

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนั้นจำเป็นจะต้องทราบข้อมูลหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในแต่ละเรื่องให้ดี ก่อนที่จะออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อให้ข้อผิดพลาดเกิดขึ้นน้อยที่สุดและประหยัดเวลา

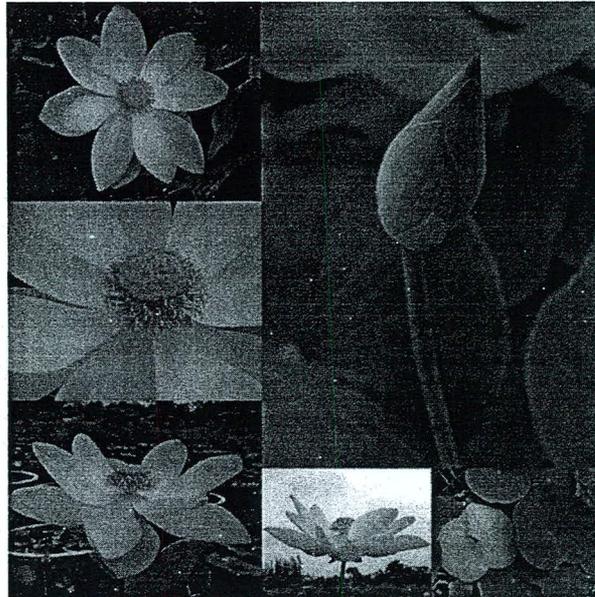
2.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบัวหลวง

บัวหลวงเป็นพืชน้ำที่ปลูกง่ายและสามารถเพาะปลูกได้ทั่วไปง่ายต่อการดูแลรักษา และควบคุมผลผลิตได้ง่าย ส่วนเมล็ดบัวนั้นอุดมไปด้วยวิตามินเอ วิตามินซี วิตามินอี มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบอยู่ถึงประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ และมีเกลือแร่ ฟอสฟอรัส นอกจากนี้ตัวเมล็ดบัวยังมีสรรพคุณ บำรุงสมอง บำรุงประสาท บำรุงไต ช่วยรักษาอาการท้องร่วง และบิดเรื้อรัง และสรรพคุณพื้นบ้านที่ใช้กันเป็นยาบำรุงเลือดหรือเพิ่มเลือด ถิ่นกำเนิดของบัวส่วนใหญ่อยู่ในเขตร้อน ดังนั้นจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกพื้นที่ของประเทศไทย เกษตรกรจำนวนมากในหลายจังหวัดยึดการปลูกบัวเป็นอาชีพหลัก และเนื่องจากบัวเป็นไม้้ำ ลักษณะของแปลงปลูกจึงต้องมีการขังน้ำเหมือนทำนาข้าว อาจเรียกการปลูกบัวเป็นการค้าได้สำหรับในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมาก อีกอย่างหนึ่งการทำนาบัว นาบัวสามารถดูแลรักษาง่ายกว่านาข้าว มีโรคและแมลงรบกวนน้อย ใช้น้ำน้อยกว่า สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งในรูปดอกตูมและเก็บเมล็ด ผลผลิตทั้งสองรูปแบบนี้ยังเป็นที่ต้องการของทั้งในประเทศและต่างประเทศดังนั้นจากสภาพปัจจุบันที่เกษตรกรผู้ทำนาประสบปัญหาทั้งในเรื่อง การขาดน้ำ และราคาข้าวไม่แน่นอน นาบัวจึงเป็นทางเลือกใหม่ทางหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่นาข้าว ในประเทศไทยนิยมซื้อขายเมล็ดบัวแห้งที่ยังไม่ได้กะเทาะเปลือก เพราะสามารถเก็บไว้ได้นาน

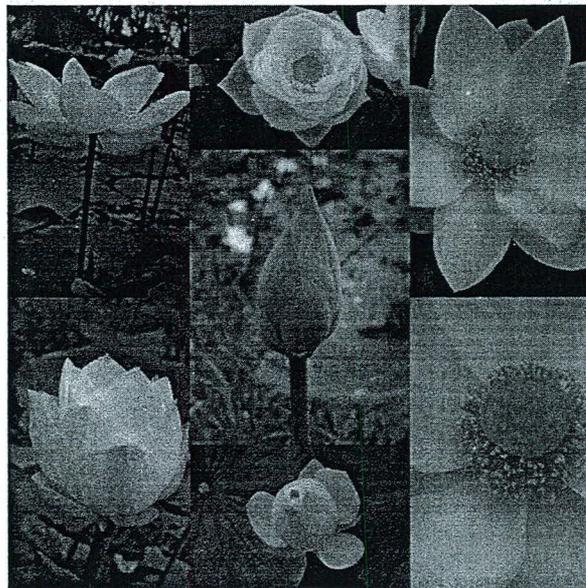
2.1.1 บัวหลวงพันธุ์ดอกสีชมพู (บัวแหลมชมพู)

มีชื่อว่า ปทุม ปัทมา โภกระนต์ หรือ โภกนุต ดอกขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ปลายเรียวสีชมพู กลีบดอกชั้นนอกมี 4-5 กลีบ รูปไข่มีขนาดเล็กเรียงตัวกัน 2 ชั้น ส่วนกลางของกลีบมีรูปร่างโค้งป่อง ตรงกลางสีชมพูอมเขียว ส่วนกลีบดอกชั้นกลางและชั้นในสีชมพูเข้ม โคนกลีบดอกสีขาวนวล มีประมาณ 13-14 กลีบ เรียงตัวเป็นชั้น

ประมาณ 3 ชั้น อยู่โดยรอบฐานดอก กลีบชั้นนอกและชั้นในมีสีและรูปร่างคล้ายชั้น
กลางแต่เล็กกว่ากลีบในชั้นกลาง



รูปที่ 2.1 บัวแหลมชมพู [9]

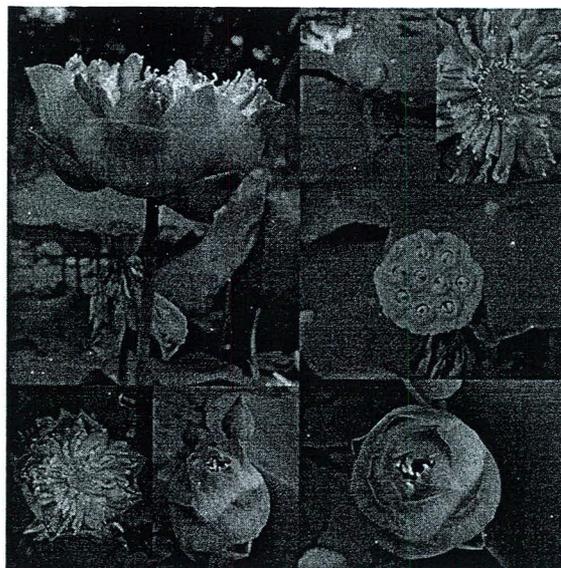


รูปที่ 2.2 บัวแหลมขาว [9]

2.1.2 บัวหลวงพันธุ์ดอกสีขาว (บัวแหลมขาว)

มีชื่อว่า บุนทริก หรือ ปุณทริก ดอกขนาดใหญ่เป็นรูปไข่ ปลายเรียว คล้าย
บัวพันธุ์ปทุม ดอกมีสีขาวประกอบด้วยกลีบดอกชั้นนอกสีขาวอมเขียว ส่วนกลีบในชั้น

กลางและชั้นในสีขาวปลายกลีบดอกสีชมพูเรื่อๆ รูปร่างของกลีบและการเรียงตัวของกลีบดอกคล้ายดอกบัวพันธุ์ปทุม



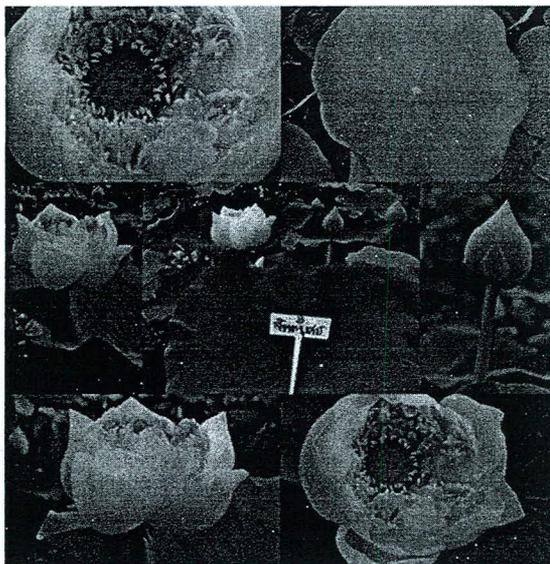
รูปที่ 2.3 บัวหลวงฉัตรชมพู [9]

