเกินไป สำหรับในฤดูฝนนั้นปริมาณน้ำฝนมากเกินไปก็มักจะมีปัญหาเกี่ยวข้องไปถึงการเกิดโรคต่าง ๆ ได้

4.3 ปัญหาเกี่ยวกับโรคและแมลง

ก. การปลูกเพื่อผลิตสด (เก็บเกี่ยวปลีของผักกาดขาว)

การปลูกเพื่อผลิตสดนี้ต้นผักกาดขาวปลีจะมีการเจริญเติบโตในด้าน Vegetative stage เท่านั้น ระยะที่แช่ปลีเต็มที่เป็นระยะที่ผู้ปลูกจะต้องรีบตัดเพื่อเก็บเกี่ยวไปจำหน่ายทันที การปลูกในฤดูหนาวจะมีปัญหาเกี่ยวกับโรคและแมลงน้อยกว่าการปลูกในฤดูฝน โรคที่มักจะเกิดขึ้นคือโรคเน่าเละ (Soft rot) ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (*Erwinia Carotovora*) เชื้อนี้มักจะเข้าตามส่วนของต้นที่เป็นแผลแล้วเจริญเติบโตทำลาย tissue ของพืชทำให้เน่า การให้น้ำแบบ furrow จะทำให้โรคระบาดในแปลงได้ ส่วนแมลงที่เป็นศัตรูผักกาดขาวปลีในระยะ vegetative stage เท่าที่พบจะมีจำพวกหนอนต่าง ๆ ถ้าหากมีการฉีดยาป้องกันอยู่อย่างสม่ำเสมอก็สามารถควบคุมได้ ไม่ใช่ปัญหาที่สำคัญนัก

ข. การปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์

การปลูกผักกาดขาวปลี เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์นั้นต้นผักกาดขาวปลีจะต้องอยู่ในแปลงนานกว่าการปลูกเพื่อผลิตผล การเจริญเติบโตในช่วงหลังถ้าหากผู้ปลูกดูแลการเจริญเติบโตในช่วงแรก (vegetative stage) ดี ไม่มีโรคและแมลงรบกวนก็จะทำให้ต้นผักกาดขาวปลีสสมบูรณ์ พอที่จะเจริญต่อไปในช่วงที่ออกดอกติดเมล็ดได้ การเจริญเติบโตในช่วงหลังนี้จะไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องโรค แต่อาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับเพลี้ยอ่อน และหนอนใยได้ การปลูกผักใน family Crucifer เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ในระยะ 3-4 ปี ที่ผ่านมานี้ในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ จะมีหนอนใยเข้าทำอันตรายมาก และเป็นที่ทราบกันดีในปัจจุบันว่าสารเคมีที่ใช้ฉีดยากันกำจัดหนอนใยจะไม่ค่อยได้ผลในระยะหลังนี้ ยาที่เป็นจำพวกแบคทีเรีย *Baccillus* จะได้ผลดีกว่า

4.4 ปัญหาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (post-harvest handling)

การปลูกผักกาดขาวปลีเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตสดในปัจจุบันเกษตรกรหรือพ่อค้าที่ไม่ทำการรับซื้อจากเกษตรกรผู้ปลูกมิได้จัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องตามหลักวิชา เพื่อจะทำให้คุณภาพของผักไม่ถึงมือผู้บริโภคในสภาพที่ดีพอ กล่าวคือหลังจากตัดผักจากต้นแล้ว เกษตรกรจะกองผักตากแดดอยู่ในแปลงเป็นเวลานาน ทำให้สีของผักกาดสะสมความร้อนโดยไม่จำเป็น ภาชนะที่ใช้บรรจุผักกาดขาวปลีเพื่อขนขึ้นรถบรรทุกจะเป็นเข่งคาน่าต่าง ๆ ขนาดบรรจุประมาณ 10 กก. ภาชนะดังกล่าวเมื่อบรรจุผักกาดขาวปลีเต็มแล้วก็จะถูกนำขึ้นซ้อนกันบนรถบรรทุกเฉลี่ยประมาณ 4-5 ชั้น การเดินทางจากแหล่งปลูกในอำเภอฝาง ถึงตลาดขายส่งในจังหวัดเชียงใหม่เป็นระยะประมาณ 160 กม. เมื่อรถขนผักกาดขาวปลีถึงเชียงใหม่ หลังจากขนเข่งบรรจุผักเหล่านี้ลงจากรถปรากฏว่าผักกาดขาวปลีในเข่งใบล่าง ๆ จะเสียหายประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ ความเสียหายดังกล่าวเป็นความเสียหายจากการใช้ภาชนะที่ไม่เหมาะสมและการบรรทุกที่ไม่ถูกต้อง

อย่างไรก็ดีจากสภาพราคากากาดขาวปลีในปัจจุบัน พ่อค้าไปรับซื้อผักไม่อาจจะจัดหาภาชนะที่มีคุณภาพดีและมีราคาแพงไปกว่าภาชนะที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ เพราะจากการสอบถามพ่อค้าขายผักที่ตลาดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ทราบว่าผักกาดขาวปลีในช่วงเดือนสิงหาคม - กันยายน จะมีราคาเพียง 10 สตางค์/กก. เท่านั้น ส่วนช่วงที่ราคาแพงที่สุดคือเดือนมีนาคม - เดือนเมษายน ซึ่งมีราคาขายส่งประมาณ 4 บาท/กก. ด้วยเหตุนี้ราคากากาดขาวปลีจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ไม่อาจทำให้พ่อค้าขายส่งหันไปใช้ภาชนะบรรจุผักสำหรับการขนส่งที่ดีกว่าภาชนะที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ต่อไปในอนาคตถ้าหากว่าราคา

ฝักกาดขาวปลีสูงขึ้นความต้องการของตลาดสูงขึ้น และเกษตรกรสามารถรวมกลุ่มจำกัดปริมาณการผลิตให้พอเหมาะกับความต้องการของตลาดได้ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดจำหน่ายฝักดังกล่าวคงหันมาให้ความสนใจกับการจัดการหลังการเก็บ เกี่ยวที่ถูกรวบรวมได้

5. ปัญหาการผลิตเมล็ดพันธุ์

ธงไชย ทองอุทัยศรี และคณะได้ทำการทดลองปลูกฝักกาดขาวปลีสายพันธุ์ฝางเบอร์ 2 ที่สถานีทดลองพืชสวนฝาง ระดับความสูงจากน้ำทะเล 550 เมตร และที่คอยช้างเคียน ระดับ 1200 เมตร การทดลองที่สถานีทดลองพืชสวนฝางหลังจากต้นฝักกาดขาวปลีแล้วได้ทำการชั่งน้ำหนักปลี คัดเลือกแล้วย้ายปลูก วิธีนี้ทำให้มีต้นตายจากโรคเน่าและในอัตราที่สูง ต้นที่เหลือรอดมาให้ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยเพียง 2.88 - 4.12 กรัม/ต้น สำหรับการทดลองที่คอยช้างเคียนนั้น ได้ปลูกโดยวิธีหยอดเมล็ดโดยตรง กลางเดือนตุลาคม (หลังจากการปลูกที่สถานีทดลองพืชสวนฝางประมาณ 1 สัปดาห์) ผลปรากฏว่า 85.82 เปอร์เซ็นต์ ของต้นฝักกาดขาวปลีจะผ่านการเจริญเติบโตทางด้าน vegetative stage ไปเป็น reproductive stage เลย ได้ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 26.76 กรัม/ต้น ประเมินผลผลิตเมล็ดได้ 104.7 กก./ไร่

เนื่องจากฝักกาดขาวปลีสายพันธุ์ฝางเบอร์ 2 ในระหว่างมี 2520 ยังอยู่ในระยะการปรับปรุงพันธุ์อยู่ การปลูกที่สถานีทดลองพืชสวนฝางดูเหมือนเหมาะสมที่ต้นฝักกาดขาวปลีมีการเจริญเติบโตทางด้าน vegetative อย่างเต็มที่ ทำให้มีโอกาสได้คัดเลือกลักษณะทาง phenotype ของสายพันธุ์นี้ ส่วนการปลูกที่คอยช้างเคียนนั้นเนื่องจากดูเหมือนมีค่าเกินไป ที่ต้นฝักกาดขาวปลีสายพันธุ์นี้จะได้เจริญเติบโตทางด้าน vegetative หลังจากถูก vernalization แล้วต้นฝักกาดขาวปลีออกดอกเลย ทำให้ไม่สามารถทำการคัดเลือกลักษณะทาง phenotype ได้ ทางการปลูกเพื่อผลิตเมล็ดโดยวิธีนี้เหมาะที่จะได้ใช้กับสายพันธุ์ที่มีความสม่ำเสมอดีแล้ว และต้องการขยายพันธุ์ ซึ่งจะใช้ระยะเวลาสั้นกว่าที่ต้นต้องเข้าปลีก่อน

6. สรุปปัญหา

การปลูกฝักกาดขาวปลีในประเทศไทยขณะนี้พอจะแยกปัญหาออกได้เป็น 2 ประเด็น คือ

ก. การปลูกเพื่อผลผลิตสด

ปัญหาการปลูกเพื่อผลผลิตสดเวลานี้พันธุ์ที่ใช้อยู่เช่นพันธุ์เทียนจีน ถึงแม้จะมีเปอร์เซ็นต์

การเข้าปลีไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในการปลูกนอกฤดูหากการเข้าปลีถึง 75 เปอร์เซ็นต์ และราคาสูงกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเกษตรกรก็ยังสามารถปลูกอย่างมีกำไรได้ ปัญหาใหญ่ในปัจจุบันไม่ใช่ปัญหาเรื่องพันธุ์แต่เป็นปัญหาราคาผลผลิตในตลาด

ข. การปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์

การปลูกฝักกาดขาวปลีเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์นั้นผู้บรรยายมีความมั่นใจว่าสภาพดินฟ้าอากาศทางภาคเหนือของประเทศไทยสามารถทำได้แน่เนื่องจากราคารับซื้อเมล็ดพันธุ์จากบริษัทจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ในประเทศต่ำเกินไป ทำให้การผลิตเมล็ดพันธุ์ในระดับฟาร์มขนาดเล็กของประเทศไทย ไม่สามารถแข่งขันกับฟาร์มผลิตเมล็ดพันธุ์ตามระบบคอมมอนของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และจีนไต้หวัน ได้ถึงแม้ว่าเราจะสามารถสร้างพันธุ์ฝักกาดขาวปลีลูกผสมที่สามารถปลูกนอกฤดูได้ ถ้าราคาผลผลิตสดยังอยู่ในระดับต่ำเช่นในปัจจุบัน เกษตรกรก็คงจะยังไม่สามารถปลูกฝักกาดขาวปลีให้มีกำไรงามได้

ผลผลิตเมล็ดในไต้หวัน Opvar 600 kg/ha

F₁ hybrid จะได้ 300 kg/ha

เอกสารอ้างอิง

1. กรมส่งเสริมการเกษตร, สถิติการปลูกพืชผัก สำนัปีการเพาะปลูก 2524/25
โดยฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงานและโครงการพิเศษ
2. กรมวิชาการเกษตร สถิติปริมาณการนำเข้าของพันธุ์พืชควบคุมปี 2525-2526 ตัวแทน
บริษัทเสียวไต้ส่งเสริมการเกษตร นำมาเผยแพร่ในการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติ
ครั้งที่ 4 ที่สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ จ. เชียงใหม่
3. สำนักงานสถิติการเกษตร , กระทรวงเกษตร , ตารางแสดงการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผัก
ชนิดต่าง ๆ , ข้อมูลนี้ได้มาโดยการติดต่อเป็นการส่วนตัว
4. Tonguthaisri , Thongchai et al , 1977, Semi-annual report No. 2,
Research on Vegetables for and seed production and for the fresh market
as replacement crops for opium poppy in northern Thailand.
Division fo Horticulture, Department of Agriculture, Bangkok,
Thailand.

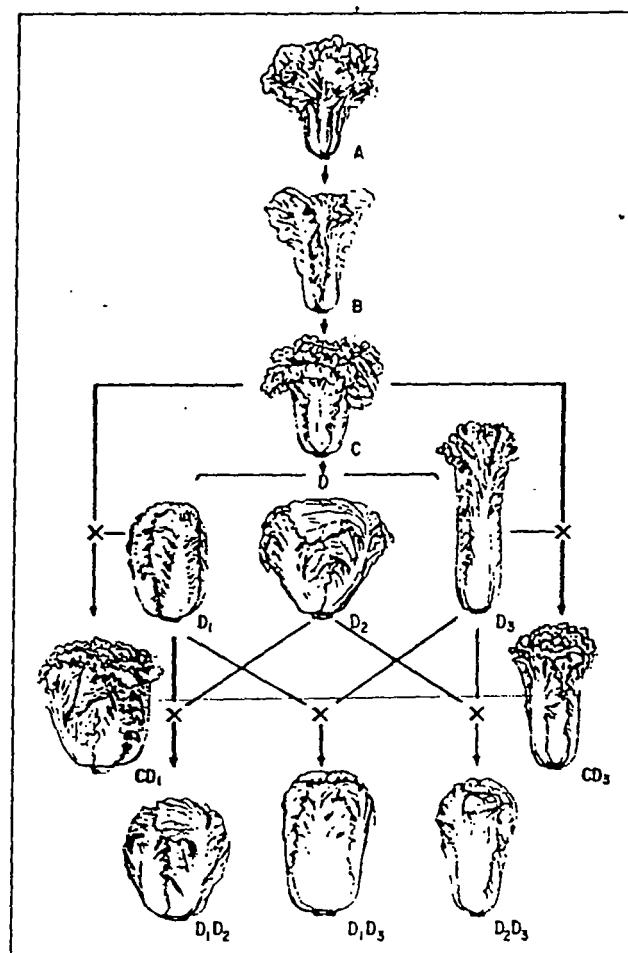


Figure 1. The evolution of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp *pekinensis*). A. var *dissoluta*, B. var *infarcta*, C. var *laxa*, D. var *cephalata*, D₁. f *ovata*, D₂. f *depressa*, D₃. f *cylindrica*, CD₁. var *laxa* x f *ovata*, CD₃. var *laxa* x f *cylindrica*, D₁D₂. f *ovata* x f *depressa*, D₁D₃. f *ovata* x f *cylindrica*, D₂D₃. f *depressa* x f *cylindrica*

(CD₁) Fluffy-topped ovate form: Hybrid form produced from var *laxa* x f *ovata*, head stout, solid, with fluffy top; adaptable to unfavorable climate and extensive growing conditions.

(CD₃) Fluffy-topped cylindrical form: Hybrid from var *laxa* x f *cylindrica*, head cylindrical with fluffy top, though not very solid; highly adaptable to unfavorable climate and extensive growing conditions.

(D₁D₂) Flat-topped ovate form: Hybrid form from f *ovata* x f *depressa*, head ovate with flat top, more solid and better keeping quality than f *ovata*.

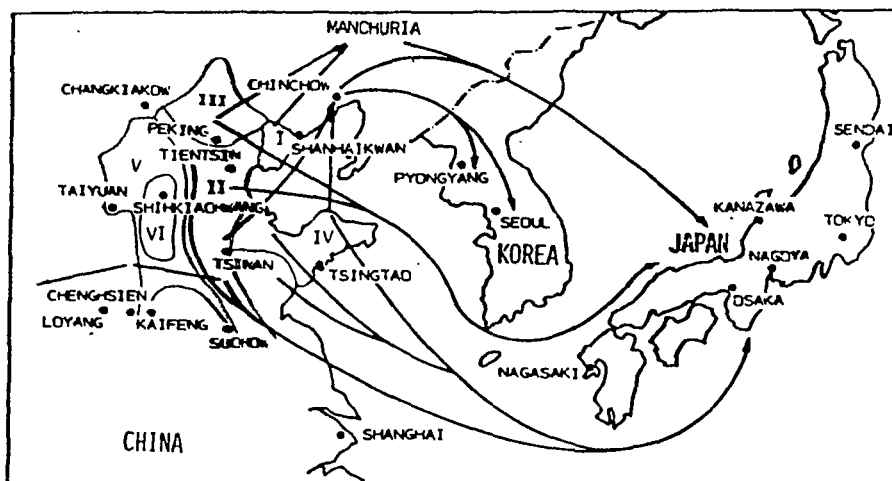


Figure 1. Introduction of Chinese cabbage from various regions of China into Japan and Korea (adapted from Kastumata 1971)

Table 1. Parent materials and early classical cultivars of Chinese cabbage in Japan

Parent material from China	Classical cultivars in Japan
Chiifu group	Chiifu, Matsushima, Matsushima Junnigo
Miyaoshen group	Hotoren
Chiifu x Miyaoshen natural hybridization	Kaga
Juhowashin group	Aichi, Nozaki

BREEDING METHODS

The evolution of Chinese cabbage breeding methodology is important to the history of cultivar development. Eiji Watanabe, a Chinese cabbage breeder since 1922, traces here the evolution of Chinese cabbage breeding methods in Japan.

EARLY STAGE (1910-1930)

Initially mass selection and later individual or line selections were the two major approaches to Chinese cabbage breeding. At this period rice breeding was an active research topic and it was thought that methods similar to those used in rice breeding could be adopted. However, information on self-incompatibility and inbreeding depression was not available in those days. Individual and line selection improved crop uniformity but in most cultivars the yield performance did not improve.

2. WATANABE CHINESE CABBAGE CULTIVARS IN JAPAN

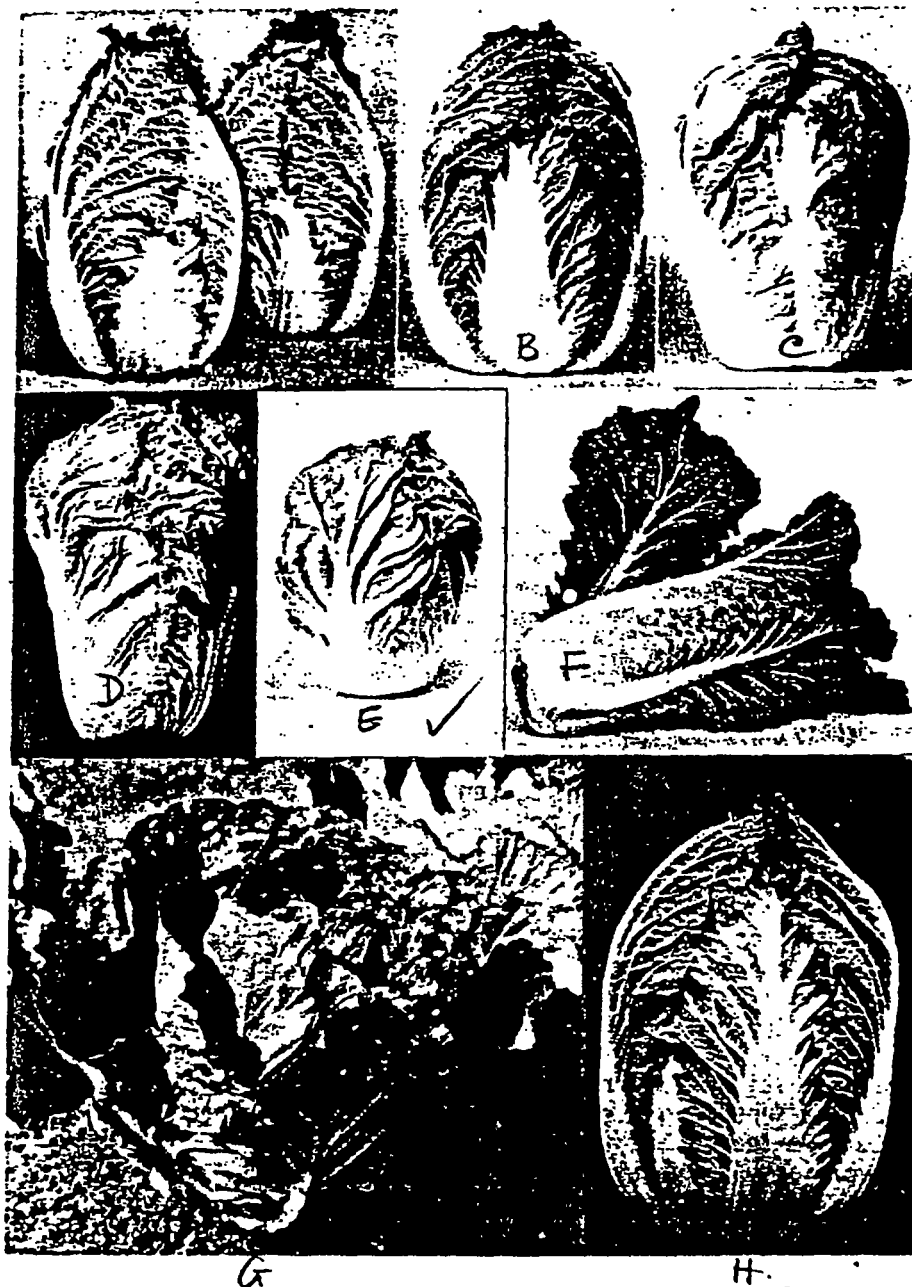


Figure 2. Head shapes of various Chinese cabbage cultivar groups: A. Chiifu group, B. Kaga group, C. Hotoren group, D. Aichi group, E. Ken-shin group, F. Bamboo shoot type, G. Interspecific hybrid and H. F_1 hybrid Olympia, Hiratsuka Ichigo $\times$ Chiifu

cross of Chiifu and Hotoren groups and there is no specific characteristic associated with them. In general Kaga group cultivars have thicker, somewhat larger dark green leaves and round topped heads (Figure 2B).

การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

ดร. ธงไชย ทองอุทัยศรี

1. คำนำ

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) จัดอยู่ใน family *Compositae* เป็นผักที่สำคัญที่สุดของ family นี้ ทั้งในแง่ปลูกเพื่อบริโภคสดและปลูกเพื่อผลิตเมล็ด ผักอื่น ๆ ใน family นี้เรียงตามลำดับความสำคัญในแง่ปริมาณเมล็ดที่ผลิตได้แก่ endive, salsify และ chicory ใน ค.ศ. 1951 เมื่อที่ปลูกผักกาดหอมในสหรัฐฯ มี 2,648 เอเคอร์ ซึ่ง 81-เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดังกล่าวเป็นการปลูกผักกาดหอมประเภทเข้าหัวหรือเข้าปลี

2. ดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม

การปลูกผักกาดหอมเพื่อผลิตเมล็ดในประเทศไทย ควรจะเริ่มเพาะกล้าในคอนเพลยฤดูฝน โดยกะระยะเวลาต้นกล้าสูงประมาณ 10 ซม. หรือเมื่ออายุประมาณ 25 - 30 วัน แล้วจึงย้ายปลูกในแปลงซึ่งควรจะเป็นช่วงที่หมดฝนพอดี ระยะที่ต้นผักกาดหอมเจริญเติบโตทางใบก็ควรจะเป็นช่วงฤดูหนาวของทางภาคเหนือ หรือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผักกาดหอมไม่ชอบอากาศร้อน ในช่วงเก็บเกี่ยวเมล็ดไม่ควรจะมีฝนตก ถ้าฝนตกในระยะที่ต้นผักกาดหอมกำลังติดเมล็ด จะได้รับความเสียหายมาก เมล็ดร่วงหล่นจากต้นและทำให้ยากลำบากต่อการตากให้เมล็ดแห้ง แต่ละพันธุ์มีอายุการแก่ให้เมล็ดแตกต่างกันก่อนที่จะปลูกพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งเพื่อทำการผลิตเมล็ดพันธุ์ ควรจะทราบอายุแก่เก็บเกี่ยวให้เมล็ดของแต่ละพันธุ์ และพยายามจัดวันปลูก เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้มีฝนในช่วงที่เมล็ดกำลังจะแก่ ตัวอย่างเช่น พันธุ์จำพวก Great lakes พบว่าไม่สามารถปลูกเพื่อผลิตเมล็ดให้ผลดีในรัฐโอไฮโอ และยูทาห์ แต่สามารถปลูกได้ในรัฐคาลิฟอร์เนียและอริโซนา ของสหรัฐอเมริกา

การปลูกผักกาดหอมเพื่อผลิตเมล็ด สามารถปลูกได้ในดินหลายชนิด แต่ที่ดินที่เหมาะสมควรเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam), silty clay และดิน silty clay loam ข้อสำคัญ

-
- 1/ ดร.ธงไชย ทองอุทัยศรี อาจารย์ประจำฝ่ายขยายพันธุ์พืชและสัตว์ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่ บรรยายสำหรับผู้เข้าร่วมสัมมนาการปรับปรุงพันธุ์ผัก ณ ศูนย์วิจัยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วันที่ 26 มกราคม 2531 เวลา 13.00 น. - 16.00 น.

คือ ดินนั้นจะต้องมีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ รักษาความชุ่มชื้นในดินได้ดี และต้องไม่เป็นดินเกลือ จากการทดลองผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ดอยแม่สไลใหม่ พบว่าดินตามดอยทั่ว ๆ ไปทางภาคเหนือก็ใช้ปลูกผักกาดหอมเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ แต่ดินนั้นไม่ควรจะมี pH ต่ำกว่า 5.5 เพราะถ้าดินเป็นกรดจัดจะทำให้การเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร

ในสหรัฐอเมริกาที่ปลูกผักกาดหอมเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์มากที่สุดได้แก่ ที่บริเวณหุบเขาซาคราเมนโต และอิมพีเรียลของรัฐแคลิฟอร์เนีย ทางภาคตะวันตกเฉียงใต้ ทางภาคตะวันออกของรัฐออริกอน

3. ชนิดของผักกาดหอม

Thompson (1951) ได้แบ่งผักกาดหอมออกเป็น 5 ชนิดดังนี้

1. Crisp-head ได้แก่ผักกาดหอมห่อหรือสลัดแก้ว หรือชนิดที่เข้าหัว
2. Butter-head ได้แก่ ผักกาดหอมที่ปลูกกันมากทางยุโรปตอนเหนือ เช่น เนเธอร์แลนด์ อังกฤษ เยอรมันนี ฯลฯ
3. Leaf หรือ bunching ได้แก่ผักกาดหอมใบหรือสลัดใบ
4. Cos หรือ romaine ได้แก่ผักกาดหอมใบที่มีทรงต้นสูง ใบเรียวยาว
5. Stem

3.1 ใบ

ผักกาดหอมที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในสหรัฐอเมริกาได้แก่ประเภทแรกคือ ผักกาดหอมห่อ สีของผักกาดหอมอาจจะมีสีเขียวอ่อนจนถึงเขียวแก่ หรืออาจจะเป็นสีน้ำตาลและสีแดง ความเข้มของสีอาจจะมีตั้งแต่สีน้ำตาลอ่อนหรือแดงอ่อน ๆ จนกระทั่งน้ำตาลหรือแดงแก่

รูปทรงของใบอาจจะมีตั้งแต่รูปทรงกลม เช่น ในพันธุ์ New York และพันธุ์ Imperial จนกระทั่งรูปทรงยาวรี เช่น พวก Cos ทั้งหลาย ลักษณะความแน่นของหัวผักกาดหอมก็แตกต่างกันมากตั้งแต่การฟอร์มเป็นหัวทวม ๆ เช่น ประเภท Butter head และประเภทหัวแน่น เช่น Crisp-head ซึ่งการที่มีหัวแน่นจะทำให้การแทงช่อดอกลำบาก และจำเป็นต้องทำการตัดหัว เพื่อช่วยให้ต้นสามารถแทงช่อดอกได้สะดวก

3.2 ระบบราก

รากของต้นผักกาดหอมเจริญเติบโตรวดเร็วมาก Weaver และ Bruner (1927) พบว่ารากแก้ว (tap root) ของผักกาดหอมอาจจะเจริญยาวถึงวันละหนึ่งนิ้ว ภายใต้สภาพที่เหมาะสม รากนี้จะเจริญต่อไปเรื่อย ๆ จนอาจจะถึงหกฟุต เมื่อต้นผักกาดหอมออกดอก สำหรับในเขตที่มีความชื้นสูงหรือบริเวณที่มีดินคั้น รากจะยาวไม่ถึงหกฟุต รากส่วนใหญ่จะพบที่ความลึกประมาณสองฟุต รากฝอยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ระดับหนึ่งฟุต

3.3 ข่อดอก

ส่วนของลำต้นที่เป็นข่อดอกและเจริญต่อไป เป็น เมล็ด จะสูงประมาณ 2-4 ฟุต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ พันธุ์ประเภท Butter head เช่น May King และ Big Boston ประการนี้จะสูงประมาณ 2-2 $\frac{1}{2}$ ฟุต นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างเกี่ยวกับความแน่นของข่อดอกในผักกาดหอมแต่ละชนิดด้วย การที่ผักกาดหอมมีความแตกต่างกันในเรื่องสีของใบ ความสูงของข่อดอก และความแน่นของข่อดอกนี้ ทำให้เราสามารถที่จะแยกชนิดของผักกาดหอมได้จากในแปลง โดยไม่ต้องดูลักษณะของต้นผักกาดหอมในระยะที่สามารถตัดออกจำหน่าย

ข่อดอกของผักกาดหอมเป็นแบบ panicle โดยมีดอกเป็นกระจุก ๆ อยู่แต่ละกระจุก จะมีดอกประมาณ 15-25 ดอก กระจุกที่อยู่ส่วนบนสุดจะเป็นกระจุกที่มีอายุแก่ที่สุด กระจุกที่ต่ำลงมาหรือที่แยกออกทางด้านข้างจะมีอายุน้อยกว่ากระจุกที่อยู่ตอนยอด ดอกผักกาดหอมเป็นดอกสมบูรณ์ (perfect flowers) คือมีเกสรตัวผู้และตัวเมียภายในดอกเดียวกัน มีกลีบดอกสีเหลือง ovary เป็นแบบเซลล์เดี่ยว ก้านเกสรตัวเมียมีก้านเดียวและมี stigma เป็น 2 ตอน อับเรณู (Anthers) มีอยู่ 5 อัน

3.4 การผสมเกสร

ภายใน 24 ชั่วโมงก่อนที่ดอกจะปลดปล่อยละอองเกสรตัวผู้นั้น ดอกตูมจะขยายตัวทางยาวอย่างรวดเร็ว ก้านเกสรตัวเมียและ stigma จะถูกปกคลุมไปด้วยขน อับเรณูจะเปิดออกเพื่อปลดปล่อยละอองเกสรตัวผู้ภายในดอก ก่อนที่ก้านเกสรตัวเมียจะยืดยาวขึ้น เมื่อเกสรตัวเมื่อยืดยาวขึ้นภายในคอกขนที่อยู่รอบ ๆ pistil จะไปปิดเอาละอองเกสรตัวผู้ออกจากถุงเกสรตัวผู้ที่ปลดปล่อยออกมาจากอับเรณู stigma จะแยกออก เปิดโอกาสให้ละอองเกสรตัวผู้ตกลงมาบน stigma ในขณะที่จาน

Stigma ขยายตัวออกไป มันก็จะม้วนเข้าข้างในด้วย ดอกผักกาดหอมจะบานประมาณครึ่ง ชั่วโมงถึงหนึ่งชั่วโมงในวันที่อากาศแจ่มใส ถ้าวันที่มีเมฆมากอาจจะบานนานถึงสองชั่วโมง บางครั้ง อาจจะมีผึ้งป่าและแมลงอื่น บินไปหาอาหารตามดอกผักกาดหอม และทำให้มีโอกาสผสมข้ามได้ ซึ่ง ตามธรรมชาติแล้วผักกาดหอมจะผสมตัวเอง Thompson (1933) รายงานว่าผักกาดหอมมี โอกาสผสมข้ามประมาณ 1.33 - 6.22 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาของ Jones (1927) พบว่า ดอกผักกาดหอมนั้นจะไม่บานพร้อมกัน แต่จะมีช่วงที่บานมากที่สุดเป็นสองช่วง ที่เมืองเควิส รัฐคาริฟอร์เนีย การบานมากที่สุดช่วงแรกจะอยู่ในระยะ สุดท้ายของเดือนมิถุนายน และอีก 3 สัปดาห์ต่อมา ก็จะเป็นการบานมากที่สุดในช่วงที่สอง ไม่มีการวิจัย ถึงความสัมพันธ์ของช่วงดอกบานต่อผลผลิตของเมล็ด การปลูกเพื่อผลิตเมล็ดในสหรัฐอเมริกาได้แนะนำ ว่าถ้าหากเมล็ดร่วงมากในช่วงแรก ให้ออกไปเก็บเกี่ยวในช่วงที่สอง หรือเป็นการประหยัดแรงงานและ ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวเมล็ด

4. เมล็ด

เมล็ดของผักกาดหอมเป็นแบบ 1 เมล็ดต่อผล ทั้งนี้เพราะเจริญไปจากรังไข่เดียว (1927) รายงานว่าเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์ New York จะแก่ภายใน 12 วัน หลังจากอับเรณู ปลดปล่อยละอองเกสรตัวผู้ออกมา ทั้งนี้ในช่วงนั้นจะต้องมีอุณหภูมิและปัจจัยอื่นที่เหมาะสมด้วย

เมล็ดของผักกาดหอมมีลักษณะกลม เรียวคล้ายหอก มีสีต่าง ๆ กัน ตั้งแต่สีแดง - เหลือง (buff) ถึงน้ำตาลแก่ และเทาอ่อนถึงเทาแก่หรือสีดำ

การงอกของเมล็ดผักกาดหอมมีความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิมาก เมล็ดส่วนมากจะงอกที่ อุณหภูมิ 15°ซ หรือที่ 20°ซ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้ความงอกจะลดลง เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 30°ซ จะมีเมล็ด จำนวนน้อยที่จะงอก เมล็ดที่เก็บเกี่ยวใหม่ ๆ จะมีความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิเป็นพิเศษเกี่ยวกับการงอก แต่เมื่อเก็บไปนาน ๆ แล้วความอ่อนไหวนี้จะลดลง

สถานที่ปลูกและอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหอม จากการวิจัยในต่างประเทศพบว่า อุณหภูมิของสถานที่ปลูก 10 ถึง 30 วันก่อนเก็บเกี่ยว จะมีผลสัมพันธ์ทางบวกกับความ งอกของเมล็ด

Shuck (1934) และ Thompson (1938) รายงานว่าเมล็ดผักกาดหอมบาง พันธุ์มีความอ่อนไหวต่อแสงในระหว่างการงอก ถ้าหากเมล็ดที่ถูกทำให้ขึ้นและนำไปให้ถูกแสงสีขาวจะ กระตุ้นให้มีการงอกเกิดขึ้น แต่ถ้าเมล็ดเหล่านี้มีอายุหลังเก็บเกี่ยวมากจะมีความอ่อนไหวต่อแสงน้อยลง

ความอ่อนไหวต่อแสงนี้จะแตกต่างกันระหว่างพันธุ์และระหว่างเมล็ดคนละตัวอย่างในพันธุ์เดียวกันด้วย จากการศึกษาของ Flint และ Mc Alister ในปี ค.ศ. 1935 และ Borthwick และคณะในปี 1952 พบว่าเมล็ดผักกาดหอมยังมีความอ่อนไหวต่อแสงที่มีคลื่นแสงสั้นยาวแตกต่างกันด้วย แสงสีแดงจะช่วยกระตุ้นให้ความงอกดีขึ้น แต่แสงอินฟราเรดจะระงับให้มีการงอก

การเพาะเมล็ดผักกาดหอมที่อุณหภูมิ 30°ซ จะทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นอย่างมาก ถ้าหาก นำเมล็ดนั้นไปจุ่มในสารละลาย Thiourea 0.5 เปอร์เซ็นต์ การจุ่มเมล็ดผักกาดหอมในสารละลาย thiourea นั้น ถึงแม้ว่าเมล็ดจะแห้งก่อนปลูก ก็ยังทำให้ความงอกดีขึ้นเช่นเดิม Thompson และ Horn (1944) และ Garman และ Barton (1946) ได้รายงานว่าเพียงแต่เอาเมล็ดผักกาดหอมไปจุ่มในน้ำเพียงอย่างเดียว ก็จะทำให้ความงอกเพิ่มขึ้น

เมื่อเมล็ดผักกาดหอมถูกความร้อนที่อุณหภูมิสูงเกินไปสำหรับการงอกปกติ จะทำให้เมล็ดผักตัวทันที การกระษะผักตัวดังกล่าวทำได้โดยทำให้เมล็ดขึ้น และนำไปไว้ในอุณหภูมิ 10 - 15°ซ แต่บางครั้งการใช้อุณหภูมิค่าดังกล่าวยังไม่เพียงพอ อาจจะต้องใช้แสงช่วยด้วยเพื่อให้เมล็ดงอก

5. วิธีการปลูกเพื่อผลิตเมล็ด

ขั้นตอนในการปลูกผักกาดหอมเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์กับการปลูกเพื่อเก็บเกี่ยวต้นสดนั้น ก็เหมือนกันทุกประการ แต่ในการปลูกเพื่อผลิตเมล็ดนั้น หลังจากที่ดินผักกาดหอมมีอายุที่ติดผลตลาดได้ตามปกติ แล้วนั้น การดูแลรักษาต้นผักกาดหอมหลังจากนั้น จนกว่าเมล็ดจะแก่เก็บเกี่ยวได้ก็มีขั้นตอนอีกต่างหาก กล่าวคือ ผู้ปลูกเพื่อผลิตเมล็ดจะต้องรู้จักถอนต้นที่ไม่ตรงต่อพันธุ์ทิ้ง และต้องช่วยจัดการตัดหัวเพื่อช่วยให้ต้นผักกาดหอมแทงช่อดอกง่ายขึ้น

5.1 การปลูก

การเตรียมดินแปลงปลูกเมล็ดผักกาดหอมนั้น นอกจากจะขุดพรวนดินให้ทั่วถึงตามธรรมดาแล้ว ไม่จำเป็นต้องพรวนให้ละเอียดจนกระทั่งดินเป็นผง ความจริงแล้วการย่อยดินเพียงให้ดินเป็นก้อนเล็ก ๆ อาจจะทำให้ความงอกของเมล็ดดีกว่าการย่อยดินจนละเอียดเป็นผง การปลูกผักกาดหอมเพื่อผลิตเมล็ดในสหรัฐอเมริกาใช้วิธีหยอดเมล็ดโดยตรงด้วยรถแทรกเตอร์ที่มีเครื่องหยอดเมล็ดติดอยู่ท้ายรถซึ่งสามารถปลูกได้พร้อม ๆ กันหลายแถว เมล็ดผักกาดหัวควรหยอดไม่ลึกกว่า 1/2 ถึง 3/4 นิ้ว โดยให้มีระยะระหว่างแถวประมาณ 20-22 นิ้ว ถ้าดินแห้งมากจะต้องหยอดเมล็ดถี่กว่านี้แล้วปล่อยให้เข้าแปลงภายหลังปลูก โดยไม่ให้ท่วมหลังแปลง แต่ให้ขึ้นพอที่เมล็ดจะได้รับความชื้นนั้น

อัตราเมล็ดที่ใช้จะตกอยู่ประมาณ 1 - 1 1/2 ปอนด์ต่อเอเคอร์ ปัจจุบันเกษตรกรที่ปลูกผักกาดหอมนิยมปลูกด้วยเมล็ดเดี่ยวที่หุ้มด้วยสารผสม ซึ่งประกอบไปด้วยยิปซัม ยิบซั่มกันโรค และแมลง บางชนิดการหุ้มด้วยสารดังกล่าวทำให้เมล็ดแต่ละเมล็ดมีลักษณะกลม และขนาดเท่ากันทุกเมล็ด ทำให้การใช้เครื่องหยอดเมล็ดปลูกได้โดยสะดวก ระยะปลูกแม่นยำขึ้น และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างคนงานไปถอนแยกต้นให้มีระยะห่างตามที่ต้องการ การปลูกให้มีระยะห่างบางครั้งจะมีการผสมเมล็ดตามเข้ากับเมล็ดดินในอัตราส่วนเมล็ดตายเป็น 3 ส่วนต่อเมล็ดดิน 1 ส่วน ในการทำให้เมล็ดตาย เขาจะใช้วิธีลวกด้วยน้ำร้อนในอุณหภูมิที่จะทำ embryo ตาย แต่ไม่ถึงกับทำให้เมล็ดย่น

5.2 วิธีการถอนแยก

การปลูกโดยวิธีโรยหรือหยอดเป็นแถว เมื่อต้นผักกาดหอมสูงประมาณ 2 - 3 ซม. ให้ทำการถอนแยกให้มีระยะระหว่างต้นประมาณ 20 - 25 ซม. ถ้าเป็นพันธุ์ห่อหรือที่เข้าปลีควรจะให้มีระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 30 ซม. การให้มีระยะระหว่างต้นห่างเกินไป จะทำให้ได้จำนวนต้นต่อเนื้อที่น้อยลง และอาจจะทำให้ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ลดลงด้วย

5.3 การถอนทิ้ง

ถึงแม้ว่าผักกาดหัวเป็นพืชที่ผสมตัวเอง และเมล็ดพันธุ์ทางการค้าที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไปจะมีความสม่ำเสมอค่อนข้างสูง บางครั้งอาจจะพบพันธุ์อื่นปนมาบ้าง โดยเฉพาะการปลูกผักกาดหอมห่อ ควรทำการสำรวจหาพันธุ์ปนในระยะที่เข้าปลี เพื่อถอนต้นที่แตกต่างออกไปหรือพันธุ์ปนทิ้ง ต้นที่มีลักษณะใบผิดปกติก็ควรจะถอนทิ้ง การถอนทิ้งอาจจะกระทำโดยดึงถอนขึ้นมาทั้งต้น หรือใช้มีดตัดโคนต้น โดยให้ตัดลึกกว่าระดับดินอย่างน้อย 2.5 ซม. เพื่อป้องกันไม่ให้แตกยอดขึ้นมาใหม่

เกษตรกรบางรายในสหรัฐฯ ผลิตเมล็ดโดยการตัดต้นผักกาดหอมไปจำหน่ายตลาดแล้วปล่อยให้ต้นเจริญเติบโตออกดอกติดเมล็ดต่อมา แต่ก็ควรจะทำการถอนต้นที่เป็นพันธุ์ปนออกทิ้ง ก่อนที่จะปล่อยให้มันออกดอกติดเมล็ด ซึ่งจะทำให้เกิดการปนพันธุ์มากยิ่งขึ้น

5.4 พันธุ์

Thompson (1951) ได้รายงานว่ามีพันธุ์ที่ต่างกันประมาณ 150 พันธุ์ แต่มีเพียง 20 - 25 พันธุ์เท่านั้นที่มีความสำคัญและผลิตให้มีความสำคัญในการผลิตเมล็ด และพันธุ์ที่สำคัญเหล่านี้บางครั้งก็มีลักษณะต่าง ๆ คล้ายคลึงกันมาก ทำให้ยากลำบากต่อการตัดสินใจถอนทิ้ง

5.5 การผ่าหัว

ฝักภาคทอมประเภทพันธุ์ใบและพันธุ์ butter-bead ทั้งหลายจะไม่มีปัญหาในการแทงช่อดอกแต่สำหรับพันธุ์ห่อหรือสลัดทั้งหลายจำเป็นจะต้องผ่าหัว เพื่อช่วยให้แทงช่อดอกง่ายขึ้น ถ้าไม่มีการผ่าหัวหรือแกะใบออก จะทำให้ช่อดอกคดงอยู่ภายในปลีของฝักภาคทอมนั้น มันอาจจะสามารถแทงช่อดอกออกมาได้ แต่อาจจะทำให้เน่าหรืออาจจะทำให้ช่อดอกช้ำและเมล็ดแก่เก็บเกี่ยวได้ช้า การปฏิบัติกับปลีของฝักภาคทอมเมื่อได้อายุที่จะตัดส่งขายยังตลาดได้แล้วนั้น จะทำให้ช่อดอกเจริญเติบโตตามปกติ การตัดหัวหรือผ่าหัวกับฝักภาคทอมพันธุ์ Great Lakes ทั้งหลายบางครั้งจะเกิดมีหัวใหม่ขึ้นมาอีก ถ้าเป็นเช่นนั้นก็จะต้องทำการตัดอีก

การผ่าหัวอาจจะผ่าในลักษณะเป็นรูปกากะบาดลงใบ แต่ต้องไม่ให้มีดไปถึงจุดยอดของลำต้น ซึ่งจะ เป็นจุดที่ลำต้นแทงช่อดอกขึ้นมา เกษตรกรบางรายใช้วิธีตัดออกครึ่งหัว แต่เป็นวิธีที่ได้ผลไม่แน่นอน วิธีที่แน่นอนที่สุดแต่ค่อนข้างจะเสียเวลา และ เปลืองแรงงานคือ การใช้คนลอกเอาใบของฝักภาคทอมห่อออกทีละใบจนถึงลำต้น

5.6 ระยะเวลาที่จะต้องตัดหรือผ่าหัว

ระยะเวลาที่จะต้องตัดหรือผ่าหัวคือ ระยะเวลาที่ฝักภาคทอมห่อเข้าปลีได้ขนาดความพันธุ์ที่จะตัดส่งตลาดได้แล้ว ระยะนี้เป็นระยะที่ต้นยังไม่เริ่มแทงช่อดอก ถ้าตัดช้าเกินไปปล่อยให้ต้นเริ่มแทงช่อดอกก่อน การผ่าหัวอาจจะไปถูกช่อดอกอ่อน ทำให้หักหรือเป็นแผล ซึ่งจะกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของช่อดอกได้ เนื่องจากระยะที่ต้นเข้าปลีหรือเป็นหัวแก่เต็มที่ พอที่จะตัดส่งตลาดได้นี้มีระยะเพียง 2 - 3 วันเท่านั้นที่ปลูกจะต้องรีบจัดการตัดหัวหรือผ่า หรือลอกใบออกก่อนที่ลำต้นจะแทงช่อดอก

การตัดหัวหรือลอกใบก่อนที่ลำต้นจะแทงช่อดอก จะมีลำต้นแขนงที่จะออกดอกให้เมล็ดแทงออกมาหลายแขนง นอกจากลำต้นหลัก ลำต้นแขนงเหล่านี้ไม่ให้ช่อดอกที่ใหญ่หรือให้เมล็ดเท่าลำต้นกลาง อย่างไรก็ตามจากรายงานประจำปี 1951 ของสถานีเกษตรกรรมเพนซิลวาเนีย รายงานว่าการตัดหัวออกและปล่อยให้ลำต้นแขนงเจริญเติบโตออกดอกจนติดเมล็ดนี้ จะให้ผลผลิตรวมมากกว่าการให้มีลำต้นเดียวสำหรับออกดอกติดเมล็ด

