รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชไร่

2. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศสำหรับลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

กิจกรรม ออกแบบพัฒนาเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศสำหรับลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) **ออกแบบพัฒนาเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศ**
- สำหรับลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Research and Development of Reducing Air Pressure Dryer for Soybean Seeds Drying

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	**เวียง อากรชี**	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
ผู้ร่วมงาน	นายกลวัชร ทิมินกุล	
	นายพินิจ จิรัคคกุล	
	นายศักดิชัย อาษาวัง	
	นายเอกภาพ ป้านภูมิ	
	นายวัชรพงษ์ ตามไธสงค์	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
	นายสิทธิพงษ์ ศรีสว่างวงศ์	ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น
	นางสาวนิภาภรณ์ พรรณรา	ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น
	นายอนุชา เชาว์โชติ	
	นายอุทัย ธานี	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

กรมวิชาการเกษตร

5. บทคัดย่อ

เครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศสำหรับลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ 1. ห้องอบแห้งสุญญากาศ เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เมตร ยาว 1.2 เมตร หนา 6 มิลลิเมตร มีชั้นวางเป็นตะแกรงสแตนเลสขนาด กว้าง x ยาว 0.50 x 1.00 เมตร จำนวน 4 ถาด 2. แหล่งกำเนิดความร้อนเป็นแท่งฮีตเตอร์ขนาด 1,000 วัตต์ จำนวน 4 แท่ง 3.ปั๊มสุญญากาศ แบบ water jet ผลการทดสอบอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้นเริ่มต้น 23.40 17.50 และ 13.60% โดยใช้อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความดันติดลบ 650 มิลลิเมตรปรอท จนได้ความชื้นหลังการอบ คือ 10.61 9.93 และ8.02 %มาตรฐานเปียก ตามลำดับ และเมื่อทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังการอบลดความชื้นทั้ง 3 กรณี พบว่าค่าอัตราการงอกใกล้เคียงและสูงกว่าค่าตัวอย่างเปรียบเทียบ

Dehumidification Dryer for Dehumidification of Soybean Seeds Created with three important components: 1. Vacuum drying room. It is a cylindrical shape, diameter 0.75 m., Length 1.2 m., Thickness 6 mm., With shelves made of stainless steel grating, size width x length 0.50 x 1.00 m., Total of 4 trays 2. The heat source is a 1,000 watt heater rod, 4 Bar 3. The vacuum pump was water jet pump. The results of dehumidification drying of soybean seeds with initial humidity of 23.40, 17.50 and 13.60% w.b. using temperature of 45 degrees Celsius, negative pressure 650 mm Hg. The moisture content after drying was 10.61, 9.93 and 8.02% w.b., respectively. And when testing for germination of soybean seeds after all 3 cases of dehumidification, the germination rate was close and higher than the comparative sample.

กรมวิชาการเกษตร

6. คำนำ

ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์ใหญ่ที่สุดในอาเซียน โดยมีการส่งออกเมล็ดพันธุ์ไปยังประเทศในกลุ่มอาเซียนมากเป็นอันดับ 1 และเป็นอันดับ 3 ในภูมิภาคเอเชีย รองจากจีนและญี่ปุ่น และเป็นอันดับที่ 12 ของโลก เนื่องจากประเทศไทยมีข้อได้เปรียบทางด้านสภาพสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวย ภัยธรรมชาติค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับประเทศอื่นในภูมิภาค เกษตรกรมีความสามารถในการเพาะปลูกพืชเหล่านี้ และมีมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อรองรับการส่งออกที่มีคุณภาพ ซึ่งการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชของประเทศไทยมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ หน่วยงานภาครัฐจะเป็นผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์พืชที่เป็นความมั่นคงทางด้านอาหารของประเทศ เช่น ข้าว พืชตระกูลถั่วต่างๆ ส่วนภาคเอกชนจะเป็นผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเปิดเพื่อการค้า ประกอบด้วย ข้าวโพด ทานตะวัน พืชผักต่างๆ ซึ่งในแต่ละปีมีการส่งออกค่อนข้างสูงโดยส่งออกเมล็ดพันธุ์พืชมากกว่า 30 ชนิด โดยสร้างรายได้เข้าประเทศตั้งแต่ปี 2557 ถึง 2559 มีมูลค่าไม่น้อยกว่า 5,000 ล้านบาทต่อปี โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ผักและพืชไร่ เช่น พืช

ตระกูลแตง ผักบุ้งจีน มะเขือเทศ พริก ถั่วฝักยาว ฟักทอง ผักกาดกวางตุ้ง ถั่วเขียวผิวดำ ข้าวโพด และข้าวโพดหวาน เป็นต้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) เมล็ดพันธุ์ถือว่าเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการเพาะปลูก ดังนั้นคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแข็งแรงจึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆ การลดความชื้นเป็นหนึ่งในขั้นตอนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ภายหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ต้องนำมาลดความชื้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการความชื้นมีผลโดยตรงต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ความชื้นสูงส่งผลให้อัตราการหายใจเมล็ดพันธุ์สูงขึ้นตาม เกิดความร้อนภายในกองเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้เชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์เจริญเติบโต เมล็ดพันธุ์จึงเกิดการเสื่อมสภาพในที่สุด (จวงจันทร์, 2529; วันชัย, 2537) ดังนั้นการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมและรวดเร็วจะช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพที่ดีและสามารถเก็บรักษาได้นาน การลดความชื้นหรือการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชที่จะหลีกเหลี่ยงไม่ได้เนื่องจากในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชโดยเริ่มจาก การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว จนมาถึงขั้นตอนการลดความชื้นหรือการอบแห้ง แล้วนำไปคัดแยกและทำความสะอาด และสุดท้ายคือการเก็บรักษาเพื่อรอจำหน่ายหรือนำไปเพาะปลูกในฤดูถัดไปได้ ซึ่งในขั้นตอนการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ในปัจจุบันมีหลากหลายวิธี เช่น การลดความชื้นด้วยวิธีตากแดด การใช้เครื่องลดความชื้นด้วยลมร้อนที่ใช้แหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนจากฮีตเตอร์ไฟฟ้า น้ำมัน แก๊ส น้ำมันเตา เป็นต้น เนื่องจากเมล็ดพันธุ์เมื่อเก็บเกี่ยวจากแปลงเพาะปลูกจะมีความชื้นสูงถึง 20-40 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ซึ่งค่าความชื้นนี้จะขึ้นอยู่กับเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิด ในปัจจุบันการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลถั่ว ใช้วิธีการลดความชื้นด้วยแสงแดด (sun drying) เนื่องจากเป็นวิธีที่มีต้นทุนต่ำ และประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้นซึ่งมีแสงแดดเพียงพอต่อการลดความชื้น วิธีการนี้จึงยังเป็นที่นิยมอยู่จนถึงปัจจุบัน โดยทั่วไปการลดความชื้นด้วยวิธีดังกล่าวใช้เวลา 1-2 วัน ขึ้นอยู่กับความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์และปริมาณแสงแดดในช่วงเวลาที่ลดความชื้น เช่น การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวที่มีความชื้น 16-18% ใช้เวลา 1 วัน ในการลดความชื้นให้เหลือ 11-12% ถั่วเหลืองความชื้นเริ่มต้น 18-20% ใช้เวลา 2 วัน ในการลดความชื้นให้เหลือ 11-12% และถั่วลิสงความชื้นเริ่มต้น 18-20% ใช้เวลา 2 วัน ในการลดความชื้นให้เหลือ 9-11% นอกจากนี้จำเป็นต้องใช้แรงงานในการนำเมล็ดพันธุ์พืชตากแดด กลับกองและเก็บเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตามวิธีการนี้มีข้อเสียในช่วงฤดูฝนซึ่งมีแสงแดดน้อย มีฝนตก ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง จึงทำให้ไม่สามารถลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย (12-14%) ได้ภายใน 1-2 วัน ส่งผลให้ขบวนการเมทาบอลิซึมของเมล็ดพันธุ์สูง เชื้อราเจริญเติบโต ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพ ความแข็งแรงต่ำ และอายุการเก็บรักษาสั้น (จวงจันทร์, 2529; วันชัย, 2537) ดังนั้นการลดความชื้นด้วยเครื่องอบลดความชื้น อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์เพื่อช่วยให้เมล็ดพันธุ์ยังคงมีคุณภาพที่ดีและมีความแข็งแรงสูง ในช่วงฤดูฝนหรือในช่วงที่มีแสงแดดไม่เพียงพอ อีกทั้งสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (climate changes) ในปัจจุบันที่ค่อนข้างแปรปรวนไม่เป็นไปตามฤดูกาล การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องอบลดความชื้นจึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลถั่วและส่งผลให้การจัดการเมล็ดพันธุ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการลดความชื้นแบบลดแรงดันอากาศเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาลดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืช เนื่องจากเครื่องอบแห้งแบบลดแรงดันสามารถทำให้ประสิทธิภาพการระเหยน้ำออกจากเมล็ดได้มากขึ้นที่อุณหภูมิไม่สูงเมื่อเทียบกับภาวะปกติ และยังช่วยให้ความชื้นสม่ำเสมอ อีกทั้งยังช่วยให้ประหยัดเวลา และลดแรงงาน ในขั้นตอนการลดความชื้นของงานผลิตเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของการลดความชื้นด้วยเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชในระหว่างการเก็บรักษาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเมล็ดพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น และเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นการเพิ่มขีดความสามารถแข่งขันให้กับการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชของไทย เพื่อผลักดันให้ประเทศไทย

