

ไซโลเก็บข้าวเปลือกขนาดเล็กสำหรับเกษตรกร

นายวัชรชัย ภูรินทร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-568-708-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

014368

A SMALL-SCALE PADDY SILO FOR FARMERS

Mr. Vacharachai Pumarin

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

ISBN 974-568-708-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์      ไซโล เก็บข้าวเปลือกขนาดเล็กสำหรับ เกษตรกร

โดย                              นาย วัชรชัย ภูมรินทร์

ภาควิชา                        วิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา        รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร เขียววิมล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรราชัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจารณ์ิช)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร เขียววิมล)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ จรุง มหิตาพงษ์กุล)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ สุวิทย์ มุทธวนิชกุล)



วิจัยชัย ภูรินทร์ : ไชโลเก็บข้าวเปลือกขนาดเล็กสำหรับเกษตรกร (A SMALL-SCALE PADDY SILO FOR FARMERS) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, ผศ.สถาพร เขียววิมล, 190 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะศึกษาเกี่ยวกับไชโลเก็บข้าวเปลือกขนาดเล็กสำหรับเกษตรกร บนพื้นฐานการวิเคราะห์ในด้าน เศรษฐศาสตร์และด้านวิศวกรรม

จากการศึกษาด้านวิศวกรรมพบว่า ไชโลเก็บข้าวเปลือกขนาดเล็กซึ่งสร้างขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีการผลิตด้วยคอนกรีตบล็อกเดือย สามารถนำไปใช้งานและใช้ประโยชน์ในพื้นที่ชนบทได้อย่างเหมาะสม ทั้งในด้านความคงทนแข็งแรง และประสิทธิภาพการใช้งาน

การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า เกษตรกรจะได้รับอัตราผลตอบแทนในการลงทุนจัดสร้างไชโลขนาดเล็กนี้ ที่อัตราผลตอบแทนค่าสุคร้อยละ 12.7 ระยะเวลาคืนทุนที่อัตราผลตอบแทนร้อยละ 12 คือ 8 ปี 9 เดือน และจุดคุ้มทุนที่ปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บจำนวน 46.25 ตัน

การประเมินประสิทธิภาพการเก็บข้าวเปลือกในไชโลต้นแบบพบว่า คุณภาพข้าวเปลือกหลังการเก็บช่วง 6 เดือน จะเปลี่ยนแปลงไปจากคุณภาพก่อนเก็บเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม คุณภาพการสีของข้าวเปลือกดังกล่าวยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานข้าวตามประกาศของกระทรวงพาณิชย์ได้ จากผลการตรวจสอบได้ผลสรุปว่า ข้าวเปลือกก่อนเก็บที่มีความชื้นน้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ จะให้จำนวนร้อยละของต้นข้าวสูงกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพันธุ์ข้าวด้วย ข้าวเปลือกที่มีความชื้นก่อนเก็บสูงกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ จะได้ปริมาณต้นข้าวลดลงเฉลี่ยร้อยละ 15 และความงอกของเมล็ดจะเหลือเพียงเฉลี่ยร้อยละ 30 ภายหลังจากเก็บ 3 เดือน

ภาควิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม .....  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม .....  
ปีการศึกษา ..... 2530 .....

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

VACHARACHAI PUMARIN : A SMALL-SCALE PADDY SILO FOR FARMERS. THESIS  
ADVISOR : ASSO. PROF. DR.SIRICHAN THONGPRASERT, ASSI. PROF.SATAPON  
KEOVIMOL, 190 PP.

The purpose of this thesis is to study a small-scale paddy silo for the farmers based on the economical and engineering analyses.

From the engineering viewpoint, this study has indicated that the small-scale silo which is constructed by the inter-locking concrete block technology can be applied and utilized in the rural area appropriately in both of durability and efficiency.

The economic study of this thesis has shown that the rate of return on total investment at the minimum rate is 12.7 percent, the payback period at 12 percent rate of return is 8 years and 9 months, the break-even point is respectively at the quantity of paddy is 46.25 tons.

As the result in term of storage quality of the silo indicates that the quality of paddy after 6 months long storage is slightly different from the initial quality. The milling quality of paddy, however, is still closed to the criterion of the Board of Trade Ministry. The testing result indicates that the pre-storage paddy which has the moisture content less than 14 % will give a higher head rice percentage, and this also depends on the influence of grain varieties. Above 14 % of moisture content of paddy will reduce head rice about 15 % and will give only 30 % of germination after three months.

ภาควิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม .....  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม .....  
ปีการศึกษา ..... 2530 .....