2.1.3 บัวหลวงชมพูซ้อน (บัวหลวงฉัตรชมพู)

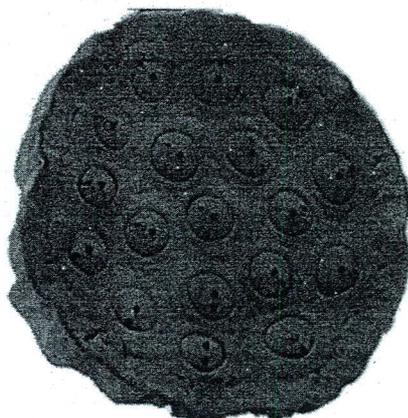
มีชื่อว่า สัตตบงกช ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ทรงป้อม สีชมพู ประกอบด้วยกลีบนอกเป็นรูปรี มี 4-7 กลีบ กลีบเล็กเรียงซ้อนกันเป็นชั้น 2-3 ชั้น สีเขียวอมชมพู กลีบในสีชมพูตลอด ส่วนโคนกลีบที่ติดกับฐานรองดอกมีสีขาวอมเหลือง กลีบในมีประมาณ 12-16 กลีบ กลีบในชั้นนอกและชั้นในมีขนาดเล็กกว่าชั้นกลาง เป็นรูปไข่ที่มีส่วนกว้างอยู่ด้านบน เกสรตัวผู้ชั้นนอกเป็นหมัน โดยมีก้านชูที่เป็นเกสรตัวผู้ที่เป็นแผ่นบางๆ สีชมพูคล้ายกลีบใน แต่มีขนาดเล็กกว่าไม่มีอับเรณู ปลายกลีบมีส่วนยื่นออกมาที่มีฐานเรียวเล็ก ส่วนปลายพองใหญ่มีสีขาวนวล

2.1.4 บัวหลวงขาวซ้อน (บัวหลวงฉัตรขาว)

มีชื่อว่า สัตตบุษย์ ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ทรงป้อม คล้ายบัวพันธุ์ สัตตบงกช ดอกมีสีขาว ประกอบด้วยกลีบดอกสีเขียวอมขาว ส่วนกลีบชั้นในสีขาวตลอด ส่วนรูปทรงและการเรียงตัวของกลีบดอกคล้ายบัวพันธุ์ สัตตบงกช



รูปที่ 2.4 บัวหลวงฉัตรขาว [9]



รูปที่ 2.5 ลักษณะฝักและเมล็ดบัวหลวง [10]

2.1.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

บัวหลวงเป็นไม้น้ำและไม้ล้มลุกหลายฤดู มีเหง้าและไหลอยู่ใต้ดิน ฝังตัวอยู่ในโคลนเลน เป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบเกือบกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20-50 เซนติเมตร ก้านใบแข็ง มีหนามเล็ก ๆ เมื่อหักเป็นสายใยและมีน้ำยางขาว ดอกเป็นดอกเดี่ยวมีสีขาวและสีชมพู ก้านดอกแข็งมีหนามเล็ก ๆ ชูเหนือน้ำ กลีบดอกจำนวนมาก เรียงซ้อนกันหลายชั้น ดอกมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ เมื่อดอกบานเส้นผ่านศูนย์กลาง 15-25 เซนติเมตร ดอกมีหลายรูปทรงและมีหลายสี เช่น สีขาว สีชมพู แล้วแต่พันธุ์

2.1.6 การปลูก

บัวหลวงจะเจริญพันธุ์โดยไหลซึ่งแตกจากเหง้าใต้ดิน ปลูกลงในบ่อในโคลนเลนโดยตรง หรือปลูกในกระถางทรงแบนให้ตั้งตัวก่อน แล้วนำไปวางในโคลนเลนให้แตกไหลออกมาและเจริญต่อไป

2.1.7 พันธุ์ที่ใช้

บัวหลวงขาว บุนทริก ปุณทริก ดอกจะมีสีขาว ทรงสวย ดอกใหญ่ สัตตบุษย์ บัวฉัตรขาว ดอกจะมีสีขาว ทรงป้อม ดอกใหญ่ สัตตบงกช บัวฉัตรแดง ดอกจะมีสีชมพู ทรงป้อม ดอกใหญ่ ปทุม ประทุม ปทุมมาลย์ ปัทมา ดอกมีสีชมพู ทรงสวย ดอกใหญ่

2.1.8 การเก็บเกี่ยว

1) การเก็บไหล หลังจากปลูกประมาณ 2-3 เดือน บัวที่ปลูกเจริญเติบโตเต็มที่ สามารถเริ่มเก็บไหลได้ โดยสังเกตใบที่แตกขึ้นมาใหม่ หากชูใบขึ้นมาพ่นน้ำและยังไม่คลี่ใบ แสดงว่าเก็บไหลบัวได้ระดับน้ำในบ่อต้องคงที่ที่ความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร ไหลบัวที่อ่อนมีคุณภาพและเก็บได้ง่ายแต่ถ้าความลึกของน้ำลึกมากกว่าใบบัวจะไหลพ่นน้ำขึ้นมาต้องใช้เวลาทำให้ไหลแก่เกินไป กรณีที่เก็บไหลจำหน่ายถ้าพบว่ามีดอกออกมาควรทำการหักทิ้งหากปล่อยให้บัวออกดอกจะทำให้ไหลไม่ค่อยแตกและมีขนาดสั้นลง อายุการเก็บไหล 1 ฤดูกาลปลูกใช้เวลา 3 เดือน หลังจากนั้นต้นบัวจะโทรมให้ผลผลิตน้อย จึงต้องมีการบังคับให้แตกไหลใหม่ โดยการระบายน้ำออกจากนาให้แห้งแล้วไถเพื่อลดความหนาแน่นของต้นบัวแล้วปล่อยน้ำเข้าแปลงอีกครั้ง การปลูกบัวเพื่อเก็บไหลไม่สามารถทำได้ทั้งปี เมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวบัวจะหยุดการเจริญเติบโตและไม่แตกไหล รอพ้นฤดูหนาว (ช่วงเดือน กุมภาพันธ์) จึงเริ่มหันมาดูแลเพื่อเก็บเกี่ยวไหลใหม่

2) การเก็บเหง้า (รากบัว) ทำการผลิตในแหล่งน้ำธรรมชาติ รากบัวที่เก็บควรจะมียุอายุประมาณ 1 ปี เพื่อให้รากมีความสมบูรณ์เต็มที่ รากบัวแต่ละแห่งจะมีคุณภาพไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ดินที่เหมาะสมแก่การเก็บรากบัวสังเกตได้จากต้นมีการโอบตัวลง ใบแก่ ใบตะแคงหนีน้ำฝน การเก็บเกี่ยวสามารถทำได้ในช่วงฤดูแล้งโดยปล่อยให้ดินแห้งจนแตกกระแหง ใช้เสียมขุดงัดตามระแนงที่ดินแตกออกเป็นก้อน ๆ จากนั้นจึงนำมาล้างและคัดขนาดก่อนจำหน่าย

3) การเก็บใบแห้ง สามารถทำได้โดยตัดใบชิดโคน จากนั้นนำมาตากแดด ประมาณ 1-2 วัน (ให้แห้งพอดิบ) แล้วจึงนำมาพับครึ่งใบเรียงซ้อนกันประมาณ 1 กิโลกรัม (60 ใบ)

4) การเก็บฝักอ่อน การผลิตมีวิธีปฏิบัติเช่นเดียวกับการผลิตเพื่อตัดดอก แต่สายพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นสายพันธุ์แหลมขาวและแหลมชมพู การเก็บเกี่ยวจะเก็บฝักหลังจากดอกบานประมาณ 1 สัปดาห์ ความถี่ในการเก็บเกี่ยวประมาณ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลาของการเก็บเกี่ยวฝักประมาณ 6 เดือน การนำบัวฝักอ่อนสำหรับใช้ประดับจะนำฝักบัวไปชุบสีเงิน หรือสีทองแล้วจึงนำไปอบแห้ง ฝักบัวแต่ละขนาดจะมีราคาที่แตกต่างกัน เช่น เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก 8 เซนติเมตร ขึ้นไป ราคาฝักละ 5 บาท เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก 6-7 เซนติเมตร ราคาฝักละ 4 บาท และ เส้นผ่าศูนย์กลางฝักต่ำกว่า 6 เซนติเมตร ขึ้นไป ราคาฝักละ 2 บาท

