เครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืช

วิบูลย์ เทเพนทร์

ในปัจจุบันเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชได้มีใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องมาจากการขยายตัวของการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ทำให้มีข้าวเปลือกความชื้นสูงออกสู่ท้องตลาดมากเกินขีดความสามารถในการใช้ลานตาก ส่งผลให้ตลาดกลางและโรงสีต่าง ๆ ไม่ยอมรับซื้อ หรือซื้อข้าวเปลือกความชื้นสูงในราคาต่ำมาก เนื่องจากข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูง ถ้าไม่สามารถลดความชื้นให้ลดลงในระดับที่ปลอดภัยได้ทัน จะเกิดการเสียหายด้านคุณภาพและปริมาณ ข้าวโพดก็เช่นเดียวกันถ้าลดความชื้นไม่ทันจะเกิดสารพิษอะฟลาทอกซิน ซึ่งเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ สำหรับการพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืช กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้เริ่มศึกษาและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 ในโครงการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว (Rice Post harvest Technology) ภายใต้การสนับสนุนทางการเงินของ IDRC ประเทศแคนาดา โดยได้ออกแบบสร้างเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกแบบกระบะขนาดบรรจุ 2 ตัน ใช้แกลบหรือน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงกำเนิดลมร้อน (รูปที่ 1) ตัวเครื่องประกอบด้วยกระบะรูปทรงสี่เหลี่ยมสำหรับบรรจุเมล็ดพืชที่วางอยู่บนตะแกรง ด้านล่างของตะแกรงจะเป็นห้องลมร้อนที่ต่อเข้ากับพัดลมและชุดเตาเผากำเนิดลมร้อน หลักการทำงานลมร้อนจะพัดผ่านชั้นของเมล็ดพืชที่อยู่นิ่งกับที่จากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ผลงานวิจัยนี้ได้รับรางวัลงานวิจัยดีเด่นอันดับ 1 ของกรมวิชาการเกษตร ในปี พ.ศ. 2524 แต่เมื่อนำออกไปเผยแพร่ให้แก่เกษตรกร ปรากฏว่า ไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร เนื่องจากปัญหาการบรรจุและถ่ายข้าวเปลือกต้องใช้แรงงานมาก ค่าใช้จ่ายในการลดความชื้นสูง และเกษตรกรสามารถขายข้าวเปลือกที่มีความชื้น 16-18% ให้แก่พ่อค้าผู้รวบรวมได้ในราคาที่ไม่แตกต่างจากราคาข้าวแห้งมากนัก

รูปที่ 1 เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกแบบกระบะขนาดบรรจุ 2 ตัน

จากปัญหาดังกล่าว ในปี พ.ศ. 2530 กลุ่มงานวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว กองเกษตรวิศวกรรมจึงได้วิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชแบบเมล็ดไหลคลุกเคล้า ใช้แกลบหรือน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาเผากำเนิดลมร้อน เพื่อแนะนำและเผยแพร่เทคโนโลยีการลดความชื้นที่ถูกต้องให้แก่ผู้ใช้และผู้ผลิต เครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นนี้ เป็นแบบเมล็ดพืชมีการไหลคลุกเคล้าต่อเนื่อง ถังบรรจุเมล็ดพืชมีขนาดบรรจุข้าวเปลือกได้ 6 ตัน หรือบรรจุข้าวโพดได้ 8 ตัน สามารถลดความชื้นข้าวเปลือกจากความชื้นเริ่มต้น 21% ให้เหลือ 15% ได้ประมาณ 30-40 ตันต่อวัน ใช้งานง่าย ได้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูงเทียบเท่ากับการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยวิธีเป่าลมธรรมชาติ และประหยัดค่าใช้จ่ายในการลดความชื้น เครื่องอบลดความชื้นแบบนี้ใช้เครื่องขนย้ายลำเลียงข้าวเปลือกเข้าและออกจากเครื่องอบลดความชื้น เป็นการลดการใช้แรงงาน ในขั้นแรกได้เผยแพร่ให้เจ้าของโรงสีข้าวนำไปสร้างใช้งานหลายแห่ง เช่น ที่หนองจอก สิงห์บุรี และสุพรรณบุรี เป็นต้น ในปี พ.ศ. 2536 รัฐบาลให้การสนับสนุนเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก แก่สถาบันเกษตรกร และผู้ประกอบการทั่วประเทศ บริษัทโรงงานเกษตรพัฒนาฉะเชิงเทรา จำกัด ได้นำแบบเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกนี้ไปผลิตจำหน่ายภายใต้การสนับสนุนทางวิชาการของกองเกษตรวิศวกรรม ในขณะเดียวกันได้ให้คำแนะนำด้านวิชาการในการออกแบบเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชที่ถูกหลักวิชาให้กับบริษัทต่าง ๆ เช่น บริษัท ไรซ์ เอ็นจิเนียร์ริ่ง ซัพพลาย จำกัด บริษัท เจริญโภคภัณฑ์ เอ็นจิเนียร์ริ่ง จำกัด และบริษัท อินเตอร์การเกษตร จำกัด เป็นต้น จนเป็นที่ยอมรับของโรงงานเอกชนผู้ผลิตเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืช และใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน

เครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชที่วิจัยและพัฒนาขึ้นนี้ (รูปที่ 2) มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ดังนี้

รูปที่ 2 เครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชแบบกองเกษตรวิศวกรรมที่พัฒนาขึ้นขนาด 30 ตันต่อวัน

1. ชุดกำเนิดลมร้อน สามารถเลือกใช้ได้ 2 แบบ คือ เตาเผาแกลบแบบตะกรับพร้อมชุดแลกเปลี่ยนความร้อน (รูปที่ 3) เพื่อให้ได้ลมร้อนที่สะอาดปราศจากกลิ่นขี้เถ้าและควันไฟ ในการใช้งานต้องมีผู้ปฏิบัติงานคอยควบคุมการป้อนและเอาขี้เถ้าแกลบออกจากเตา แบบที่ 2 เตาเผาน้ำมันดีเซล ซึ่งมีห้องเผาไหม้น้ำมันดีเซลที่ได้ออกแบบให้สามารถเผาไหม้น้ำมันได้อย่างสมบูรณ์ ปราศจากกลิ่นและเขม่า ชุดเตาเผากำเนิดลมร้อนทั้งสองแบบนี้ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามต้องการและใช้สะดวก

รูปที่ 3 เตาเผาแกลบแบบตะกรับพร้อมชุดแลกเปลี่ยนความร้อน

2. ถังบรรจุเมล็ดพืช แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ห้องพักเมล็ดก่อนลดความชื้น ทำหน้าที่ชะลออัตราการเพิ่มอุณหภูมิของเมล็ดข้าว ช่วยลดการแตกร้าวหลังการลดความชื้น

ส่วนที่ 2 ห้องลดความชื้น เป็นแบบเมล็ดไหลคลุกเคล้าผ่านท่อลมร้อนเข้าและท่อลมออกสลับกันไปมา ช่วยให้การลดความชื้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนที่ 3 ชุดปรับอัตราการไหลของเมล็ดพืชที่อยู่ในห้องลดความชื้น เพื่อให้ได้อัตราการลดความชื้นตามต้องการในกรณีใช้เครื่องลดความชื้นในลักษณะไหลต่อเนื่อง หรือช่วยลด

อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเมล็ดพืชในกรณีใช้เครื่องอบลดความชื้นแบบเมล็ดไหลหมุนเวียนจนเมล็ดพืชแห้ง

3. พัดลม ปริมาณลมร้อนที่ใช้ในการลดความชื้นข้าวเปลือก นับว่าสำคัญที่สุดในกระบวนการลดความชื้น อัตราการคายความชื้นของเมล็ด อัตราการเพิ่มอุณหภูมิของเมล็ด และส่วนประกอบอื่น ๆ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการลดความชื้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของลมเป็นส่วนใหญ่ จากการทดสอบ ปริมาณลม 30–40 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ต่อปริมาตรเมล็ดพืช 1 ลูกบาศก์เมตร เหมาะสมที่สุดสำหรับเครื่องเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชแบบของกองเกษตรวิศวกรรมที่พัฒนาขึ้น ใช้พัดลม 2 ชุด ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้าต่อชุด

