

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พันธุ์ข้าวที่ปลูกกันในประเทศไทยในอดีตมีความหลากหลายมาก และแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ แต่ปัจจุบันพันธุ์ข้าวที่ปลูกกันทั่วไปมีอยู่ไม่กี่ชนิด พันธุ์ข้าวส่วนหนึ่งที่เคยมีอยู่แต่เดิมได้สูญหายไปหลายๆ พื้นที่ เนื่องจากสภาพการทำนาเพื่อตอบสนองต่อตลาดทำให้เกษตรกรต้องหันมาปลูกข้าวจำนวนไม่กี่สายพันธุ์ตามที่ตลาดต้องการ

-ข้าว

-ระเบียบว่าด้วยมาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

-ประเภทของเมล็ดพันธุ์ข้าว

-การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าว

-โครงสร้างของเมล็ดข้าว

-การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าว

-สมการการเคลื่อนที่

-พัดลมหรือเครื่องเป่าลม

-ประเภทและหลักการทำงานของพัดลมและเครื่องเป่าลม

-มอเตอร์

-เครื่องวัดความเร็วลม

-ลม

2.1 ข้าว

เป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้าที่สามารถกินเมล็ดได้ ถือเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเช่นเดียวกับหญ้า ต้นข้าวมีลักษณะภายนอกบางอย่าง เช่น ใบ กาบใบ ลำต้น และรากคล้ายต้นหญ้า ในประเทศไทย ได้มีการแบ่งลักษณะข้าวออกได้หลายลักษณะ ที่สำคัญคือ

2.1.1 แบ่งตามฤดูกาลปลูกข้าวหรือสภาพของแสงแดด แบ่งเป็น

2.1.1.1 **ข้าวไวต่อแสง** หมายถึง ข้าวที่มีช่วงเวลาของการออกดอกที่แน่นอน เป็นข้าวที่ปลูกในฤดูนาปีเท่านั้น ข้าวจะออกดอกในช่วงที่เวลากลางวันสั้นกว่ากลางคืน จึงต้องปลูกในฤดูฝน เพื่อให้ออกดอกช่วงฤดูหนาวที่มีช่วงเวลากลางวันสั้นกว่า 12 ชั่วโมง อาจจะสามารถย่นอายุออกได้เป็นข้าวที่ไวต่อแสงมาก ข้าวที่มีความไวต่อแสงน้อย ซึ่งจะมีช่วงเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน ข้าวพันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่จัดเป็นข้าวไวแสง

2.1.1.2 **ข้าวไม่ไวต่อแสง** หมายถึง ข้าวที่ออกดอกตามอายุเก็บเกี่ยวของข้าวโดยไม่ขึ้นอยู่กับช่วงแสง เป็นข้าวที่ปลูกในฤดูนาปรัง สามารถปลูกได้ตลอดปีถ้ามีน้ำเพียงพอ และปลูกได้ดีในฤดูร้อนเพราะมีช่วงแสงมากกว่าฤดูอื่น อายุการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 110-150 วัน

2.1.2.แบ่งตามสภาพพื้นที่เพาะปลูก

2.1.2.1 **ข้าวไร่** เป็นข้าวที่ปลูกโดยอาศัยสภาพน้ำฝนตามธรรมชาติในพื้นที่ไร่หรือพื้นที่ดอน ไม่มีการเก็บกักน้ำในแปลงนา ใช้การปลูกโดยการหยอดหรือโรยเมล็ดข้าวแห้ง พันธุ์ข้าวไร่ส่วนมากจะทนต่อความแห้งแล้งได้ดี

2.1.2.2 **ข้าวนาสวน** เป็นข้าวที่ปลูกกันทั่วไปในพื้นที่ที่มีน้ำขัง มีการเก็บกักน้ำไว้ในแปลงนา ปลูกได้ที่ระดับน้ำลึก 1 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 50 เซนติเมตร การปลูกข้าวนาสวนแบ่งย่อยได้ 2 แบบ คือ ข้าวน้ำฝน เป็นข้าวที่ปลูกฤดูนาปี อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ พันธุ์ข้าวที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองหรือข้าวที่มีการคัดพันธุ์มาจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง เป็นข้าวที่มีคุณภาพ เมล็ดดี แต่มักจะต้นสูงล้มง่าย และข้าวนาชลประทาน เป็นข้าวที่ปลูกในเขตนาชลประทาน ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรังพันธุ์ ข้าวที่ใช้ส่วนมากเป็นพันธุ์ข้าวที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ให้ผลผลิตสูงในระบบการทำนาที่ใช้ปุ๋ยเคมี

2.1.2.3 **ข้าวนาเมือง** ข้าวขึ้นน้ำ หรือข้าวฟางลอย เป็นข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี พันธุ์ข้าวส่วนมากเป็นพันธุ์พื้นเมือง หรือพันธุ์ข้าวที่คัดมาจากพันธุ์พื้นเมือง ตัวอย่างเช่น ปิ่นแก้ว 56 แจกเซย 159 เล็บมือนาง 111 พันธุ์ข้าวเหล่านี้สามารถยืดปล้องตามระดับน้ำได้ มีการแตกแขนงและรากที่ข้อ ทนต่อสภาพน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน รวมทั้งสภาพแห้งแล้งได้ดี แต่ผลผลิตจะต่ำกว่านาปี

2.1.3.แบ่งตามสภาพอายุการเก็บเกี่ยว

2.1.3.1 **ข้าวหนัก** เป็นข้าวที่ปลูกโดยใช้เวลานาน ถ้าเป็นข้าวไวแสงจะเก็บเกี่ยวในช่วงประมาณเดือนธันวาคม-มกราคม และยังแบ่งย่อยออกได้อีก เป็นข้าวค่อนข้างหนัก ข้าวหนัก และข้าวหนักมาก

2.1.3.2 **ข้าวเบา** เป็นข้าวที่ใช้ระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวสั้น ถ้าเป็นข้าวไวแสงจะเก็บเกี่ยวได้ในช่วงเดือน กันยายน-ตุลาคมของทุกภาค ยกเว้นภาคใต้ และสามารถแบ่งย่อยออกได้อีกเป็นข้าวค่อนข้างเบา ข้าวเบา และข้าวเบามาก

2.2 ระเบียบว่าด้วยมาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

กรมการข้าว ที่ว่าด้วยมาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวและพืชไร่ พ.ศ.2552 ซึ่งได้ประกาศใช้เมื่อวันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2552 โดยการปรับปรุงระเบียบกรมการข้าว ว่าด้วยมาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว พ.ศ.2552 เพื่อควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว ชั้นพันธุ์ขยายและชั้นพันธุ์จำหน่าย ที่ดำเนินการผลิตโดยสำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว ให้มีคุณภาพสูงขึ้นกว่าเดิม ตามกระบวนการผลิตและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมคุณภาพอย่างเป็นระบบทุกขั้นตอน เริ่มจากการจัดหาเมล็ดพันธุ์หลักมาให้เกษตรกรที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปจัดทำแปลงขยายพันธุ์ภายใต้การควบคุม กำกับจากเจ้าหน้าที่และจัดซื้อคืนเมล็ดพันธุ์ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพและได้มาตรฐานเพื่อนำมาปรับปรุงสภาพด้วยการทำความสะอาดเบื้องต้น อบลดความชื้น ทำความสะอาดคัดแยกสิ่งเจือปน คลุกสารเคมีป้องกันโรคแมลง และบรรจุภาชนะที่เหมาะสม ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงที่ผลิตตามขั้นตอนดังกล่าว กรมการข้าวจึงกำหนดระเบียบ ไว้ดังนี้ ข้อ 7 ข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์ จะต้องได้มาตรฐานตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์

มาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์	ชั้นพันธุ์		
	หลัก	ขยาย	จำหน่าย
1.เมล็ดพันธุ์สุทธิไม่น้อยกว่า (%)	98	98	98
2.สิ่งเจือปนสูงสุดไม่เกิน 2 (%)	2	2	2
3.เมล็ดพันธุ์อื่น(พันธุ์ปน) สูงสุดไม่เกิน	5 เมล็ดต่อเมล็ด 500 กรัม	15 เมล็ดต่อ เมล็ด 500 กรัม	20 เมล็ดต่อเมล็ด 500 กรัม
4.ข้าวแดง	0 เมล็ดต่อ เมล็ด 500 กรัม	5 เมล็ดต่อ เมล็ด 500 กรัม	10 เมล็ดต่อ เมล็ด 500 กรัม
5.ความงอกไม่น้อยกว่า (%)	80	80	80
6.ความชื้นไม่เกิน (%)	14	14	14

2.3 ประเภทของเมล็ดพันธุ์ข้าว

2.3.1 เมล็ดพันธุ์คัดหมายถึงคุณภาพชั้นสูงสุด ผลิตโดยศูนย์วิจัยข้าว เพื่อนำไปขยายพันธุ์ต่อเป็นเมล็ดพันธุ์หลัก ไม่มีจำหน่าย

2.3.2 เมล็ดพันธุ์หลักหมายถึง เมล็ดพันธุ์ที่ขยายพันธุ์จากเมล็ดพันธุ์คัด ผลิตโดยศูนย์วิจัยข้าว แล้วส่งมอบให้ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว และสหกรณ์การเกษตร เพื่อนำไปขยายพันธุ์ต่อเป็นเมล็ดพันธุ์ขยาย หรือใช้ภายในโครงการพิเศษ คุณภาพรองจากพันธุ์คัด

2.3.3 เมล็ดพันธุ์ขยายหมายถึงเมล็ดพันธุ์ที่ขยายพันธุ์จากเมล็ดพันธุ์หลัก ผลิตโดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว แล้วจำหน่ายให้สหกรณ์การเกษตร และเอกชน หรือส่งมอบให้ศูนย์ข้าวชุมชน เพื่อนำไปขยายพันธุ์ต่อเป็นเมล็ดพันธุ์จำหน่าย คุณภาพรองจากพันธุ์หลัก

2.3.4 เมล็ดพันธุ์จำหน่ายหมายถึงเมล็ดพันธุ์ที่ขยายพันธุ์จากเมล็ดพันธุ์ขยาย ผลิตโดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว สหกรณ์การเกษตรกร เอกชน และศูนย์ข้าวชุมชน แล้วจำหน่ายให้เกษตรกรทั่วไป คุณภาพรองจากพันธุ์ขยาย

2.4 การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าว

ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ข้าวหมายถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเมล็ดพันธุ์ข้าวมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา ซึ่งหลังจากเก็บเกี่ยวที่นวดข้าวแล้วควรลดความชื้นเมล็ดให้เร็วที่สุด (ข้าวเปลือกที่มีความชื้น 13-14% สามารถเก็บไว้ได้นาน 2-3 เดือน หากต้องการเก็บรักษาไว้นาน ควรลดความชื้นเมล็ดให้ต่ำกว่า 12%) ในการหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ข้าวสามารถคำนวณหา ได้ดังนี้

$$\lambda = \frac{W_{Before} - W_{After}}{W_{After}} \times 100 \quad (2.1)$$

λ หมายถึง เปอร์เซนต์ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ข้าว

W_{Before}	หมายถึง น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนทำการลดความชื้น	[kg]
W_{After}	หมายถึง น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ข้าวหลังทำการลดความชื้น	[kg]

การลดความชื้นในเมล็ดข้าวทำได้ 2 วิธี คือ

2.4.1.วิธีธรรมชาติ (Natural drying or Sun drying) ใช้แสงแดดเป็นแหล่งความร้อนและอากาศทำให้ความชื้นลดลง เกษตรกรลดความชื้นของข้าวโดยวิธีธรรมชาติ 2 วิธี คือ

2.4.1.1 ตากข้าวทิ้งไว้ในนาหลังการเก็บเกี่ยว การนำข้าวไปนวดทันที โดยไม่ตากข้าวไว้ในนา จะได้ข้าวมีคุณภาพการสีดีที่สุด การตากข้าวทิ้งไว้ในนามีผลทำให้คุณภาพการสีของข้าวลดลง การตากไว้ในนานานขึ้นจะยิ่งทำให้คุณภาพการสีของข้าวลดลง

2.4.1.2 การตากในลานหลังนวดข้าวแล้ว การลดความชื้นด้วยแสงแดด ช่วยลดความเสียหายของเมล็ดข้าวได้ดีกว่าการตากข้าวไว้ในนา การตากข้าวในลานให้ได้ผลดีมีข้อปฏิบัติดังนี้คือ

1. ควรมีวัสดุที่สะอาดและแห้งรองรับ เช่น ผ้าใบหรือเสื่อที่สานด้วยไม้ไผ่ ไม่ควรตากกับพื้นซีเมนต์หรือถนนโดยตรง เพราะเมล็ดอาจได้รับความร้อนจากพื้นสูงเกินไปทำให้เกิดการแตกร้าวภายในเมล็ดได้ในลานนวดควรมีวัสดุรองรับ เพื่อป้องกันสิ่งเจือปน และความชื้นจากพื้นดินจะมารวมอยู่ที่ผิวดิน ทำให้เมล็ดที่ติดกับผิวดินมีความชื้นสูง

2. ความหนาของข้าวที่ตากควรไม่เกิน 5-10 ซม. หากการตากเมล็ดหนาเกินไป ทำให้การระบายอากาศไม่ดี ข้าวแห้งช้า การตากเมล็ดบางเกินไปจะทำให้อุณหภูมิของข้าวสูงถึง 55-70°C ซึ่งมีผลต่อคุณภาพการสี เพราะเกิดการแตกร้าวขึ้นภายในเมล็ดและเกิดเมล็ดเหลืองได้ ระหว่างการตากควรหมั่นกลับกองข้าวทุก ๆ 2 ชั่วโมง หรือวันละ 4 ครั้ง เพื่อช่วยให้ลดความชื้นได้อย่างรวดเร็ว

3. ความชื้นสัมพัทธ์ ขณะลดความชื้น ควรต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่จะสมดุลย์ของเมล็ด การลดความชื้นจึงจะได้ผล ทั้งนี้ความชื้นสัมพัทธ์ไม่ควรจะเกิน 60%

4. เวลาตากควรใช้วัสดุคลุมกองเมล็ดข้าวเพื่อป้องกันน้ำค้างหรือฝน

5. เวลาตากข้าวไม่ควรตากนานเกินไปเมื่อมีความชื้นประมาณ 12-14% ให้หยุดตากข้าวที่เก็บไว้เป็นเมล็ดพันธุ์ จะเก็บรักษาได้นาน มีความงอกสูง หากความชื้นของเมล็ดต่ำและขณะเก็บต้องพยายามรักษาให้ระดับความชื้นของเมล็ดต่ำอยู่เสมอ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บไว้ทำพันธุ์ควรผึ่งแดดเพื่อลดความชื้นให้เหลือ 9-10%

2.4.2.การใช้เครื่องอบ (Artificial drying) การใช้เครื่องอบมีข้อดี คือ สามารถทำได้ทุกสภาวะ อากาศแม้ขณะฝนตกหรือมีแสงแดดน้อย ไม่เปลืองลานตาก สามารถควบคุมการลดความชื้นให้อยู่ในระดับ ที่ต้องการได้ ใช้เวลาการลดความชื้นไม่นานและยังสามารถป้องกันการสูญเสียคุณภาพการสีได้ดีกว่าวิธีธรรมชาติแต่มีข้อเสีย คือ เสียค่าใช้จ่ายสูง การเปรียบเทียบคุณภาพการสีข้าวที่ตากลดความชื้นและใช้เครื่องอบแห้ง พบว่า วิธีการผึ่งแดดจะได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวระหว่าง 40-50% และน้อยกว่า 40% การใช้เครื่องอบแห้งได้ข้าวเต็มเมล็ดระหว่าง 50-60% การลดความชื้นของข้าวเปลือก อุณหภูมิที่ใช้ไม่ควรจะสูงเกิน 50°C และถ้าเป็นเมล็ดพันธุ์ไม่ควรสูงเกิน 43°C

