

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของข้าวไร่

2.1.1 การปลูกข้าวไร่

การปลูกข้าวไร่ หมายถึง การปลูกข้าวบนที่ดอนและไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก ชนิดของข้าวที่ปลูกก็เรียกว่า ข้าวไร่ พื้นที่ดอนส่วนมาก เช่น เชิงภูเขา มักจะไม่มีระดับ คือ สูง ๆ ต่ำ ๆ จึงไม่สามารถไถเตรียมดิน และปรับระดับได้ง่าย ๆ เหมือนกับพื้นที่ราบ เพราะฉะนั้นชาวนามักจะปลูกแบบหยอด เนื่องจากที่ดอนไม่มีน้ำขังและไม่มีการชลประทาน การปลูกข้าวไร่จึงต้องใช้น้ำฝนเพียงอย่างเดียว พื้นดินที่ปลูกข้าวไร่จะแห้งและขาดน้ำทันทีเมื่อสิ้นฤดูฝน ดังนั้นการปลูกข้าวไร่จะต้องใช้พันธุ์ที่มีอายุเบา โดยปลูกในต้นฤดูฝน และแก่เก็บเกี่ยวได้ในปลายฤดูฝน การปลูกข้าวไร่ ชาวนาจะต้องหมั่นกำจัดวัชพืช เพราะที่ดอนมักจะมีวัชพืชมากกว่าที่ลุ่ม เนื้อที่ที่ใช้ปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยมีจำนวนน้อย และมีปลูกมากในภาคเหนือและภาคใต้ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางปลูกข้าวไร่น้อยมาก

ข้าวที่สูง ข้าวบนพื้นที่สูง หรือข้าวดอย มีลักษณะการปลูก 2 แบบ คือ การปลูกแบบสภาพไร่ หรือที่เรียกว่าข้าวไร่ ปลูกตามไหล่เขา ไม่มีคันนาสำหรับเก็บกักน้ำในแปลงปลูก ส่วนมากมักเตรียมดินโดยการถางวัชพืชหรือพืชอื่นออกก่อนแล้วเตรียมดิน หลังจากนั้นจึงทำการปลูกข้าว พื้นที่ปลูกข้าวไร่ส่วนใหญ่มักมีความลาดชันตั้งแต่ 5-60 องศา อาศัยความชื้นในการเจริญเติบโตจากน้ำฝนเพียงอย่างเดียว และอีกสภาพหนึ่งคือการปลูกในสภาพนา โดยเริ่มต้นตั้งแต่เตรียมดิน ตกกกล้า ไถ คราด ทำเทือก และปักดำ ดังเช่นการทำนาพื้นที่ราบทั่วไป พื้นที่ปลูกจะอยู่ระหว่างหุบเขา มีการทำคันนาสำหรับกักเก็บน้ำ ส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะนาขั้นบันได

การกำหนดพื้นที่สูงนั้นจะทำการกำหนดพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (above mean sea level) ตั้งแต่ 700 เมตรขึ้นไป ให้เป็นพื้นที่สูงหรือสังเกตจากธรรมชาติ จากการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้บนพื้นที่ดอยหรือภูเขา โดยสังเกตจากไม้ป่า เช่น สัก เต็ง รัง เหียง และติ่ง ซึ่งพันธุ์ไม้เหล่านี้จะสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ราบ จนถึงพื้นที่ที่มีความสูงประมาณ 700-800 เมตรจากระดับน้ำทะเล เนื้อขึ้นไปจะมีพันธุ์ไม้ประเภทสน ซึ่งเป็นไม้ที่ขึ้นได้ดีในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว ขึ้นปะปนกับพันธุ์ไม้อื่น ๆ สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน

2.1.2 การเตรียมพื้นที่

การเตรียมพื้นที่ปลูกข้าวบนที่สูงจะเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม โดยเฉพาะการปลูกข้าวไร่ จะเริ่มถางกำจัดวัชพืชขนานออกไปไว้ข้างแปลงหรือวางเป็นแนวขวางทางลาดชันเพื่อตัดตะกอนดิน ไม่แนะนำให้เผาเศษซากพืช ถ้าในพื้นที่ที่มีหินสามารถนำไปวางลาดชันตัดตะกอนดิน และทำให้เกิดลักษณะขั้นบันไดในระยะต่อไป พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงไม่ควรไถเพราะจะทำให้แรงการชะล้างหน้าดินเมื่อฝนตก การเตรียมพื้นที่จะทำ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกในเดือนมีนาคม ครั้งที่สองในเดือนเมษายนหรือพฤษภาคม การเตรียมพื้นที่ครั้งที่สองเป็นการเตรียมแบบประณีตเพื่อปลูกข้าว ส่วนชาวนาที่สูงจะเริ่มเตรียมดินตกกกล้าในเดือนพฤษภาคม มีการเตรียม 2 แบบ คือ เตรียมดินเพื่อตกกกล้าสภาพไร่ โดยการถางวัชพืชออกแล้วสับดินให้ละเอียดก่อนหว่านเมล็ด

ข้าวลงไป และเตรียมดินเพื่อตกกล้าสภาพนาที่มีน้ำขัง เริ่มจากหลังที่ฝนตกมีน้ำขังในนาอยู่บ้าง มีการไถคราด ทำเทือก ยกร่องเป็นแปลงขนาดเล็กกว้าง 1-1.5 เมตรความยาวตามพื้นที่ มีร่องระบายน้ำ แล้วหว่านเมล็ดข้าว ที่หุ้มหิ้งอกแล้วลงบนแปลงเพาะ ดังเช่นการตกกล้าสำหรับการทำนาบนพื้นที่ราบทั่วไป

2.1.3 การเตรียมเมล็ดพันธุ์

ข้าวที่สูงหรือข้าวดอยเป็นพันธุ์ข้าวที่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีกว่าข้าวที่ปลูกในพื้นที่ราบทั่วไป เช่น ทนต่อสภาพอากาศเย็น แล้ง ต้านทานต่อโรคไหม้ เป็นต้น เมล็ดข้าวที่จะนำไปปลูกต้องมาจากแหล่งที่สามารถเชื่อถือได้ เช่น ไม่มีโรคแมลง สะอาด ไม่มีสิ่งเจือปน และควรมีความงอกไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 สำหรับความบริสุทธิ์ (purity) ของเมล็ดพันธุ์นั้น ในข้าวนา จะมีความบริสุทธิ์ของพันธุ์มากกว่าข้าวไร่ เนื่องจากข้าวไร่มีสภาพการปลูกบนดินที่ไม่มีน้ำขังในแปลงปลูก แปลงหนึ่ง ๆ อาจพบความหลากหลายทางพันธุกรรม (bio-diversity) ของข้าวที่ปลูกในแปลงนั้น ๆ ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกข้าวบนดินในสภาพไร่นานั้นมักจะประสบปัญหามากกว่าข้าวนา เช่น ความแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วง อากาศหนาวเย็น โรคไหม้ แมลง และ วัชพืช เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วข้าวบนพื้นที่สูงมักมีอายุการออกดอกแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

- ข้าวอายุเบาจะออกดอกประมาณต้นเดือนกันยายน ส่วนใหญ่จะพบในข้าวไร่มากกว่า ข้าวนา เช่น พันธุ์ อาร์ 258

- ข้าวอายุกลางออกดอกประมาณกลางเดือนกันยายนถึงต้นเดือนตุลาคม จะพบมากที่สุดในข้าวบนที่สูงทั้งข้าวนา และข้าวไร่ ซึ่งจะอยู่ในพื้นที่ระดับความสูงไม่เกิน 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล ข้าวอายุปานกลางที่เป็นข้าวไร่ ได้แก่ เจ้าลิขอสันป่าตอง เจ้าขวลาซอ เป็นต้น ส่วนข้าวนา ได้แก่ ข้าวหลวงสันป่าตอง ปือพะทอ ปือโปะโละ ปือพะโด่ เป็นต้น