รวมทั้งได้มีการวิจัยและพัฒนาชุดกำจัดฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจำนวนมาก ในระหว่างการอบลดความชื้นเมล็ดพืช (รูปที่ 4) ให้มีขนาดกะทัดรัดแทนการใช้ไซโคลนกำจัดฝุ่นแบบที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป ให้สามารถกำจัดฝุ่นละอองจากลมขึ้นที่เป่าทิ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ป้องกันไม่ให้รบกวนผู้ปฏิบัติงาน และผู้อาศัยในบริเวณข้างเคียงพัดลมดังกล่าว ติดตั้งในลักษณะดูดลมร้อนผ่านชั้นข้าวเปลือก เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในห้องปฏิบัติงาน โดยชุดดักฝุ่นนี้สามารถใช้ได้กับพัดลมแบบไหลตามแนวแกนและพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ชุดดักฝุ่นที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพสูง ช่วยให้การใช้เครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชไม่เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีโรงงานเอกชนหลายแห่งนำแบบไปดัดแปลงผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์จนถึงปัจจุบัน และผลงานชุดดักฝุ่นสำหรับพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางนี้ได้รับรางวัลที่ 2 ด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม ในการประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์ประจำปี 2543 จากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 4 ชุดดักฝุ่นสำหรับพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

ในปีพ.ศ. 2540 กลุ่มงานวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว กองเกษตรวิศวกรรมได้วิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นข้าวโพดเป็นแบบไหลผสมหมุนเวียน (รูปที่ 5) มีความสามารถในการทำงาน 100 ตันต่อวัน โดยชุดเครื่องอบลดความชื้นประกอบด้วยหลุมเทข้าวโพด และกะพ้อลำเลียงข้าวโพดเข้าชุดทำความสะอาดแบบตู้โรยและตะแกรงโยกมีความสามารถในการทำงาน 15 ตันต่อชั่วโมง ข้าวโพดที่ทำความสะอาดแล้วจะถูกลำเลียงเข้าถังอบ โดยใช้กะพ้อ ถังอบเมล็ดพืชแบบมีการไหลผสมกันของเมล็ดพืช ขนาดบรรจุข้าวโพดได้ถังละประมาณ 13 ตัน จำนวน 2 ถัง โดยแต่ละถังจะมีความจุในช่วงลดความชื้น 7.7 ตัน และในช่วงถังพัก 5.3 ตัน ใช้พัดลมแบบไหลตามแนวแกนติดชุดดักฝุ่นและชุดเก็บเสียงที่วิจัยและพัฒนา ขึ้นถังละ 2 ชุด ด้านล่างของถังอบมีชุดปรับอัตราการไหลของเมล็ดพืชขณะลดความชื้นและเกลียวลำเลียงเมล็ดพืชออกจากถังอบ ชุดเตาเผากำเนิดลมร้อนใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิง แบบให้ความร้อนทางอ้อม ผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Shell and Tubes และใช้มอเตอร์ไฟฟ้ารวม 70.35 กิโลวัตต์ ผลการทดสอบการลดความชื้นข้าวโพดจากความชื้นเริ่มต้น 24.0% เหลือ 15.6% ได้ภายใน 5.7 ชั่วโมง ซึ่งรวมระยะเวลาในการบรรจุและถ่ายเมล็ดข้าวโพดออกจากถังจำนวน 2.7 ชั่วโมง มีอัตราการลดความชื้นเฉลี่ย 2.8% ต่อชั่วโมง และอัตราการระเหยน้ำ 982 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.694 กิโลวัตต์ต่อตันต่อความชื้นที่ลดลง 1% และใช้ซังข้าวโพด 613 กิโลกรัมต่อชั่วโมง คิดเป็นค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้ารวม 4.18 บาทต่อตัน ต่อความชื้นที่ลดลง 1% จากงานวิจัยและพัฒนานี้ทำให้เกิดการร่วมมือกับภาคเอกชน ในการขยายขีดความสามารถของเครื่องอบลดความชื้นแบบเมล็ดไหลผสมของกองเกษตรวิศวกรรมให้สามารถลดความชื้นข้าวเปลือกได้ถึงวันละ 250 ตัน และจากการเผยแพร่เทคโนโลยีด้านนี้ของกองเกษตรวิศวกรรม ทำให้มีจำนวนโรงสีลงทุนติดตั้งเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกเพิ่มมากขึ้น สามารถลดการสูญเสียทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพของข้าวเปลือกได้เป็นอย่างดี