2.5 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

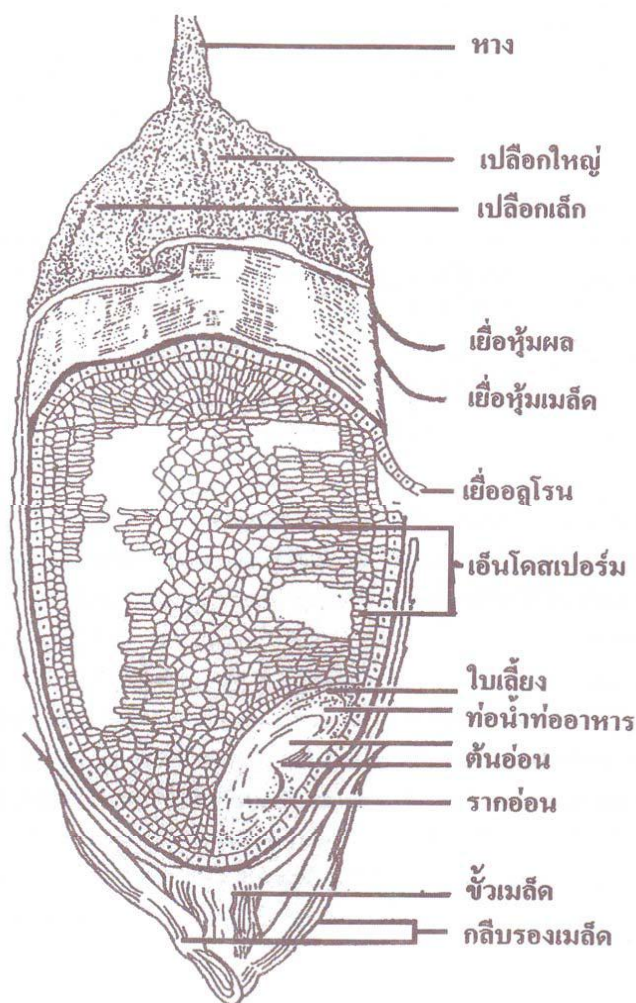
เมล็ดข้าวเป็นผลชนิด caryopsis มีเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ติดกับผนังรังไข่ (ovary wall) เมล็ดข้าวประกอบด้วยกลีบ (hull หรือ husk) เป็นส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว ประกอบด้วยเปลือกใหญ่ (lemma) เปลือกเล็ก (palea) หาง (awn) ขั้วเมล็ด (rachilla) และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmae) เปลือกใหญ่จะปกคลุมอยู่ 2 ใน 3 ของเนื้อที่เมล็ดเปลือกเล็กจะยึดแน่นอยู่ภายในส่วนของเปลือกใหญ่ด้วย โครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายตะขอ (hooklike structure) ดังนั้นเปลือกข้าวจึงปิดแน่น ข้าวกล้อง (brown rice) เป็นส่วนที่ใช้บริโภคประกอบด้วยคัพพะ (embryo) และส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm) ข้าวกล้อง ประกอบด้วย

ก. เยื่อ หุ้มข้าวกล้อง (caryopsis coat) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ได้แก่ เยื่อชั้นนอก (pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) และเยื่อกัน (nucellus)

ข. เยื่อ หุ้มเนื้อเมล็ด (aleurone layer) อยู่ด้านในต่อจากเยื่อ กัน (nucellus) เป็นเนื้อเยื่อ ชนิดเดียวกับเนื้อเมล็ด (endosperm) เซลล์ของเยื่อ หุ้มเนื้อเมล็ดประกอบด้วย โปรตีนและไขมัน

ค. ส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสารจะอยู่ชั้นสุดของเมล็ด ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ และมีโปรตีนอยู่บ้าง

ง. คัพพะ (embryo) เป็นส่วนที่อยู่ติดกับส่วนที่เป็นแป้งทางด้านท้องของเมล็ด (ventral side) คัพพะเป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นอ่อนต่อไป ดังนั้นจึงประกอบด้วย ต้นอ่อน (plumule) รากอ่อน (radicle) เยื่อ หุ้มต้นอ่อน (coleoptile) และเยื่อหุ้มรากอ่อน (coleorhiza) เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของเมล็ดพันธุ์ข้าว

2.6 การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าว

เมล็ดพันธุ์ข้าว ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในไร่นา ส่วนใหญ่มักจะมีส่วนที่ไม่ใช่เมล็ดติดตามมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งสิ่งที่ติดตามาทั้งหมดนี้เราเรียกว่า สิ่งเจือปนโดยที่สิ่งที่เป็นมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวที่พบมาก เช่น เมล็ดวัชพืช เมล็ดข้าวเสีย เศษของใบ ลำต้น กรวด หิน ดิน ทราย และเศษโลหะต่างๆ เป็นต้น การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าว อาศัยความแตกต่างของขนาดและน้ำหนักของเมล็ดข้าวเป็นหลักโดยการ ฝัดด้วยกระด้ง การสาดข้าว การใช้เครื่องสีฟัด หรือการใช้เครื่องคัดขนาดใหญ่การคัดแยกโดยน้ำหนักจะช่วยให้เมล็ดมีความสม่ำเสมอมากขึ้น มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และปริมาณของผลผลิต อันเนื่องมาจาก การงอก ความแข็งแรง การเติบโตของพืชที่เป็นไปพร้อมๆ กัน

คุณภาพของเมล็ด สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทางกายภาพ หมายถึง ลักษณะรูปร่างและขนาดของเมล็ดพันธุ์ที่มองเห็นได้ และ คุณภาพทางเคมี หมายถึง องค์ประกอบทางเคมีที่รวมเป็นแป้ง

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับ ความกว้าง ความยาว และความหนาแน่นของเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้การสีเป็นข้าวสารก็ถือว่าเป็นคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วย เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้มาตรฐานนั้นเมื่อสีแล้วจะมีความกว้าง 2 มิลลิเมตร และความยาวประมาณ 7-7.5 มิลลิเมตร โดยที่มีพื้นที่หน้าตัดค่อนข้างกลม ถ้าเป็นข้าวเจ้าเมล็ดจะต้องใส ไม่มีท้องไข การมีไม่มีท้องไขของเมล็ดนั้นจะทำให้เมล็ดหักง่ายเมื่อเอาไปสีเป็นข้าวสาร ซึ่งทำให้ได้เมล็ดข้าวสารที่หักมาก คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ น้ำหนักเมล็ด (Grain weight) น้ำหนักเมล็ดเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับพันธุ์กรรม และแปรปรวนได้ตามสภาพแวดล้อม เช่น ชนิดของดิน การใส่ปุ๋ย ความชื้น และสภาพภูมิอากาศ การตรวจสอบน้ำหนักข้าวเปลือก จำนวน 100 เมล็ด ของข้าวพันธุ์ไทย จำนวน 344 พันธุ์ พบว่าน้ำหนักแปรปรวนอยู่ระหว่าง 1.62-4.17 กรัม การประเมินน้ำหนักข้าวทำได้ 2 วิธี คือ น้ำหนักต่อปริมาตร ประเมินเป็น กรัมต่อลิตร หรือ กิโลกรัมต่อถัง น้ำหนักต่อเมล็ด ประเมินเป็น น้ำหนัก 100 เมล็ด หรือน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ดังนั้น เมล็ดพันธุ์ข้าวที่รัฐบาลได้ส่งเสริมให้ชาวนาปลูกจะต้องมีคุณภาพเมล็ดที่ได้มาตรฐาน ซึ่งเรียกว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวดี

สีของข้าวเปลือกเป็นลักษณะประจำพันธุ์ จะมีสีขาว (white) สีฟาง (straw) สีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม (light to dark brown) ร่องสีน้ำตาล (brown furrow) สีกระน้ำตาล (brown spot) สีน้ำตาลแดง (reddish brown) สีม่วง (purple) และสีดำ (black) สีเปลือกเมล็ดข้าวมีผลต่อสีของข้าวสารที่นึ่งแล้ว กล่าวคือ เมล็ดข้าวเปลือกที่มีสีเข้ม ข้าวสารนึ่งก็จะมีสีเข้มขึ้น

สีของข้าวกล้องมีอยู่หลายสี เช่น ขาว แดง น้ำตาล และสีม่วงถึงเกือบดำ ข้าวกล้องที่มีสีเข้มต้องใช้เวลาขัดร่อนนานได้เมล็ดข้าวที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ซึ่งตรงกันข้ามกับข้าวกล้องสีอ่อนจะเป็นที่ต้องการของตลาด

ขนาดรูปร่างเมล็ด ประกอบด้วย ความยาว (length) ความกว้าง (width) ความหนา (thickness) และรูปร่างของเมล็ด (shape) ขนาดรูปร่างของเมล็ดจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ และสภาพพื้นที่ปลูก การจำแนกความยาวของเมล็ดข้าวดังนี้ เรียว มากกว่า 3.0 มิลลิเมตรปานกลาง 2.0 - 3.0 มิลลิเมตร ป้อม น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร

ข้าวขัดสีจนเป็นข้าวสารมีสีขาว ความขาวของข้าวสารจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ระดับการสี องค์ประกอบทางเคมี และเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือก ความขาวของข้าวสารจำแนกโดยระดับการสีจะเป็นตัวกำหนดชั้นของข้าว เช่น ข้าว 100% จะต้องมีการสีเป็นสีดีพิเศษ หมายถึงการสีเอาส่วนรำออกจนหมด จะได้ข้าวมีลักษณะใสเป็นพิเศษ

ความใสของข้าวสาร หมายถึง ความทึบแสงหรือความโปร่งใสของเนื้อข้าวสาร สังเกตความแตกต่างได้ในเมล็ดข้าวเจ้า เกิดจากพันธุ์ข้าวและสภาพพื้นที่ปลูก เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีเมล็ดใสมากกว่าข้าวที่ปลูกในภาคกลาง จากลักษณะทางกายภาพดังกล่าวข้างต้น สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว ดังนี้คือ

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว จะแปรปรวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

- 1.พันธุ์ข้าว เช่น พันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดยาวมีท้องไขมาก จะให้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวต่ำ หรือพันธุ์เปลือกบางสีอ่อน

- 2.การปฏิบัติดูแลก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ให้ระบายน้ำออกจากแปลงนา ก่อนเก็บเกี่ยว 7-10 วัน เพื่อให้เมล็ดข้าวสุกแก่อย่างสม่ำเสมอต่อการเก็บเกี่ยว เมล็ดข้าวแห้งสม่ำเสมอ

3.ระยะเวลาและวิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การเก็บเกี่ยวข้าวเร็วหรือช้าเกินไปจะทำให้ข้าวมีคุณภาพการสีต่ำ ควรกระทำหลังจากข้าวออกดอกแล้วประมาณ 28-30 วัน ขณะที่เมล็ดมีความชื้นประมาณ 22-26% การเก็บเกี่ยวในระยะนี้จะได้น้ำหนักเมล็ดดี ปริมาณมาก และคุณภาพตามมาตรฐาน

4.การลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์อยู่ที่ 14% เมื่อนำไปเก็บรักษาจะทำให้สามารถเก็บรักษาไว้นาน เสื่อมคุณภาพช้า และปราศจากโรค

5.การนวดข้าว อาจทำให้เกิดรอยร้าวในเมล็ดข้าวจะมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

6.การเก็บรักษา การเสื่อมคุณภาพสาเหตุ เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา ทำให้เกิดข้าวเมล็ดเหลืองหรือเมล็ดเสีย ซึ่งมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

คุณภาพทางเคมี เป็นลักษณะขององค์ประกอบทางแบ่งในเมล็ดข้าวกล้อง ข้าวแต่ละชนิดก็จะมีมีความแตกต่างของแบ่งที่รวมกันเป็นเอ็นโดสเปิร์ม เมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วยแบ่งชนิดอะมิโลสประมาณ 15-30 เปอร์เซ็นต์ ข้าวไทยที่มีแบ่งชนิดอะมิโลสต่ำ ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ส่วนข้าวที่มีแบ่งชนิดอะมิโลสสูง ได้แก่ กข.1 และปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสารมีความสำคัญ เพราะโปรตีนในข้าวเป็นสารอาหารที่ร่างกายมนุษย์ต้องการมาก สำหรับการเจริญเติบโต ปกติเมล็ดข้าวจะมีปริมาณโปรตีน 7-10 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนนี้จะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมที่ปลูกข้าว เช่น การใส่ปุ๋ยทำให้มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นและรวงข้าวมีจำนวนเมล็ดต่อรวงน้อยเมล็ดก็จะมีปริมาณโปรตีนสูง

2.7 สมการการเคลื่อนที่

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน “อนุภาคที่ถูกกระทำด้วยระบบแรงที่ไม่สมดุล จะเกิดความเร่งขึ้น โดยความเร่งมีขนาดแปรผันตามขนาดของแรงลัพธ์และมีทิศทางเดียวกับทิศทางของแรงลัพธ์” ซึ่งสามารถเขียนสมการ ได้ดังนี้

$$\sum F = ma \quad (2.2)$$

$\sum F$	หมายถึง แรงลัพธ์ที่กระทำต่ออนุภาค	[N]
m	หมายถึง มวลของอนุภาค	[kg]
a	หมายถึง ความเร่งของอนุภาค	[m/s ²]

2.8 พัดลมหรือเครื่องเป่าลม

พัดลมหรือเครื่องเป่าลมคืออุปกรณ์ที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศด้วยความเร็วและทิศทางที่ต้องการความแตกต่างระหว่างพัดลมและเครื่องเป่าลม มาตรฐาน JIS ได้กำหนดไว้ว่าพัดลมที่มีแรงดันลมต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรน้ำเรียกว่า พัดลม(Fan) ส่วนพัดลมที่มีแรงดันลมตั้งแต่ 1,000 มิลลิเมตรน้ำแต่ไม่ถึง 10 เมตรน้ำ เรียกว่า เครื่องเป่าลม(Blower) แต่ลักษณะหรือรูปทรงของอุปกรณ์ทั้งสองชนิดอาจเหมือนกัน ทำให้สามารถเรียกเป็นชื่อรวมๆ ว่าพัดลม กฎความสัมพันธ์ของพัดลม

(Fan's Law)หรืออาจเรียกว่ากฎการแปรผัน ใช้บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ของพัดลม ความสัมพันธ์ของสูตรที่เรียกว่ากฎความคล้ายจะคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (2.3)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^2 \quad (2.4)$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^3 \quad (2.5)$$

Q	หมายถึงอัตราการไหลของอากาศ	[m ³ /s]
N_1	หมายถึงจำนวนรอบของล้อตาม	[rpm]
N_2	หมายถึงจำนวนรอบของล้อขับ	[rpm]
P_1	หมายถึงความดันลมที่ทางเข้า	[mm.H ₂ O]
P_2	หมายถึงความดันลมที่ทางออก	[mm.H ₂ O]
W_1	หมายถึงกำลังเพลตาม	[kW]
W_2	หมายถึงกำลังเพลขับ	[kW]