- ข้าวอายุหนักเป็นข้าวที่ออกดอกในช่วงปลายเดือน ตุลาคม พื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่บนพื้นที่สูงกว่า 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเลที่ยังมีความชื้นจากฝนและหมอกที่ตกในช่วงปลายเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนพฤศจิกายน ซึ่งในเขตที่ต่ำกว่าปริมาณฝนเริ่มลดลง ข้าวที่มีอายุหนักส่วนมากจะทนต่อความหนาวเย็นได้ดีกว่าพันธุ์อื่น และเป็นข้าวไร่ เช่น พันธุ์น้ำรู่ ขี้ช้าง งาช้าง เวตาโม เบล้ไซ่ ดรามูตะ เป็นต้น

2.1.4 วิธีการปลูกข้าว

เนื่องจากข้าวที่สูงมีสภาพนิเวศทั้งข้าวไร่และข้าวนา ที่มีวิธีการปลูกแตกต่างกัน ดังนี้

- การปลูกแบบหยอดเป็นหลุม (drilling) เป็นวิธีการปลูกโดยหลังจากเตรียมดินไว้แล้ว ใช้ไม้ปลายแหลมกระทุ้งดินให้เป็นหลุมลึกประมาณ 2-3 เซนติเมตร หรือใช้เสียมที่ต่อด้ามยาว ขุดดินให้เป็นหลุมเล็ก ๆ ลึกประมาณ 2-3 เซนติเมตร โดยให้ระยะห่างระหว่างต้นและแถวประมาณ 25-30 เซนติเมตร แล้วหยอดเมล็ดข้าวลงไปหลุม ๆ ละ ประมาณ 5-8 เมล็ด หากพื้นที่ปลูกมีความลาดชันไม่ควรกลบหลุม เพราะจะทำให้มีดินกลบหลุมปลูกแน่นเกินไปเมื่อมีฝนตก แต่ในพื้นที่ปลูกที่มีความลาดชันน้อยกว่า 5 องศา ให้ใช้กิ่งไม้ลากผ่านหลุมที่หยอดเมล็ดแล้วเป็นการกลบหลุม การปลูกโดยวิธีหยอดเป็นหลุมเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากง่ายต่อการกำจัดวัชพืชและดูแลรักษา เป็นวิธีการที่พบเห็นได้ทั่วไป การปลูกแบบนี้จะใช้เมล็ดพันธุ์ไร่ละ 6-8 กิโลกรัม

- การปลูกแบบโรยเป็นแถว (row drilling) การปลูกวิธีนี้ต้องการเตรียมดินให้ประณีต โดยให้หน้าดินเรียบสม่ำเสมอแล้ว ใช้ไม้หรือคราดขีดเปิดดินให้เป็นร่อง โดยให้ระยะห่างของแต่ละร่องหรือแถวประมาณ 25-30 เซนติเมตร แล้วโรยเมล็ดข้าวทันที การโรยควรโรยให้เมล็ดข้าวสม่ำเสมอ เพื่อให้ต้นข้าวที่งอกไม่กระจุกแน่นที่ใดที่หนึ่ง หากพื้นที่มีความลาดชันการทำร่องควรให้ขวางความลาดชัน ซึ่งเชื่อว่าหากปลูกขวางความลาดชัน จะช่วยให้ต้นข้าวปักตะกอนดินที่ไหลลงมาเมื่อฝนตก การปลูกวิธีนี้จะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณไร่ละ 10-15 กิโลกรัม

- การปลูกแบบหว่าน (broadcasting) การปลูกโดยวิธีนี้เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยหรือที่ราบ การเตรียมดินควรสับดินให้ละเอียดหรือเป็นก้อนเล็ก ๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วปรับผิวหน้าดินให้สม่ำเสมอ แล้วหว่านเมล็ดข้าวลงไป และควรรวดหรือกลบเมล็ดข้าวหลังหว่าน เพื่อให้เมล็ดข้าวได้รับความชื้นจากดิน ป้องกันนก และแมลงศัตรูข้าว การปลูกวิธีนี้จะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณไร่ละ 15 กิโลกรัม

อย่างไรก็ตาม ได้นำเมล็ดพันธุ์ข้าวแช่น้ำ 12 ชั่วโมงผึ่งลมให้หมาดแล้วนำไปหยอด ทำให้ข้าวงอกเร็วกว่าออกดอกเร็วกว่าการหยอดเมล็ดข้าวแห้ง 2-3 วัน และให้ผลผลิตสูง

2.1.5 เครื่องปลูกข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องปลูกข้าวขึ้นในหลายประเทศเช่น ญี่ปุ่น อินเดีย จีน ฟิลิปปินส์ รวมทั้งประเทศไทยด้วย ซึ่งแบบที่มีการพัฒนากันมาก ได้แก่

- เครื่องพ่นหว่านเมล็ดข้าวใช้พ่นหว่านเมล็ดข้าวในนาข้าว แทนที่การหว่านด้วยมือ ทำให้ประหยัดแรงงาน และใช้เวลาน้อยลงสามารถพ่นหว่านได้ครอบคลุมพื้นที่นา แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 เครื่องพ่นหว่านเมล็ดข้าว

ความสามารถในการทำงาน : 5-8 ไร่/ชั่วโมง

- เครื่องดำนา ใช้สำหรับดำนาโดยไม่ต้องทำการเพาะต้นกล้าก่อนจึงนำมาปักดำ เครื่องดำนา
สามารถปลูกต้นข้าวได้เป็นแถวเป็นแนวอย่างมีระเบียบลดแรงงานในการปักดำนาด้วยมือ ประหยัดเวลาในการ
ทำงานแสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงเครื่องดำนา

ความสามารถในการทำงาน	:	1.5 ไร่/วัน
จำนวนแถวในการปลูก	:	4 แถว
ระยะห่างระหว่างแถว	:	30 ซม.

- เครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบติดรถไถเดินตามใช้สำหรับปลูกข้าวแห้งแบบติดรถไถเดินตามใช้
สำหรับปลูกข้าวแห้ง สามารถปลูกข้าวได้เป็นแถวแบบโรยเหมาะสำหรับพื้นที่นาแห้งแถบภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือแสดงดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2.3 เครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบติดรถไถเดินตาม

ความสามารถในการทำงาน	:	7 ไร่/วัน
อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์	:	9.5 กก./ไร่

จำนวนแถวในการปลูก : 4 แถว
ระยะห่างระหว่างแถว : 30 ซม.

- เครื่องปลูกข้าวหน้าน้ำตมใช้ปลูกข้าวในพื้นที่นาที่น้ำตมโดยใช้เมล็ดข้าววงอกในการเพาะปลูก เครื่องนี้เป็นการปลูกแบบโรยเป็นแถวแสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงเครื่องหยอดข้าวหน้าน้ำตมแบบติดรถไถเดินตาม

ความสามารถในการทำงาน : 18.8 ไร่/วัน
อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ : 19 กก./ไร่
จำนวนแถวในการปลูก : 10 แถว
ระยะห่างระหว่างแถว : 20 ซม.