เป็นศูนย์กลาง (Seed Hub) เมล็ดพันธุ์พืชของอาเซียนและเอเชียในอนาคต ตามแผนแม่บทยุทธศาสตร์ศูนย์กลางเมล็ดพันธุ์ พ.ศ. 2558-2567 ในการพัฒนาเครื่องมือในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานสนับสนุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559) ที่กรมวิชาการเกษตรได้รับมอบหมายจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย เพื่อศึกษาผลของการลดความชื้นด้วยเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เพื่อวิจัยพัฒนาต้นแบบและวิธีการใช้ที่เหมาะสมของเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศสำหรับการลดความชื้นในการทำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีปริมาณน้ำมันค่อนข้างสูง อุณหภูมิที่ใช้ลดความชื้นเมล็ดไม่ควรเกิน 43 °C และความชื้นสัมพัทธ์ต้องต่ำกว่า 40 %RH เนื่องจากถ้าอุณภูมิสูงกว่านี้จะสร้างความเสียหายให้แก่เมล็ดพันธุ์โดยจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์โดยตรง และนอกจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของลมที่ใช้ลดความชื้นแล้ว อัตราการไหลของอากาศก็มีส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพในการลดความชื้นเช่นกัน โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแนะนำให้ออกแบบอัตราการไหลของอากาศ 0.21 m^3/s ต่อปริมาณถั่วเหลือง 1 m^3 เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการเพาะปลูก ดังนั้นคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแข็งแรงจึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วยหลายปัจจัยทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น การจัดการในแปลงปลูก สภาพภูมิอากาศ วิธีการเก็บเกี่ยว นวด กะเทาะ เป็นต้น ปัจจัยหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การลดความชื้น การปรับปรุงสภาพ การเก็บรักษา สภาพแวดล้อม เป็นต้น ปัจจัยดังกล่าวล้วนมีผลกระทบต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดทนต่อสภาพเครียดหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้แตกต่างกันตามชนิดและองค์ประกอบทางสรีระและเคมีของเมล็ดพันธุ์ การลดความชื้นเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากมีผลโดยตรงต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ความชื้นที่ระดับเหมาะสมต่อการเก็บรักษาคือ 8-13% แต่อย่างไรก็ตามอาจมีความแตกต่างและเฉพาะเจาะจงไปตามชนิดพืช ตารางที่ 2 แสดงขบวนการหรือลักษณะที่เกิดขึ้นในเมล็ดพันธุ์ที่ระดับความชื้นต่างๆ วิธีการลดความชื้นด้วยแสงแดด (sun drying) เป็นวิธีที่นิยมตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันเนื่องจาก เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ต้นทุนต่ำ แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก และไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิในการลดความชื้น และระยะเวลาได้แน่นอน ซึ่งมักเป็นปัญหาในฤดูฝน ส่งผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ทำให้การควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นไปได้ยาก จึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในปี 1974 ได้มีการรายงานการลดความชื้นด้วยเครื่องอบที่อุณหภูมิ 54^{O}C ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 40% แต่อย่างไรก็ตามส่งผลให้ความงอกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงและแตกร้าวมากขึ้น ในปี 2000 Soponronnarit และคณะได้ศึกษาการลดความชื้นแบบปั๊มความร้อน (Heat pump drying) ในเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้อุณหภูมิ 43^{O}C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง ทำให้ข้าวเปลือกมีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 12% ภายหลังการลดความชื้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าเมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงเท่ากับ 96% และ 92% ในขณะที่การลดความชื้นด้วยแสงแดดมีค่า 99% และ 97% ตามลำดับ ซึ่งลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิม ในขณะที่การอบลดความชื้นในข้าวเปลือกพันธุ์ กข 6 จากความชื้นเริ่มต้น 23% ให้เหลือ 10% ที่อุณหภูมิ 45 50 และ 55^{O}C ใช้เวลา 200 – 400 นาที พบว่าเมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลงตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นเท่ากับ 92 87 และ 78% ตามลำดับ (กิตติคุณ และคณะ, 2556) สำหรับในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน การอบแบบปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 40^{O}C, 53.1% 45^{O}C, 44.8% และ 50^{O}C, 44.5% ใช้เวลา 32 24 และ 20 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยมีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 8%

กรมวิชาการเกษตร

(w.b.) และพบว่าเมล็ดยังคงมีความงอกมากกว่า 95% เท่ากับ 98.45 96.53 และ 95.33% ตามลำดับ (จุฑาศินีและ ศิวลักษณ์, 2555)

ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง การลดความชื้นด้วยลมแห้ง อุณหภูมิเฉลี่ย 28.33^{O}C และความชื้นสัมพัทธ์ 24% สามารถลดความชื้นจาก 22.6% เหลือ 11.9% ในเวลา 16 ชั่วโมง 32 นาที โดยสภาวะดังกล่าวไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Krzyzanowski et al, 2006) สำหรับการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีการรายงานการใช้เครื่องอบแห้งชนิดลมร้อนเปรียบเทียบกับการลดความชื้นด้วยแสงแดดและผึ่งในที่ร่ม พบว่าการลดความชื้นจาก 27% เป็น 5.6% ด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 35-38^{O}C ใช้เวลา 36 ชั่วโมง ในขณะที่การใช้แสงแดดและผึ่งในที่ร่มใช้เวลา 60 และ 90 ชั่วโมง ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน เมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยเครื่องอบลมร้อน แสงแดด และผึ่งในที่ร่ม มีความงอกเท่ากับ 75 71 และ 69% และพบว่าการผึ่งในที่ร่มมีการปนเปื้อนของเชื้อรามากที่สุด (บุญมี และคณะ, 2546) นอกจากนี้มีการรายงานการลดความชื้นแบบถังอบสามารถลดความชื้นเมล็ดถั่วลิสงจาก 25-27% ให้เหลือประมาณ 6-7% โดยใช้เวลา 24 และ 36 ชั่วโมง เมื่อบรรจุเมล็ดในถังอบหนา 60 และ 80 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การตากแดดต้องใช้เวลาในการลดความชื้น 48 ชั่วโมง ส่วนการผึ่งในร่มใช้เวลา 78 ชั่วโมง และพบว่าการใช้เครื่องลดความชื้น การตากแดดและการผึ่งในร่ม ทำให้เมล็ดมีความงอก 73, 70 และ 66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 4 เดือน (เบญจมาภรณ์, 2543) สำหรับเครื่องลดความชื้นพิรสิทธิและคณะ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาของการลดความชื้นข้าวเปลือกในทางอุตสาหกรรมตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน โดยจะสามารถแบ่งการลดความชื้นข้าวเปลือกออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ ด้วยกันคือ การลดความชื้นข้าวเปลือกแบบธรรมชาติจะเป็นการลดความชื้นโดยอาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์เท่านั้นจึงทาให้มีอุปสรรคต่อการลดความชื้นมากพอสมควร และการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้เครื่องอบแห้งจะอาศัยความร้อนจากแหล่งความร้อนที่หลากหลาย เช่น เตาเผาแกลบ เตาเผาสร้างลมร้อน เป็นต้น สามารถอบแห้งได้ทุกสภาวะอากาศแม้ขณะฝนตกหรือมีแสงแดดน้อย ไม่เปลืองพื้นที่ในการตาก การลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้เครื่องอบแห้งนั้นสามารถควบคุมการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้ เวลาที่ใช้ในการลดความชื้นน้อยจึงทาให้มีข้อดีกว่าวิธีธรรมชาติ เครื่องลด ความชื้นข้าวเปลือกที่มีใช้มาจนถึงปัจจุบันสามารถแบ่งได้หลายแบบ