5.7 การพรวน

การพรวนหลังจากปลูกแล้วทำเพื่อกำจัดวัชพืชเท่านั้น Veihmeyer และ Holland

(1949) รายงานว่า ถ้าการพรวนเพียงครั้งเดียวสามารถกำจัดวัชพืชได้ และไม่จำเป็นต้องพรวนบ่อย ๆ การพรวนบ่อยครั้งสำหรับการปลูกผักกาดหอม เพื่อเอาผลผลิตสดนั้นไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่ในการปลูกเพื่อผลิตเมล็ดนั้น การกำจัดวัชพืชอาจต้องทำมากกว่าหนึ่งครั้ง โดยเฉพาะถ้าในบริเวณที่มีผักกาดหอมพันธุ์ขึ้นอยู่ ก็ควรจะกำจัดให้หมดไป ผักกาดหอมพันธุ์ป้ามักจะมีเมล็ดสีดำ ถ้าปล่อยให้ต้นแก่จนกระทั่งออกดอกมีเมล็ดในแปลงผลิต เมล็ดผักกาดหอมพันธุ์การค้า ที่มีเมล็ดสีดำจะแยกกันในภายหลังไม่ออก จะทำให้มีพันธุ์ปนเข้าไปในพันธุ์การค้าได้

5.8 การใส่ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยเคมีนั้น ตามปกติใส่สำหรับต้นผักกาดหอมที่ผลิตเพื่อผลิตสดก็นับว่าพอใช้ได้ อย่างไรก็ตาม Claypool (1934) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 180 และปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 160 ปอนด์ต่อเอเคอร์ จะทำให้ได้ผลผลิตเมล็ดสูง และถ้าได้ใส่ปุ๋ยคอกช่วยด้วยจะทำให้ได้ผลผลิตสูงยิ่งขึ้น

จากการทดลองของ Griffiths , Jones และ Finkle (1946 ในรัฐอะริโซนาพบว่า การใส่ปุ๋ย triple super phosphate ในอัตรา 150 ถึง 300 ปอนด์ ใส่ที่ระยะประมาณ 3 นิ้ว ได้เมล็ดและ 1 1/2 นิ้วข้างเมล็ดก่อนปลูก หรือขณะปลูก และปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต 50 ถึง 100 ปอนด์ ขณะปลูกจะให้ผลผลิตเมล็ดดี การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูงเกินไปจะทำให้ผักกาดหอมมีสีหลวมไม่แน่น แต่ถ้าใส่ขณะกำลังออกดอกจะให้ผลผลิตเมล็ดดีขึ้น

5.9 การให้น้ำ

การให้น้ำในแปลงผักกาดหอมผลิตเมล็ดพันธุ์ ยังไม่มีการค้นคว้าที่แน่นอน ในบางรัฐในสหรัฐอเมริกามีการให้น้ำเพียง 3 ครั้งคือ หลังจากถอนแยกต้น หลังจากผ่าหรือตัดหัว และหลังจากออกดอก การให้น้ำเพียง 3 ครั้งนี้จะทำให้ดินแห้งบ้าง แต่ก็ทำให้ไม่มีวัชพืชมาก และต้นผักกาดหอมอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ดี การให้ดินมีความชื้นสูงเกินไปก็จะทำให้มีวัชพืชขึ้นมาก

5.10 การแยกแปลงปลูก

ผักกาดหอมเป็นพืชที่มีระบบผสมตัวเองโดยธรรมชาติ แต่ Thompson (1933) รายงานว่าการผลิตข้ามมีบ้างและจะทำให้เกิดความลำบากในการที่จะทำให้พันธุ์บริสุทธิ์ ดังนั้นกระทรวงเกษตรสหรัฐฯ จึงกำหนดให้ผู้ที่ทำการปลูกผักกาดหอมเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์เป็นการค้า ให้ปลูก

แยกพันธุ์กันอย่างน้อยต้องมีระยะห่างระหว่างแปลงปลูกแต่ละพันธุ์ประมาณ 6 ถึง 12 ฟุต และจะต้องมีรั้วกันหรือปลูกพืชอื่นขึ้นอย่างหนาแน่น สำหรับ เมล็ดพันธุ์คั้นนั้นเพื่อความปลอดภัยควรจะให้มีระยะห่างระหว่างแปลงต่างพันธุ์กันหลายร้อยฟุต และให้ระยะว่างอย่าให้มีผักกาดหอมพันธุ์อื่นอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

5.11 การเก็บเกี่ยว

ผักกาดหอมจะไม่ออกดอกพร้อมกัน จะมีระยะที่ดอกบานสูงสุดประมาณ 2 ช่วง ดังนั้นการเก็บเกี่ยวเมล็ดจะต้องใช้ความสังเกตให้ดี จากการศึกษาของ Jones (1927) พบว่าเมล็ดจะแก่หลังจากดอกบานแล้วประมาณ 12 วัน การเก็บเกี่ยวควรจะกระทำเมื่อประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของต้นมีขนสีขาว ๆ ที่ดอก ถึงแม้ว่าการเก็บเกี่ยวหลังจากการที่จะทำให้ลมพัดพาให้เมล็ดหลุดไปจากต้นได้ ถ้าหากมีการร่วงของเมล็ดมากในระยะแรกให้ปล่อยต้นไว้ให้มีดอกบานและดอกมีขนสีขาว ๆ เพิ่มขึ้นอีก 2 - 3 สัปดาห์ต่อมาแล้วจึงค่อยเก็บเกี่ยว

วิธีเก็บเกี่ยวให้ใช้มีดคม ๆ หรือเคียวตัดที่โคนต้น สูงจากดินประมาณ 3 - 4 นิ้ว การตัดต้นควรจะตัดในตอนเช้าขณะที่ใบยังเปียกน้ำค้างอยู่เพื่อให้มีเมล็ดร่วงหล่นน้อยที่สุด แล้วนำต้นที่ตัดแล้วไปตากบนผ้าใบบนลานตาก ถ้าระยะที่ตากมีแดดจัด การตากประมาณ 3 - 4 วัน ต้นก็จะแห้งพอสมควรที่จะนวดเอาเมล็ดได้ หลังจากนวดเอาเมล็ดออกจากต้นแล้ว ถ้ามีใบหรือส่วนของต้นปนอยู่กับเมล็ดให้รีบตากเมล็ดให้แห้ง มิฉะนั้นจะทำให้สีของเมล็ดเปลี่ยนไปและความงอกจะลดลงเนื่องจากในช่วงที่เก็บเกี่ยวเมล็ดผักกาดหอมอยู่ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน ในประเทศไทยอากาศร้อนจัดการตากเมล็ดโดยเกลี่ยบาง ๆ บนผืนผ้าใบประมาณ 3 - 4 แดดก็จะทำให้เมล็ดแห้งพอ

การเก็บเกี่ยวอีกวิธีหนึ่งซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าวิธีแรกคือ เมื่อสังเกตดูว่าประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ ของช่อดอกแก่แล้ว ให้ใช้ถุงครอบไปที่ช่อดอกทั้งต้นแล้วใช้มือเขย่าที่ต้นให้เมล็ดหลุดออกจากช่อดอก การเก็บเกี่ยวเช่นนี้จะต้องทำ 2 - 3 ครั้งจึงจะเก็บเกี่ยวเมล็ดได้หมด แต่จะให้มิใช่ใบและส่วนของต้นที่หักปนมากับ เมล็ดน้อยลง

5.12 การทำความสะอาดเมล็ด

หลังจากทำการนวดเมล็ดแล้วให้ทำความสะอาดเมล็ดเพื่อแยกเอาสิ่งเจือปนออกไปจากเมล็ด ขณะนี้เครื่องทำความสะอาดเมล็ดยังไม่มีการจำหน่ายในประเทศไทย แต่เราอาจจะประดิษฐ์

เครื่องทำความสะอาดเมล็ดที่ใช้ฟัคลมเป่าเพื่อแยกเมล็ดออกจากสิ่งเจือปนได้เองในประเทศ

5.13 ผลผลิต

ตามปกติฝักกาดหอมพันธุ์โบจะให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่าฝักกาดหอมห่อ ฝักกาดหอมห่อพันธุ์ Great Lakes ทั้งหลายให้ผลผลิตเมล็ดค่อนข้างต่ำ บางพันธุ์จะให้ผลผลิตไม่เกิน 100 ปอนด์ต่อเอเคอร์ พันธุ์พวก Imperial จะให้ผลผลิตเมล็ดประมาณ 200 ถึง 400 ปอนด์ต่อเอเคอร์ ส่วนพันธุ์โบเช่น Grand Rapids หรือ Prizehead จะให้ผลผลิตถึง 500 ปอนด์ต่อเอเคอร์ ผลผลิตของเมล็ดขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น แสงปลูก ระยะปลูก ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และอื่น ๆ

6. โรคและแมลง

ถึงแม้ว่าต้นฝักกาดหอมจะไม่มีโรคมานัก การปลูกฝักกาดหอมเพื่อผลิตเมล็ด ภาคตะวันตกของสหรัฐ มักจะพบโรค brown blight , downy mildew , slimy soft rot , spotted wilt , aster yellows mosaic

6.1 Brown Blight

โรคนี้อย่างไม่พบเชื้อสาเหตุของโรค อาการจะทำให้ใบมีสีเหลืองและหยุดการเจริญเติบโต ถ้าเป็นพันธุ์ห่อหรือพันธุ์เข้าปลีจะไม่ห่อ ใบจะแห้งและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในที่สุด โรคนีพบที่บริเวณหุบเขาอิมพีเรียลในรัฐแคลิฟอร์เนีย และที่รัฐอะริโซน่า ปัจจุบันสามารถใช้พันธุ์ที่ต้านทานโรคเช่นพันธุ์อิมพีเรียลทั้งหลายปลูกได้

6.2 Downy Mildew

โรคนี้เกิดจากเชื้อ Bremia lactucae เป็นโรคที่สำคัญในรัฐแคลิฟอร์เนีย อาการแรกที่พบคือ มีจุดสีเขียวอ่อนหรือสีเหลืองด้านบนของใบ และจะมีลักษณะราขาว ๆ ปรากฏอยู่ด้านในใบ การป้องกันทำได้โดยใช้พันธุ์ต้านทานเช่นในข้อ 6.1

6.3 Slimy Soft Rot

โรคนีส่วนมากจะเกิดจากเชื้อ Botrytis spp. โรคนีในฝักกาดหอมห่อถ้าตัดหัวหรือดอกใบออกไม่ทันจะทำให้เสียหายมาก การป้องกันทำได้โดยรีบตัดหัวหรือดอกใบออก และให้น้ำ

២) ក្នុងករណីដែលមានការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ធម្មជាតិដែលបណ្តាលមកពីការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ក្នុងបរិវេណនៃការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព

2. ឈាម

៣) ក្នុងករណីដែលមានការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ធម្មជាតិដែលបណ្តាលមកពីការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ក្នុងបរិវេណនៃការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព

6.6 Mosaic

៤) ក្នុងករណីដែលមានការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ធម្មជាតិដែលបណ្តាលមកពីការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ក្នុងបរិវេណនៃការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព

6.5 After Yellows

៥) ក្នុងករណីដែលមានការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ធម្មជាតិដែលបណ្តាលមកពីការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ក្នុងបរិវេណនៃការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព

6.4 Spotted Wilt

៦) ក្នុងករណីដែលមានការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ធម្មជាតិដែលបណ្តាលមកពីការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព
 ក្នុងបរិវេណនៃការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាព

ความรู้เบื้องต้นเรื่องกาช รัป รุงสภาพเมล็ดพันธุ์
(INTRODUCTION TO SEED CONDITIONING)

อว้ชชัย ทัษทุณทุเลยร

ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์พืช (Seed industry) ได้พัฒนาขึ้นในประเทศไทยอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพื่อเร่งการผลัคเมล็ดพันธุ์คัสองความต้องการของเกษตรกร รูป แบบของ การผลัคเมล็ดพันธุ์แบบอุตสาหกรรมนั้นเป็นการผลัคที่จัดเป็นระบบสำหรับการผลัคเป็นจำนวนมาก และมีเครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลัค ดังนั้นขั้นตอนในการผลัคเมล็ดพันธุ์จึงซับซ้อนขึ้น โดยเฉพาะในกาช รัป รุงสภาพ เมล็ดพันธุ์นั้นต้องการ เครื่องมือที่มี ะสิทธิภาพสูงที่จะปฏิบัติงานกับเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้าสู่โรงงานคราวละมาก ๆ เป็นจำนวนนับพันคันในแต่ละฤดู

ผู้ที่คุ้นเคยกับการผลัคเมล็ดพันธุ์จะพบว่า การผลัคเมล็ดพันธุ์ในระดับอุตสาหกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการค้ำเนินงานที่แบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือส่วนที่ เกี่ยวข้องกับการจัดทำแปลงขยายพันธุ์ในไร่นาของเกษตรกร (Seed field) และส่วนที่ เกี่ยวข้องกับกาช รัป รุงสภาพเมล็ดพันธุ์ในโรงงาน (Seed conditioning) ซึ่งแต่ละส่วนมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนกว่ากัน กล่าวคือการจัดทำแปลงขยายพันธุ์จะเป็นการดูแล เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ ตรงตามพันธุ์ มีความงอกสูงและปราศจากโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ เมล็ดที่เก็บเกี่ยวมาจะต้องผ่านการนวดเอาเมล็ดออกจากข้อ รวง หรือฝัก เมล็ดที่ได้นี้เรียกว่า เมล็ดพันธุ์ก่อนกาช รัป รุงสภาพ (Raw seed , Field run seed) เมล็ดพันธุ์ที่ได้หลังจากนวดนี้จะปนไป ด้วยสิ่งที่ไม่เป็นประโยชน์ เช่น เศษพืช (กิ่ง ก้าน ใบ เปลือกฝัก เศษขัง ฯลฯ) เศษหินดินทราย เมล็ดวัชพืช เมล็ดพืชอื่น ๆ เมล็ดพืชชนิดเดียวกันแต่คนละพันธุ์ เมล็ดค่อน เมล็ดลีบและเมล็ดที่ไม่ได้ขนาด มีส่วนของเมล็ดที่แตกเสียหาย และเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพแล้ว นอกจากนี้เมล็ดที่นำเข้าสู่โรงงานยังมีความชื้นสูงเกินไปหากเก็บสุมไว้จะทำให้เกิดความร้อน เชื้อราและแมลงทำลายได้ง่ายและเป็นสาเหตุของการเสื่อมความงอกอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมล็ดพันธุ์ก่อนกาช รัป รุงสภาพนั้นมีลักษณะไม่เหมาะสม

* นิกรวิชาการเกษตร 4 ศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 7 จังหวัดเชียงใหม่ อ. หางดง จ. เชียงใหม่

ต่อการเก็บรักษา ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพที่จะนำออกจำหน่ายได้ จำเป็นที่จะต้องลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ ทำความสะอาดและคัดเอาแต่ส่วนที่นำไปใช้เพาะปลูกได้ สำหรับเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดจะต้องนำไป คลุกยาเคมีป้องกันเชื้อราหรือแมลงเสียก่อน จึงจะนำไปบรรจุลงจำหน่าย ขบวนการเหล่านี้เรียก โดยรวมว่า การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์พืช (seed conditioning) หรือเดิมเรียกว่า Seed processing)

วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์

จากที่เกริ่นมาข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์พืช (Seed conditioning) มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 1) แยกเอาสิ่งเจือปนออก (Remove contaminants)
- 2) คัดขนาดเมล็ดพันธุ์ (Sizing)
- 3) ปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ดีขึ้น (Upgrading)
- 4) คลุกสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงและเชื้อรา (Treating)

การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์จึงเป็นการเตรียมเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการนวดแล้วให้มี ลักษณะและคุณภาพได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ เหมาะสมที่จะนำออกจำหน่ายและใช้เพาะปลูกต่อไป

ขั้นตอนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์

การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

- ก. การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ขั้นต้น (Pre-conditioning)
- ข. การทำความสะอาดหลัก (Basic cleaning)
- ค. การคัดขนาดและปรับปรุงคุณภาพ (sizing and upgrading)
- ง. การคลุกสารเคมี (Treating)
- จ. การบรรจุ (Packing)

ในการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์นั้นขั้นตอนที่ถือว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งก็คือ การทำความสะอาดหลัก (Basic cleaning) ส่วนขั้นตอนอื่น ๆ หากไม่มีความจำเป็น หรือไม่ต้องการ ก็สามารถข้ามไปได้ อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าการอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ (Seed drying)

เป็นขั้นตอนหนึ่งที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำในโรงงานแปรรูปธัญพืชเมล็ดพันธุ์ แต่นักวิชาการส่วนใหญ่จะไม่รวมการอบลดความชื้นเข้าไว้เป็นขั้นตอนของการแปรรูปธัญพืชเมล็ดพันธุ์ แต่จะแยกไว้เป็นอีกส่วนหนึ่งต่างหาก ดังนั้นเพื่อให้ขาดขั้นตอนในการปฏิบัติในโรงงานแปรรูปธัญพืชเมล็ดพันธุ์จึงได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการลดความชื้นไว้ในบทความนี้ด้วย

การปฏิบัติงานในโรงงาน

การรับเมล็ดพันธุ์ (Receiving) รถบรรทุกจะนำเมล็ดพันธุ์ที่ซื้อคืนจากเกษตรกรผู้ร่วมจัดทำแปลงขยายพันธุ์เข้ายังโรงงานแปรรูปธัญพืชเมล็ดพันธุ์ โดยหยุดข้างน้ำหนักที่ด้านข้างน้ำหนักบรรทุก (Truck scale) และนำเมล็ดพันธุ์ลงสู่หลุมรับเมล็ดพันธุ์ (Dump pit) ซึ่งจะมีกระพ้อหรือสายพานลำเลียงเมล็ดพันธุ์เข้าสู่ถังอบลดความชื้นและแปรรูปธัญพืชต่อไป อย่างไรก็ตามในกรณีที่ไม่สามารถนำเมล็ดเข้าแปรรูปธัญพืชได้ในทันที อาจจะเนื่องจากเครื่องจักรในโรงงานกำลังแปรรูปธัญพืชเมล็ดพันธุ์ล้นอยู่ หรือเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้ามีปริมาณน้อยเกินไป ไม่เพียงพอต่อการนำเข้าแปรรูปธัญพืชต้องรอให้มีปริมาณเพียงพอเสียก่อน ฯลฯ ในกรณีนี้รถบรรทุกจะนำเมล็ดพันธุ์เข้าเก็บรักษาที่โรงรับเมล็ดพันธุ์ (Receiving warehouse) ก่อน ซึ่งเป็นโรงเก็บเมล็ดพันธุ์แบบชั่วคราว ลักษณะการเก็บรักษาจะเป็นแบบกองรวมกระสอบ (Bulk storage) ซึ่งเมล็ดจะต้องมีความชื้นไม่สูงเกินไป อันจะทำให้เกิดเชื้อราและความร้อนได้ สำหรับเมล็ดพันธุ์บางชนิด เช่น ข้าวโพด ขณะที่รับเข้าสู่โรงงานจะมีความชื้นสูงเกินกว่าระดับที่จะสามารถเก็บรักษาได้โดยปลอดภัย ดังนั้นขณะที่ไม่สามารถนำเมล็ดพันธุ์เข้าอบลดความชื้นได้ในทันที ควรจะนำเมล็ดพันธุ์ออกจากแดดหรือใช้ถังเก็บเมล็ดพันธุ์แบบชั่วคราวชนิดที่มีพัดลมเป่าลมระบายอากาศในกองเมล็ดพันธุ์ (Aerated storage bin) เพื่อลดการสะสมความร้อน

การอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ (Seed drying) เมล็ดพันธุ์ที่ซื้อคืนจากเกษตรกรผู้จัดทำแปลงขยายพันธุ์มักจะมีค่าความชื้นสูงเกินกว่าระดับที่จะเก็บรักษาได้โดยปลอดภัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บรักษาในโรงเก็บเพื่อรอจำหน่าย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการอบลดความชื้นทันทีและไม่ผสมเมล็ดพันธุ์กองรวมกันไว้นานเกินไป เพื่อให้การอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง ในโรงงานฯ มักจะมีอุปกรณ์ลดความชื้นเมล็ดพันธุ์แบบต่าง ๆ เช่น ถังอบ (Bin dryer) โรงอบเมล็ดพันธุ์ทั้งกระสอบ (ถาด กระบะหรือกล่อง) (Sack, tray or box dryer) การอบลดความชื้นก่อนการแปรรูปธัญพืชจะคำนึงถึงระดับความชื้นที่พอ

dormancy) หรือเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้ากว่าปกติ (Glume) ทนทานและทนทานเป็นพิเศษ
ได้แก่เมล็ดพันธุ์ที่งอกช้ากว่าปกติ (Hard seed) ทนทานเป็นพิเศษ

การบรรจุภัณฑ์ (ซึ่งไม่สามารถแยกเมล็ดออกจากกัน) ซึ่งไม่สามารถแยกเมล็ดออกจากกัน
ค. เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้า (Non-chatty Seed)

สามารถนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้ (Debearding) หรือเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้า (Awn) ซึ่งสามารถนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้

หรือในเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้า (Awn) เช่นข้าวเจ้า จะคงอยู่ตามหัว
คัดเมล็ดที่งอกช้า (Delinting) ในเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้า 1 กิโลกรัมจะคัดเมล็ดที่งอกช้าออก
คัดเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้า (Hulling) ซึ่งจะสามารถนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้
(Shelling) เมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าและเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วจะคงอยู่ตามหัว

จะไม่สามารถนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้
สามารถนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้
เมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าและเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วจะคงอยู่ตามหัว

ข. เพื่อเพิ่มผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้า (Scalper) ก่อนที่จะนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้
การนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้า (Scalping) คือการนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้

ระหว่างที่เมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าและเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วจะคงอยู่ตามหัว
นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ที่จะนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้
เมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าและเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วจะคงอยู่ตามหัว

ก. เพื่อเพิ่มผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้า (Pre-conditioning) การนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้

เมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าและเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วจะคงอยู่ตามหัว
การนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้

เมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าและเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วจะคงอยู่ตามหัว
การนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าไปใช้แทนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเร็วได้

การทำความสะอาดหลัก (Basic cleaning) การทำความสะอาดหลักเป็นขั้นตอนที่ทำให้ทำความสะอาดเอาสิ่งเจือปน เช่น เศษพืช เมล็ดแตก เมล็ดลีบ เมล็ดพืชอื่น และเมล็ดวัชพืช หิน ดิน ทราย ฯลฯ ออกจากเมล็ดพันธุ์จนกระทั่งเมล็ดพันธุ์มีความบริสุทธิ์ ปริมาณเมล็ดวัชพืช และเมล็ดพืชอื่นอยู่ในมาตรฐานที่จะนำออกจำหน่ายเป็นเมล็ดพันธุ์ได้ ในการทำความสะอาดหลักเมล็ดพันธุ์พืชทุกชนิดจะใช้เครื่องคัดและทำความสะอาดโดยตะแกรงและลม (Air screen cleaner) เป็นอันดับแรก อย่างไรก็ตามหากเมล็ดพันธุ์ยังมีความบริสุทธิ์ไม่ได้มาตรฐานที่กำหนดก็จะพิจารณาใช้เครื่องจักรชนิดอื่นที่เฉพาะเจาะจงลงไป นำมาทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ต่อไป โดยปกติแล้วการใช้เครื่อง Air screen cleaner เพียงอย่างเดียวก็อาจจะเพียงพอต่อการทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์แล้ว การที่นิยมใช้ Air screen cleaner ในการทำความสะอาดหลักเมล็ดพันธุ์พืชทุกชนิดและใช้เป็นอันดับแรกในภายหลังปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์จึงเรียกเครื่องจักรนี้ว่าเป็น เครื่องทำความสะอาดหลัก (Basic cleaner) นอกจากนี้ Air screen cleaner ที่มีตะแกรงมากกว่า 2 อันยังสามารถใช้คัดขนาดเมล็ดพันธุ์ได้อีกด้วย

การคัดขนาดและยกระดับคุณภาพ (Sizing and upgrading) หลังจากที่ทำ ความสะอาดหลักจนเมล็ดพันธุ์มีคุณภาพได้มาตรฐานแล้วอาจจะยังไม่สามารถนำไปบรรจุลงจำหน่ายได้ถ้าหากเกษตรกรปลูกด้วยเครื่องปลูกซึ่งต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องปลูกซึ่งต้องใช้เมล็ดพันธุ์ออกเป็นขนาดต่าง ๆ เสียก่อน (Sizing) นอกจากนี้ผู้ปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์อาจจะพิจารณาใช้เครื่องจักรที่เฉพาะอย่างลงไปในภายหลังปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพด้านเบอร์ เช่น ความงอกและความบริสุทธิ์ให้สูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด (Upgrading) เช่นในกรณีที่จะเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้หลายเดือนจึงจะนำไปจำหน่าย อาจจะพิจารณาใช้เครื่องแยกเมล็ดโดยความถ่วงจำเพาะ (Gravity separator) แยกเอาเมล็ดที่มีน้ำหนักเบาออกซึ่งเป็นเมล็ดที่เริ่มเสื่อมคุณภาพด้านความแข็งแรงแล้วแม้จะมีชีวิตและงอกได้ดีในเวลานั้นแต่ก็ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน การใช้ Gravity separator จึงเป็นวิธีที่คัดเอาเฉพาะเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงสามารถคงคุณภาพได้นานเท่านั้นมาเก็บรักษา ขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนที่มีความจำเป็นในบางกรณีเท่านั้น และจะใช้เครื่องมือก็ชนิดก็ได้แล้วแต่กรณีไป นำมาคัดขนาดหรือปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังจากที่ทำความสะอาดด้วยเครื่อง Air screen cleaner และเครื่องจักรทำความสะอาดหลักอื่น ๆ แล้ว

การคลุกสารเคมี (Treating หรือ Dressing) และบรรจุถุง (Packing) การจำหน่ายเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดผู้ผลิตนิยมคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันแมลงทำลาย ขณะที่เก็บรักษาหรือยาเคมีป้องกันเชื้อราทำลายต้นอ่อนในแปลงปลูก จากนั้นจึงจะนำเมล็ดพันธุ์ไปบรรจุถุง และนำเข้าเก็บรักษารอการจำหน่ายต่อไป

สำหรับเมล็ดพันธุ์พืชที่บรรจุโดยภาชนะที่ป้องกันความชื้นเข้าออกได้ (Moisture proof package) เช่นถุงพลาสติก กระบุง ขวดแก้วมิดสนิท จะต้องเพิ่มขั้นตอนการลดความชื้นของเมล็ดให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาในภาชนะดังกล่าว (Sealed storage) ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในภาชนะที่ความชื้นผ่านได้ (Porous package) ประมาณ 2 - 3 % โดยจะทำการลดความชื้นก่อนหรือหลังจากทำการคลุกยาเคมีแล้วด้วยระบบลดความชื้นโดยอากาศแห้ง (Dehumidified air dryer)

การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์และลดความชื้นจะกระทำด้วยเครื่องจักรกลทั้งสิ้น เครื่องจักรเหล่านี้ติดตั้งอยู่ในโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ (Seed conditioning plant) และมีมากมายหลายชนิด ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ควรจะศึกษาหลักการทำงานและการใช้งานของเครื่องจักรเหล่านี้

ขั้นตอนการปฏิบัติงานในโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์แสดงไว้ในรูปที่ 37 และขั้นตอนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์รายพืชของเมล็ดพันธุ์บางชนิดแสดงไว้ในรูปที่ 39 - 43

การลดความชื้น (Seed drying)

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา อัตราการเสื่อมคุณภาพ การเข้าทำลายของเชื้อราและแมลงในโรงเก็บ ความเสียหายที่จะได้รับจากเครื่องจักรขณะพ่นน้ำเข้าปรับปรุงสภาพ ดังแสดงความสัมพันธ์ของความชื้นกับเมล็ดพันธุ์ไว้ในรูปที่ 1 ดังนั้น หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วเกษตรกรควรจะรีบตากเมล็ดพันธุ์ให้แห้งโดยเร็วจนมีความชื้นที่จะเก็บรักษาและนวดได้โดยปลอดภัย คือไม่แห้งเกินไปจนเปราะ แตกหักหรือเกิดรอยร้าว ได้ง่ายจากเครื่องนวด จากนั้นอาจจะตากเมล็ดพันธุ์ให้แห้งสนิทอีกครั้งหนึ่ง เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่ซื้อคืนจากเกษตรกรเข้าโรงงาน จะทำการตรวจสอบความชื้นหากยังไม่แห้งพอก็จะทำการลดความชื้นโดยเร็วที่สุด ในกรณีที่ไม้อาจจะลดความชื้นได้ในทันทีควรจะนำเมล็ดพันธุ์เก็บไว้ในถังเก็บที่มีพัดลมระบายอากาศ (Aerated storage bin) เพราะถ้าหากกองเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงไว้ด้วยกันเมล็ดพันธุ์จะเสื่อม

คุณภาพจากเชื้อราที่เข้าทำลายและจากความร้อนที่เกิดจากการหายใจในอัตราที่สูงของเมล็ดพันธุ์เอง

หลักการลดความชื้น เมล็ดพันธุ์

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity (R.H.)) ความชื้นสัมพัทธ์เป็นสิ่งที่ใช้แสดงถึงความชื้นของอากาศ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หมายถึงอัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศต่อปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศสามารถอุ้มไว้ได้ในขณะนั้น ยกตัวอย่างเช่น ถ้า R.H. เท่ากับ 100 % แสดงว่าอากาศอิ่มไอน้ำไว้เต็มที่แล้ว ถ้า R.H. เท่ากับ 50 % แสดงว่าอากาศมีไอน้ำอยู่เพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณที่สามารถจะรับไว้ได้ทั้งหมด ดังนั้นยังมีที่ว่างพอที่จะรับไอน้ำได้อีก 1 เท่าตัว ในสภาพที่ไม่มีการเพิ่มไอน้ำเข้าสู่อากาศอีก เช่นไม่มีฝนตก R.H. จะเปลี่ยนแปลงได้ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนไป ขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้นอากาศจะขยายตัวมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและมีที่ว่างที่จะรับไอน้ำได้อีกเปอร์เซ็นต์ R.H. จะต่ำลงหรืออากาศแห้งลงนั่นเอง ในทางตรงกันข้ามหากอุณหภูมิของอากาศต่ำลงเรื่อย ๆ ปริมาตรของอากาศจะหดตัว เปอร์เซ็นต์ R.H. ก็จะสูงขึ้นโดยอัตโนมัติจนถึง 100 % ได้ หากอุณหภูมิต่ำลงอีกอากาศจะมีปริมาณไอน้ำมากเกินไปกว่าที่จะอุ้มไว้ได้แล้ว ไอน้ำส่วนเกินนี้จะกลั่นตัวเป็นน้ำค้างทันที เราเรียกอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการกลั่นตัวของน้ำค้างจากอากาศว่าจุดน้ำค้าง (Dew point) (รูปที่ 2)

EMC ของเมล็ดนั้นนอกจากจะเปลี่ยนแปลงไปตามเปอร์เซ็นต์ R.H. และอุณหภูมิของอากาศแล้ว เมล็ดพืชแต่ละชนิดจะมี EMC ต่างกันไปที่ R.H. และอุณหภูมิเดียวกัน เพราะมีองค์ประกอบทางเคมีของอาหารสะสมในเมล็ดที่แตกต่างกัน (ปริมาณแป้ง ไขมัน โปรตีน) (ตารางที่ 1) จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า EMC ของเมล็ดจะเท่ากันได้ในสภาพที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างกันโดยมีอุณหภูมิเป็นปัจจัยควบคุมอีกทีหนึ่ง เช่นเมล็ดจะมีความชื้นที่ 16 % ที่ R.H. ของอากาศเท่ากับ 73 % ที่ 40°F แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 77°F เมล็ดก็จะยังคงมีความชื้นเท่าเดิมที่ R.H. 81% ดังนั้นจะเห็นว่าเมล็ดจะแห้งได้ถึงระดับใดและแห้งเร็วขนาดไหนนั้นจะขึ้นอยู่กับระดับของ R.H. และอุณหภูมิของอากาศ เมล็ดจะแห้งเร็วที่ % R.H. ต่ำและอุณหภูมิสูง

อาจจะพูดคร่าว ๆ ได้ว่าเมล็ดพืชจะมีความชื้นประมาณ 18 - 20 % เมื่อ F.H. ของอากาศเท่ากับ 100 % การตากเมล็ดด้วยแสงแดดซึ่ง R.H. ของอากาศจะไม่ต่ำกว่า 70 % จะทำให้เมล็ดมีความชื้นลดลงต่ำกว่า 14-15 % ได้ยากและช้า ดังนั้นการลดความชื้นให้ลงมาสู่ระดับที่

เก็บรักษาได้ดี (ประมาณ 10-11 %) จะสามารถกระทำไ้รวดเร็วขึ้นโดยการปรับแต่งสภาพอากาศที่ใช้อบลดความชื้น (Artificial drying) คือรับอุณหภูมิของอากาศให้สูงขึ้นหรือเอาไอน้ำออกจากอากาศโดยตรง ซึ่งทั้งสองกรณีจะทำให้ R.H. ของอากาศต่ำลง

การระเหยน้ำจากเมล็ด ขณะที่ลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ การระเหยน้ำออกจากเมล็ดสู่บรรยากาศจะเกิดที่บริเวณผิวเมล็ดซึ่งจะทำให้ R.H. รอบ ๆ ผิวเมล็ดและในกองเมล็ดพันธุ์สูงขึ้นและอุณหภูมิเย็นลง จึงต้องอาศัยลมพัดผ่านช่องว่างระหว่างเมล็ดพาเอาความชื้นออกไปจากผิวเมล็ด น้ำจากภายในเมล็ดจะเคลื่อนมาแทนที่น้ำที่ระเหยไปจากผิวเมล็ดและจะระเหยสู่บรรยากาศต่อไปจนกว่าจะเข้าสู่ระดับ EMC

วิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์

1. การลดความชื้นแบบธรรมชาติ (Natural sun dry) การลดความชื้นสามารถอาศัยแสงแดดและสายลมจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีที่ช้าและไม่แน่นอน เมล็ดจะแห้งได้เฉพาะเวลากลางวันและในวันที่มีแสงแดดจัดและลมพัดดีเท่านั้น จะต้องคอยเกลี่ยเมล็ดบ่อย ๆ อีกทั้งยังลดความชื้นได้ไม่มากนัก จึงเหมาะสมสำหรับเมล็ดพันธุ์ลีดเล็กที่มีปริมาณไม่มากนัก

2. การลดความชื้นโดยวิธีปรับสภาพอากาศ (Artificial drying) วิธีนี้ช่วยให้ความชื้นในเมล็ดลดลงจนถึงระดับที่เก็บรักษาได้โดยปลอดภัยไ้รวดเร็วขึ้นและคราวละมาก ๆ ทั้งนี้อาศัยการปรับแต่งสภาพอากาศคือ การลดเปอร์เซ็นต์ R.H ของอากาศโดยการเพิ่มอุณหภูมิอย่างหนึ่ง (Heated air drying) และการใช้สารดูดความชื้นออกจากอากาศอย่างหนึ่ง (Dehumidified air drying)

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์โดยใช้ลมร้อน (Heated air drying) การเพิ่มอุณหภูมิของอากาศที่ใช้อบเมล็ดพันธุ์สามารถกระทำไ้ได้โดยการจุดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เกิดความร้อนและใช้พัดลมเป่าลมร้อนผ่านเมล็ดพันธุ์ วิธีนี้ใช้อบเมล็ดพันธุ์ใน ก. ถังอบเมล็ดพันธุ์ (bin dryer) ทำด้วยโลหะรูปรางต่าง ๆ กัน เหมาะสำหรับเมล็ดพันธุ์ลีดใหญ่ ๆ ข. รถลากอบเมล็ดพันธุ์ (Wagon dryer) โดยจะลากรถออกไปบรรทุกเมล็ดพันธุ์จากรถเก็บเกี่ยว (Combine) ในแปลงโดยตรง แล้วลากกลับมาเชื่อมต่อกับท่อส่งลมร้อนก็สามารถลดความชื้นไ้ทันทีเมื่อเสร็จแล้วก็ลากไปเก็บในโรงเก็บไ้เลย โดยจะประหยัดการลำเลียงเมล็ดพันธุ์โดยอุปกรณ์อื่น ๆ และ

ค. โรงอบแบบกระสอบ-กล่อง-กะบะหรือถาด (Sack/box/tray dryer) วิธีนี้เหมาะ

สำหรับการอบเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในกระสอบป่าน หรือลดความชื้นเมล็ดพันธุ์เล็กน้อย ๑ หลาย ๆ ล็อตพร้อมกัน เช่น เมล็ดพันธุ์ฝักและไม้ดอก การอบจะใช้เวลาไม่มากนัก โดยนำถุงหรือกล่อง กระบะ และถาดเมล็ดพันธุ์ซึ่งกันเป็นตาข่ายยอมให้ลมร้อนผ่านได้สะดวก นำไปวางบนช่องเปิดที่มี ลมร้อนพัดผ่านจากด้านล่าง ขนาดของเครื่องอบหรือโรงอบมีตั้งแต่เครื่องขนาดเล็กใช้ลดความชื้น เมล็ดพันธุ์ได้คราวละประมาณ 10 ถุง ไปจนถึงโรงอบขนาดใหญ่ที่อบเมล็ดพันธุ์ได้คราวละ 50-100 กระสอบ

อย่างไรก็ดี Heated air drying นี้จะใช้อุณหภูมิได้สูงไม่เกิน 43 C

เท่านั้นจึงจะไม่ทำลายความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ และหากเมล็ดมีความชื้นสูงมากก็จะต้องใช้อุณหภูมิ ระดับที่ต่ำกว่า 43 C เพื่อป้องกันการหดตัวโดยเร็วอันจะทำให้ผิว เมล็ดเหี่ยวแห้งเสียรูปร่างได้ (ตารางที่ 3)

การลดความชื้นโดยอากาศแห้ง (Dehumidified air drying) วิธีนี้

ใช้ลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้ลงมารู้อย่างต่ำมาก สำหรับการเก็บรักษาในภาชนะที่ป้องกันการความชื้น ได้ (Vapour proof package) (ตารางที่ 4) ซึ่งไม่สามารถให้ลมร้อนลดความชื้น ให้ต่ำถึงระดับนี้ได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อความงอก (อุณหภูมิสูงไม่เกิน 43C) วิธีนี้นิยมใช้กับเมล็ด พันธุ์ฝักและไม้ดอก เนื่องจากมีขนาดเล็ก การลดความชื้นจะใช้สำหรับวางถาดเมล็ดพันธุ์เป็นชั้น ๆ อากาศที่เป่าเข้าในตู้จะผ่านสารดูดความชื้น Silica gel จนมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 30 % อากาศแห้งนี้จะพัดผ่านชั้น เมล็ดพันธุ์และจะถูกดูดออกไปผ่าน Silica gel ก่อนที่จะ นำกลับเข้ามาใช้อีก วิธีนี้สามารถลดความชื้นเมล็ดพันธุ์จากระดับปกติมาสู่ระดับที่ต้องการสำหรับ บรรจุในภาชนะที่ป้องกันการแลกเปลี่ยนความชื้นได้ภายในเวลาเพียงประมาณ 12-24 ชั่วโมงเท่านั้น (ดูแผนผังแสดงขั้นตอนการอบลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ฝัก รูปที่ 38)

การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ขั้นต้น (Pre-conditioning)

การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ขั้นต้นจะเป็นการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ที่ค่อนข้างจะรวดเร็วด้วยเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพการทำงานต่อชั่วโมงสูง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของส่วนประกอบในกองเมล็ดพันธุ์ หรือของเมล็ดพันธุ์เอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ วิธีการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ขั้นต้นจะ

แตกต่างกันไปตามชนิดของเมล็ดพันธุ์และวัตถุประสงค์ ซึ่งจะอาศัยเครื่องจักรต่างชนิดกันในการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามในเมล็ดพันธุ์พืชทั่วไป การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์มีความจำเป็นในบางกรณี แต่มีความจำเป็นต้องกระทำเสมอในเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดเท่านั้น ดังจะอธิบายรายละเอียดในลำดับต่อไป

การทำความสะอาดอย่างหยาบ (Scalping , Pre-cleaning)

การทำความสะอาดอย่างหยาบจะมีความจำเป็นเมื่อพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้าปรับปรุงสภาพมีสิ่งเจือปนและเศษพืชที่มีขนาดใหญ่ปะปนอยู่มากเกินไป จึงต้องทำความสะอาดอย่างหยาบ ๗ เสียขั้นหนึ่งก่อนด้วยเครื่องทำความสะอาดอย่างหยาบ (Scalper) และจะทำในทันทีที่นำเมล็ดเข้ามาถึงโรงงานก่อนนำเข้าเก็บในโรงเก็บรวมชั่วคราว (Bulk storage) หรือก่อนนำเข้าถังอบ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายจากความชื้นสูงขณะเก็บรักษาเมล็ดชั่วคราวก่อนการปรับปรุงสภาพและเพิ่มประสิทธิภาพการลำเลียง การอบลดความชื้นและการทำงานของเครื่องทำความสะอาด เช่นในการร่อนอย่างหยาบจะเพิ่มประสิทธิภาพของ Air screen cleaner ในการทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าวจาก 2.5 ตันต่อชั่วโมง เป็น 3 ตันต่อชั่วโมง เครื่อง scalper มีลักษณะคล้ายเครื่อง Air screen cleaner อาจจะมีตะแกรง ตั้งแต่ 1-3 อัน ร่วมกับเครื่องเป่าลม Aspirator (บาง model ไม่มีเครื่องเป่าลม) ซึ่งสามารถใช้แยกเศษหิน ดิน ทราย และผงที่เบาและเล็กกว่าเมล็ดออกได้ด้วย (รูปที่ 4 และ 5) นอกจากนี้แล้วยังมีเครื่องทำความสะอาดอย่างหยาบชนิดที่มีตะแกรงรูปทรงกระบอกรูปร่างยาวร่อนสิ่งเจือปนขนาดใหญ่ และมีพัดลมดูดแยกวัสดุเบาออกจากเมล็ดดี (Reel type-aspirating scalper) (รูปที่ 6)

การกระเทาะข้าวโพด (Corn shelling)

การรับซื้อ อบลดความชื้น เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจะกระทำในรูปข้าวโพดทั้งฝัก ดังนั้นหลังจากลดความชื้นแล้วจะต้องกระเทาะเอาเมล็ดออกจากฝักก่อนที่จะนำไปทำความสะอาดและคัดขนาด เครื่องกระเทาะข้าวโพด (corn sheller) ประกอบไปด้วยฟันกระเทาะ ตะแกรง ร่อน ชั่งออก หรือเครื่องเป่าลม เพื่อทำความสะอาดขึ้นต้นไปด้วยในตัว อย่างไรก็ตามเครื่องกระเทาะ

อาจจะทำให้เมล็ดแตกเสียหายได้บ้างไม่มากนักน้อย จึงควรระมัดระวังเรื่องความชื้นในเมล็ดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมคือ ประมาณ 13-20 เปอร์เซ็นต์ หลังจากกระเทาะแล้วจึงจะลดความชื้นลงอีกครั้งหนึ่งจนถึงระดับ 12 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำเข้าทำความสะอาดและเก็บรักษาต่อไป

การตัดหางเมล็ดธัญพืช (Debearding)

เมล็ดธัญพืชและหญ้าบางจำพวก เช่น เมล็ดข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต มีหางเมล็ด (Awn) ยาว ซึ่งไม่หลุดออกไปขณะที่ทำการนวด ทำให้เมล็ดเกาะติดกันเป็นกระจุกไม่สามารถเคลื่อนที่ไป ความลำเลียงและทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องตัดหาง (debearder) ประกอบไปด้วยก้านเหล็ก 2 ชุด ชุดหนึ่งหมุนรอบตัวเองคือเมล็ดและทำให้เกิดการเสียดสีกับก้านเหล็กอีกชุดหนึ่งซึ่งอยู่กับที่ ทำให้หางเมล็ดหักหลุดออกไป (รูปที่ 7) เพื่อไม่ให้เกิดการแตกร้าวของเมล็ดเนื่องจากความรุนแรงของก้านที่เมล็ดความชื้นของเมล็ดไม่ควรจะต่ำกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการนำเมล็ดข้าวบาร์เลย์ที่ตัดหางแล้วไปทำความสะอาดจะได้เมล็ดพันธุ์ที่มีน้ำหนักต่อปริมาณ (Test weight) สูงขึ้น

การแกะเปลือกและขีตข่วนผิวเมล็ด (Scarification)

การแกะเปลือกและขีตข่วนผิวเมล็ดมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความงอกในเมล็ดพืชบางชนิดที่น้ำซึมผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดได้ยาก นอกจากนี้การแกะเปลือกเมล็ด (Clume) ยังจะช่วยให้การทำความสะอาดเอาเมล็ดลีบออกได้ง่ายขึ้น เพราะเมล็ดที่ลีบเมื่อมีเปลือกหุ้มอยู่จะมีขนาดเท่าเมล็ดที่สมบูรณ์ เมล็ดที่ต้องการแกะเปลือกได้แก่ Bermudagrass Buffalograss

Bahiagrass Lespedeza เป็นต้น ส่วนเมล็ดถั่วขนาดเล็กนั้นจะทำการขีตข่วนผิว เมล็ดก่อนบรรจุจำหน่ายเมื่อพบว่าเมล็ดแข็งอยู่เกินกว่า 10-15 เปอร์เซ็นต์ เช่นเมล็ด Alfalfa clover ต่าง ๆ crotolaria และ wild winter peas

การแกะเปลือกและขีตข่วนผิวเมล็ดสามารถกระทำได้ด้วยเครื่องชนิดเดียวกันคือเครื่อง Huller - scarifier ซึ่งมีรูปทรงกระบอกกลวง ผิวทรงกระบอกภายในเป็นวัสดุคล้าย กระดาษทรายขรุขระ หรือวัสดุแกร่ง เช่น carborundum stone และ hard rubber (urethane) ซึ่งมีคุณสมบัติในการขัดสี ภายในทรงกระบอกจะมีจานหมุนหรือใบพัด

หมุนโยนเมล็ดเข้ากระตบผิวขรุขระของทรงกระบอก เปลือกหุ้มเมล็ดหยาบจะหลุดออกหรือเกิดรอยขีดข่วนที่ผิวเมล็ดตัว เครื่องเป่าลม (Aspirator) จะทำให้เกิดกระแสลมทำความสะอาดเมล็ดอีกครั้งหนึ่ง การทำงานของเครื่องจะทำให้เกิดอันตรายต่อเมล็ดทำให้เกิดรอยแตกร้าวได้ง่าย จึงควรปรับความเร็วของจานหมุนหรือใบพัดให้เหมาะสมและความชื้นของเมล็ดพันธุ์ควรจะอยู่ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 8)

การเอาเปลือกฝ้ายออก (Delinting)