2.2 เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

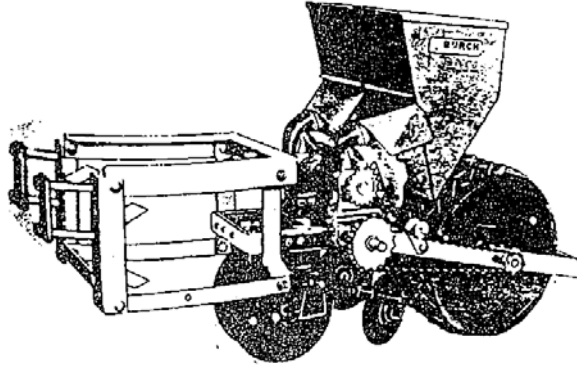
2.2.1. เครื่องปลูกพืช (Planter Machinery)

การปลูกพืชเป็นกิจกรรมที่กระทำต่อจากการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกหรือกระทำไปพร้อมกับการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก และต้องกระทำกับช่วงเวลาที่เหมาะสม ขั้นตอนการทำงานของเครื่องปลูกพืชมีวิธีการเช่นเดียวกันกับการปลูกพืชโดยคน ดังนั้นเครื่องปลูกพืชที่ดีต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

- เปิดหน้าดินให้มีความลึกที่เหมาะสมกับพืชที่ต้องการปลูก
- กำหนดเมล็ดได้ตามต้องการ
- กลบและอัดดินรอบๆเมล็ดพืชให้แน่นพอเหมาะกับความต้องการในการเจริญเติบโตของพืชนั้น
- ไม่ทำลายเมล็ดพืชจนไม่สามารถงอกได้

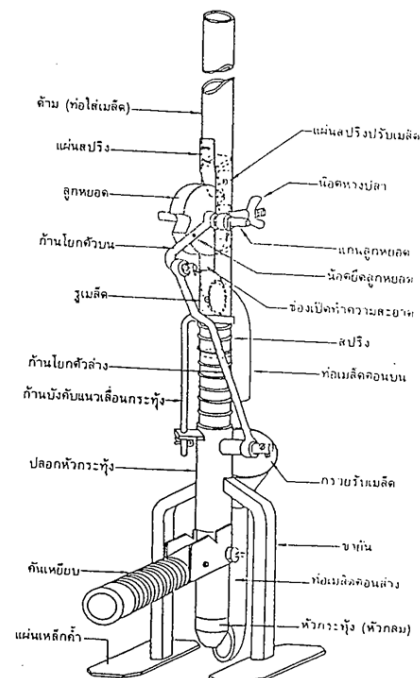
2.2.2 ชนิดเครื่องปลูกพืช เครื่องปลูกพืชแบ่งได้ 4 ประเภทดังนี้

1) เครื่องปลูกพืชแบบเป็นระยะ เป็นเครื่องปลูกพืชที่ปลูกเป็นแถวโดยมีระยะระหว่างต้นที่ค่อนข้างแน่นอน แสดงดังภาพที่ 2.5

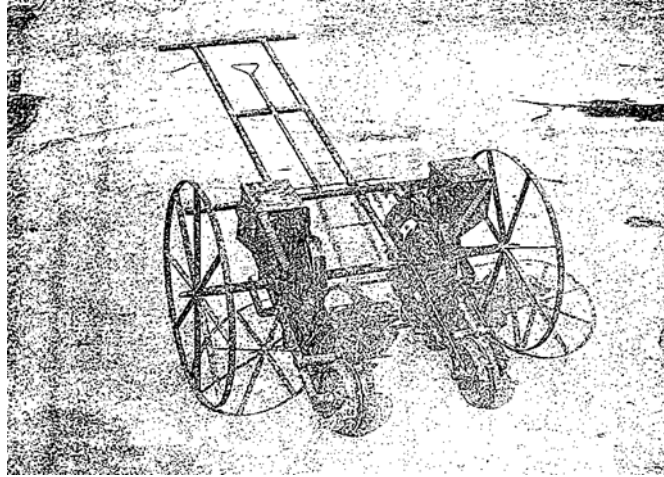


ภาพที่ 2.5 เครื่องปลูกพืชแบบเป็นระยะ

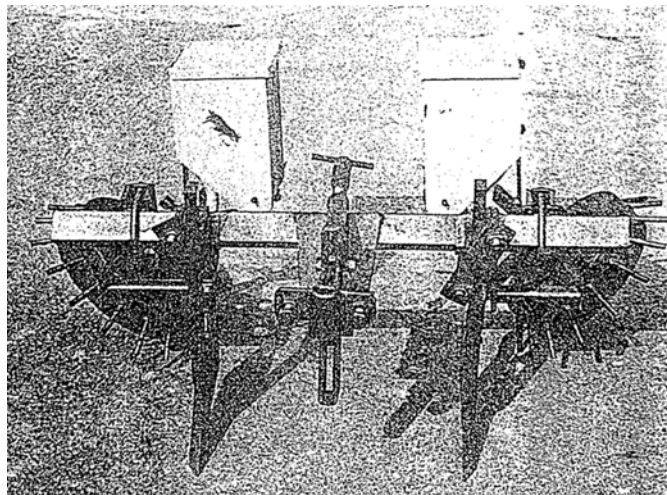
2) เครื่องหยอดเมล็ดพืช เป็นเครื่องปลูกสำหรับหยอดเมล็ดพืชขนาดเล็กที่ต้องการปลูกเป็นแถวและไม่จำเป็นต้องมีระยะระหว่างต้นที่แน่นอน แสดงในภาพที่ 2.6, 2.7, และ 2.8



ภาพที่ 2.6 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบกระทุ้งใช้แรงงานคน



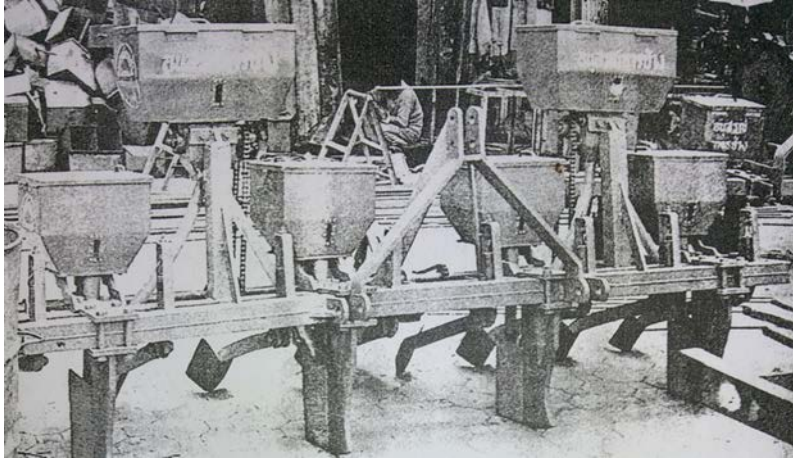
ภาพที่ 2.7 เครื่องหยอดแบบลากล้อจิกจำนวน 2 แวง



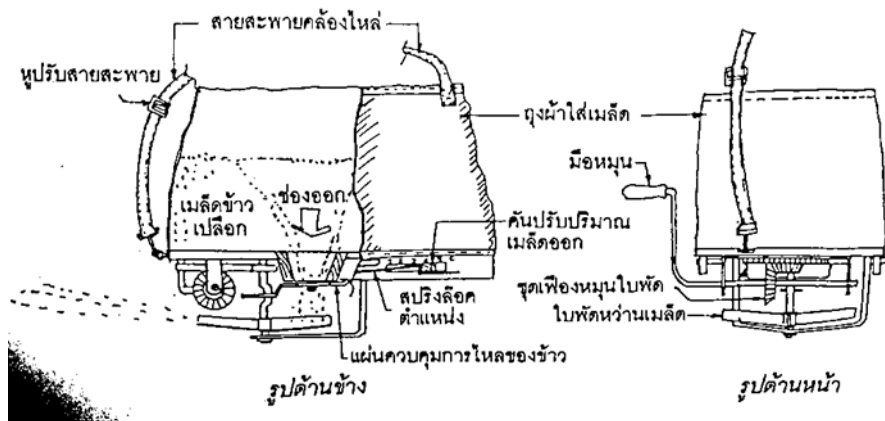
ภาพที่ 2.8 เครื่องหยอดล้อเอียงแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามจำนวน 2 แวง

3) เครื่องหว่าน เป็นเครื่องมือสำหรับหว่านเมล็ดพืชให้กระจายบนพื้นที่ปลูกโดยมีรูปแบบการปลูกที่ไม่แน่นอน แสดงในภาพที่ 2.1

