

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวเปลือกเมื่อเก็บรักษาในไซโลเหล็ก

Changes in Paddy Quality when Stored in a Steel Silo

วินิต ชินสุวรรณ (Winit Chinsuwan)^{1*}

ศิโรรัตน์ พิลาวุธ (Siorat Pilawut)²

นิพนธ์ ป้องจันทร์ (Nipon Pongjan)²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวเปลือกเมื่อเก็บรักษาในไซโลเหล็กเป็นระยะเวลา 4 เดือน ในช่วงฤดูแล้ง ข้าวที่ใช้ศึกษาเป็นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่มีความชื้นเริ่มต้น 11.8 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) จำนวน 31.8 ตัน ผลการศึกษพบว่าระยะเวลาเก็บรักษา ตำแหน่งทิศทางในไซโล ความลึกในแนวระดับ และความลึกในแนวตั้ง มีผลต่อคุณภาพของข้าวเปลือกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่าน้อยมาก

Abstract

The objective of this study was to determine changes in paddy quality when stored in a steel silo for 4 months during the dry season. The paddy used for the study was 31.8 tons of Khao Dok Mali 105 variety with 11.8 % (wb) initial moisture content. The results indicate that period of storage, direction in silo, and both horizontal and vertical depth of paddy in silo significantly affect paddy quality but to a small extent.

คำสำคัญ: การเก็บรักษาข้าวเปลือก การเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวเปลือก ไซโลเหล็ก

Keywords: Changes in Paddy Quality, Steel Silo, Storage of Paddy

¹รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²นักวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*corresponding author, e-mail: winit@kknet.co.th

บทนำ

ข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญมากที่สุดของประเทศไทย ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ในแต่ละปี ประเทศไทยปลูกข้าวประมาณ 63 ล้านไร่ โดยมีผลผลิตรวมปีละประมาณ 19 ถึง 22 ล้านตัน ข้าวเปลือก ซึ่งใช้บริโภคภายในประเทศปีละประมาณ 13 ล้านตัน ส่วนที่เหลือส่งออกในรูปของข้าวสารและผลิตภัณฑ์จากข้าว คิดเป็นมูลค่าประมาณปีละมากกว่าหนึ่งแสนล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) ซึ่งนับได้ว่าประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2542)

การเก็บเกี่ยวข้าวในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องเกี่ยวขนาดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคกลางและภาคเหนือตอนล่างซึ่งมีเครื่องเกี่ยวขนาดใช้งานประมาณ 3,000 เครื่อง ในปี พ.ศ. 2538 (วินิต และคณะ, 2538) แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 3,500 คัน ในปี พ.ศ. 2542 (วินิต และคณะ, 2542ก) และคาดว่าจะมีเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 5,000 คัน ในปัจจุบัน เครื่องเกี่ยวขนาดดังกล่าวนี้เกือบทั้งหมดเป็นเครื่องที่ผลิตในประเทศ ส่วนภาคอื่นการใช้เครื่องเกี่ยวขนาดเริ่มนิยมใช้มากขึ้นเป็นลำดับ และคาดว่าจะในอีก 10 ปี ข้างหน้า การเก็บเกี่ยวข้าวจะดำเนินการโดยใช้เครื่องเกี่ยวขนาดเกือบทั้งหมด โดยที่มีการพัฒนาเครื่องเกี่ยวขนาดสำหรับกระถางขนาดเล็กเพื่อเสริมการใช้งานในระบบปัจจุบัน (วินิต และคณะ, 2542ก; 2543ก; 2543ข; 2543ค; 2544) ทั้งนี้เพราะการใช้เครื่องเกี่ยวขนาดอย่างเหมาะสมจะช่วย ลดความสูญเสียเพิ่มคุณภาพข้าวเปลือก และลดต้นทุนการผลิต (วินิต และคณะ, 2540; 2542ข)