5) การเก็บฝักสดเพื่อรับประทาน การผลิตส่วนใหญ่จะปลูกเองและมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ (บ่อน้ำ สระน้ำ) สายพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นสายพันธุ์แหลมขาวและแหลมชมพู จะปล่อยให้ฝักติดเมล็ด รับประทานเมล็ดสดแทน

6) การเก็บเมล็ดบัวที่แก่เพื่อนำมาแกะเปลือก ควรเป็นฝักบัวที่มีอายุหลังจากดอกบานแล้ว 25-26 วัน โดยสังเกตจากเปลือกเมล็ดบัวจะมีสีเขียวน้ำตาลเกือบดำแต่ผิวเมล็ดยังไม่แข็ง

7) การเก็บเมล็ดบัวลอกเปลือกแล้วตากแห้ง โดยการนำเอาเมล็ดบัวที่แก่จัดไปต้มน้ำให้เดือดประมาณ 3-5 นาที จากนั้นยกลงไปแช่น้ำเย็นแล้วแกะเปลือกและใส่ในอออก (ดีบัวเป็นส่วนของต้นอ่อนในเมล็ดมีรสขมนิยมใช้รับประทานเป็นยา) ตากให้แห้ง เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิทเพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้นผลผลิตเมล็ดบัวแห้ง

2.1.9 แนวทางปฏิบัติต่อบัวหลวงในการส่งออก

1) ควรเก็บดอกบัวในระยะที่เหมาะสมของบัวแต่ละสายพันธุ์เช่น พันธุ์สัตตบงกช (ฉัตรชมพู) ควรเก็บเกี่ยวเมื่อดอกบัวโผล่พ้นน้ำ 10 วัน (สำหรับพื้นที่กรุงเทพฯ และ ตะวันออกโดยจะสังเกตเห็นกลีบเลี้ยงเป็นสีน้ำตาลแล้ว)

2) ควรเก็บดอกบัวด้วยมีดที่คมและสะอาด ถ้าไม่สะดวกรีบลำเลียงถึงโรงเรือน แล้วตัดปลายก้านด้วยมีดที่คมและสะอาด ถ้าจุ่มรอยตัดในน้ำร้อนสักประมาณ 3 วินาที เพื่อกำจัดน้ำยางออกไปจะดียิ่งขึ้น ในระหว่างเก็บเกี่ยวควรมีภาชนะบรรจุน้ำไว้ใส่

ดอกบัวที่ตัดจากต้น เพื่อลดการซ้ำจากการหอบด้วยอ้อมแขนรวมถึงเพื่อลดอาการขาดน้ำ ภาชนะนั้นอาจคล้องแขนหรือวางในเรือแล้วลากตามไปแล้วแต่สะดวก

3) การบรรจุหีบห่อลงกระดาศลูกฟูกโดยรองพื้นด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกและยึดก้านดอกไม้ให้เคลื่อนที่ภายในกล่องจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมิวัสดุอุดเอธิลีนด้วย

ตารางที่ 2.1 สถานการณ์การตลาดของบัวหลวงจากปี 2542 ถึง ปี 2546 บัวหลวงมีปริมาณและมูลค่าการส่งออกดังนี้ [11]

ส่วนของบัวหลวง	2542	2543	2544	2545	2546	2547
ดอก	287,185	449,772	782,980	438,415	800,729	697,207
ใบ	9,955	5,677	3,479	39,333	28,515	13,320
ต้น	44,060	15,370	177,265	322,604	209,425	315,118
ฝักแห้ง	270,000	-	57,400	593,720	750	-
ใบแห้ง	976,495	23,310	90,000	434,885	160,000	115,046
เมล็ด	2,500,912	2,793,925	5,312,290	7,721,042	10,683,726	4,389,476

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง

2.2.1 การออกแบบเพลลา

เพลลาเป็นชิ้นส่วนงานที่ใช้ในงานในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด เพลลาที่ดี ต้องสามารถรับแรงดึง แรงกด แรงบิด หรือแรงอัด การคำนวณหาขนาดต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วยและการทนต่อความล้าของเพลลา เพลลาต้องมีความแข็งแกร่ง (Rigidity) เพียงพอที่จะลดมุมบิดภายในเพลลาให้อยู่ในขีดจำกัดพอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) มีผลต่อความเร็ววิกฤต (Critical speed) ของเพลลาลดลง อีกทั้งยังมีผลต่อชิ้นส่วนที่ประกอบร่วมกับเพลลา เช่น ลูกปืน พู่เล่ย์ เฟือง หรือชิ้นส่วนที่ส่งกำลัง เป็นต้นยกตัวอย่างเช่น

1) แอกเซล (AXLE) จะใช้ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่อยู่นิ่งหรือหมุน ที่รองรับการหมุนหรือการสั่นสะเทือน แอกเซลจะไม่สามารถ รับโมเมนต์ บิด จึงรับแต่ภาระ

ตัดเป็นส่วนใหญ่ แอ็กเซลจึงแบ่งเป็นแอ็กเซลที่อยู่กับที่ เช่น ล้อหมุนของเครนหรือรถหมุน ส่วนแกนแอ็กเซลแบบหมุนได้ เช่น ล้อของรถไฟ ร่องเพลลาของแกนที่หมุนได้จะได้รับการหล่อลื่นดีขึ้น เพราะสารหล่อลื่นอยู่ตรงร่องเพลลาและไม่ได้เป็นแบบหล่อลื่นผ่านทางรูกลางของแกนแต่อย่างใด

2) เพลลา (SHAFT) เพลลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้เพลลาจะรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายภาระมาจากล้อเฟือง, ล้อสายพานหรือคลัตช์ เพลลาจึงสามารถรับ ภาระบิดและภาระตัดจึงมีการแบ่งเพลลาออกเป็นแบบเก้ริง,แบบข้อต่อและตัดได้ในเครื่องมือกลจะมีการเรียกเพลลาบางเพลลาแบบเก้ริงจะแยกออกตามแต่แนวของภาคตัดขวางในลักษณะที่ตรงและโค้ง ตกบารวมทั้งเพลลาต้นและเพลลากวาง ในการสวมเครื่องมือหรือชิ้นงานจะนิยมให้เพลลาสปินเดิลของของเครื่องมือกลเป็นเพลลากวาง รูเจาะของเพลลากวางครึ่งหนึ่งของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจะหนักน้อยกว่าเพลลาต้นเท่ากับ 25 % แต่จะสามารถรับโมเมนต์บิดได้เกือบเท่ากัน

- เพลลาข้อเหวี่ยง เป็นเพลลาที่ทำหน้าที่เปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบหมุนให้เคลื่อนที่แบบเส้นตรงหรือลักษณะตรงกันข้ามเช่นในเครื่องยนต์แบบเผาไหม้ เพลลาข้อเหวี่ยงจะผลิตด้วยการหล่อขึ้นรูปหรือการทุบกระแทกขึ้นรูป (ในแม่พิมพ์) หรือได้จากการอัดเข้าด้วยกันจากหลาย ๆ ชิ้นหรือจากการยึดด้วยสกรูหรือสวมด้วยวิธีให้หดตัวเข้าด้วยกัน

- เพลลาเกียร์ ส่วนใหญ่จะมีการตกบ่าหลายครั้งตรงที่ตกบ่าจะช่วยให้การประกอบง่ายขึ้นและยังเป็นการกำหนดตำแหน่งในการประกอบร่องเพลลาล้อเฟือง, ล้อสายพาน, คลัตช์ และปะเก็นเพลลา

- แกนเพลลา (SHAFTJOURNAL) จะเรียกตรงส่วนที่แอ็กเซลหรือเพลลาถูกหุ้มตามหน้าที่และรูปร่างของแกนเพลลาจะแบ่งแยกเป็นแกนเพลลาข้าง,แกนเพลลาคอ,แกนเพลลาทรงกลม, แกนเพลลาค้ำยัน และแกนเพลลาข้อเหวี่ยง แกนร่องเพลลาจะรับภาระตัดและภาระอัดตามพื้นที่ (PRESSURE UNIT) สำหรับเพลลาและแอ็กเซลที่รับภาระสูงและหมุนเร็วจะมีการชุบผิวแข็งที่แกนเพลลาแล้วจึงทำการเจียรระโน ช่วงบริเวณตกบ่าระหว่างแกนเพลลากับบ่าเพลลา จะเกิดความเค้นแตกหักง่ายกว่าบริเวณอื่น แต่ถ้ามีการออกแบบบริเวณดังกล่าวเป็นรัศมีโตหรือร่องตกบ่าตามมาตรฐานแล้วก็จะช่วยลดปฏิกิริยารอยบากได้

