การลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยผงถ่านไม้ไผ่

The moisture reduction of Paddy by Bamboo charcoal powder

ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ [1] **อิทธิพล ธรรมภิบาล**[1] **และ ปัญญา ปะเมนาโพธิ์**[1]

Songchai Wiriyaumpaiwong[1], Ittipol Thampiban[1] and Panya Pamenapo[1]

Abstract

The aim of this research is to study the moisture reduction of paddy by using bamboo charcoal powder as adsorption media. As well known that bamboo charcoal has an good ability for moisture adsorption, therefore; this work is also choose its for removing water from paddy until close to the storage moisture content. Effect of bulk density of bamboo charcoal powder on the reduction rate of moisture in paddy is investigated. In addition, microstructure of bamboo charcoal powder is also studied. The bulk density is varied into 4 values (e.g. 285, 428, 432, and 440 kg/m^3). The experimental results represented that the lower bulk density of bamboo charcoal powder provided the faster reduction rate of moisture in paddy. Some bulk density value can be removed the water inside paddy near to the storage moisture content. For microstructure of bamboo charcoal powder, all of them are the cylindrical pore structure same as charcoal in the market but the amount of pore per unit area of bamboo charcoal is higher than charcoal in the market.

Key words: Adsorption, Bamboo, Charcoal, Moisture

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ศึกษาการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้ผงถ่านไม้ไผ่เป็นตัวกลางในการดูดซับ เป็นที่รู้กันดีว่าถ่านไม้ไผ่มีความสามารถในการดูดซับความชื้นได้ดี ดังนั้น จึงเลือกถ่านไม้ไผ่เพื่อกำจัดน้ำออกจากข้าวเปลือกจนกระทั่งใกล้เคียงความชื้นที่ใช้เก็บรักษา นอกจากนี้ยังศึกษาอิทธิพลของความหนาแน่นปรากฏของผงถ่านไม้ไผ่ต่อการลดลงของความชื้นของข้าวเปลือก และศึกษาโครงสร้างระดับจุลทรรศน์ของผงถ่านไม้ไผ่ ความหนาแน่นปรากฏถูกแปรเปลี่ยนเป็น 4 ค่า ได้แก่ 285 428 432 และ 440 kg/m^3 จากผลการทดลองพบว่า เมื่อความหนาแน่นปรากฏของผงถ่านไม้ไผ่ต่ำลงทำให้อัตราการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกเร็วขึ้น ความหนาแน่นปรากฏบางค่าสามารถกำจัดน้ำภายในข้าวเปลือกจนใกล้เคียงกับความชื้นที่ใช้เก็บรักษา สำหรับโครงสร้างระดับจุลทรรศน์ของผงถ่านไม้ไผ่พบว่า ผงถ่านไม้ไผ่ที่ใช้ทั้งหมดมีโครงสร้างรูพรุนรูปทรงกระบอกเช่นเดียวกับผงถ่านไม้ในท้องตลาด แต่จำนวนรูพรุนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของถ่านไม้ไผ่มากกว่าถ่านในท้องตลาด

คำสำคัญ การดูดซับ ความชื้น ไม้ไผ่ ถ่าน

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย นอกจากใช้บริโภคเองภายในประเทศแล้วยังเป็นสินค้าส่งออกอันดับหนึ่งของประเทศไทย ประเทศไทยสามารถส่งออกข้าวได้สูงถึง 7,545,368 ตัน ในรอบหนึ่งปี ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ ความชื้นของข้าวเปลือกก่อนนำไปเก็บรักษาในยุ้งฉางหรือสีเป็นข้าวสาร ถ้าหากความชื้นของข้าวเปลือกสูง แล้วนำไปเก็บรักษาเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ แต่ถ้าหากนำไปสีเป็นข้าวสาร ก็จะได้ข้าวสารที่แตกหักในปริมาณมากหรือได้ร้อยละต้นข้าวต่ำ ดังนั้นควรจะลดความชื้นของข้าวเปลือกให้ต่ำกว่า 16% มาตรฐานแห้ง ก่อนนำไปเก็บรักษาหรือสีเป็นข้าวสาร