2.9 ประเภทและหลักการทำงานของพัดลมและเครื่องเป่าลม

การออกแบบพัดลมและเครื่องเป่าลมเพื่อนำใช้ในงานจะต้องทราบถึงประเภทและคุณลักษณะการทำงานของพัดลม มีการแบ่งประเภทตามลักษณะการไหลของลมเป็นสองกลุ่มใหญ่ดังนี้

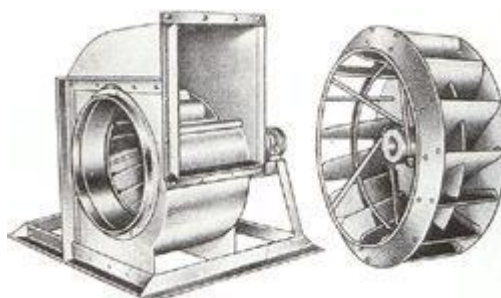
2.9.1 พัดลมแบบหอยโข่งหรือแบบใช้แรงเหวี่ยง (Centrifugal or Radial fan) ทำงานโดยการดึงอากาศเข้าทางด้านข้างและเหวี่ยงออกในแนวรัศมี ส่งผลให้อากาศมีความเร็วสูงขึ้น แล้วบังคับให้อากาศผ่านหน้าตัดที่ขยายขึ้นในลักษณะก้นหอย มีเสียงค่อนข้างเงียบและมีหลายประเภท ดังนี้

2.9.1.1. พัดลมเซอร์รอกโค (Sirroco fan) หรือพัดลมแบบหลายใบ (Multi-blade fan) เป็นชนิดที่มีใบโค้งไปทางเดียวกับการหมุน (ใบโค้งหน้า) เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วลมต่ำ และอัตราการไหลของลมไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากประสิทธิภาพต่ำเมื่อเทียบกับแบบแรงเหวี่ยงชนิดอื่น แต่มีราคาถูก ค่าใช้จ่ายในการใช้งานสูง



ภาพที่ 2.2 พัลลมเชอร์ร็อคโค

2.9.1.2. พัลลมภาระจำกัด (Limit-Load fan) เป็นชนิดที่มีใบโค้งไปทางตรงข้ามการหมุน(ใบโค้งหลัง) เหมาะสำหรับใช้ในอุปกรณ์การปรับอากาศที่ต้องการความดันสถิตยต่ำ เมื่อมีการใช้งานที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลต่ำจะให้ประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด โดยรวมพัลลมชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบเชอร์ร็อคโค



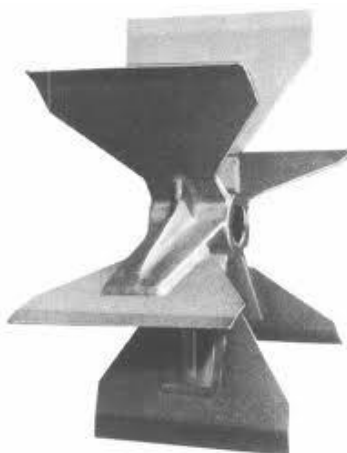
ภาพที่ 2.3 พัลลมภาระจำกัด

2.9.1.3. พัลลมแบบใบพัดเครื่องบิน (Aerofoil fan) เป็นชนิดที่มีใบคล้ายปีกเครื่องบิน และโค้งไปทางตรงข้ามกับการหมุน(ใบโค้งหลัง) เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความเร็วลมสูง มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลและกำลังค่อนข้างมาก เป็นพัลลมที่มีประสิทธิภาพสูง แต่มีราคาค่อนข้างแพง



ภาพที่ 2.4 พัดลมแบบใบพัดเครื่องบิน

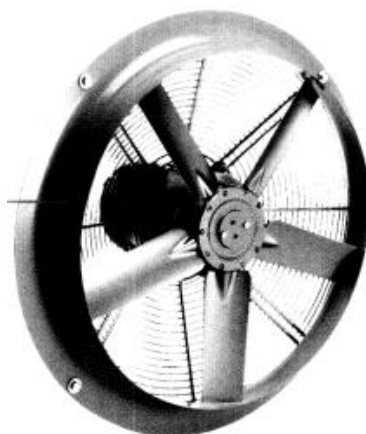
2.9.1.4. พัดลมแบบใบตรง (Radial fan) เป็นชนิดที่มีใบพัดตรงตามแนวรัศมี มีโครงสร้างง่าย แข็งแรง ทนทานต่อทรายหรืออากาศที่มีฝุ่นมาก มีประสิทธิภาพการใช้งานต่ำ



ภาพที่ 2.5 พัดลมแบบใบตรง

2.9.2. พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน (Axial flow fan) ไม่นิยมใช้ในอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ เพราะมีเสียงดังและประสิทธิภาพการใช้งานต่ำ ทำงานโดยการดูดลมเข้าทางด้านหลังใบพัด และส่งลมผ่านใบพัดออกไปตามแนวแกน โดยทั่วไปแบ่งออกได้ดังนี้

2.9.2.1. พัดลมแบบใบพัด (Propeller fan) เป็นชนิดที่ใช้ส่งลมแบบไม่มีท่อลม ความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของลมน้อย นิยมใช้เป็นพัดลมถ่ายเทอากาศ พัดลมระบายแก๊สเสีย พัดลมระบายความร้อน มีเสียงค่อนข้างดัง



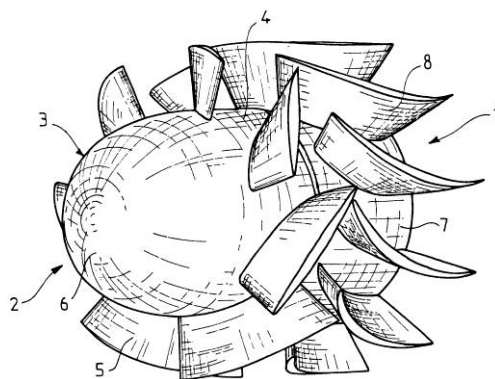
ภาพที่ 2.6 พัดลมแบบใบพัด

2.9.2.2. พัดลมไหลตามแกนแบบมีท่อครอบ (Tube axial fan) เป็นชนิดที่มีการไหลของอากาศตามแนวแกนจากด้านหลังไปด้านหน้า แต่ชุดใบพัดจะอยู่ภายในท่อ พัดลมชนิดนี้จะให้ความดันสถิตยและอัตราการไหลของลมสูงกว่าแบบใบพัด นิยมใช้เป็นพัดลมส่งต่อจ่ายอากาศให้ไหลวนของหอผึ่งเย็น มีเสียงค่อนข้างดัง



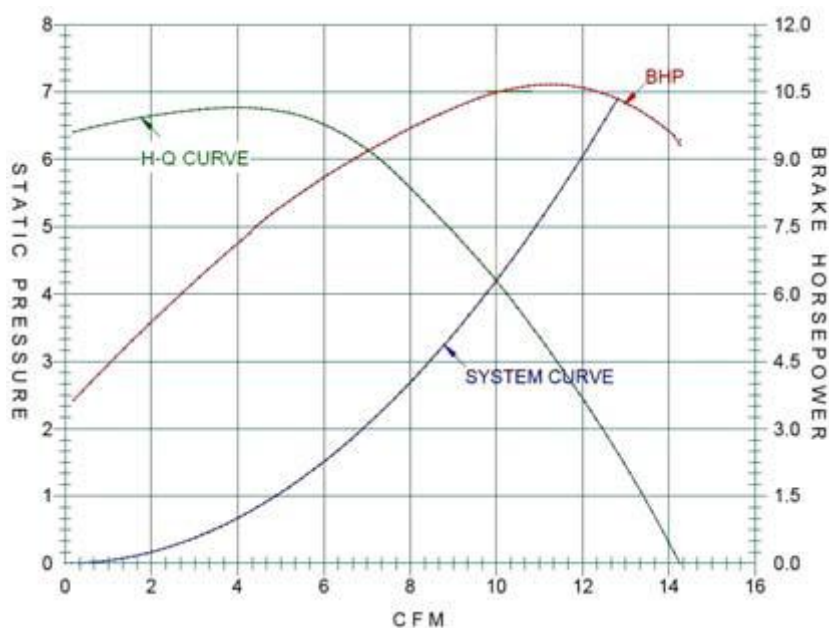
ภาพที่ 2.7 พัดลมไหลตามแกนแบบมีท่อครอบ

2.9.2.3. พัดลมไหลตามแนวแกนแบบมีท่อครอบและมีครีบน้ำ (Vane axial fan) เป็นชนิดเดียวกับ (Tube axial fan) ต่างกันที่จะมีครีบน้ำทางเพื่อป้องกันการปั่นป่วนของลมที่จะส่งไปและมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูง



ภาพที่ 2.8 พัดลมไหลตามแนวแกนแบบมีท่อครอบและมีครีบนำ

พัดลมและปั้มน้ำ จะมีลักษณะเฉพาะที่คล้ายกันมาก ในการพิจารณาเลือกใช้หรือวิเคราะห์จะใช้กราฟที่เรียกว่า Performance Curve หรืออาจเรียกว่า H-Q Curve ที่สามารถบอกถึงข้อมูลการทำงานของพัดลมที่เรา กำลังพิจารณาอยู่ได้ โดยสามารถขอได้จากผู้ผลิตพัดลมหรือปั้มน้ำยี่ห้ออื่นๆ ดังรูป



กราฟที่ 2.1 แสดงคุณลักษณะของพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

จากภาพที่แสดงข้างต้นเป็นเส้นแสดงคุณลักษณะของพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal) ประกอบด้วยเส้นบอกคุณลักษณะของระบบที่สำคัญ 3 เส้น คือ

เส้นหมายเลข 1 แสดงคุณลักษณะความสัมพันธ์ของความดันกับอัตราการไหลของของไหล โดยความดันของของไหลจะลดลงเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันความดันจะสูงสุดเมื่อไม่มีอัตราการไหล

เส้นหมายเลข 2 แสดงคุณลักษณะความสัมพันธ์ของกำลังงานเพลลาที่ใช้กับอัตราไหลของของไหลโดยกำลังงานเพลลาที่ต้องการจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลเพิ่มมากขึ้น

เส้นหมายเลข 3 แสดงคุณลักษณะของระบบ ที่แปรเปลี่ยนตามอัตราการไหลของของไหลในระบบโดยเมื่อมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นความดันสูญเสีย (Friction Head) จะมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเส้นนี้มีความสำคัญมากที่ต้องทราบเพื่อใช้ประกอบการเลือกใช้งานพัดลมหรือปั้มน้ำให้เหมาะสม ซึ่งเป็นค่าที่ต้องได้จากการคำนวณและออกแบบระบบ (ขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ความยาวท่อ อุปกรณ์ต่างๆของระบบ) ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานและมาตรการปรับปรุงการทำงานของพัดลมและเครื่องเป่าลมให้ประหยัดพลังงาน

การเพิ่มรอบการหมุนของพัดลม (Increasing of fan rotating speed) ตามกฎของพัดลมเมื่อเพิ่มรอบพัดลมให้สูงขึ้น อัตราการไหลของพัดลมจะสูงขึ้น ความดันของพัดลมจะสูงมากขึ้นเป็นกำลังสอง และกำลังงานจะสูงขึ้นเป็นกำลังสาม การเพิ่มรอบของพัดลมอาจทำได้โดยการเปลี่ยนขนาดของฟูล์เลย์หรือใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบสูงขึ้น แต่มีผลเสียคือความเสียหายที่เพิ่มมากขึ้น กำลังงานในการขับพัดลมสูงขึ้นมอเตอร์อาจมีกำลังไม่พอ การสั่นสะเทือนของพัดลมจะสูงขึ้น อายุการใช้งานของแบร์ริงจะสั้นลง

การควบคุมความเร็วในการหมุน (Rotating speed controlling) วิธีที่ใช้มากที่สุดสำหรับการลดความเร็วของพัดลม คือ การใช้ตัวขับเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงความเร็วได้ (Variable Frequency Drives VFD)

การเปลี่ยนขนาดใบพัดลมให้เหมาะสม (Properly size changing) ในการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศ วิธีการหนึ่งคือการเพิ่มขนาดใบของพัดลมให้มีขนาดใหญ่ขึ้นแต่ยังใช้โครงสร้างเดิมเนื่องจากพัดลมแบบหอยโข่งสามารถเพิ่มหรือลดขนาดของใบพัดภายในได้ อีกทั้งยังมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการเปลี่ยนพัดลมทั้งชุด สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือจะต้องตรวจสอบกราฟการทำงานของพัดลมจากผู้ผลิตว่าเมื่อเปลี่ยนใบพัดลมแล้วอัตราการไหลของลมจะได้ตามความต้องการหรือไม่

การแยกระบบเป็นหลายระบบ (Decentralize separates system) ในกรณีที่มีหัวดูดจำนวนมาก ควรพิจารณาแยกระบบการดูดโดยใช้พัดลมหลายๆ ชุดเพื่อลดความเสียหายที่เกิดขึ้นภายในท่อที่มีระยะห่างจากพัดลมมาก อีกทั้งยังช่วยลดการรั่วของลมบริเวณข้อต่อต่างๆ

การเพิ่มจำนวนเข้าในระบบเดิม (Adding new units to existing system) กรณีที่ระบบมีอัตราการไหลไม่เพียงพอหรือมีความดันไม่เพียงพอกับการใช้งาน ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้งานเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการที่จะต้องซื้อพัดลมขนาดใหญ่มาใช้งานอาจแก้ไขโดยการติดตั้งพัดลมรวมกันแบบขนาน จะส่งผลให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้น แต่ความดันจะไม่เกินชุดที่มีความดันสูงสุด ส่วนการต่อแบบอนุกรม จะส่งผลให้ความดันในการดูดลมสูงขึ้นแต่อัตราการไหลของลมจะเท่ากับตัวที่มีขนาดเล็กที่สุด ดังนั้นในการต่ออนุกรมควรเลือกพัดลมที่มีความดันเท่ากับตัวเดิม และในการต่อแบบขนานควรเลือกพัดลมที่มีความดันเท่ากับตัวเดิม จะส่งผลให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การควบคุมใบนำทางลมด้านเข้า (Inlet flow controlling) ในการติดตั้งใช้งานพัดลมปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือ ระยะท่อทางเข้าของลมสั้นเกินไปทำให้เกิดการปั่นป่วนของลมในทางแก้ไขคือเพิ่มระยะทางเข้าให้มากกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางหรือแก้ไขโดยการทำเป็นมุมเหลี่ยมหรืออาจแก้ไขโดยการทำแผ่นบังคับลม ซึ่งการแก้ไขในแต่ละแบบขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของงานแต่ละแบบและความ

สะดวกในการแก้ไขปรับปรุง แต่หากเป็นกรณีที่ทางเข้าเป็นสามทางก็สามารถทำได้โดยการกันทางเข้าของลมในแต่ละท่อ

การควบคุมด้านลมออก (Outlet flow controlling) ในการติดตั้งใช้งานพัดลมปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นก็คือ ระยะท่อทางออกของลมสั้นเกินไปทำให้เกิดการปั่นป่วนของลมในทางแก้ไขคือการเพิ่มระยะทางออกให้ยาวมากกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางหรือกรณีที่มีการติดตั้งท่อทางออกในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางออกของอากาศ ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน อาจแก้ไขโดยการปรับปรุงทางออกให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับทางลมออกการควบคุมแฉกเปอร์ด้านจ่าย เมื่ออัตราการไหลของอากาศลดลง กำลังที่เพลลาของโบลเวอร์จะลดลงอย่างเดียวแต่ความต้านทานที่ด้านจ่ายได้เพิ่มขึ้น