3) ข้อต่อเพลลา โดยทั่วไปจะมีใช้งานตามตำแหน่งด้านที่ส่งกำลังออกไปยังด้านที่รับส่งกำลังของเพลลาที่มีตำแหน่งเอียงเปลี่ยนไป เช่น แอ็กเซลของรถยนต์

4) เพลลาแบบตัดได้หรือเพลลาปลาไหล เพลลาแบบตัดได้นี้เหมาะสำหรับใช้งานกับการ

ขับเคลื่อนเครื่องมือไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนที่ มีโมเมนต์ ต่ำแต่ความเร็วรอบสูง เช่น เครื่องเจียรในมือ ตะไบแบบหมุน และสำหรับข้อชักโคมิเมตรเพลานี้จะประกอบด้วยลวดเหล็กกล้าหลายชั้นที่พันรอบลักษณะเหมือนเกลียวซ้ายและขวา ในการป้องกันเพลาจจะให้เพลาสวมอยู่ในท่อโลหะที่มีจาระบีให้การหล่อลื่นอย่างถาวร

5) วัสดุการผลิตทำแกนและเพลลา

ในการะปกติ เช่น ในกระปุกเกียร์, เครื่องจักรกล, ส่วนใหญ่จะนิยมใช้ St 37, St 42, St 50, และ St 60 ในการะสูงสำหรับเพลลา เช่น ในรถยนต์, เครื่องยนต์, เครื่องกลหนัก, กระปุกเกียร์, เทอร์โบน์ จะนิยมใช้เหล็กกล้าอบชุบ เช่น 25CrMo4, 40Mn4, และอื่นๆ ในงานการะที่ต้องทนต่อการสึกหรอ จะใช้เหล็กกล้าเพิ่มคาร์บอน เช่น C₁₅, 18Cr Ni 8 และอื่นๆแกนและเพลลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 - 200 มิลลิเมตร จะสามารถผลิตโดยไม่ต้องมาทำงานเพิ่มเติมอีก โดยการดึง, รีด หรือเจียรในผิว, ชัดผิวมันได้แกนเพลลาที่โต และมีรูปร่างพิเศษจะผลิตด้วยการทุบขึ้นรูป, อัดหรือหล่อขึ้นรูปได้

6) ขนาดของเพลลา

เพื่อให้เพลลามีมาตรฐานเหมือนกัน จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานของเพลลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (Nominal size) ใน ISO/R775-1969 เอาไว้สำหรับผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลลาด้วยขนาดของระบุของเพลลาดูได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานของเพลลาใน ISO/R775-1969 [12]

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm)				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	40	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

7) การคำนวณแกนและเพลลา

- การหาโมเมนต์บิด

$$P = \frac{M_t \times 2 \times \pi \times n}{60} \quad (2.1)$$

$$M_t = \frac{P \times 1000 \times 30}{\pi \times n} \quad (\text{นิวตัน-เมตร}) \quad (2.2)$$

P = กำลังงานระบุในเพลลา (กิโลวัตต์)

n = ความเร็วรอบของเพลลา (รอบต่อนาที)

M_t = โมเมนต์บิดระบุ (นิวตัน-เมตร)

M_B = Working Torque (นิวตัน-เมตร)

C_B = Working – factor

$$M_B = M_t \times C_B \quad (2.3)$$

- การคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลาง ($\varnothing d$) ของเพลลาโดยประมาณ

ส่วนใหญ่ในการคำนวณอันดับแรกจะยังไม่ทราบค่าโมเมนต์ตัดที่แน่นอนเพราะระยะของเพลลา, ล้อหรือแรงยังไม่ทราบค่า จึงมีการคำนวณจากค่าโมเมนต์บิดและจำนวนรอบเพื่อหาขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางผ่านศูนย์กลางของเพลลาได้โดยประมาณ ดังสูตร

$$\varnothing d \approx C_1 \times \sqrt[3]{M_B} \quad (2.4)$$

C_1 = เป็นแฟกเตอร์ขึ้นอยู่กับโมเมนต์

$C_1 = 6,9$ เมื่อ $\tau_{all} = 15$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร สำหรับ St 37, St 42

$C_1 = 6,3$ เมื่อ $\tau_{all} = 20$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร สำหรับ St 50, St 60

$C_1 = 5,8$ เมื่อ $\tau_{all} = 25$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร สำหรับเหล็กกล้าที่มีความ

เค้นสูงกว่า

- การคำนวณให้ได้ค่าที่แน่นอน

เนื่องจากโมเมนต์ที่เกิดในเพลามี 2 ลักษณะคือ โมเมนต์ดัดและโมเมนต์หมุนบิดจึงต้องเป็นค่า Comparative Moment (M_c) ซึ่งจะได้จาก

$$M_c = \sqrt{(M_b^2 + 0.745\alpha_0 M_t^2)} \quad (2.5)$$

M_c = Comparative Moment หน่วย นิวตัน-เมตร

M_b = โมเมนต์ดัดสำหรับพื้นที่หน้าตัดน้อยและเป็นอันตราย
หน่วยเป็น นิวตัน-เมตร

M_t = โมเมนต์บิดสำหรับเพลหาได้จากสมการ (2.2)

แต่หน่วยต้องเป็นนิวตัน-เมตร

α_0 = อัตราส่วนการเกร็งตัว

$\alpha_0 = 0, 7$ เมื่อภาระการหมุนบิดอยู่ในลักษณะ Static (dead) load
หรือ Undulating Load หรือเป็น Alternating Bending Load

$\alpha_0 \approx$ เมื่อภาระการหมุนบิดและการดัดอยู่ในกรณีรับภาระ
เช่นเดียวกันเช่นเป็น Alternating Load ทั้งสอง

$$\sigma_{ball} = \frac{M_c}{W} \quad (2.6)$$

σ_{ball} = ค่าความเค้นดัดอนุญาต เป็น นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

W = Section modulus เป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

เพลากลาง

$$W = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32 \times D} \quad (2.7)$$

$$\approx \frac{(D^4 - d^4)}{10 \times D}$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกเพลลา หน่วยเป็นมิลลิเมตร
 d = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในเพลลา หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เพลลาตัน

$$W = \frac{\pi \times d^3}{32} \quad (2.8)$$

$$\approx 0.1 \times d^3$$

แทนใน

$$\sigma_{ball} = \frac{M_c}{0.1 \times d^3}; d^3 = \frac{M_c}{0.1 \times \sigma_{all}} \quad (2.9)$$

$$\phi d = \sqrt[3]{M_c / 0.1 \cdot \sigma_{ball}} \quad (2.10)$$

ใช้ในกรณีที่มีค่าโมเมนต์หมุนตัดในเพลลา

ในกรณีที่เกิดเฉพาะการหมุนบิดในเพลลาอย่างเดียว จะใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\tau_{all} = \frac{M_t}{W_p} \quad (2.11)$$

M_t = โมเมนต์บิดดูจากสมการที่ (2.9)

τ_{all} = ความเค้นบิดอนุญาตเป็น นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

W_p = Polar Section Modulus

สำหรับเพลลาทวง

$$W_p \approx \frac{0.2 \times (D^4 - d^4)}{D} \quad (2.12)$$

เมื่อ

D = เส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกเพลลา,

d = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในเพลลา หน่วยเป็นมิลลิเมตร

สำหรับเพลาดัน $W_p \approx 0.2 \times d^3$

แทนในสมการจะได้ $\tau_{all} = \frac{M_t}{0.2 \times d^3}$ (2.13)

$$\phi d = \sqrt[3]{M_c / 0.2 \sigma_{ball}} \text{ หน่วยเป็นมิลลิเมตร} \quad (2.14)$$

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาดัน หน่วยเป็นมิลลิเมตร

2.2.2 การคำนวณหาค่ากำลังของมอเตอร์

เมื่อต้องการจะคำนวณหามอเตอร์จะได้ F นิวตัน ที่กระทำสัมผัสกับเพลาดันทำให้เพลาดันหมุนด้วยความเร็วรอบ n รอบต่อนาที ขณะที่เพลาดันไป 1 รอบ สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้การคำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ ขณะที่เพลาดันไป 1 รอบ สามารถคำนวณหาได้ดังแสดงในสมการที่ (2.15)

สมการที่ใช้คำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้

$$S = 2\pi r \quad (2.15)$$

การคำนวณหางานในการหมุนเพลาดัน 1 รอบคำนวณหาได้ดังแสดงในสมการที่ (2.16)

สมการที่ใช้คำนวณหางาน

$$W_F = F \times 2\pi r \quad (2.16)$$

การคำนวณหางานในการที่เพลาดันกระทำต่อวินาที ขณะที่เพลาดันหมุน n รอบต่อนาที สามารถคำนวณหาได้ดังแสดงในสมการที่ (2.17)