ข้าวเปลือกที่นำมาศึกษา ที่มีชื่อเรียกทั่วไปว่า “ข้าวดอ” เป็นข้าวที่เพาะปลูกกันมากในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม การอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูง ถึงแม้จะสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกได้เร็ว แต่ก็อาจจะได้ร้อยละต้นข้าวต่ำและข้าวสารที่มีสีค่อนข้างเหลือง (Wiset et al., 2001) อย่างไรก็ดี การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังเก็บ (Tirawanichakul et al., 2004) ก็สามารถทำให้ข้าวสารเหลืองได้ หากความชื้นสัมพัทธ์ภายในถังเก็บสูงกว่า 75-80%

การลดความชื้นของข้าวเปลือกด้วยสารดูดความชื้นเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ มีสารดูดความชื้นมากมายที่ใช้ลด

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาเขตขามเรียง มหาสารคาม44150

[1] Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamreang Campus, Mahasarakham 44150

ความชื้นเมล็ดพืช ได้แก่ โมเลกุลาร์ ซีฟ (Raghavan et al., 1988) ซิลิกา เจล (Yamagichi & Kawasaki, 1994) เบนโทไนท์ (Sturton et al., 1983) และปูนขาว (Jothiyangkoon et al., 2003)

ไม้ไผ่เป็นพืชที่มีความเจริญเติบโตเร็วและมีจำนวนมากตามท้องถิ่นชนบทซึ่งสามารถปลูกได้ง่ายและไม่ต้องการการดูแลรักษาเอาใจใส่มาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำไม้ไผ่มาผลิตเป็นถ่านและบดถ่านไม้ไผ่เป็นผงเพื่อศึกษาผลของความหนาแน่นปรากฏของผงถ่านไม้ไผ่ที่มีต่อการลดลงของความชื้นข้าวเปลือก ตลอดจนศึกษาโครงสร้างของผงถ่านไม้ไผ่ระดับจุลทรรศน์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด

อุปกรณ์และวิธีการ

1 . กระบวนการผลิตถ่านไม้ไผ่

จัดเตรียมหาไม้ไผ่มาตัดเป็นท่อนๆ ยาวประมาณท่อนละ 30 เซนติเมตร แล้วนำไปตากแดดไว้ประมาณ 30 วัน เป็นการลดความชื้นของไม้ไผ่และลดระยะเวลาในการผลิตถ่าน นำไม้ไผ่ที่ตากแห้งแล้วไปเผาจนกลายเป็นถ่านและบดละเอียด จากนั้นนำผงถ่านที่ได้จากการบดไปคัดขนาดอนุภาคด้วยตะแกรงร่อนมาตรฐาน (มาตรฐาน ASTM D 421, 422) เป็น 4 ขนาด คือ ขนาดใหญ่กว่า 850 ขนาดระหว่าง 600-850 ขนาดระหว่าง 452-600 และขนาดเล็กกว่า 425 ไมโครเมตร

2 . วิธีการทดสอบ

2 1.ความชื้น

ความชื้นของผงถ่านไม้ไผ่ที่บดละเอียดแล้วและความชื้นของข้าวเปลือก สามารถหาได้โดยการให้ความร้อนในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

2 2.ความหนาแน่นปรากฏของผงถ่าน

ความหนาแน่นปรากฏ = มวลของผงถ่าน (กรัม)/ ปริมาตรผงถ่าน 1 ลิตร (1)

2 3.การทดสอบการดูดซับความชื้นข้าวเปลือก

เตรียมข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 31 % มาตรฐานแห้ง มาผสมกับผงถ่านไม้ไผ่แต่ละขนาดในอัตราส่วนข้าวเปลือก 2 ส่วน ต่อ ผงถ่านไม้ไผ่ 1 ส่วน โดยมวล เก็บตัวอย่างข้าวเปลือกและผงถ่านไม้ไผ่มาทดสอบหาความชื้นสุดท้ายทุกๆ 30นาที จนครบ 1.5 ชั่วโมง ให้เก็บตัวอย่างทุกๆ 1 ชั่วโมง จนครบ 6.5 ชั่วโมง