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีก็เพราะคุณพ่อ คุณแม่ และคุณครูบาอาจารย์ที่ได้  
อบรมสั่งสอนผู้เขียนมาตั้งแต่อดีตจนปัจจุบัน สิ่งที่ดีต่าง ๆ ที่เกิดในวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบให้แก่ท่าน  
ทั้งหลาย เหล่านั้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตรา-  
จารย์ สถาพร เขียววิมล ที่ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์  
ต่อการเขียน ทั้งยังได้ให้กำลังใจตลอดจนกรุณาตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด  
ตั้งแต่เริ่มโครงร่างวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งเสร็จ เป็น เล่มสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร.บัญชา สุปรินายก แห่งภาควิชาเทคโนโลยีโครงสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทดสอบโครงสร้างต่าง ๆ  
ของคอนกรีต ตลอดจนได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบ จนทำให้ได้  
ผลสรุปของการวิจัยสำเร็จลุล่วงลงได้

ขอขอบคุณ คุณศรัวิย สิงห์เชนทร์ แห่งกลุ่มงานวิจัยวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและ  
แปรรูป กองเกษตรวิศวกรรม และ คุณเครือวัลย์ อัศตะวิริยะสุข แห่งศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่  
ได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบหาข้อมูล เกี่ยวกับคุณภาพข้าวเปลือก และได้ให้คำแนะนำที่  
เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สามารถสรุปผลลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ หน่วยงานราชการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล  
ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ ท่านผู้บังคับบัญชา และ เพื่อน ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือ  
งานด้านต่าง ๆ แก่ผู้เขียนตลอดมา จนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จเป็นรูปเล่มสมบูรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ .....	ช
สารบัญตารางประกอบ .....	ญ
สารบัญรูปประกอบ .....	ฎ
สารบัญแผนภูมิประกอบ .....	ท
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. การศึกษาสถานะภาพการผลิตข้าวในประเทศไทย .....	10
3. การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย .....	24
4. การวิเคราะห์รูปแบบไซโลที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกร .....	50
5. การค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับไซโล .....	88
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	101
เอกสารอ้างอิง .....	106
ภาคผนวก .....	109
ประวัติผู้เขียน .....	190

สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงผลผลิตพืชอาหารหลักของไทย ช่วง พ.ศ.2528/2529	1
2.1	แสดง เนื้อที่ เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของข้าวเปลือกตามภาค ปี พ.ศ.2526-2530	13
2.2	แสดงกลุ่ม เกษตรกรที่จัดทะเบียน เป็นนิติบุคคล แยกตามประเภทอาชีพ ทำนา ปี พ.ศ.2524-2529	14
2.3	แสดงจำนวนร้อยละของการจำหน่ายข้าวเปลือกเจ้านาปี โดยเกษตรกร ช่วง เก็บเกี่ยว 2528/2529	16
2.4	แสดงจำนวนร้อยละของการจำหน่ายข้าวเปลือกนาปรังโดยเกษตรกร ช่วง เก็บเกี่ยว 2529	17
3.1	แสดงค่า Overpressure factor, Cd โดย ACI-313	31
3.2	แสดงค่าค่าสุดของ Impact factor, Ci โดย ACI-313	32
3.3	แสดงสมมูลความขึ้นใน เมล็ดข้าวโพด	45
4.1	แสดงสัดส่วนพื้นที่ถือครองและผลผลิตข้าวเปลือกต่อสมาชิก เกษตรกร	50
4.2	แสดงขั้นตอนการทำงาน ระยะเวลา และแรงงานที่ใช้ในการสร้างไซโล	71
4.3	แสดงราคาวัสดุในการ เตรียมฐานคอนกรีตของไซโลขนาด $\phi$ 3 เมตร	73
4.4	แสดงราคาวัสดุในการ เตรียมโครงสร้างตัวไซโล	73
4.5	แสดงราคาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบระบายอากาศของไซโล	74
4.6	แสดงราคาวัสดุโครงหลังคาของไซโล	75
4.7	สรุปค่าใช้จ่ายสำหรับไซโลขนาดความจุ 15 ตัน	76
4.8	แสดงราคาข้าวเปลือกซื้อขายที่ไร่นาโดยเฉลี่ยรายเดือน	77
4.9	แสดงค่าเฉลี่ยของราคาขายข้าวของเดือนมกราคม และ อัตราการเพิ่มของราคาข้าวในช่วง 6 เดือน	78
4.10	การประมาณงบกระแสเงินสด	79
4.11	แสดงการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนการลงทุนทั้งสิ้น	81
4.12	แสดงการวิเคราะห์ความไว เมื่ออัตราการเพิ่มของราคาข้าวเปลี่ยนแปลง	86



## สารบัญตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.1	แสดงค่าเฉลี่ยภาระต่าง ๆ ที่วัดได้จากก้อนคอนกรีตบล็อกเดี่ยวตัวอย่าง	88
5.2	ผลการทดสอบการสื้ข้าว เปลือกตัวอย่างที่สุ่มจากไซโลต้นแบบ	98
5.3	มาตรฐานข้าวขาวสำหรับการสื้ข้าวของไทย ความประกาศของ กระทรวงพาณิชย์	99
5.4	สรุปผลการตรวจสอบความงอกของ เมล็ดข้าว เปลือกจากไซโลต้นแบบ	100