สมการที่ใช้ในการคำนวณหางานที่เพลาดันกระทำต่อวินาที

$$W_F = F \times 2\pi r \times n \quad (2.17)$$

การคำนวณหาแรงบิด สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ (2.18)
สมการที่ใช้ในการคำนวณหาแรงบิด

$$T = F \times r \quad (2.18)$$

เพราะฉะนั้น การคำนวณหากำลังมอเตอร์สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ 2.19

$$P = \frac{2\pi T n}{60} \quad (2.19)$$

เมื่อ P คือ กำลังที่เพลารับแรงจากมอเตอร์มีหน่วยเป็นวัตต์ (w) หรือกิโลวัตต์ (kW)
T คือ โมเมนต์แรงบิดมีหน่วยเป็นนิวตันเมตร
N คือ ความเร็วรอบของเพลามีหน่วยเป็นรอบต่อนาที rpm (1 รอบ = 2 เเรเดียน)
r คือ รัศมีของเพลามีหน่วยเป็นเมตร

การคำนวณหาความเค้นเฉือน สามารถคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ 2.20

จากสูตร

$$\tau = \frac{16T}{\pi D^3} \quad (2.20)$$

เพราะฉะนั้น $T = \frac{\tau \pi D^2}{6}$ หรือ $= \frac{\sigma_{zul} \pi D^3}{16}$ (2.21)

จากสูตร

$$\sigma_{zul} = \frac{\sigma_{lim}}{v} \quad (2.22)$$

เมื่อ	τ	คือ	ความเค้นเฉือน
	v	คือ	ค่าความปลอดภัยในทางเครื่องกล
	σ_{zul}	คือ	ค่าความเค้นสูงสุด (Maximum stress) N/mm
	σ_{lim}	คือ	พิกัดความเค้นขึ้นอยู่กับลักษณะการรับแรง

2.2.3 ขนาดสายพานและล้อสายพานลิ้ม

1) สายพานลิ้มมีหน้าที่ตัดเป็นรูปลิ้ม ดังนั้นในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนด โดยใช้ความกว้างพิทช์ (Pitch Width) และความหนาสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ้มแบบแคบ (Narrow V-Belts) มีขนาด SPZ SPA SPB และ SPC และสายพานลิ้มแบบธรรมดา มีขนาด Y Z A B C D และ E ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานลิ้มแบบธรรมดาเท่านั้น รูปร่างหน้าตัดของสายพานลิ้มและล้อสายพาน

2) การคำนวณหาอัตราส่งกำลังของสายพาน สายพานมีอัตราความเร็วรอบ เรียกว่าอัตราส่งถ่าย (i) และอัตราการคำนวณหาอัตราการส่งถ่าย สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2.23)$$

เมื่อ

d_1 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลีย์ตัวขับ (มิลลิเมตร)

d_2 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลีย์ตัวตาม (มิลลิเมตร)

n_1 คือ ความเร็วรอบของพูลีย์ตัวขับ (รอบต่อนาที)

n_2 คือ ความเร็วรอบของพูลีย์ตัวตาม (รอบต่อนาที)

2.2.4 การคำนวณความยาวของสายพาน

ความยาวของสายพานเปิด (Open Belts) อาจประมาณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C} \quad (2.24)$$

เมื่อ L = ความยาวพิทช์ของสายพาน

C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของล้อขับและล้อตาม

D_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อขับ

$$D_2 = \text{เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม}$$

การกำหนดระยะ C นับว่ามีความยืดหยุ่นมากพอสมควร ผู้ผลิตรายหนึ่งแนะนำว่า ให้ $C = (D_2 + 3D_1) / 2$ หรือ $C = D$ เลือกใช้ค่าที่สูงที่สุด แนะนำดังนี้

$$C = p + \sqrt{p^2 - q} \quad (2.25)$$

เมื่อ

$$P = 0.25L_p - 0.39(D_2 + D_1) \quad (2.26)$$

$$Q = 0.125(D_2 - D_1) \quad (2.27)$$

และ

$$C_{\max} = 2(D_1 + D_2)$$

$$C_{\min} = 0.7(D_1 + D_2) \quad (2.28)$$

แล้วเลือกใช้ค่าที่อยู่ระหว่าง C_{\max} กับ C_{\min}

การกำหนดค่า C ควรเผื่อระยะปรับ (ควรเป็นด้านมอเตอร์) ความกว้างของเพลทั้งสองด้วย เพื่อให้มีความตึงสายพานเพียงพอ เนื่องจากว่า C อาจเป็นพิกัดจำกัด (Limiting Factor) ได้เพราะมีที่ว่างจำกัด จึงอาจเป็นไปได้ว่าเราต้องลองคำนวณหาขนาดสายพานหลายครั้งทีเดียว การทำให้เกิดแรงตึงขั้นต้นในสายพานลึ้ม

การทำให้เกิดแรงตึงขั้นต้น จะช่วยทำให้การขับด้วยสายพานมีประสิทธิภาพดี และยืดอายุการใช้งานของสายพาน ถ้าออกแรงตึงขั้นต้นไม่เพียงพอจะทำให้ส่งกำลังได้น้อยลง ประสิทธิภาพต่ำลง ทำให้สายพานมีอายุการใช้งานลดลง เนื่องจากสลิป แต่ถ้าออกแรงตึงขั้นต้นมากเกินไป จะทำให้ขอบสายพานยืดตัวมากเกินไป เกิดความเค้นในสายพานมาก แบร็งที่รองรับสายพานจะรับแรงมากเกินไป ด้วยเหตุนี้จึงต้องออกแรงตึงขั้นต้นให้เหมาะสมกับแรงภายนอกที่กระทำกับสายพานลึ้มส่วนโค้งสัมผัส จากสูตร

$$\alpha_1 = \frac{D_p - d_p}{C} \quad (2.29)$$

มุมสัมผัสของล้อยายพาน จากสูตร

$$\alpha_1 = \pi - 2\text{Sin}^{-1} \frac{(D_p - d_p)}{2C} \quad (2.30)$$

หาความเร็วของสายพาน จากสูตร

$$V = \pi D_p n \quad (2.31)$$

จากสมการแรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง คือ

$$F = F_1 - F_2 = \frac{W_p}{v} \quad (2.32)$$

ให้แรงดึงในแนวแกน

$$F_w = F_1 + F_2 = F \frac{eaf' + 1}{eaf' - 1} \quad (2.33)$$

แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักสายพาน

$$F_c = \frac{wAv^2}{g} \quad (2.34)$$

แรงลัพท์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง คือ

$$F_r = 2.Z.F_c \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.35)$$

โดย $Z =$ จำนวนสายพาน

ดังนั้น แรงดึงขั้นต้นในสายพานจึงหาได้จากแรงดึงในแนวแกนขณะส่งกำลังกับแรงลัพท์ เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง นั่นคือ

$$F_1 = F_w + F_r \quad (2.36)$$

ในทางปฏิบัติมักจะใช้วิธีหาค่าประมาณของแรงดึงในแนวแกนจากสมการ

$$F_r = K_1 \cdot F \cdot F_c \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.37)$$

โดยที่ K_1 เป็นตัวประกอบใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงาน ซึ่งหาค่าได้จากตารางที่ 2.3 แล้วใช้แรงนี้เป็นแรงดึงขั้นต่ำ

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวประกอบใช้งาน [12]

K1	สภาวะการทำงาน
1.3	งานเบา ทำงานคงที่
1.5	งานปานกลาง
2.0	งานหนักแรงกระตุก เปิด-ปิดบ่อยครั้ง

ในกรณีที่ขับโดยมีระยะระหว่างศูนย์กลางคงที่ หรือไม่มีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายพานตลอดเวลา ก็จำเป็นต้องนำเอาแรงหนีศูนย์กลางมาติดด้วย จากสมการ (2.38)

$$\begin{aligned} F_r &= 2 \cdot Z \cdot F_c \sin \frac{\alpha}{2} \\ &= 2 \cdot Z \cdot \frac{wAv^2}{g} \sin \frac{\alpha}{2} \end{aligned} \quad (2.38)$$

ซึ่งเขียนได้ใหม่เป็น

$$F_r = 2.K_2.V^2 \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.39)$$

ค่า k_2 หาได้จากตาราง ดังนั้นแรงตึงชั้นต้นในสายพานจึงเท่ากัน

$$F_r = (k_1 F + 2k_2.V^2) \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.40)$$