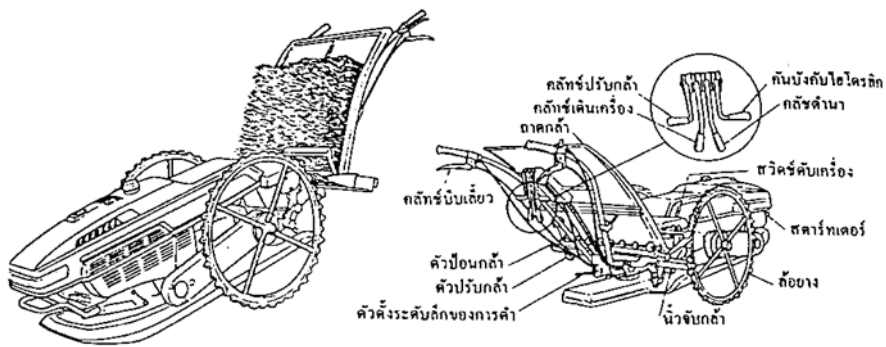
4) เครื่องปลูกเฉพาะงาน เป็นเครื่องปลูกที่ใช้เฉพาะงานเช่นเครื่องปลูกกล้า เครื่องดำนาเครื่องปลูกมันฝรั่ง เครื่องปลูกอ้อย และเครื่องปลูกผักต่างๆ แสดงในภาพที่ 2.9, 2.10, 2.11 และ 2.12



ภาพที่ 2.9 เครื่องหยอดเมล็ดพืชพร้อมใส่ปุ๋ยจำนวน 4 แถวแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์



ภาพที่ 2.10 เครื่องหว่านเมล็ดพืชแบบสะพายไหล่



ภาพที่ 2.11 เครื่องดำนาแบบเดินตาม



ภาพที่ 2.12 เครื่องปลูกอ้อย

2.2.3 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเมล็ดพืช

1. ถังบรรจุเมล็ด (Hopper) ถังบรรจุเมล็ดพืชและปุ๋ยทำจากเหล็กแผ่นรีดร้อนหนา 1.0-1.5 มิลลิเมตร เหล็กแผ่นกันสนิมใช้ทำถังในกรณีที่บรรจุวัสดุเคมีที่กัดกร่อน ในปัจจุบันถังบรรจุนิยมทำจากพลาสติกและไฟเบอร์กลาส เนื่องจากทนต่อการกัดกร่อน และดูแลรักษาง่าย ในประเทศที่กำลังพัฒนามักใช้ไม้ในการทำถังบรรจุเนื่องจากมีราคาถูกกว่าวัสดุอื่น สำหรับถังบรรจุต้องเลือกวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนหรือเป็นโลหะที่เคลือบด้วยเรซินชนิดพิเศษเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

ถังบรรจุเมล็ดจะติดตั้งให้เมล็ดไหลลงอย่างสม่ำเสมอ และอัตราการปลูกไม่มีผลต่อระดับความสูงของวัสดุในถัง ถังบรรจุเมล็ดทรงกระบอกที่ใช้กับเครื่องหยอด เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกมีค่าใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของขอบนอกจานหยอด เครื่องหยอดข้าวโพดแบบหลายแถว ถังบรรจุเมล็ดจะมีขนาดเล็กจุเมล็ดได้ 6-8 กิโลกรัมต่อถัง ความสูงของถังมีค่าตั้งแต่ 0.2- 0.25 เมตร และยังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร

ความจุของถังบรรจุเมล็ดสำหรับเครื่องหยอดและเครื่องปลูกมีดังนี้

ก) เครื่องหยอดแบบใช้แรงงานคน ความจุถัง 2-10 ลิตร

ข) เครื่องหยอดแบบใช้แรงงานสัตว์ ความจุถัง 10-60 ลิตร

ค) เครื่องหยอดแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ (มีหน้ากว้างในการทำงาน 1.5-2.0 เมตร)

ความจุถัง 100-150 ลิตร

การคำนวณความจุของถังบรรจุเมล็ดพืชและปุ๋ย คำนวณโดยคิดจากปริมาณของเมล็ดที่จะบรรจุถังดังนี้

$$V = Q/p \quad (1)$$

เมื่อ V = ปริมาตรของถังบรรจุเมล็ด, ลบ.ม.

Q = ความจุถัง, กิโลกรัม

p = ความหนาแน่นรวม, กก. /ลบ.ม

ง) เครื่องหยอดแบบต่อพวงรถแทรกเตอร์ (หน้ากว้างในการทำงานมากกว่า 3 เมตร)
ความจุถึง 200-300 ลิตร

2. อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด (Seed Metering Devices) อุปกรณ์จำกัดจำนวนเมล็ดมีหน้าที่จำกัดอัตราการปลูก และระยะห่างระหว่างเมล็ดที่ไหลจากถังบรรจุเมล็ดเข้าสู่อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด และผ่านท่อสู่ท่อนำเมล็ด อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดที่ดีไม่ควรทำให้เมล็ดพันธุ์เสียหาย ขนาดและรูปร่างของเมล็ดพันธุ์มีผลต่ออัตราการปลูกพืช

อุปกรณ์จำกัดจำนวนเมล็ดมีแบบต่างๆดังนี้

- ก) แบบมีช่องทางออกอยู่กับที่และมีชุดกววนเมล็ด (Stationary orifice with agitator)
- ข) ลูกหยอดในแนวตั้งพร้อมร่องหยอดเมล็ด (Vertical rotor with calls ; grooves)
- ค) แบบถ้วยหรือช้อน (Cup or spoon-type)
- ง) ลูกหยอดแบบรางตรงหรือแบบเกลียว (Fluted rollers – either with straight or helical Flutes)
- จ) ลูกหยอดแบบปุ่ม (Stud-type rollers)
- ฉ) แบบช่องทางออกหมุนได้ (Rotating orifice type)
- ช) แบบช่องทางออกเลื่อนได้ (Sliding orifice type)
- ซ) แบบฟองน้ำ (Foam pad type)
- ณ) แบบรางเหวี่ยง (Centrifugal type rotary funnel)

สำหรับระบบหยอดเมล็ดพืชที่ต้องการความแม่นยำสูง เครื่องปลูกสามารถออกแบบให้หยอดเมล็ดครั้งละเมล็ดได้ โดยมีระยะระหว่างเมล็ดสม่ำเสมอ ความสูงในการตกของเมล็ดต้องมีระยะสั้น และเมล็ดต้องวางอยู่ในร่องพอดี

อุปกรณ์หยอดสามารถจำแนกแยกแยะเป็นแบบแผ่นนอน แผ่นเอียง แผ่นตั้ง และแบบลูกหมุน อุปกรณ์หยอดเหล่านี้จะมีร่อง รอยบาก หลุม หรือรูหยอดบนจานหยอด ที่สามารถกวักเมล็ดจากถังบรรจุเมล็ด และปล่อยลงในท่อ จานหยอดจะถูกขับโดยล้อดิน (Ground wheel) อัตราปลูกสามารถเปลี่ยนแปลงปรับความเร็วในการหมุนของจานหยอด หรือโดยเปลี่ยนแปลงจำนวนของร่องกวักเมล็ดระบบหยอดที่ใช้กับเครื่องปลูกได้ มีอุปกรณ์ดังนี้

- ก) อุปกรณ์หยอดแบบลูกหยอดหมุนในแนวตั้ง พร้อมรูกวักเมล็ด (Vertical rotor with cells metering device)
- ข) อุปกรณ์หยอดแบบจานหยอดหมุนในแนวนอน (Horizontal plate metering device)
- ค) อุปกรณ์หยอดแบบแผ่นเอียง (inclined plate device)
- ง) อุปกรณ์หยอดแบบสายพานพร้อมรูหยอด (Belt with cell-type metering device)
- จ) อุปกรณ์หยอดแบบถ้วย (cup-type)
- ฉ) อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบใช้แรงลมสำหรับการปลูกที่ต้องการความแม่นยำ (Pneumatic metering for precision planting)