กรมวิชาการเกษตร

7. วิธีดำเนินการ

กิจกรรมที่ 1 ออกแบบพัฒนาเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศสำหรับลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

การทดลองที่ 1 ออกแบบพัฒนาเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศสำหรับลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. ปั๊มสุญญากาศแบบ water jet
2. วัสดุในการสร้างเครื่องต้นแบบ เช่น เหล็กแผ่นหนา เหล็กฉาก เหล็กกล่อง ตะแกรงสแตนเลส
3. อุปกรณ์อิเลคทรอนิคในการควบคุม เช่น อุปกรณ์เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ วัดความดัน เป็นต้น
4. อุปกรณ์เครื่องมือช่างต่างๆ
5. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ โดยจะออกแบบอุปกรณ์หลักๆ คือ

1.1 ห้องอบลดความชื้นที่รองรับภาวะการลดแรงดันอากาศได้ตั้งแต่ 500-700 มิลลิเมตรปรอท

1.2 ปั๊มสุญญากาศ แบบ water jet

1.3 แหล่งกำเนิดความร้อน

2. ทำการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบลดความชื้นแบบลดแรงดันที่สร้างขึ้น

2.1 ทดสอบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

2.2 ทดสอบกับเมล็ดพันธุ์พืชอื่น ๆที่เหมาะสม

2.3 ทดสอบการอบลดความชื้น เพื่อดูประสิทธิภาพการอบแห้ง ที่ค่าอุณหภูมิ ความดัน เวลาในการลดความชื้น ผลการงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการอบลดความชื้น

3. วิเคราะห์ประเมินผลการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบลดแรงดันอากาศ และการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลาการดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2562 สิ้นสุด กันยายน 2563

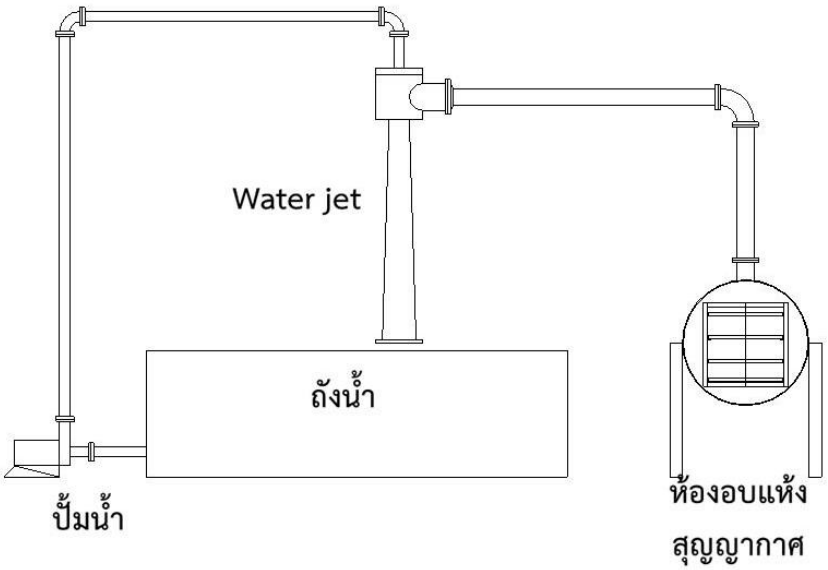
สถานที่การสร้างและทดสอบ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

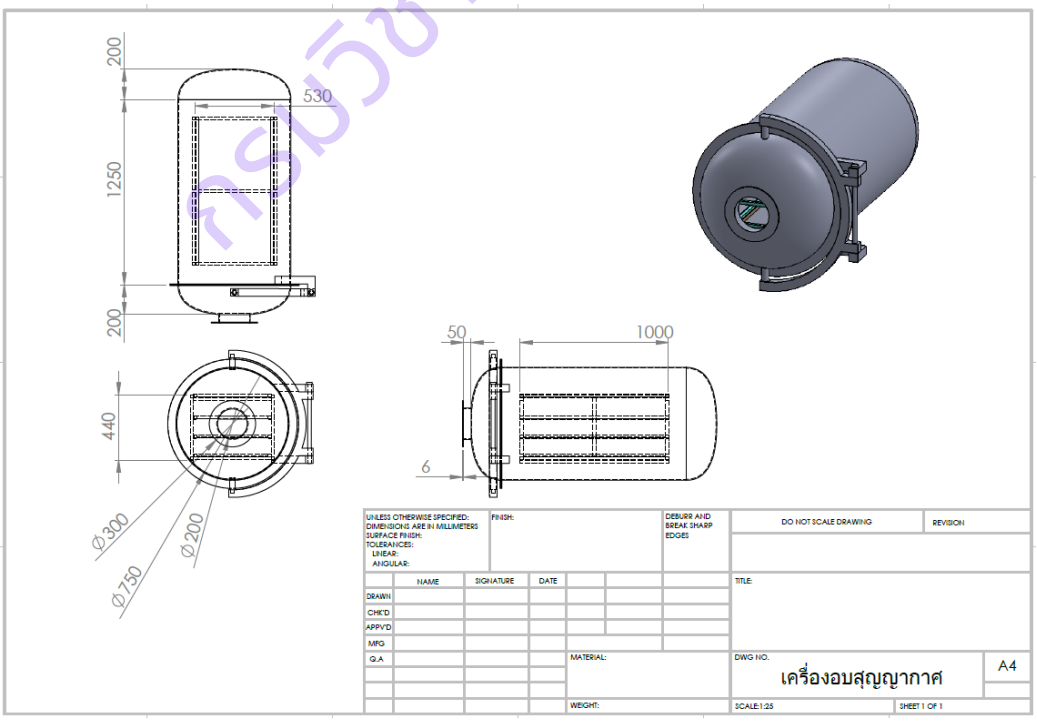
เครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศสำหรับการลดความชื้นที่ออกแบบมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1.ห้องอบแห้งเป็นระบบปิด มีถาดตะแกรงเป็นภาชนะที่จะรองรับวัตถุดิบอยู่ภายใน 2.ระบบให้ความร้อนเป็นฮีตเตอร์แบบแทงความร้อนเพื่อทำให้ห้องอบแห้งมีอุณหภูมิตามที่เราจะตั้งค่าในการอบแห้ง 3.ปั๊มสุญญากาศเป็นแบบ water jet ซึ่งจะทำให้ห้องอบแห้งมีสภาวะเป็นสุญญากาศ ซึ่งแสดงให้เห็นภาพหลักการทำงาน ดังภาพที่ 1