เมล็ดฝ้ายเมื่อหีบเอาเส้นใยออกแล้วยังมีเปลือก ๑ อยู่โดยรอบเมล็ด ทำให้เมล็ดฝ้ายเกาะติดกันเป็นก้อนไม่สามารถเคลื่อนตัวได้โดยอิสระในขณะลำเลียงหรือรับปรุงสภาพ การเอาเปลือกฝ้ายออกจากเมล็ดอาจทำได้ด้วยเครื่องจักร (Mechanical delinting) หรือการใช้กรดกัด (Acid delinting) การใช้กรดสามารถใช้วิธีจุ่มในกรด Sulfuric acid หรือ เผลด้วยไฮกรด Hydrochloric acid วิธีที่ใช้กรดกัดจะทำให้ได้เมล็ดฝ้ายผิวเกลี้ยงเรียบทั้งหมด สามารถนำไปทำความสะอาดแยกเอาเมล็ดที่ฉีกไม่ได้ขนาดออกจากเมล็ดที่ดีโดยสะดวก

หลักการที่ใช้ในการคัดและทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์

(The physical bases of seed separation)

ในการใช้เครื่องจักรชนิดต่าง ๆ ในการคัดแยกและทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์นั้นหลักการอยู่ว่า จะต้องมีความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพ (Physical characteristics) อย่างน้อย ๑ ลักษณะ ระหว่างสิ่งเจือปนที่ต้องการคัดออก (Contaminants) และเมล็ดดี (Major crop seed) แต่เนื่องจากในกองเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้าปรับปรุงสภาพ (Raw seed) ปะปนไปด้วยสิ่งเจือปนมากมายหลายชนิด ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันไปหลายแบบ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาเลือกเครื่องจักรที่สามารถทำความสะอาดได้โดยง่าย ไม่ยุ่งยาก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูงมาใช้งาน

ลักษณะทางกายภาพที่สามารถใช้คัดแยกและทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์

(Physical characteristic used for seed separation)

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพืชที่สามารถใช้ในการคัดแยกและทำความสะอาดเมล็ด

พันธุ์ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความถ่วงจำเพาะ(น้ำหนัก) สิวสัมผัส สี ลักษณะการเบียดขึ้นของผิว เมล็ดเมื่ออุดขั้วน้ำ และคุณสมบัติการรับ-ถ่ายเทประจุไฟฟ้า อย่างไรก็ตามจะต้องใช้เครื่องจักรคนละชนิดกันที่จะแยกเมล็ดที่มีลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ออกจากกัน

1. ขนาด (Size)

จะเห็นว่าเมล็ดพืชต่างชนิดกันและสิ่งเจือปนจะมีความแตกต่างของขนาดอย่างเด่นชัด การใช้เครื่องจักรแยกโดยอาศัยความแตกต่างของขนาดจึงเป็นวิธีที่ง่ายและธรรมดาที่สุด แต่ได้ผลดี ถือว่าเป็นวิธีการหลักในการทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ทั่ว ๆ ไป เครื่องจักรที่ใช้หลักการนี้ได้แก่ เครื่องคัดและทำความสะอาดเมล็ดโดยตะแกรงและลม (Air screen cleaner) เครื่องคัดขนาดตามความกว้างและความหนาของเมล็ด (Width and thickness separators) และ เครื่องคัดขนาดตามความยาวของเมล็ด (Length separator)

Air screen cleaner ใช้ความแตกต่างของขนาดโดยรวมในการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ โดยใช้ประโยชน์จากการทำงานของตะแกรงขนาดต่าง ๆ และแรงลมเป่า เครื่อง Air screen cleaner ที่ธรรมดาที่สุดประกอบด้วยตะแกรง 2 ตะแกรง และพัดลม 1 ตัว เท่านั้น ตะแกรงบนจะมีขนาดรูโกลกว่าตะแกรงล่าง เรียกว่า Scalper ซึ่งจะแยกเอาสิ่งเจือปนขนาดใหญ่กว่าเมล็ดคือออกไป (Scalping) เมล็ดดีและสิ่งเจือปนขนาดเล็กลอดผ่านลงไปยังตะแกรงล่าง ซึ่งเรียกว่า Grader ตะแกรงอันล่างจะมีรูเล็กกว่าเมล็ดดี เมล็ดดีสับไม่ได้ ขนาด และสิ่งเจือปนขนาดเล็กกว่าเมล็ดดีจะถูกแยกออกไป เหลือแต่เมล็ดดีที่สะอาดแล้วไว้บนตะแกรง (Grading) เมล็ดดีจะผ่านออกไปผ่านกระแสดลมที่จะพัดเอาสิ่งเจือปนที่เบากว่าเมล็ดดีและฝุ่นละอองออกไปอีกที่หนึ่ง เครื่องที่มีตะแกรง scalper grader และ พัดลมมากกว่า 1 ชุด จะมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้นและสามารถคัดขนาดเมล็ดได้อีกด้วย (รูปที่ 9,10) การใช้ประโยชน์จากเครื่องนี้กว้างขวางและเป็นที่นิยมมาก เนื่องจากมีตะแกรงขนาดและชนิดต่าง ๆ มากกว่า 200 แบบ ที่สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดเมล็ดพันธุ์ชนิด ตัวอย่างชนิดของรูตะแกรงแสดงไว้ในรูปที่ 11

เมื่อพูดถึงขนาดแล้วจะเป็นการกล่าวโดยรวมมากกว่า แท้ที่จริงแล้วขนาดสามารถแยกออกได้เป็น 3 มิติ คือ ความกว้าง ความหนา และความยาว หากวัตถุประสงค์ต้องการคัดแยกออกจากกัน

มีขนาดโดยรวมใกล้เคียงกันแล้วจะต้องใช้ความแตกต่างในมิติใดมิติหนึ่งมาเป็นหลักในการคัดและทำความสะอาด

ตะแกรงรูกกลม (Round perforation) จะใช้แยกเมล็ดโดยอาศัยความแตกต่างของความกว้างเพียงอย่างเดียว ส่วนตะแกรงรูรี (Oblong perforation) จะอาศัยความหนาของเมล็ดที่ต่างกันเป็นหลัก การเลือกตะแกรงจึงขึ้นอยู่กับรูปร่างของเมล็ดที่นำมาทำความสะอาดและชนิดของสิ่งเจือปน แต่สามารถกล่าวได้คร่าว ๆ ดังนี้

ก. เมล็ดกลม จะใช้ตะแกรงรูกกลมเป็นตะแกรง scalper และตะแกรงรูรีเป็นตะแกรง grader สิ่งเจือปนขนาดใหญ่จะค้างบน scalper ในขณะที่เมล็ดลีบเมล็ดแตก และเมล็ดที่ชื้นที่มีความหนาน้อยกว่าเมล็ดดีจะลอดผ่านตะแกรง grader ออกไป

ข. เมล็ดรี ทั้ง scalper และ grader จะเป็นตะแกรงรูรี ตะแกรง scalper จะแยกสิ่งเจือปนที่มีรูปร่างกลมหรือหนากว่าเมล็ดดีออกไป ส่วน grader จะยอมให้สิ่งเจือปนที่มีความหนาน้อยกว่าเมล็ดดีผ่านลอดออกไปได้

ค. เมล็ดรูปเส้นรี จะใช้ตะแกรงรูรีหรือสามเหลี่ยมเป็น scalper ตะแกรงรูกกลมเป็นตะแกรงล่าง เมล็ดรูปเส้นรีจะลอดผ่าน scalper ไม่ได้ ในขณะที่เมล็ดที่กลมหรือหนาใหญ่กว่าจะค้างอยู่บนตะแกรงนี้ ที่ grader เมล็ดรูปเส้นรีจะไม่สามารถลอดผ่านไปได้ แต่เมล็ดที่กลมและเล็กกว่าจะลอดผ่านไปได้

เครื่องคัดเมล็ดตามความกว้างและหนาของเมล็ด (Width and thickness separators หรือ Precision grader) เครื่องจักรชนิดนี้มีวิวัฒนาการมาจากเครื่อง Air screen cleaner เพื่อใช้ในการคัดขนาดเมล็ดพันธุ์มากกว่าการทำความสะอาด การคัดขนาดโดยอาศัยความแตกต่างทางความกว้างหรือความหนาของเมล็ด ซึ่งจะใช้ตะแกรงในการแยกเมล็ดพันธุ์เช่นเดียวกันแต่รูตะแกรงมีลักษณะเป็นหลุมลึกลงไป (Indented hole screen screen แทนที่จะเป็นตะแกรงรูเรียบธรรมดาอย่างในเครื่อง Air screen cleaner cleaner ซึ่งตะแกรงแบบหลุมนี้จะคัดขนาดเมล็ดได้แม่นยำขึ้น เพราะเมล็ดหกเอาส่วนกว้าง (ตะแกรงรูกกลม) หรือส่วนข้างที่หนา (ตะแกรงรูรี) ลงสู่รูตะแกรง หลักเกณฑ์การแยกก็เช่นเดียวกันคือ ถ้าเป็น Width separator เมล็ดจะถูกแยกตามความกว้างโดยใช้ตะแกรงหลุม

กลม หากจะใช้เครื่องเป็น Thickness separator ก็เปลี่ยนตะแกรงเป็นตะแกรง
หลุมรี เมล็ดก็จะถูกแยกตามความหนา (รูปที่ 12-13) Width and thickness

separators มีหลายลักษณะ แต่ชนิดที่พบเห็นมากคือชนิดที่มีตะแกรงเป็นรูปทรงกระบอก
(Cylinder screen separator) (รูปที่ 14) อาจจะเป็นตะแกรงทรงกระบอกกลม
หรือ หลายเหลี่ยมก็ได้ โดยทั่วไปนิยมใช้กันมากในการคัดขนาดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดผสมเป็น
เมล็ดอ่อนและเมล็ดแบบขนาดต่าง ๆ กันเพื่อใช้ปลูกโดยตรงปลูก

เครื่อง Cylinder screen separators จะมีตะแกรงเป็นรูปทรงกระบอก
ยาว เมล็ดที่ผ่านการทำความสะอาดโดยเครื่อง Air screen cleaner มาแล้วจะ
ผ่านเข้าเครื่อง Cylinder screen separator เพื่อคัดขนาดต่อ โดยผ่านเข้า
ภายในทรงกระบอก การคัดขนาดจะเกิดขึ้นขณะที่ตะแกรงทรงกระบอกหมุนรอบตัวเอง เมล็ดที่เล็ก
กว่ารูตะแกรงจะลอดออกมาจากทรงกระบอก ส่วนเมล็ดที่ใหญ่กว่ารูตะแกรงก็จะเคลื่อนออกทางส่วน
ท้ายของทรงกระบอกตามความลาดเอียง ตะแกรงทรงกระบอกมีรูตะแกรงหลายแบบหลายขนาดให้
เลือกใช้สับเปลี่ยนได้ตามชนิด ขนาดเมล็ด และชนิดของสิ่งเจือปน Width separator จะ
ใช้ตะแกรงหลุมกลม ส่วน Thickness separator จะใช้ตะแกรงหลุมรีลักษณะเป็นรอน

นอกจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแล้ว จะใช้ Width and thickness separators
ในการแยกเมล็ดพืช เช่น แยกเมล็ดข้าวแดงออกจากเมล็ดพันธุ์ข้าว แยกเมล็ดแคกซิกในเมล็ด
พันธุ์ถั่ว เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง รวมทั้งข้าวฟ่างด้วย

เครื่องคัดขนาดตามความสั้นยาวของเมล็ด (Length separator) เครื่อง
จักรนี้ใช้สำหรับแยกเมล็ดที่มีความยาวต่างกัน เช่น แยกเมล็ดข้าวหักออกจากเมล็ดพันธุ์ข้าว เครื่อง
นี้มี 2 แบบคือ ชนิดจานหมุน (Disc separator) (รูปที่ 15) และชนิดทรงกระบอก (Cylinder
separator) (รูปที่ 16-17) บนผิวจานหมุนรูปวงล้อ หรือผิวด้านในรูปทรงกระบอก
จะมีหลุม (Pocket) เรียงกันอยู่เต็มไปหมด เมื่อจานหรือทรงกระบอกหมุนรอบตัวเองในขณะที่
เมล็ดพันธุ์ผ่านเข้ามา เมล็ดที่สั้นจะติดค้างอยู่ในหลุมและถูกโยนออกไปอีกที่หนึ่งด้วยแรงเหวี่ยงหนี
ศูนย์กลาง (Disc separator) หรือแรงโน้มถ่วง (Cylinder separator) (รูป
ที่ 15-16) Disc separator) จะมีจานหมุนหลาย ๆ จานอยู่ติดกันเป็นชุด (รูปที่ 18) และ
เหมาะสำหรับเมล็ดที่มีขนาดกลาง ส่วน Cylinder separator เหมาะสำหรับเมล็ด

ที่มีน้ำหนักและเคลื่อนที่ได้ดี

2. รูปร่าง (Shape) หรือความกลม (Roundness)

ในบางกรณีสิ่งเจือปนจะมีขนาดทั้ง 3 มิติใกล้เคียงกับเมล็ดจึงไม่สามารถแยกออกได้โดยเครื่อง Air screen cleaner หรือเครื่องคัดตามขนาดอื่น ๆ แต่ถ้าหากมีความกลมต่างกันก็สามารถคัดแยกออกได้โดยเครื่องแยกเมล็ดแบบเกลียว (Spiral separator) เครื่องแยกเมล็ดแบบสายพานเอียง (Draper) และเครื่องแยกเมล็ดแบบแท่นเอียงสั่นสะเทือน (Inclined vibrating deck) ซึ่งแยกเมล็ดออกจากกันโดยอาศัยความสามารถในการกลิ้งของเมล็ดลงตามที่ลาดเอียง

Spiral separator มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะซ้อนขนานกันห่าง ๆ และพันลงมาเป็นเกลียวรอบเสาแกนกลางตามแนวตั้ง แผ่นโลหะเกลียวด้านนอกสุดจะเป็นแผ่นเกลียวขิกใหญ่กว่าแผ่นเกลียวด้านใน การทำงานอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกโดยไม่มีเครื่องจักรกลมาเกี่ยวข้อง เมื่อยล้อยเมล็ดให้กลิ้งลงมาตามแผ่นเกลียวด้านใน เมล็ดที่กลมจะกลิ้งลงมาด้วยความเร็วสูงกว่าเมล็ดที่แบนและความเร็วของเมล็ดกลมจะสูงขึ้นจนมันตกขอบเกลียวด้านในออกมาสู่แผ่นเกลียวแผ่นใหญ่ด้านนอก เมล็ดแบนจะยังคงค้างอยู่ที่แผ่นเกลียวด้านในและเคลื่อนที่ออกสู่ช่องเปิดคนละทางกัน เครื่องแบบนี้เรียกว่า Krussow style (รูปที่ 19) ส่วนโมเดลที่ใหม่กว่าคือ AMOS - type (รูปที่ 20) จะไม่มีเกลียวขิกใหญ่แต่จะมีตู้สี่เหลี่ยมครอบส่วนเกลียวทั้งหมดไว้ เมล็ดกลมที่บินเกลียวออกมาจะตกลงสู่ส่วนล่างของตู้และไหลออกไปอีกทางหนึ่ง

ส่วนเครื่อง Draper มีลักษณะคล้ายสายพานลำเลียงตั้งเป็นมุมเอียง สายพานจะเคลื่อนที่สู่ด้านบน เมื่อยล้อยเมล็ดลงบนสายพานนี้ เมล็ดที่กลมจะกลิ้งลงตามสายพานสู่ด้านล่าง เมล็ดที่แบนจะคงอยู่บนสายพานถูกพาขึ้นไปตามสายพานและตกจากขอบบนลงสู่ภาชนะรองรับ (รูปที่ 21)

Inclined vibrating deck มีลักษณะเป็นแท่นผิวหยาบ สี่เหลี่ยม ลาดเอียง และสั่นเทือนขณะใช้งาน แรงสั่นสะเทือนจะทำให้เมล็ดแบน (หรือมีผิวหยาบ) เคลื่อนที่ได้ขึ้นไปตามแท่นสู่ส่วนที่สูงกว่า ในขณะที่เมล็ดกลม (หรือผิวเรียบ) ไม่สามารถไต่ขึ้นสู่ที่สูงของแท่น

เอียงได้ จึงกลิ้งลงสู่ส่วนล่างและแยกออกที่ช่องเบ็ดคนละช่อง (รูปที่ 22)

3. ผิวสัมผัส (Surface texture)

เมล็ดพืชและสิ่งเจือปนที่มีขนาดและความกลมใกล้เคียงกันอาจมีผิวสัมผัสเรียบหรือหยาบต่างกัน ในกรณีนี้สามารถใช้เครื่องแยกเมล็ดชนิดลูกกลิ้งทรงกระบอก (Roll mill หรือ Doller mill) และเครื่อง Inclined vibrating deck แยกเมล็ดและสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการออกไปได้

Roll mill ประกอบด้วยลูกกลิ้งทรงกระบอกยาว 2 อัน วางขนานชิดกัน จัดอยู่ในตำแหน่งลาดเอียง 7-12 องศา ผิวลูกกลิ้งคลุมด้วยผ้ากำมะหยี่หรือสักหลาด เหนือลูกกลิ้งมีแผ่นโลหะคล้ายหลังคาคลุมไป ความสั่นไค้ของลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งสามารถหมุนรอบตัวเองแต่ในทิศทางตรงข้ามกัน เมื่อปล่อยเมล็ดสู่ด้านบนของลูกกลิ้ง เมล็ดก็จะไหลลงมาตามแนวลาดเอียงระหว่างลูกกลิ้ง 2 อัน ขณะที่ลูกกลิ้งหมุนไปในทิศตรงข้ามกัน เมล็ดที่มีผิวหยาบจะถูกผิวสักหลาดขัดกระเด็นออกไปจากลูกกลิ้ง ส่วนเมล็ดผิวเรียบจะไหลลงไปตามปกติเคลื่อนที่ออกที่ส่วนล่างของลูกกลิ้ง (รูปที่ 23) เครื่องมือนี้นิยมใช้แยกเมล็ดวัชพืชและกรวดเล็ก ๆ ออกจากเมล็ดพันธุ์ alfalfa หรือ clovers

4. ลักษณะการเปียกชื้นของผิวเมล็ดเมื่อดูดซับน้ำ (Affinity for liquid)

ผิวของเมล็ดวัชพืชบางชนิดจะมีลักษณะเหนียวเมื่อถูกน้ำ หรือในเมล็ดพืชชนิดที่มีผิวขรุขระจะดูดความชื้นได้เร็วกว่าเมล็ดที่มีผิวแข็งและเรียบเป็นมัน ดังนั้นเมื่อพรมน้ำหรือน้ำมันลงบนเมล็ดและโรยด้วยผงตะไบเหล็ก ผงตะไบเหล็กจะเกาะอยู่ตามผิวเมล็ดชนิดที่มีสารขึ้นเหนียวหรือผิวที่ขรุขระ เมื่อนำเมล็ดไปปล่อยลงบนลูกกลิ้งแม่เหล็ก เมล็ดเหล่านี้จะถูกดูดติดอยู่กับลูกกลิ้ง ส่วนเมล็ดดีจะกลิ้งผ่านออกไปโดยอิสระเพราะไม่มีตะไบเหล็กติดอยู่ เครื่องจักรที่ใช้หลักการนี้เรียกว่า เครื่องแยกเมล็ดโดยแม่เหล็ก (Magnetic separator) (รูปที่ 24)

5. น้ำหนัก (Weight)

เมื่อวัตถุหล่นลงมาตามท่อที่มีลมเป่าด้านล่างอยู่ กระแสลมจะดันวัตถุนั้นไม่ให้หล่นลงมา

แรงต้านนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วลม รูปร่าง ขนาด ผิวสัมผัส และความถ่วงจำเพาะของวัตถุ เมื่อเพิ่มความเร็วลมให้สูงขึ้น แรงต้านวัตถุที่ตกลงมาจะเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่ทำให้วัตถุนั้นแขวนลอยอยู่ในกระแสลมได้โดยไม่หล่นลงมา ความเร็วลมที่จุดนี้เรียกว่าความเร็วลมแขวนลอย (Terminal velocity) ของวัตถุนั้น เครื่องแยกและทำความสะอาดเมล็ดโดยแรงลม (Air separators) ใช้หลักการของการควบคุมกระแสลมมาแยกเมล็ดตามความเร็วลมแขวนลอยที่แตกต่างกันระหว่างเมล็ดดีและสิ่งเจือปน เมล็ดดีหรือสิ่งเจือปนที่เบากว่าจะมีความเร็วลมแขวนลอยต่ำกว่าเมล็ดดีมาก เมื่อรับกระแสลมจากพัดลมให้มีความเร็วลมแขวนลอยต่ำกว่าเมล็ดดีเล็กน้อย สิ่งเจือปนและเมล็ดดีก็就会被หรือดูดออกจากเมล็ดดี เครื่อง Air separators ที่พบเห็นทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ

ก. เครื่องแยกเมล็ดโดยแรงลมแบบท่อ (Pneumatic separator) มีลักษณะเป็นท่อกลวง เมื่อป้อนเมล็ดผ่านท่อลงมากะแสลมจะพัดผ่านเมล็ดขึ้นไป พาเอาส่วนที่เบาขึ้นสู่ด้านบนของท่อ เมล็ดที่หนักจะร่วงลงสู่ทางออกที่ส่วนล่างของท่อ (รูปที่ 26)

ข. เครื่องแยกส่วนเมล็ดชนิดลมดูด (Fractionating aspirator) สามารถใช้แยกเมล็ดที่มีความเร็วลมแขวนลอยต่างกันออกได้เป็น 3-4 ส่วน (รูปที่ 25) ในกรณีที่ทำความสะดวกและคัดขนาดเมล็ดมาแล้ว เครื่องนี้สามารถใช้แยกเมล็ดที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำ (Test weight ต่ำ) ออกได้ ซึ่งเป็นการปรับปรุงเปอร์เซ็นต์ความงอกให้สูงขึ้น เพราะเมล็ดที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำจะมีความงอกต่ำและเสื่อมคุณภาพเร็ว แหล่งกำเนิดกระแสลมของเครื่องนี้เกิดจากพัดลมดูดอากาศผ่านเมล็ด ส่วนเครื่องอีกชนิดคือ Duo-aspirator นั้นมีลักษณะเหมือนกันแต่มีช่องแยกเมล็ดเพียง 2 ช่อง คือช่องเมล็ดหนักและเมล็ดเบาเท่านั้น

6. ความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะ (Density or specific gravity)

เมล็ดพืชที่มีขนาดเท่ากันทั้ง 3 มิติ แต่อาจจะแตกต่างกันไปในความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะ เช่นเมล็ดอ่อนที่แก่ไม่เต็มที่ ผักหรือเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มแต่เมล็ดภายในอับ เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพ หรือเมล็ดที่มีแมลงเจาะทำลาย เมล็ดที่มีลักษณะแบบนี้สามารถคัดแยกได้โดยวิธีใช้เครื่องแยกเมล็ดโดยความถ่วงจำเพาะ (Gravity separator) เครื่องจักรสามารถใช้กระดืบ

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Up-grade) ที่มีประสิทธิภาพ และถือได้ว่าเป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญเครื่องหนึ่งในการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์

Gravity separator มีลักษณะเป็นแท่นคล้ายโต๊ะ เอียงทำมุม 2 ทางกับพื้น ผิวแท่นเป็นรูปพาราโบลาสำหรับให้เมล็ดเบาผ่าน เมื่อเครื่องทำงานจะเกิดแรงสั่นสะเทือนบนแท่น (Escillating motion) จากส่วนที่ต่ำของแท่นสู่ส่วนที่สูง ขณะเดียวกันก็จะมีพัดลมทำให้เกิดกระแสลมพัดจากด้านล่างของแท่นออกมาตามผิวแท่นอย่างสม่ำเสมอ หากความเร็วลมพอดีจะทำให้เมล็ดแยกตัวออกเป็นชั้น ๆ ตามน้ำหนัก (รูปที่ 27 และ 31) โดยเมล็ดที่น้ำหนักมากจะติดกับผิวแท่น เมล็ดที่เบาจะถูกพัดลอยขึ้นไม่สัมผัสกับแท่น ด้วยแรงที่สั่นสะเทือนบนแท่น เมล็ดที่หนักจะถูกโยนขึ้นสู่ส่วนที่สูงตลอดเวลา เคลื่อนที่ออกไปที่ทาง ด้านสูง ส่วนเมล็ดที่เบาจะเคลื่อนที่ออกไปทางส่วนล่าง และเมล็ดที่มีน้ำหนักปานกลางจะออกทางส่วนกลางของแท่น (รูปที่ 28-29)

Gravity separator จะทำงานได้ดีเมื่อทำความสะอาดเมล็ดมาก่อนแล้ว ด้วยเครื่องคัดขนาด และเมล็ดมีขนาดใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากว่า เมล็ดที่มีขนาดเท่ากันแต่มีความถ่วงจำเพาะต่างกัน เครื่องจะแยกเมล็ดที่มีความถ่วงจำเพาะต่างกันออกได้ หรือแยกได้ เพราะมีน้ำหนักต่างกันนั่นเอง เช่นการแยกเมล็ดที่มีแมลงเจาะทำลาย เมล็ดที่มีเชื้อราทำลาย เมล็ดที่อยู่ในลิบ หรือก้อนดินและกรวด เป็นต้น ส่วนเมล็ดที่มีขนาดไม่เท่ากัน แต่มีความถ่วงจำเพาะเท่ากัน เครื่องนี้จะแยกเมล็ดออกตามขนาดได้ เช่นเมล็ดที่เหี่ยวยุบ เมล็ดที่แตกหักส่วนการใช้เครื่อง Gravity separator แยกเมล็ดที่มีขนาดและความถ่วงจำเพาะต่างกัน ประปนกันอยู่ จะไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร (รูปที่ 30)

Gravity separator มีทั้งชนิดที่เป็นแท่นสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม ชนิดแท่นสามเหลี่ยม (Triangular) มีระยะให้เมล็ดเบาและปานกลางเคลื่อนที่ได้สั้น แต่เมล็ดหนักเคลื่อนที่ได้มาก จึงเหมาะสำหรับเมล็ดลोटที่มีเมล็ดหนักเป็นองค์ประกอบน้อย ส่วนชนิดแท่นสี่เหลี่ยม (Rectangular) มีระยะทางให้เมล็ดเบาและหนักปานกลางเคลื่อนที่มากกว่า จึงเหมาะสำหรับเมล็ดลोटที่มีเมล็ดเบาปะปนอยู่น้อย (รูปที่ 29) เครื่องชนิดแท่นสี่เหลี่ยมจึงเป็นชนิดที่นิยมใช้กว้างขวางในโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์

เครื่องแยกหิน (Stoper) คือ Gravity separator ชนิดหนึ่ง

ที่ใช้ในการแยกหิน กรวด ก้อนดิน ออกจากเมล็ด โดยแท่นแยกจะแยกเมล็ดออกได้เป็นสองส่วน
เท่านั้นคือ ส่วนที่เบา (เมล็ดดี) และส่วนที่หนัก (หิน) เท่านั้น (รูปที่ 32)

7. สี (Color)

เมล็ดที่ต่างกันในความเข้มของสีหรือต่างสีกันสามารถแยกออกได้โดยเครื่องแยกเมล็ด
โดยสี (Electric color sorter) ซึ่งเป็นการคัดครั้งสุดท้ายก่อนบรรจุลงจำหน่ายขณะที่
เมล็ดเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาที่ละเมล็ด Photoelectric cell จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เปรียบ
เทียบสีหรือความเข้มของสีเมล็ดกับสีของฉากหลัง โดยปกติแล้วคลื่นแสงจะสะท้อนจากฉากเข้าสู่
Photo cell อย่างต่อเนื่อง เมื่อมีเมล็ดที่สีผิดไปจากสีของฉากหลังผ่านเข้ามาจะก่อให้เกิด
เกิดการสะท้อนของคลื่นแสงที่ผิดปกติไปจากเดิม Photo cell จะส่งสัญญาณไปให้เกิดกลไก
บังคับเมล็ดนั้น ๆ ออกไปอีกทางหนึ่ง ซึ่งโดยปกติจะเป็นระดับหัวฉีดลมเป่าเมล็ดกระเด็นออกไป ส่วน
เมล็ดที่ปกติจะหล่นลงสู่ภาชนะรองรับอย่างอิสระ (รูปที่ 33) เครื่องชนิดนี้มีราคาแพง คัดแยกเมล็ด
ได้ช้า และต้องการการดูแลมาก จึงไม่ค่อยพบเห็นมากนัก มักจะใช้ในภาพรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ที่
มีราคาสูง เมล็ดพันธุ์คัด (Breeder seed) และเมล็ดพันธุ์หลัก (Foundation seed)
หรือใช้ในโรงงานผลิตอาหารที่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีสีสวยงามสม่ำเสมอ เช่น กาแฟ และถั่ว

8. คุณสมบัติในการรับ-ถ่ายเทประจุไฟฟ้า (Electrostatic properties)

เนื่องจากเมล็ดพืชมีความแตกต่างกันในการเก็บรักษาหรือถ่ายเทประจุไฟฟ้า จึง
สามารถใช้คุณสมบัติข้อนี้ในการแยกเมล็ดพันธุ์เพื่อยกระดับคุณภาพได้ เครื่องมือนี้เรียกว่าเครื่องแยก
เมล็ดโดยประจุไฟฟ้า (Electrostatic separator) ภาพทำงานใช้หลักวัตถุที่มีประจุ
เหมือนกันจะผลักกัน วัตถุที่มีประจุต่างกันจะดูดกัน เครื่องมือนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

ก. Electrostatic separator (Non-discharging field lifting effect) เมื่อมีเมล็ดบนลูกกลิ้งที่มีลักษณะเป็น Ground (+) และเมล็ดผ่านมาถึงขั้ว
electrode เมล็ดจะกระโดดเข้าหาขั้ว electrode เมล็ดที่เก็บประจุบวกไว้มากจะ
เคลื่อนที่เข้าใกล้ขั้ว electrode ได้มากกว่าเมล็ดที่สูญเสียประจุบวกได้เร็วหรือรับประจุบวก

ได้น้อย ทำให้เมล็ดตกลงในภาชนะรองรับคนละอันกัน (รูปที่ 34)

ข. Electrostatic separator discharging high intensity field pinning effect) ในกรณีนี้เมล็ดจะเคลื่อนที่ไปตามลูกกลิ้งที่มีประจุเป็น

Ground (+) จะปล่อยประจุไฟฟ้าลงบนเมล็ด ซึ่งลูกกลิ้งจะดูดเมล็ดไว้ที่ผิว เพราะมีประจุต่างกัน แต่เมล็ดบางส่วนสูญเสียประจุไฟฟ้าลงในตัวได้เร็วมาก จึงหลุดออกจากส่วนโค้งของลูกกลิ้งสู่ภาชนะด้านล่าง ส่วนเมล็ดที่ยังคงมีประจุไฟฟ้าลบจะเกาะติดกับลูกกลิ้งและถูกนำออกโดยแปลงที่ส่วนท้ายของลูกกลิ้ง (รูปที่ 35)

ค. Helmuth-type electrostatic separator เมื่อปล่อยเมล็ดให้

ตกลงมาระหว่างขั้วประจุไฟฟ้าบวกและลบ เมล็ดที่มีคุณภาพต่างกันจะตอบสนองต่อขั้วประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน บางเมล็ดจะปลิวเข้าใกล้ขั้วลบ บางเมล็ดจะปลิวเข้าหาขั้วบวก บางเมล็ดไม่ตอบสนองต่อประจุใด ๆ และจะตกลงมาเฉย ๆ จึงสามารถแบ่งเมล็ดออกได้ตามระยะที่เมล็ดปลิวไปตก (รูปที่ 36)

การคัดแยกเมล็ดโดยวิธีดังกล่าวนี้ได้ผลไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นของเมล็ดด้วย จะได้ผลดีในวันที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและอุณหภูมิไม่ต่ำจนเกินไป นิยมใช้กันในเมล็ดพันธุ์ไม้ดอกและผักต่าง ๆ

จะเห็นว่าเครื่องมือในการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์นั้นมีหลายชนิด สามารถเลือกใช้ตามชนิดและสภาพของเมล็ดพันธุ์ และไม่จำเป็นต้องนำเมล็ดพันธุ์ไปผ่านเครื่องจักรทุกชนิด แต่จะเลือกใช้เฉพาะชนิดที่จำเป็นและทำงานได้ผลดีมีประสิทธิภาพสูงเท่านั้น นอกจากนี้การปฏิบัติงานกับเมล็ดพันธุ์ยังต้องคำนึงถึงการรักษาความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไว้ด้วย เพราะการใช้เครื่องจักรปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์จะทำให้เกิดความเสียหาย บอบช้ำ แตกร้าว

(Mechanical damage) แก่เมล็ดพันธุ์ได้ง่ายหากปฏิบัติไม่ถูกต้อง ทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว และยังถ้านำเมล็ดผ่านเครื่องจักรมากชนิดหรือมากครั้งเท่าใด ก็จะทำให้เกิดความเสียหายจากเครื่องจักรได้มากขึ้นเท่านั้น เครื่องจักรที่กล่าวมาบางชนิดไม่อาจจะพบเห็นได้ในประเทศไทย เนื่องจากโรงงานในการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์เฉพาะกรณีเท่านั้น และการผลิตเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทยยังใช้แรงงานคนในการปลุกและเก็บเกี่ยว จึงไม่มีปัญหาว่ามีเมล็ดวัชพืชติดมากับเมล็ด

พันธุ์จนทำให้เกิดความยุ่งยากในการทำความสะดวก การขี้นโรงสภาพจึงมีปัญหาน้อยลงและไม่มี
มีความจำเป็นในการคัดขนาดเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ปลูกโดยเครื่องจักร

เอกสารอ้างอิง

1. Agrawal, R.L. 1985. Seed technology. Oxford & IBP Publishing Co, New Delhi, Bombay, Calcutta.
2. Boyd, A.H., and H.C. Potts. 1983. Principle of seed conditioning. Proc. Short Course for Seedmen. 25:13-32.
3. Cabrera, E.R. 1982. Special purpose separators. Proc. Short Course for Seedmen. 24:55-73.
4. Copeland, L.O. 1976. Principles of seed science and technology. Burgess Publishing Co., Minneapolis, Minnesota.
5. Gregg, B. R., A.G. Law, S.S. Vindi, and J.S. Balis. 1970. Seed processing. Avion Printers, New Delhi.
6. Potts, H.C. 1984. Basic separation in seed conditioning "Pre-cleaning" Proc. Short Course for seedmen. 26:73-87
7. Vaughan, C.E, B.R, Gregg, and J C Delouche 1963. Seed processing and handling. Handbook No 1. Seed Technology Laboratory, Mississippi State University, Mississippi State, MS.

รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของความชื้นกับเมล็ดพันธุ์

เปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดพันธุ์

45-80 %	- ความชื้นในเมล็ดขณะที่เจริญเติบโตอยู่บนต้นแม้อยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ (Mature) ที่จะเก็บเกี่ยวได้
30-55 %	- เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity) - ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้เนื่องจากความชื้นสูง - เมล็ดมีอัตราการหายใจสูง จะเกิดความร้อนสูงถ้าเก็บสะสมรวมกันไว้โดยไม่มีการระบายอากาศที่เหมาะสม - เมล็ดอ่อนนุ่ม ชอกช้ำเสียหายจากการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรได้ง่าย - เชื้อราและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย
14-20 %	- ทนทานต่อความเสียหายจากเครื่องจักร (Mechanical damage) จากเครื่องนวดและเครื่องจักรที่ใช้ในกาขะปรับปรุงสภาพ - ยังคงมีอัตราการหายใจที่สูง อาจเกิดอันตรายจากความร้อนสูง - เชื้อราและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย
10-13 %	- เก็บรักษาได้นานประมาณ 6-12 เดือน - แมลงรบกวนได้บ้าง - เกิดความเสียหายจากเครื่องจักรปรับปรุงสภาพได้ง่าย
4-8 %	- ปลอดภัยสำหรับการเก็บรักษาในภาชนะที่ป้องกันการแลกเปลี่ยนความชื้นได้ (Seal sealed storage)
0-4 %	- เกิดการหักตัวแบบเมล็ดแข็งได้ในเมล็ดพืชบางชนิด - แท้งเกิน ไป สำหรับเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดซึ่งอาจจะฆ่าเมล็ดได้
33-60%	- เมื่อดูดซับความชื้นในระดับนี้จะเริ่มงอก (ความชื้นที่เมล็ด 50 % งอก radicle-Critical seed moisture content)

ตารางที่ 1 เปรอเซ็นต์ความชื้นสมดุลย์ (Equilibrium moisture content)
ของเมล็ดพืชไร่และผัก ที่ความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่าง ๆ กัน อุณหภูมิห้อง
(25 C)

Species	Vegetable seeds % Relative Humidity						Species	Field crop seeds % Relative Humidity							
	10	20	30	45	66	75		15	30	45	60	75	90	100	
Bean, Broad	4.2	5.8	7.2	9.3	11.1	14.5	Barley	6.0	8.4	10.0	12.1	14.4	19.5	26.8	
Bean, Lima	4.6	6.6	7.7	9.2	11.0	13.8	Buckwheat	6.7	9.1	10.8	12.7	15.0	19.1	24.5	
Bean Snap	3.0	4.8	6.8	9.4	12.0	15.0	Shelled Corn, yd	6.4	8.4	10.5	12.9	14.8	19.1	23.8	
Beet, Garden	2.1	4.0	5.8	7.6	9.6	11.2	Shelled Corn wd	6.6	8.4	10.4	12.9	14.7	18.9	24.6	
Cabbage	3.2	4.6	5.4	6.4	7.6	9.6	Shelled Corn pop	6.8	8.5	9.8	12.2	13.6	18.3	23.0	
Cabbage, Chinese	2.4	3.4	4.6	6.3	7.8	9.4	Flaxseed	4.4	5.6	6.3	7.9	10.0	15.2	21.4	
Carrot	4.5	5.9	6.8	7.9	9.2	11.5	Oats	5.7	8.0	9.6	11.8	13.8	18.5	24.1	
Celery	5.8	7.0	7.8	9.0	10.4	12.4	Peanut	2.6	4.2	5.6	7.2	9.8	13.0		
Corn, Sweet	3.8	5.8	7.0	9.0	10.6	12.8	Rice, Milled	6.8	9.0	10.7	12.6	14.4	18.1	23.6	
Cucumber	2.6	4.3	5.6	7.1	8.4	10.1	Rye	7.0	8.7	10.5	12.2	14.8	20.6	26.7	
Eggplant	3.1	4.9	6.3	8.0	9.8	11.9	Sorghum	6.4	8.6	10.5	12.0	15.2	18.8	21.9	
Lettuce	2.8	4.2	5.1	5.9	7.1	9.6	Soybeans	4.3	5.5	7.4	9.3	13.1	18.8		
Mustard, Leaf	1.8	3.2	4.6	6.3	7.8	9.4	Wheat, White	6.7	8.6	9.9	11.8	15.0	19.7	26.3	
Okra	3.8	7.2	8.3	10.0	11.2	13.1	Wheat, Durum	6.6	8.5	10.0	11.5	14.1	19.3	26.6	
Onion	4.6	6.8	8.0	9.5	11.2	13.4	Wheat, Soft	6.3	8.6	10.6	11.9	14.6	19.7	25.6	
Onion Welsh	3.4	5.1	6.9	9.4	11.2	14.0	Wheat, Hard	6.4	8.5	10.5	12.5	14.6	19.7	25.9	
Parsnip	5.0	6.1	7.0	8.2	9.3	11.2	Wheat, Hard Red Spring	6.8	8.5	10.1	11.8	14.8	19.7	25.0	
Pea	5.4	7.3	8.6	10.1	11.9	15.0									
Pepper	2.8	4.5	6.0	7.8	9.2	11.0									
Radish	2.6	3.8	5.1	6.8	2.3	10.2									
Spinach	4.6	6.3	7.8	9.5	11.1	13.2									
Squash, Winter	3.0	4.3	5.6	7.4	9.0	10.8									
Tomato	3.2	5.0	6.3	7.8	9.2	11.1									
Turnip	2.6	4.0	5.1	6.3	7.4	9.0									
Watermelon	3.0	4.8	6.1	7.6	8.8	10.4									

ตารางที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลย์ (Equilibrium-relative humidity)
ของเมล็ดพืชไร่ ไร่ ไป โดยประมาณ

ความชื้นในเมล็ด (%)	อุณหภูมิ		
	40 F	60 F	77 F
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
17	78	83	85
16	73	79	81
15	68	74	77
14	61	68	71
13	54	61	65
12	47	53	58

ตารางที่ 3 ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์

% ความชื้นเมล็ดพันธุ์ อุณหภูมิลมร้อน (C)

สูงกว่า 18 % 32

10 - 18 % 38

ต่ำกว่า 10 % 43

ตารางที่ 4 ระดับความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับบรรจุในภาชนะป้องกันการแลกเปลี่ยน
ความชื้น (Save sealed storage moisture content)

SEED MC.

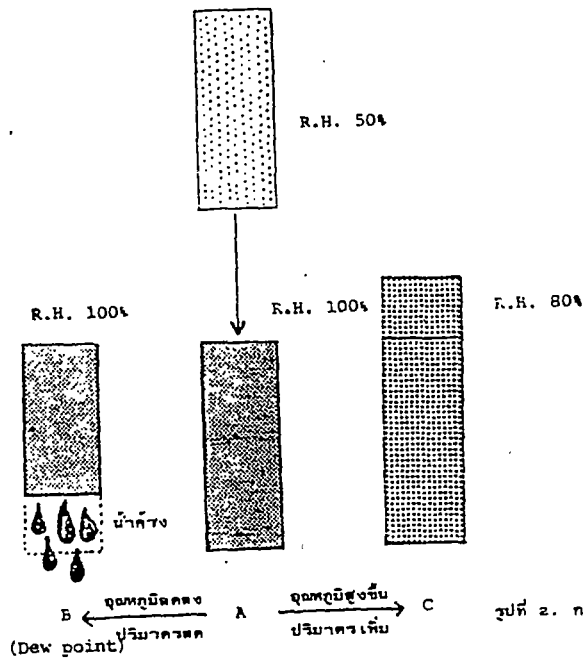
SEED KING

8-9 % barley, beans, millet, oats, rice, peas, sorghum,
wheat

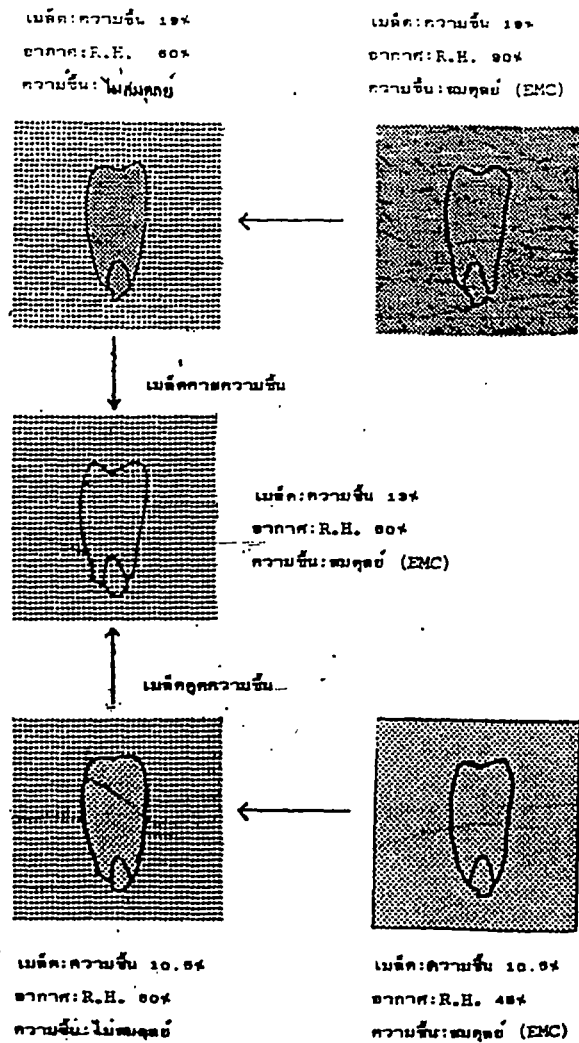
7-8 % clover, jute, alfalfa, sugarbeet, tobacco, sweet
corn

6-7 % cotton, flex, rape, safflower, soybean, chilli

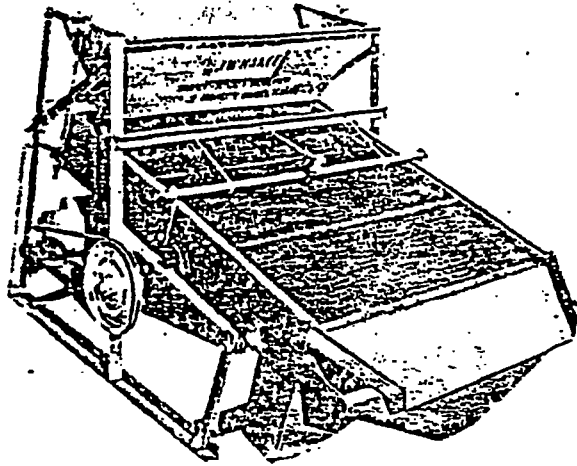
5-6 % crucifer seeds, lettuce, water convovulus,
cucumber, melon, eggplant, tomato, casterbean
groundnut



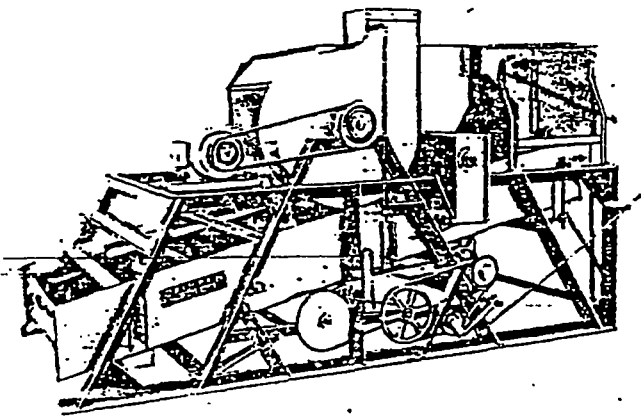
รูปที่ 2. การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์กับจุดกลุณ



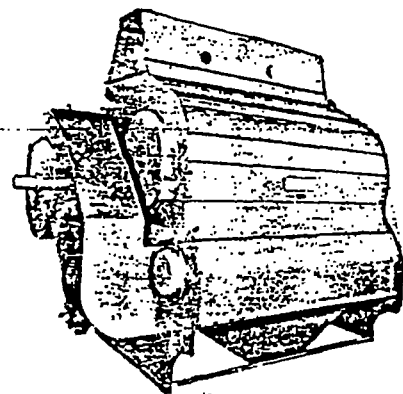
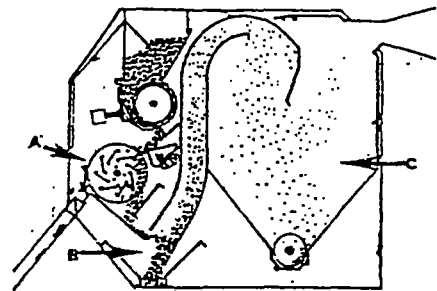
รูปที่ 3. แสดงการเกิดความชื้นสมดุลในเมตต์ข้าวโพด (ดูความชื้นสมดุลของเมตต์ข้าวโพดได้จากตารางที่ 1)



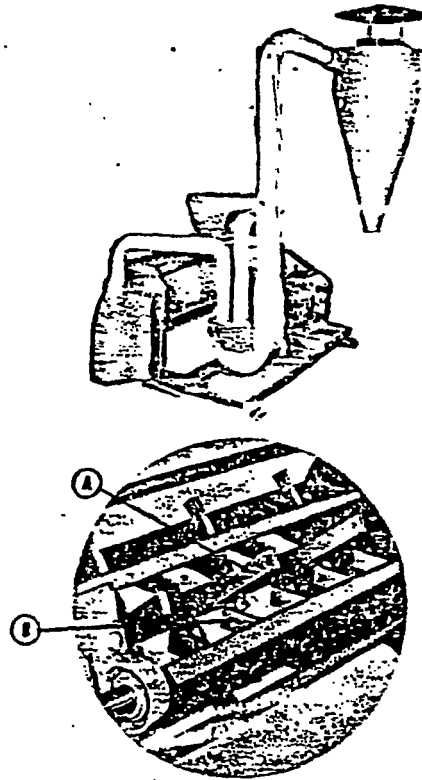
รูปที่ 4. Hance Super-Speed Scalper Model 36
Scalper รุ่น 2 ของบริษัท ไนท์คัม



รูปที่ 5. Scalper กระบองเขียว มีคัม

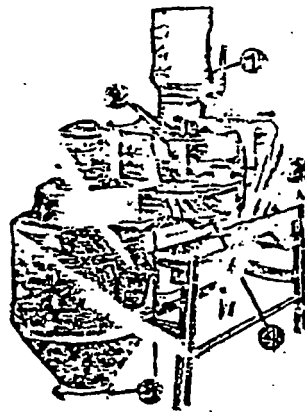


รูปที่ 6 Reel-type scalping aspirator. Schematic flow diagram
A-scalping reel, B-aspiration chamber, C-settling chamber.
(above). A commercial model (below).---



รูปที่ 7. (บน) Debeader ระบบกำจัดฝุ่น (Dust aspiration system)
(ล่าง) แสดงก้านตีเมล็ดภายในเครื่อง Debeader

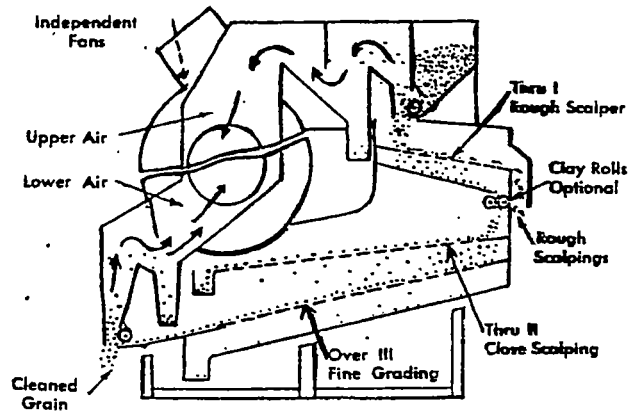
- A. rotating beater arms
- B. stationary beater arms



รูปที่ 8. Clipper, Eddy-Giant, huller-scarifier.