2.2.3 การคำนวณหาขนาดสายพานลิม

การคำนวณทางด้านการส่งกำลังโดยสายพานลิมจะใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิทซ์ ของล้อยสายพาน d เป็นพื้นฐาน และในที่นี้ก็จะแสดงวิธีการเลือกขนาดของสายพานลิมตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเช่นเดียวกับในกรณีของสายพานแบน

ในการเลือกขนาดของล้อยสายพาน บริษัทผู้ผลิตได้แนะนำให้เลือกขนาดของล้อยสายพานให้โตที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขนาดของล้อยสายพานไม่ควรจะเล็กกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตาราง แต่ข้อควรระวังก็คือ ขณะใช้งานปกติความเร็วของสายพานไม่ควรสูงกว่า 30 m/s

การหาขนาดหน้าตัดโดยประมาณของสายพานลิมสำหรับการส่งกำลัง อาจทำได้แต่ส่งกำลังที่ส่งได้จริงของสายพานจะต้องตรวจสอบจากตารางการกำหนดสมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิม ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

การเลือกขนาดของสายพานลิมจะแตกต่างไปจากสายพานแบนเล็กน้อย คือ จะใช้วิธีคำนวณหาจำนวนเส้นของสายพานที่ต้องการใช้งานจากกำลังงานที่ต้องการขับและตัวที่จะใช้ประกอบที่ใช้แก้ไขต่าง ๆ จำนวนเส้นของสายพานลิมหาได้จากสมการ

$$Z = \frac{Wp.Ns}{Pr.Na.Nl} \quad (2.41)$$

เมื่อ $Z =$ จำนวนเส้นของสายพานลิม

W_p = กำลังงานที่ต้องการส่ง

N_s = ตัวประกอบใช้งานหาค่าได้จากตาราง

N_a = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

N_1 = ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

P_R = กำลังที่สายพานลิ้มหนึ่งเส้นส่งได้

$$\text{เมื่อ} \quad Z = \frac{P \cdot N_s}{P_R \cdot N_a \cdot N_1} \quad (2.42)$$

โดยที่

Z = จำนวนเส้นของสายพานลิ้ม (เส้น)

P = กำลังงานที่ต้องการส่งของสายพานลิ้ม (วัตต์)

N_s = ตัวประกอบใช้งานของสายพานลิ้ม (ตัวแปรไร้มิติ)

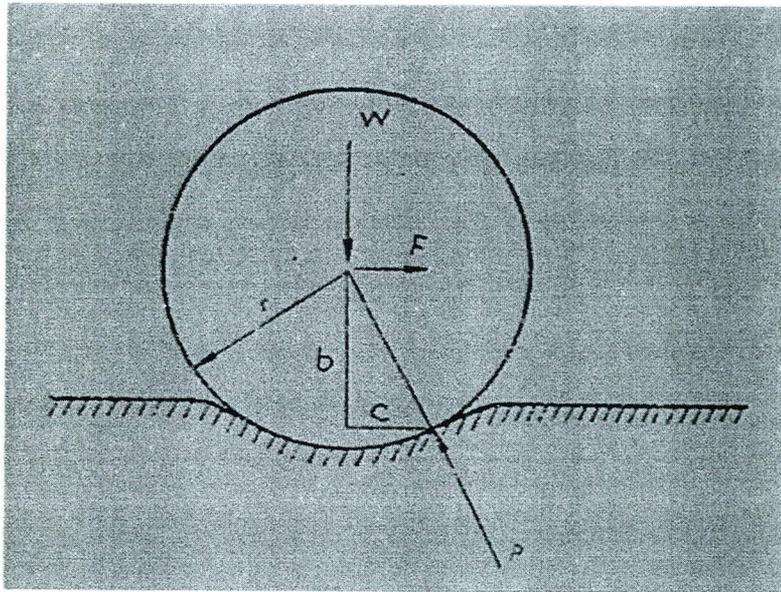
N_a = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัสของสายพาน (ตัวแปรไร้มิติ)

N_1 = ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพานลิ้ม (ตัวแปรไร้มิติ)

P_R = กำลังงานที่สายพานลิ้มเส้นหนึ่งส่งได้ (วัตต์)

2.2.4 แรงต้านทานการหมุนของผลผลิตเกษตร

1) การหมุนของผลผลิตเกษตรเกี่ยวข้องกับการคัดแยกและขนถ่ายโดยวิธีแรงโน้มถ่วงโดยเฉพาะวัสดุที่เป็นทรงกลม เช่น การขนถ่ายผักและผลไม้ โดยให้ไหลไปตามราง มุมเอียงที่จะทำให้วัสดุหมุนไหลไปได้จะต้องมากพอที่ทำให้แรงต้านทานการหมุนไม่มีผล โดยมุมเอียงมีอยู่ 2 ค่า คือ มุมเอียงของการหมุนสถิต กับมุมเอียงของการหมุนเคลื่อนที่ (Static and dynamic rolling angles) มุมเอียงของการหมุนสถิตเป็นมุมเอียงเริ่มต้นของการหมุนและสามารถลดลงเพื่อให้การหมุนเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วคงที่ซึ่งมุมนี้เรียกว่า มุมเอียงการหมุนเคลื่อนที่ การหมุนของชีววัสดุอาจมีความยุ่งยากบ้างเนื่องจากรูปร่างวัสดุอาจเบี้ยวไม่เป็นทรงกลม และขณะที่มีการเคลื่อนที่ทั้งผลิตภัณฑ์และพื้นที่รองรับอาจมีการยุบตัว ถ้ากำหนดให้วัสดุเป็นทรงกลมหรือทรงกระบอกที่เป็นวัสดุแข็งไม่ยุบตัว เคลื่อนที่โดยการหมุนด้วยแรง F ไปบนพื้นผิวที่มีการยุบตัว โดยมีแรงต้านทานการเคลื่อนที่ R ตามรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การหมุนของวัตถุทรงกลมที่แข็งบนพื้นที่มีการยุบตัว [13]

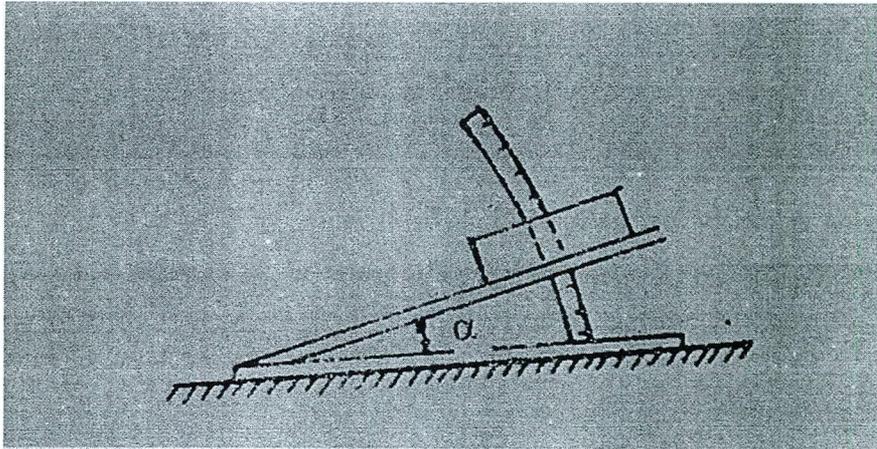
2) การหามุมเอียงของการหมุนสามารถทำได้โดยวิธีการง่าย ๆ โดยใช้แผ่นเอียงเมื่อนำวัสดุกลมมาวางแผ่นเอียงแล้วค่อยๆ ปรับมุมเอียงจนกระทั่งวัสดุเริ่มหมุนเคลื่อนที่ลงมา ตารางที่ 2 แสดงค่ามุมเอียงของการหมุนของลูกแอปเปิ้ลและมะเขือเทศ

ตารางที่ 2.4 มุมเอียง (องศา) ของการหมุนของลูกแอปเปิ้ลและมะเขือเทศ [13]

ชนิดพื้นผิว	แอปเปิ้ล		มะเขือเทศ	
	สถิต	เคลื่อนที่	สถิต	เคลื่อนที่
ไม้อัด	12 – 18	2.5 – 4.5	9 – 14	3.6 – 4.8
แผ่นเหล็ก	13 – 18	2.4 – 4.0	7 – 11	3.6 – 4.8
โฟมแข็ง	13 – 18	2.5 – 4.0	11 – 13	4.2 – 4.8
โฟมอ่อน	11 – 16	4.0 – 5.0	11 – 13	4.8 – 5.8
ผ้าลินิน	12 – 16	4.0 – 5.0	13 – 14	4.8 – 7.0

3) สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผลผลิตเกษตร สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์ง่ายๆ ดังรูปที่ 2.6 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต โดยนำวัสดุที่ต้องการหาค่าไปวางลงบนแผ่นเอียงแล้วค่อยๆ ยก

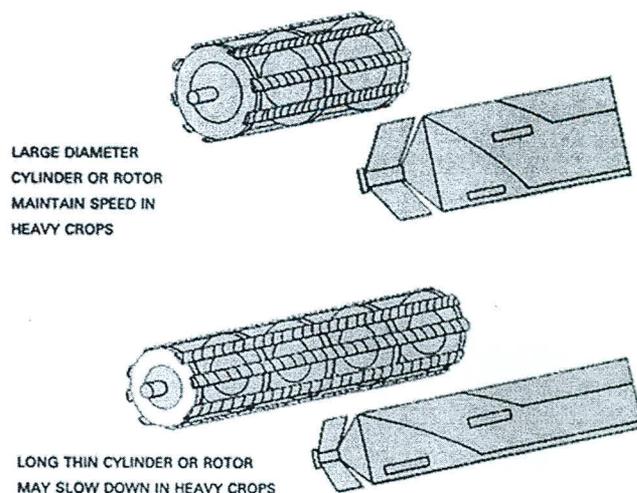
แผ่นเอียงขึ้นจนกระทั่งวัสดุเริ่มเคลื่อนที่ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตจะเป็นค่าแทนเจนต์ (tangent) ของมุมที่แผ่นเอียงทำกับพื้นราบ



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์สำหรับวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต [6]

2.2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลูกนวด

1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกนวดมีผลต่อสมรรถนะในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด รูปที่ 2.8 ลูกนวดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า จะต้องมีความเร็วรอบในการทำงานสูงกว่า เพื่อให้ประสิทธิภาพการนวดใกล้เคียงกัน ในกรณีที่ทำกรเกี่ยวพืชที่มีผลผลิตสูง ลูกนวดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า จะสูญเสียโมเมนตัมได้ง่ายกว่า ดังนั้น โอกาสที่จะเกิดการอุดตันในลูกนวดมีมาก

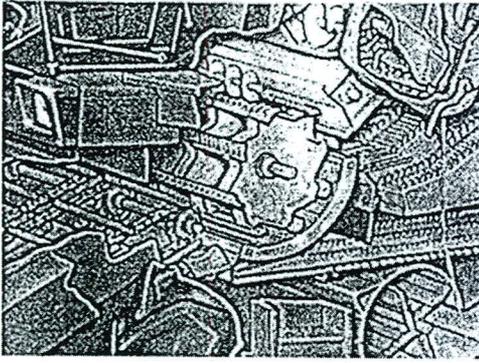


รูปที่ 2.8 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกนวดที่มีผลต่อสมรรถนะในการทำงาน [14]

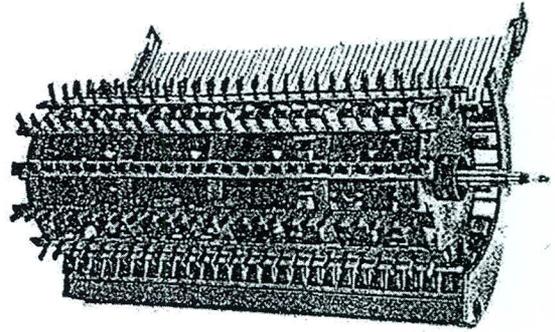
2) หลักการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด ระบบนวดเป็นระบบที่มีความสำคัญมากที่สุดของเครื่องเกี่ยวนวด การนวด หมายถึง การตีเมล็ดให้หลุดจากต้นพืช เช่นข้าวสาลี ในกรณีของข้าวโพด หมายถึง การแยกเมล็ดข้าวโพดออกจากชัง หรือการแยกเมล็ดถั่วเหลืองออกจากฝัก ในระบบนวด 90% ของเมล็ดจะถูกนวดให้หลุดออกมาจากต้นพืช ถ้าการปรับตั้งไม่เหมาะสมในระบบนวด จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดต่ำ กลไกในการนวดประกอบด้วย ลูกนวด และตะแกรงนวดได้เป็น 4 ประเภท

- ลูกนวดแบบแถบนวด (Rasp-bar cylinder and concave)
- ลูกนวดแบบซี่ฟัน (Spike-tooth cylinder and concave)
- ลูกนวดแบบเหล็กฉาก (Angle-bar cylinder and concave)
- ลูกนวดแบบไหลตามแกนแบบโรเตอร์เดี่ยวและคู่ (Single or dual rotor and concave)

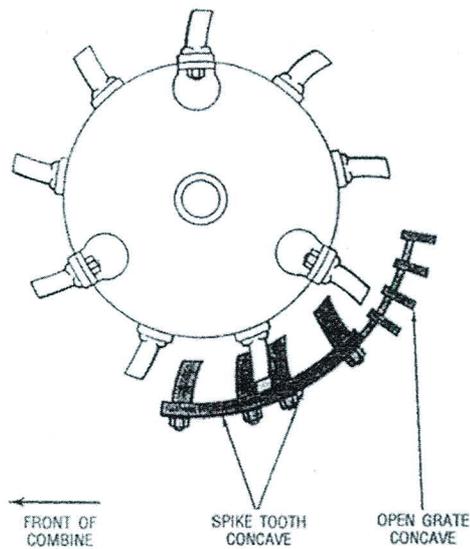
ลูกนวดแบบแถบนวดจะเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป ความเร็วรอบในการทำงานของลูกนวดอยู่ในช่วงระหว่าง 150-1,500 รอบต่อนาที แต่โดยทั่วไปในการทำงานกับพืชชนิดต่างๆ ความเร็วจะอยู่ในช่วงระหว่าง 400-1,200 รอบต่อนาที ตะแกรงลูกนวดประกอบด้วยเหล็กเส้นเรียงกันอยู่ในแนวนอน และติดตั้งอยู่ที่ใต้ลูกนวด ลูกนวดแบบแถบนวดและตะแกรงนวด จะไม่ตีให้ฟางละเอียดมาก มีผลทำให้ส่วนการทำควมสะอาดไม่ต้องทำงานหนักมาก รูปที่ 2.9 ลูกนวดแบบซี่ฟัน ประกอบด้วยเหล็กกลมจำนวนมาก ติดอยู่ที่แผ่นเหล็ก ที่อยู่ด้านนอกของลูกนวด ตะแกรงนวดจะมีฟันลูกนวดติดอยู่ด้วยเพื่อช่วยในการนวด รูปที่ 2.10 – 2.11 จะนิยมใช้ในการเกี่ยวข้าว ข้อเสียของลูกนวดชนิดนี้ คือจะตีฟางและฉีกฟางเป็นชิ้นเล็ก ทำให้ยากต่อระบบคัดแยกและทำความสะอาด ส่วนลูกนวดแบบเหล็กฉากพบในเครื่องเกี่ยวนวดน้อย ส่วนใหญ่ใช้สำหรับนวดเมล็ดธัญพืชที่มีขนาดเล็ก รูปที่ 2.12



รูปที่ 2.9 ลูกนวดแบบแถบนวด [14]

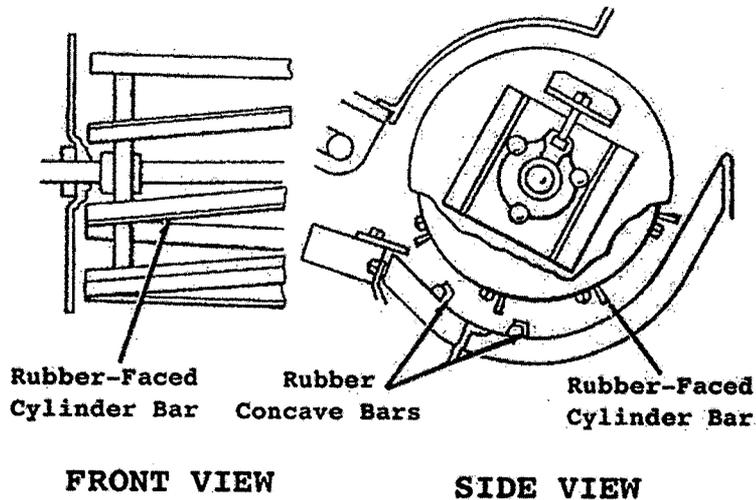


รูปที่ 2.10 ลูกนวดแบบซี่ฟัน [14]