กรมวิชาการเกษตร



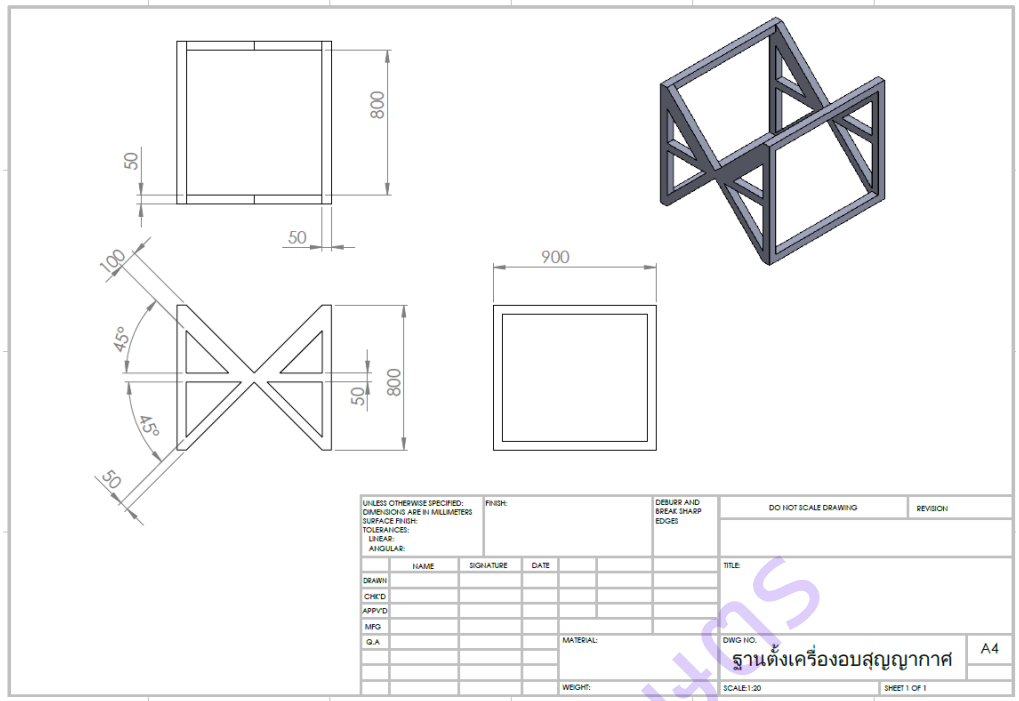
ภาพที่ 1 แสดงหลักการติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องอบแห้งแบบลดแรงดันอากาศที่จะออกแบบสร้าง
ที่มา : เวียง (2561)

ทำการออกแบบและสร้างส่วนของถังอบแห้งเป็นรูปทรงกระบอกกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เมตร ส่วนตรงยาว 1.20 เมตร ผนังถังอบทำจากเหล็กแผ่นหนา 6 มิลลิเมตร และมีส่วนหัวและท้ายของถังอบเป็นลักษณะโค้งเพื่อความแข็งแรง ทำการออกแบบช่องมองผลิตภัณฑ์เป็นกระจกใสวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.20 เมตร ถังอบมีฝาเปิด-ปิดทรงโค้งมีจุดหมุนแข็งแรงมีฐานตั้งรับถัง ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3



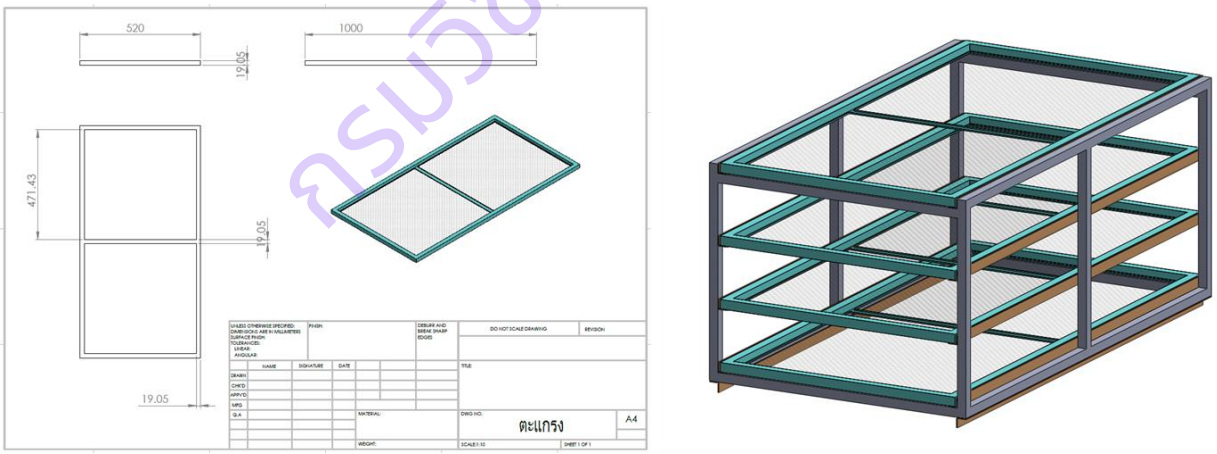
ภาพที่ 2 การออกแบบถังอบแห้งสุญญากาศรูปทรงกระบอกกลม

กรมวิชาการเกษตร



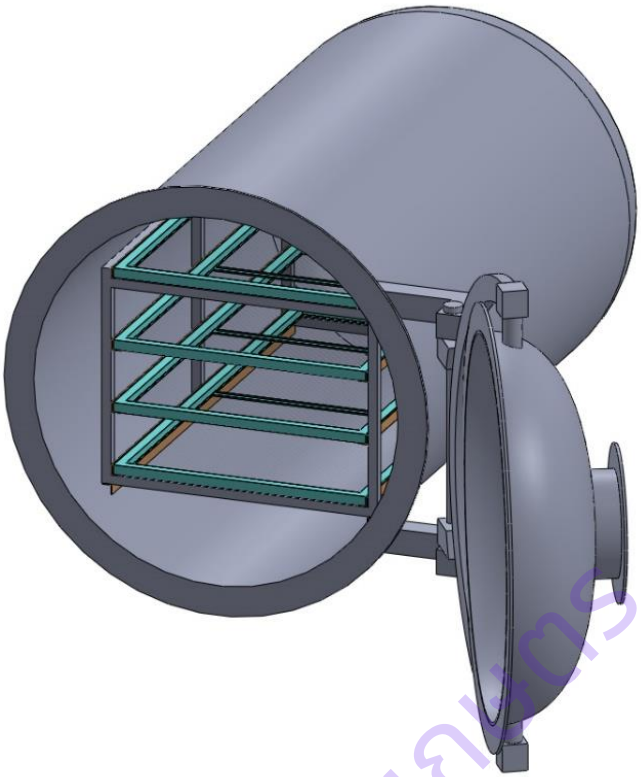
ภาพที่ 3 การออกแบบฐานตั้งรับถังอบแห้ง

ทำการออกแบบชั้นวางและตะแกรงใส่เมล็ดถั่วเหลืองเพื่อบรรจุในถังอบแห้ง โดยตะแกรงจะมีขนาด กว้าง x ยาว 0.52 x 1.00 เมตร ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แบบชั้นวางและถาดตะแกรงสำหรับใส่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองบรรจุในถังอบแห้งสุญญากาศ

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 5 แบบจำลองเสมือนจริงถังอบแห้งสุญญากาศพร้อมชั้นวางเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

เมื่อทำการออกแบบเสร็จแล้วจึงดำเนินการสร้างต้นแบบโดยเริ่มจากการม้วนถังส่วนที่เป็นทรงกระบอกตรง และปั๊มขึ้นรูปหัวท้ายถังที่เป็นรูปทรงโค้ง โดยผนังถังอบแห้งที่สร้างมีความหนา 6 มิลลิเมตร การม้วนทรงกระบอกและปั๊มส่วนโค้งต้องจ้างบริษัทที่มีเครื่องจักรสำหรับทำส่วนนี้ ทำฝาถังให้มีช่องกระจกมองผลิตภัณฑ์ดังภาพที่ 6 และมีท่อสำหรับต่อเข้ากับท่อปั๊มสุญญากาศอยู่ฝั่งตรงข้ามกับช่องมองผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 7 จากนั้นมาออกแบบสร้างส่วนรองรับของการหมุน เปิด-ปิด ฝาถังอบซึ่งมีน้ำหนักค่อนข้างมากต้องออกแบบให้แข็งแรงเป็นพิเศษ ดังภาพที่ 8 และทำการติดตั้งถังอบแห้งบนฐานตั้งรับ ดังภาพที่ 9 และเสร็จสมบูรณ์ดังภาพที่ 10 และ11

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ภาพที่ 6 ถังอบแห้งสุญญากาศทรงกระบอก มีช่องมองผลิตภัณฑ์เป็นช่องกระจกใส

ภาพที่ 7 ถังอบสุญญากาศด้านตรงข้ามกับช่องมองผลิตภัณฑ์เป็นท่อต่อเข้ากับระบบปั๊มสุญญากาศ

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 8 ชิ้นสุดรองรับการหมุน เปิด-ปิด ฝาถังอบแห้งสุญญากาศ

ภาพที่ 9 การติดตั้งถังอบสุญญากาศบนฐานตั้งรับถัง

ภาพที่ 10 ด้านนอกของถังอบแห้งแบบลดแรงดันอากาศที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว

ภาพที่ 11 ฝา เปิด-ปิด ถังอบแห้งแบบลดแรงดันอากาศที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

ทำการทดสอบเบื้องต้นสำหรับการอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือ แต่เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองช่วงเวลาที่ต้องการทดสอบไม่สามารถหาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้นสูง ๆ ได้จึงทำการทำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองความชื้นต่ำให้กลับมีความชื้นเพิ่มขึ้นโดยวิธีการตามหลักวิชาการ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

วิธีการเพิ่มความชื้นให้กับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

1. ดำเนินการวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้นภาคสนาม
2. เมื่อได้ความชื้นเริ่มต้นแล้ว จึงทำคำนวณการความชื้นที่ต้องการ โดยใช้สูตรดังนี้

เช่น ต้องการความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่ 21% จำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ต้องการ 5 กิโลกรัม และมีความชื้นเริ่มต้น 11 % น้ำหนักสุดท้ายที่ต้องการ

$$= \text{น้ำหนักที่ต้องการใช้} \times \frac{(100 - \text{ความชื้นเริ่มต้น})}{(100 - \text{ความชื้นที่ต้องการ})}$$

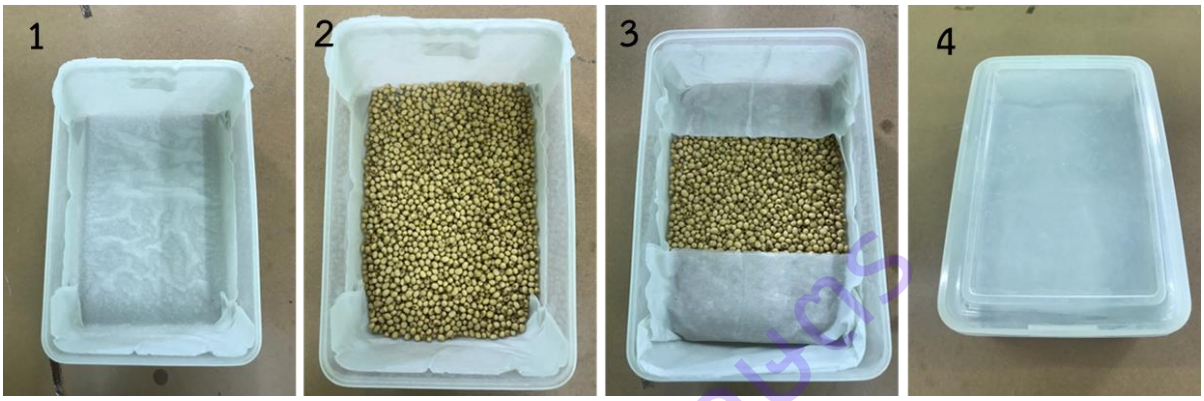
$$= 5{,}000 \text{ g.} \times \frac{(100 - 11)}{(100 - 21)}$$

$$= 5{,}632.91 \text{ กรัม}$$

สรุป น้ำหนักสุดท้ายหลังการเพิ่มความชื้นจะต้องได้ 5,632.91 กรัม

กรมวิชาการเกษตร

3. ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ให้ได้ตามที่ต้องการ แล้วทำการเพิ่มความชื้น โดยใช้กระดาษเพาะชุบน้ำให้หมาด แล้วนำลงกล่องที่มีฝาปิด นำเมล็ดที่ต้องการเพิ่มความชื้น โรยแบบบาง ๆ ลงบนกระดาษเพาะที่เตรียมไว้ แล้วนำกระดาษเพาะที่หมาดๆปิดทับให้สนิท ปิดฝากล่อง ดังขั้นตอนภาพที่ 20 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดมาชั่งน้ำหนัก หากได้น้ำหนักตามที่คำนวณไว้ก็เป็นอันเสร็จ แต่ถ้าน้ำหนักยังไม่ได้ให้เพิ่มเวลาบ่ม จนกว่าจะได้น้ำหนักที่คำนวณ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ขั้นตอนการบ่มเพิ่มความชื้นให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

1. ทดสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์
2. ทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์
3. ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยวิธี เร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ (Accelerated aging)
4. ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธี วัดค่าการนำไฟฟ้า (Electical conductivity)

จากวิธีการดังกล่าว ได้ทำการทำเมล็ดพันธุ์ที่ความชื้นต่าง ๆ 3 ค่า คือ 23% 17% และ 13% มาตรฐานเปียกเพื่อทดสอบการลดความชื้น ให้เหลือ ที่ประมาณ 10% มาตรฐานเปียก โดยใช้อุณหภูมิภายในถังอบลดความชื้น 45 องศาเซลเซียส ความดันสุญญากาศ 650 มิลลิเมตรปรอท ดังภาพที่ 13 แล้วนำเมล็ดพันธุ์หลังการอบลดความชื้น ไปทำการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ 4 ประการตามที่กล่าวมาแล้ว

สำนักวิชาการเกษตร

ภาพที่ 13 การบรรจุเมล็ดถั่วเหลืองในถาดวางของเครื่องอบแห้งลดแรงดันอากาศ

ตารางที่ 1 แสดงผลการอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง จากความชื้นเริ่มต้นต่าง ๆ

ข้อมูล	เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 1	เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2	เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 3
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	5600	5240	5110
ความชื้นเริ่มต้น (%)	23.4	17.5	13.6
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	4790	4800	4800
ความชื้นสุดท้าย (%)	10.61	9.93	8.02
อุณหภูมิอบ (เซลเซียส)	45	45	45
ระยะเวลาที่ใช้อบ(ชั่วโมง)	7.50	4.00	2.50

กรมวิชาการเกษตร

แสดงผลการอบลดความชื้นด้วยเครื่องอบแห้งแบบลดแรงดันอากาศ โดยทำการอบที่ความชื้นเริ่มต้น 3 ค่า คือ 23.4% 17.5% และ 13.6% โดยใช้อุณหภูมิในการอบลดความชื้นที่ 45 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการอบตามที่แสดงในตารางที่ 1

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านการอบลดความชื้นมาเพาะทดสอบการงอกตามหลักวิชาการ ภาพที่ 14

ภาพที่ 14 แสดงการเพาะเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

ระยะเวลาเพาะ (วัน)	ถั่วเหลืองที่เก็บไว้			เครื่องอบลดความชื้นแบบลดความดันอากาศ								
	ความชื้น 10.40 %			ความชื้นเริ่มต้น 23.40% ความชื้นหลังอบ 10.61%			ความชื้นเริ่มต้น 17.50% ความชื้นหลังอบ 9.93%			ความชื้นเริ่มต้น 13.60% ความชื้นหลังอบ 8.02%		
	ตย.1 (%)	ตย.2 (%)	ตย.3 (%)	ตย.1 (%)	ตย.2 (%)	ตย.3 (%)	ตย.1 (%)	ตย.2 (%)	ตย.3 (%)	ตย.1 (%)	ตย.2 (%)	ตย.3 (%)
7	78	86	83	81	89	86	81	85	87	76	81	88
เฉลี่ย	82.33 %			85.33 %			84.33 %			81.66.00 %		

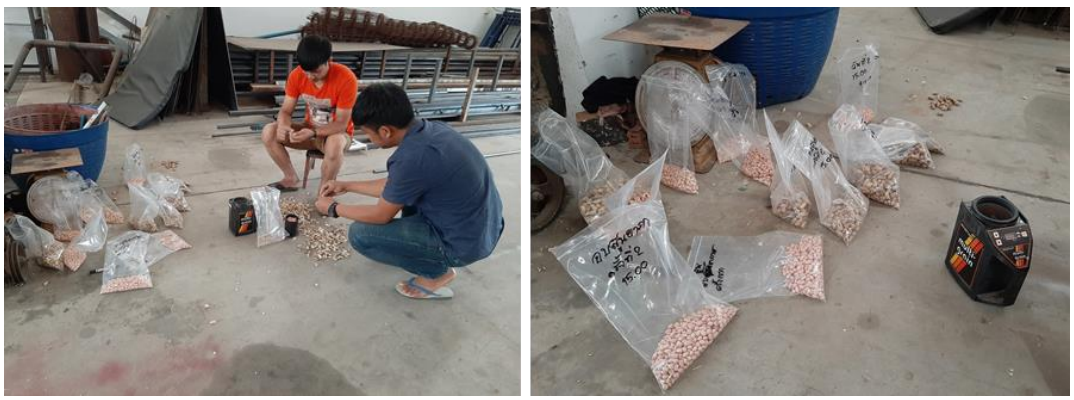
ตารางที่ 2 แสดงผลการเพาะงอกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ทำการเพิ่มความชื้นเริ่มต้น 3 ค่าด้วยกันคือ 23.40 17.50 และ 13.60 % มาตรฐานเปียก เพื่อนำมาทดสอบการอบลดความชื้นด้วยเครื่องอบแบบลดแรงดัน ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ดังแสดงผลการอบแห้งไว้ในตารางที่ 1 แล้ว ซึ่งผลการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่นำมาเพาะจะมีค่าอัตราการงอกใกล้เคียงและสูงกว่าค่าที่ใช้เปรียบเทียบ แสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องอบแบบลด