รูปที่ 5 เครื่องอบลดความชื้นข้าวโพดแบบของกองเกษตรวิศวกรรมขนาด 100 ตันต่อวัน

ในการใช้เครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชนั้น พลังงานส่วนใหญ่ใช้สำหรับเตาเผากำเนิดลมร้อน กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเตาเผากำเนิดลมร้อนสำหรับใช้กับเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืชมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงและใช้งานสะดวก โดยในปี 2540 ได้วิจัยและพัฒนาเตาเผาแกลบแบบไซโคลน เป็นแบบเตาให้ความร้อนโดยตรง ตัวเตาด้านบนมีลักษณะรูปทรงกระบอก ด้านล่างทรงกรวยตัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเตา 0.97 เมตร ความสูงเตา 2.40 เมตร ผนังเตาบุด้วยฉนวนกันความร้อนเป็นอิฐทนไฟ ด้านนอกทำด้วยเหล็กแผ่น หนา 3 มิลลิเมตร ด้านบนห้องเผาไหม้เป็นห้องดักขี้เถ้าที่อาจปลิวออกมาจากห้องเผาไหม้ไปกับลมร้อนที่นำไปใช้กับเครื่องลดความชื้นโดยตรง การป้อนแกลบเป็นแบบ อัตโนมัติ อัตราการป้อนแกลบประมาณ 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ให้ความร้อน ประมาณ 340 กิโลวัตต์ และได้เผยแพร่แบบเตาเผาแกลบแบบไซโคลนในปี พ.ศ. 2543 ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีโรงงานเอกชนนำแบบไปดัดแปลงผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์จนถึงปัจจุบัน

รูปที่ 6 ต้นแบบเตาเผาแกลบแบบไซโคลน

ต่อมาในปี 2549 ได้พัฒนาเตาเผาแกลบแบบไซโคลน (รูปที่ 6) แบบให้ความร้อนทางอ้อม ตัวเตาเป็นแบบไซโคลน มีชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ลมร้อนที่ได้สะอาดปราศจากฝุ่นเถ้าและกลิ่นควัน ขนาดตัวเตามีสัดส่วนมาตรฐาน สามารถขยายขนาดให้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องอบลดความชื้นได้ และในปี

พ.ศ.2550 ได้วิจัยและพัฒนาเตาลมร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลแบบไซโคลนขึ้น ใช้สำหรับเป็นแหล่งกำเนิดลมร้อนของเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืช หรือเครื่องลดความชื้นผลิตผลการเกษตรอื่นๆ โดยพัฒนาจากเตาเผาแกลบแบบไซโคลนให้สามารถใช้กับเชื้อเพลิงชีวมวลอื่น ๆ ได้ เช่น ซังข้าวโพดและเหง้ามันสำปะหลัง และออกแบบให้มีชุดแลกเปลี่ยนความร้อนที่ต่อเข้ากับตัวเตา เพื่อให้ได้ลมร้อนที่สะอาด ปราศจากฝุ่น เถ้า และกลิ่นควันไฟ เตาลมร้อนต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีค่าภาระเตา 400 กิโลวัตต์ต่อปริมาตรห้องเผาไหม้ 1 ลูกบาศก์เมตร ขนาดตัวเตามีสัดส่วนมาตรฐาน โดยสามารถออกแบบขยายขนาดเตาให้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องอบลดความชื้นผลิตผลเกษตรได้ ตัวเตาแบบไซโคลนมีชุดแลกเปลี่ยนลมร้อนรูปทรงกระบอกด้านล่างตัวเตาเป็นรูปกรวยตัด ผนังเตาภายในบุด้วยอิฐทนไฟ ด้านนอกหุ้มด้วยเหล็กแผ่นหนา 3มิลลิเมตร ความสูงเตาช่วงทรงกระบอกมีความสูงเป็น 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวเตา การป้อนเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติใช้ลมส่งเข้าไปในตัวเตา เตาต้นแบบที่ออกแบบสร้างขึ้นทำการทดสอบมีขนาด 450 กิโลวัตต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เมตร ปริมาตรห้องเผาไหม้ 1.15 ลูกบาศก์เมตร และมีชุดแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ shell and tubes โดยมีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยน 24.6 ตารางเมตร ผ่านท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ยาว 1.50 เมตร จำนวน 89 ท่อ ผลการทดสอบใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงอัตราการป้อน 95 105 และ 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนรวมของเตาเท่ากับ 63.1 63.3 และ 62.6% ตามลำดับ จากนั้นได้ออกแบบขยายเตาให้ขนาดใหญ่ขึ้น โดยขนาดเตาที่มีผู้ประกอบการและเอกชนขอแบบนำไปสร้างใช้เอง รวมทั้งผลิตจำหน่ายแล้วคือ ขนาด 4,000 กิโลวัตต์ และ 9,000 กิโลวัตต์ (รูปที่ 7) นำไปใช้เป็นแหล่งกำเนิดลมร้อนของเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดพืช โดยสามารถใช้เชื้อเพลิงทั้งแกลบ ซังข้าวโพดและเหง้ามันสำปะหลัง