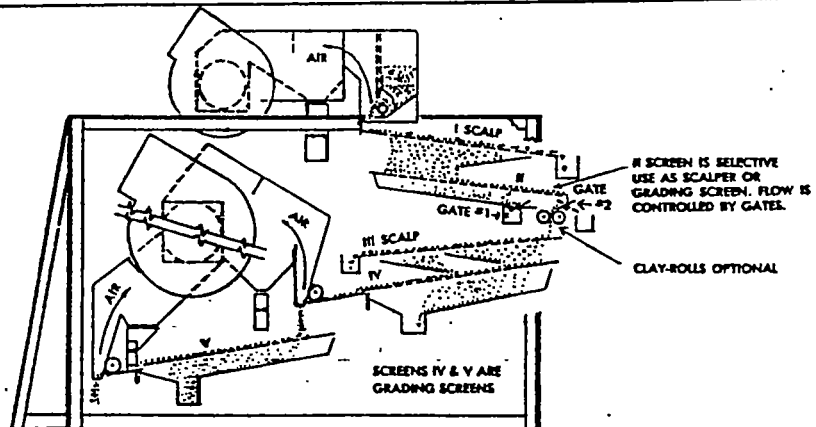
1. ถังเก็บเมล็ด
2. เมล็ดล่วงลงสู่จานหมุนตัวบน
3. เมล็ดล่วงสู่จานหมุนตัวล่าง
4. สมุดเมล็ดเข้าสู่เครื่องเป่า
5. เครื่องเป่าทำความสะอาดเมล็ด

CRIPPEN MODELS GS-W and GS Flow Diagrams

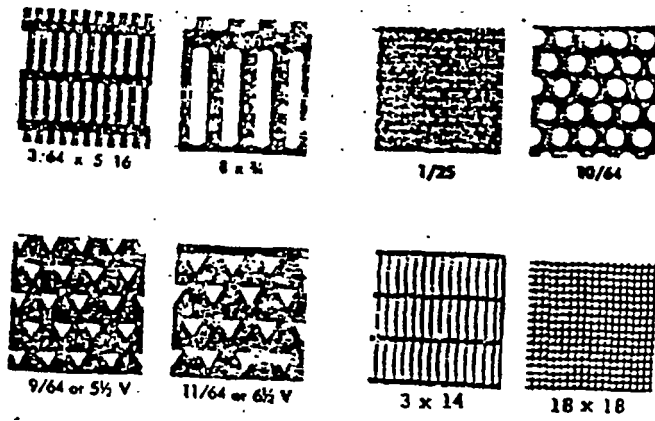


รูปที่ 9. Air screen cleaner รุ่น 3 ขนาด (2 Scalpers, 1 Grading screen)

CRIPPEN MODEL FH Flow Diagram

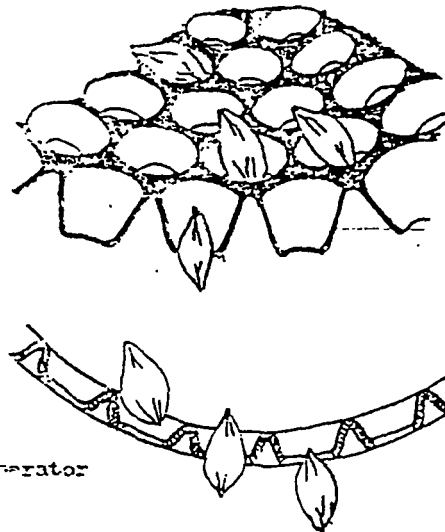


รูปที่ 10. Air screen cleaner รุ่น 5 ขนาด ขนาดที่ I และ III เป็น Scalpers ขนาดที่ IV และ V เป็น Grading screen ขนาดที่ II จะเป็น Scalper หรือ Grading screen ก็ได้

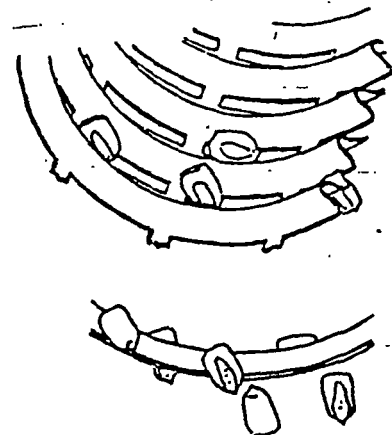
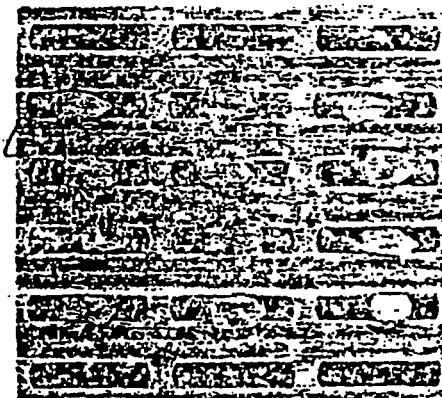


รูปที่ 11. ชนิดของรูตะแกรงสำหรับเครื่อง Air screen cleaner

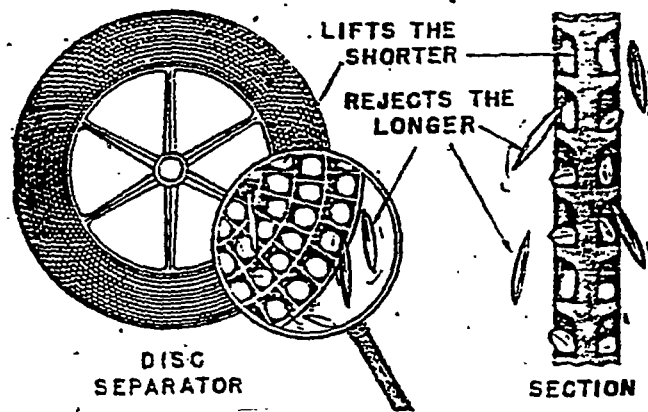
- A. ตะแกรงรูรี B. ตะแกรงรูปกลม
C. ตะแกรงรูสามเหลี่ยม D. ตะแกรงรูตาราง



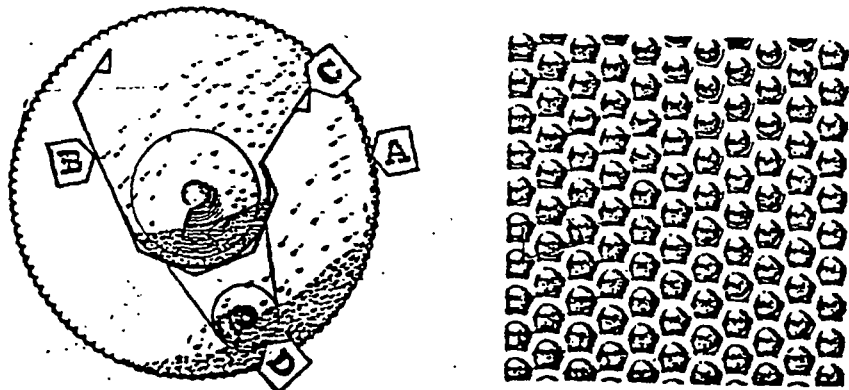
รูปที่ 12. ลักษณะของรูตะแกรง Width separator
และการตกผ่านรูตะแกรงของเมล็ด



รูปที่ 13. ลักษณะของรูตะแกรง Thickness separator
และการตกผ่านรูตะแกรงของเมล็ด

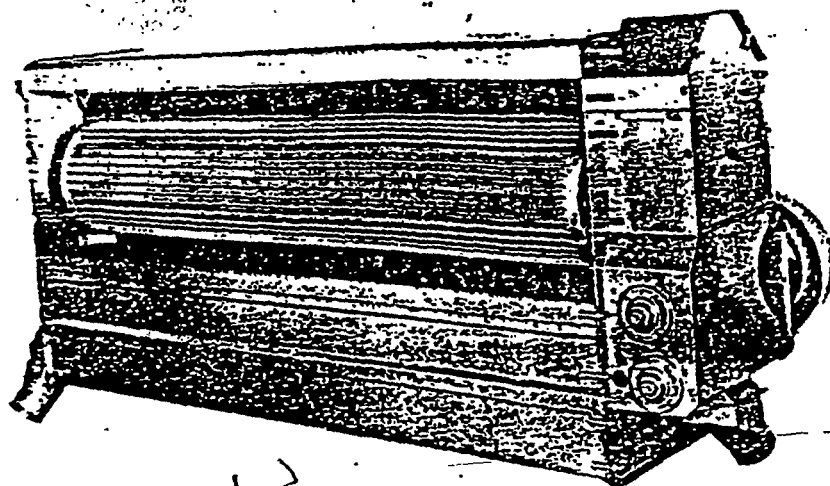


รูปที่ 15. ลักษณะของจานหมุนและการคัดเมล็ดสั้นออกจากเมล็ดยาวของ
เครื่อง Disc separator

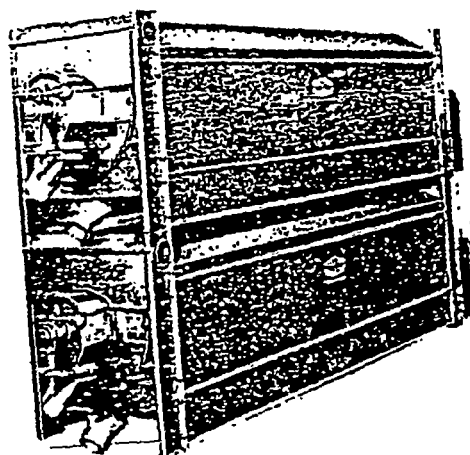


รูปที่ 16. ลักษณะของหัวค้ำในทรงกระบอกและการคัดเมล็ดสั้นออกจากเมล็ด
ยาวของเครื่อง Indented cylinder separator

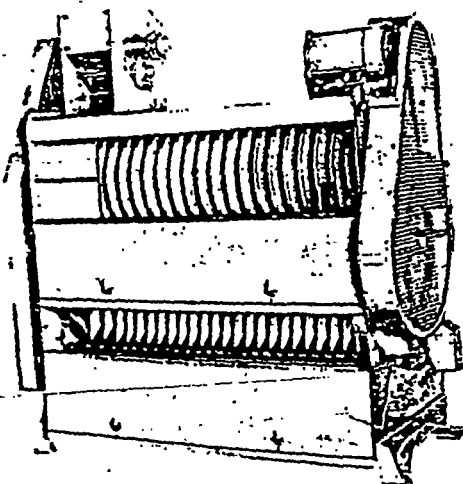
- A. หัวทรงกระบอก
- B. รางรับเมล็ดสั้น (Trough)
- C. รอบรางรับเมล็ดสั้นปรับให้สูงต่ำได้
- D. รางตาเลือกเมล็ดยาวออกจากทรงกระบอก



รูปที่ 14. Carter-Day Precision Grader (Width and thickness separators)

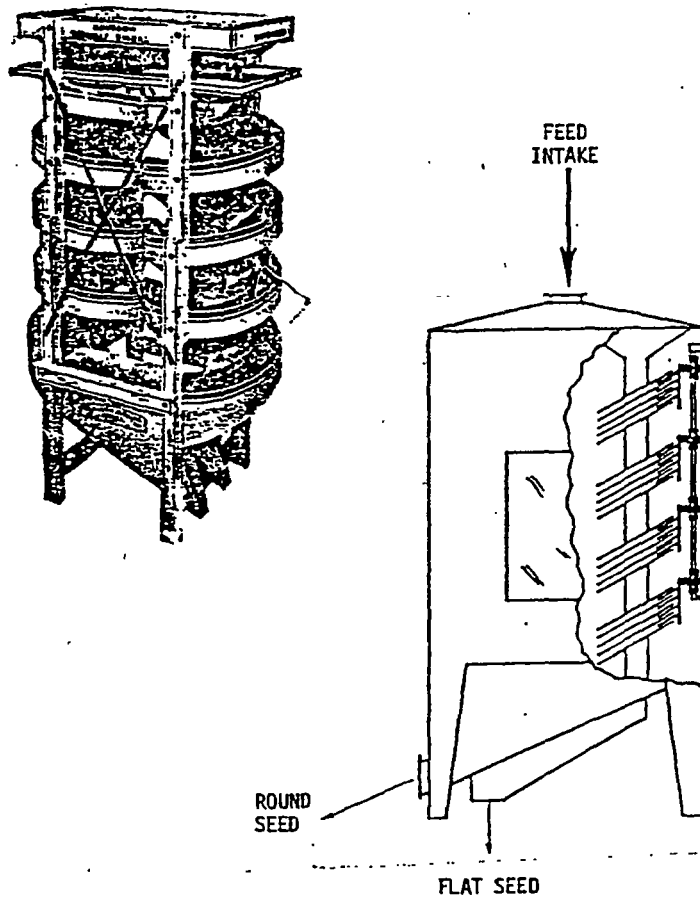


รูปที่ 17. Cylinder separators ของเครื่องขึ้นกับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

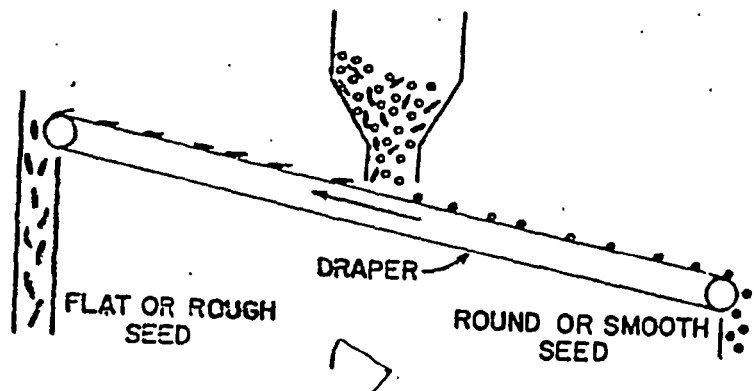


รูปที่ 18. Carter disc separator, Model 1547.

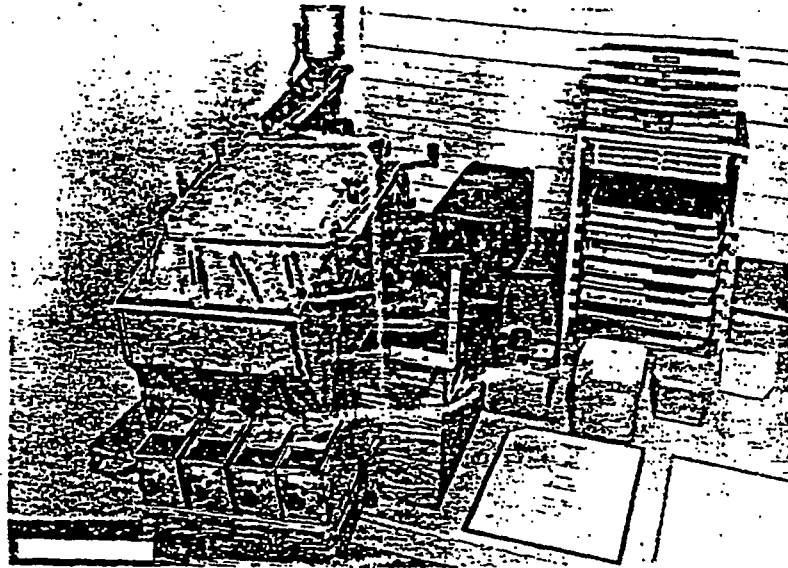
รูปที่ 19. Krussow double spiral separator.



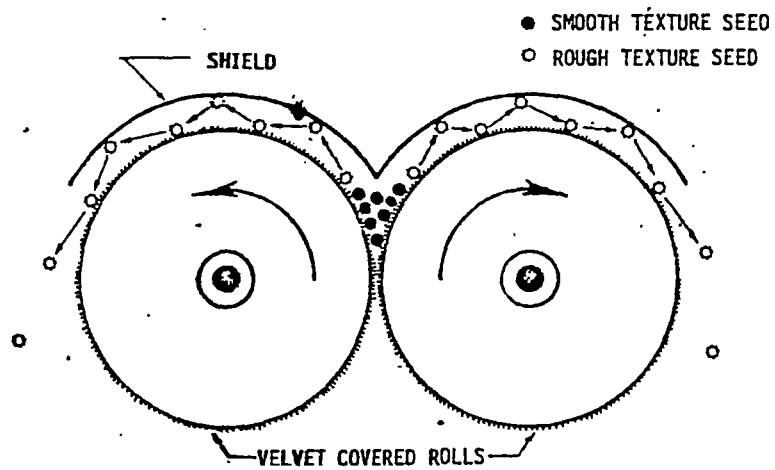
รูปที่ 20. AMOS-type spiral separator.



รูปที่ 21. แผนภาพแสดงการทางานของเครื่อง Draper



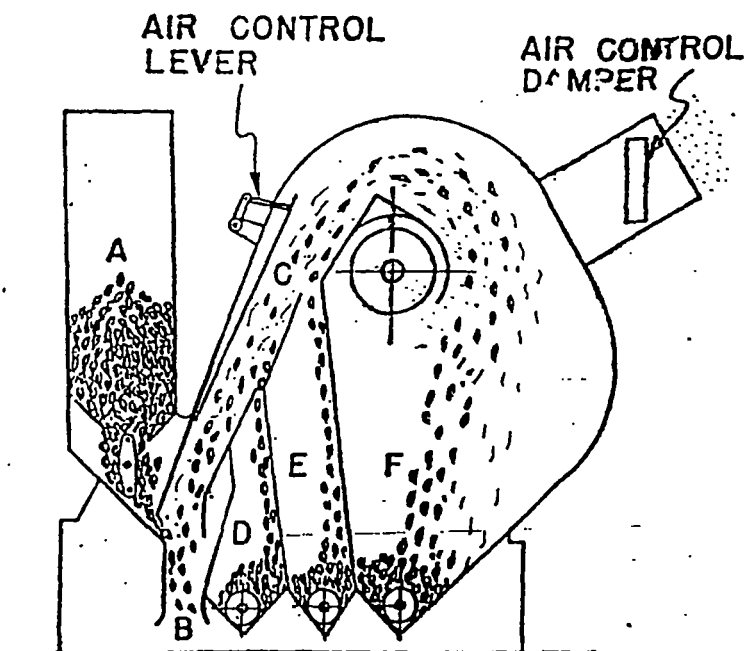
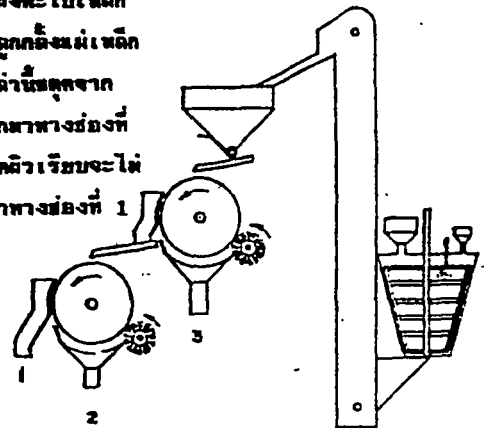
รูปที่ 22. Vibrator seed separator.



รูปที่ 23. แสดงการทำงานของเครื่อง Roll mill แยกเมล็ดผิว
ขรุขระออกจากเมล็ดผิวเรียบ

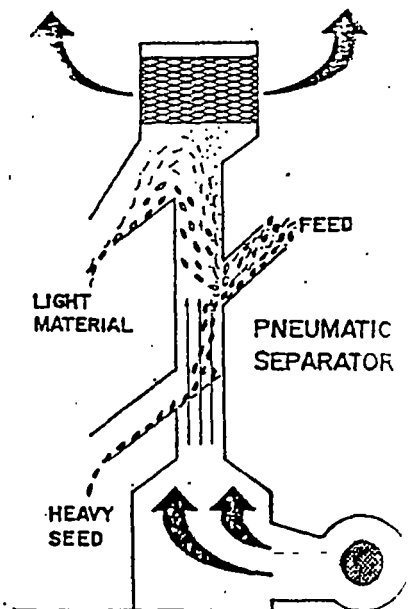
รูปที่ 24. เครื่อง Manatic separator

เมล็ดข้าวจะวิ่งลงใบพัด
ที่ขยับและติดแน่นกับลูกกลิ้งแม่เหล็ก
แปลงจะปัดเมล็ดเหล่านี้หลุดจาก
ลูกกลิ้งแม่เหล็ก ออกมาทางช่องที่
2 และ 3 ส่วนเมล็ดข้าวเรียบจะไ้
ติดลูกกลิ้งและออกมาทางช่องที่ 1

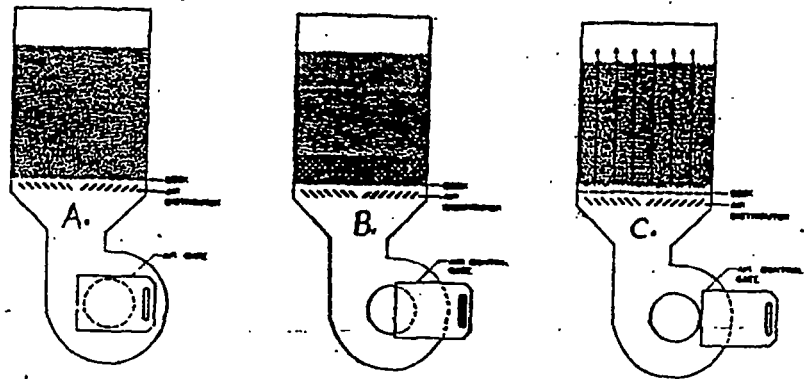


รูปที่ 25. เครื่อง Fractionating aspirator,

- A. กรวยบ่อนเมล็ด B. เมล็ดหนักที่สุด
C. บริเวณที่เมล็ดแยกด้วยความเร็วลมปานกลาง
D. เมล็ดที่หนักเป็นอันดับ 2 E. เมล็ดที่หนักเป็น
อันดับ 3 F. เมล็ดที่เบาที่สุด

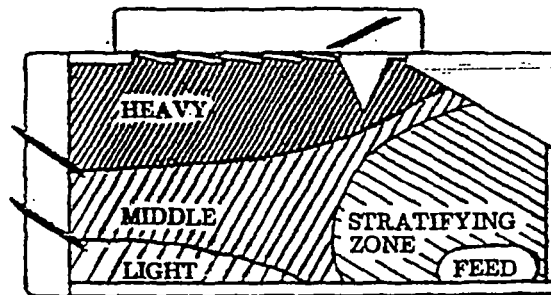


รูปที่ 26. Pneumatic separator.

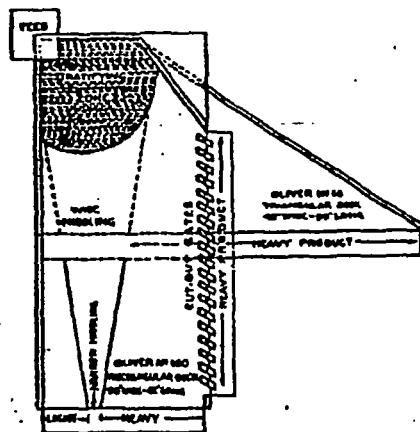


รูปที่ 27. การแยกตัวของเมล็ดโดยแรงคานบนเครื่อง Gravity separator

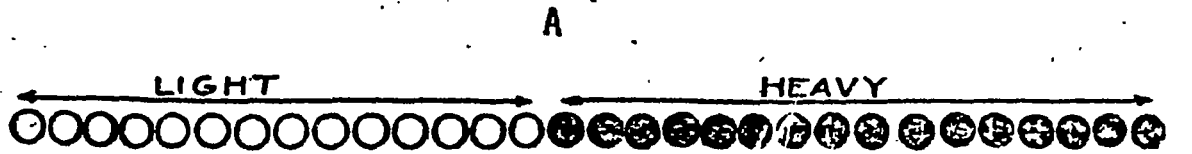
- A. เมล็ดไม่แยกตัวเนื่องจากความเร็วต่ำเกินไป
- B. เมล็ดแยกตัวอย่างเหมาะสมเนื่องจากความแรงคานพอดี
เมล็ดหนักอยู่ด้านล่าง เมล็ดเบาอยู่ด้านบน
- C. เมล็ดกระจายตัวไม่แยกเป็นชั้นเนื่องจากคานแรงเกินไป



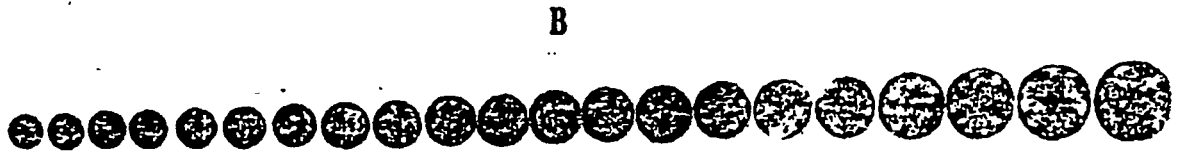
รูปที่ 28. การแยกตัวของเมล็ดหนัก ปานกลาง และเบา บนเครื่อง Gravity separator



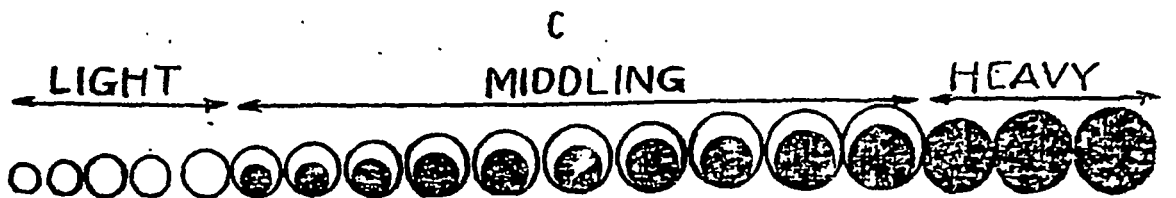
รูปที่ 29. เปรียบเทียบคานคาน Rectangular and Triangular gravity separator



A. วัตถุมีขนาดเท่ากันแต่ความถ่วงจำเพาะต่างกัน -สามารถคัดแยกได้ (ตาม กพ.)

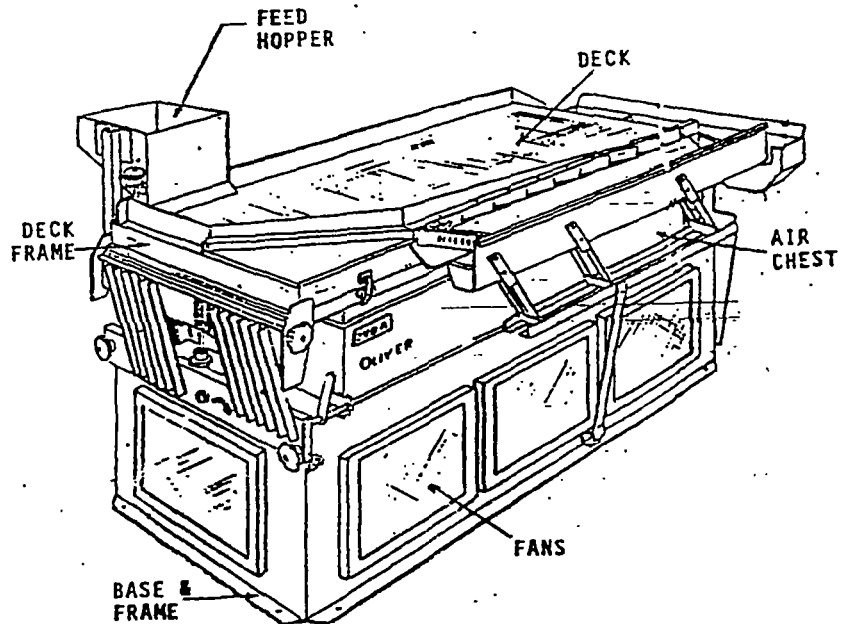


B. วัตถุมีขนาดต่างกันแต่ความถ่วงจำเพาะเท่ากัน -สามารถคัดแยกได้ (ตามขนาด)



C. วัตถุมีความแตกต่างกันทั้งขนาดและความถ่วงจำเพาะ -ไม่มีประสิทธิภาพในการคัดแยก

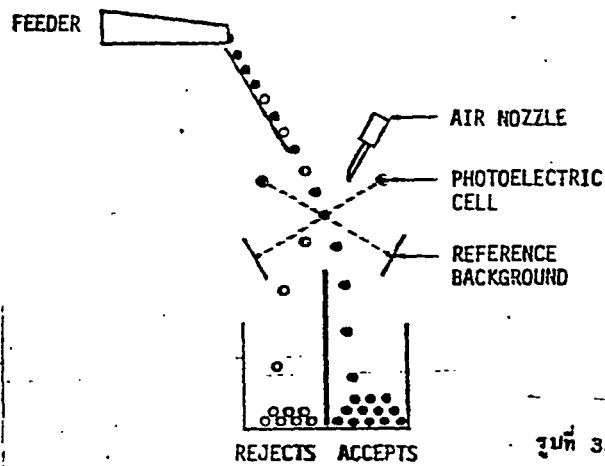
รูปที่ 30. กฎการคัดแยกเมล็ดโดย Gravity separator



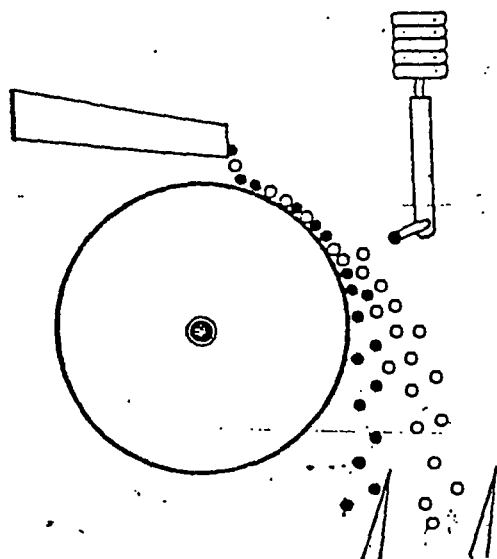
รูปที่ 31. Gravity separator



รูปที่ 32. ลักษณะการแยกตัวของเมล็ดพืชเครื่อง Stoner

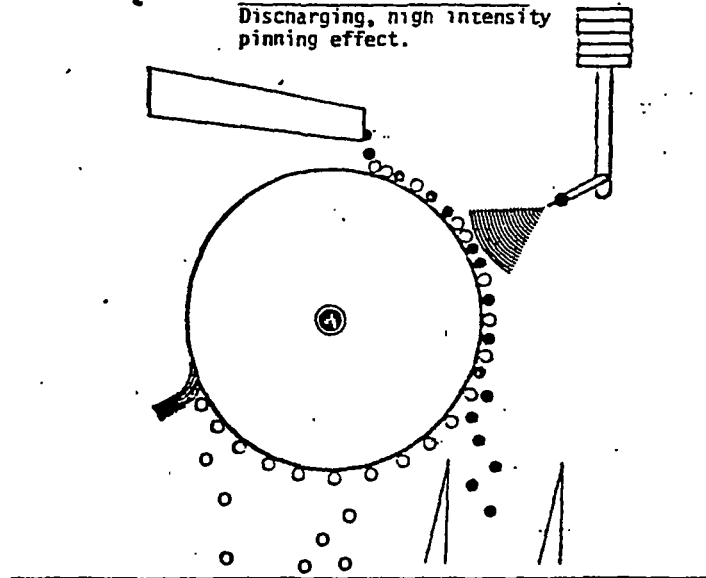


รูปที่ 33. Electric color sorter.

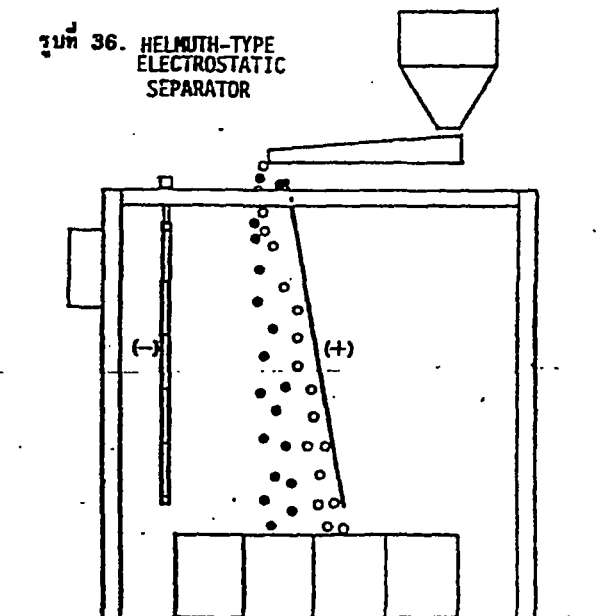


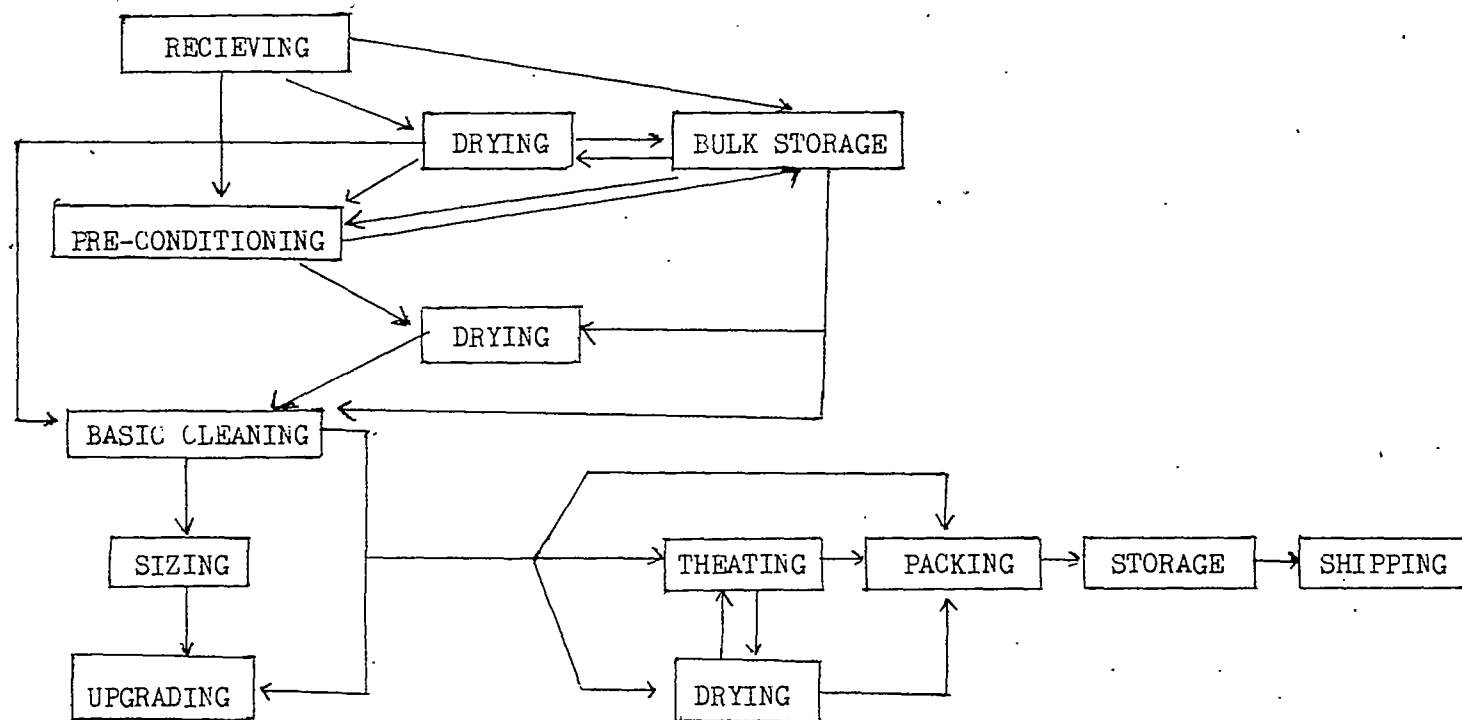
รูปที่ 34. Electrostatic separator. Non-discharging field lifting effect.

รูปที่ 35. ELECTROSTATIC SEPARATOR
Discharging, high intensity
pinning effect.



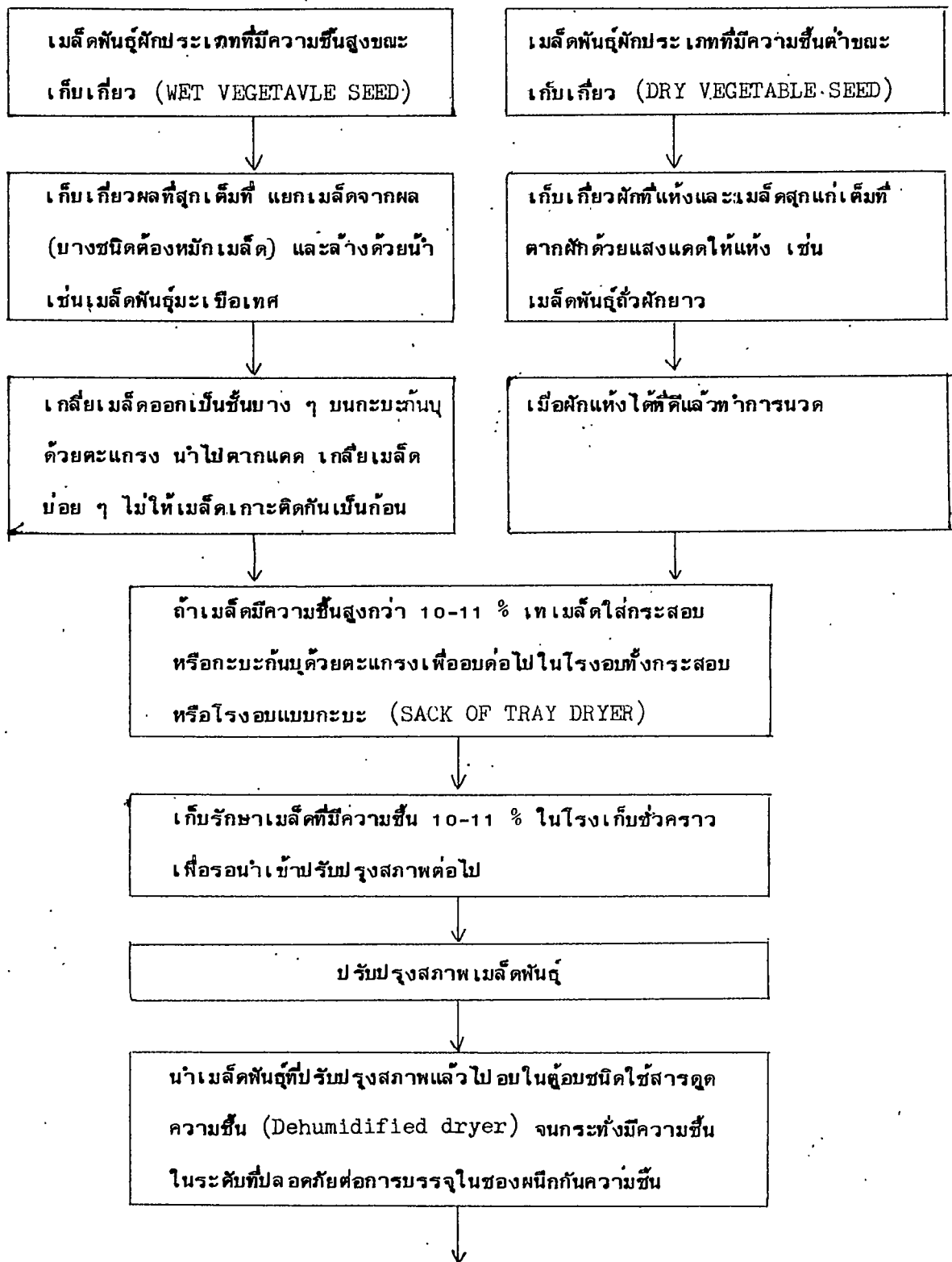
รูปที่ 36. HELMUTH-TYPE
ELECTROSTATIC
SEPARATOR





รูปที่ 37. ลำดับของการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์

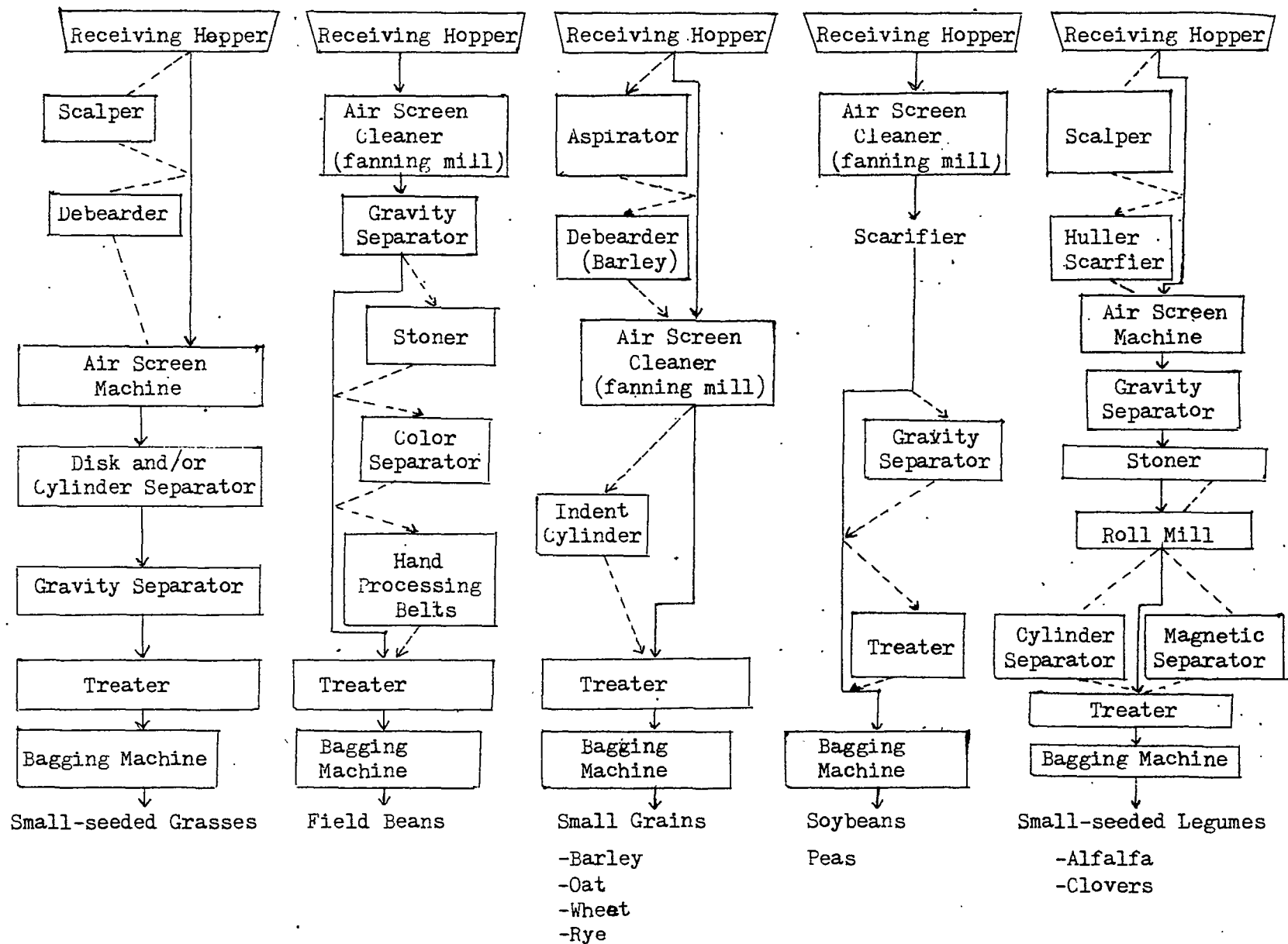
รูปที่ 38 แผนผังแสดงขั้นตอนการอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ผัก



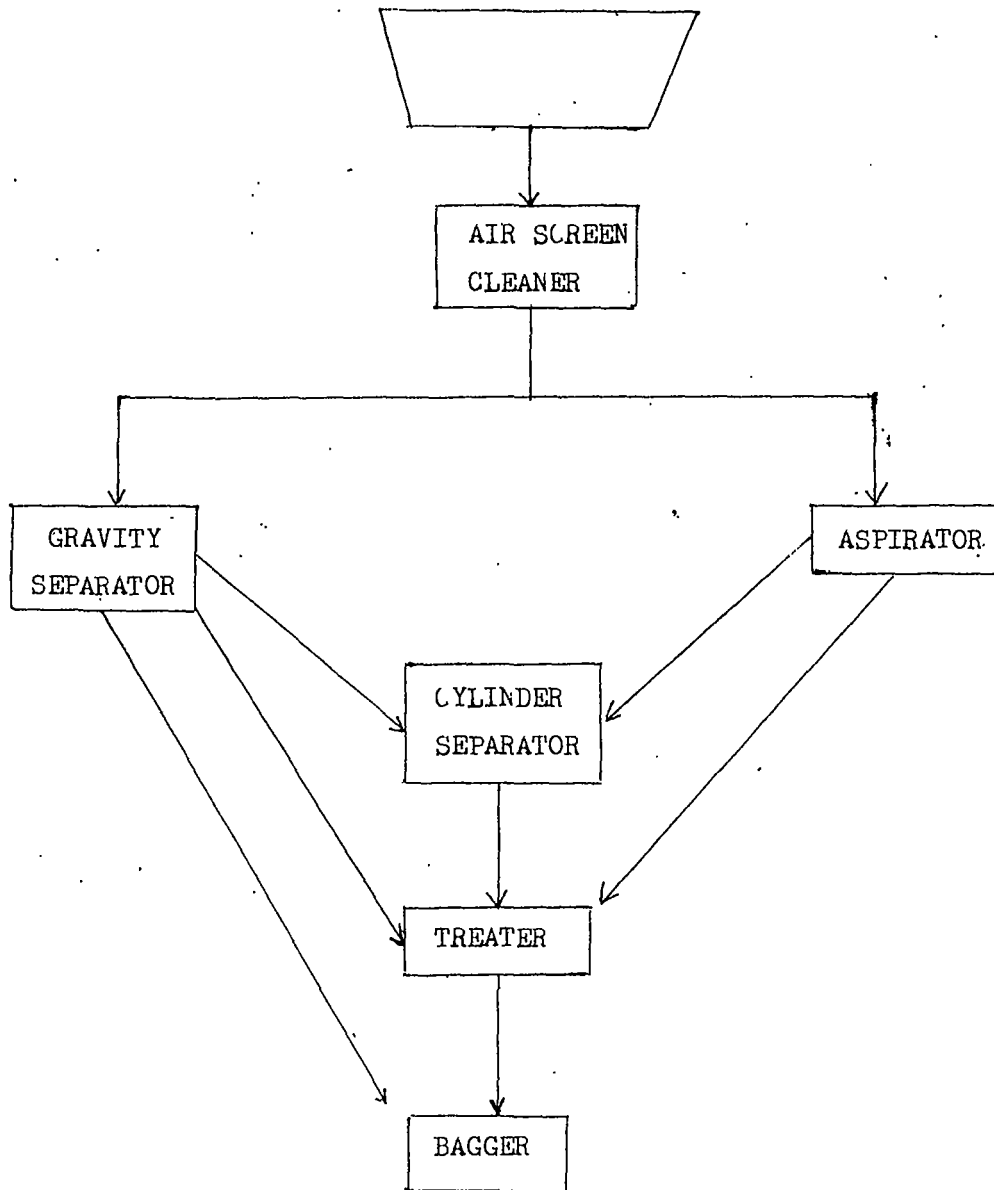
การพิจารณาผลของสารเคมีในดิน

การพิจารณาผลของสารเคมีในดิน (5-7 C, 25-30 % R.H.)