3. การทดสอบดูโครงสร้างของผงถ่านระดับจุลทรรศน์

นำผงถ่านไม้ไผ่และถ่านที่วางขายตามท้องตลาดซึ่งผ่านการคัดขนาดมาแล้ว มาส่องดูโครงสร้างของผงถ่านด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่อง

ผลและวิจารณ์

การใช้ผงถ่านไม้ไผ่เพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือก โดยที่ผงถ่านไม้ไผ่ดูดซับเอาความชื้นจากข้าวเปลือกไว้ ทำให้ผงถ่านไม้ไผ่มีความชื้นสูงขึ้นนั้น ผงถ่านไม้ไผ่ถูกนำไปบดละเอียดเพื่อคัดแยกขนาดอนุภาคด้วยตะแกรงร่อนมาตรฐานตามมาตรฐาน ASTM D 421 และ 422 เป็น 4 ขนาด คือ ขนาดใหญ่กว่า 850 ขนาดระหว่าง 600-850 ขนาดระหว่าง 425- 600 และขนาดเล็กกว่า 425 ไมโครเมตร เมื่อนำผงถ่านไม้ไผ่แต่ละขนาดไปหาความหนาแน่นปรากฏ พบว่า ขนาดของอนุภาคผงถ่านใหญ่ขึ้น จะได้ความหนาแน่นปรากฏหรือมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอนุภาคผงถ่านไม้ไผ่ลดลง ดัง Table 1 สำหรับถ่านไม้ที่วางขายตามท้องตลาดที่นำมาเปรียบเทียบการดูดซับความชื้นของถ่านไม้ไผ่นั้นจะคัดแยกขนาดอนุภาคเพียงขนาดระหว่าง 600-850 ไมโครเมตร มาทำการดูดซับความชื้น ส่องดูโครงสร้างระดับจุลทรรศน์ และหาความหนาแน่นปรากฏ

ผลของความหนาแน่นปรากฏที่มีต่อการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกและการเพิ่มขึ้นของความชื้นผงถ่านไม้ไผ่

ผลการทดลองการเพิ่มขึ้นของความชื้นผงถ่านไม้ไผ่ และการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกระหว่างการดูดซับที่อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับผงถ่านไม้ไผ่คงที่ ที่ 2:1 โดยมวล ดัง Figure 1 พบว่า ความชื้นของผงถ่านไม้ไผ่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและความชื้นของข้าวเปลือกลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรกของการดูดซับ หลังจากชั่วโมงที่ 2 จนถึงชั่วโมงที่ 6.5 ทั้งความชื้นของผงถ่านไม้ไผ่และความชื้นของข้าวเปลือกมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จนถือได้ว่าความชื้นทั้งของผงถ่านไม้ไผ่และข้าวเปลือกเข้าสู่สภาวะสมดุล เนื่องจากช่วงแรกๆของการดูดซับมีความแตกต่างระหว่างความชื้นของผงถ่านไม้ไผ่กับความชื้นของอากาศภายในถังผสมและมีความแตกต่างระหว่างความชื้นของข้าวเปลือกกับความชื้นของอากาศภายในถังผสมค่อนข้างสูง จึงทำให้ความชื้นของผงถ่านไม้ไผ่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และความชื้นของข้าวเปลือกลดลงอย่างรวดเร็ว การลดขนาดของอนุภาคผงถ่านไม้ไผ่ทำให้ผงถ่านมีความหนาแน่นปรากฏสูงขึ้น ถ้าหากขนาดของอนุภาคผงถ่านไม้ไผ่เล็กกว่า 600

ไมโครเมตร หรือมีความหนาแน่นปรากฏมากกว่า 428 kg/m^3 กลไกการดูดซับความชื้นของผงถ่าน เกิดได้ 2 กลไก พร้อมกัน คือ