การที่เกษตรกรนิยมใช้เครื่องเกี่ยวขนาดสำหรับเก็บเกี่ยวอย่างแพร่หลายจึงทำให้ในช่วงเก็บเกี่ยวมีข้าวออกสู่ตลาดในระยะเวลาอันสั้น มีส่วนทำให้ข้าวเปลือกที่เกษตรกรขายได้มีราคาต่ำ การเก็บรักษาข้าวเปลือกจำนวนหนึ่งในช่วงฤดูเก็บเกี่ยวมีส่วนช่วยทำให้เกษตรกรขายข้าวเปลือกได้ราคาดีขึ้น แต่ต้องใช้โรงเรือนเก็บรักษาเป็นจำนวนมาก

การเก็บรักษาธัญพืชในปริมาณมาก ๆ โดยใช้ไซโลเหล็กนิยมใช้กันมากในประเทศที่อยู่ในเขตอบอุ่น การเก็บรักษาในปริมาณมาก ๆ โดยใช้ไซโลเหล็กจำเป็นต้องมีเทคนิคและการบริหารจัดการที่ดีจึงจะก่อให้เกิดประโยชน์และไม่ทำให้ผลผลิตที่ทำการเก็บรักษาเสื่อมคุณภาพ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลด้านนี้มากนัก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้น และคุณภาพของข้าวเปลือกที่เก็บรักษาในไซโลเหล็ก

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการโดยใช้ไซโลเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เมตร สูง 7 เมตร (รูปที่ 1) ณ สถานีทดลองและฝึกอบรมเกษตรกรรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งภายในไซโลมีท่อสำหรับเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อวัดความชื้นและคุณภาพ (รูปที่ 2) ซึ่งท่อเก็บตัวอย่างนี้วางอยู่ในแนวเหนือ-ใต้และตะวันออก-ตะวันตก โดยมีระยะห่างกัน 1 เมตร ในแนวดิ่ง ท่อดังกล่าวนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถสุมตัวอย่างข้าวเปลือกออกจากไซโล ณ ตำแหน่งขอบถึงและลึกเข้าไปในถึงทุก ๆ ระยะ 0.5 เมตร จนกระทั่งถึงกึ่งกลางถึง การวัดอุณหภูมิของข้าวภายในไซโลดำเนินการโดยการติดตั้งหัววัดอุณหภูมิในไซโลโดยยึดติดกับท่อสุมตัวอย่างข้าวเปลือก (รูปที่ 3) หัววัดอุณหภูมิดังกล่าวมีจำนวน 65 จุด ซึ่งติดตั้ง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4 การบันทึกข้อมูลอุณหภูมิข้าวเปลือกในไซโลดำเนินการโดยใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลซึ่งติดตั้งภายในอาคาร นอกจากนี้แล้วยังติดตั้งอุปกรณ์วัดสภาพอากาศแวดล้อมไว้ ณ ส่วนบนของไซโล

ข้าวเปลือกที่ใช้ในการศึกษาการเก็บรักษาเป็นข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่มีความชื้นเฉลี่ย 11.8 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) จำนวน 31.8 ตัน บรรจุลงไปในไซโล เพื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน ในระหว่างการเก็บรักษาดำเนินการบันทึกข้อมูลของอุณหภูมิภายในไซโลและสภาพอากาศแวดล้อมทุก ๆ ชั่วโมง ข้อมูลดังกล่าวนี้ทำการจัดเก็บทุก ๆ 15 วัน

การวัดความชื้นและคุณภาพข้าวเปลือกดำเนินการโดยการสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกออกจากไซโลทุกๆ 15 วัน เพื่อนำมาหาความชื้นโดยวิธีการอบ และหาเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวม และความขาวของข้าวสารในห้องปฏิบัติการโดยใช้อุปกรณ์หั่ว Satake การศึกษานี้ดำเนินการในช่วง วันที่ 27 มกราคม ถึงวันที่ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2549

ผลการศึกษา

ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษาสภาพอากาศแวดล้อมในแต่ละวัน มีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดดังแสดงในรูปที่ 5 มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุดดังแสดงในรูปที่ 6 และมีปริมาณน้ำฝนดังแสดงในรูปที่ 7 โดยที่ข้อมูลในช่วงวันที่ 93 ถึงวันที่ 104 ของการเก็บรักษาไม่สามารถบันทึกค่าได้