แรงดันอากาศไม่มีผลเสียต่อการงอก และที่บางตัวอย่างมีอัตราการงอกที่สูงกว่าค่าเปรียบเทียบทั้งนี้อธิบายทางหลักวิชาการได้ว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ความชื้นต่ำเมื่อนำมาเพิ่มความชื้นแล้วลดความชื้นกลับไปอีกจะมีส่วนในการกระตุ้นการงอกให้เพิ่มขึ้นด้วย

เนื่องจากช่วงเวลาการทดสอบประสิทธิภาพการอบแห้งของเครื่องอบลดแรงดันอากาศ ไม่สามารถหาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้นสูงตามธรรมชาติได้ จึงใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแทน ดังภาพที่ 15

ภาพที่ 15 การทดสอบอบลดความชื้นฝักถั่วลิสงด้วยเครื่องอบลดแรงดันอากาศ

จากภาพที่ 15 เป็นการทดสอบใช้เครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศ ทดสอบลดความชื้นถั่วลิสงฝัก จากความชื้นเริ่มต้น 34.15% โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการอบลดความชื้น 43 องศาเซลเซียส ความดันลดลง 650 มิลลิเมตรปรอท เพื่อให้ความชื้นลดลงโดยจะทดสอบการงอกที่ความชื้นลดลงเหลือ 3 ระดับ คือ 11.9 7.4 และ 4.5% ซึ่งในการวัดความชื้นเมล็ดถั่วลิสงจะต้องแกะเมล็ดออกจากฝักก่อน และใช้เครื่องวัดความชื้นแบบค่าความจุทางไฟฟ้าผ่านตัววัดฤดิบแปลงค่าออกมาเป็นความชื้น ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 การแกะเมล็ดถั่วลิสงมาวัดค่าความชื้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 3 แสดงผลการอบลดความชื้นด้วยเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศและผลการตากแห้งฝักถั่วลิสง

รายการข้อมูล	ลดความชื้นด้วยเครื่องอบลดแรงดันอากาศ			ตากแดดผึ่งลม
ความชื้นเริ่มต้น, %	34.15	34.15	34.15	34.15
ความชื้นหลัง, %	11.50	7.40	4.50	7.50
อุณหภูมิลมร้อน, °C	43	43	43	29 °C, RH 84% (ตอนเที่ยงวัน)
แรงดันลดลง, mm Hg	650	650	650	
ระยะเวลาในการอบ, hr	10 + พัก 9 +3	10 + พัก 9 + 5	10 + พัก 9 + 6.5	72

จากตารางที่ 3 แสดงผลการอบลดความชื้นด้วยเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศให้ได้ความชื้นหลังการอบที่ระดับความชื้นต่าง ๆ ซึ่งในการอบลดความชื้นฝักถั่วลิสงวิธีการที่เหมาะสมคือการอบแบบมีการพักตัวทั้งนี้เนื่องจากการอบแห้งจะเกิดที่เปลือกถั่วเป็นส่วนใหญ่ส่วนเมล็ดในจะแห้งช้าโดยความชื้นหรือน้ำจะค่อยๆ แพร่ออกมาสู่ผิวเมล็ดและแพร่ไปยังเปลือกของถั่วลิสงที่ชื้นน้อยกว่า การพักตัวจึงเป็นการให้มีเวลาในการปรับสมดุลความชื้นจากเมล็ดสู่เปลือกซึ่งในขั้นตอนนี้ไม่จำเป็นต้องมีการอบหรือให้ความร้อนเข้าไปเพราะจะเป็นการสูญเสียพลังงานไปเสียเป็นส่วนใหญ่ โดยอุณหภูมิ แรงดันลดลง เวลาที่ใช้อบแห้งรวมถึงเวลาพักตัว และเวลาในการตากแดดผึ่งลมได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 1 ทั้งนี้จำเป็นต้องลดความชื้นโดยวิธีธรรมชาติด้วยการตากแดดผึ่งลมให้แห้งเพื่อใช้เป็นกรณีเปรียบเทียบในการนำไปเพาะดูการงอกของเมล็ด ดังภาพที่ 17

ภาพที่ 17 การทำแห้งโดยการผึ่งลมให้แห้งแล้วนำไปทดสอบการเพาะเพื่อดูการงอก

ภาพที่ 18 ทำการเพาะดูการงอกของเมล็ดถั่วลิสงหลังผ่านการลดความชื้นด้วยเครื่องอบลดแรงดันอากาศ

ในภาพที่ 18 เป็นการทดสอบการเพาะดูการงอกของเมล็ดถั่วลิสงที่อบลดความชื้นด้วยเครื่องอบแบบลดแรงดันอากาศ จนความชื้นลดลงเหลือ 11.50 7.40 และ 4.50% และการตากแดดผึ่งลมให้เหลือความชื้น 7.50 % ซึ่งในการสุ่มจะเอาฝักถั่วลิสงที่อบและตากแยกตามความชื้นและวิธีการลดความชื้น เป็น 4 แบบแต่ละแบบคลุกเคล้าให้คละกันจากนั้นแกะเอาเมล็ดในแต่ละแบบอย่างละประมาณ 1 กิโลกรัม สุ่มเมล็ดดีจากแบบละ 1 กิโลกรัม มาอย่างละ 3 ตัวอย่างๆ ละ 100 เมล็ด/ถาด ทำการเพาะดูการงอก โดยจดบันทึก 7 14 และ 21 วัน ซึ่งผลการงอกแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดถั่วลิสง

ระยะเวลาเพาะ (วัน)	ตากแดดผึ่งลม			เครื่องอบลดความชื้นแบบลดความดันอากาศ								
	ความชื้น 7.50 %			ความชื้น 11.50%			ความชื้น 7.40%			ความชื้น 4.50%		
	ตย.1 (%)	ตย.2 (%)	ตย.3 (%)	ตย.1 (%)	ตย.2 (%)	ตย.3 (%)	ตย.1 (%)	ตย.2 (%)	ตย.3 (%)	ตย.1 (%)	ตย.2 (%)	ตย.3 (%)
7	44	46	41	54	49	48	21	42	36	21	20	24
14	55	58	58	60	58	59	54	59	61	56	58	60
21	69	71	68	75	70	72	72	65	68	63	67	68
เฉลี่ย	69.33 %			72.33 %			68.33 %			66.00 %		

จากตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลการงอกของเมล็ดถั่วลิสงที่ผ่านการลดความชื้นด้วยการตากแดดผึ่งลมให้แห้งตามธรรมชาติ และลดความชื้นด้วยเครื่องอบลดความชื้นแบบลดแรงดันอากาศ ให้เหลือความชื้นที่ 11.50 7.40 และ 4.50% ซึ่งผลการงอกมีค่าใกล้เคียงกับการตากแห้งโดยการผึ่งลม(ความชื้น 7.50%) ทำให้มั่นใจได้ว่าการลดความชื้นด้วยเครื่องอบแห้งแบบลดแรงดันอากาศจะสามารถนำมาใช้กับการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ได้ และคาดว่าจะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของการตากในช่วงฤดูฝน และปัญหาของเครื่องลดความชื้นที่ใช้อุณหภูมิสูงที่ส่งผลกระทบต่อการงอกและเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ นอกจากทดสอบการงอกหลังการลดความชื้นแล้วผู้วิจัยได้ทดสอบเก็บเมล็ดพันธุ์ด้วยการซีลด้วยเครื่องสุญญากาศเพื่อนำไปทดสอบการงอกจากการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 3 6 9 และ 12 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การออกแบบพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นแบบลดแรงดันอากาศที่สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถอบลดความชื้นที่อุณหภูมิต่ำไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส และมีการลดความชื้นได้ดี ซึ่งจะไม่มีอันตรายหรือการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช โดยเครื่องอบลดแรงดันอากาศที่สร้างขึ้นเป็นแบบชั้นวาง ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน คือ 1. ห้องอบแห้งสุญญากาศ เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เมตร ยาว 1.2 เมตร หนา 6 มิลลิเมตร มีชั้นวางเป็นตะแกรงสแตนเลสขนาด กว้าง x ยาว 0.50 x 1.00 เมตร จำนวน 4 ถาด 2. แหล่งกำเนิด