1. ความชื้นจากข้าวเปลือกถ่ายโอนไปยังอากาศภายในถังผสม และความชื้นในถังผสมถ่ายโอนไปยังผงถ่านไม้ไผ่
2. ความชื้นจากข้าวเปลือกถ่ายโอนไปยังผงถ่านไม้ไผ่ที่เกาะติดอยู่กับข้าวเปลือกโดยตรง

นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อขนาดของอนุภาคผงถ่านไม้ไผ่ใหญ่กว่า 600 ไมโครเมตร ผงถ่านไม้ไผ่จะไม่เกาะติดกับพื้นผิวของข้าวเปลือก ดังนั้นกลไกการดูดซับความชื้นของผงถ่านที่มีขนาดใหญ่กว่า 600 ไมโครเมตร หรืออีกนัยหนึ่งมีความหนาแน่นปรากฏน้อยกว่า 428 kg/m^3 จะเกิดขึ้นตามกลไกข้อที่ 1 เพียงกลไกเดียว

Table 1 Bulk density of bamboo charcoal and wood coal in the market

Particle size of charcoal(μm)	Bulk density (kg/m^3)
Bamboo charcoal coarser than 850	285
Fine bamboo charcoal between 600- 850	428
Fine bamboo charcoal between 600- 850	432
Bamboo charcoal smaller than 850	440
Fine charcoal in the market between 600- 850	260

การเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับความชื้นจากข้าวเปลือกระหว่างการใช้ผงถ่านไม้ไผ่และผงถ่านไม้ตามท้องตลาด

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบอัตราการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกเมื่อใช้ผงถ่านไม้ไผ่และผงถ่านไม้ตามท้องตลาดในระหว่างการดูดซับ และเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้นผงถ่านไม้ไผ่และผงถ่านไม้ตามท้องตลาดในระหว่างการดูดซับ โดยทำการเปรียบเทียบกันที่ขนาดอนุภาคผงถ่านระหว่าง 600 - 850 ไมโครเมตร ดังแสดงใน Figure 2 พบว่า การลดลงของความชื้นข้าวเปลือกที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่เป็นตัวกลางในการดูดซับเร็วกว่าการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกที่ใช้ผงถ่านไม้ตามท้องตลาด และการเพิ่มขึ้นของความชื้นผงถ่านไม้ไผ่สูงกว่าการเพิ่มขึ้นของความชื้นผงถ่านไม้ตามท้องตลาด แสดงว่าผงถ่านไม้ไผ่มีความสามารถในการดูดซับดีกว่าและเร็วกว่าผงถ่านท้องตลาดที่ขนาดอนุภาคเดียวกัน เนื่องจากถ่านไม้ไผ่มีความหนาแน่นปรากฏสูงกว่าถ่านท้องตลาด และมีช่องว่างของอากาศในโครงสร้างมากกว่าถ่านท้องตลาด ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

การศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างของผงถ่านไม้ไผ่และผงถ่านไม้ตามท้องตลาด