2.10 มอเตอร์

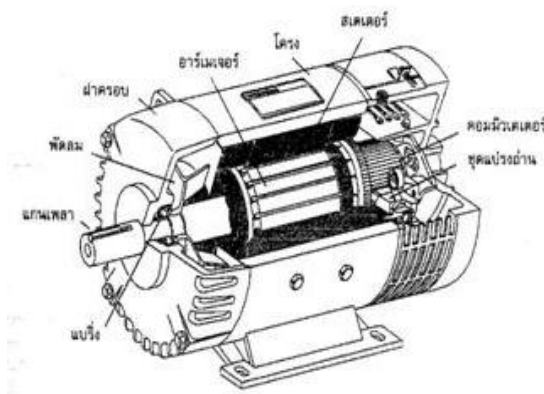
มอเตอร์เป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล สามารถแบ่งประเภทของมอเตอร์ได้ดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Motor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C. Motor) ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous Motor)

มอเตอร์สามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสนั้นสามารถเริ่มหมุนได้โดยไม่ต้องมีตัวช่วยในการเริ่มหมุน สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวส่วนใหญ่การเริ่มหมุนต้องมีวิธีการช่วยให้เริ่มหมุนแล้วแต่ชนิดของมอเตอร์ มอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้าเฟสเดียวเทียบกับมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสจะสรุปได้ดังนี้ สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำที่มีขนาดกำลังงานจ่ายออก (Power Output) เท่ากับมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวจะมีขนาดใหญ่กว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสมากในการเริ่มหมุนของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว จะต้องใช้วิธีหนึ่งเพื่อให้มีแรงบิดตลอดเริ่มหมุนดีขึ้น, มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว มีการสร้างและการออกแบบยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายแพงกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้าสามเฟสขนาดเท่าๆกัน

ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะ A.C. Motor แบบเฟสเดียวเท่านั้น เนื่องจากเป็นมอเตอร์ที่คณะผู้จัดทำโครงการนี้เลือกใช้

2.10.1 ชนิดของมอเตอร์เฟสเดียว มอเตอร์เฟสเดียวที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กไม่ถึง 1 แรงม้า มี 5 ชนิด ได้แก่

2.10.1.1 สปลิตเฟสมอเตอร์ เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวที่มี ขดลวดสเตเตอร์สองชุดมีหลักการทำงานเหมือนกับเครื่องกลไฟฟ้าสองเฟส ได้แก่ สปลิตเฟสมอเตอร์และคาปาซิเตอร์ สปลิตเฟสมอเตอร์ มอเตอร์มีโครงสร้างตามภาพที่ ประกอบส่วนต่างๆดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.9 สปลิตเฟสมอเตอร์

1) ตัวสเตเตอร์ขอลวดสองชุดพันอยู่บนแกนสเตเตอร์ แต่ละชุดวางห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้า ชุดแรกมีไว้สำหรับใช้งานตามปกติเรียกชุดนี้ว่า ชุดรัน (Running Winding) เป็นขอลวดเส้นใหญ่มีการพันจำนวนรอบมากกว่าขอลวดชุดสตาร์ทหมีค่าความต้านทานต่ำ แต่ที่ค่ารีแอแนกซ์สูง ชุดนี้จะต่อกับแหล่งจ่ายตลอดเวลาทำงาน ชุดที่สองเป็นชุดที่ต่อใช้ตอนเริ่มหมุน เรียกว่า ขอลวดสตาร์ท (Starting Winding)

2) ตัวโรเตอร์มีลักษณะเป็น กรงกระรอกคล้ายกับของมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส ตัวนำที่ฝังอยู่ในตัวโรเตอร์เป็นรูปทรงกรงกระรอกนี้จะฝังเฉียงกับแกนเพลลา เพื่อให้เส้นแม่เหล็กข้ามช่องว่างอากาศเฉลี่ยเท่ากันทุกๆจุดบนผิวโรเตอร์ ที่แกนตัวโรเตอร์มีสวิตช์หนีศูนย์กลางติดอยู่เพื่อตัดขอลวดสตาร์ทออกจากวงจรหลังจากมอเตอร์มีความเร็วประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ ของความเร็วซิงโครนัส ถ้าไม่มีขดลวดสตาร์ทแรงบิดเริ่มหมุนจะเป็นศูนย์คือไม่สามารถหมุนตัวออกได้และใช้กระแสตอนเริ่มหมุนเป็น 5-6 เท่าของกระแสอัตราปกติ เหมาะสมกับงานที่ใช้แรงบิดไม่มากนัก เช่น พัดลม เครื่องเป่าเครื่องดูดอากาศ เป็นต้น

2.10.2 การเลือกมอเตอร์ (Motor Selection) แพคเตอร์ในการเลือกมอเตอร์ใช้ขับโหลดมีหลายประการ พอจะสรุปได้ดังนี้

2.10.2.1 แหล่งจ่ายที่ทำได้ ไฟกระแสตรงหรือกระแสสลับ 1 เฟส หรือ 3 เฟส แรงดันและกระแสพิคกิ้งของแหล่งจ่าย

2.10.2.2 สภาพแวดล้อมในการใช้งาน ต้องคงทนต่อสภาพแวดล้อมที่มีน้ำมัน ผลทางเคมี ฝุ่น และอุณหภูมิ

2.10.2.3 การติดตั้ง แนวตั้งหรือแนวนอน

2.10.2.4 ขนาดและรูปร่าง มอเตอร์ต้องติดตั้งในที่ที่ต้องการใช้

2.10.2.5 แรงบิด เหมาะสมกับคุณลักษณะความเร็วของโหลด

2.10.2.6 ความเร็ว ช่วงความเร็วและการควบคุม

2.10.2.7 ดิวตี้ไซเคิล ความถี่ในการเปิด - ปิด ในช่วงเวลาทำงานตลอดเวลาต่อเนื่องทำงานแล้วหยุดชั่วขณะหรือช่วงเวลาทำงานเปลี่ยนแปลง

2.10.2.8 คุณลักษณะการเร่งและการหน่วง

2.10.2.9 การพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์ ราคาเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายขณะใช้งาน
มอเตอร์

2.10.2.10 การพิจารณาขณะทำงานเกินพิกัด มอเตอร์ที่ทำงานต่อเนื่องทั่วไปแล้ว
จะทำงานเกินพิกัดไม่เกิน 75 เปอร์เซ็นต์ของค่าแรงบิดสูงสุดได้ชั่วขณะ
(ที่มา : มงคล ทองสงคราม: เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ.กรุงเทพ: 2535)

2.11 เครื่องวัดความเร็วลม

การวัดความเร็วลมในที่ต่างๆ จะใช้ มาตรวัดลม หรือ แอนิโมมิเตอร์ (Anemometer)
มี 3 แบบ คือ

1. มาตรวัดความเร็วลมแบบหมุนมาตรวัดลมแบบถ้วย (Cup Anemometer) มีลักษณะเป็น
ถ้วยกลมครึ่งซีก 3-4 ใบ ติดอยู่ที่ปลายก้านซึ่งต่อกับแกนกลาง เมื่อลมพัดจะทำให้ลูกถ้วยหมุนไป
รอบๆ แกนกลางจำนวนรอบที่หมุนแสดงความเร็วของลม มาตรวัดลมแบบโปรเพ
ลเลอร์ (Propellor) มีลักษณะคล้ายกังหันลม มาตรวัดลมแบบวินด์มิลล์ (Windmill)



ภาพที่ 2.10 เครื่องวัดความเร็วลม DA-43 DIGICON

ใช้วัดความเร็วลมอยู่ที่ 0.4~30.0 m/s $\pm 2\%$

วัดอุณหภูมิ 0 ~ 60 องศาC , 32 ~ 140 $\pm 0.1\%$

ขนาดตัวเครื่อง 76 x 162 x 32 mm.

