

การอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชันหลายชั้น
ที่มีการสั่นสะเทือน



นายเกษม มรรคไพบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974 - 584 - 927 - 8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17051082

CORN DRYING IN MULTISTAGE VIBRATED FLUID-BED
FLUIDIZATION DRYER

MR. KASEM MAKPIBOON

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirments
for the degree of Master of Engineering
Department of Mechanical Engineering
Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974 - 584 - 927 - 8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชันหลายชั้นที่มีการลั่นสะท้อน

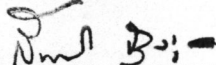
โดย : นาย เกษม มรรคไพบูลย์

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

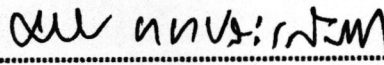
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง

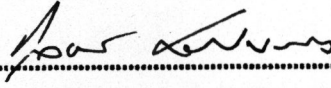


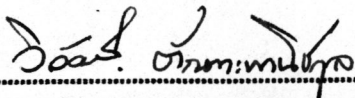
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

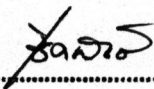

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ฤงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง)


..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. เชิดพันธ์ วิฑูรภรณ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว



เกษม มรรคไพบูลย์ : การอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไคเซชันหลายชั้นที่มีการ
สั่นสะเทือน (CORN DRYING IN MULTISTAGE VIBRATED FLUID-BED FLUIDIZA-
TION DRYER) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.กุลธร ศิลปบรรเลง, 292 หน้า.

ISBN 974 - 584 - 937 - 8

วิทยานิพนธ์นี้ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง ประสิทธิภาพ
เชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไคเซชันหลายชั้นที่มีการสั่นสะเทือนและการสร้างโปรแกรม
การทำนายผลการอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบชั้นเดียว โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองอบแห้งข้าวโพด
ในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไคเซชันชั้นเดียวที่มีการสั่นสะเทือนเพื่อเปรียบเทียบผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม
คอมพิวเตอร์, และยังศึกษาถึงอิทธิพลต่าง ๆ ที่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง และการทดลองอบแห้งข้าวโพด
ในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไคเซชันหลายชั้นที่มีการสั่นสะเทือน ในการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบ-
แห้งแบบฟลูอิดไคเซชันที่มีการสั่นสะเทือน เครื่องอบแห้งจะมีรูปทรงสี่เหลี่ยมทำด้วยโลหะ มีขนาดความยาว
ของเบด 50 เซนติเมตร ความกว้างของเบด 20 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร (สำหรับเครื่องอบแห้ง
แบบชั้นเดียว) และสูง 100 เซนติเมตร (สำหรับเครื่องอบแห้งแบบหลายชั้น) โดยภายในจะแบ่งเป็นชั้น ๆ
ไว้ชั้นละ 25 เซนติเมตร และมีระบบสั่นสะเทือนเป็นแบบเยื้องศูนย์ โดยใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน เมล็ดข้าว-
โพดที่ใช้ในการทดลอง มีความชื้นเริ่มต้นประมาณร้อยละ 25 โดยน้ำหนักเปียก มีอัตราการป้อนข้าวโพดใน
ช่วง 10-60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อุณหภูมิอากาศร้อนเข้าเครื่องอบแห้งในช่วง 60-80 องศาเซลเซียส
ความเร็วอากาศร้อนเข้าเครื่องอบแห้งในช่วง 2.50 - 3.25 เมตรต่อวินาที และอัตราการสั่นสะเทือน
ของเครื่องอบแห้งอยู่ในช่วง 200-400 รอบต่อนาที ส่วนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างโปรแกรม
คอมพิวเตอร์นั้น จะอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น โดยมีเงื่อนไขที่แบ่งช่วงการอบแห้งออกเป็น
เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงการอบแห้งที่อัตราการระเหยความชื้นคงที่และช่วงที่อัตราการระเหยความชื้นลดลง

จากผลการทดลองพบว่า ผลการคำนวณความชื้นข้าวโพดโดยใช้โปรแกรมคำนวณนั้นจะได้ผลทาง
การคำนวณที่มีผลออกมาใกล้เคียงกับการทดลองมาก สำหรับอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งคือ
อุณหภูมิและความเร็วอากาศร้อน อัตราการสั่นสะเทือนของเครื่องอบแห้ง อัตราการป้อนข้าวโพด และ
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและมวลสาร ส่วนอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนคือ
ความเร็วอากาศร้อน อัตราการสั่นสะเทือนของเครื่องอบแห้ง อัตราการป้อนข้าวโพดและสัมประสิทธิ์การ
ถ่ายเทความร้อนและมวลสาร