Figures 3a และ 3d เป็นภาพถ่ายที่แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจดูลักษณะพื้นผิวและภาพภาคตัดขวางของผงถ่านไม้ไผ่และผงถ่านไม้ตามท้องตลาดที่ขนาดของอนุภาคอยู่ระหว่าง 600-850 ไมโครเมตร ด้วยกล้องอิเลคตรอน แบบส่องกราด Scanning Electron Microscropy (SEM) ที่กำลังขยาย 75 เท่า สำหรับภาพพื้นผิวและภาพภาคตัดขวางจะใช้กำลังขยายสูงสุดถึง 2000 เท่า เพื่อศึกษาโครงสร้างภายในของผงถ่านไม้ไผ่และผงถ่านไม้ตามท้องตลาด ดัง Figures 3b 3c 3e และ 3f เมื่อเปรียบเทียบลักษณะพื้นผิวของผงถ่านทั้งสอง พบว่าลักษณะพื้นผิวของผงถ่านไม้ไผ่ (Figure 3b) คล้ายคลึงกันกับลักษณะพื้นผิวของผงถ่านไม้ตามท้องตลาด (Figure 3e) สิ่งที่แตกต่างกัน คือ จำนวนรูพรุนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เป็นท่อน้ำท่ออาหารของผงถ่านไม้ไผ่มีมากกว่าผงถ่านไม้ตามท้องตลาดอย่างเห็นได้ชัด จึงทำให้ถ่านไม้ไผ่มีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่าถ่านไม้ตามท้องตลาด ถ้าหากเปรียบเทียบภาพภาคตัดขวางของผงถ่านทั้งสอง ดัง Figures 3c และ 3f จะเห็นว่าผงถ่านทั้งสองมีลักษณะรูพรุนเป็นท่อทรงกระบอกเหมือนกัน แต่สิ่งที่แตกต่างกัน คือ ท่อทรงกระบอกที่เป็นท่อน้ำท่ออาหารของผงถ่านไม้ไผ่มีการจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบกว่าและมีรูปทรงสัณฐานที่แน่นอนกว่าผงถ่านไม้ตามท้องตลาด

สรุป

ความหนาแน่นปรากฏของผงถ่านไม้ไผ่ที่สูงขึ้นทำให้อัตราการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกเร็วขึ้นและอัตราการดูดซับความชื้นของผงถ่านไม้ไผ่สูงขึ้น โดยที่ความหนาแน่นปรากฏของผงถ่านไม้ไผ่มากกว่า 428 kg/m^3 จะมีกลไกการดูดซับความชื้น 2 กลไกเกิดขึ้นพร้อมๆกัน คือ 1) ความชื้นจากข้าวเปลือกถ่ายโอนไปยังอากาศภายในถังผสม และความชื้นในถังผสมถ่ายโอนไปยังผงถ่านไม้ไผ่ และ 2) ความชื้นจากข้าวเปลือกถ่ายโอนไปยังผงถ่านไม้ไผ่ที่เกาะติดอยู่กับข้าวเปลือกโดยตรง แต่ถ้าหากความหนาแน่นปรากฏของผงถ่านไม้ไผ่น้อยกว่า 428 kg/m^3 จะมีกลไกการดูดซับความชื้นเพียงกลไกแรกเท่านั้น และการใช้ผงถ่านไม้ไผ่ให้อัตราการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกและอัตราการดูดซับความชื้นสูงกว่าการใช้ผงถ่านไม้ตามท้องตลาด นอกจากนี้โครงสร้างภายในของผงถ่านทั้งสองมีโครงสร้างรูพรุนรูปทรงกระบอก แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ จำนวนรูพรุนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของผงถ่านไม้ไผ่มากกว่าของผงถ่านไม้ตามท้องตลาด

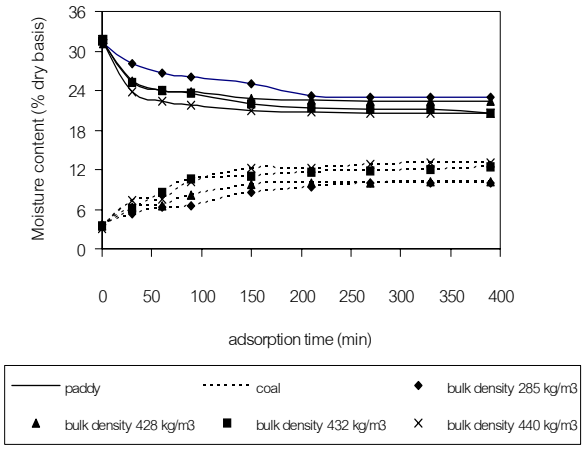

Figure 1 Relationship between moisture reductions of paddy and gain moisture of bamboo charcoal with adsorption time.