จากการเปรียบเทียบคุณภาพข้าวเปลือกเฉลี่ยในไซโลที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาเก็บรักษา ตำแหน่งทิศทาง ความลึกในแนวระดับ และความลึกในแนวดิ่ง (ตารางที่ 1) พบว่าปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพของข้าวเปลือกในด้านความชื้น เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว เปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวม และความขาว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทางสถิติ ยกเว้นทิศทางซึ่งไม่มีผลต่อความชื้นเฉลี่ยของข้าวในไซโล และความลึกในแนวระดับซึ่งไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวม อย่างไรก็ตามแม้ว่าปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพข้าวเปลือกแต่ความแตกต่างมีค่าน้อยมาก การที่คุณภาพของข้าวเปลือกไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักอาจเป็นเพราะข้าวเปลือกที่เก็บรักษามีความชื้นเริ่มต้นต่ำ (11.8 % wb) และมีความชื้นใกล้เคียงกันอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามจากการสังเกตตัวอย่างข้าวเปลือกที่สุ่มตัวอย่างทุกๆ 15 วันพบว่ามียอดจำนวนมากขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา แต่การศึกษานี้มิได้ครอบคลุมถึงการศึกษาความเสียหายเนื่องจากแมลง

สำหรับอุณหภูมิของข้าวในไซโล เนื่องจากในช่วงเวลาที่เก็บรักษาอุณหภูมิของอากาศภายนอกมีค่าสูงสุดเท่ากับ 38.4 องศาเซลเซียส ณ เวลา 15.00 น. ของ

วันที่ 50 ในระหว่างการเก็บรักษา และอุณหภูมิของอากาศภายนอกมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 15.2 องศาเซลเซียส ณ เวลา 05.00 น. ของวันที่ 35 ในระหว่างการเก็บรักษา จึงเลือกพิจารณาเฉพาะกรณีทั้งสองดังกล่าว โดยแสดงอุณหภูมิของข้าวในไซโลเมื่ออุณหภูมิของอากาศภายนอกมีค่าสูงสุด และต่ำสุด ในรูปที่ 8 และ 9 ตามลำดับ ซึ่งรูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่าเมื่ออุณหภูมิของอากาศภายนอกมีค่าสูงเกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าไปยังข้าวเปลือกในไซโล แต่อุณหภูมิสูงสุดของข้าวเปลือกในไซโลยังคงต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอก โดยที่อุณหภูมิของข้าวในแนวทิศเหนือ-ใต้ ค่อนข้างมีความสม่ำเสมอและไม่แตกต่างกันมากนัก (32 ถึง 35 องศาเซลเซียส) แต่อุณหภูมิของข้าวในแนวทิศตะวันตก ตะวันออก มีความแตกต่างกันมากกว่าเล็กน้อย (32 ถึง 36 องศาเซลเซียส) โดยที่อุณหภูมิด้านทิศตะวันตกมีค่าสูงกว่าเนื่องจากได้รับแสงแดดโดยตรงในช่วงเวลาบ่าย อย่างไรก็ตามระดับของอุณหภูมิสูงสุดของข้าวในไซโลซึ่งมีค่าเพียง 36 องศาเซลเซียส อาจไม่ทำให้ข้าวเปลือกเกิดการเสื่อมคุณภาพ

ในกรณีที่อุณหภูมิของอากาศภายนอกต่ำลง (รูปที่ 9) จะเกิดการถ่ายเทความร้อนจากข้าวในไซโลออกไปยังอากาศภายนอกทำให้ข้าวบริเวณผนังไซโลมีอุณหภูมิต่ำกว่าข้าวที่อยู่ในส่วนที่ลึกเข้าไป โดยที่อุณหภูมิของข้าว ณ ตำแหน่งต่างๆ มีค่าต่างกัน 11 องศาเซลเซียส (20 ถึง 31 องศาเซลเซียส) ความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นนี้อาจมีค่ามาก แต่อุณหภูมิของข้าวโดยรวมยังคงอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดการเสื่อมคุณภาพ