รูปที่ 39 ขั้นตอนการรับผลผลิตพันธุ์พืชบางชนิด (เส้นประเป็นขั้นตอนที่ข้ามไม่ได้ถ้าไม่จำเป็น)



เมล็ดพันธุ์พืชตระกูลกะหล่ำ,
มะเขือเทศ ผักกาดหอม แครอท พริก
และเมล็ดพันธุ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน



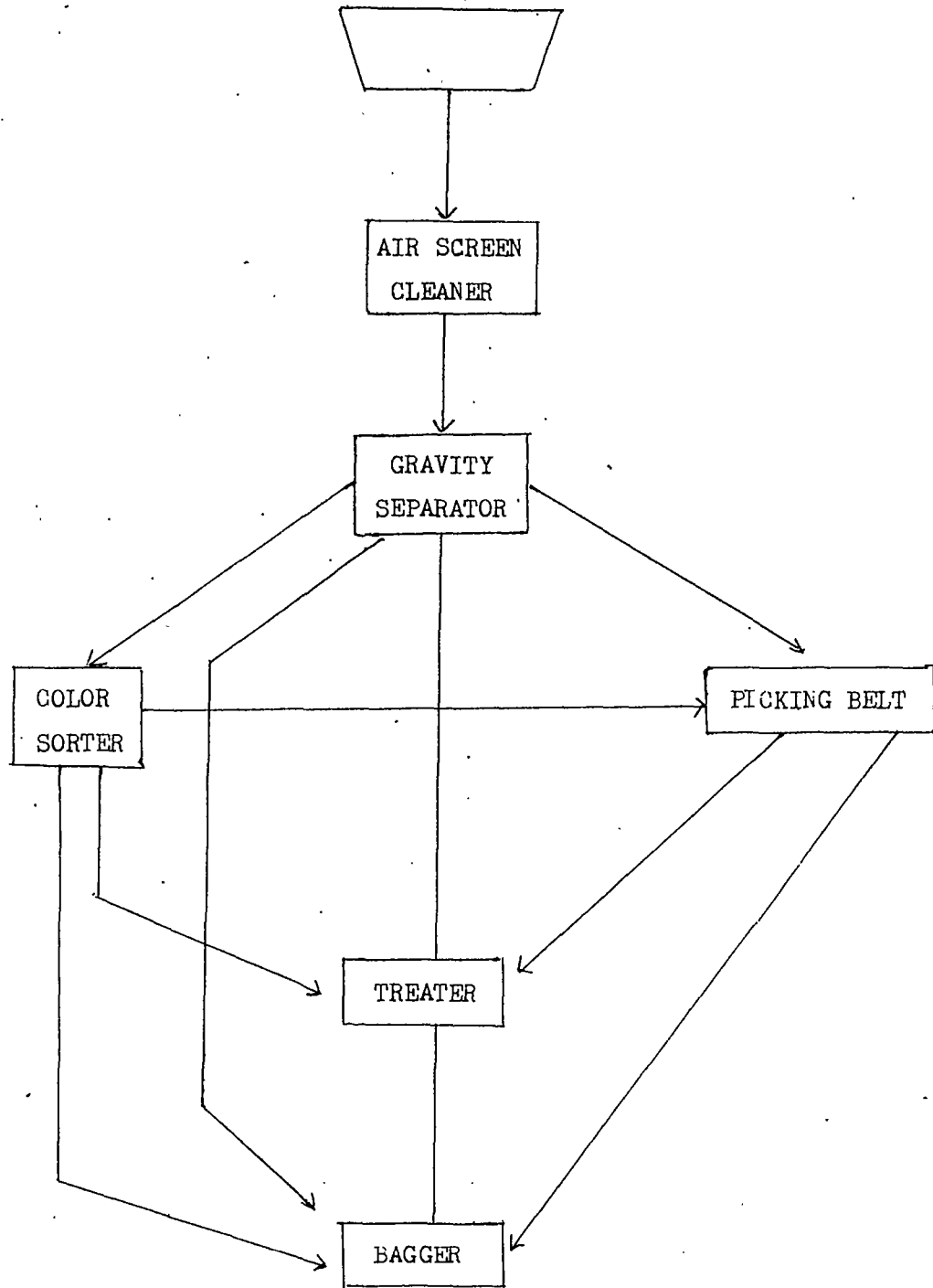
รูปที่ 40. ขั้นตอนการปรับปรุงสภาพ เมล็ดพันธุ์พืชตระกูลกะหล่ำ, มะเขือเทศ ผักกาดหอม
แครอท พริก และ เมล็ดที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

(Processing sequence for crucifer, tomato, littuce, carrot,
chilli and similar seed.)

ที่มา : Gregg et al. 1970

เมล็ดพันธุ์ถั่วต่าง ๆ

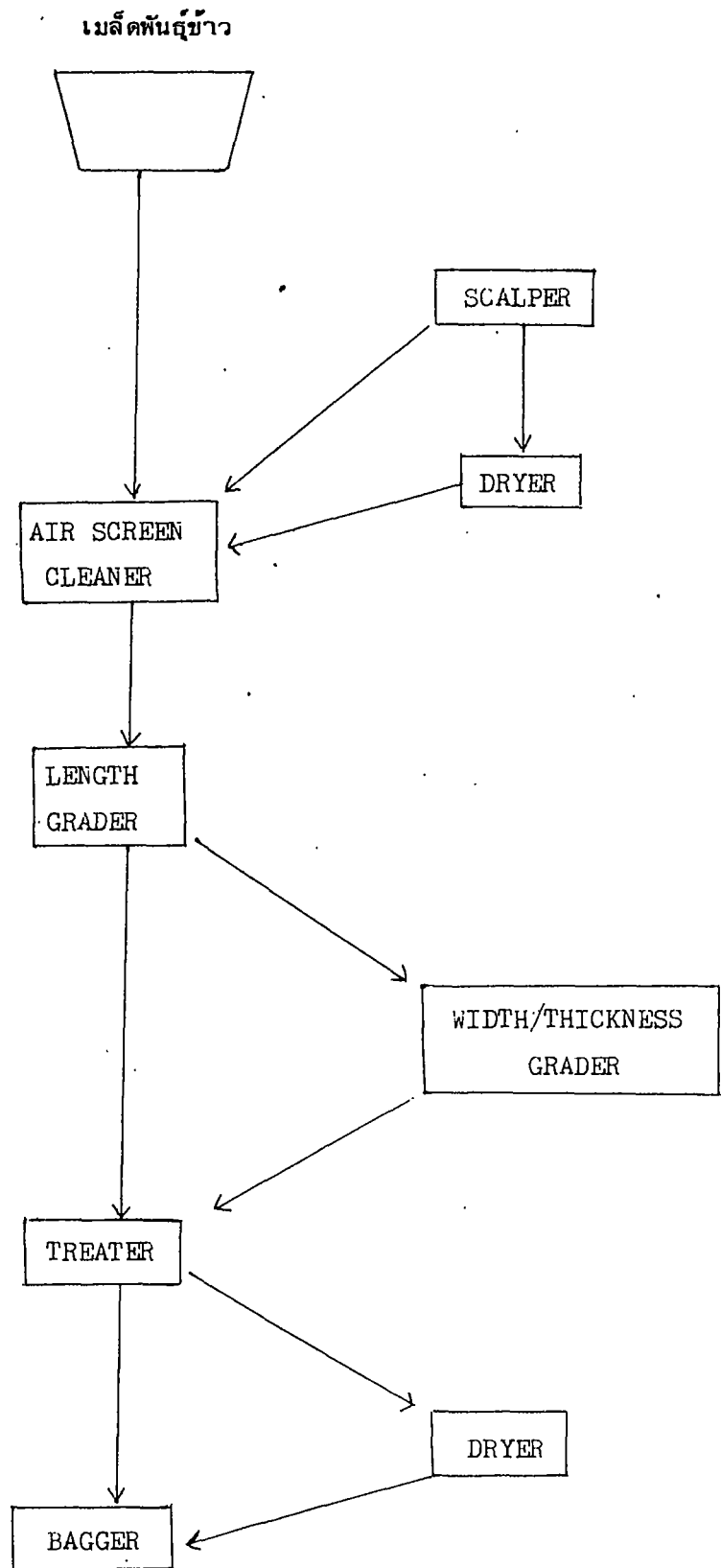
(BEANS)



รูปที่ 41. ขั้นตอนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วต่าง ๆ

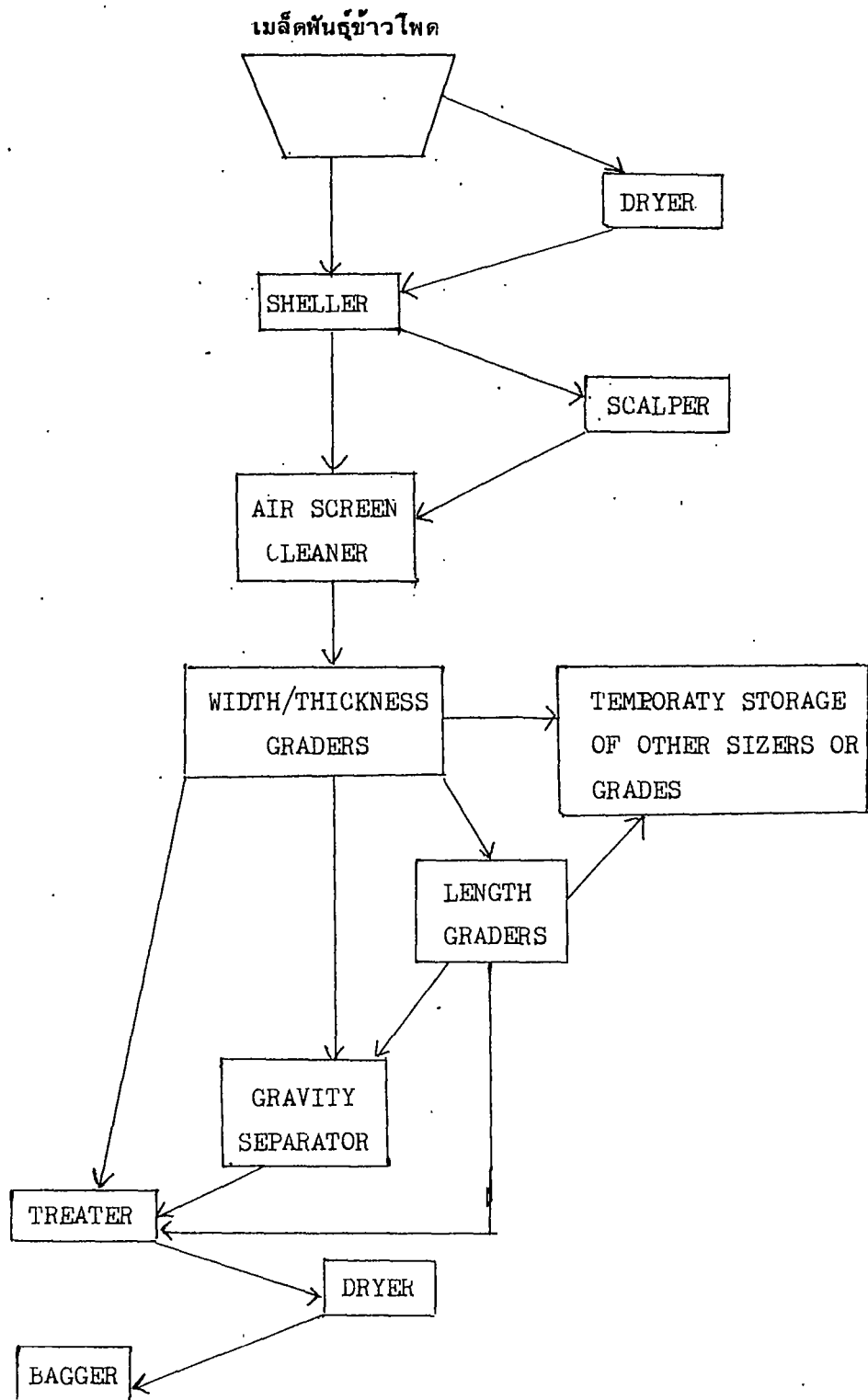
(Processing sequence for bean seed)

ที่มา : Gregg et al . 1970



รูปที่ 42. ขั้นตอนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว
(Processing sequence for rice seed)

ที่มา : Gregg et al. 1970



รูปที่ 43. ขั้นตอนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

(Processing sequence for corn seed)

ที่มา : Gregg et al. 1970.

การหาค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง

บัณฑิต วาฤทธิ์

การคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (ETO) หมายถึงการระเหยของน้ำจากแปลงพืชที่ตัดสั้น และมีบริเวณที่กว้างพอที่พืชนั้นจะต้องขึ้นปกคลุมพื้นดินทั้งหมด นอกจากนี้ยังต้องให้น้ำอย่างเพียงพอสำหรับในทางการเกษตรนั้น ค่า (ETO) โดยทั่วไปก็วัดจากหญ้าที่ตัดให้สั้นนั่นเอง คำว่า "การคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง" นี้ บางทีใช้คำว่า "ศักยภาพการคายระเหย" (Potential Evapotranspiration, PET) (สิทธิพร และ ราชัน, 2528)

จากค่า ETO นี้ สามารถนำไปหาค่าความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement, Etcrop) ชนิดอื่น ๆ ได้ดังสมการ

$$ET_{crop} = K_c \cdot ETo$$

เมื่อ K_c เป็นค่าของ Crop Coefficient ของพืชนั้น ๆ ซึ่งค่า K_c นี้จะผันแปรตามชนิดของพืช, ระยะของการเจริญเติบโต, ฤดูกาล และสภาพภูมิอากาศ การคำนวณค่าของ ET_{crop} เป็น มิลลิเมตร/วัน ซึ่งอาจเป็นค่าเฉลี่ยของช่วง 30 วัน หรือ 10 วัน ขึ้นอยู่ว่าจะนำข้อมูลจำนวนกี่วันมาเฉลี่ย (Doorenbos and Pruitt, 1977)

การหาค่า ETo นั้น สามารถกระทำได้หลายวิธีการเช่น วิธีการของ

1. Thornthwaite
2. Elaney - Griddle
3. Radiation (Makkink)
4. Jensen- Haise
5. Penman
6. Pan evaporation

ซึ่งทุกวิธีการก็ใช้ค่าบันทึกสภาพภูมิอากาศทางอุตุนิยมวิทยา มาคำนวณค่า ETo ซึ่งมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/วัน

การที่จะคำนวณค่าของ E_{To} ได้แม่นยำขึ้น ก็ต้องอาศัยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่เที่ยงตรงด้วย ถ้ามีเช่นนั้นแล้วการหาค่า E_{To} ก็จะผิดพลาดจากความเป็นจริงไปมาก ซึ่งปกติแล้วค่าคลาดเคลื่อน (Error) ของแต่ละวิธีการย่อมมีอยู่แล้วไม่มากนักน้อยเนื่องจากค่า E_{To} เป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น เช่น วิธีการของ

- Penman	มีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ	10 - 20 %
- Pan evaporation	"	15 %
- Radiation	"	20 %
- Blaney - Criddle	"	25 %

บันทึรย์ (2528) กล่าวว่า สมการแรกที่นักวิทยาศาสตร์แนะนำให้ใช้คำนวณค่า E_{To} ได้แก่สมการของคอลตัน โดยนำเอาฟังก์ชันของความเร็วมกับผลต่างระหว่างความดันไอที่พื้นผิวและในอากาศมาคำนวณ ซึ่งก็ไม่ได้ได้รับความนิยม ต่อมา Penman ได้เสนอสมการคำนวณค่า E_{To} โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความเร็วม (Aerodynamic) และกตรสมดุลย์ของพลังงาน (Energy balance method) ซึ่งปัจจุบันก็ยังเป็นวิธีการที่ดีที่สุดและจากการศึกษาของ สิทธิพร และราชัน (2528) นั้น พบว่า ค่าของ E_{To} ที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีของ Penman ให้ค่าใกล้เคียงกับวิธีตรง (วัดจาก Water balance) มากที่สุด วิธีรองลงมาได้แก่ Pan evaporation และติดตามด้วยวิธีของ Makkink (Radiation) ส่วนวิธีของ Jensen - Haise ยังให้ค่าที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการคำนวณ ค่า E_{To} เพียง 2 วิธี ที่น่าสนใจ คือ

1. Radiation method
2. Penman method

ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดดังต่อไปนี้

RADIATION METHOD

วิธี Radiation นี้ ได้พัฒนามาจากสมการของ Makkink (1957) วิธีการนี้เหมาะที่จะนำไปใช้ในพื้นที่ ที่มีการบันทึกสภาพอากาศเกี่ยวกับ อุณหภูมิ และความยาวนานของแสงอาทิตย์ (ชม./วัน) ส่วนระดับของความชื้นและความเร็วลมนั้นไม่จำเป็นต้องบันทึก แต่จะใช้ค่าประมาณ จากการรายงานอากาศในบริเวณนั้นก็ได้ (ตามปกติสถานีตรวจอากาศบ้านเราต้องวัดอยู่แล้ว) วิธีการนี้ ยังคงให้ความเชื่อมั่นดีแม้จะไม่มีกรวัด ปริมาณ Sunshine และ Cloudiness แต่ในกรณีเช่นนี้ ต้องใช้แผนที่ Solar radiation ซึ่งจะบอกปริมาณ Solar radiation ตามจุดต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก นำมาช่วยในการคำนวณ

สมการที่ใช้คำนวณ

$$ET_o = C \quad W.R_s \quad \text{mm./day}$$

เมื่อ ET_o = ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

R_s = ปริมาณแสงอาทิตย์ที่มีค่าเท่ากับ ทำให้น้ำระเหยให้ได้ เป็นมิลลิเมตรต่อวัน

W = Weighting factor ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความสูง

C = Adjustment factor ขึ้นอยู่กับความชื้นเฉลี่ย และสภาพของความเร็วลมในตอนกลางวัน

การคำนวณค่า ET_o โดยย่อ

๑. หาค่า R_s จากช่วงความยาวของแสงต่อวัน (Sunshine duration)

หรือจากตาราง Cloudiness (ตารางที่ ๑)

๒. หาค่า W จากอุณหภูมิ และตารางความสูง

๓. หาค่า $W.R_s$ ไปหาความสัมพันธ์กับ ET_o ในกราฟ (รูปที่ ๑) ซึ่งขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และสภาพความเร็วลมตอนกลางวัน

การหาค่าตัวประกอบต่าง ๆ ในสมการ โดยละเอียดดังนี้

๑. การหาค่า Solar radiation (R_s)

ค่า R_s หาได้จากค่าการแผ่รังสี ณ ชั้นบนสุดของบรรยากาศ (R_a) ซึ่งขึ้นอยู่กับเส้นละติจูด และระยะเวลาในเดือนต่าง ๆ ของปี จะมีค่าไม่เท่ากัน (ตารางที่ ๒) ส่วนของ R_a

จะถูกดูดซับและกระจายออก เมื่อแสงผ่านบรรยากาศลงมา ส่วนที่เหลืออยู่และส่วนที่กระจายนั้น จะตกกระทบพื้นผิวของโลก ซึ่งจำนวนนี้คือ R_s (Solar radiation) ปริมาณ R_s ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณของ R_s และการเคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศของแสง ซึ่งปัจจัยใหญ่ได้แก่ การบังของเมฆหมอก หน่วยของ R_s นั้นวัดได้หลายหน่วย ซึ่งได้ดัดแปลงให้เป็นหน่วยของพลังงานที่ต้องการทำให้น้ำระเหยจากพื้นที่พื้นผิวที่เบ็ด มีค่าเท่ากับการระเหยของน้ำ เป็นมิลลิเมตร ต่อวัน

1. การหาค่า R_s โดยใช้สมการ

$$R_s = (0.25 + 0.50 \frac{n}{N}) R_a$$

เมื่อ $\frac{n}{N}$ อัตราส่วนระหว่างจำนวนชั่วโมงของแสงอาทิตย์ที่วัดต่อวัน กับจำนวนชั่วโมงของแสงอาทิตย์ที่คาดว่าจะมีได้มากที่สุดในช่วงนั้น

ค่า N จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ ตำแหน่งของละติจูดที่ต่างกันและระยะเวลาแต่ละเดือน แม้จะอยู่บนจุดเดียวกัน

ค่า n ได้แก่ค่าการบันทึกปริมาณ Sunshine ตามแบบของ Campbell Stokes (โดยใช้ลูกแก้วทรงกลมโปร่งใสรับแสงเผาไหม้กระดาษกราฟที่มีค่าชั่วโมงระบุไว้)

2. การหาค่า Weighting factor (R)

ค่า W เป็นค่าที่ได้จากผลสะท้อนของ อุณหภูมิของอากาศ เป็นค่าเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$) ในช่วงเวลาที่กำหนดให้ และระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (เมตร) ของพื้นที่นั้น (ตารางที่ 4) ในกรณีที่มีการบันทึกค่า $T_{\max}$ และ $T_{\min}$ ให้เอา $(T_{\max} + T_{\min})/2$ เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ย

3. การหาค่า Adjustment factor (C)

ค่า C เป็นค่าปรับที่รับได้จากค่าของสมการ เส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่างความ

ขึ้นสัมพันธ์ กับความเร็วลม (ระหว่างเวลา ๑๓.๐๐ - ๑๕.๐๐ น.) ที่ระดับพื้นดิน ๒ เมตร
ดังนั้นเราสามารถหาค่า ETo ได้เลย จากกราฟ (รูปที่ ๑) โดยพล็อตค่าของ W.Rs ในแกน
และลากขึ้นไปหาเส้นความเร็วลมระดับที่วัดได้ ซึ่งเลือกได้ตาม Block ของความชื้นระดับ X
ต่าง ๆ แล้วลากเส้นตรงไปหาแกน Y จะอ่านค่า ETo ออกมาได้ตามต้องการ แต่ในทาง
ปฏิบัตินั้นไม่สามารถอ่านค่า ETo ออกมาเป็นจุดทศนิยมได้หลายตำแหน่งหรือแม้แต่ตำแหน่งเดียว
ก็ยังลำบาก นอกจากนี้การคำนวณค่าสมการเส้นตรงของความเร็วลมแต่ละเส้น แล้วนำมาคำนวณค่า
ETo ด้วยมือ ก็ยังให้ความยุ่งยาก สับสน จึงได้จัดทำ Program เพื่อคำนวณค่า ETo
ได้ง่าย โดยใช้ Computer เข้าช่วย ดังรายละเอียดที่แนบมาด้วยแล้ว

ตารางที่ 1 แสดงค่า Cloudiness

Cloudiness (oktas)	0	1	2	3	4	5	6	7	8		
n/N ratio	.95	.85	.75	.65	.55	.45	.35	.15	-		
Cloudiness (tenths)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n/N ratio	.95	.85	.8	.75	.65	.55	.5	.4	.3	.15	-

แบบฟอร์มการคำนวณหา ETo จากวิธี Radiation.

DATA	Country: U.A.R. Period: July	Place: Cairo	Latitude: 30°N Longitude: 30	Altitude: 95m
Latitude 30°N Month July Mean 11.5 hr/d Latitude 30°N Month July Cloudiness)	Ra mm/day	Table 2	16.8	
	n	data	11.5	
	N	Table 3	13.9	
	n/N	calc or Table text	0.83	
	(0.25 + 0.50 n/N)	calc	0.67	
		calc	$R_s^{1/4}$	
Mean 18.5°C Latitude 30°N Altitude 95 m	W	Table 4	0.77	
		calc	W.Rs	
Mean % Time m/sec	estimate	mod.		
	estimate	mod.		
	Fig. 2	Block/lin.		
			ETo mm/day	8.4

measured or obtained from regional or worldwide maps of solar radiation.

ตารางที่ 2

Extra Terrestrial Radiation (Ra) expressed in equivalent evaporation in mm/day

Northern Hemisphere													Southern Hemisphere											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Lat	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3	46	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2	42	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1	38	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6	36	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8	28	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7	20	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5	12	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

Table 3

Mean Daily Duration of Maximum Possible Sunshine Hours (N) for Different Months and Latitudes

Northern Lats	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
Southern Lats	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June
50	8.5	10.1	11.8	13.8	15.4	16.3	15.9	14.5	12.7	10.8	9.1	8.1
48	8.8	10.2	11.8	13.6	15.2	16.0	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.3
46	9.1	10.4	11.9	13.5	14.9	15.7	15.4	14.2	12.6	10.9	9.5	8.7
44	9.3	10.5	11.9	13.4	14.7	15.4	15.2	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9
42	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.6	11.1	9.8	9.1
40	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3
35	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8
30	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9*	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2
25	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
15	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2
10	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5
5	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1

Table 4

Values of Weighting Factor (W) for the Effect of Radiation on ETo at Different Temperatures and Altitudes

Temperature °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W at altitude m																				
0	0.43	.46	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.68	.71	.73	.75	.77*	.78	.80	.82	.83	.84	.85
500	.45	.48	.51	.54	.57	.60	.62	.65	.67	.70	.72	.74	.76	.78	.79	.81	.82	.84	.85	.86
1 000	.46	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.80	.82	.83	.85	.86	.87
2 000	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.86	.87	.88
3 000	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.86	.88	.88	.89
4 000	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.76	.78	.79	.81	.83	.84	.85	.86	.88	.89	.90	.90

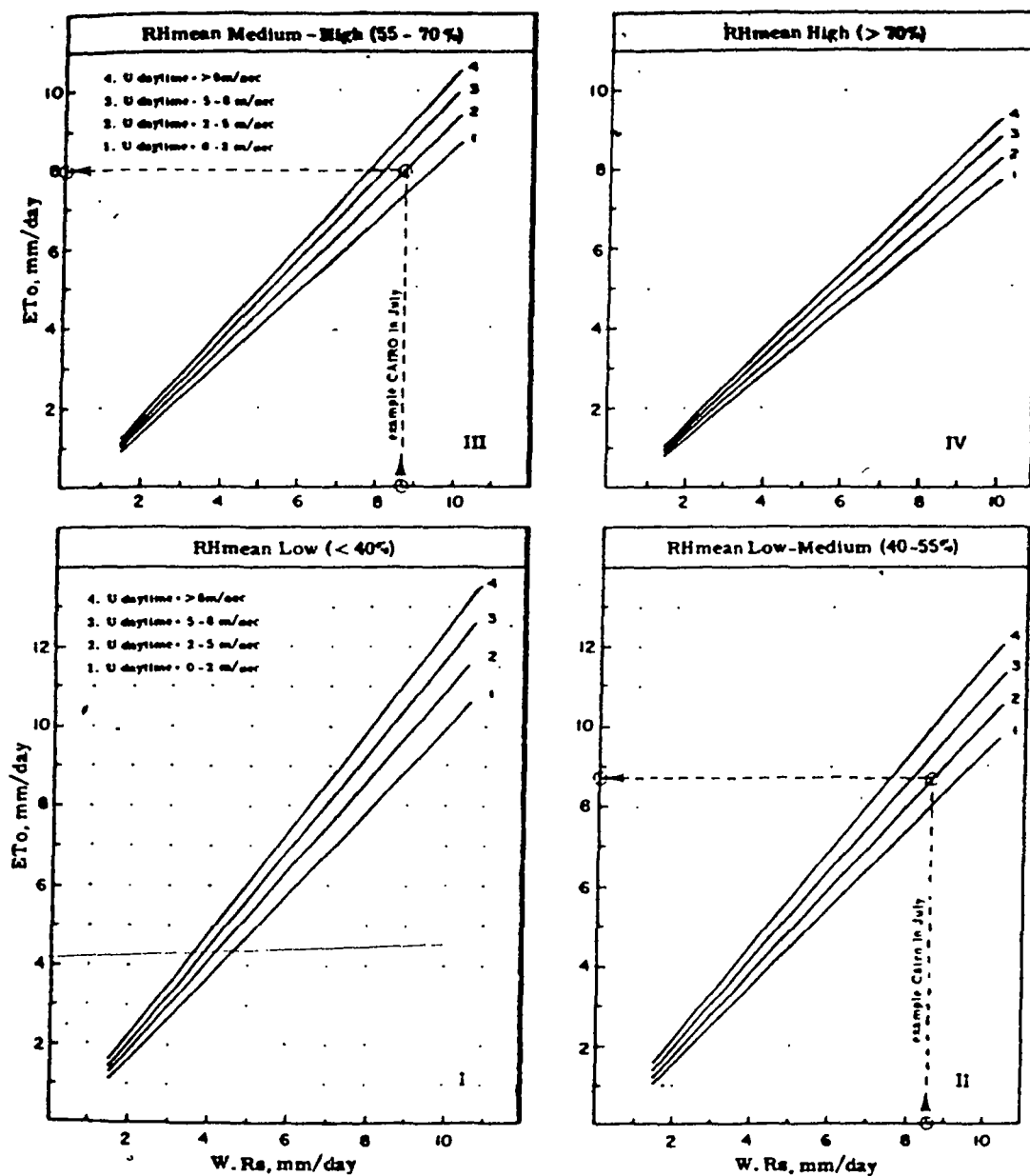


Fig. 1 Prediction of ETo from $W.Rs$ for different conditions of mean relative humidity and day time wind.

DIR

"FOR RADIATION METHOD"

(Volume in drive A has no label.
Directory of A:\

REVIEW	EXE	49200	8-02-85	12:54p
TABLE2S	DAT-	4992	1-01-85	12:06a ✓
ETO	BAS ✓	5248	1-01-85	12:14a ✓
TABLE4	BAS	1806	1-01-85	2:48a
TABLE3	BAS	4353	1-01-85	2:51a
TABLE2S	BAK	2469	1-04-80	12:41a
TABLE2N	BAS	2525	1-01-85	2:45a
BLOCK1		1958	1-01-84	1:01a
BASICA	COM	27520	3-07-85	1:43p
TABLE2S	BAS	2471	1-01-85	12:05a
TABLE2N	DAT-	4992	1-01-85	2:49a ✓
BASIC	EXE	55808	1-01-83	2:38a
TABLE4	DAT-	1792	1-01-85	2:50a ✓
TABLE3	DAT-	5248	1-01-85	2:52a ✓

14 File(s) 185344 bytes free

A:\>

⑥[✓] program : Super Calc. (SC₂)

Prograg Evapotranspiration by Radiation Method.

```

CLEAR
DIM T2N(50,12),T2S(50,12),T3(50,12),T4(6,40),MNS(12),OKT(8),TEN(10)
GOSUB 970 with the Return line 9: and the line 10
CLS:INPUT " T Mean Degree C = ";TC:T=INT(TC)
INPUT " Latitude, North/South(N/S) ";LTT,NS:LD=INT(LTT)
INPUT " W at Altitude meters = ";WA
CLS:PRINT :PRINT
0 PRINT " 1. January      7. July      "
0 PRINT " 2. Febuary     8. August   "
0 PRINT " 3. March           9. September"
0 PRINT " 4. April           10. October  "
0 PRINT " 5. May             11. November "
0 PRINT " 6. June            12. December"
0 INPUT " Month ";MN
0 PRINT " 1. Sunshine ":PRINT " 2. Cloudiness"
0 INPUT " What condition 1 or 2 ";CS:
0 IF CS=1 THEN CS$=" Sunshine":GOTO 250
0 CS$=" Cloudiness"
0 INPUT " Cloudiness condition Oktas or Tenths(O/T), Number ";CL$,NUMBER
0 IF CL$="T" THEN 240
0 RN=OKT(NUMBER):GOTO 260 Cloudiness
0 RN=TEN(NUMBER):GOTO 260
0 INPUT " (n) Mean h/day = ";N(n)
0 IF NS$="S" THEN NS$="South":GOTO 300
0 RA=T2N(LD,MN):NS$="North"
0 NN=T3(LD,MN):IF CS=1 THEN RN=N/NN:GOTO 330 1/n
0 GOTO 330.
0 RA=T2S(LD,MN)
0 IF MN>= 7 THEN MN=MN-6 ELSE MN=MN+6
0 NN=T3(LD,MN):IF CS=1 THEN RN=N/NN
0 RS=(.25+.5*RN)*RA
0 CLS:PRINT:PRINT
0 PRINT " 1. Block I:  RH mean Low (<40%)"
0 PRINT " 2. Block II: RH mean Medium-Low (40-55%)"
0 PRINT " 3. Avr. Block II,III: RH mean Medium "
0 PRINT " 4. Block III: RH mean Medium-High (55-70%)"
0 PRINT " 5. Block IV:  RH mean High (>70%)"
0 INPUT " RH Mean = ";RH
0 PRINT " 1. Line #1: U daytime = 0-2 m/sec."
0 PRINT " 2. Line #2: U daytime = 2-5 m/sec."
0 PRINT " 3. Line #3: U daytime = 5-8 m/sec."
0 PRINT " 4. Line #4: U daytime = > 8 m/sec."
0 INPUT " U daytime = ";U
0 IF WA>0 AND WA<251 THEN W=1:GOTO 520
0 IF WA>250 AND WA<751 THEN W=2:GOTO 520
0 IF WA>750 AND WA<1501 THEN W=3:GOTO 520
0 IF WA>1500 AND WA<2501 THEN W=4:GOTO 520
0 IF WA>2500 AND WA<3501 THEN W=5:GOTO 520
0 W=6
0 WT4=T4(W,T)
0 WRS=WT4*RS
0 ON RH GOSUB 560,610,660,690,740
0 GOTO 790
0 ON U GOTO 570,580,590,600: " RH I Block 1
0 Y=WRS*81/76-.55789473#:RETURN : "U=1
0 Y=WRS*91/78-.5-.49235668#:RETURN : "U=2
0 Y=WRS*99/80-.475:RETURN : "U=3
0 Y=WRS*107/82-.34878048#:RETURN : "U=4

```

```

610 ON U GOTO 620,630,640,650 : ' RH I
620 Y=WRS*76/75.5-.46622516#:RETURN : 'U=1
630 Y=WRS*67/63.4-.38832807#:RETURN : 'U=2
640 Y=WRS*91/79.5-.34654088#:RETURN : 'U=3
650 Y=WRS*99/71.3-1.98499298#:RETURN : 'U=4
660 GOSUB 610 : ' RH III = B/oc1 II, III 1a2
670 Y1=Y:GOSUB 690
680 Y2=Y:Y=(Y1+Y2)/2:RETURN
690 ON U GOTO 700,710,720,730 : ' RH IV, V, VI
700 Y=WRS*67.5/72-.625 :RETURN : 'U=1
710 Y=WRS*6/6.12-.43137254# :RETURN : 'U=2
720 Y=WRS*81.3/76-.56736842# :RETURN : 'U=3
730 Y=WRS*86/77.8-.46825192# :RETURN : 'U=4
740 ON U GOTO 750,760,770,780 : ' RH V, VI, VII
750 Y=WRS*5/6-.5# :RETURN : 'U=1
760 Y=WRS*64/72-.4888888888# :RETURN : 'U=2
770 Y=WRS*7/7.6-.21052631# :RETURN : 'U=3
780 Y=WRS*74.5/74-.61756756# :RETURN : 'U=4
790 ' Print out *****
800 ETQ=Y:CLS:PRINT:PRINT
810 PRINT " Given : "
820 PRINT "      Latitude = ";LTT;" Degree ";NS$
830 PRINT "      Altitude = ";WA;" Meters"
840 PRINT "      Month      ";MNS$(MN);CS$
850 PRINT "      T mean      = ";TC;" Degree C"
860 PRINT:PRINT
870 PRINT " Result : "
880 PRINT "      n/N Ratio=";RN
890 PRINT "      Ra          = ";RA;" mm/day"
900 PRINT "      Rs          = ";RS;" mm/day"
910 PRINT "      W           = ";WT4
920 PRINT "      W.Rs       = ";WRS;" mm/day"
930 PRINT:PRINT " Evapotranspiration (Eto) = ";ETO;" mm/day"
940 PRINT:PRINT:INPUT " Do you like to continue Y/N ":ANS$
950 IF ANS$="Y" OR ANS$="y" THEN 60
960 END
970 'Table #2 Extra Terrestrial Radiation (Ra) in mm/day.
980 OPEN "I",#1,"TABLE2N.DAT"
990 'Northern Hemisphere
1000 FOR I=50 TO 0 STEP -1 : ' j refer to Latitude ( 50 -> 0)
1010 FOR J=1 TO 12 : ' i refer to month (Jan -> Dec)
1020 INPUT#1,T2N(I,J) : ' Read table #2 Northern
1030 NEXT J,I:CLOSE
1040 'Southern Hemisphere
1050 OPEN "I",#1,"TABLE2S.DAT"
1060 FOR I=50 TO 0 STEP -1 : ' j refer to Latitude ( 50 -> 0)
1070 FOR J=1 TO 12 : ' i refer to month (Jan -> Dec)
1080 INPUT#1,T2S(I,J) : ' Read table #2 Southern
1090 NEXT J,I:CLOSE
1100 'Table #3 Mean Daily duration of Maximum Possible Sunshine Hour (N).
1110 'Northern Latitude
1120 OPEN "I",#1,"TABLE3.DAT"
1130 FOR I=50 TO 0 STEP -1 : ' j refer to Latitude ( 50 -> 0)
1140 FOR J=1 TO 12 : ' i refer to month (Jan -> Dec)
1150 INPUT#1,T3(I,J) : ' Read Table 3 North
1160 NEXT J,I:CLOSE
1170 'Table #4 Values of Weighting Factor (W).
1180 OPEN "I",#1,"TABLE4.DAT"
1190 FOR I=1 TO 6 : ' j refer to W at Altitude meters. ( 0 -> 4000 )
1200 FOR J=2 TO 40 : ' i refer to Temperature C ( 2 -> 40)

```

```
1210 INPUT#1,T4(I,J) : ' Read Table 4
1220 NEXT J,I:CLOSE
1230 MN$(1)="January":MN$(2)="February":MN$(3)="March"
1240 MN$(4)="April":MN$(5)="May":MN$(6)="June"
1250 MN$(7)="July":MN$(8)="August":MN$(9)="September"
1260 MN$(10)="October":MN$(11)="November":MN$(12)="December"
1270 FOR I=0 TO 7:READ OKT(I):NEXT I
1280 DATA 0.95,0.85,0.75,0.65,0.55,0.45,0.35,0.15
1290 FOR I=0 TO 9:READ TEN(I):NEXT I
1300 DATA 0.95,0.85,0.8,0.75,0.65,0.55,0.5,0.4,0.3,0.15
1310 RETURN
```

E T2N.BAS
not found

>TABLE2N.BAS
command or file name

>OTYPE 5666444

>TYPE TABLE2N.BAS
DIM T2N(60,30)

) 'Table #2 Extra Terrestrial Radiation (Ra) in mm/day.