2. มาตรวัดลมแบบหลอดความกดดัน โดยอาศัยแรงของลมพัดเข้าไปในหลอด เพื่อให้แรงของ
ลมกดลงไปบนพื้นผิวโลหะที่มีแขนต่อไปยังหน้าปัดที่บอกสเกลความเร็ว การทำงานเหมือนกับแอนนิ
รอยด์ซึ่งวัดความดันอากาศ มาตรวัดลมแบบนี้ได้พัฒนาไปจนสามารถบอกความเร็วของลมได้
ตลอดเวลา มีกระดาษกราฟเป็นม้วนหมุนได้อย่างช้าๆ ซึ่งขับเคลื่อนด้วยระบบโซลานแบบ
นาฬิกา จึงเป็นมาตรวัดลมแบบอัตโนมัติ เรียกว่า อะนิโมกราฟ (anemograph)

ในการวัดความเร็วลมนั้น ต้องทราบทิศทางที่ลมพัดด้วย ซึ่งใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ ในการวัดทิศทางของลม เรียกว่า ศรลม (Wind Vane) ลักษณะจะเป็นลูกศรที่มีหางเป็นแผ่นใหญ่กว่าลูกศรมาก เมื่อลมพัดมาทางลูกศรจะถูกผลักแรงกว่าหัวลูกศร หัวลูกศรจึงชี้ไปทางที่ลมพัด

3. แอโรเวน (Aerovane) เป็นเครื่องมือที่วัดได้ทั้งทิศทางและความเร็วลมส่วนในการวัดทิศทางและความเร็วของลมนั้น ในที่ต่างๆต้องใช้เครื่องมือที่ เรียกว่า เรวินด์ (Rawind) ซึ่งผูกติดกับบอลลูน โดยรายงานแบบคลื่นวิทยุ นอกจากนี้ยังใช้ ไพลอท บอลลูน ซึ่งบางครั้งอาจใช้เครื่องเรดาร์ กล้องส่องทางไกล หรือกล้องโทรทรรศน์ตรวจสอบจากบอลลูนได้

ในการวัดความเร็วนิยมใช้หน่วยเป็น นอต โดย

$$1 \text{ นอต} = 1 \text{ ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง}$$

$$1 \text{ ไมล์ทะเล} = 1.85 \text{ กิโลเมตร}$$

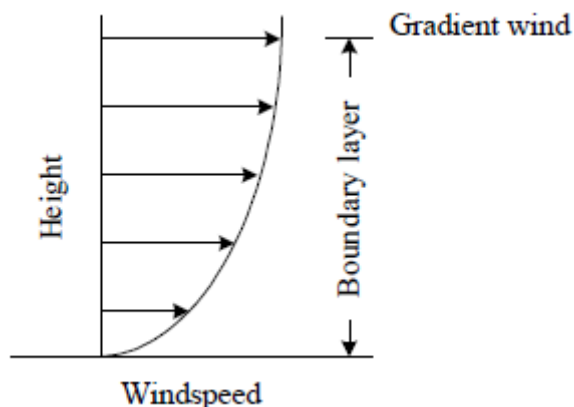
นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานความเร็วลม คือ มาตรฐานของโบฟอร์ต มีผู้นิยมใช้กันมาก สร้างโดย เซอร์ ฟรานซิส โบฟอร์ต ราชนาวิอังกฤษ

2.12 ลม

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงพื้นฐานของพลังงานลม ลักษณะทางกายภาพและ ชนิดของกังหันลมแบบต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างทั้งทางด้านกายภาพ และหลักการออกแบบ

ลมเกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศซึ่งมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ทั่วโลก ลมที่มักจะได้ยินชื่ออยู่บ่อยๆ ก็คือ ลมมรสุม ซึ่งหมายถึงลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางกับการเปลี่ยนฤดู คือฤดูร้อนจะพัดอยู่ในทิศทางหนึ่งและจะพัดเปลี่ยนทิศทางในทางตรงกันข้าม ในฤดูหนาว นอกจากนี้ลมยังอาจเกิดขึ้นจากอิทธิพลของภูมิประเทศและ ความเปลี่ยนแปลงของ ความกดอากาศในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งเรียกลมชนิดนี้ว่าลมประจำถิ่น ซึ่งลมประจำถิ่นยังสามารถแบ่ง ออกเป็น ลมบกและลมทะเล ลมภูเขาและลมหุบเขา นอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีลมประจำถิ่นที่ เป็นที่รู้จักกันดีคือ ลมตะเภา และลมว่าว (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2544)

กังหันลมจะใช้ประโยชน์จากลมที่อยู่ใกล้ผิวโลกหรือที่เรียกว่าลมผิวพื้น หมายถึงลมที่พัด ในบริเวณ ผิวพื้นโลกภายใต้ความสูงประมาณ 1 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน เป็นบริเวณที่มีการ คลุกเคล้าของอากาศและมีแรงเสียดทานเกิดจากการปะทะกับสิ่งกีดขวางร่วมกระทำด้วยใน ระดับต่ำ แต่ที่ระดับความสูงมากกว่า 10 เมตรขึ้นไปแรงต้านจะลดลงและ ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้น (รูปที่ 1) ส่วนที่ระดับความสูงใกล้ 1 กิโลเมตรเกือบไม่มีแรงเสียดทานความเร็วลมเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับระดับ ความสูงและ สภาพภูมิประเทศ เช่นเดียวกันกับทิศทางของลม จาก ประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่า กังหันลมจะทำงานได้ดีหรือไม่นั้น ก็จะขึ้นอยู่กับตัวแปรทั้งสองนี้ ที่ความเร็วลมเท่าๆ กันแต่มี ทิศทางลมที่แตกต่างกัน เมื่อพุ่งเข้าหาแกนหมุนของกังหันลมแล้วจะส่งผลต่อแรงบิดของกังหันลม เป็นอย่างมาก ผลคือแรงลัพธ์ที่ได้ ออกมาจากกังหันลมแตกต่างกัน สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถอ่านได้จากเอกสารอ้างอิง (Siegfried, 1998)



ภาพที่ 2.11 ลักษณะของความเร็วลมภายใต้ชั้นบรรยากาศ (atmosphere boundary layer)

กำลังของลมที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V ผ่านพื้นที่หน้าตัด A คือ

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (2.6)$$

เมื่อ P_w คือ กำลังของลม [W]
 ρ คือ ความหนาแน่นของอากาศ มีค่าเท่ากับ 1.225 kg/m^3
 A คือ พื้นที่หน้าตัด [m^2]
 V คือ ความเร็วลม [m/s]

พลังงานลมถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานกลของแกนหมุนกังหันลม มวลของอากาศที่ปะทะ เข้ากับ ใบกังหันจะเคลื่อนที่ช้าลง ในทางปฏิบัติแล้วพลังงานจากลมไม่สามารถถ่ายเทให้กับกังหัน ลมได้ ทั้งหมด ซึ่งถ้าเกิดขึ้นจริง จะหมายความว่ามวลของอากาศที่ปะทะเข้ากับใบกังหันจะต้อง หยุดสนิทอยู่กับที่บริเวณพื้นที่หน้าตัดของใบกังหันทั้งหมด สมการที่ (2.7) ใช้ในการอธิบาย พลังงานทั้งหมดที่ กังหันลมสามารถเปลี่ยนรูปได้จากพลังงานลม(Siegfried, 1998)

$$P_{WT} = P_w \cdot C_p = \frac{1}{2} \rho \cdot A_R \cdot V^3 \cdot C_p \quad (2.7)$$

เมื่อ P_{WT} คือ กำลังของกังหันลม [W]
 C_p คือ สัมประสิทธิ์สมรรถนะของกังหันลม
 A_R คือ พื้นที่หน้าตัด [m^2]