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 ผลผลิตข้าวและข้าวส่วน เกินระดับจังหวัด เฉลี่ย ปี พ.ศ.2522-2524	11
2.2 การแบ่ง เขต เกษตร เศรษฐกิจของไทย	12
2.3 โครงข่าย เส้นทางทางการขนส่งข้าว เปลือกของประเทศไทย	20
3.1 การแบ่งประเภทของ โครงสร้างที่ใช้บรรจุวัสดุเมล็ด	25
3.2 มิติต่าง ๆ ของไซโลที่ใช้ในการวิเคราะห์สูตรสำเร็จของ แฉก เสนและ เร็ม เบิร์ท	29
3.3 ผลการวิเคราะห์การทรุดตัวของมวล เมล็ดในไซโลโดยวิธีไฟไนท์ เอลลิ เมนส์	34
3.4 การกระจายของหน่วยแรงดันด้านข้างของมวล เมล็ดต่อผนังไซโล โดยวิธีไฟไนท์ เอลลิ เมนส์	36
3.5 คอนทิวรัระดับความหนาแน่นของข้าว เปลือกในไซโล	37
3.6 คอนทิวรัระดับหน่วยแรงดันแนวตั้งของข้าว เปลือกในไซโล	39
3.7 สภาพการกระจายหน่วยแรงดันแนวตั้งของข้าว เปลือกที่กระทำ ต่อพื้นที่ในไซโล	40
3.8 การ เปรียบ เทียบการกระจายหน่วยแรงดันด้านข้างของมวล เมล็ด ต่อผนังไซโล	42
3.9 กราฟ เปรอร์ เซนส์ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับอุณหภูมิปกติ	44
3.10 กราฟแสดงสมมูลย์ความชื้นในข้าว เปลือกที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ	46
3.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิและความชื้นของ เมล็ดพืช	48
4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของความสูงและ เส้นผ่าศูนย์กลางของไซโล	54
4.2 แสดงการผลิตก้อนคอนกรีตบล็อก เดียว เพื่อนำไปสร้างไซโล เก็บข้าว เปลือก	56
4.3 แสดงรูปร่างและสัดส่วนของก้อนคอนกรีตบล็อก เดียวต้นแบบ	57
4.4 แสดงจุดสะสมความชื้นและความร้อนในไซโล	58
4.5 แสดงระบบระบายอากาศในไซโลคอนกรีตบล็อก เดียวต้นแบบ	59

## สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.6	การขนย้ายข้าวเปลือก เข้าเก็บทางหลังคาและออกทางประตูด้านข้าง	60
4.7	อุปกรณ์ในการขนย้าย เมล็ดข้าวออกโดยใช้แรงลม	61
4.8	รายละเอียดส่วนประกอบสำคัญของไซโล เก็บข้าวเปลือกต้นแบบ	62
4.9	แสดงบานประตู เหล็กสำหรับ เปิดนำข้าวเปลือกออก	63
4.10	แสดงการใส่ เหล็กตะแกรงช่องระบายอากาศ	63
4.11	แสดงการติดตั้งท่อไม้ไผ่ภายในไซโล	64
4.12	แสดง เสรียนทำจากผิวไม้รวก เพื่อใช้ปูผนังด้านในของไซโล	64
4.13	แสดงการปูฟากหรือไม้ไผ่ทาบบนส่วนของยกพื้นภายในไซโล	65
4.14	แสดงส่วนที่เป็นฐานคอนกรีตของไซโล	67
4.15	แสดงการสร้างส่วนยกพื้นบริเวณส่วนล่างของไซโล	67
4.16	แสดงการก่อผนังไซโลด้วยคอนกรีตบล็อก เดือย	69
4.17	แสดงการประกอบระบบระบายอากาศและความชื้น	69
4.18	แสดงการสร้างส่วนโครงหลังคาและการมุงแฝก	70
4.19	แสดงจุดคุ้มทุนกำไร เมื่อราคาข้าวเปลี่ยนแปลง	87
5.1	แสดงการทดสอบแรงอัดแนวตั้งของก้อนคอนกรีตบล็อก เดือย	90
5.2	การทดสอบแรงดันด้านข้างของผนังคอนกรีตบล็อก เดือย	90
5.3	แสดงผนังไซโลที่เตรียมผิว เรียบร้อย เพื่อทดสอบการซึมของน้ำ	92
5.4	แสดงช่องที่จัด เตรียมไว้สำหรับ เก็บตัวอย่างข้าว เพื่อการตรวจสอบ	92
5.5	แสดงแผนการสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกจากไซโล	93
5.6	กราฟแสดง เปอร์เซนต์ความชื้นของข้าวเปลือกตัวอย่างจากไซโล	94
5.7	แสดงการวัดอุณหภูมิภายนอกและภายในไซโล	96
5.8	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในไซโล	96

สารบัญแผนภูมิประกอบ

แผนภูมิที่		หน้า
1.1	ขั้นตอนการรับจำนำข้าวเปลือกของธนาคารเพื่อการเกษตร และสหกรณ์การเกษตร	3
2.1	รูปแบบการเคลื่อนไหวของการค้าข้าวเปลือกและข้าวสาร	19
4.1	แสดงโครงข่ายการสร้างไซโลเก็บข้าวเปลือก	71