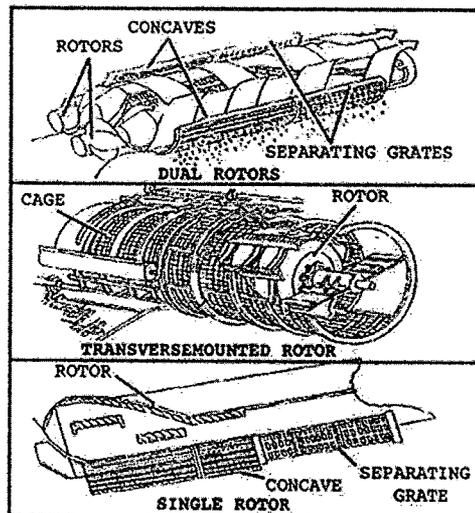


รูปที่ 2.11 ลูกนวดแบบฟันและฟันที่ตะแกรงนวด [14]

สำหรับลูกนวดของเครื่องเกี่ยวข้าวแบบโรตารี (Rotary combine) ใช้ลูกนวดแบบแถบนวด (Rasp-bar) โครงสร้างของลูกนวดอาจประกอบด้วยชนิดโรเตอร์เดี่ยว (Single rotor) หรือโรเตอร์คู่ (Dual rotor) โดยโรเตอร์นี้จะถูกติดตั้งตามแนวยาวของเครื่องเกี่ยวนวด (Longitudinal) พืชจะถูกป้อนเข้าที่ด้านหน้าของโรเตอร์ โรเตอร์ของเครื่องเกี่ยวนวดบางรุ่น จะติดตั้งอยู่ในแนวตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องเกี่ยว (Transversely) พืชจะถูกป้อนเข้าที่ด้านข้างของโรเตอร์ ลักษณะของโรเตอร์แสดงในภาพที่ 2.13 ความเร็วรอบของโรเตอร์อยู่ในช่วงระหว่าง 200-1,600 รอบต่อนาที ขึ้นอยู่กับการออกแบบ และชนิดของพืชที่ทำการเกี่ยวเกี่ยว ความเร็วรอบของโรเตอร์ มีอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมความเร็วรอบได้



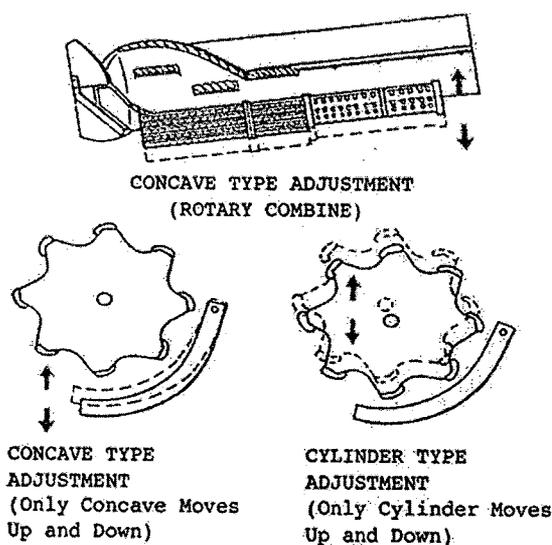
รูปที่ 2.12 ลูกนวดแบบเหล็กฉาก [14]



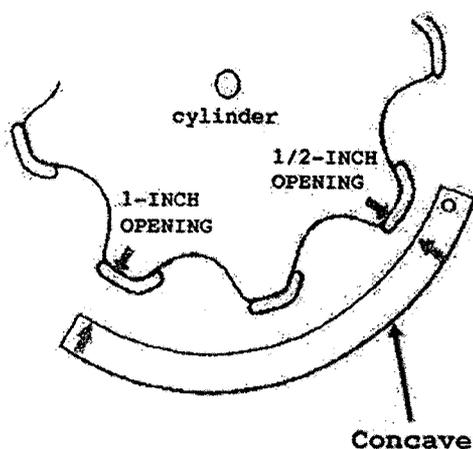
รูปที่ 2.13 ลูกนวดแบบโรเตอร์เดี่ยวและโรเตอร์คู่ [14]

3) การปรับตั้งระยะห่างระหว่างลูกนวดและตะแกรงนวด (Concave spacing) ระยะห่างระหว่างลูกนวดและตะแกรงนวด สามารถปรับตั้งได้โดยสะดวก ที่ตำแหน่งของผู้ขับเคลื่อนเครื่องเกี่ยวนวด ในเครื่องเกี่ยวนวดแบบโรตารี ตะแกรงนวดสามารถปรับขึ้น- ลงได้ ในขณะที่เครื่องเกี่ยวนวด ประเภทอื่น ลูกนวดสามารถปรับตั้งได้ รูปที่ 2.14 รูปที่ 2.15 แสดงระยะห่างระหว่างลูกนวดและตะแกรงนวด โดยทั่วไประยะห่างระหว่างลูกนวดและตะแกรงลูกนวดของเครื่องเกี่ยวนวดแบบดั้งเดิม ที่ด้านหลังจะเป็นครึ่งเท่าของระยะห่างที่กำหนดไว้ด้านหน้าในขณะที่เครื่องเกี่ยวนวดแบบโรตารี ระยะห่างระยะห่าง

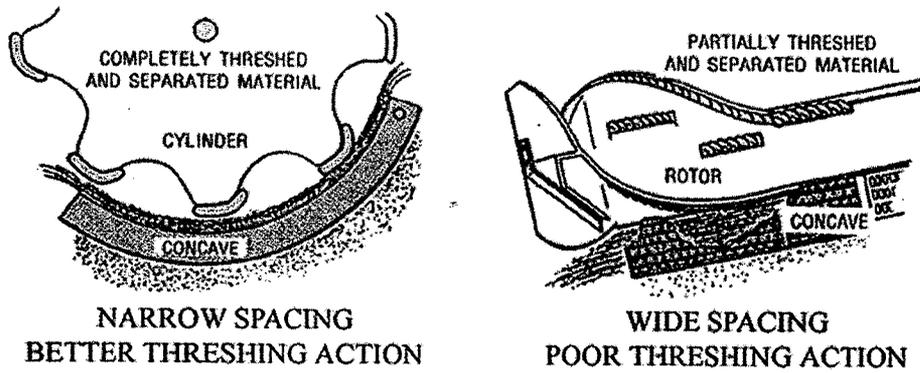
ระหว่างลูกนวดและตระแกรงนวด จะเท่ากันตลอดความยาวของโรเตอร์ รูปที่ 2.16 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการปรับตั้งระยะห่างลูกนวดและตระแกรง ลูกนวดให้แคบ จะทำให้การนวดมีประสิทธิภาพสูงกว่าระยะห่างที่กว้างเกินไป รูปที่ 2.17 แสดงการปรับตั้งตระแกรงลูกนวด สำหรับการนวดเมล็ดพืช ที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่ การตั้งตระแกรงนวดให้แคบขณะทำการเก็บเกี่ยว จะมีผลต่อกำลังที่ใช้จะสูงเพิ่มขึ้น เนื่องจากกำลังส่วนหนึ่งต้องนำไปใช้ ในการตีให้ ฟางละเอียดมากขึ้น ในขณะที่การตั้งระยะห่างตระแกรงนวดให้กว้างเกินไป จะทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดพืชมากขึ้น



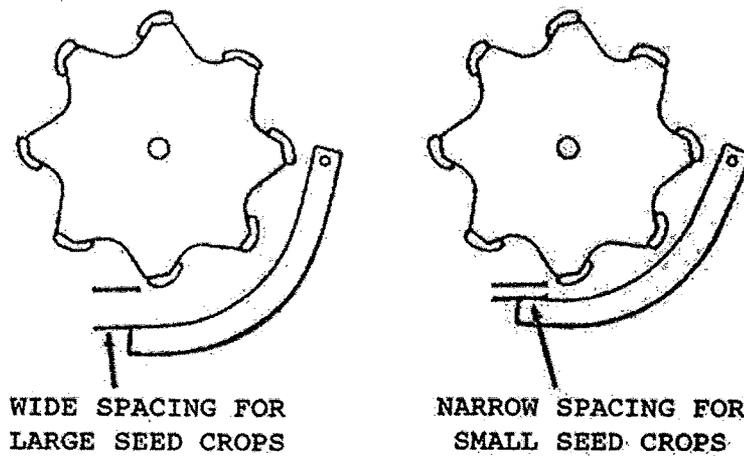
รูปที่ 2.14 การปรับระยะตั้งห่างของลูกนวดกับตระแกรงนวด [14]



รูปที่ 2.15 ระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างลูกนวดกับตระแกรงนวด [14]



รูปที่ 2.16 ผลกระทบของการปรับตั้งระยะห่างที่กว้างหรือแคบเกินไป [14]



รูปที่ 2.17 ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการนวดเมล็ดพืช ขนาดเล็กและใหญ่ [14]