3 ท่อนำเมล็ด (Seed delivery tubes)

เมล็ดพันธุ์จะร่วงโดยอิสระจากถังบรรจุเมล็ดผ่านท่อนำเมล็ดลงสู่ร่องปลูก ระยะระหว่างเมล็ดมีค่าสม่ำเสมอเมื่ออุปกรณ์กำหนดเมล็ดและปุ๋ยอยู่ที่ความสูงและความเร็วเดียวกัน สำหรับเครื่องปลูกที่มีหลายแถว ท่อนำเมล็ดควรแยกลงในแต่ละแถวท่อนำเมล็ด และควรเอียงจากแนวตั้งน้อยกว่า 20 องศา ชนิดของท่อนำเมล็ด (Type of seed tubes) ควรเป็นแบบ spiral, tapered, funnel-shaped, Corrugated , spiral-wound wire หรือ telescopic และทำจากวัสดุดังต่อไปนี้

ก) Spiral tubes ทำจากเหล็กแผ่น มีความยืดหยุ่นตัวสูงและสามารถปรับขึ้นลงได้ตามความสูงของตัวเปิดร่อง ท่อนำเมล็ดแบบนี้ใช้กับเครื่องโรยเมล็ดพืช แสดงดังภาพที่ 2.13 (ก)

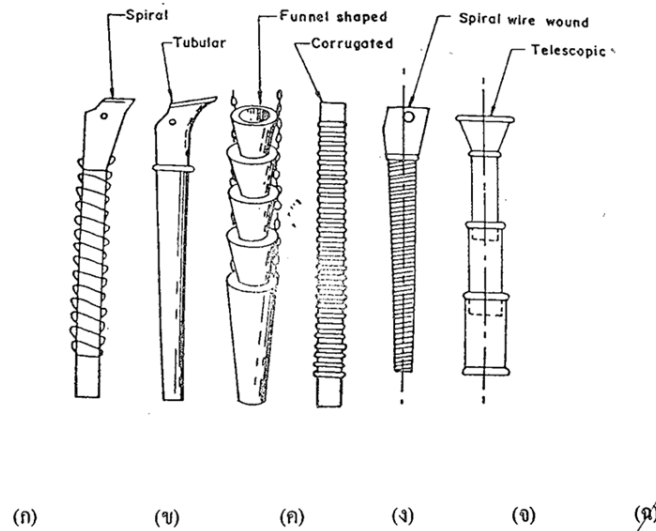
ข) Tapered tubes ทำจากยางหรือพลาสติก มีความยืดหยุ่นตัว น้ำหนักเบาและมีราคาไม่แพง การโค้งงอของท่อ มีผลให้เมล็ดไหลลงไม่สม่ำเสมอ ท่อนำเมล็ดแบบนี้ ใช้กันอย่างกว้างขวางกับเครื่องโรยเมล็ดพืช แสดงดังภาพที่ 2.13 (ข)

ค) Funnel-shaped tubes ทำจากวัสดุพีวีซีประกอบด้วยท่อรูปกรวยหลายชิ้นประกอบยึดกันด้วยโซ่ ท่อแบบนี้จะใช้กับวัสดุที่ไม่สามารถไหลได้โดยอิสระ โดยเฉพาะปุ๋ย การสั่นสะเทือนของท่อขณะที่เครื่องกำลังเคลื่อนที่ จะทำให้วัสดุจะถูกปล่อยลงและติดด้านในของท่อ ระหว่างอุปกรณ์จ่ายปุ๋ยและอุปกรณ์เปิดร่องไหลลงสะดวกขึ้น ท่อนำเมล็ดแบบนี้ใช้สำหรับส่งปุ๋ยในเครื่องปลูกแบบหยอดทั้งเมล็ดและปุ๋ย (Seed – cum – fertilizer drills) แสดงดังภาพที่ 2.13 (ค)

ง) Corrugated seed tubes ทำจากยาง ท่อแบบนี้เมื่อใช้เป็นท่อนำเมล็ดพืช ความสม่ำเสมอในการไหลลงของเมล็ด จะมีน้อยกว่าท่อนำเมล็ดชนิดอื่นๆ แสดงดังภาพที่ 2.13 (ง)

จ) Spiral – wound wire tube เป็นท่อที่ยืดหยุ่น แข็งแรงและมีน้ำหนักมาก เมื่องอท่อนำเมล็ดมีแนวโน้มว่าท่อนำเมล็ดจะหนีบหรือทำลายเมล็ด แสดงดังภาพที่ 2.13 (จ)

ฉ) Telescopic tubes ทำจากพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง มีความแม่นยำและความสม่ำเสมอในการหยอดเมล็ดสูง ท่อนี้สามารถปรับความสูงได้แต่ไม่มีความยืดหยุ่น มักใช้ติดตั้งกับเครื่องหยอดที่มีอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดลงในแต่ละแถว และระยะห่างระหว่างเมล็ดและปุ๋ยจะมีระยะที่สม่ำเสมอ แสดงดังภาพที่ 2.13 (ฉ)



ภาพที่ 2.13 ท่อนำเมล็ดที่ใช้ในการหยอด (Bernacki 1972)

ลักษณะของท่อนำเมล็ดกับการกระจายของเมล็ด (Seed tube characteristics and seed distribution) ชนิดและขนาดของท่อจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการร่วงของเมล็ด เนื่องจากการชน การกระเด็น กระดอน ของเมล็ดที่ผิวท่อในการออกแบบเครื่องปลูกพืชท่อนำเมล็ดควรอยู่ในแนวตั้ง หรือเอียงจากแนวตั้งไม่เกิน 20 องศา ท่อควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ความเร็วของเมล็ดที่ปลายสุดของท่อควรเป็นความเร็วต่ำเพื่อที่จะลดการกระเด็นและการกลิ้งของเมล็ดลงในร่อง

$$V = V_0 + 2gh \quad (2)$$

เมื่อ V = ความเร็วของเมล็ดที่ปลายท่อ, m/s

V_0 = ความเร็วเริ่มแรกของเมล็ด, m/s

g = แรงดึงดูดโลก, 9.81 m/s²

ค่า $V_0 = 0$ ดังนั้น

$$t = \sqrt{h/2g} \quad (3)$$

ตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อการกระจายของเมล็ด (Other factors affecting seed distribution) ในร่องปลูกมีสาเหตุดังต่อไปนี้

ก) ความแปรปรวนที่ตำแหน่งปล่อยเมล็ด

ข) เส้นทางโคจรของเมล็ด

ค) การเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม เนื่องจากแรงปะทะของดินที่เปิดเป็นร่อง

ง) การเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม เนื่องจากการเคลื่อนที่ของดินในร่อง

ทิศทางและความเร็วของเมล็ดที่ปล่อยลงมา เป็นผลเนื่องจากความเร็วของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ความเร็วในการทำงานของเครื่องและตำแหน่งในการปล่อยเมล็ดในทางทฤษฎีความเร็วของเมล็ดในแนว

ระดับตอนปลายที่ตำแหน่งปล่อยเมล็ด ที่ปลายท่อควรมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นเมล็ดจึงร่วงลงในแนวตั้ง เมล็ดที่มีความเร็วในแนวระดับสูงจะกระเด็นหรือกลิ้งลงในท่อ อุปกรณ์กลบดินจะทำหน้าที่กลบดิน และล้ออัดดินเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม ล้ออัดดินจะทำหน้าที่อัดดินทันทีหลังจากเมล็ดถูกปล่อยลงดิน ซึ่งเมล็ดจะไม่เคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม ถ้าเมล็ดไม่เกาะติดกับล้อ เมล็ดที่เคลื่อนย้ายจากตำแหน่งเดิมในร่องปลูกหลังจากถูกปล่อยจากท่อนำเมล็ด ที่ตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้อง สาเหตุเนื่องมาจาก