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของข้าว ณ ตำแหน่งหนึ่งๆ (รูปที่ 8 และ 9) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของข้าวมีการเปลี่ยนแปลงถึง 14 องศาเซลเซียส (20 ถึง 34 และ 22 ถึง 36 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างมาก และอาจส่งผลต่อคุณภาพของข้าว แต่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้มิได้เกิดขึ้นสลับไปสลับมาอย่างทันทีทันใด โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ จึงอาจไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวมากนัก

สรุปผลการศึกษา

การเก็บรักษาข้าวเปลือกในไซโลเหล็กเป็นระยะเวลา 4 เดือน ในช่วงฤดูแล้ง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวเปลือกที่เก็บรักษาไม่มากนัก ทั้งนี้ ข้าวเปลือกที่จะเก็บรักษาต้องมีความชื้นอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาและมีความชื้นอยู่ในระดับใกล้เคียงกันอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมของการเก็บรักษาในช่วงฤดูฝน และศึกษาความเสียหายจากแมลงควบคู่กันไปด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- วินิต ชินสุวรรณ ณรงค์ ปัญญา สมชาย ชวนอุดม และ วราจิต พยอม. 2543ก. รายงานความก้าวหน้างวดที่ 2 โครงการ การพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวหอมมะลิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลการศึกษาเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- วินิต ชินสุวรรณ ณรงค์ ปัญญา สมชาย ชวนอุดม และ วราจิต พยอม. 2543ข. รายงานความก้าวหน้างวดที่ 1 โครงการ การพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวหอมมะลิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลการศึกษาเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

วินิต ชินสุวรรณ ณรงค์ ปัญญา สมชาย ชวนอุดม วราจิต พยอม วุฒิพล จันทรสระคู และประภากรณ แสงวิจิตร. 2544. รายงานความก้าวหน้า งวดที่ 3 โครงการ การพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวหอมมะลิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลการศึกษาเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

วินิต ชินสุวรรณ วสุ อุดมเพทยกุล สมชาย ชวนอุดม วราจิต พยอม ณรงค์ ปัญญา สุชาติ กลิ่นทองกลาง ดาเรศร์ กิตติโยภาส และคณะ. 2542ก. แนวทางการจัดระบบการใช้เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มคุณภาพของผลผลิตข้าวหอมมะลิในเขตทุ่งกุลาร้องไห้. รายงานผลการศึกษาเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

วินิต ชินสุวรรณ วสุ อุดมเพทยกุล สมชาย ชวนอุดม วราจิต พยอม ณรงค์ ปัญญา สุชาติ กลิ่นทองกลาง ดาเรศร์ กิตติโยภาส และคณะ. 2543ค. ระบบการใช้เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มคุณภาพของผลผลิตข้าวหอมมะลิในเขตทุ่งกุลาร้องไห้. รายงานผลการศึกษาเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

วินิต ชินสุวรรณ สมชาย ชวนอุดม วสุ อุดมเพทยกุล วราจิต พยอม และณรงค์ ปัญญา. 2542ข. ความสูญเสียในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้แรงงานคนและใช้เครื่องเกี่ยวนวด. วารสารวิจัย มข. 4(2): 4-12.

วินิต ชินสุวรรณ สุเนตร โม่งปรามิต์ และณรงค์ ปัญญา. 2540. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด. วารสารวิจัย มข. 2(1): 54-63.