) 'Northern Hemisphere

. FOR I=50 TO 0 STEP -2:FOR J=1 TO 12

: READ T2N(I,J):NEXT J,I

; OPEN "0",#1,"TABLE2N.DAT"

) for I=50 to 0 step -1 : ' I refer to Latitude (50 -> 0)

for J=1 to 12 : ' J refer to month (Jan -> Dec)

IF I/2-INT(I/2)=0 THEN 1040

T2N(I,J)=(T2N(I+1,J)+T2N(I-1,J))/2

PRINT#1,t2n(i,j) : ' Read table #2 Northern

next j,i:CLOSE

DATA 3.8, 6.1, 9.4,12.7,15.8,17.1,16.4,14.1,10.9, 7.4, 4.5, 3.2 : 'Lat50
DATA 4.3, 6.6, 9.8,13.0,15.9,17.2,16.5,14.3,11.2, 7.8, 5.0, 3.7 : 'Lat48
DATA 4.9, 7.1,10.2,13.3,16.0,17.2,16.6,14.5,11.5, 8.3, 5.5, 4.3 : 'Lat46
DATA 5.3, 7.6,10.6,13.7,16.1,17.2,16.6,14.7,11.9, 8.7, 6.0, 4.7 : 'Lat44
DATA 5.9, 8.1,11.0,14.0,16.2,17.3,16.7,15.0,12.2, 9.1, 6.5, 5.2 : 'Lat42
DATA 6.4, 8.6,11.4,14.3,16.4,17.3,16.7,15.2,12.5, 9.6, 7.0, 5.7 : 'Lat40
DATA 6.9, 9.0,11.8,14.5,16.4,17.2,16.7,15.3,12.8,10.0, 7.5, 6.1 : 'Lat38
DATA 7.4, 9.4,12.1,14.7,16.4,17.2,16.7,15.4,13.1,10.6, 8.0, 6.6 : 'Lat36
DATA 7.9, 9.8,12.4,14.8,16.5,17.1,16.8,15.5,13.4,10.8, 8.5, 7.2 : 'Lat34
DATA 8.3,10.2,12.8,15.0,16.5,17.0,16.8,15.6,13.6,11.2, 9.0, 7.8 : 'Lat32
DATA 8.8,10.7,13.1,15.2,16.5,17.0,16.8,15.7,13.9,11.6, 9.5, 8.3 : 'Lat30
DATA 9.3,11.1,13.4,15.3,16.5,16.8,16.7,15.7,14.1,12.0, 9.9, 8.8 : 'Lat28
DATA 9.8,11.5,13.7,15.3,16.4,16.7,16.6,15.7,14.3,12.3,10.3, 9.3 : 'Lat26
DATA 10.2,11.9,13.9,15.4,16.4,16.6,16.5,15.8,14.5,12.6,10.7, 9.7 : 'Lat24
DATA 10.7,12.3,14.2,15.5,16.3,16.4,16.4,15.8,14.6,13.0,11.1,10.2 : 'Lat22
DATA 11.2,12.7,14.4,15.6,16.3,16.4,16.3,15.9,14.8,13.3,11.6,10.7 : 'Lat20
DATA 11.6,13.0,14.6,15.6,16.1,16.1,16.1,15.8,14.9,13.6,12.0,11.1 : 'Lat18
DATA 12.0,13.3,14.7,15.6,16.0,15.9,15.9,15.7,15.0,13.9,12.4,11.6 : 'Lat16
DATA 12.4,13.6,14.9,15.7,15.8,15.7,15.7,15.7,15.1,14.1,12.8,12.0 : 'Lat14
DATA 12.8,13.9,15.1,15.7,15.7,15.5,15.5,15.6,15.2,14.4,13.3,12.5 : 'Lat12
DATA 13.2,14.2,15.3,15.7,15.5,15.3,15.3,15.5,15.3,14.7,13.6,12.9 : 'Lat10
DATA 13.6,14.5,15.3,15.6,15.3,15.0,15.1,15.4,15.3,14.8,13.9,13.3 : 'Lat 8
DATA 13.9,14.8,15.4,15.4,15.1,14.7,14.9,15.2,15.3,15.0,14.2,13.7 : 'Lat 6
DATA 14.3,15.0,15.5,15.5,14.9,14.4,14.6,15.1,15.3,15.1,14.5,14.1 : 'Lat 4
DATA 14.7,15.3,15.6,15.3,14.6,14.2,14.3,14.9,15.3,15.3,14.8,14.4 : 'Lat 2
DATA 15.0,15.5,15.7,15.3,14.4,13.9,14.1,14.8,15.3,15.4,15.1,14.8 : 'Lat 0

YPE

TABLE2S.BAS

```

) DIM T2S(60,30)
) 'Southern Hemisphere
1 FOR I=50 TO 0 STEP -2: JR J=1 TO 12
2 READ T2S(I,J):NEXT J,I
3 OPEN "O",#1,"TABLE2S.DAT"
) for I=50 to 0 STEP -1 : ' I refer to Latitude ( 50 -> 0 )
) for J=1 to 12 : ' J refer to Months ( Jan -> Dec)
; IF I/2-INT(I/2)=0 THEN 2040
, T2S(I,J)=(T2S(I+1,J)+T2S(I-1,J))/2
) PRINT#1,T2S(I,J) : ' Read table #2 Southern
) next J,I:CLOSE
) DATA 17.5,14.7,10.9,07.0,04.2,03.1,03.6,05.5,08.9,12.9,16.5,18.2 : 'Lat50
) DATA 17.6,14.9,11.2,07.5,04.7,03.5,04.9,06.0,09.3,13.2,16.6,18.2 : 'Lat48
) DATA 17.7,15.1,11.5,07.9,05.2,04.0,04.4,06.5,09.7,13.4,16.7,18.3 : 'Lat46
) DATA 17.8,15.3,11.9,08.4,05.7,04.4,04.9,06.9,10.2,13.7,16.7,18.3 : 'Lat44
) DATA 17.8,15.5,12.2,08.8,06.1,04.9,05.4,07.4,10.6,14.0,16.8,18.3 : 'Lat42
) DATA 17.9,15.7,12.5,09.2,06.6,05.3,05.9,07.9,11.0,14.2,16.9,18.3 : 'Lat40
) DATA 17.9,15.8,12.8,09.6,07.1,05.8,06.2,08.3,11.4,14.4,17.0,18.3 : 'Lat38
) DATA 17.9,16.0,13.2,10.1,07.5,06.3,06.8,08.8,11.7,14.6,17.0,18.2 : 'Lat36
) DATA 17.8,16.1,13.5,10.5,08.0,06.8,07.2,09.2,12.0,14.9,17.1,18.2 : 'Lat34
) DATA 17.8,16.2,13.8,10.9,08.5,07.3,07.3,09.6,12.4,15.1,17.2,18.1 : 'Lat32
) DATA 17.8,16.4,14.0,11.3,08.9,07.8,08.1,10.1,12.7,15.3,17.3,18.1 : 'Lat30
) DATA 17.7,16.4,14.3,11.6,09.3,08.2,08.6,10.4,13.0,15.4,17.2,17.9 : 'Lat28
) DATA 17.6,16.4,14.4,12.0,09.7,08.7,09.2,10.9,13.2,15.5,17.2,17.8 : 'Lat26
) DATA 17.5,16.5,14.6,12.3,10.2,09.1,09.6,11.2,13.4,15.6,17.1,17.7 : 'Lat24
) DATA 17.4,16.5,14.8,12.6,10.6,09.6,10.2,11.6,13.7,15.7,17.0,17.5 : 'Lat22
) DATA 17.4,16.5,15.0,13.0,11.0,10.0,10.4,12.0,13.9,15.8,17.0,17.4 : 'Lat20
) DATA 17.1,16.5,15.1,13.2,11.4,10.4,10.8,12.3,14.1,15.8,16.8,17.1 : 'Lat18
) DATA 16.9,16.4,15.2,13.5,11.7,10.8,11.2,12.6,14.3,15.8,16.7,16.8 : 'Lat16
) DATA 16.7,16.4,15.3,13.7,12.1,11.2,11.6,12.9,14.5,15.8,16.5,16.6 : 'Lat14
) DATA 16.6,16.3,15.4,14.0,12.5,11.6,12.0,13.2,14.7,15.8,16.4,16.5 : 'Lat12
) DATA 16.4,16.3,15.5,14.2,12.8,12.0,12.4,13.5,14.8,15.9,16.2,16.2 : 'Lat10
) DATA 16.1,16.1,15.5,14.4,13.1,12.4,12.7,13.7,14.9,15.8,16.0,16.0 : 'Lat 8
) DATA 15.8,16.0,15.6,14.7,13.4,12.8,13.2,14.0,15.0,15.7,15.8,15.7 : 'Lat 6
) DATA 15.5,15.8,15.6,14.9,13.8,13.2,13.2,14.3,15.1,15.6,15.5,15.4 : 'Lat 4
) DATA 15.3,15.7,15.7,15.1,14.1,13.5,13.7,14.5,15.2,15.5,15.3,15.1 : 'Lat 2
) DATA 15.0,15.5,15.7,15.3,14.4,13.9,14.2,14.8,15.3,15.4,15.1,14.8 : 'Lat 0

```

TYPE TABLE3SBAS

```

2999 DIM T3(60,20)
3000 'Table #3 Mean Daily duration of Maximum Possible Sunshine Hour (N).
3001 'Northern Latitude
3002 FOR I=50 TO 40 STEP -2:FOR J=1 TO 12
3003 READ T3(I,J):NEXT J,I
3004 FOR I=50 TO 40 STEP -1:FOR J=1 TO 12
3005 IF I/2-INT(I/2)=0 THEN 3016
3006 T3(I,J)=(T3(I+1,J)+T3(I-1,J))/2
3007 NEXT J,I
3008 RESTORE 3110
3009 FOR I=40 TO 0 STEP -1:FOR J=1 TO 12
3010 READ T3(I,J):NEXT J,I
3011 OPEN "O",#1,"TABLE3.DAT"
3012 for I=50 to 0 step -1 : ' j refer to Latitude ( 50 -> 0)
3013 for J=1 to 12 : ' i refer to month (Jan -> Dec)
3014 PRINT#1,t3(i,j) : ' Read Table 3 North
3015 next j,i:CLOSE
3016 DATA 8.5,10.1,11.8,13.8,15.4,16.3,15.9,14.5,12.7,10.8,9.1, 8.1
3017 DATA 8.8,10.2,11.8,13.6,15.2,16.0,15.6,14.3,12.6,10.9, 9.3, 8.3
3018 DATA 9.1,10.4,11.9,13.5,14.9,15.7,15.4,14.2,12.6,10.9, 9.5, 8.7
3019 DATA 9.3,10.5,11.9,13.4,14.7,15.4,15.2,14.0,12.6,11.0, 9.7, 8.9
3020 DATA 9.4,10.6,11.9,13.4,14.6,15.2,14.9,13.9,12.6,11.1, 9.8, 9.1
3021 DATA 9.6,10.70,11.9,13.30,14.40,15.0,14.70,13.70,12.50,11.20,10.00,09.3
3022 DATA 9.7,10.76,11.9,13.26,14.32,14.9,14.62,13.66,12.48,11.22,10.06,09.4
3023 DATA 9.8,10.82,11.9,13.22,14.24,14.8,14.54,13.62,12.46,11.24,10.12,09.5
3024 DATA 9.9,10.88,11.9,13.18,14.16,14.7,14.46,13.58,12.44,11.26,10.18,09.6
3025 DATA 10.0,10.94,11.9,13.14,14.08,14.6,14.38,13.54,12.42,11.28,10.24,09.7
3026 DATA 10.10,11.00,11.90,13.10,14.00,14.50,14.30,13.50,12.40,11.30,10.30,09.8
3027 DATA 10.16,11.02,11.92,13.06,13.92,14.40,14.22,13.44,12.40,11.34,10.36,09.88
3028 DATA 10.22,11.04,11.94,13.02,13.84,14.30,14.14,13.38,12.40,11.38,10.42,09.96
3029 DATA 10.28,11.06,11.96,12.98,13.76,14.20,14.06,13.32,12.40,11.42,10.48,10.0
3030 DATA 10.32,11.08,11.98,12.94,13.68,14.10,13.98,13.26,12.40,11.46,10.54,10.12
3031 DATA 10.40,11.10,12.00,12.90,13.60,14.00,13.90,13.20,12.40,11.50,10.60,10.20
3032 DATA 10.46,11.14,12.00,12.86,13.54,13.94,13.82,13.16,12.38,11.52,10.66,10.2
3033 DATA 10.52,11.18,12.00,12.82,13.48,13.88,13.74,13.12,12.36,11.54,10.72,10.36
3034 DATA 10.58,11.22,12.00,12.78,13.42,13.82,13.66,13.08,12.34,11.56,10.78,10.44
3035 DATA 10.64,11.26,12.00,12.74,13.36,13.76,13.58,13.04,12.32,11.58,10.84,10.5
3036 DATA 10.70,11.30,12.00,12.70,13.30,13.70,13.50,13.00,12.30,11.60,10.90,10.60
3037 DATA 10.76,11.34,12.00,12.68,13.26,13.62,13.44,12.96,12.30,11.62,10.96,10.66
3038 DATA 10.82,11.38,12.00,12.66,13.22,13.54,13.38,12.92,12.30,11.64,11.02,10.7
3039 DATA 10.88,11.42,12.00,12.64,13.18,13.46,13.32,12.88,12.30,11.66,11.08,10.79
3040 DATA 10.94,11.46,12.00,12.62,13.14,13.38,13.26,12.84,12.30,11.68,11.14,10.84
3041 DATA 11.00,11.50,12.00,12.60,13.10,13.30,13.20,12.80,12.30,11.70,11.20,10.9
3042 DATA 11.06,11.52,12.00,12.58,13.04,13.24,13.14,12.76,12.28,11.72,11.24,10.96
3043 DATA 11.12,11.54,12.00,12.56,12.98,13.18,13.08,12.72,12.26,11.74,11.28,11.02
3044 DATA 11.18,11.56,12.00,12.54,12.92,13.12,13.02,12.68,12.24,11.76,11.32,11.0
3045 DATA 11.24,11.58,12.00,12.52,12.86,13.06,12.96,12.64,12.22,11.78,11.36,11.14
3046 DATA 11.30,11.60,12.00,12.50,12.80,13.00,12.90,12.60,12.20,11.80,11.40,11.2
3047 DATA 11.36,11.64,12.00,12.46,12.76,12.94,12.84,12.56,12.18,11.80,11.44,11.2
3048 DATA 11.42,11.68,12.00,12.42,12.72,12.88,12.78,12.52,12.16,11.80,11.48,11.32
3049 DATA 11.48,11.72,12.00,12.38,12.68,12.82,12.72,12.48,12.14,11.80,11.52,11.38
3050 DATA 11.54,11.76,12.00,12.34,12.64,12.76,12.66,12.44,12.12,11.80,11.56,11.4
3051 DATA 11.60,11.80,12.00,12.30,12.60,12.70,12.60,12.40,12.10,11.80,11.60,11.5
3052 DATA 11.64,11.82,12.00,12.28,12.54,12.64,12.54,12.38,12.10,11.84,11.66,11.56
3053 DATA 11.68,11.84,12.00,12.26,12.48,12.58,12.48,12.36,12.10,11.88,11.72,11.6
3054 DATA 11.72,11.86,12.00,12.24,12.42,12.52,12.42,12.34,12.10,11.92,11.78,11.68
3055 DATA 11.76,11.88,12.00,12.22,12.36,12.46,12.36,12.32,12.10,11.96,11.84,11.74
3056 DATA 11.80,11.90,12.00,12.20,12.30,12.40,12.30,12.30,12.10,12.00,11.90,11.8

```

3182 DATA 11.92,11.98,12.04,12.16,12.22,12.28,12.22,12.22,12.10,12.04,11.98,12

3183 DATA 11.98,12.02,12.06,12.14,12.18,12.22,12.18,12.18,12.10,12.06,12.02,12

3184 DATA 12.04,12.06,12.08,12.12,12.14,12.16,12.14,12.14,12.10,12.08,12.06,12

3190 DATA 12.10,12.10,12.10,12.10,12.10,12.10,12.10,12.10,12.10,12.10,12.10,12

A:\>

```
_TYPE TABLE4.BAS
:000 DIM T4(10,50)
:010 FOR I=1 TO 6:FOR J=2 TO 40
:020 READ T4(I,J):NEXT J,I
:000 'Table #4 Values of Weighting Factor (W).
:001 OPEN "0",#1,"TABLE4.DAT"
:020 for I=1 to 6 : ' I refer to W at Altitude meters. ( 0 -> 4000 )
:025 for J=2 to 40 : ' J refer to Temperature C (2 -> 40)
:030 PRINT#1,t4(i,j) : ' Read Table #4
:050 next j,i:CLOSE
:060 DATA 0.43,.450,0.46,.475,0.49,.505,0.52,.535,0.55,.565
:065 DATA 0.58,.595,0.61,.625,0.64,.650,0.66,.670,0.68,.695
:070 DATA 0.71,.720,0.73,.740,0.75,.760,0.77,.775,0.78,.790
:075 DATA 0.80,.810,0.82,.825,0.83,.835,0.84,.845,0.85
:080 DATA 0.45,.465,0.48,.495,0.51,.525,0.54,.555,0.57,.585
:085 DATA 0.60,.610,0.62,.635,0.65,.660,0.67,.685,0.70,.710
:090 DATA 0.72,.730,0.74,.750,0.76,.770,0.78,.785,0.79,.800
:095 DATA 0.81,.815,0.82,.830,0.84,.845,0.85,.855,0.86
:100 DATA 0.46,.475,0.49,.505,0.52,.535,0.55,.565,0.58,.595
```

:\>

T. Mean Degree C =? 29.2
 Latitude, North/South(N/S) ? 18.N
 W at Altitude meters =? 350

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. January | 7. July |
| 2. February | 8. August |
| 3. March | 9. September |
| 4. April | 10. October |
| 5. May | 11. November |
| 6. June | 12. December |

Month: 1

1. Sunshine
2. Cloudiness

What condition, or 2: 1

(1) mean h/day = 6.8

1. Block I: RH mean Low (<40%)
 2. Block II: RH mean Medium-Low (40-55%)
 3. Avr. Block II, III: RH mean Medium
 4. Block III: RH mean Medium-high (55-70%)
 5. Block IV: RH mean High (>70%)
- RH Mean =? 2

1. Line #1: U daytime = 0-2 m/sec.
 2. Line #2: U daytime = 2-5 m/sec.
 3. Line #3: U daytime = 5-8 m/sec.
 4. Line #4: U daytime = > 8 m/sec.
- U daytime =? 2

GIVEN :

LATITUDE = 18 DEG. NORTH

ALTITUDE = 350 METES

MONTH = JANUARY SUNSHINE

TMEAN = 29.2 DEG. C

Result :

n/N Ratio= .4

Ra = 11.6 mm/day

Rs = 5.22 mm/day

W = .785

W.Rs = 4.0977 mm/day

Evapotranspiration (Eto) = 3.942049 mm/day

PENMAN METHOD

วิธีนี้ใช้กับพื้นที่ที่มีการบันทึกค่าของอุณหภูมิ (t) ความชื้น (% R.H) หรือในรูปของความดันไอ (mbar), ความเร็วลมเหนือระดับพื้นดิน 2 เมตร (Km./day) และความยาวของช่วงแสง (Sunshine duration, hrs/day) หรือค่าพลังงาน (langley/day Cal./cm²./day) . การคำนวณค่า ETo หรือ PET โดยวิธีนี้จะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่าวิธีอื่น ๆ เนื่องจากได้รวบรวมองค์ประกอบที่ผลต่อการคายระเหย มาอยู่ในสมการทุกอย่าง กล่าวคือ รังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเร็วลม วิธีการสร้างสมการก็ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีที่ยอมรับกันมากกว่าสมการคำนวณค่า ETo สมการอื่น ๆ (วิบูลย์, 2526)

Fenman (1948) ได้เสนอสมการ การคำนวณค่า ไว้ดังนี้

$$E_{To} = \frac{\Delta R_n + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}$$

เมื่อ R_n = รังสีสุทธิจากดวงอาทิตย์ (Net solar radiation) เทียบให้เป็น
อัตราการระเหยของน้ำ (มม./วัน) ความลาดชันของกราฟ ความดันไอ
อิ่มตัวที่สภาพอากาศนั้น ๆ (mbar./C) ค่าคงที่ไคโครเมตริก
(Psychrometric constant, มีค่า 0.66 mbar/°C)

ในกรณีที่ไม่มีค่า R_n ไว้ คำนี้อาจประมาณหาได้จากสมการ

$$R_n = R_a(1 - \alpha) 0.26 + 0.50 \frac{n}{N} - \gamma T^4 (0.56 - 0.797 \sqrt{ea}) (0.10 + 0.90 \frac{n}{N})$$

เมื่อ R_a = รังสีจากดวงอาทิตย์ที่จะได้ รับบนผิวโลก เมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมอยู่
เทียบให้เป็นอัตราการระเหยของน้ำ เป็น มม./วัน (ตาราง A-1)
 α = สัมประสิทธิ์ของการสะท้อน (Reflection coefficient) ซึ่งเป็น
อัตราส่วนระหว่างรังสีอาทิตย์ที่ถูกสะท้อนออกไปต่อรังสีอาทิตย์ที่ตกลงบนผิวของ
วัตถุนั้น Penman ใช้ค่า = 0.05 สำหรับผิวน้ำ, 0.01 สำหรับดิน
เปียกที่ไม่มีพืชปกคลุมอยู่เลย และ 0.02 สำหรับพืชที่เขียวและสด
 n = ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดจริง
 N = ระยะเวลาที่มีแสงแดดนานที่สุดที่จะเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลานั้น

$6 T^4$ = รังสีที่สะท้อนจากวัตถุผิวดำสนิท เทียบให้เป็นการระเหยของน้ำเป็น มม./วัน (ตาราง A-2)

e_d = ความดันไอจริงที่อุณหภูมิขณะนั้นมีหน่วยเป็นมิลลิบาร์ ก็อาจคำนวณได้จาก

$$e_d = \frac{\% \text{ ความชื้นสัมพัทธ์}}{100} \times e_a$$

e_a = ความดันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศมีหน่วยเป็นมิลลิบาร์ (ตาราง A-3)

E_a = ปริมาณการระเหยของน้ำ เนื่องจากการเคลื่อนไหวของลมและความชื้นของอากาศ เป็น มม./วัน คำนวณได้จาก

$$E_a = 0.262 (e_a - e_d) (1 + 0.0062 U_2)$$

เมื่อ U_2 = ความเร็วเฉลี่ยของลมระดับเหนือพื้นดิน 2 เมตร (กม./วัน) ถ้าหากไม่มีการวัดความเร็วของลมระดับ 2 เมตรไว้ อาจตัดแปลงจากค่าที่ระดับอื่นได้ให้มาอยู่ในระดับ 2 เมตร โดยสมการ

$$\begin{aligned} U_2 &= U_1 \frac{\log 2}{\log h} \\ &= U_1 \frac{0.3010}{\log h} \end{aligned}$$

เมื่อ U_1 = ความเร็วของลมระดับเหนือพื้นดิน h เมตร (กม./วัน) และถ้าความเร็วลมบอกเป็นโน้ต (Knot) ต้องแปลงให้เป็น กม./วัน โดย

$$1 \text{ โน้ต} = 44.478 \text{ กม./วัน} \quad (\text{วินด์ย, 2526})$$

จะเห็นว่าสมการคำนวณค่า ETo ตามวิธีของ Penman นี้ประกอบด้วย

2 Terms ใหญ่ ๆ คือ

= Energy term ได้แก่การแผ่รังสี (Radiation, R_n) และอุณหภูมิ

- Aerodynamic term ได้แก่ความเร็วลม (E_a) และความชื้น

ภายใต้สภาพอากาศที่ลมสงบ energy term จะมีบทบาทสำคัญ แต่ถ้าสภาพที่มีลมแรง aerodynamic term จะมีบทบาทสำคัญ (Doorenbos and Pruitt, 1977)

ตัวอย่างการคำนวณค่า ETo โดยวิธีการของ Penman ได้แนบมาด้วยแล้ว จะเห็นว่าเป็นวิธีการที่ยืดยาว และซับซ้อนพอควร การคำนวณหลาย ๆ ค่าอาจก่อความผิดพลาดได้ ถ้าคำนวณด้วยมือ เพื่อความสะดวกจึงใช้ Computer Program ช่วย คำนวณค่า ETo โดยกรอกข้อมูลที่ต้องการตามสมการให้ครบก็สามารถคำนวณค่า ETo ออกให้ได้ในเวลาอันรวดเร็วใน Program นั้นต้องใช้ค่า ปริมาณแสงที่คาดว่าจะมีได้สูงสุดของบรรยากาศ (ly/day) ดังตารางที่ 1-1 ซึ่งเป็นค่าคงที่ ให้ประกอบการคำนวณด้วย

ตารางที่ 1-1 แสดงค่า N-POSSIBLE (hr/day) และ SOLAR RADDIATION-POSSIBLE
(ly/day)

MONTH	N-POSS	SOLAR RAD.-POSS.
JAN.	11	671.8
FEB.	11.2	757.4
MAR.	11.9	856.9
APR.	12.4	927.1
MAY.	12.9	954.5
JUN.	13.1	957.3
JUL.	13	952.5
AUG.	12.6	932.6
SEP.	12.1	880.4
OCT.	11.6	769.8
NOV.	11.1	694.2
DEC.	10.9	644.9

ตาราง A - 1 รังสีอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมอยู่สำหรับทุกโลกเหนือเขตร้อนเป็นอัตรา
การระเหยของน้ำที่ 20° C เป็น มม./วัน

เส้นรุ้ง	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
50° N	3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2
48	4.3	6.6	9.6	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7
46	4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3
44	5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7
42	5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2
40	6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7
38	6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1
36	7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6
34	7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2
32	8.3	10.2	12.6	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8
30	8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3
28	9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8
26	9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3
24	10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7
22	10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2
20	11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7
18	11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1
16	12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6
14	12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0
12	12.6	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5
10	13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9
8	13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3
6	13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7
4	14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1
2	14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.6	14.4
0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

ตาราง A - 2 ค่าของการแผ่รังสีจากวัตถุที่มีผิวดำสนิท σT^4 เทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำ เป็น มม./วัน

$T^{\circ}C$	σT^4 มม./วัน	$T^{\circ}C$	σT^4 มม./วัน	$T^{\circ}C$	σT^4 มม./วัน
0	11.21	17	14.28	34	17.93
1	11.38	18	14.48	35	18.17
2	11.55	19	14.68	36	18.41
3	11.72	20	14.88	37	18.64
4	11.89	21	15.08	38	18.89
5	12.06	22	15.29	39	19.13
6	12.23	23	15.50	40	19.38
7	12.41	24	15.71	41	19.63
8	12.59	25	15.92	42	19.88
9	12.77	26	16.14	43	20.13
10	12.95	27	16.35	44	20.39
11	13.13	28	16.57	45	20.65
12	13.32	29	16.79	46	20.91
13	13.51	30	17.02	47	21.17
14	13.70	31	17.24	48	21.44
15	13.89	32	17.47	49	21.70
16	14.08	33	17.70	50	21.98

ตาราง A - 3 ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำ เป็น มิลลิบาร์

T °C	หาคณิณของอุณหภูมิ									
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0	6.11	6.15	6.20	6.24	6.29	6.33	6.38	6.42	6.47	6.52
1	6.57	6.61	6.66	6.71	6.76	6.81	6.85	6.90	6.95	7.00
2	7.05	7.10	7.16	7.21	7.26	7.31	7.36	7.41	7.47	7.52
3	7.57	7.63	7.68	7.74	7.79	7.85	7.90	7.96	8.01	8.07
4	8.13	8.19	8.24	8.30	8.36	8.42	8.48	8.54	8.60	8.66
5	8.72	8.78	8.84	8.90	8.96	9.03	9.09	9.15	9.22	9.28
6	9.35	9.41	9.48	9.54	9.61	9.67	9.74	9.81	9.86	9.94
7	10.01	10.08	10.15	10.22	10.29	10.36	10.43	10.50	10.58	10.65
8	10.72	10.79	10.87	10.94	11.02	11.09	11.17	11.24	11.32	11.40
9	11.47	11.55	11.63	11.71	11.79	11.87	11.95	12.03	12.11	12.19
10	12.27	12.35	12.44	12.52	12.61	12.69	12.77	12.86	12.95	13.03
11	13.12	13.21	13.29	13.38	13.47	13.56	13.65	13.74	13.83	13.92
12	14.02	14.11	14.20	14.30	14.39	14.49	14.58	14.68	14.77	14.87
13	14.97	15.07	15.17	15.27	15.36	15.47	15.57	15.67	15.77	15.87
14	15.96	16.08	16.19	16.29	16.40	16.50	16.61	16.72	16.83	16.93
15	17.04	17.15	17.26	17.38	17.49	17.60	17.71	17.83	17.94	18.06
16	18.17	18.29	18.41	18.52	18.64	18.76	18.88	19.00	19.12	19.24
17	19.37	19.49	19.61	19.74	19.86	19.99	20.12	20.24	20.37	20.50
18	20.63	20.76	20.89	21.02	21.15	21.29	21.42	21.56	21.69	21.83
19	21.96	22.10	22.24	22.38	22.52	22.66	22.80	22.94	23.08	23.23
20	23.37	23.52	23.66	23.81	23.96	24.11	24.26	24.41	24.56	24.71
21	24.86	25.01	25.17	25.32	25.48	25.63	25.79	25.95	26.11	26.27
22	26.43	26.59	26.75	26.92	27.08	27.25	27.41	27.58	27.75	27.92
23	28.09	28.26	28.43	28.60	28.77	28.95	29.12	29.30	29.47	29.65
24	29.83	30.01	30.19	30.37	30.55	30.74	30.92	31.11	31.29	31.48

ตาราง A-3 (ต่อ) ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำ เป็น มิลลิบาร์

T °C	พหุนามของอุณหภูมิ									
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
25	31.67	31.86	32.05	32.24	32.43	32.63	32.82	33.02	33.21	33.41
26	33.61	33.81	34.01	34.21	34.41	34.61	34.82	35.02	35.23	35.44
27	35.65	35.86	36.07	36.28	36.49	36.71	36.92	37.14	37.36	37.58
28	37.80	38.02	38.24	38.46	38.69	38.91	39.14	39.36	39.58	39.82
29	40.05	40.29	40.52	40.75	40.98	41.23	41.47	41.70	41.94	42.19
30	42.43	42.67	42.92	43.17	43.41	43.66	43.91	44.16	44.42	44.67
31	44.93	45.18	45.44	45.70	45.96	46.22	46.49	46.75	47.02	47.28
32	47.55	47.82	48.09	48.36	48.64	48.91	49.19	49.47	49.74	50.02
33	50.31	50.59	50.87	51.16	51.45	51.74	52.03	52.32	52.61	52.90
34	53.20	53.50	53.80	54.10	54.40	54.70	55.00	55.31	55.62	55.93
35	56.24	56.55	56.86	57.18	57.49	57.81	58.13	58.45	58.77	59.10
36	59.42	59.75	60.08	60.41	60.74	61.07	61.41	61.74	62.08	62.42
37	62.76	63.10	63.45	63.80	64.14	64.49	64.84	65.20	65.55	65.91
38	66.26	66.62	66.98	67.35	67.71	68.08	68.45	68.81	69.19	69.56
39	69.93	70.31	70.69	71.07	71.45	71.83	72.22	72.60	72.99	73.38
40	73.78	74.17	74.57	74.97	75.36	75.77	76.17	76.57	76.98	77.39
41	77.80	78.21	78.63	79.05	79.46	79.88	80.31	80.73	81.16	81.58
42	82.01	82.45	82.88	83.32	83.75	84.19	84.64	85.08	85.52	85.97
43	86.42	86.87	87.33	87.78	88.24	88.70	89.16	89.63	90.09	90.56
44	91.03	91.51	91.98	92.46	92.94	93.42	93.90	94.39	94.87	95.36
45	95.85	96.35	96.84	97.34	97.84	98.35	98.85	99.36	99.87	100.38
46	100.89	101.41	101.93	102.45	102.97	103.50	104.03	104.56	105.09	105.62
47	106.16	106.70	107.24	107.78	108.33	108.88	109.43	109.98	110.54	111.10
48	111.66	112.22	112.79	113.36	113.93	114.50	115.07	115.65	116.23	116.81
49	117.40	117.99	118.58	119.17	119.77	120.37	120.97	121.57	122.18	122.79
50	123.40	124.01	124.63	125.25	125.87	126.49	127.12	127.75	128.38	129.01

ตาราง A-4 ค่าของ $\frac{\Delta}{\Delta + T}$ สำหรับอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส

T°C	พจน์ในวงเล็บ				
	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
0	.398	.402	.405	.408	.412
1	.415	.418	.422	.425	.428
2	.431	.435	.438	.441	.444
3	.447	.451	.454	.457	.460
4	.463	.466	.470	.473	.476
5	.479	.482	.485	.488	.491
6	.494	.497	.500	.503	.506
7	.509	.512	.515	.518	.521
8	.524	.527	.530	.533	.536
9	.539	.541	.544	.547	.550
10	.553	.556	.558	.561	.564
11	.567	.570	.572	.575	.578
12	.580	.583	.586	.589	.591
13	.594	.597	.599	.602	.604
14	.607	.610	.612	.615	.617
15	.620	.622	.625	.627	.630
16	.632	.635	.637	.640	.642
17	.645	.647	.650	.652	.654
18	.657	.659	.662	.664	.666
19	.669	.671	.673	.676	.678
20	.680	.682	.685	.687	.689
21	.691	.694	.696	.698	.700
22	.702	.705	.707	.709	.711
23	.713	.715	.717	.719	.721
24	.723	.726	.728	.730	.732
25	.734	.736	.738	.740	.742
26	.743	.745	.747	.749	.751
27	.753	.755	.757	.759	.761
28	.762	.764	.766	.768	.770
29	.771	.773	.775	.777	.779
30	.780	.782	.784	.785	.787
31	.789	.790	.792	.794	.795
32	.797	.799	.800	.802	.803
33	.805	.807	.808	.810	.811
34	.813	.814	.816	.817	.819
35	.820	.822	.823	.824	.826
36	.827	.829	.830	.831	.833
37	.834	.835	.837	.838	.839
38	.841	.842	.843	.845	.846
39	.847	.848	.850	.851	.852
40	.853	.854	.855	.857	.858
41	.859	.860	.861	.862	.863
42	.864	.866	.867	.868	.869
43	.870	.871	.872	.873	.874
44	.875	.876	.877	.878	.879
45	.880	.881	.882	.883	.884
46	.885	.886	.887	.888	.889
47	.890	.891	.892	.893	.894
48	.895	.896	.897	.898	.899
49	.900	.901	.902	.903	.904
50	.905	.906	.907	.908	.909

แบบฟอร์มสำหรับคำนวณ Potential Evapotranspiration
โดยใช้สูตรของ Penman

โครงการ.....	จังหวัด นครสวรรค์	เส้นรุ้ง 16°	เส้นแวง	วิบูลย์
ก. ข้อมูล สำหรับ เดือน.....	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
(1) อุณหภูมิเฉลี่ย $\bar{C}$	30.7	29.6	29.1	28.4
(2) ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) (บอกเป็นทศนิยม).....	0.70	0.74	0.76	0.78
(3) บิดความชื้นของเมฆ $C_c(0.8)$	5.8	6.6	6.8	7.0
(4) ความเร็วลมที่ระดับ 2 เมตร $\bar{w}$ /วัน.....	61.5	66.0	59.2	52.4
(5) รังสีอาทิตย์ R_A มม/วัน (ดูจากตาราง ก.41).....	16.0	15.9	15.9	15.7
(6) สัมประสิทธิ์การสะท้อน α - (บอกเป็นทศนิยม).....	0.20	0.20	0.20	0.20
ข. ค่ารวมสมการ $R_A(1-\alpha)(0.26+0.50n/N)$				
(7) $n/N = 0.745 + 0.095C_c - 0.02C_c^2$	0.623	0.501	0.466	0.430
(8) $(1-\alpha)$	0.80	0.80	0.80	0.80
(9) $(0.26+0.50n/N)$	0.571	0.515	0.493	0.475
(10) รายการที่ (5) $\times$ (8) $\times$ (9).....	7.315	6.551	6.271	5.966
ค. ค่ารวมสมการ $\sigma T^4(0.56 - 0.0797\sqrt{c_d})(0.10+0.90n/N)$				
(11) ความดันไอน้ำ มีลิบาร์				
a) ความดันไอน้ำอิ่มตัว c_a (ดูจากตาราง A-3).....	44.16	41.47	40.29	38.69
b) ความดันไอน้ำจริง $c_d = \frac{RH \times c_a}{100}$	30.9	30.7	30.6	30.2
c) $\sqrt{c_d}$	5.56	5.54	5.53	5.49
(12) σT^4 (ดูจากตาราง A-2).....	17.17	16.93	16.81	16.66
(13) $(0.56 - 0.0797\sqrt{c_d})$	0.117	0.118	0.119	0.122
(14) $(0.10+0.90 n/N)$	0.661	0.551	0.519	0.087
(15) รายการที่ (12) $\times$ (13) $\times$ (14).....	1.327	1.100	1.039	0.990
ง. ค่ารวมค่า R_n				
(16) รายการที่(10) ลบด้วย (15).....	5.988	5.451	5.232	4.976
จ. ค่ารวมสมการ $E_a=0.262(c_a - c_d)(1+0.0062U_2)$				
(17) $0.262(c_a - c_d)$	3.474	2.822	2.539	2.224
(18) $(1.0+0.0062U_2)$	1.381	1.409	1.367	1.325
(19) รายการที่ (17) $\times$ (18).....	4.799	3.977	3.471	2.946
ฉ. ค่ารวมสมการ $ET_p = \frac{\Delta R_n + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}$				
(20) $\Delta / (\Delta + \gamma)$ (ดูจากตาราง A-4).....	0.786	0.777	0.772	0.766
(21) $\gamma / (\Delta + \gamma)$ (1.0 - รายการที่ 20).....	0.214	0.223	0.228	0.234
(22) รายการที่ (16) $\times$ (20).....	4.706	4.235	4.039	3.812
(23) รายการที่ (19) $\times$ (21).....	1.027	0.887	0.791	0.689
(24) ET_p = รายการที่ (22) $+$ (23) มม/วัน.....	5.73	5.12	4.83	4.50
มม/เดือน.....	178	154	150	140

CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1951-1975

Station HARNON SAWAN
Index Station 48 400.
Latitude 15° 48' N.
Longitude 106° 10' E.

Elevation of station above MSL 21.00 meters
Height of barometer above MSL 20.50 meters
Height of thermometer above ground 1.50 meters
Height of wind vane above ground 13.00 meters
Height of rain gauge 0.40 meters

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Pressure (+1000 or 900 mbs.)													
Mean	13.24	11.34	09.44	08.28	06.69	05.82	08.02	06.06	07.45	10.46	12.70	15.95	08.30
Ext. Max.	29.74	23.30	21.00	19.38	14.00	13.45	14.39	13.39	15.79	20.49	22.09	24.29	21.74
Ext. Min.	03.10	02.36	00.70	9.84	9.80	97.00	96.10	98.10	96.36	01.30	04.29	05.76	96.10
Mean daily range	5.34	5.62	5.06	5.85	5.96	4.35	3.85	4.12	4.51	4.4	4.67	4.93	4.91
Temperature (°C)													
Mean	25.5	28.4	30.7	31.9	30.7	29.6	29.1	28.4	28.1	27.9	26.8	25.2	28.5
Mean Max.	31.9	34.6	36.6	37.2	36.0	34.4	33.7	33.0	32.2	31.8	31.4	30.9	33.7
Mean Min.	17.5	20.9	23.5	26.1	25.0	24.6	24.2	24.0	23.8	23.5	21.1	18.1	22.6
Ext. Max.	37.0	39.8	41.2	42.5	42.7	41.0	38.9	37.8	36.3	35.9	35.7	35.8	42.7
Ext. Min.	6.1	12.0	14.2	17.0	20.3	21.4	20.9	20.9	20.4	18.4	11.9	8.2	6.1
Relative Humidity (%)													
Mean	63.0	62.0	61.0	63.0	70.0	74.0	76.0	78.0	82.0	80.0	73.0	67.0	71.0
Mean Max.	84.3	87.6	87.7	87.2	89.4	90.8	91.8	93.0	95.4	94.8	93.0	90.7	90.8
Mean Min.	42.3	41.1	40.3	41.9	51.5	57.4	59.1	62.3	66.5	64.2	55.2	47.0	52.4
Ext. Min.	16.0	20.0	15.0	20.0	23.0	34.0	36.0	36.0	47.0	38.0	25.0	25.0	10.0
Dew Point (°C)													
Mean	17.2	19.4	21.3	22.9	23.9	24.1	23.9	24.1	24.4	23.7	21.1	18.2	22.0
Evaporation (mm)													
Mean - Piche	98.8	112.4	143.2	152.5	103.1	84.3	79.2	66.7	49.9	59.7	22.8	91.7	114.3
- Pan	137.2	156.6	206.0	237.3	199.8	172.5	165.3	149.5	125.0	131.0	122.5	128.5	191.2
Cloudiness (0-8)													
Mean	3.2	3.3	3.4	4.1	5.8	6.6	6.8	7.0	6.7	5.6	4.4	3.6	5.0
Visibility (km)													
0700 L.S.T.	5.0	4.1	5.3	8.2	11.0	11.6	10.4	10.0	8.8	6.4	7.8	6.9	8.1
Mean	7.1	5.7	5.9	8.2	11.2	11.7	11.2	10.6	9.9	10.2	10.3	9.6	9.3
Wind (Knots)													
Prevailing wind	E	S	S	S	S	S	S	S	S	S	E	N	-
Mean Wind Speed	4.0	4.6	6.2	6.4	5.4	5.8	5.2	4.6	3.4	3.2	3.6	3.8	-
Max. Wind Speed	33 NE	34 S	42 N	60 N	70 S	80 S	52 S	42 N	65 N	54 NE	27 NW	27 E	-
Rainfall (mm.)													
Mean	13.7	26.9	43.4	65.1	137.3	125.1	140.7	181.0	250.8	152.8	30.5	6.4	117.7
Mean rainy days	1.4	1.8	3.1	5.0	11.8	13.4	15.5	17.4	18.0	12.4	3.1	1.0	104.1
Greatest in 24 hr.	60.9	89.6	57.1	81.9	89.0	61.8	96.1	90.3	121.2	147.0	121.6	45.6	147.0
Day/Year	11/79	3/53	23/70	11/72	14/70	1/56	29/73	26/61	23/64	8/51	14/66	10/66	8/51
Number of days with													
Haze	24.7	25.8	27.7	19.6	3.8	0.6	0.8	1.6	1.6	5.6	9.6	16.1	137.7
Fog	10.4	7.0	3.1	1.3	0.4	0.1	0.1	0.6	0.6	1.3	5.1	6.8	36.8
Hail	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Thunderstorm	0.4	1.1	3.8	7.2	13.0	8.7	8.4	8.1	10.3	8.0	1.4	0.1	70.5
Squall	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

Remark: Evaporation 1965-1975

ตัวอย่างสถิติภูมิอากาศของจังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งคัดลอกจากหนังสือสถิติภูมิอากาศ-
ของประเทศไทย ในฉบับ 25 ปี (พ.ศ. 2494-2518) โดยกรมอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลการคำนวณค่า ETo โดยใช้วิธีของ PENMAN:

Date (DD/MM/YY)	Air temperature (°C)			Air humidity		Rain mm	E-pot mm
	Max.	Min.	Mean	mbar	%		
5	* 29.2	11	18.8	15.1	63.9	0	3.1
6			18.8	15.1	63.9	0	3.1
7			18.8	15.1	0	0	3.1
8			18.8	0	63.9	0	3.1
9			18.8	15.1	63.9	0	0
10			18.8	15.1	63.9	0	3.1
11			18.8	15.1	63.9	0	0
12			18.8	15.1	0	0	0
13			18.8	15.1	63.9	0	3.1
14							
15							

* หมายเหตุ : ต้องการข้อมูลที่จำเป็นให้ครบ
การคำนวณจึงจะถูกต้อง:

0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1

mbar	DIF W.V	SLOPE	AERO.1	NET RAD.	PEI
mbar		(mbar/'c)		mm/day	mm day
13.9	7.8	1.36	2.7	2	1.2
13.9	7.8	1.36	2.7	2	1.2
0	21.7	1.36	7.5	-1.6	1.3
13.9	7.8	1.36	2.7	2	2.2
13.9	7.8	1.36	2.7	2	2.2
13.9	7.8	1.36	2.7	-3.2	-1.2
13.9	7.8	1.36	2.7	-3.2	-1.2
0	21.7	1.36	7.5	-1.6	1.3
13.9	7.8	1.36	2.7	2	2.2
0	6.1	.44	1.6	ERROR	ERROR
0	6.1	.44	1.6	ERROR	ERROR

G	I	J	K	L	M	N	O	P
E-par mm.	Wind km/day	Sunshine hrs.	N poss.	So poss.	Solar Rad/SVF ly/day	mbar	DIF	w
3.1	54.36	9.4	10.9	645.3	420.9	21.7	13.9	7.8
3.1	54.36	9.4	10.9	645.3	420.9	21.7	13.9	7.8
3.1	54.36	9.4	10.9	645.3	420.9	21.7	0	21.7
3.1	54.36	9.4	10.9	645.3	420.9	21.7	13.9	7.8
3.1	54.36	9.4	10.9	645.3	420.9	21.7	13.9	7.8
3.1	54.36	9.4	10.9	645.3	0	21.7	13.9	7.8
3.1	54.36	9.4	10.9	645.3	0	21.7	13.9	7.8
3.1	54.36	9.4	10.9	0	420.9	21.7	0	21.7
3.1	54.36	9.4	10.9	0	420.9	21.7	13.9	7.8
						6.1	0	6.1
						6.1	0	6.1

บทสรุป

การคำนวณหาค่า ETo นั้น มีความจำเป็นสำหรับการเกษตรมากเพราะสามารถนำไปหาค่า การใช้น้ำของพืช (Epcrop) ชนิดอื่น ๆ ได้ ซึ่งจะมีผลต่อการควบคุมปริมาณน้ำและการออกแบบวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมต่อไป นับว่าเป็นการประหยัดปริมาณน้ำที่จะให้กับพืชให้พอดีกับความต้องการ ไม่ไหลบ่าสูญเสียไปทางอื่น เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกทางหนึ่ง และยังมีผลทางอ้อมต่อการลดพลังงานที่สูญเสียไป เช่น กระแสไฟฟ้า, น้ำมันเชื้อเพลิง และแรงงาน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- บัณฑูรย์ วาฤทธิ 2528 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำกับพืชสวน
เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- วิบูลย์ บุญยธโรกุล 2526 หลักการชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- สิทธิพร สุขเกษม และราชัน วรณจักร 2528 ศักยภาพการคายระเหย วารสารเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 1(1), 25 - 41
- Doorenhos, J. and N.O. Pruitt. 1977. Guidelines for
Predicting Crop Water Requirements. PAO Irrigation
and Drainage Paper. No. 24 (revised).
-

ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย

FERTILIZERS AND THEIR USES

ถนอม คลอดเพ็ง

ในปัจจุบันประชากรของโลกได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่พื้นที่ในการผลิตอาหารสำหรับเลี้ยงประชากรของโลกมีอยู่อย่างจำกัด นอกจากนั้นพื้นที่เดิมที่เคยใช้ในการผลิตอาหารยังถูกนำไปใช้ในด้านอื่น เช่น เป็นแหล่งอุตสาหกรรม ที่อยู่อาศัย เป็นต้น ทำให้พื้นที่ในการผลิตอาหารจึงมีอยู่อย่างจำกัดมาก และพื้นที่บางส่วนก็ได้เสื่อมคุณภาพลงเนื่องจากขาดการบำรุงรักษาที่ดีและการใช้ที่ดินไม่ถูกหลักเกณฑ์ ในการที่จะผลิตอาหารเพื่อให้เพียงพอกับประชากรของโลก จึงมีความจำเป็นอยู่เองในการที่จะต้องเพิ่มปริมาณการผลิตอาหารต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น ซึ่งมนุษย์ก็ได้พยายามศึกษาและคิดค้นวิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ขึ้นมาเพื่อใช้ในการผลิตอาหารให้เพียงพอ ในด้านการเกษตรก็ได้มีการศึกษาและคิดค้นกันอย่างจริงจังในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชหรือสัตว์ที่สามารถให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ หรือมีการจัดการให้ในด้านการปลูกพืช โดยมีการปลูกพืชหลายครั้งในรอบปีในพื้นที่หนึ่ง ๆ ดังนั้นจะเห็นว่าดินซึ่งเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการผลิตอาหารก็จะถูกใช้อยู่ตลอดเวลา ทำให้ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินลดลงเรื่อย ๆ เพื่อเป็นการทดแทนปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปจากดินเนื่องจากการใช้ดินในการผลิตพืช หรือเพื่อรักษาระดับของธาตุอาหารพืชในดินให้เพียงพอกับความต้องการของพืช หรือเพื่อช่วยในการเพิ่มผลผลิตของพืช จึงทำให้เกิดเทคโนโลยีเกี่ยวกับปุ๋ยขึ้นมา ซึ่งในบทนี้จะได้กล่าวถึงปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่มีการใช้กันทางการผลิตพืช ตลอดจนการใช้ปุ๋ยเหล่านั้นเพื่อเป็นแนวทางหรือเป็นพื้นฐานในการที่จะศึกษาเกี่ยวกับเรื่องปุ๋ย หรือนำไปประยุกต์ใช้กับการผลิตพืชโดยทั่ว ๆ ไป

1. ศัพท์และความหมายเกี่ยวกับปุ๋ย (Fertilizer Terminology)

ในการศึกษาเกี่ยวกับปุ๋ยจะพบคำศัพท์เฉพาะที่ใช้กันอยู่มากมาย เช่น

ปุ๋ย (Fertilizer) หมายถึงวัสดุใด ๆ ก็ตามที่มีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช

อยู่ในรูปที่เหมาะสมที่จะใส่ลงไปในดินหรือให้แก่พืช เพื่อวัตถุประสงค์ในการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช และพืชสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่เป็นอันตราย

1.2 วัสดุปุ๋ย (Fertilizer material or carrier) หมายถึงวัสดุใด ๆ ที่มีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชอยู่ตั้งแต่หนึ่งธาตุขึ้นไปและสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้

1.3 ธาตุปุ๋ย (Fertilizer element) หมายถึงธาตุอาหารพืชที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของปุ๋ย ซึ่งได้แก่ธาตุ N, P, และ K

1.4 ปุ๋ยผสม (Mixed fertilizer) หมายถึงวัสดุใด ๆ ที่มีวัสดุปุ๋ยตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมกัน และมีธาตุปุ๋ยตั้งแต่ 2 ธาตุขึ้นไป

1.5 เกรดปุ๋ย (Fertilizer grade or analysis) หมายถึงการรับประกันปริมาณค่าสุดของธาตุปุ๋ยที่มีอยู่ในปุ๋ยชนิดนั้น โดยจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไนโตรเจนทั้งหมด (% total N) และโบดัสเซียมที่ละลายน้ำ (water soluble K_2O)