- ก) ความสูงในการปล่อยเมล็ดมีค่าต่ำ และปล่อยลงจากตำแหน่งที่กำหนดไว้
- ข) มุมในการตกของเมล็ดในร่องมีค่า 70-90 องศา จากแนวระดับ
- ค) ความเร็วในการตกของเมล็ดควรมีค่าต่ำ เพื่อป้องกันการกระเด็นหรือกลิ้งของเมล็ด
- ง) ล้อกลบเมล็ดวิ่งทับทันทีหลังจากเมล็ดถูกปล่อยลง ซึ่งระยะระหว่างเมล็ดจะไม่เปลี่ยนแปลง
- จ) มุมตัวเปิดร่องที่ทำให้เกิดทิศทางการผลัดดิน ที่ไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของเมล็ด ควรมีใบตัวเปิดร่องทำมุม 20 องศา กับทิศทางการเคลื่อนที่
- ฉ) เมล็ดที่ไหลลงด้วยแรงดันอากาศความเร็วที่รับรองคือ 5 เมตร/วินาที
- ช) ท่อนำเมล็ดควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22-25 มิลลิเมตร และผิวท่อควรเรียบ

4 อุปกรณ์เปิดร่อง (Furrow openers)

เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืชจะมีอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับให้เมล็ดร่วงลงในร่องด้วยความลึกและระยะห่างที่สม่ำเสมอ ความลึกในการปลูกขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและระดับความชื้นในดิน ในดินแห้ง และอัตราความชื้นแห้งที่ผิวหน้าดิน โดยมีการกระทบกระเทือนผิวหน้าดินน้อยที่สุด ดินที่ความชื้นสูงเกินไปจะลดความสามารถในการเจริญเติบโตของต้นกล้าและนอกจากนี้การเตรียมดินที่ดีจะช่วยลดการอัดตัวของดินที่อุปกรณ์เปิดร่อง

อุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.14 และแสดงลักษณะการทำงานในภาพที่ 2.15 ชนิดของอุปกรณ์เปิดร่องอธิบายดังนี้

ก) แบบหมุน (Rotating type)

สำหรับเครื่องหยอดธัญพืช จะนิยมใช้อุปกรณ์เปิดร่องแบบหมุน ซึ่งเป็นแบบจานเปิดร่องเดี่ยว (single disc furrow openers) และจานเปิดร่องคู่ (double disc furrow openers) จานเปิดร่องแบบเดี่ยวเป็นตัวเปิดร่องที่จะทำหน้าที่ตัดดิน จานเปิดร่องสามารถทำงานได้ดีภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน ท่อนำเมล็ดจะต้องวางอยู่หลังจานหรือด้านข้างของจาน ในการปรับปรุงแรงกดของจานให้เพิ่มสปริงรับแรงกด

จานเปิดร่องแบบร่องคู่ ประกอบด้วยแผ่นจานเรียบ 2 ใบ วางเอียงจากแนวตั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดร่องตัววีในดิน ท่อนำเมล็ดจะวางอยู่ระหว่างจานตัวเปิดร่อง จะผลัดดินลงและเปิดดินด้านข้างเป็นร่องรูปตัววี การรับแรงกดของจานเปิดร่องจะใช้สปริงและกระบอกไฮดรอลิก จานเปิดร่องแบบคู่สามารถทำงานได้ดีภายใต้สภาพดินหลายรูปแบบ ดินจะถูกผลัดไปด้านข้างน้อยกว่าจานเปิดร่องแบบเดี่ยวแต่จะสามารถตัดวัชพืชบนผิวดินได้

ข) แบบอยู่กับที่ (Fixed type openers)

Suffolk coulter คืออุปกรณ์เปิดร่องแบบรองเท้า (Shoe – type opener) มีการเปิดร่องเป็นรูปตัววี ตัวตัดดิน (Shoe coulter) ทำจากเหล็กหล่อและสามารถเปลี่ยนได้ ซึ่งชอบมีลักษณะเป็นมุมเอียงและโค้ง

ไปด้านหลัง เหมาะสมกับการปลูกพืชในระดับตื้นๆ มีความลึกในการปลุกสม่ำเสมอและสามารถทำงานได้ดีในสภาพดินปกติ ท่อนำเมล็ดมักจะอุดตันเมื่อทำงานในดินเหนียว อุปกรณ์เปิดร่องแบบนี้นิยมใช้สำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช

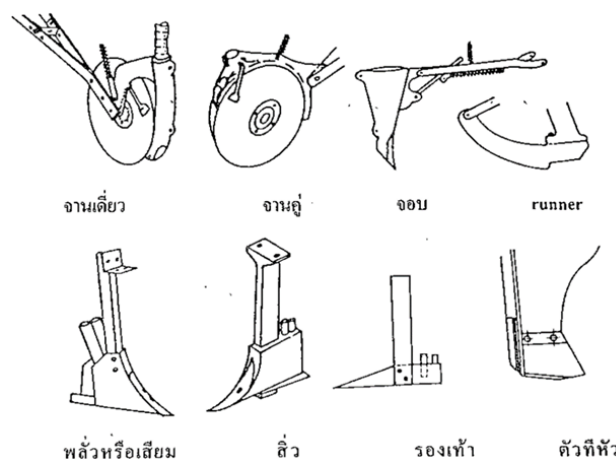
แบบจอบ (hoe type) ลักษณะการเปิดดินของอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบขึ้นอยู่กับชุดของตัวเปิดร่อง มีการยกและพลิกหน้าดินไปด้านหลังทำให้เกิดร่องรูปตัววี ใบมีดจอบขนาดมาตรฐานติดตั้งอยู่บนโครงตายตัว หรือ สปริง ที่ติดอยู่บนโครงเครื่องอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบ ทำงานได้ดีในดินหลายสภาพแต่ไม่สามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่มีพางข้าวมาก

แบบ Runner เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะเป็นใบมีดยาวมีขอบคมสำหรับตัดดินโดยมีการรบกวนผิวหน้าดินน้อยที่สุดสามารถทำงานได้ดี ในแปลงที่มีการเตรียมดินดีและเหมาะสำหรับการปลูกในระดับตื้น เนื่องจากอุปกรณ์เปิดร่องมีความยาว ดังนั้นจึงมีการอัดตัวที่ก้นร่อง ใบมีดแบบ Runner จะเอียงไปด้านหลัง นิยมใช้ปลูกกันมากกับข้าวโพดและพืชอื่นๆ ที่มีการปลูกในระดับตื้น