วินิต ชินสุวรรณ สุเนตร โหม่งปราณีต สุรเวทย์ กฤษณะ
เศรณี และพนัย ทองสวัสดิ์วงศ์. 2538. การ
ศึกษาเพื่อปรับปรุงวิธีการเก็บเกี่ยว. รายงาน
ผลการศึกษาเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2542. ชุดโครงการ
“ข้าว พืชไร่สำคัญ และพืชอุตสาหกรรม”. ใน:
เอกสารประกอบสัมมนาวิชาการครั้งที่ 3;
17-18 สิงหาคม 2542; โรงแรมท็อปแลนด์
พิษณุโลก. ม.ป.ท.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. สถิติการเกษตร
ของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2547. [อ้างเมื่อ
สิงหาคม 2548]. เข้าถึงได้จาก [http://
www.oae.go.th/statistic/yearbook47/
Section1/sec1table2.pdf](http://www.oae.go.th/statistic/yearbook47/Section1/sec1table2.pdf).



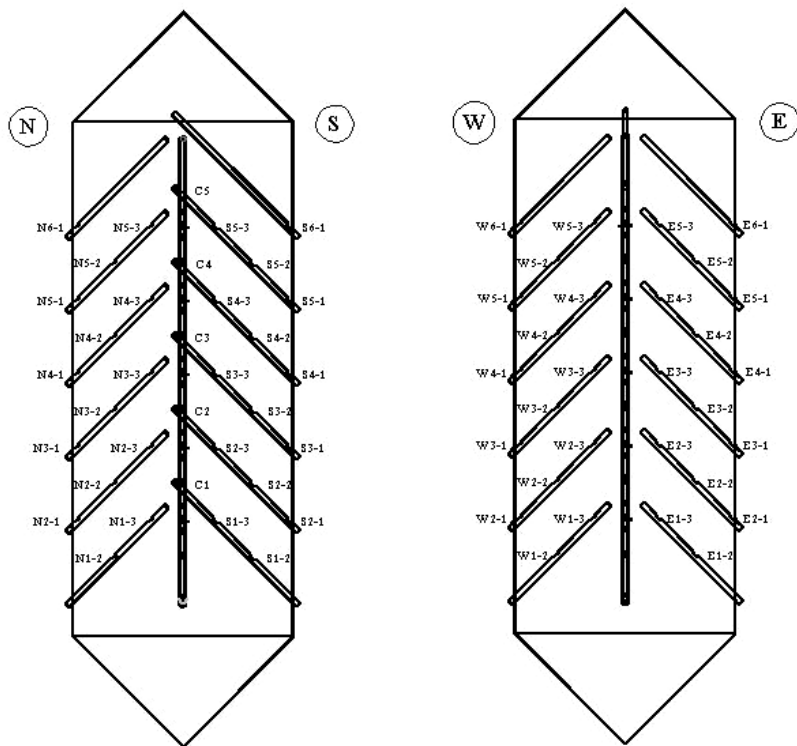
รูปที่ 1 ไซโลเหล็กที่ใช้ในการศึกษา



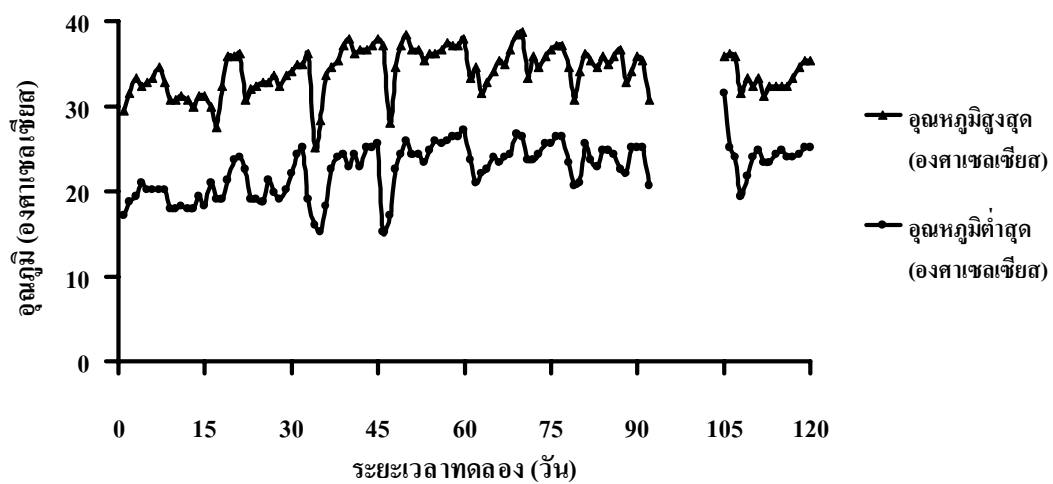
รูปที่ 2 ท่อสำหรับเก็บตัวอย่างข้าวเปลือก