1.6 สัดส่วนปุ๋ย (Fertilizer ratio) หมายถึงสัดส่วนของ N, P_2O_5 และ K_2O ที่เป็นเกรดของปุ๋ยแต่ละชนิด เช่น ปุ๋ยเกรด 6-24-12 จะมีสัดส่วนปุ๋ยเป็น 1 : 4 : 2 เป็นต้น

1.7 สูตรปุ๋ย (Fertilizer formular) หมายถึงการบอกปริมาณและเกรดของวัสดุปุ๋ยในการใช้ทำปุ๋ยผสมหรือที่มีอยู่ในปุ๋ยผสม

1.8 ปุ๋ยสมบูรณ์ (Complete fertilizer) หมายถึงปุ๋ยที่มีธาตุปุ๋ยครบทั้ง 3 ธาตุ

1.9 ปุ๋ยไม่สมบูรณ์ (Incomplete fertilizer) หมายถึงปุ๋ยที่มีธาตุปุ๋ยไม่ครบทั้ง 3 ธาตุ อาจจะมีเพียงธาตุเดียวหรือ 2 ธาตุก็ได้

1.10 ปุ๋ยที่ทำให้ดินเป็นกรด (Acid forming fertilizer) หมายถึงปุ๋ยที่เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วจะมีผลตกค้างที่ทำให้ดินมี pH ลดลงหรือเป็นกรดเพิ่มขึ้น

1.11 ปุ๋ยที่ทำให้ดินเป็นด่าง (Basic forming fertilizer) หมายถึงปุ๋ยที่เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วจะมีผลตกค้างที่ทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นหรือเป็นด่างเพิ่มขึ้น

1.12 ฟิลเลอร์ (Filler) หมายถึงวัสดุหรือสารเฉื่อยใด ๆ ที่ใช้ผสมลงไปในปุ๋ยผสมเพื่อให้ปุ๋ยผสมมีน้ำหนักครบตามต้องการ คำว่าสารเฉื่อยในที่นี้หมายถึง สารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับวัสดุปุ๋ยหรือธาตุปุ๋ยที่นำมาใช้ในการทำปุ๋ยผสม สารที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ หินทรายละเอียด ขี้เถ้า ดิน หรือสารสังเคราะห์อื่น ๆ

2. ประเภทของปุ๋ย (Type of Fertilizers)

การแบ่งประเภทหรือชนิดของปุ๋ยนั้น สามารถใช้หลักต่าง ๆ ในการแบ่งได้มากมาย เมื่อใช้หลักต่าง ๆ ในการแบ่งก็สามารถแบ่งปุ๋ยออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้มากมาย เช่น

2.1 ใช้สารที่เป็นองค์ประกอบทางชีวเคมีเป็นหลัก การแบ่งประเภทของปุ๋ยโดยใช้หลักนี้จะสามารถแบ่งปุ๋ยออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1 ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizers) ได้แก่ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแคลเซียมไซยาไนด์ เป็นต้น

2.1.2 ปุ๋ยอนินทรีย์ (inorganic fertilizers) ได้แก่ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบเป็นสารอนินทรีย์ เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยโปตัสเซียมซัลเฟต เป็นต้น

2.2 ใช้แหล่งกำเนิดหรือการได้มาของปุ๋ยเป็นหลัก โดยการใช้หลักการนี้สามารถแบ่งปุ๋ยออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.2.1 ปุ๋ยธรรมชาติ (natural fertilizers) ได้แก่ปุ๋ยที่มีหรือที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แล้วมนุษย์ได้นำไปใช้เบี๋ย เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก กระดูกป่น หินฟอสเฟต เป็นต้น

2.2.2 ปุ๋ยสังเคราะห์หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ (synthetic fertilizers) ได้แก่ปุ๋ยที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์หรือผ่านกระบวนการปฏิกริยาทางเคมีที่มนุษย์ได้กระทำขึ้นมา เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต ซูเปอร์ฟอสเฟต เป็นต้น

2.3 ใช้ธาตุปุ๋ยเป็นหลัก วิธีนี้สามารถแบ่งปุ๋ยออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.3.1 ปุ๋ยไนโตรเจน (nitrogen fertilizers or carriers) ได้แก่ปุ๋ยที่ให้ธาตุ N เป็นหลัก เช่น เลือดแห้ง แอมโมเนียมซัลเฟต ยูเรีย เป็นต้น

2.3.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส (phosphorus fertilizers or carriers) ได้แก่ปุ๋ยที่ให้ธาตุ P เป็นหลัก เช่น กระดูกป่น หินฟอสเฟต ซูเปอร์ฟอสเฟต เป็นต้น

2.3.3 ปุ๋ยโปตัสเซียม (potassium fertilizers or carriers) ได้แก่ปุ๋ยที่ให้ธาตุ K เป็นหลัก เช่น โปตัสเซียมซัลเฟต โปตัสเซียมคลอไรด์ เป็นต้น

2.4 ใช้เกรดปุ๋ยเป็นหลัก เมื่ออาศัยเกรดปุ๋ยเป็นหลักในการแบ่ง สามารถแบ่งปุ๋ยออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

2.4.1 ปุ๋ยเกรดต่ำ (Low grade fertilizers) ได้แก่ปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารหรือเกรดของปุ๋ย แต่ละธาตุหรือรวมกันทั้งหมดแล้วไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

2.4.2 ปุ๋ยเกรดปานกลาง (medium grade fertilizers) ได้แก่ปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารหรือเกรดปุ๋ยแต่ละธาตุหรือทั้งหมดรวมกันแล้วอยู่ในช่วง 15 - 25 เปอร์เซ็นต์

2.4.3 ปุ๋ยเกรดสูง (high grade fertilizers) ได้แก่ปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารหรือเกรดปุ๋ยแต่ละธาตุรวมกันทั้งหมดแล้วอยู่ในช่วง 25 - 30 เปอร์เซ็นต์

2.4.4 ปุ๋ยเข้มข้น (concentrated fertilizers) ได้แก่ปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารหรือเกรดปุ๋ยแต่ละธาตุหรือทั้งหมดรวมกันแล้วมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์

3. ปุ๋ยไนโตรเจน (Nitrogen Fertilizers or Carriers)

ปุ๋ยไนโตรเจนหมายถึงปุ๋ยที่สามารถให้ธาตุ N แก่พืช การบอกปริมาณหรือเกรดของ N ในปุ๋ยจะเป็นการบอกถึงปริมาณของ N ทั้งหมด(total nitrogen) ที่มีอยู่ในปุ๋ย ซึ่งมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ปุ๋ยไนโตรเจนจะได้มาจากแหล่งที่สำคัญอยู่ 2 แหล่งด้วยกัน คือ จากธรรมชาติซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกสารอินทรีย์ และจากการสังเคราะห์ขึ้นมา

3.1 ปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic nitrogen fertilizers) ปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจนในที่นี้จะขอล่าเฉพาะที่ได้มาจากธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะได้มาจากพืชและสัตว์ ซึ่งจะมีธาตุอาหารพืชหลาย ๆ ธาตุอยู่ในรูปต่าง ๆ กันแต่จะมีไนโตรเจนต่ำ เมื่อนำไปใส่ในดินจะต้องผ่านการสลายตัวโดยจุลินทรีย์ดินเสียก่อนจึงจะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาให้พืชใช้ได้ จึงไม่ค่อยนิยมใช้กันมากนัก จะใช้กันบ้างในกรณีของสนามหญ้า ปลูกไม้กระถาง หรือเพื่อช่วยในการปรับปรุงดินในด้านอื่น โดยเฉพาะทางด้านฟิสิกส์ สารอินทรีย์ที่นิยมนำมาทำเป็นปุ๋ยไนโตรเจนรวมทั้งปริมาณธาตุอาหารที่มีในสารนั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12.1

ตารางที่ 12.1 ปริมาณของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจนบางชนิด

แหล่ง	เปอร์เซ็นต์						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	Cl
เลือดแห้ง	13.0	-	-	0.5	-	-	0.6
ขี้ค่างควา	13.0	12.5	2.5	11.0	1.0	1.4	1.9
ปลายนแห้ง	9.5	6.0	-	8.5	0.5	0.2	1.5
กากเมล็ดถั่วลิสง	7.2	1.5	1.2	0.5	0.5	0.6	0.1
เศษเนื้อพังพืด	7.0	10.0	-	15.5	0.5	0.4	0.7
กากเมล็ดถั่วเหลือง	7.0	1.2	1.5	0.5	0.5	0.2	-
กากเมล็ดละหุ่ง	6.6	2.5	1.5	0.5	1.5	0.2	-
เปลือกเมล็ดถั่วลิสง	1.2	0.5	0.8	-	-	-	-

3.2 ปุ๋ยไนโตรเจนสังเคราะห์ (Synthetic nitrogen fertilizers)

ปุ๋ยไนโตรเจนที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ในปัจจุบัน เป็นปุ๋ยที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมีเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็มีบางชนิดที่ได้มาจากเกลือที่ตกตะกอนหรือรวมตัวกันอยู่ตามธรรมชาติ ปุ๋ยไนโตรเจนสังเคราะห์ต่าง ๆ พร้อมทั้งปริมาณของธาตุอาหารในปุ๋ย ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12.2

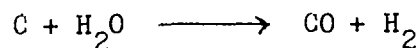
ตารางที่ 12.2 ปุ๋ยไนโตรเจนสังเคราะห์และปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ย

ชนิดปุ๋ย	เปอร์เซ็นต์					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
Ammonium sulfate	20.5	-	-	-	-	23.4
Anhydrous ammonia	82.2	-	-	-	-	-
Ammonium chloride	28.0	-	-	-	-	-
Ammonium nitrate	32.5	-	-	-	-	-
Ammonium nitrate with lime	20.5	-	-	10.0	7.0	0.6
Ammoniated ordinary superphosphate	4.0	16.0	-	23.0	0.5	10.0

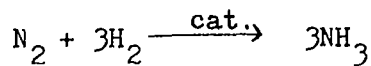
ชนิดปุ๋ย	เปอร์เซ็นต์					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
Monoammonium phosphate	11.0	48.0	-	2.0	0.5	2.6
Diammonium phosphate	20.0	54.0	-	-	-	-
Ammonium phosphate-sulfate	16.5	20.0	-	-	-	15.0
Calcium nitrate	15.5	-	-	27.0	2.5	-
Calcium cyanamide	22.0	-	-	54.0	-	0.2
Potassium nitrate	13.4	-	44.2	0.5	0.5	0.2
Sodium nitrate	16.0	-	-	-	-	-
Urea	46.0	-	-	-	-	-
Urea-sulfer	40.0	-	-	-	-	10.0

ปุ๋ยไนโตรเจนสังเคราะห์เหล่านี้จะเห็นว่าได้มาจากแหล่งใหญ่ ๆ 2 แหล่งด้วยกัน คือ ได้มาจากแอมโมเนีย (NH₃) หรืออนุพันธ์แอมโมเนีย (derivative of ammonia) และจากแหล่งอื่น ๆ

3.2.1 ปุ๋ยแอมโมเนียและอนุพันธ์แอมโมเนีย ประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ผลิตออกมาใช้ในปัจจุบันจะเป็นปุ๋ยอยู่ในกลุ่มนี้ การสังเคราะห์แอมโมเนีย (NH₃) ขึ้นมาโดยการใช้ N₂ ที่มีอยู่ในบรรยากาศทำปฏิกิริยากับ H₂ ซึ่งอาจเตรียมได้มาจากหลายทาง แต่ส่วนใหญ่ได้จากการใช้ไอน้ำทำปฏิกิริยากับถ่านโค้ก (coke) ดังสมการ



และ



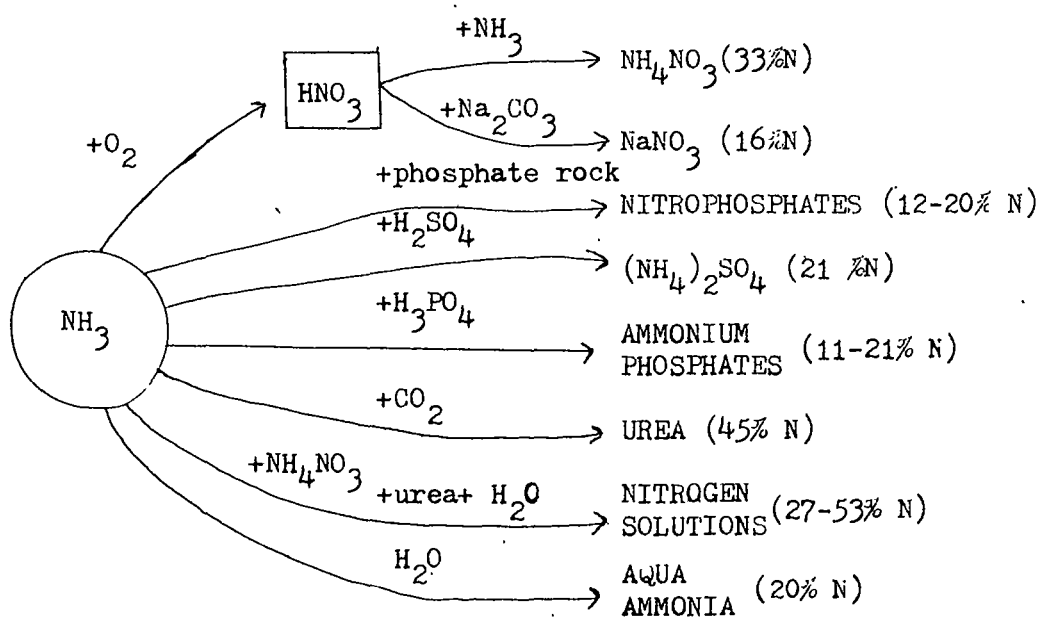
เมื่อสังเคราะห์ NH₃ ออกมาได้แล้วจึงนำไปทำปฏิกิริยากับสารอื่น ๆ จะได้ปุ๋ยไนโตรเจนต่าง ๆ ออกมามากมายหลายชนิด ดังแสดงในรูปที่ 12.1 ปุ๋ยไนโตรเจนที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่

- Anhydrous ammonia (NH₃) เป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่มี N อยู่สูงที่สุด

และมีราคาถูกที่สุด คือจะมี N ทั้งหมด 82 % ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียเหลว แต่จะไม่ค่อยนิยมใช้เป็นปุ๋ยมากนักเนื่องจากมีความยุ่งยากในการเก็บรักษา และการใช้ก็ต้องอาศัยเครื่องมือพิเศษซึ่งมีราคาแพงและยุ่งยาก เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วยังสูญเสียไปจากดินได้ง่ายในรูปของเมล็ด

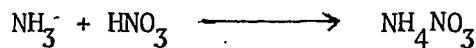
- Aqua ammonia (NH_4OH) เป็นปุ๋ยที่ได้จากการใช้ NH_3 ละลายในน้ำ ปริมาณของ N จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนในการผสม บางครั้งก็นิยมผสมปุ๋ยไนโตรเจนชนิดอื่นเข้าไปด้วย ทำให้ได้น้ำแอมโมเนียในรูปต่าง ๆ อีกมากมาย ปุ๋ยแบบนี้จะใช้เป็นปุ๋ยตลอดจนการเก็บรักษา ก็ง่ายกว่าในรูปของแอมโมเนียเหลว

- Ammonium nitrate (NH_4NO_3) นับว่าเป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่ดีมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากมี N ที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งสองรูปคือ NH_4^+ และ NO_3^- ปุ๋ยนี้มีเกรดประมาณ 33 % N เป็นปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ง่ายพืชใช้ได้อย่างรวดเร็ว ลดความชื้นจากบรรยากาศได้สูง ทำให้ยุ่งยากในการเก็บรักษาตลอดถึงการใช้ ทั้งยังเป็นวัตถุระเบิดอีกด้วย มีผลตกค้างเป็นกรด

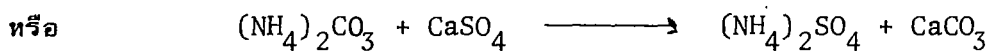
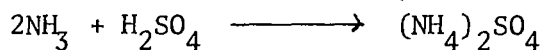


รูปที่ 12.1 แสดงการสังเคราะห์ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ จากแอมโมเนีย

สามารถใส่ลงไปในดินได้โดยตรง หรือจะละลายน้ำรดให้แก่พืชก็ได้ ที่ผลิออกมาจะอยู่ในลักษณะ
ผลึกขนาดเล็ก สีขาวใส บางครั้งก็ไข่นผสมลงไปด้วยเพื่อลดปัญหาการดูดความชื้นและความเป็น
กรดลง ซึ่งเรียกว่า ammonium nitrate with lime (ANL) ซึ่งมีเกรตประมาณ
20.5 เปอร์เซ็นต์ N NH_4NO_3 ผลิตได้จากการใช้ NH_3 ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก
ดังสมการ



- Ammonium sulfate [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] เป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่นิยมใช้กันมาก
ในปัจจุบัน ที่ผลิออกมาจะมีลักษณะเป็นผลึกหรือเป็นเม็ดสีขาวใสคล้ายน้ำตาลมาก จึงทำให้มีชื่อเรียกอีก
ชื่อหนึ่งว่า ปุ๋ยน้ำตาล (ชาวบ้านทั่วไปนิยมเรียกชื่อนี้) ดูดความชื้นได้ดีพอสมควร แต่ละลายน้ำได้ดี
สามารถใส่ลงไปในดินได้โดยตรงหรือละลายกับน้ำแล้วรด จะมี ประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ และ
ประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่ลงไปในดินติดต่อกันนาน ๆ จะทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น ในการ
ผลิตส่วนใหญ่จะใช้ NH_3 ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริก หรือใช้แอมโมเนียคาร์บอนเนตทำปฏิกิริยากับ
แคลเซียมซัลเฟต ดังสมการ

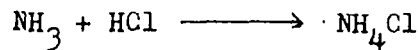


- Ammonium nitrate-sulfate [$\text{NH}_4\text{NO}_3 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] เป็นปุ๋ย
ผสมระหว่างเกลือไนเตรทและเกลือซัลเฟตของแอมโมเนีย เตรียมได้โดยการใช้ NH_3 ไปทำปฏิกิริยา
กับกรดผสมของ HNO_3 และ H_2SO_4 มีลักษณะต่าง ๆ คล้ายกับแอมโมเนียไนเตรท แต่
สามารถเก็บรักษาได้ง่ายกว่า ทั้งยังให้ธาตุ S แก่พืชอีกด้วย โดยจะมี N ประมาณ 26 % และ
S 15 %

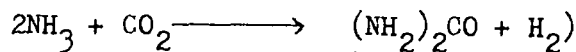
- Ammonium chloride (NH_4Cl) ในปุ๋ยชนิดนี้จะมี N ประมาณ 26%
มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว ดูดความชื้นและละลายน้ำได้ดี มีผลตกค้างเป็นกรดสูง สามารถใส่ลงไปในดิน
ได้โดยตรง ใช้ได้ดีกับนาข้าว เนื่องจากในสภาพน้ำขังถ้าใส่ปุ๋ยที่เกลือซัลเฟต ซัลเฟตจะถูกเปลี่ยน
ไปเป็น H_2S ซึ่งเป็นพิษกับพืชโดยเฉพาะข้าว ทำให้รากเน่าและมีกลิ่นเหม็น ที่เรียกว่าเกิดโรค

ปุ๋ยชนิดนี้สังเคราะห์ได้โดยใช้ NH_3 ทำปฏิกิริยากับกรดคลอริกหรือกับเกลือแอม

ดังสมการ



- Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยในโตรเจนอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันแพร่หลายมาก เนื่องจากเป็นปุ๋ยที่มี N อยู่สูงถึงประมาณ 46 % ที่ผลิตออกมาขายอยู่ในรูปผลึกหรือเม็ดสีขาวใส ดูดความชื้นได้สูงและละลายน้ำได้ดี สามารถใส่ลงไปในดินได้โดยตรงหรือละลายกับน้ำแล้วรดให้กับพืชโดยเฉพาะพืชผัก ชาวสวนนิยมใช้ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยเร่ง การสังเคราะห์ยูเรียก็โดยใช้ NH_3 ทำปฏิกิริยากับ CO_2 ภายใต้แรงดันสูง ดังสมการ



ปุ๋ยยูเรียเมื่อใส่ลงไปในดินในระยะแรกจะมีปฏิกิริยาเป็นด่าง แต่จะมีผลตกค้างสุดท้ายเป็นกรด เนื่องจากเมื่อใส่ลงไปในดินจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้เป็น $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ แล้วจะแตกตัวในเป็นอนุมูล NH_4^+ ภายหลัง จึงทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น ปุ๋ยยูเรียนอกจากจะผลิตออกมาขายในลักษณะปุ๋ยเดี่ยวแล้ว ยังมีการนำไปใช้ในการทำปุ๋ยผสมและปุ๋ยในโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ (slow released fertilizers) ชนิดต่าง ๆ โดยการใช้สารบางชนิดมาหุ้มไว้ เช่น ซัลเฟอร์ เพื่อให้ N ค่อย ๆ ถูกปลดปล่อยออกมา ทำให้มีการสูญเสีย N น้อย แต่พืชใช้ได้มากขึ้น

- Ammonium phosphate เป็นปุ๋ยที่ให้ทั้งธาตุ N และ P แก่พืช สังเคราะห์ได้จากการใช้ NH_3 ทำปฏิกิริยากับกรดออร์โทสเฟต (H_3PO_4) ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิดคือ Monoammonium phosphate ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) ซึ่งมีเกรดเป็น 11-48-0 และ Diammonium phosphate ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) ซึ่งมีเกรดเป็น 16-48-0 ส่วนใหญ่แล้วปุ๋ยทั้งสองชนิดนี้จะใช้เป็นแหล่งของ P มากกว่าที่จะเป็นแหล่งของ N

3.2.2 ปุ๋ยในโตรเจนสังเคราะห์อื่น ๆ (other synthetic nitrogen fertilizers) ซึ่งเป็นปุ๋ยในโตรเจนที่ไม่ได้เป็นพวกแอมโมเนียหรืออนุพันธ์ของแอมโมเนีย ส่วนใหญ่จะเป็น N ในรูปของ NO_3 ซึ่งอาจจะสังเคราะห์ขึ้นโดยตรงหรือได้มาจากแหล่งตาม

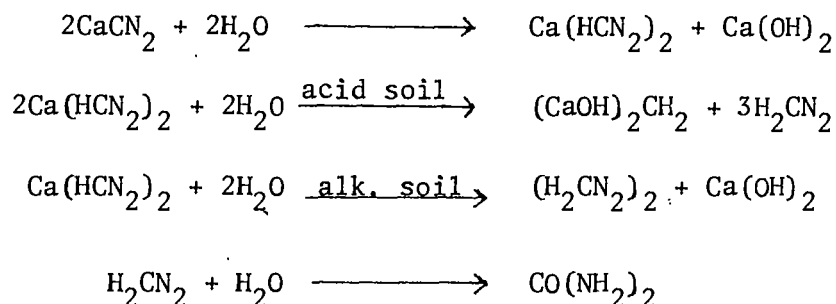
ธรรมชาติในรูปของเกลือต่าง ๆ แล้วนำมาทำให้บริสุทธิ์ขึ้น บ่อยในโตรเจนต่าง ๆ ในกลุ่มนี้ เช่น

- Sodium nitrate (NaNO_3) ในสมัยก่อนการใช้ปุ๋ยชนิดนี้แทบทั้งนั้น ได้มาจากแหล่งธรรมชาติ ซึ่งมีแหล่งใหญ่อยู่ที่แถบชายฝั่งทะเลของประเทศชิลี ในอเมริกาใต้ แต่ในปัจจุบันได้ใช้วิธีการสังเคราะห์ทางเคมีเพิ่มขึ้น ซึ่งจะประกอบไปด้วย N 16 % และ Na 26 % ที่ผลิตออกมาขายจะมีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว ดูดความชื้นได้ดีพอสมควร ที่สังเคราะห์ขึ้นมาส่วนใหญ่ จะใช้กรดไนตริกทำปฏิกิริยากับเกลือของโซเดียมในรูปต่าง ๆ

- Calcium nitrate [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$] เป็นปุ๋ยที่ไม่นิยมใช้กันมากนัก เนื่องจาก ดูดความชื้นได้สูงมาก ทำให้ยุ่งยากในการเก็บรักษา เป็นปุ๋ยที่มีผลตกค้างเป็นด่าง มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว ประกอบไปด้วย CaO 28 % และ N 17 %

- Potassium nitrate (KNO_3) ปุ๋ยชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้เป็นแหล่งของ K มากกว่าที่จะใช้เป็นแหล่งของ N ซึ่งได้มาจาก 2 แหล่งด้วยกันคือ จากแร่ nitre ในธรรมชาติ และจากการสังเคราะห์ทางเคมี โดยการใช้ NaNO_3 ทำปฏิกิริยากับ KCl แล้วทำให้ตกผลึก และกรองแยกออกมา เป็นผลึกสีขาว ดูดความชื้นได้พอสมควร ที่ผลิตออกมาขายจะมีเกรดเป็น 13-0-44 ส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นปุ๋ยเร่งและปุ๋ยแต่งพวงกยาสูบและฝ้าย

- Calcium cyanamide (CaCN_2) เป็นปุ๋ยที่ได้มาจากการสังเคราะห์โดยใช้ CaC_2 ทำปฏิกิริยากับ N_2 ซึ่งจะมี N ประมาณ 21 - 22 เปอร์เซ็นต์ มีผลตกค้างเป็นด่าง มีลักษณะเป็นผงสีดำ ไม่ค่อยนิยมใช้เป็นปุ๋ยโดยตรงแต่จะใช้ในการทำปุ๋ยผสม เนื่องจากเมื่อใส่ลงไปในดินแล้วถ้าสภาพไม่ดีอาจเป็นพิษต่อพืชได้ กล่าวคือ หลังจากใส่ลงไปในดินแล้วจะเกิดไฮโดรไลซิส จนกลายเป็นยูเรีย แต่ก่อนจะเกิดเป็นยูเรียจะเกิดกรดไซยาเนอิกขึ้นทั้งในสภาพที่ดินเป็นกรดหรือด่าง ซึ่งกรดนี้เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต แล้วจึงเกิดไฮโดรไลซิสต่อไปเป็นยูเรีย ดังสมการ



นอกจากนี้ในโตรเจนต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ยังมีไนโตรเจนในรูปอื่น ๆ อีกมากมายโดยเฉพาะพวกที่ปลดปล่อย N ออกมาอย่างช้า ๆ แต่ไนโตรเจนนี้จะไม่ค่อยเป็นที่นิยมมากนัก เพราะหาซื้อได้ยากและมีราคาแพง

4. ปุ๋ยฟอสฟอรัส (Phosphorus Fertilizers or Carriers)

ปริมาณของ P ในปุ๋ยจะบอกออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ P_2O_5 (phosphorus pentoxide) แต่ในปุ๋ยจะเรียก P_2O_5 ว่า phosphoric acid ซึ่งไม่ถูกต้อง แต่ก็ได้ใช้มาเป็นเวลานานแล้วทั้ง ที่พืชก็ไม่ได้ใช้ P ในรูปนี้ด้วย ซึ่งก็ยังคงเรียกและใช้กันอยู่ต่อไป ในปัจจุบันบางคนได้หันไปใช้ในรูปของ % P เพื่อตัดปัญหาและข้อผิดพลาดต่าง ๆ ($\% P = \% P_2O_5 \times 0.43$ หรือ $\% P_2O_5 = \% P \times 2.29$) ปริมาณ P_2O_5 ในปุ๋ยฟอสฟอรัสยังมีการแบ่งออกได้อีกหลายพวก คือ

Water-soluble P_2O_5	หมายถึงปริมาณของ P_2O_5 ทั้งหมดที่สามารถละลายน้ำได้ ได้ในปุ๋ย
Citrate-soluble P_2O_5	หมายถึงปริมาณของ P_2O_5 ที่สามารถละลายได้ในแอมโมเนียมซิเตรตที่ pH เป็นกลางและความเข้มข้น 1 N
Citrate-insoluble P_2O_5	หมายถึงปริมาณของ P_2O_5 ที่เหลือจากส่วนที่ละลายน้ำและละลายในแอมโมเนียมซิเตรต
Available P_2O_5	หมายถึงปริมาณของ P_2O_5 ที่สามารถเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ซึ่งก็ได้แก่ส่วนที่ละลายน้ำกับส่วนที่ละลายในแอมโมเนียมซิเตรต
Total P_2O_5	หมายถึงปริมาณของ P_2O_5 ที่มีอยู่ทั้งหมดในปุ๋ย

สำหรับปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วไปได้สรุปไว้ในตารางที่ 12.3 และจะเห็นว่าปุ๋ยฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะได้มาจากการสังเคราะห์โดยใช้หินฟอสเฟต (rock phosphate) เป็นวัตถุดิบ ดังแสดงในรูปที่ 12.2 สำหรับปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปก็มี

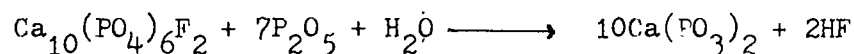
- Rock phosphate โดยการนำเอาหินฟอสเฟตซึ่งเป็นสินแร่ปาร์โคทในรูปต่าง ๆ มาบดให้ละเอียดแล้วนำไปใช้เป็นปุ๋ย มีลักษณะเป็นผงสีเทาอ่อน ละลายน้ำได้น้อย เป็นปุ๋ย

ฟอสฟอรัสที่มีราคาถูก ปริมาณของ P_2O_5 จะขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปนในหินหรือแหล่งกำเนิดนั้น ๆ โดยทั่วไปแล้วจะพบว่ามี P_2O_5 ทั้งหมดประมาณ 25-35 % ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำแต่จะละลายได้ในซีเตรตพอสฟอรัส จึงเหมาะที่จะใช้กับดินที่มีสภาพเป็นกรด

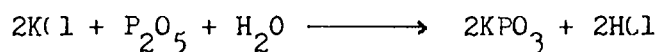
- Ordinary superphosphate (OSP) เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำเอาหินฟอสเฟตไปทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ทำให้ P_2O_5 อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น คือมี P_2O_5 ที่เป็นประโยชน์ได้ประมาณ 20-21 % (9% P) มีลักษณะเป็นผงหรือเป็นเม็ดสีเทาหรือเทาปนน้ำตาล มีปฏิกิริยาเป็นกรด มีกลิ่นฉุนเหมือนกรด

- Concentrated superphosphate (CSP) เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำเอา OSP ไปทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริก ปุ๋ยนี้จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ double superphosphate (DSP) ซึ่งมี available P_2O_5 ประมาณ 32 % และ triple superphosphate (TSP) โดยการใช้ DSP ไปทำปฏิกิริยาใหม่กับ H_3PO_4 อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะมี available P_2O_5 ประมาณ 46 % ปุ๋ยพวก CSP ที่ผลิตออกมาขายโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นผงหรือเป็นเม็ดสีเทาหรือเทาปนน้ำตาลมีกลิ่นฉุนเหมือนกรด

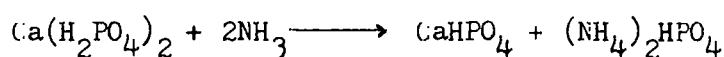
- Calcium meta-phosphate เป็นปุ๋ยที่ผลิตออกมาขายโดยมีชื่อทางการค้าว่า Metaphos จะมี available P_2O_5 ประมาณ 63 % ซึ่งเป็นพวกที่ละลายในซีเตรตเกือบทั้งหมด สังเคราะห์ขึ้นมาได้โดยการใช้หินฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับ P_2O_5 ดังสมการ



- Potassium meta-phosphate เป็นปุ๋ยที่ให้ทั้งธาตุ P และ K คือจะมี P_2O_5 ในรูปที่ละลายในซีเตรตประมาณ 55 % และ K_2O ประมาณ 36 % ผลิตขึ้นมาจากการใช้ KCl ทำปฏิกิริยากับ P_2O_5 ดังสมการ

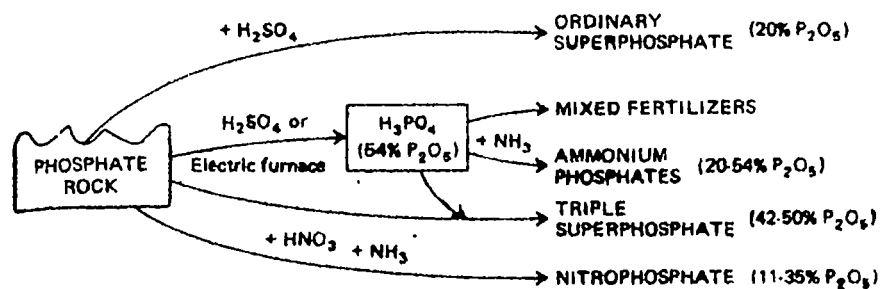


- Ammoniated superphosphate เป็นปุ๋ยที่ผลิตขึ้นมาเพื่อให้ปุ๋ยเปอร์ฟอสเฟตมีลักษณะทางฟิสิกส์ดีขึ้น คือไม่จับตัวกันเป็นก้อนแข็ง ที่ผลิตออกมาขายมีชื่อทางการค้าโดยทั่วไปว่า Ammophos ซึ่งมีเกรดเป็น 16-20-0 สังเคราะห์โดยใช้ปุ๋ยเปอร์ฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับ NH_3 ดังสมการ



ตารางที่ 12.3 ปุ๋ยฟอสฟอรัสชนิดต่าง ๆ พร้อมปริมาณ P_2O_5

Fertilizer	Chemical Form	Approximate Percentage of Available P_2O_5	Phosphorus (%)
Superphosphates	$Ca(H_2PO_4)_2$ and $CaHPO_4$	16-50	7-22
Ammoniated superphosphate	$\begin{cases} NH_4H_2PO_4 \\ CaHPO_4 \\ Ca_3(PO_4)_2 \\ (NH_4)_2SO_4 \end{cases}$	16-18 (3-4% N)	7-8
Ammonium phosphate	$NH_4H_2PO_4$ mostly	48 (11% N)	21
Ammonium polyphosphates	$(NH_4)_4P_2O_7$ and others	58-60 (12-15% N)	
Diammonium phosphate	$(NH_4)_2H_2P_2O_7$	46-53 (21% N)	20-23
Basic slag	$(CaO)_3 \cdot P_2O_5 \cdot SiO_2$	15-25	7-11
Steamed bone meal	$(Ca_3PO_4)_2$	23-30	10-13
Rock phosphate	Fluor and chlor apatites	25-30	11-13
Calcium metaphosphate	$Ca(PO_3)_2$	62-63	27-28
Phosphoric acid	H_3PO_4	54	24
Superphosphoric acid	H_3PO_4 and $H_4P_2O_7$	76	33



รูปที่ 12.2 แสดงการสังเคราะห์ปุ๋ยฟอสฟอรัสชนิดต่าง ๆ จากหินฟอสเฟต

- Ammonium phosphate เป็นปุ๋ยที่สังเคราะห์ขึ้นมาโดยใช้ NH_3 ทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริกหรือกรดผสมระหว่างกรดซัลฟูริกกับกรดฟอสฟอริก ที่ผลิตออกมาจะมีอยู่ 2 ชนิดคือ monoammonium phosphate (11-48-0) และ diammonium phosphate (16-48-0)

- Phosphoric acid ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ย CSP ชนิดต่าง ๆ แต่ก็สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ โดยใส่ลงไปในดินได้โดยตรง และใช้ได้กับดินที่เป็นด่าง มี available P_2O_5 ประมาณ 55 % และอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า superphosphoric acid คือการทำให้ phosphoric acid ธรรมชาติเข้มข้นขึ้น ซึ่งจะมี P_2O_5 สูงมากคือประมาณ 76 %

- Basic slag เป็นสารที่ได้มาจากผลพลอยได้จากโรงงานถลุงเหล็ก ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาของ flux ที่ใช้ในการถลุงแร่เหล็กกับสิ่งเจือปนต่าง ๆ ที่ใช้เป็นปุ๋ยโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลแก่หรือดำ มีน้ำหนักมาก มีสมบัติเป็นด่าง มี P_2O_5 ประมาณ 17-20% ซึ่งเป็นพวกที่ละลายในซีเครต จึงใช้ได้กับดินที่เป็นกรด

- กระดูกป่น (Bone meal) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ได้จากโรงงานฆ่าสัตว์ โดยการนำเอากระดูกไปอบด้วยไอน้ำเพื่อเอาไขมันออกไป แล้วนำไปบดให้ละเอียด ปริมาณของ P_2O_5 จะผันแปรตามชนิดและอายุของสัตว์ โดยทั่วไปจะมี P_2O_5 ประมาณ 20-28 % ครึ่งหนึ่งเป็นพวกที่ละลายในซีเครต และมี N ประมาณ 2-4 %

นอกจากนี้ยังมีปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ได้จากสารในธรรมชาติต่าง ๆ อีก เช่น พวกขี้ค้างคาว เศษพืช กากเมล็ดพืช กากน้ำปลา เป็นต้น

5. ปุ๋ยโปตัสเซียม (Potassium Fertilizers or Carriers)

ปุ๋ยโปตัสเซียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ได้มาจากสินแร่ต่าง ๆ ของโปตัสเซียม โดยการนำเอาสินแร่เหล่านั้นไปทำให้บริสุทธิ์ขึ้น การบอกปริมาณ K ในปุ๋ยก็จะคล้ายคลึงกับการบอกปริมาณของ P ในปุ๋ยฟอสฟอรัส กล่าวคือ จะบอกออกมาในรูป K_2O ซึ่งได้ใช้มาเป็นเวลานานแล้ว ทั้ง ๆ ที่พืชก็ไม่ได้ใช้ K ในรูปนี้ แต่พืชจะใช้ในรูปของอนุมูลบวก (K^+) ทำให้บางครั้งมีการใช้ในรูปของ % K (% K $\approx$ % $\text{K}_2\text{O} \times 0.83$ หรือ % $\text{K}_2\text{O} = \% \text{K} \times 1.2$)

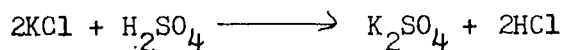
ปุ๋ยโปตัสเซียมที่สำคัญ ๆ ได้แก่

- Muriated of potash or Potassium chloride (KCl) เป็นปุ๋ยที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายชนิดหนึ่ง ที่ผลิตออกมาขายจะมี K_2O ที่ละลายน้ำ 60 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะเป็นผงหรือเป็นเม็ดสีเทาอ่อนหรือมีสีน้ำตาลผสม ขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ที่นำมาผลิต ส่วนใหญ่จะได้มาจากการทำให้แร่ sylvite บริสุทธิ์ขึ้นแล้วนำมาบดเป็นปุ๋ย เป็นปุ๋ยที่สามารถให้ Cl ได้สูง จึงไม่เหมาะกับพืชที่ต้องการ Cl ต่ำ เช่น ยาสูบ มันฝรั่ง ถั่วบางชนิดหรือส้ม แต่ก็ยังมีพืชอีกหลายชนิดที่สามารถใช้ปุ๋ยชนิดนี้ได้ดี เช่น มะเขือเทศ ผักกาดหัว เป็นต้น

- Sulfate of potash or Potassium sulfate (K_2SO_4) เป็นปุ๋ยโปตัสเซียมอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก มี K_2O ที่ละลายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะเป็นผงสีเทาอมเหลืองหรือน้ำตาลอมเหลือง ส่วนใหญ่ได้มาจากการนำเอาสินแร่ langbeinite ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) มาทำให้บริสุทธิ์โดยการนำไปละลายน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ให้เข้มข้นที่สุด แล้วเติม KCl ลงไป K_2SO_4 จะตกตะกอน แล้วแยกเอา $MgCl_2$ ออกไป ดังสมการ



หรืออาจจะใช้วิธีสังเคราะห์จากการใช้ ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริก ดังสมการ



- Sulfate of potash-magnesia ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$) เป็นปุ๋ยที่ผลิตมาจากแร่ langbeinite เป็นส่วนใหญ่โดยการนำเอาแร่นี้มาทำให้บริสุทธิ์ขึ้น หรือจากการใช้แร่ kieserite ($MgSO_4 \cdot 3H_2O$) มาละลายกับน้ำร้อนแล้วเติม KCl ลงไป เป็นปุ๋ยที่มี K_2O ที่ละลายน้ำ 22 เปอร์เซ็นต์ และ MgO 18 เปอร์เซ็นต์ เป็นปุ๋ยที่ไม่ค่อยนิยมใช้กันมาก

นอกจากนี้ก็ยังมีการผลิตปุ๋ยโปตัสเซียมชนิดอื่น ๆ อีกดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องของปุ๋ยไนโตรเจน และปุ๋ยฟอสฟอรัส เช่น KNO_3 (13-0-44) และ KPO_3 (0-55-36) หรือปุ๋ยที่ผลิตออกมาเพื่อใช้ในงานทดสอบหรืองานทดลองต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยที่อยู่ในรูปเกลือคาร์บอเนต (56 % K_2O) หรือเกลือโบคาร์บอเนต (36 % K_2O) ของโปตัสเซียม เป็นต้น

6. ปุ๋ยธาตุรองและจุลธาตุ (Secondary and Micronutrient Fertilizers)

ธาตุรองโดยทั่วไปแล้วพืชจะไม่ค่อยขาดและในปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ก็จะมีธาตุรอง เหล่านี้ผสมอยู่ด้วยเสมอ ในปุ๋ยบางชนิดอาจมีธาตุผสมอยู่ในปริมาณสูง ดังนั้นจึงไม่นิยมผลิตปุ๋ยธาตุ รองต่าง ๆ ออกมาใช้ เนื่องจากมีแหล่งอยู่ในปุ๋ยชนิดต่าง ๆ แล้ว เช่น

6.1 Calcium ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่มี % Ca ผสมอยู่ได้แก่ Calcium nitrate 19.4 % , Calcium cyanamide 38.5 % , rock phosphate 33.1 % , OSP 19.6 % , CSP 14.3 % , gypsum 22.3 % เป็นต้น

6.2 Magnesium ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่มี % Mg ผสมอยู่ได้แก่ basic slag 3.4 % Keiserite 18.3 % , sulfate of potash-magnesia 11.1 %

6.3 Sulfer ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่ใช้กันในปัจจุบันจะมี S ประกอบอยู่มากบ้าง น้อยบ้างตามชนิดของปุ๋ย ซึ่งก็มีอยู่มากมายหลายชนิด เช่น ammonium sulfate 24 % , potassium sulfate 17.6 % , sulfate of potash-magnesia 18.3 % , ammophos 15 % , OSP 14 % เป็นต้น

6.4 จุลธาตุ (Micronutrients) พืชจุลธาตุบางตัวจะมีผสมอยู่ในปุ๋ยบาง ชนิดแต่เนื่องจากพืชต้องการในปริมาณน้อย ในดินโดยทั่วไปมักมีอยู่อย่างพอเพียง แต่อย่างไรก็ตาม ในดินที่ใช้ในการปลูกพืชติดต่อกันเป็นเวลานานหรือดินต่าง ก็จะมีพบว่าพืชแสดงอาการขาดได้เช่น เดียวกัน ส่วนใหญ่แล้วการใช้จุลธาตุแก่พืชจะนิยมละลายน้ำและฉีดพ่นให้แก่พืชทางใบ เนื่องจาก พืชใช้น้อยจึงต้องระมัดระวังในเรื่องความเข้มข้นในการละลายน้ำแล้วฉีดให้แก่พืช เพราะบางครั้ง ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงทำให้เกิดพิษกับพืชได้ ซึ่งพบอยู่เสมอเช่นกันที่หลังจากฉีดพ่นให้แก่พืชแล้วใช้พืช จะมีอาการไหม้ขึ้น ถ้าความเข้มข้นมาก ๆ อาจทำให้พืชตายได้ แหล่งของจุลธาตุนั้นมักนิยมใช้สาร เคมีในรูปเกลือของธาตุต่าง ๆ ของธาตุเหล่านั้น หรือในรูปสารประกอบเชิงซ้อนของธาตุกับสาร อินทรีย์หรือที่เรียกว่าสาร chelate ซึ่งคำว่า chelate แปลว่ากรงเล็บหรืออุ้งเท้าของ เหยี่ยว ซึ่งหมายความว่าธาตุเหล่านั้นจะถูกจับแน่นอยู่กับสารอินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตามสาร chelate สามารถสลายตัวและปลดปล่อยธาตุเหล่านั้นออกมาให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่าง ชั่ว ๆ ทำให้มีการสูญเสียไปจากดินน้อยลงขณะเดียวกันพืชก็สามารถใช้ได้มากขึ้น เกลือของจุลธาตุ หรือสารที่นิยมนำมาใช้เป็นแหล่งของจุลธาตุสำหรับละลายน้ำแล้วฉีดพ่นให้แก่พืชได้แสดงไว้ใน

ในตารางที่ 12.4

ตารางที่ 12.4 สารประกอบของจุลธาตุที่นิยมใช้เป็นปุ๋ยพวกจุลธาตุต่าง ๆ

สารประกอบ	สูตรทางเคมี	ปริมาณธาตุอาหาร
Ferrous sulfate	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	19 % Fe
Ferric sulfate	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	23 % Fe
Iron chelate	NaFeEDTA	10 % Fe
Manganese sulfate	$\text{MnSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	23 % Mn
Manganese chloride	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	27 % Mn
Manganese chelate	MnEDTA	12 % Mn
Zinc sulfate	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	23 % Zn
Zinc chelate	Na_2ZnEDTA	14 % Zn
Copper sulfate	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25 % Cu
Copper chloride	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	37 % Cu
Borax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	11 % B
Boric acid	H_3BO_3	17 % B
Sodium molybdate	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	39 % Mo

7. ปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติ (Natural Organic Fertilizers)

ปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติเป็นปุ๋ยที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในธรรมชาติ ซึ่งก็มีอยู่มากมายหลายชนิด ปุ๋ยพวกนี้จะมีธาตุอาหารอยู่ในปริมาณต่ำมาก แต่มีธาตุอาหารต่าง ๆ อยู่หลายชนิดแทบจะครบทุกชนิดที่พืชต้องการ นอกจากนี้ปุ๋ยพวกนี้ยังสามารถช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดินให้ดีขึ้นอีกด้วย ในที่นี้จะขอล่าวเฉพาะบางชนิดที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ

7.1 ปุ๋ยคอก (Farm manure) เป็นปุ๋ยที่ได้มาจากสิ่งขับถ่ายของสัตว์เลี้ยง ทั้งส่วนของอุจจาระและปัสสาวะตลอดจนวัสดุรองคอกต่าง ๆ รวมกัน จึงทำให้มีปริมาณของธาตุ

อาหารพืชแตกต่างกันออกไปตามชนิด อายุของสัตว์ และวัสดุที่ใช้ในการรองคอก ตลอดจนอาหาร
ที่ใช้เลี้ยงสัตว์นั้น ๆ ปริมาณธาตุอาหารหลัก จากการวิเคราะห์จุลจากรและปัสสาวะของสัตว์
ต่าง ๆ ที่ยังสดอยู่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12-5