ความร้อนเป็นแท่งฮีตเตอร์ขนาด 1,000 วัตต์ จำนวน 4 แท่ง 3.ปั๊มสุญญากาศ แบบ water jet ซึ่งในการทดลองนี้ใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีการเพิ่มความชื้นเริ่มต้นเป็นตัวทดสอบที่ค่าความชื้นเริ่มต้นก่อนอบ 3 กรณี คือ 23.40 17.50 และ 13.60 %มาตรฐานเปียก และอบลดความชื้นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความดันติดลบ 650 มิลลิเมตรปรอท จนได้ความชื้นหลังการอบ คือ 10.61 9.93 และ8.02 %มาตรฐานเปียก ตามลำดับ และเมื่อทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังการอบลดความชื้นทั้ง 3 กรณี พบว่าค่าอัตราการงอกใกล้เคียงและสูงกว่าค่าตัวอย่างเปรียบเทียบ และนอกจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแล้ว ผู้วิจัยยังได้ทดสอบประสิทธิภาพการอบแห้งโดยใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในการทดสอบอัตราการลดความชื้นและทดสอบการเพาะงอก ซึ่งก็ได้ผลไปในทิศทางเดียวกัน คือได้ค่าใกล้เคียงและสูงกว่าตัวอย่างเปรียบเทียบ ทำให้พอสรุปได้ว่าเครื่องอบลดความชื้นแบบลดแรงดันอากาศไม่ทำให้อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง

ข้อเสนอแนะ

เมื่อได้ข้อมูลการทดสอบเรื่องการงอกของเมล็ดพันธุ์จากการลดความชื้นด้วยเครื่องอบแห้งแบบลดแรงดันอากาศแล้ว **แต่ยังมีปัญหาสำคัญสำหรับระบบอบแห้งสุญญากาศคือ ปริมาณที่อบได้แต่ละครั้งค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับการตากหรือเครื่องอบแบบลมร้อน** จำเป็นต้องออกแบบระบบการทำงานให้ได้ประสิทธิภาพการลดความชื้นสูงขึ้นและเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณการผลิต และน่าจะเหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าค่อนข้างสูงถึงจะคุ้มค่าต่อการลงทุน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยที่คาดว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ ในด้านวิชาการและเศรษฐกิจ โดยจะนำไปใช้ประโยชน์หลังจากสิ้นสุดโครงการวิจัยในงบประมาณปี พ.ศ. 2563-64

กลุ่มเป้าหมายคือ

หน่วยงานราชการ นำเทคโนโลยีที่ได้นี้ไปเพิ่มประสิทธิภาพการลดความชื้นในกระบวนบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชเพื่อใช้ในขยายพันธุ์และจำหน่ายได้

กลุ่มเกษตรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์พืช นำเทคโนโลยีที่ได้นี้ไปเพิ่มประสิทธิภาพการลดความชื้นในกระบวนบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชเพื่อใช้ในขยายพันธุ์และจำหน่ายได้

ผู้ประกอบการที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ เพื่อจำหน่ายนำเทคโนโลยีไปใช้เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการลดความชื้นในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชเพื่อจำหน่าย

ผู้ประกอบการที่ผลิตเครื่องจักรสำหรับอบแห้งเมล็ดพันธุ์พืช และภาคเอกชน นำเครื่องต้นแบบไปผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์

กรมวิชาการเกษตร

ผลสำเร็จที่ได้รับจากการวิจัย (รายงานผลเมื่อสิ้นปีงบประมาณ)

- ผลผลิต Output จากงานวิจัย ได้ต้นแบบเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพันธุ์แบบลดแรงดันอากาศพร้อมผลการทดสอบเบื้องต้น

- ผลลัพธ์ Outcome ที่ได้จากผลวิจัย ได้องค์ความรู้เทคนิคการออกแบบเครื่องลดความชื้นแบบ ลดแรงดันอากาศ สำหรับการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืช

- ผลกระทบ Impact จากการดำเนินโครงการ ทำให้กลุ่มเกษตรกรที่ผลิตเมล็ดพันธุ์พืชสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชในส่วนของขั้นตอนการลดความชื้น

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่สนับสนุน เจ้าหน้าที่ สถานที่ในการสร้างต้นแบบและทดสอบเก็บข้อมูลเบื้องต้น ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชไร่ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยสนับสนุนห้องปฏิบัติการในการทดสอบคุณภาพการงอกหลังการทำแห้ง
ขอขอบคุณบริษัทแม่รวยการเกษตร จำกัด ที่ร่วมสนับสนุนการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

12. เอกสารอ้างอิง

กิตติคุณ ปิตุพรหมพันธุ์, ณัฐพล ภูมิสะอาด และ บลละมุล วิเศษ. 2013. การอบแป้งเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกโดยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน. J Sci Technol MSU. 32(5): 622-625.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. การตรวจสอบและวิเคราะห์เมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑาศินี พรพุทธศรี และ ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์. 2555. การออกแบบและทดสอบเครื่องอบแห้งเมล็ดพันธุ์ผักโดยใช้ปั๊มความร้อน. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13, 4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่, น. 566 - 570.

บุญมี ศิริ, เบญจมาภรณ์ สุทธิ และ โสภณ วงศ์แก้ว. 2546. การลดความชื้นและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง, ว. วิทยาศาสตรเกษตร, ปีที่ 34 ฉบับที่ 4-6 (พิ เศษ) : 187-189.

เบญจมาภรณ์ สุทธิ. 2543. อิทธิพลของวิธีการลดความชื้นและการเก็บรักษาต่อคุณภาพและอายุเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง.วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2543. 62 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร

พิรสิทธิ์ ทวยนาค มณฑล ชูโชนาค มุสตาฟา ยะภา และประชา บุณยวานิชกุล. 2557. การทบทวนพัฒนาการของการลดความชื้นข้าวเปลือกในทางอุตสาหกรรม. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.* ปีที่ 9 ฉบับที่ 1, หน้า 68-74.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2559. *แผนแม่บทยุทธศาสตร์การเป็นศูนย์กลางเมล็ดพันธุ์ พ.ศ. 2558-2567*. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค), สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี. 105 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. *ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์พืชควบคุมเพื่อการค้าปี 2553-2559*. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/download/FactorOfProduct/ValueExportSeed47-52.html เข้าถึงเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2560.

Krzyzanowski, F.C., West, S.H., Franaca Neto, J.B. 2006. Grying soybean seed using air ambient temperature at low relative humidity. Revista Brasileira de Sementes, 28(2): 77-83.

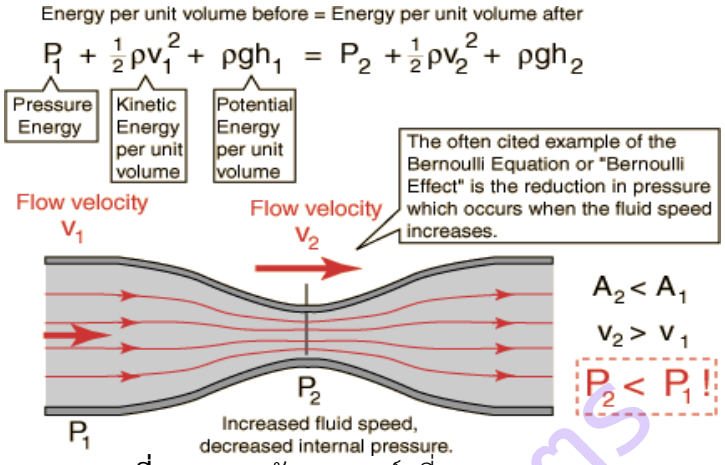
Soponronnarit, S., Wetchacama, S. and Kanphukdee, T. 2000. Seed drying using heat pump. International Energy Journal. 1(2): 97-102.