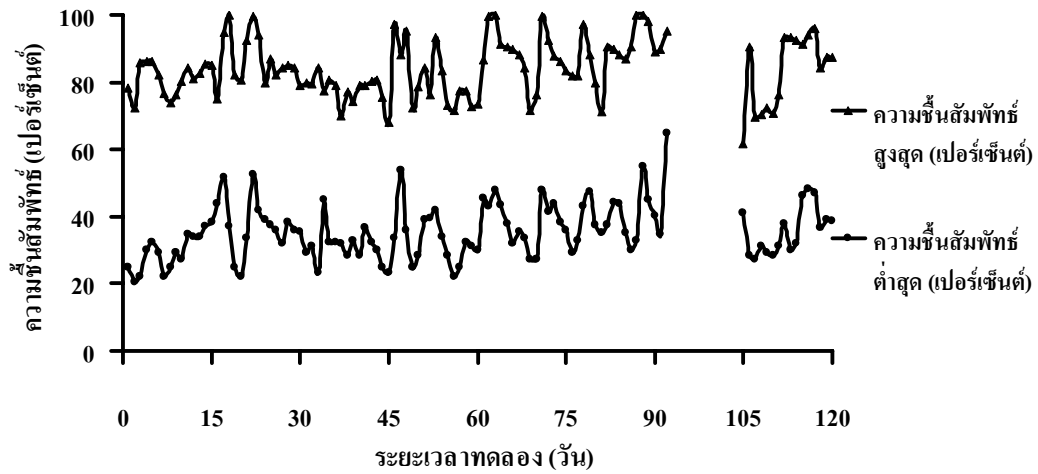
รูปที่ 3 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิของข้าวเปลือกที่ติดตั้งในไซโลเหล็ก



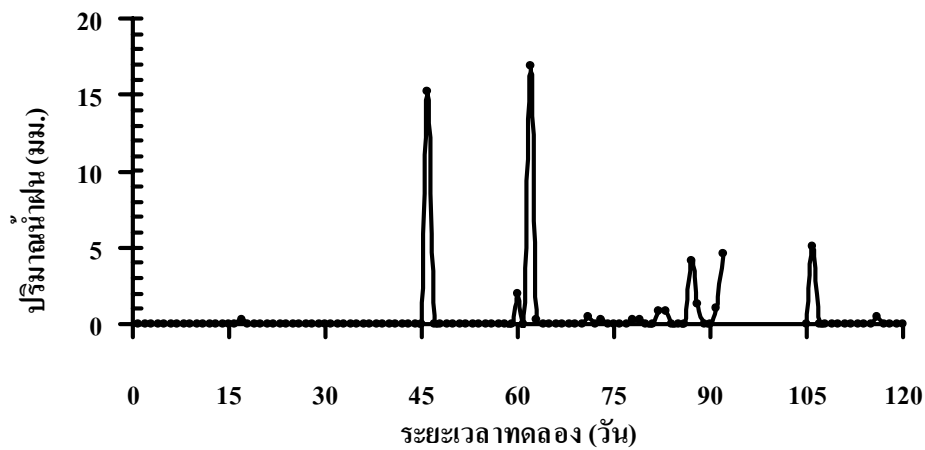
รูปที่ 4 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิในไซโลเหล็ก