ตารางที่ 12.5 ปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอกจากสัตว์ชนิดต่าง ๆ โดยประมาณ

สัตว์	%ความชื้น	ปริมาณธาตุอาหาร (lbs/ton)*		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
วัว	78	9 - 10	3 - 7	7 - 10
ม้า	63	10 - 15	4 - 10	11 - 18
หมู	74	10 - 17	8 - 17	7 - 15
แกะ	63	13 - 34	8 - 12	11 - 28
ไก่	58	9 - 25	14 - 20	5 - 12

* lbs/ton x 0.5 = kg/ton (โดยประมาณ)

ในการนำเอาปุ๋ยคอกไปใช้นั้นจำเป็นต้องทำให้ปุ๋ยคอกมีการสลายตัวสักระยะหนึ่ง
ก่อน ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ได้ทันที ทั้งนี้เนื่องจากธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช
ได้จะต้องผ่านการย่อยสลายของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เสียก่อน และในระหว่างที่มีการสลายตัว
จะมีความร้อนเกิดขึ้นสูงมาก ทั้งยังมีสารต่าง ๆ เกิดขึ้นอีกมากมาย ซึ่งบางชนิดก็เป็นพิษสำหรับ
พืช เมื่อให้ปุ๋ยคอกมีการสลายตัว ธาตุอาหารในปุ๋ยคอกบางส่วนจะสูญเสียออกไปโดยเฉพาะ N
จึงทำให้ปริมาณของธาตุอาหารต่าง ๆ ต่ำลงไปอีกจากที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12.5

7.2 ปุ๋ยหมัก (Compost) ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยที่ได้มาจากการหมักเศษวัสดุต่าง ๆ
ให้มีการสลายตัวอย่างสมบูรณ์แล้วจึงนำไปใช้เป็นปุ๋ย เศษวัสดุที่จะใช้ในการทำปุ๋ยหมักนั้นจะใช้
เศษวัสดุอะไรก็ได้ที่เหลือใช้หรือไม่ต้องการแล้ว เช่น เศษเหลือของพืชหลังจากการเก็บเกี่ยว
ฟางหรือวัสดุอื่นที่ไม่ใช่ วัชพืช เศษขยะมูลฝอย เป็นต้น ดังนั้นปริมาณของธาตุอาหารพืชในปุ๋ย
หมักจึงขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้และวิธีการทำปุ๋ยหมัก วิธีการทำปุ๋ยหมักโดยทั่วไปสามารถกระทำได้ง่าย
เช่น โดยการเอาเศษวัสดุเหล่านี้มากองทิ้งไว้ให้มีการสลายตัวแล้วจึงนำไปใช้ แต่วิธีนี้จะใช้เวลา

นานและได้ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยต่ำ ถ้าต้องการปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีและใช้เวลาในการหมักที่ไม่นานนัก ก็สามารถกระทำได้ แต่อาจจะต้องลงทุนบ้างนิดหน่อย คือ

ในขั้นแรกจะต้องเลือกสถานที่ จะต้องเป็นสถานที่ที่ไม่อยู่ใกล้ที่อยู่อาศัยหรือแหล่งของน้ำใช้กินไป เป็นสถานที่ที่สามารถนำเอาวัสดุไปหมักได้ง่ายและเคลื่อนย้ายปุ๋ยหมักไปใช้ในฟาร์มได้สะดวก และต้องเป็นที่ที่น้ำท่วมไม่ถึง

การเตรียมสถานที่ เมื่อได้สถานที่ตามต้องการแล้วก็เตรียมสถานที่สำหรับกองเศษวัสดุ โดยการปรับทำให้เรียบและอัดให้แน่น หรืออาจจะใช้วิธีขุดเป็นหลุม หรือจะก่อเป็นบ่อซีเมนต์ก็ยิ่งดี ขึ้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและป้องกันการสูญเสียธาตุอาหารไปจากกองปุ๋ยหมัก หรืออาจจะให้มีหลังคาสำหรับป้องกันน้ำฝนชะกองปุ๋ยหมักด้วยก็ได้ ขนาดของหลุมหรือบ่อขึ้นอยู่กับกองปุ๋ยหมักที่จะทำ จะต้องไม่เล็กเกินไปจนทำงานไม่สะดวกหรือใหญ่เกินไปทำให้ต้องใช้วัสดุมากขึ้นและการจัดการในขั้นต่อไปก็ทำได้ลำบาก อาจจะทำได้หลาย ๆ หลุมหรือหลายบ่อเพื่อใช้ใส่ปุ๋ยหมักเมื่อมีการเคลื่อนย้ายหรือกลับกองปุ๋ยหมักในภายหลัง

การหมัก โดยการนำเอาวัสดุที่ได้เตรียมไว้ลงกองเป็นชั้น ๆ อย่างสม่ำเสมอ อัดให้แน่นและรดน้ำให้ชุ่ม แต่ละชั้นให้มีความหนาประมาณ 6 - 12 นิ้ว ระหว่างชั้นให้โยกกองโรยทับให้หนาประมาณ 1 - 2 นิ้ว หรือใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์พวก $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2.5 กก, TSP 2 กก, และ K_2SO_4 1 กก. ในขนาดของกองปุ๋ยหมัก 1 x 2 ม² และอาจใช้พวกปุ๋ยขาวผสมลงไปด้วยนิดหน่อย จะทำให้มีการสลายตัวได้เร็วขึ้น และรดน้ำให้เปียกชุ่มจริง ๆ ทำเป็นชั้น ๆ ไปเรื่อยจนได้ประมาณ 4 - 6 ชั้น ชั้นบนสุดอาจใช้เศษดินมาคลุมผิวหน้าและเกลี่ยให้ทั่ว ถ้าเป็นกองปุ๋ยขนาดโตอาจจะใช้ไม้ไผ่ที่ทะลวงปล้องออกและเจาะรูด้านข้างโดยรอบ เสียบเข้าไปในกองปุ๋ยด้วยหลาย ๆ อัน ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน เพื่อช่วยในการระบายอากาศจากกองปุ๋ยและลดปริมาณความร้อนในกองปุ๋ยลง จะทำให้ปุ๋ยหมักมีการสลายตัวได้เร็วขึ้น

การดูแล และการจัดการ หลังจากกองปุ๋ยหมักเรียบร้อยแล้ว ต้องหมั่นคอยรดน้ำให้แก่กองปุ๋ยให้ชุ่มอยู่เสมอ หลังจากการกองปุ๋ยแล้ว 3 - 4 สัปดาห์ก็ทำการกลับกองปุ๋ยหมัก โดยการพลิกกลับด้านล่างขึ้นบน ถ้ามีการเตรียมบ่อหมักไว้หลายบ่อ ก็สามารถเคลื่อนกลับไปใส่ในบ่อถัดไปจะทำให้สะดวกขึ้น ส่วนบ่อเดิมก็ทำการหมักในชุดต่อไปอีก ทำการกลับกองปุ๋ย ทุก ๆ 3 - 4 สัปดาห์

ภายในเวลา 2 - 3 เดือน ก็จะได้ปุ๋ยหมักที่สลายตัวเต็มที่พร้อมที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้

7.3 ปุ๋ยพืชสด (Green manure) ปุ๋ยพืชสดเป็นปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบพืชสดลงไปในดิน เพื่อต้องการเพิ่มอินทรีย์สารลงไปในดิน เมื่อพืชเหล่านี้มีการสลายตัวก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ออกมาสู่ดินได้ พืชที่นิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสดได้แก่พืชตระกูลถั่ว เนื่องจากในพืชพวกนี้มีธาตุ ประกอบอยู่ค่อนข้างสูง เมื่อไถกลบลงไปในดินแล้วจะไม่ทำให้เกิดกระบวนการ Immobilization ขึ้น-แต่อย่างไรก็ตามพืชอื่น ๆ ก็สามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสดได้เช่นกัน การไถกลบจะกระทำในช่วงที่พืชมีการเจริญเต็มที่ เช่น ช่วงที่เริ่มออกดอก เพื่อที่จะได้ปริมาณมากและพืชไม่แก่เกินไป ทำให้มีการสลายตัวได้เร็วขึ้น

8. ปุ๋ยผสม (Mixed Fertilizers)

ปุ๋ยผสม หมายถึงปุ๋ยที่ได้จากการนำเอาวัสดุปุ๋ยหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าแม่ปุ๋ยมาผสมกัน ซึ่งอาจจะเป็นปุ๋ยที่สมบูรณ์หรือไม่สมบูรณ์ก็ได้ ในการทำปุ๋ยผสมนั้นอาจจะใช้ทั้งกระบวนการทางเคมีหรือทางฟิสิกส์ (bulk blending) ในการทำแม่ปุ๋ยผสมก็เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กัน เช่น เพื่อปรับปรุงสภาพทางฟิสิกส์ของปุ๋ยเดิมให้ดีขึ้น เพื่อเพิ่มชนิดและปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยให้มากขึ้นเพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีเกรดต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการใช้ เป็นต้น

หลักเกณฑ์อันแรกที่ต้องพิจารณาในการทำปุ๋ยผสมแบบง่าย ๆ เพื่อใช้เองในฟาร์ม คือ เกรดหรือปริมาณธาตุอาหารที่ต้องการ ซึ่งการกำหนดเกรดของปุ๋ยผสมก็ต้องขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สำคัญ 2 อย่างคือ ชนิดของพืชและชนิดของดินที่จะใส่ปุ๋ย ในการที่จะทราบตัวแปรเหล่านี้ก็ต้องอาศัยผลจากการทดลองต่าง ๆ ตลอดจนการวิเคราะห์ดินและพืช จึงจะสามารถกำหนดเกรดของปุ๋ยผสมที่เหมาะสมขึ้นมาได้ เพื่อสามารถกำหนดเกรดของปุ๋ยผสมได้แล้ว อันดับต่อไปที่ต้องพิจารณาคือ วัสดุปุ๋ยหรือแม่ปุ๋ยที่จะนำมาผสม ในการพิจารณาถึงแม่ปุ๋ยนี้จะต้องคำนึงถึงหลาย ๆ ด้านด้วยกัน เช่น จะต้องหาซื้อได้ง่าย มีราคาค่อนข้างต่ำธาตุอาหารถูก มีความเหมาะสมกับพืชและดินที่ต้องการใช้ และที่สำคัญคือจะต้องเข้ากันได้กับแม่ปุ๋ยชนิดอื่นได้ดี ความเข้ากันได้ (compatibility) ในที่นี้หมายถึง เมื่อนำแม่ปุ๋ยเหล่านั้นมาผสมกันแล้วจะไม่เกิดปฏิกิริยาใด ๆ ขึ้นมา ที่จะทำให้สมบัติทางฟิสิกส์เลวลง เช่น มีการจับตัวกันเป็นก้อนแข็งหรือดูดความชื้นได้เพิ่มขึ้น และต้องไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีใด ๆ ที่จะทำให้ธาตุอาหารที่มีอยู่เดิมสูญเสียไป หรือเปลี่ยนรูปไปอยู่ในรูปที่พืชใช้

ตารางที่ 12.6 ความเข้ากันได้ของปุ๋ยบางชนิด

	Ammonium chloride	Ammonium nitrate	Ammonium sulfate	Bone meal	Calcium cyanamide	Calcium nitrate	Compost and Manure	Dicalcium phosphate	Limestone	Muriated of potash	Potassium nitrate	Potassium sulfate	Rock phosphate	Sodium nitrate	Superphosphate	Urea
Ammonium chloride	c	c	c	i	i	i	i	i	i	c	c	c	c	c	c	m
Ammonium nitrate	c	c	c	i	i	i	i	i	c	c	c	c	c	c	c	m
Ammonium sulfate	c	c	c	i	i	i	i	i	c	c	c	c	c	c	c	m
Bone meal	i	i	i	c	c	m	m	i	i	c	c	c	i	c	i	c
Calcium cyanamide	i	i	i	c	c	m	i	m	c	m	m	m	i	m	i	m
Calcium nitrate	i	i	i	m	m	c	i	m	m	i	m	m	i	m	i	i
Compost and Manure	i	i	i	m	i	i	c	m	i	m	i	c	m	i	i	c
Dicalcium phosphate	i	i	i	i	m	m	m	c	m	m	c	m	i	c	i	c
Limestone	i	c	c	i	c	m	i	m	c	m	c	m	i	c	i	m
Muriated of potash	c	c	c	c	m	i	m	m	m	c	c	c	c	c	c	i
Potassium nitrate	c	c	c	c	m	m	i	c	c	c	c	c	c	c	m	i
Potassium sulfate	c	c	c	c	m	m	c	m	m	c	c	c	c	c	c	c
Rock phosphate	c	c	c	i	i	i	m	i	i	c	c	c	c	m	c	m
Sodium nitrate	c	c	c	c	m	m	i	c	c	c	c	c	m	c	m	i
Superphosphate	c	c	c	i	i	i	i	i	i	c	m	c	c	m	c	i
Urea	m	m	m	c	m	i	c	c	m	i	i	c	m	i	i	c

c = เข้ากันได้ (compatible)

i = เข้ากันไม่ได้ (incompatible)

m = เข้ากันได้แต่ต้องใช้ทันทีหลังจากผสมกันแล้ว

ประโยชน์ได้น้อยลงความเข้ากันได้ของปุ๋ยบางชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 12.6

วิธีการผสมปุ๋ย ในการผสมปุ๋ยขึ้นเพื่อใช้เองในฟาร์มแบบธรรมดาไม่น่าจะมีอะไรยุ่งยากโดยการชั่งแม่ปุ๋ยที่จะใช้มาตามจำนวนที่คำนวณได้ ถ้าแม่ปุ๋ยแต่ละชนิดมีขนาดของเม็ดปุ๋ยต่างกันมาก อาจจะต้องบดใหม่ให้มีขนาดเท่า ๆ กันเสียก่อน แล้วนำไปกองบนพื้นดินที่แห้ง แข็ง และเรียบหรือบนพื้นซีเมนต์ที่เรียบและสะอาด โดยกองในลักษณะฟächer กองแม่ปุ๋ยชนิดที่ใช้มากที่สุดลงไปก่อนแล้วจึงเทแม่ปุ๋ยที่ใช้น้อยตามลงไปภายหลัง ใช้พลั่วตักจากข้างล่างขึ้นมาคลุกเคล้ากับส่วนบนให้เข้ากันให้ดี (เหมือนกับการผสมปูนในงานก่อสร้าง) ถ้ามีแม่ปุ๋ยหลายชนิดอาจจะเทลงกองพร้อมกันทั้งหมดหรือผสมทีละอย่างก็ได้ โดยเทชนิดที่ใช้มากลงไปก่อนแล้วจึงเทชนิดที่สองตามลงไป คลุกให้เข้ากันให้ดีแล้วจึงเทชนิดที่สามลงไป แล้วคลุกใหม่ ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนหมดแม่ปุ๋ย เมื่อผสมคลุกเคล้ากันดีแล้ว ถ้าเป็นแม่ปุ๋ยที่เข้ากันได้ดีก็สามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน ๆ ได้ แต่มีแม่ปุ๋ยบางชนิดเมื่อผสมกันแล้วต้องใช้ทันที ในกรณีนี้ก็ไม่สามารถเก็บปุ๋ยผสมนั้นไว้ได้ เพราะถ้าเก็บไว้นานอาจจะเกิดปฏิกิริยาขึ้นมา ทำให้ปุ๋ยนั้นเปลี่ยนรูปไปหรือธาตุอาหารสูญเสียไปได้

9. วิธีการใส่ปุ๋ย (Methods of Fertilizer Application)

การใส่ปุ๋ยให้แก่พืชที่มีอยู่มากมายหลายวิธีที่สามารถจะกระทำได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ลักษณะการปลูกพืช สมบัติของดิน ตลอดจนระยะเวลาในการใส่ปุ๋ย ในที่นี้จะขอกล่าวถึงวิธีการใส่ปุ๋ยตามประเภทของปุ๋ยที่มีการใช้กันอยู่ 2 ประเภทคือ

9.1 การใส่ปุ๋ยที่เป็นของแข็ง (Application of solid fertilizers)

ปุ๋ยที่เป็นของแข็งได้แก่ปุ๋ยที่อยู่ในรูปที่เป็นผงหรือเป็นเม็ด ในการปลูกพืชโดยทั่วไปจะนิยมแบ่งการใส่ปุ๋ยประเภทนี้ออกเป็น 2 ช่วงคือ

9.1.1 ใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น (basal application) เป็นการใส่ปุ๋ยลงไปในดินก่อนที่จะมีการปลูกพืช ปริมาณปุ๋ยที่ใช้จะเป็น $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$ ของปริมาณปุ๋ยทั้งหมดที่จะใส่ให้แก่พืชต่อหนึ่งฤดูปลูก (กรณีพืชล้มลุก) การใส่เป็นปุ๋ยรองพื้นนี้นิยมกระทำกัน 2 วิธีคือ

- ใส่แบบหว่านให้ทั่วแล้วไถกลบ (broadcasting) คือการหว่านปุ๋ยที่ต้องการใส่ให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลงปลูก ก่อนจะมีการไถพรวนครั้งสุดท้ายหรือก่อนขึ้นร่องปลูกพืช วิธีนี้มัก

กับพืชยืนต้นทั้งหลาย โดยการหุดเป็นหลุมเล็ก ๆ หรือเปิดดินให้เป็นร่องรอบ ๆ ต้นพืชตามแนวพุ่มของใบโรยปุ๋ยลงไปอย่างสม่ำเสมอแล้วจึงใช้ดินกลบอีกครั้งหนึ่ง ที่ใช้วิธีนี้เนื่องจากพบว่ารากพืชที่จะทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารจะเป็นรากฝอยขนาดเล็ก (รากขนอ่อน) ซึ่งมีอยู่มากตามแนวพุ่มของใบรอบ ๆ ต้น

อย่างไรก็ตามนอกจากจะมีการใส่ปุ๋ยที่เป็นของแข็งลงไป ในดินโดยตรงแล้ว ยังมีการนำเอาไปละลายน้ำก่อนเพื่อให้เป็นลักษณะของปุ๋ยน้ำ แล้วจึงรดลงไป ในดินโดยตรงหรือฉีดพ่นให้แก่พืชทางใบเหมือนกับพริกปุ๋ยน้ำ โดยเฉพาะในกรณีของปุ๋ยพวกจุลธาตุ เนื่องจากต้องใช้ในปริมาณน้อย ถ้ามีการใส่ลงไปในดินโดยตรงกระทำได้น้อยมากและเป็นการไม่ทั่วถึงทั้งแปลงปลูก

9.2 การใส่ปุ๋ยที่เป็นของเหลวหรือปุ๋ยน้ำ (Application of liquid fertilizers)

การใส่ปุ๋ยที่เป็นของเหลวหรือที่เรียกว่าปุ๋ยน้ำ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยน้ำที่ผลิตจากโรงงานโดยตรงหรือโดยการนำเอาปุ๋ยที่เป็นของแข็งไปละลายน้ำก็ตาม สามารถใส่ลงไปในดินหรือให้แก่พืชได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น

9.2.1 Starter solution คือการนำเอาเกลือของพืชไปแช่หรือจุ่มลงในปุ๋ยก่อนที่จะย้ายปลูกในแปลงปลูก

9.2.2 Direct application to soil คือการรดหรือรดปุ๋ยลงไปในดินหรือรดให้กับต้นพืช หรือใช้เครื่องมือฉีดหรืออัดปุ๋ยลงไปในดิน

9.2.3 Application in irrigation water คือการหยดหรือใส่ปุ๋ยลงไปในน้ำชลประทานที่ปล่อยเข้าแปลงปลูกพืช โดยการหยดหรือปล่อยปุ๋ยลงตรงบริเวณทางน้ำที่ไหลเข้าแปลง

9.2.4 Foliar application คือการฉีดหรือพ่นให้เป็นฝอยให้แก่ใบพืช โดยพืชจะสามารถดูดกลืนธาตุอาหารจากปุ๋ยเข้าสู่ใบได้ทางปากใบ และซึมผ่านผนังเซลล์เข้าไปได้

9.2.5 Injection คือการฉีดปุ๋ยเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืช อาจฉีดเข้าไปในลำต้น ราก หรือใบก็ได้ ซึ่งคล้ายกับการฉีดยาให้แก่มนุษย์หรือสัตว์

ดังนั้นจะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยให้แก่พืชนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธี จะเลือกใช้วิธีไหนก็

ขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ย ชนิดของพืช ลักษณะการปลูกพืช และอื่น ๆ นอกจากนี้แล้วยังต้องคำนึงถึงทางด้านเศรษฐศาสตร์อีกด้วย คือเสียค่าใช้จ่ายน้อย มีประสิทธิภาพสูง ได้ค่าตอบแทนสูงสุด เพราะจะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยให้แก่พืชเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุดจะไม่ใช้ระดับที่ได้กำไรสูงสุด การใส่ปุ๋ยในปริมาณเท่าใดจึงจะได้กำไรสูงสุดนั้น จะขึ้นอยู่กับราคาของผลผลิตของพืชนั้น ๆ และราคาของปุ๋ยที่ใช้อีกด้วย

10. การคำนวณการผสมปุ๋ยและการใส่ปุ๋ย

10.1 การคำนวณการผสมปุ๋ย ในการคำนวณการผสมปุ๋ย สิ่งที่จะต้องทราบคือ ชนิดของแม่ปุ๋ยที่จะใช้ในการทำปุ๋ยผสมพร้อมทั้งเกรดของแม่ปุ๋ยเหล่านั้น เกรดของปุ๋ยผสมที่ต้องการ และปริมาณของปุ๋ยผสมที่ต้องการ ในการทำปุ๋ยผสมโดยทั่วไป แล้วจะใช้สารฟิลเลอร์ผสมเข้าไปด้วยเสมอ เนื่องจากเมื่อคำนวณปริมาณแม่ปุ๋ยที่จะใช้ผสมให้ได้เกรดของปุ๋ยผสมตามต้องการแล้ว มักจะไม่ได้น้ำหนักของปุ๋ยผสมตามต้องการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเติมฟิลเลอร์เข้าไป เพื่อให้ได้น้ำหนักของปุ๋ยผสมครบตามต้องการ เมื่อนำปุ๋ยนั้นไปใช้ก็จะได้เกรดตามที่ระบุไว้ในปุ๋ยผสมชนิดนั้น ๆ และคำว่าเกรดของปุ๋ยผสมนั้น จะนิยมเขียนเป็นตัวเลขออกมาทั้ง 3 ชุด คือ ตัวเลขชุดแรกจะเป็นปริมาณของ %N ทั้งหมด ชุดที่สองจะเป็น % P_2O_5 ที่เป็นประโยชน์ และชุดที่สามเป็น % K_2O ที่ละลายน้ำ โดยจะไม่มี การเขียนสลับที่กันโดยเด็ดขาด เพื่อเป็นแนวทางในการคำนวณและเพื่อเพิ่มความเข้าใจยิ่งขึ้น จะขอยกเป็นตัวอย่างในการคำนวณดังต่อไปนี้

1) ต้องการปุ๋ยผสมเกรด 10-15-10 จำนวน 1 ตัน จะต้องใช้ปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$ 21 % N, TSP 46 % P_2O_5 และ KCl 60 % K_2O อย่างละเท่าใดและต้องเติมฟิลเลอร์อีกเป็นจำนวนเท่าใด ?

วิธีคำนวณ

- พิจารณาเกรดและปริมาณของปุ๋ยผสมที่ต้องการ นั่นคือต้องการเกรด 10-15-10 จำนวน 1 ตันหรือ 1,000 กก นั้นแสดงว่าในปุ๋ยผสมนี้จำนวน 1,000 กก จะต้องมี N ทั้งหมดเป็น 100 กก , P_2O_5 เป็น 150 กก , และ K_2O เป็น 100 กก

- พิจารณาแม่ปุ๋ยที่ใช้พร้อมทั้งเกรด ซึ่งจะเห็นว่าแม่ปุ๋ยที่ใช้เป็นปุ๋ยเดี่ยวทั้งหมด นั่นคือ

N จะต้องได้มาจาก $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ทั้งหมด ส่วน P_2O_5 ก็จะต้องได้มาจาก TSP
ทั้งหมดและในทำนองเดียวกันกับ K_2O

- การคำนวณ จะใช้วิธีเทียบบัญญัติโครยางค์ธรรมดาหรือจะใช้สูตรสำเร็จรูปคือ

$$X = \frac{A}{C} \times B$$

เมื่อ X คือปริมาณแม่ปุ๋ยที่ต้องใช้ในการทำปุ๋ยผสม (กก)

A คือ 100

B คือปริมาณของธาตุอาหารชนิดนั้นในปุ๋ยผสมทั้งหมด (กก)

C คือ % ของธาตุอาหารหรือเกรดของแม่ปุ๋ยที่ใช้

เมื่อใช้วิธีเทียบบัญญัติโครยางค์ จะได้

	N จำนวน 21 กก จะต้องใช้ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	= 100	กก
ถ้า	N " 100 " $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	= $\frac{100 \times 100}{21}$	กก
		= <u>476.19</u>	กก

	P_2O_5 จำนวน 46 กก ได้มาจาก TSP	= 100	กก
ถ้า	P_2O_5 " 150 " TSP	= $\frac{100 \times 150}{46}$	กก
		= <u>326.08</u>	กก

และ	K_2O จำนวน 60 กก ได้มาจาก KC1	= 100	กก
ถ้า	K_2O " 100 " KC1	= $\frac{100 \times 100}{60}$	กก
		= <u>166.67</u>	กก

เมื่อคำนวณจากสูตร จะได้

จะใช้ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	= $\frac{100 \times 100}{21}$	= <u>476.19</u> กก
จะใช้ TSP	= $\frac{100 \times 150}{46}$	= <u>326.08</u> กก
จะใช้ KC1	= $\frac{100 \times 100}{60}$	= <u>166.67</u> กก

$$\begin{aligned}\text{จำนวนฟิลเลอร์ที่ต้องเติม} &= 1,000 - (476.16 + 326.08 + 166.67) \text{ กก} \\ &= \underline{31.06 \text{ กก}}\end{aligned}$$

2) ต้องการปุ๋ยผสมเกรด 8-8-8 จำนวน 1 ตัน จะต้องใช้ Ammophos 16-20-0, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 21 % N, K_2SO_4 50 % K_2O และฟิลเลอร์อย่างละเท่าใด ?

วิธีคำนวณ

จำนวนธาตุอาหารในปุ๋ยผสมทั้งหมด คือ 80-80-80 กก/1000 กก

ในกรณีนี้ P_2O_5 จะได้จาก Ammophos ในขณะเดียวกันเมื่อใช้ Ammophos แล้วจะมี N คิดมาด้วย 16 % หรือ N จะได้จาก 2 แหล่งด้วยกัน คือ จาก Ammophos และ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ในกรณีนี้จะต้องคำนวณหาปริมาณการใช้ Ammophos เสียก่อน คือ

$$\begin{aligned}\text{จะต้องใช้ Ammophos} &= \frac{100 \times 80}{20} = \underline{400.00 \text{ กก}} \\ \text{ดังนั้นจะได้ N จาก Ammophos} &= \frac{16 \times 400}{100} = \underline{64.00 \text{ กก}} \\ \text{แต่ N ที่ต้องการทั้งหมด} &= 80 \text{ กก} \\ \text{ดังนั้นยังขาด N อีก} &= 80 - 64 = \underline{16.00 \text{ กก}} \\ \text{ซึ่ง N ที่ยังขาดอยู่นี้จำเป็นต้องเอามาจาก } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ \text{นั่นคือจะต้องใช้ } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= \frac{100}{21} \times 16 = \underline{76.19 \text{ กก}} \\ \text{จะใช้ } \text{K}_2\text{SO}_4 &= \frac{100}{50} \times 80 = \underline{160.00 \text{ กก}} \\ \text{จะต้องใช้ฟิลเลอร์} &= 1,000 - (400.00 + 76.19 + 160.00) \text{ กก} \\ &= \underline{363.81 \text{ กก}}\end{aligned}$$

3) ต้องการปุ๋ยผสมเกรด 12-6-12 จำนวน 1 ตัน จะต้องใช้ปุ๋ยเกรด 12-24-18, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 21 % N, KNO_3 13-0-44 และฟิลเลอร์อย่างละเท่าใด ?

วิธีคำนวณ

จำนวนธาตุอาหารในปุ๋ยผสมคือ 120-60-120 กก/1000 กก

ในกรณีนี้ P_2O_5 จะได้จากปุ๋ยผสมเกรด 12-24-18 เพียงแหล่งเดียว

$$\text{ดังนั้นจะใส่ปุ๋ยเกรด 12-24-18} = \frac{100}{24} \times 60 = \underline{250.00 \text{ กก}}$$

แต่เมื่อใส่ปุ๋ยนี้แล้วจะได้ทั้ง N และ K_2O ติดมาด้วย ดังนั้น

$$\text{จะได้ N มาจากปุ๋ยนี้} = \frac{250}{100} \times 12 = 30.00 \text{ กก}$$

$$\text{และจะได้ } K_2O \text{ จากปุ๋ยนี้} = \frac{250}{100} \times 18 = 45.00 \text{ กก}$$

$$\text{ปริมาณของ } K_2O \text{ ในปุ๋ยผสมที่ต้องการทั้งหมด} = 120 \text{ กก}$$

$$\text{ดังนั้นยังขาด } K_2O \text{ อยู่อีก} = 120 - 45 = 75.00 \text{ กก}$$

$$\text{นั่นคือต้องใช้ } KNO_3 = \frac{100}{44} \times 75 = \underline{170.45 \text{ กก}}$$

แต่จะเห็นว่าเมื่อใช้ KNO_3 แล้วจะมี N ติดเข้ามาอีก 13 %

$$\text{ดังนั้นจะให้ N จาก } KNO_3 = \frac{170.45}{100} \times 13 = 22.16 \text{ กก}$$

$$\text{จากการใช้ปุ๋ยทั้งสองชนิดจะให้ N มา} = 30.00 + 22.16 = 52.16 \text{ กก}$$

$$\text{แต่จำนวน N ที่ต้องการในปุ๋ยผสมทั้งหมด} = 120.00 \text{ กก}$$

$$\text{ดังนั้นยังขาด N อยู่อีก} = 120.00 - 52.16 = 67.84 \text{ กก}$$

$$\text{ดังนั้นจะต้องใช้ } (NH_4)_2SO_4 = \frac{100}{21} \times 67.84 = \underline{323.05 \text{ กก}}$$

$$\text{จะต้องใช้ฟิลเลอร์} = 1,000 - (250.00 + 170.45 + 323.05) \text{ กก}$$

$$= \underline{256.50 \text{ กก}}$$

4) เมื่อท่านต้องการปุ๋ยผสมเกรด 12-12-12 จำนวน 2,000 กก ปุ๋ยชนิดนี้ราคา 5.00 บาท/กก เมื่อ Urea 46 %N ราคา 5.00 บาท/กก , DSP32 % P_2O_5 ราคา 3.50 บาท/กก และ K_2SO_4 50 % K_2O ราคา 3.60 บาท/กก ในกรณีนี้จะซื้อปุ๋ยผสมสำเร็จรูปหรือซื้อปุ๋ยเดี่ยวมาผสมเอง อย่างไหนจะมีราคาถูกกว่ากันเท่าใด ?

วิธีคำนวณ

ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยผสมทั้งหมดเป็น 240-240-240 กก/2000 กก

ในกรณีที่ซื้อปุ๋ยเดี่ยวมาผสมเอง

$$\text{จะใช้ Urea} = \frac{100}{46} \times 240 = 512.74 \text{ กก}$$

$$\text{จะเสียค่าใช้จ่ายสำหรับ Urea} = 512.74 \times 5.00 = 2,563.70 \text{ บาท}$$

$$\text{ใช้ DSP} = \frac{100}{32} \times 240 = 750.00 \text{ กก}$$

$$\text{จะเสียค่าใช้จ่ายสำหรับ DSP} = 750.00 \times 3.50 = 2,625.00 \text{ บาท}$$

$$\text{ใช้ K}_2\text{SO}_4 = \frac{100}{50} \times 240 = 480.00 \text{ กก}$$

$$\text{จะเสียค่าใช้จ่ายสำหรับ K}_2\text{SO}_4 = 480.00 \times 3.60 = 1,728.00 \text{ บาท}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นเมื่อซื้อปุ๋ยเดี่ยวมาผสมเองจะเสียเงิน} &= 2,563.70 + 2,625.00 + 1,728.00 \\ &= 6,916.70 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อซื้อปุ๋ยผสมสำเร็จรูปจะเสียเงิน} &= 2,000.00 \times 5.00 \text{ บาท} \\ &= 10,000.00 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ดังนั้นซื้อปุ๋ยเดี่ยวมาผสมเองจะเสียเงินน้อยกว่าซื้อปุ๋ยผสมสำเร็จรูป

$$\begin{aligned} &= 10,000.00 - 6,916.70 \text{ บาท} \\ &= 3,083.30 \text{ บาท} \end{aligned}$$

10.2 การคำนวณปริมาณการใส่ปุ๋ย ในการคำนวณปริมาณการใส่ปุ๋ยสามารถแยกการคำนวณออกได้เป็น 2 วิธีคือ

10.2.1 อาศัยผลการทดลองและการวิเคราะห์ดินเป็นหลัก ซึ่งวิธีนี้จำเป็นจะต้องทราบปริมาณของธาตุอาหารพืชในดินโดยการวิเคราะห์ดิน และระดับที่เหมาะสมของธาตุอาหารนั้น ๆ จากผลของการทดลอง ตลอดจนชนิดของปุ๋ยพร้อมทั้งเกรดที่จะใส่ให้แก่พืช ซึ่งจะขอยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

1) ในการปลูกข้าวโพดบนดินชนิดหนึ่ง จากรายงานการทดลองพบว่าต้องมีปริมาณ N ในดินเป็น 0.125 % จึงจะเป็นปริมาณที่เหมาะสม แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ N ในดินนั้นแล้วพบว่ามี N เพียง 0.1 % ดังนั้นจะต้องใส่ปุ๋ย $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ให้แก่ข้าวโพดอีกในปริมาณเท่าใดในพื้นที่ 1 ไร่ ?

วิธีคำนวณ

ปริมาณของ N ที่ต้องเพิ่มคือ $= 0.125 - 0.1 = 0.025 \%$

นั่นคือ ดินหนัก 100 กก จะต้องใส่ N อีก $= 0.025$ กก

เนื่องจากดิน 1 ไร่จะมีน้ำหนักโดยประมาณ $= 312,000.00$ กก

ดังนั้นจะต้องใส่ N อีก $= \frac{312,000 \times 0.025}{100}$ กก

$= 78.00$ กก

ดังนั้นจะต้องใช้ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \frac{100}{21} \times 78 = 371.43$ กก

2) จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าปริมาณของ P ที่เหมาะสมคือ 20 ppm (part per million) แต่ในดินมี P อยู่เพียง 8 ppm จะต้องใส่ปุ๋ย DSP 32 % P_2O_5 อีกจำนวนเท่าใด ?

วิธีคำนวณ

ในดินยังขาด P อยู่ $= 20 - 8 = 12$ ppm

นั่นคือดินหนัก 10^6 กก จะต้องใส่ P อีก $= 12$ กก

ถ้า " 312,000 " P อีก $= \frac{12 \times 312,000}{10^6} = 3.74$ กก

หรือจะต้องใช้ $\text{P}_2\text{O}_5 = 3.74 \times 2.29 = 8.56$ กก

ดังนั้นจะต้องใส่ DSP $= \frac{100}{32} \times 8.56 = 26.75$ กก

แต่จะเห็นว่าผลการวิเคราะห์ดินสำหรับธาตุบางชนิด เช่น K, Ca, Mg, หรือ S จะบอกออกมาเป็นหน่วยของ me/100 g soil ดังนั้นในกรณีนี้การคำนวณจะต้องเปลี่ยน me ให้ออกมาอยู่ในหน่วยของน้ำหนัก (กรัม) โดยใช้สมการ

$$\text{me} = \frac{\text{molecular weight}}{\text{valency} \times 1000} \text{ g.}$$

เช่น K 2 me/100 g soil จะได้ $= \frac{39 \times 2}{1 \times 1000} = 0.078$ g.

หรือ Ca 10 me/100 g soil จะได้ $= \frac{40 \times 10}{2 \times 1000} = 0.02$ g.

10.2.2 อาศัยอัตราคำแนะนำ (recommendation) เป็นหลัก การคำนวณปริมาณการใส่ปุ๋ยโดยวิธีนี้จะอาศัยผลทางทดลองต่าง ๆ ที่ได้พบว่า พืชชนิดไหนต้องการธาตุอาหารอะไรเป็นจำนวนเท่าใด หรือไม่ก็จากการกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยขึ้นมาเอง เพื่อเป็นการเข้าใจได้ง่ายขึ้นจะขอยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

1) ในการปลูกข้าวโพดจะต้องใส่ปุ๋ย N, P_2O_5 , K_2O ในอัตรา 12, 20, และ 10 กก./ไร่ ดังนั้นจำเป็นจะต้องใช้ $(NH_4)_2SO_4$, TSP, และ KCl อย่างละเท่าใด ?

วิธีคำนวณ

$$\text{จะใช้ } (NH_4)_2SO_4 = \frac{100}{21} \times 12 = \underline{57.14 \text{ กก}}$$

$$\text{ใช้ TSP} = \frac{100}{46} \times 20 = \underline{43.48 \text{ กก}}$$

$$\text{ใช้ KCl} = \frac{100}{60} \times 10 = \underline{16.67 \text{ กก}}$$

2) ในการปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ชนิดหนึ่ง อัตราปุ๋ยที่แนะนำคือปุ๋ยผสมเกรด 15-12-8 จำนวน 100 กก./ไร่ สมมติแปลงปลูกหญ้าเป็นแปลงทดลองขนาด $10 \times 20 \text{ ม}^2$ ดังนั้นจำเป็นจะต้องใส่ $(NH_4)_2SO_4$, DSP, และ K_2SO_4 แปลงละเท่าใด ?

วิธีคำนวณ

$$\text{ในพื้นที่ } 1600 \text{ ม}^2 \text{ จะต้องใส่ N} = 15 \text{ กก}$$

$$\text{ดังนั้น " 200 " N} = \frac{15 \times 200}{1600} = \underline{\frac{30}{16} \text{ กก}}$$

$$\text{จะใช้ } (NH_4)_2SO_4 = \frac{100}{21} \times \frac{30}{16} = \underline{8.92 \text{ กก}}$$

$$\text{ในทำนองเดียวกันจะต้องใช้ } P_2O_5 = \frac{12 \times 200}{1600} = \underline{1.5 \text{ กก}}$$

$$\text{จะใช้ DSP} = \frac{100}{32} \times 1.5 = \underline{4.69 \text{ กก}}$$

$$\text{ในทำนองเดียวกันจะใช้ } K_2O = \frac{8 \times 200}{1600} = 1.0 \text{ กก}$$

$$\text{ดังนั้นต้องใช้ } K_2SO_4 = \frac{100}{50} \times 1.0 = 2.0 \text{ กก}$$

3) สมมติว่าทำการทดลองปลูกข้าวโพดในกระถาง ซึ่งใช้กระถางที่บรรจุดิน 15 กก. ถ้าอัตราปุ๋ยที่แนะนำของข้าวโพดคือปุ๋ยเกรด 12-15-10 อัตรา 100 กก/ไร่ จะต้องใช้ $(NH_4)_2SO_4$ DSP และ K_2SO_4 กระถางละเท่าใด ข้าวโพดจึงจะได้รับปุ๋ยครบตามอัตราที่แนะนำ ?

วิธีคำนวณ

จากอัตราปุ๋ยที่แนะนำ แสดงว่า 1 ไร่ จะต้องใช้ N เป็นจำนวน 12 กก

$$\text{ดังนั้นดิน 15 กก จะใช้ N} = \frac{12 \times 15}{312000} \text{ กก}$$

$$\begin{aligned} \text{จะใช้ } (NH_4)_2SO_4 &= \frac{100}{21} \times \frac{12 \times 15}{312000} \times 1000 \text{ กรัม} \\ &= 2.75 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

$$\text{ในทำนองเดียวกันจะใช้ } P_2O_5 = \frac{15 \times 15}{3120000} \text{ กก}$$

$$\begin{aligned} \text{จะใช้ DSP} &= \frac{100}{32} \times \frac{15 \times 15}{312000} \times 1000 \text{ กรัม} \\ &= 2.25 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

$$\text{และใช้ } K_2O = \frac{10 \times 15}{312000} \text{ กก}$$

$$\begin{aligned} \text{จะใช้ } K_2SO_4 &= \frac{100}{50} \times \frac{10 \times 15}{312000} \times 1000 \text{ กรัม} \\ &= 0.96 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

4) สมมติว่ามีการปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ 2 ไร่ อัตราปุ๋ยหญ้าที่แนะนำคือ ปุ๋ยผสมเกรด 10-10-8 จำนวน 100 กก/ไร่ ในขณะที่ดินมีปุ๋ยคอกอยู่แล้ว 200 กก ใน ปุ๋ยคอกมีธาตุอาหารเป็น 1.5-1.2-0.8 และต้องการใส่ปุ๋ยคอกจำนวนนี้ลงไปด้วย จำเป็นจะ ต้องใช้ Urea , TSP และ K_2SO_4 อย่างละเท่าใดจึงจะได้ธาตุอาหารครบตามที่แนะนำ ?

วิธีคำนวณ

อัตราธาตุอาหารที่ต้องการในพื้นที่ 1 ไร่ คือ 10-10-8 กก			
ดังนั้น	"	2 "	20-20-16 กก
ปุ๋ยคอก	100 กก	มีธาตุอาหาร	= 1.5-1.2-0.8 กก
ดังนั้น	"	200 "	= 3.0-2.4-1.6 กก
เมื่อใช้ปุ๋ยคอกทั้งหมดแล้วยังขาดธาตุอาหารอีก		= 17.0 - 17.6 - 14.4 กก	
ดังนั้นจะต้องใช้ Urea		$= \frac{100}{46} \times 17.0$	= 36.96 กก
ใช้ TSP		$= \frac{100}{46} \times 17.6$	= 37.45 กก
ใช้ K_2SO_4		$= \frac{100}{50} \times 14.4$	= 28.80 กก

10.3 หลักในการเลือกซื้อปุ๋ยผสม ในการเลือกซื้อปุ๋ยโดยเฉพาะปุ๋ยผสม สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาคือ เกรดของปุ๋ย รูปของธาตุอาหารที่เหมาะสมกับดินและพืช สัดส่วนของธาตุอาหารในปุ๋ย และที่สำคัญคือราคา นั่นคือจะต้องเป็นปุ๋ยที่มีสัดส่วนของธาตุอาหารตามต้องการและมีราคาค่อนข้างน้อยของธาตุอาหารถูกอีกด้วย เพื่อเป็นการเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นจะขออธิบายโดยใช้การคำนวณดังต่อไปนี้

สมมุติว่าในการปลูกข้าวบนดินชนิดหนึ่ง ปุ๋ยที่แนะนำคือปุ๋ยผสมเกรด 16-20-4 โดยใส่ในอัตรา 30 กก/ไร่

เมื่อพิจารณาสัดส่วนของธาตุอาหารในปุ๋ยนี้แล้วจะได้เป็น 4 : 5 : 1 เมื่อต้องการซื้อปุ๋ยผสมมาใช้ควรจะดูสำรวจปุ๋ยผสมชนิดอื่นที่มีสัดส่วนของธาตุอาหารเหมือนกับปุ๋ยชนิดนี้พร้อมทั้งราคาและจากการสำรวจในท้องตลาดแล้วพบว่า ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหารเหมือนกันมีดังต่อไปนี้

ก. ปุ๋ยเกรด 8-10-2	ราคา 440 บาท/100 กก
ข. ปุ๋ยเกรด 12-15-3	ราคา 600 บาท/100 กก

ค. บั้ยเกรด 16-20-4 ราคา 856 บาท/100 กก

ง. บั้ยเกรด 20-25-5 ราคา 1100 บาท/100 กก

ซึ่งจะเห็นว่าบั้ยทั้ง 4 ชนิดมีส่วนของธาตุอาหารเท่ากันคือ 4 5 1 จึงสามารถใช้แทนกันได้ ในการจะเลือกชนิดไหนจึงขึ้นอยู่กับราคาต่อหน่วยของธาตุอาหาร ในการคำนวณราคาต่อหน่วยธาตุอาหาร สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ราคาต่อหน่วยธาตุอาหาร} = \frac{\text{ราคาต่อ 100 กก}}{\text{ปริมาณของธาตุอาหารทั้งหมด}} \quad (\text{บาท})$$

ดังนั้นเมื่อคิดราคาต่อหน่วยธาตุอาหารในบั้ยชนิดต่าง ๆ ก็จะได้

$$\text{ชนิดที่ 1} = \frac{440}{8+10+2} = 22.00 \text{ บาท}$$

$$\text{ชนิดที่ 2} = \frac{600}{12+15+3} = 20.00 \text{ บาท}$$

$$\text{ชนิดที่ 3} = \frac{856}{16+20+4} = 21.40 \text{ บาท}$$

$$\text{ชนิดที่ 4} = \frac{1100}{20+25+5} = 22.00 \text{ บาท}$$

จะเห็นว่าบั้ยชนิดที่ 2 มีราคาถูกที่สุด จึงสมควรซื้อบั้ยชนิดที่ 2 มาใช้แทนที่จะเป็นบั้ยชนิดที่ 3 ที่แนะนำ แต่เพื่อให้ข้าวได้รับบั้ยหรือธาตุอาหารครบตามที่แนะนำ จำเป็นจะต้องใช้บั้ยชนิดที่ 2 เพิ่มขึ้นจาก 30 กก/ไร่ อัตราที่จะใช้ก็สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{อัตราที่ใช้} = \frac{\text{ปริมาณของธาตุอาหารทั้งหมดของบั้ยที่แนะนำ} \times \text{อัตราที่ใช้}}{\text{ปริมาณของธาตุอาหารทั้งหมดของบั้ยที่จะใช้}} \quad (\text{กก})$$

$$\text{ดังนั้นในกรณีนี้จะได้} = \frac{(16+20+4) \times 30}{(12+15+3)} = 40.00 \text{ กก}$$

โดยสรุปจึงควรซื้อบั้ยเกรด 12-15-3 มาใช้แทนบั้ยเกรด 16-20-4 โดยใส่ในอัตรา 40 กก/ไร่

11. เอกสารอ้างอิง (References)

คณะอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2515 ปฐพีวิทยาเบื้องต้น ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

Brady, N.C. 1974. The nature and properties of soils. 8th Ed. Mac-
Millan Publishing Co., Inc., New York..

Colling, G.H. 1955. Commercial fertilizers. 5th Ed. McGraw-Hill
Publishing Co., New York.

Olson, R A., T.J. Army, J.J. Hanway, and V.J. Kilmer. 1971. Fertilizer
technology & use. 2nd Ed. Soil Science Society of
America, Inc., Wisconsin.

Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil fertility and fertilizers.
3rd Ed. MacMillan Publishing Co., Inc., New York.

IDRC / CRDI



255985