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2537

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



C415683 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING

KEY WORD: CORN / VIBRATED FLUID-BED / FLUIDIZATION DRYER

KASEM MAKPIBOON : CORN DRYING IN MULTISTAGE VIBRATED FLUID-BED

FLUIDIZATION DRYER. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.KULTHORN SILPABANLANG

,Ph.D. 292 pp. ISBN 974-584-927-8

The objectives of this research are to find out the variables which affect the drying rate, thermal efficiency of the multistage vibrated fluid-bed fluidization dryer and to develop a computer programme which can be used predictions of drying results obtained from a single stage dryer with vibration. The experimental results from the single-stage corn drying are compared with those predicted from the computer programme where as those obtained from the multistage vibrated fluid-bed fluidization are also presented. The dryer is of square shaped and made from steel sheet metal. The size of bed is 50 cm long, 20 cm. wide, 25 cm. high for single stage and 100 cm. high for multistage version respectively. There are 4 stages inside the multistage model. The eccentric vibrated system is used in this dryer and is driven by motor. Corn seeds used in experiment have about 25 percents initial moisture content by wet weight. The range of corn feed rate is 10-60 kg/hr. The temperature of hot air is varied from 60-80 C. The velocity of hot air is varied from 2.50-3.25 m/s, with vibration intensity ranging from 200-400 rpm. The basis for the formulation of the math model for this computer programme is to employ the energy equation with the condition that the drying rate is divided into 2 zones namely the constant drying rate and the decreased drying rate ones.

From the experiments, the results from the computer programme compared favourably with the results from series of experiments. The experimental results indicated that the variables affecting the rate of drying were entering temperature, velocity of hot air, corn feed rate, intensity of vibration and coefficients of heat and mass transfer. It was also found that the variables directly affecting the dryer's thermal efficiency are inlet velocity of hot air, corn feed rate, intensity of vibration and coefficients of heat and mass transfer.

ภาควิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล.....

ปีการศึกษา..... 2537.....

ลายมือชื่อนิสิต..... *Kasem Makpiboon*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *Assoc. Prof. Kulthorn Silpabanlang*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... -.....



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง ที่ท่านได้กรุณาเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษาและให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ เกี่ยวกับการดำเนินงานและในการแก้ปัญหาอย่างมาก ตลอดเวลาในการทำวิจัย งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอระลึกถึงความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ ที่ได้กรุณาแนะนำด้านการออกแบบอุปกรณ์บางส่วนของเครื่องอบแห้ง ศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล ที่ได้กรุณาแนะนำการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และเงื่อนไขในการอบแห้ง อาจารย์ ดร. เชิดพันธ์ วิทยุราภรณ์ ที่ได้กรุณาแนะนำขั้นตอนในการทำทดลอง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้ พร้อมกันนี้ ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณ นายกมล พุ่มดนตรี และนายสุบิน ชันดี ผู้ซึ่งได้มีอำนวยความสะดวกด้านการสร้างอุปกรณ์และการทำการทดลอง

อนึ่ง ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้เป็นกำลังใจและสนับสนุนช่วยเหลือทุกสิ่งอันเป็นผลให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดีมา ณ ที่นี้ด้วย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 สาเหตุและที่มาของปัญหา	1
1.2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	11
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	11
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	12
บทที่ 2 ทฤษฎี	13
2.1 ฟลูอิดไดเซชัน	13
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการอบแห้ง	21
2.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการอบแห้งเมล็ดพืช	27
2.4 คุณสมบัติทางกายภาพของข้าวโพด	32
2.5 การคำนวณประสิทธิภาพเชิงความร้อน	35
2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน	35
บทที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	39
3.1 เครื่องมือการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน เพื่อหาค่าความชื้นของข้าวโพดที่เวลาต่างๆ	39
3.2 เครื่องมือการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน ชั้นเดียวที่มีการสั่นสะเทือนเชิงกล	40

3.3 เครื่องมือการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน
หลายชั้นที่มีการสิ้นสะท้อนเชิงกล 40

บทที่ 4 วิธีการทดลอง 50

4.1 การทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน
เพื่อหาค่าความชื้นข้าวโพดที่เวลาต่างๆ 50

4.2 การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำนายผลการอบแห้ง 51

4.3 การทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน
ชั้นเดียวที่มีการสิ้นสะท้อนเชิงกล 52

4.4 การทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน
หลายชั้นที่มีการสิ้นสะท้อนเชิงกล 52

บทที่ 5 ผลการทดลอง 53

5.1 ผลการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน
เพื่อหาค่าความชื้นข้าวโพดที่เวลาต่างๆ 53

5.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำนายผลการอบแห้ง 53

5.3 ผลการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน
ชั้นเดียวที่มีการสิ้นสะท้อนเชิงกล 53

5.4 ผลการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน
หลายชั้นที่มีการสิ้นสะท้อนเชิงกล 53