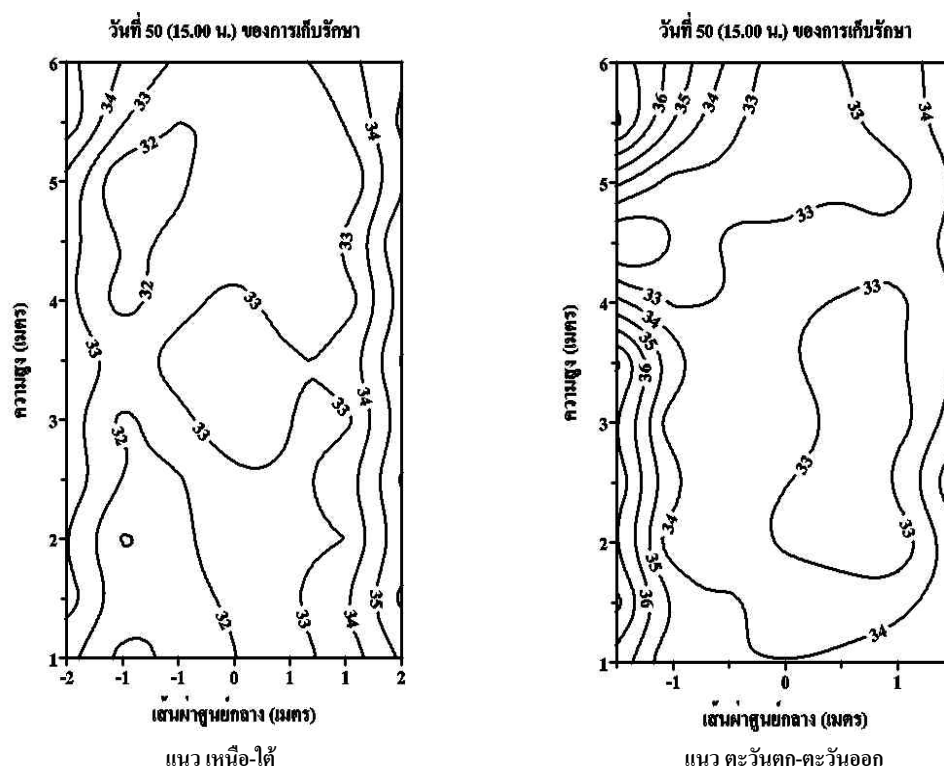
รูปที่ 5 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดแต่ละวันในช่วงที่ศึกษา



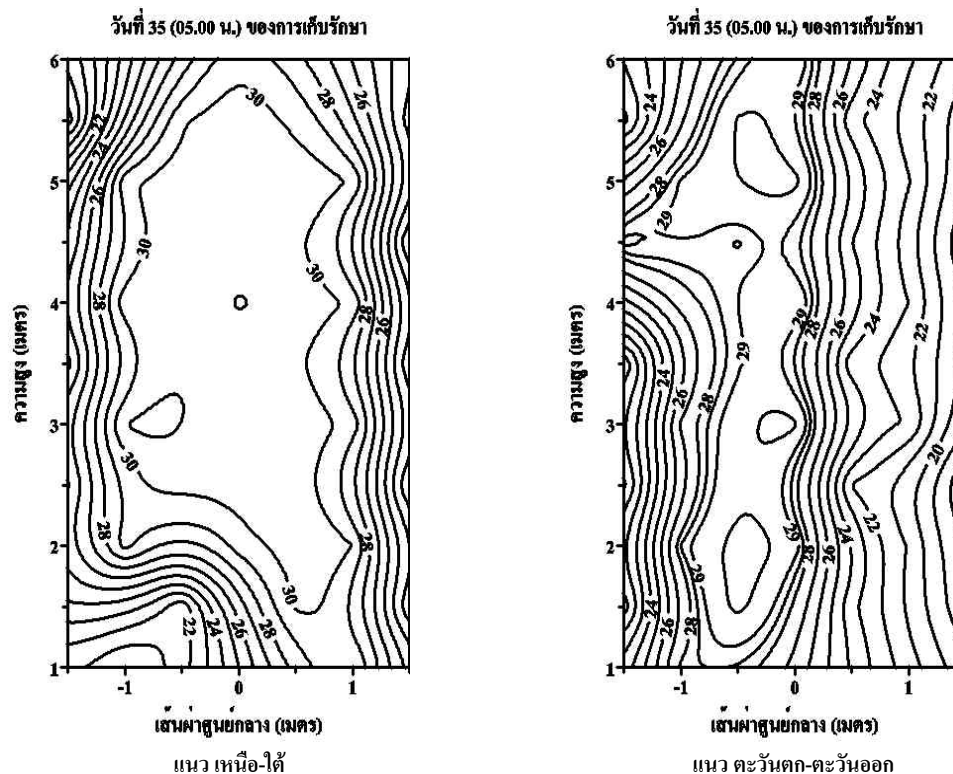
รูปที่ 6 ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุดแต่ละวันในช่วงที่ศึกษา