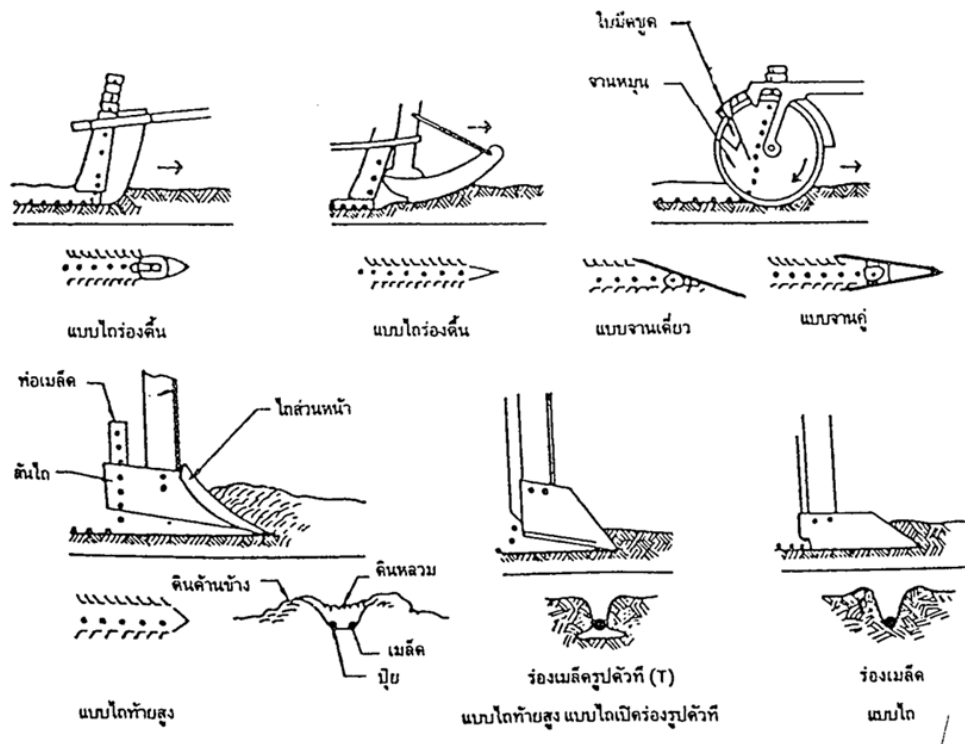
แบบพลั่วหรือเสียม (Shovel type) เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะแคบ ขนาด 100 มิลลิเมตร มุมเปิดดินเป็นวัสดุคมและเป็นรูปสามเหลี่ยม และสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย ด้านหลังประกอบด้วยท่อนำเมล็ดและท่อใส่ปุ๋ย ความยาวของพลั่วมีค่าตั้งแต่ 100-250 มิลลิเมตร ด้านหลังของฝากรอบจะมีร่องสำหรับป้องกันดินแห้งไหลย้อนมากลบเมล็ด อุปกรณ์เปิดร่องแบบพลั่วสร้างได้ง่ายเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เปิดร่องแบบจาน

แบบรองเท้า (Shoe type) สามารถหยอดเมล็ดพืชและปุ๋ย ที่ความลึกเดียวกัน เมล็ดและปุ๋ยจะหยอดห่างกัน 50 มิลลิเมตร ในช่องป้องกันการอุดตันของดิน ดินเปียกสามารถติดไปด้านหลังของช่องป้องกันการอุดตันของดินแต่ไม่ติดที่ปลายท่อนำเมล็ดและท่อใส่ปุ๋ย

แบบตัวทีกลับหัว (Inverted -T furrow opener) ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดย Choudhary (1988) สำหรับใช้ในการหยอดเมล็ดข้าวในสภาพดินไร่ที่ไม่มีการเตรียมดิน ตัวเปิดร่องเปิดดินเป็นร่องเล็กๆ ซึ่งมีการกระแทกกระทือนดินน้อย ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 2.14 ชนิดอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช



ภาพที่ 2.15 ลักษณะของร่องปลูกสำหรับอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ

อุปกรณ์เปิดร่องสำหรับใส่ปุ๋ยและเมล็ด (Furrow openers for placement of seed and fertilizer) การใส่ปุ๋ยได้กำหนดให้ใส่เป็นแถบห่างจากเมล็ด 5 เซนติเมตร ระดับที่ความลึกเดียวกัน หรือใส่ปุ๋ยลึกกว่าเมล็ด 5 เซนติเมตร โดยทั่วไปเมล็ดพืชจะหยอดที่ความลึก 3-7 เซนติเมตร ดังนั้น ความลึกของปุ๋ยที่กำหนดคือ 8-1 เซนติเมตร เมื่อความชื้นในดินต่ำ เช่น ในเขตเกษตรใช้น้ำฝน การหยอดเมล็ดและปุ๋ยจะต้องหยอดให้ลึกกว่าที่กล่าวมาแล้ว

ในการออกแบบนั้นระยะปลูกระหว่างแถว (20-25 เซนติเมตร) จะมีปัญหาในการออกแบบมาก การติดตั้งอุปกรณ์เปิดร่องใกล้กันเป็นสิ่งที่ยาก เนื่องจากดินจะไหลจากร่องหนึ่งไปยังร่องข้างเคียง ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณดินที่กลบเมล็ด เมื่อความลึกในการปลูกเป็นสิ่งจำเป็นปัญหาการติดตั้งอุปกรณ์เปิดร่อง แก้ไขโดยการติดตั้งให้สลับกันบนคันหลัก

การแยกอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเมล็ดพืช และปุ๋ยเป็นการเพิ่มต้นทุนของเครื่องปลูก และแรงฉุดลาก สิ่งเหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้การแบ่งห้อง 2 ห้อง สำหรับหยอดเมล็ดและปุ๋ยห่างกัน 5 เซนติเมตรที่ความลึกเดียวกัน

แรงฉุดลากของอุปกรณ์เปิดร่องขึ้นอยู่กับสภาพดิน ชนิดของอุปกรณ์เปิดร่อง ความเร็วและความลึกในการทำงาน จำนวนอุปกรณ์เปิดร่องคือค่าแรงฉุดลากรวมของเครื่องหยอด เครื่องต้นกำลังที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับแรงฉุดลากรวม

ค่าแรงฉุดลากเครื่องปลูก 2 แถว และ 2 แถว ที่ประเมินตามชนิดของดินแบบต่างๆ ในประเทศต่างๆ มีค่าระหว่าง 60 Kgf ถึง 100 Kgf สำหรับดินอ่อน (light soils) แรงฉุดลากมีค่า 20 Kgf ต่อแถว และสำหรับดินแข็ง (heavy soils) แรงฉุดลากมีค่า 30 Kgf ถึง 35 Kgf ต่อแถว

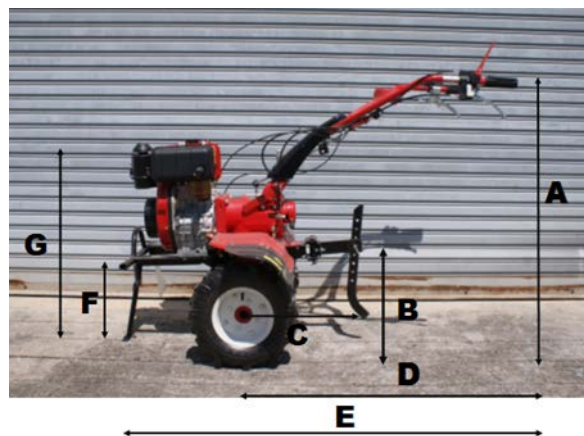
5 การถ่ายทอดกำลัง (Drive for Power Transmission)

เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืชสามารถจำแนกได้ 3 แบบ ตามชนิดของเครื่องต้นกำลัง คือ

- 1) แบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์
- 2) แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม และ
- 3) แบบใช้แรงงานคน

- รถไถเดินตาม สำหรับงานเกษตรกรรม เป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้เป็นต้นกำลังหลักสำหรับการลากและขับอุปกรณ์เกษตรชนิดต่างๆ รถไถนาเดินตามใช้กันอย่างแพร่หลายในการทำนา เนื่องจากรถไถเดินตามใช้เครื่องยนต์ต้นกำลังตั้งแต่ 3 ถึง 12 แรงม้า (สูงสุดไม่เกิน 14 แรงม้า) จึงทำให้มีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา ทำงานได้คล่อง ราคาไม่สูงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานสัตว์ นอกจากนั้นการบำรุงดูแลรักษาและการซ่อมแซมก็ไม่ยุ่งยาก รถไถเดินตามจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นเครื่องต้นกำลังในการทำนาที่มีพื้นที่แบ่งออกเป็นแปลงขนาดเล็ก มีคันนาล้อมรอบ นอกจากนั้นการทำนาต้องอาศัยน้ำมากทำให้ดินชั้นบนอ่อน หากใช้รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก รถแทรกเตอร์จะจมดินลึกทำงานไม่สะดวกหรืออาจจะจมดินจนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