รูปที่ 7 เตาเชื้อเพลิงชีวมวลแบบไซโคลนที่เอกชนขอแบบนำผลิตจำหน่าย

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2528. เอกสารวิชาการ กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร เรื่อง เครื่องลดความชื้นเมล็ดพืชแบบเกษตรกร หน้า 79-83.

ไมตรี แนวพนิช, 2539, เครื่องลดความชื้นข้าวโพด. เอกสารประกอบการบรรยายในงานพิธีส่งมอบเครื่องจักรกลเกษตร ระหว่าง กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร 23-26 เมษายน 2539 ณ. โรงแรมท๊อปแลนด์ พล่าซ่า พิษณุโลก.

ไมตรี แนวพนิช วิบูลย์ เทเพนทร์ และยงยุทธ คงซ่าน, 2539, เรื่อง เครื่องลดความชื้นเมล็ดพืชแบบของกองเกษตรวิศวกรรม, เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่องการใช้และบำรุงรักษาเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือก 28-30 สิงหาคม 2539 ณ. โรงแรมแกรนด์รอยัล ฉะเชิงเทรา.

วิบูลย์ เทเพนทร์ ไมตรี แนวพนิช และเวียง อากรชี, 2543, ชุดดักฝุ่นติดพัดลมแบบไหลตามแนวแกนสำหรับเครื่องลดความชื้นเมล็ดพืช. หน้า 5-8 ใน. ข่าวสารกองเกษตรวิศวกรรม ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม 2543.

วิบูลย์ เทเพนทร์ เวียง อากรชี สุภัทร หนูสวัสดิ์, 2543, เอกสารการประชุมวิชาการประจำปี 2543. สมาคมวิศวกรรมการเกษตรแห่งประเทศไทย, เรื่อง “ชุดดักฝุ่นสำหรับพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง”, หน้า 158-167.

วิบูลย์ เทเพนทร์ ไมตรี แนวพนิช เวียง อากรชี, 2544, เอกสารวิชาการเครื่องจักรกลเกษตร 2544, กองเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, เรื่อง “ชุดดักฝุ่นติดพัดลมแบบไหลตามแนวแกนสำหรับเครื่องลดความชื้นเมล็ดพืช”, หน้า 104 - 108, เรื่อง เครื่องลดความชื้นและหลักการทำงาน หน้า 91-97.

วิบูลย์ เทเพนทร์ ไมตรี แนวพนิช ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์ เวียง อากรชี, 2544, วารสารเทคโนโลยีวิศวกรรมเกษตร ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2544, เรื่อง “วิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งและวิธีการลดความชื้นข้าวโพดที่เหมาะสมในการปฏิบัติ”, หน้า 58-66.

พิมล วุฒิสินธ์ ไมตรี แนวพนิช วิบูลย์ เทเพนทร์ สุภัทร หนูสวัสดิ์, ในข่าวสารกองเกษตรวิศวกรรม ปีที่ 11 ครั้งที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2543. เรื่อง “เตาเผาแกลบแบบไซโคลน. หน้า 3-4.

วิบูลย์ เทเพนทร์ เวียง อากรชี พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์, 2548. เอกสารวิชาการเครื่องจักรกลเกษตร 2548. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, เรื่อง “วิจัยและพัฒนาเตาเผาแกลบสำหรับเครื่องลดความชื้นลำไยทั้งเปลือก”, หน้า 127-135.