กรมวิชาการเกษตร

13. ภาคผนวก

หลักการของปั๊มลดแรงดันอากาศแบบ Water Jet vacuum pump

ทฤษฎี



ภาพผนวกที่ 1 แสดงหลักการเบอร์นูลี่ (Bernoulli's principle)

หลักการของเบอร์นูลี่จากรูปข้างบน ได้กล่าวไว้ว่า ในการไหลที่สภาวะคงตัวของของไหลที่ไม่สามารถอัดตัวได้โดยที่ไม่มีปริมาณพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น พลังงานเนื่องจากการไหลที่เกิดขึ้นของจุดที่ 1 จะเท่ากับจุดที่ 2

$$E1 = E2$$

$$P1 + \frac{1}{2}\rho v21 + \rho g h1 = P2 + \frac{1}{2}\rho v22 + \rho g h2 \quad (1)$$

จากรูปเนื่องจากว่าพจน์ของ Potential Energy per unit Volume (พลังงานเนื่องจากเฮดต่อหน่วยปริมาตร) นั้น มีค่าเท่ากันทั้งสองจุดดังนั้นสมการจึงเขียนใหม่ได้ดังนี้

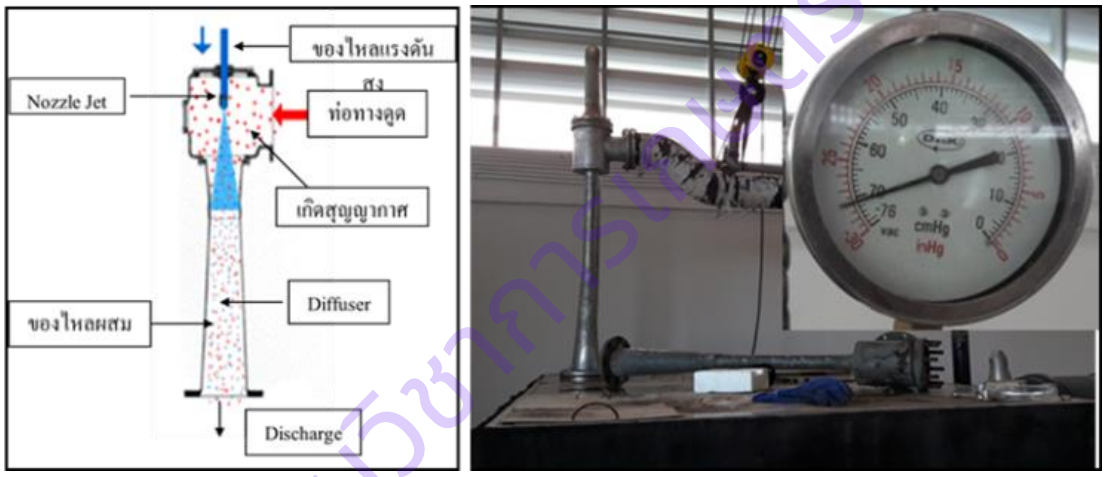
$$P1 + \frac{1}{2}\rho v21 = P2 + \frac{1}{2}\rho v22 \quad (2)$$

จะสังเกตได้ว่า Kinetic Energy per unit Volume ของจุดที่ 2 มากกว่าจุดที่ 1 เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของการไหลลดลง (บริเวณคอคอดของท่อ) $A2 < A1$ ทำให้ความเร็วที่จุดที่ 2 เพิ่มมากขึ้น $V2 > V1$ แต่ในขณะเดียวกันนั้นเอง ความแตกต่างของความดันที่จุดที่ 1 และจุดที่ 2 $P1 > P2$ ซึ่งความแตกต่างของความดันทั้งสองจุดนี้จึงทำให้เกิดแรงดูด Vacuum – suction เกิดขึ้น ดังนั้น Suction ที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสามการ ดังนี้

$$Suction = P1 - P2 \quad (3)$$

กรมวิชาการเกษตร

ยิ่งถ้าบริเวณคอคอดมีขนาดพื้นที่หน้าตัดรูเปิดน้อยเท่าไรการเกิด Vacuum ก็ยิ่งเกิดได้มาก เนื่องจากว่าความแตกต่างระหว่างความดันทั้งสองจุดมีค่าที่ต่างกันมาก แต่ทั้งนี้ก็ต้องขึ้นอยู่กับความเร็วของ Fluid ที่วิ่งผ่านบริเวณคอคอดด้วยหลักการทำงานของ Water Jet Vacuum โดยเริ่มจากการสูบส่งของไหลแรงดันสูงให้วิ่งผ่านหัว Nozzle Jet ด้วยความเร็วที่สูงมากพอที่จะสามารถสร้าง Vacuum ตรงทางดูดได้ เนื่องจากของไหลแรงดันสูงที่ถูกสูบจากปั๊มเพื่อส่งผ่านไปยัง Nozzle Jet มี Pressure Energy ที่สูง และ Kinetic Energy ยังไม่มากนัก เนื่องจากความเร็วในการไหลในช่วงที่ยังไม่ผ่านคอคอดยังมีความเร็วที่ไม่มากพอ แต่เมื่อของไหลได้ไหลผ่านบริเวณคอคอด ความเร็วในการไหลก็จะสูงมากยิ่งขึ้น และส่งผลให้ Kinetic Energy เพิ่มมากขึ้นตามความเร็วในการไหลด้วย แต่ในขณะเดียวกัน Pressure Energy ที่ผ่านคอคอดจะลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลให้เกิดความแตกต่างของความดัน และเกิด Vacuum ตรงท่อทางดูด (Suction Tube) ซึ่งถ้ายิ่งความเร็วในการไหลบริเวณคอคอดมากเท่าไรการเกิด Vacuum – Suction ก็ยิ่งมากขึ้นรวมไปทั้งพื้นที่หน้าตัดรูของคอคอดยิ่งมีขนาดเล็กก็สามารถทำให้เกิด Vacuum – Suction ได้มากเช่นกัน



ภาพผนวกที่ 2 แสดงการทำงาน Water Jet Vacuum

หลักสำคัญของการสร้างสุญญากาศ (Vacuum) ของ Water Jet คือแรงดันกับความเร็วของของไหลที่ไหลผ่านตัว Nozzle แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบของหัวฉีด Nozzle และลักษณะการนำไปประยุกต์ใช้งาน

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของ Water Jet Vacuum Pump

1. อุณหภูมิ (Temperature)

สำหรับความหนาแน่นของน้ำ ซึ่งพบว่าความความหนาแน่นของน้ำมีค่าน้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งความหนาแน่นเกณฑ์มาตรฐานสากล คือ ที่ความดันมาตรฐาน 1 บรรยากาศ น้ำจะมีความหนาแน่น 1000 kg/m3 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นความหนาแน่นของน้ำที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิอื่นๆ ในขณะทำงานส่งผลให้แรงดันของน้ำลดลงไปด้วย

2. ความดันไอน้ำ (Vapour Pressure)

กรมชลประทาน

ความดันไอน้ำที่เกิดขึ้นบนผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศเป็นผลมาจากการระเหยของน้ำ อย่างต่อเนื่อง โดยการระเหยจะมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้โมเลกุลของน้ำเกิดการเคลื่อนที่เป็นผลให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยลง น้ำจะระเหยกลายเป็นไอน้ำได้ง่ายขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเนื่องจากโมเมนตัม เป็นผลให้ความเร็วของการเคลื่อนที่ของของไหลช้าลง

3. โพรงสุญญากาศ (Cavitation)

ถ้ามีการเกิดโพรงสุญญากาศในโครงสร้าง หรืออุปกรณ์ในการทำงาน จะเกิดการไหลที่มีฟองอากาศปนเข้ามาทำให้น้ำไหลไม่เต็มพื้นที่หน้าตัด เกิดเสียงดัง และกัดกร่อนใบพัดและผนังของเครื่องสูบน้ำ หรือผนังท่อที่ลดขนาดลงมาก ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง

กรมวิชาการเกษตร