รูปที่ 7 ปริมาณน้ำฝนแต่ละวันในช่วงที่ศึกษา



รูปที่ 8 อุณหภูมิของข้าวในไซโล เมื่ออุณหภูมิของอากาศภายนอกเท่ากับ 38.4 องศาเซลเซียส



รูปที่ 9 อุณหภูมิของข้าวในไซโล เมื่ออุณหภูมิของอากาศภายนอกเท่ากับ 15.2 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณภาพข้าวเปลือกเฉลี่ยในไซโล ที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาเก็บรักษา ตำแหน่งทิศทาง ความลึกในแนวระดับ และความลึกในแนวตั้ง

ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)								
คุณภาพข้าวเปลือก	15	30	45	60	75	90	105	120
ความชื้นเฉลี่ย (% wb)	10.86 _b	11.95 _c	11.60 _d	11.36 _{cd}	11.13 _c	10.56 _a	10.87 _b	10.39 _a
เปอร์เซ็นต์ตันข้าวเฉลี่ย	42.25 _b	42.00 _b	41.86 _b	41.72 _{ab}	41.25 _a	41.80 _b	41.74 _{ab}	42.02 _b
เปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมเฉลี่ย	64.33 _d	63.82 _c	62.66 _a	62.75 _{ab}	62.54 _a	62.94 _b	62.93 _b	63.68 _c
ความขาวของข้าวสารเฉลี่ย	45.22 _a	46.27 _c	47.84 _f	48.06 _g	48.26 _h	47.49 _e	46.91 _d	45.69 _b

ตำแหน่งทิศทาง				
คุณภาพข้าวเปลือก	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก
ความชื้นเฉลี่ย (% wb)	11.06	11.13	11.25	11.09
เปอร์เซ็นต์ตันข้าวเฉลี่ย	42.21 _{bc}	41.73 _a	42.06 _b	42.41 _c
เปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมเฉลี่ย	63.38 _b	63.13 _a	63.16 _a	63.26 _{ab}
ความขาวของข้าวสารเฉลี่ย	46.85 _a	47.09 _b	47.07 _b	46.78 _a

ความลึกในแนวระดับ (ระยะจากผนังไปยังจุดศูนย์กลาง, เมตร)			
คุณภาพข้าวเปลือก	0	0.5	1.0
ความชื้นเฉลี่ย (% wb)	11.55 _c	11.08 _b	10.77 _a
เปอร์เซ็นต์ตันข้าวเฉลี่ย	43.03 _c	41.83 _b	41.44 _a
เปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมเฉลี่ย	63.20	63.24	63.25
ความขาวของข้าวสารเฉลี่ย	46.89 _a	46.95 _{ab}	47.00 _b

ความลึกในแนวตั้ง (ระยะเหนือกรวยล่าง, เมตร)			
คุณภาพข้าวเปลือก	1-2	3-4	5-6
ความชื้นเฉลี่ย (% wb)	10.94 _a	11.25 _b	11.21 _b
เปอร์เซ็นต์ตันข้าวเฉลี่ย	40.70 _a	43.27 _c	42.34 _b
เปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมเฉลี่ย	62.90 _a	63.46 _b	63.35 _b
ความขาวของข้าวสารเฉลี่ย	47.05 _b	46.93 _a	46.87 _a