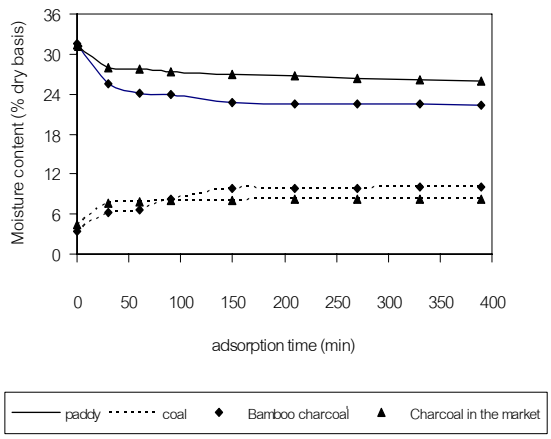

Figure 2 Comparison the rate of water adsorption and rate of moisture reduction between bamboo and wood charcoal in the market.

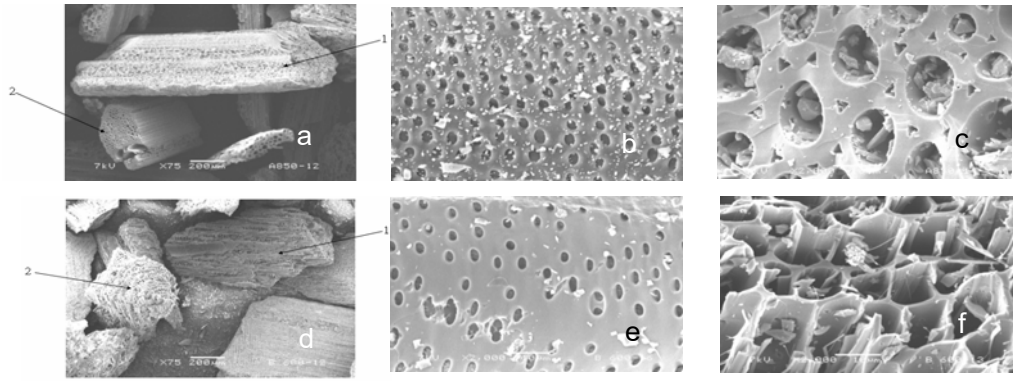

Figure 3 Micro-structure photographs of bamboo and wood charcoal in the market (a) bamboo charcoal picture with magnitude 75X (b) bamboo charcoal picture at position 1 with magnitude 2000X (c) bamboo charcoal picture at position 2 with magnitude 2000X (d) picture of charcoal in the market with magnitude 75X (e) picture of charcoal in the market at position 1 with magnitude 2000X (f) picture of charcoal in the market at position 2 with magnitude 2000X.

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ASTM Annual Book of ASTM Standards. 1981. Standard Test Method for Particle Size Analysis of Soils. ASTM D 421 & 422.

Jothityangkoon, D., Kongtong, P., Opsuk, M. Romyen, N., & Bruchya, P. (2003). Using burned lime to increase storability of soybean seed. Annual Agricultural Seminar of KKU, 27-28 January 2003, 358-377.

Raghavan, G.S.V., Alikhani, Z., Fanous, M. & Block, E. (1988). Enhanced grain drying by conduction heating using molecular sieves. Transactions of the ASAE, 31(4), 1289-1294.

Sturton, S.L., Bilanski, W.K. & Menzies, D.R. (1983). Moisture exchange between corn and the desiccant bentonite in an intimate mixture. Canadian Agricultural Engineering, 25(1), 139-141.

Tirawanichakul, Y., Prachayawarakorn, S., Varanyanond, W & Soponronnarit, S. (2004). Simulation and grain quality for in-store drying of paddy. Journal of Food Engineering, 64, 405-415.

Wiset, L., Srzednicki, G., Driscll, R., Nimmuntavin, C. & Siwapornrak, P. (2001). Effects of high temperature drying on rice quality. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development, Manuscript FP01003. Vol. III.

Yamagichi, S. & Kawasaki, H. (1994). Basic research for rice drying with silica gel. *Drying Technology*, 12(5), 1053-1067.