ขนาดต่างๆของรถไถเดินตามที่ใช้ในการทดลองมีขนาด 6 แรงม้า ยี่ห้อ Polo รุ่น HSD1G-105 ดีเซล แสดงดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 รถไถเดินตามขนาด 6 แรงม้า

ตารางที่ 2.1 มิติของรถไถเดินตามขนาด 6 แรงม้า ยี่ห้อ Polo รุ่น HSD1G-105 ดีเซล

ตัวอักษร	ความยาว(cm)
A	110
B	46
C	50
D	105
E	150
F	38
G	83

7) ล้อขับ

การเลือกใช้ล้อขับให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพดิน เมื่อล้อดิน (ground wheel) รับน้ำหนักของเครื่อง เช่น เมล็ดและปุ๋ยในถังบรรจุเมล็ด น้ำหนักนี้จะลงที่ล้อมีมากเพียงพอที่จะถ่ายทอดกำลังจากล้อไปยังอุปกรณ์ขับเคลื่อน เนื่องจากกำลังที่ใช้สำหรับใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดมีค่าน้อย

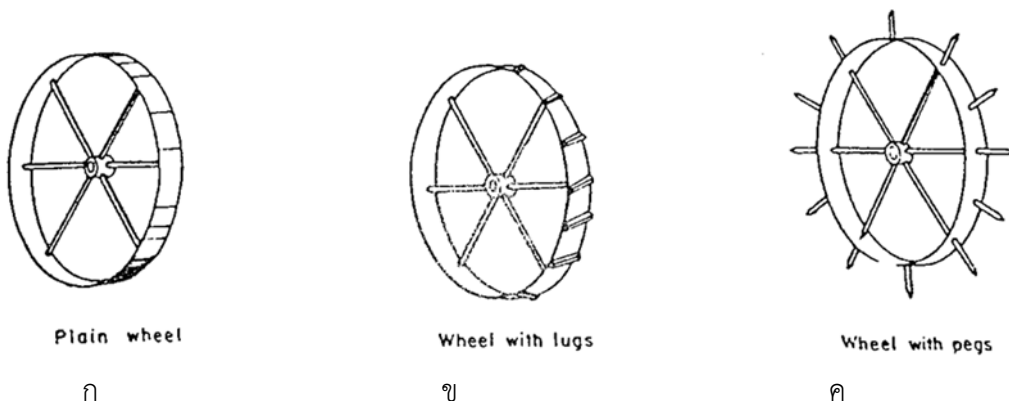
ล้อขับที่ใช้กันอยู่มี 2 แบบ คือ แบบล้อกลม (pneumatic wheel) และแบบล้อเหล็ก (rigid steel wheel) ล้อเหล็กเป็นแบบที่นิยมใช้มากเพราะว่าราคาถูก มีการดูแลรักษาน้อย และใช้งานได้นาน ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ดังนี้

ก) ล้อเรียบ (plain wheel) ในรูปที่ 30 มีขนาดความกว้าง 75-100 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 400-700 มิลลิเมตร จำนวนซี่เหล็กในวงมีจำนวน 8-12 ซี่ ล้อแบบนี้จะวิ่งเรียบและสัมผัสกับผิวดินได้ดี มีแรงฉุดลากที่พอเหมาะกับกลไกการขับเคลื่อน นิยมใช้กับดินร่วนและใช้ได้ดีในดินเหนียวแฉะ

ข) ล้อมีครีบ (lugged wheel) มีแรงฉุดลากดีกว่า หรือมีการจับยึดดินที่ดีกว่า ครีบเล็กมีอยู่ในบริเวณของนอกของล้อ มีความสูง 25 มิลลิเมตร และเชื่อมทำมุม 20-25 องศากับแกนหมุน เพื่อลดการสิ้นเปลืองครีบที่วางทำมุมมากกว่า ศูนย์องศา และวางถี่ๆ จะช่วยลดการสึกหรอ การสั่นสะเทือนและแรงต้านทานการกลิ้ง การพัฒนาเครื่องหยอดสำหรับต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์จะมีล้อแบบมีครีบขนาดใหญ่ติดตั้งอยู่บนโครงครีบบางอยู่ชิดกันวางทำมุมศูนย์องศาเพื่อให้มีแรงฉุดมากขึ้น วงล้อมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 350 ถึง 400 มิลลิเมตร

ค) ล้อแบบมีซี่ (pegged type wheel) ล้อแบบมีซี่เหมาะที่จะใช้กับดินเปียกหรือดินเหนียวขณะที่ล้อเรียบ ล้อแบบมีครีบ หรือล้อกลม ไม่สามารถทำงานได้ ขอบล้อมีความกว้าง 25 ถึง 40 มิลลิเมตร และซี่ล้อมีความยาวระหว่าง 75 ถึง 120 มิลลิเมตร วงล้อมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 500-800 มิลลิเมตร จำนวนซี่ล้อมีจำนวน 12-30 ซี่ ขึ้นอยู่กับขนาดล้อ ซี่ล้อส่วนใหญ่ทำจากเหล็กกลมหรือเหล็กแบน

การเคลื่อนที่ของล้อเป็นวงกลม ซึ่งล้อจะจมลงดินในแนวตั้ง และเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งเป็นการผลักดันลง ไม่ใช่ตะกุดดินขึ้น ล้อขับที่ถ่ายทอดกำลังไปยังอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด มีค่าการสิ้นเปลืองระหว่าง 20-25 % การเพิ่มน้ำหนักล้อด้วยสปริง ช่วงในระยะเวลาสัมผัสระหว่างผิวดินและล้อมีความสม่ำเสมอ สามารถลดการสิ้นเปลืองได้ 10-12 %



ภาพที่ 2.17 ชนิดล้อขับ (ก) ล้อเรียบ (ข) ล้อมีครีบ และ (ค) ล้อแบบมีซี่

2.3 สูตรการคำนวณของหยอดเมล็ดข้าวไร่

- ประสิทธิภาพของการหยอดที่ 2-5 เมล็ด (%)

$$= \text{จำนวนหลุมที่มีเมล็ด 2-5 เมล็ด} / \text{จำนวนหลุมทั้งหมด} \times 100 \quad (4)$$

- เมล็ดที่สูญเสีย (%)

$$= \text{จำนวนเมล็ดที่แตกหักเสียหาย} / \text{จำนวนเมล็ดทั้งหมดทั้งหมด} \times 100 \quad (5)$$

- วัดความกว้างของระยะการหยอด แล้วคำนวณความสามารถทางไร่ทางทฤษฎีโดยใช้สูตร

$$\text{ความสามารถทางไร่ทางทฤษฎี(ไร่/ชั่วโมง)} = \text{ความกว้าง} \times \text{ความเร็วในการเคลื่อนที่} / 1.6 \quad (6)$$

- จับเวลาในการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จ วัดขนาดพื้นที่ที่ทำงานได้คำนวณหาความสามารถทางไร่จริงจากพื้นที่ที่หยอดเมล็ดได้ต่อเวลาที่ใช้

$$\text{ความสามารถทางไร่จริง(ไร่/ชั่วโมง)} = \text{พื้นที่ที่ได้} / \text{เวลาที่ใช้} \quad (7)$$

- หาประสิทธิภาพการทำงานทางไร่จากสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่(\%)} = \text{ความสามารถจริง} / \text{ความสามารถทางทฤษฎี} \times 100 \quad (8)$$

- หาอัตราการบริโภคน้ำมัน

$$\text{อัตราการบริโภคน้ำมัน (ลิตรต่อชั่วโมง)} = \text{น้ำมันที่ใช้(ลิตร)} / \text{เวลาที่ใช้ไป(ชั่วโมง)} \quad (9)$$

- หาการสิ้นไถล

$$\text{การสิ้นไถล(เปอร์เซ็นต์)} = (\text{ระยะส่วนเกิน} \times 100) / \text{ระยะจริง} \quad (10)$$