บทที่ 6 วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง 72

6.1 การวิจารณ์ผลการทดลอง 72

6.2 การสรุปผลการทดลอง 94

6.3 ข้อเสนอแนะ 96

เอกสารอ้างอิง 97

ภาคผนวก ก 100

ภาคผนวก ข 112

ภาคผนวก ค 188

ภาคผนวก ง	193
ภาคผนวก จ	215
ภาคผนวก ฉ	270
ภาคผนวก ช	274
ประวัติผู้เขียน	292

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงค่าคงที่ในสมการความขึ้นสมมูลย์ของข้าวโพด	33
2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งข้าวโพดและปริมาณแป้ง ที่มีอยู่ในข้าวโพด	37
2.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Volume Shrinkage ที่เกิดขึ้นกับข้าวโพด เมื่ออบแห้งข้าวโพดที่มีความชื้นต่างๆกันจนเหลือความชื้นร้อยละ 12	38
5.1-5.3	แสดงผลการอบแห้งข้าวโพดเพื่อหาค่าความชื้นข้าวโพดที่เวลาต่างๆ	55
5.4-5.10	แสดงผลการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชันชั้นเดียว ที่มีการสั่นสะเทือนเชิงกล	58
5.11-5.17	แสดงผลการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชันหลายชั้น ที่มีการสั่นสะเทือนเชิงกล	65
ข.1-ข.63	แสดงผลการคำนวณการอบแห้งข้าวโพดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์	113
ข.64-ข.84	แสดงผลการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชันชั้นเดียว ที่มีการสั่นสะเทือนเชิงกล	146
ข.85-ข.105	แสดงผลการทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชันหลายชั้น ที่มีการสั่นสะเทือนเชิงกล	167
ง.1-ง.21	แสดงผลการวิเคราะห์จากตารางที่ ข.85-ข.105	194
ข.1-ข.12	แสดงผลการวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นข้าวโพดเทียบกับเวลา ที่ ความชื้นข้าวโพดต่างๆ	274

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 เครื่องอบแห้งเมล็ดพืชของกองเกษตรวิศวกรรม	4
1.2 เครื่องฟลูอิดไดเซชันสำหรับการอบแห้งเมล็ดพืช	5
1.3 เครื่องอบแห้งฟลูอิดไดซ์แบบไม่ต่อเนื่อง	6
1.4 เครื่องอบแห้งฟลูอิดไดซ์แบบต่อเนื่อง	6
1.5 เครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวโพดแบบฟลูอิดไดซ์เบดชั้นเดียว	7
1.6 เครื่องอบแห้งฟลูอิดไดซ์เบดแบบ 2 ชั้น	8
1.7 เครื่องอบแห้งฟลูอิดไดซ์เบด 3 ชั้น ที่มีการสั่นสะเทือน	9
2.1 แสดงระดับของเบดในหอทดลอง	13
2.2 ผลการทดลองที่ใช้เมล็ดข้าวโพดและเมล็ดถั่วเขียว	20
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดความชื้นโดยมาตรฐานต่างกัน	21
2.4 ปริมาณความชื้นสมดุลย์ของเมล็ดข้าวโพดที่อุณหภูมิต่างๆ	23
2.5 เส้นความชื้นสมดุลย์ของวัสดุต่างๆที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	23
2.6 การเข้าสู่สมดุลย์สำหรับเมล็ดพืช	24
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นและอุณหภูมิ	24
2.8 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง	26
2.9 ปริมาตรบังคับใดๆ	27
2.10 แสดงช่วงการระเหยที่ผิววัสดุ	28
2.11 แสดงช่วงการเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุ	31
2.12 ความต้านทานต่างๆที่เกิดขึ้นต่อการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในการอบแห้ง ...	37
3.1 แสดงอุปกรณ์การทดลองหาค่าความชื้นข้าวโพดที่เวลาต่าง	42
3.2 แสดงอุปกรณ์การทดลองอบแห้งข้าวโพดในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชัน ที่มีการสั่นสะเทือนเชิงกล	43
3.3 เมล็ดข้าวโพดที่จัดเตรียมไว้	44
3.4 เครื่องอบแห้งข้าวโพดแบบฟลูอิดไดเซชันหลายชั้นที่มีการสั่นสะเทือน	44

3.5	เครื่องป้อนเมล็ดข้าวโพด	45
3.6	อุปกรณ์ใส่ดินสะเทือนเชิงกล	45
3.7	เครื่องเป่าอากาศ	46
3.8	อุปกรณ์ปรับรอบมอเตอร์	46
3.9	เครื่องชั่งน้ำหนัก	47
3.10	เตาอบไฟฟ้า	47
3.11	ชุดวัดและแสดงอุณหภูมิ	48
3.12	ชุดวัดอัตราการไหลของอากาศ	48
3.13	เครื่องวัดความชื้นแบบ Dole 400	49
5.1	แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์	54
6.1-6.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของข้าวโพดในระหว่างการอบแห้งกับเวลา ..	80
6.4-6.12	แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองอบแห้งข้าวโพดกับผลจากการคำนวณ	83
6.13-6.19	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง กับอัตราการป้อนข้าวโพด	88
6.20-6.22	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง กับความเร็วอากาศร้อน	92
จ.1-จ.63	แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองอบแห้งข้าวโพดกับผลจากการคำนวณ	216
จ.64-จ.93	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งกับ อัตราการป้อนข้าวโพด , อัตราการป้อนข้าวโพด , ความเร็วอากาศร้อน, อุณหภูมิอากาศร้อน และอัตราการสิ้นเปลืองของเครื่องอบแห้ง	252
ช.1-ช.12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นข้าวโพดกับเวลา ที่ความชื้นข้าวโพดต่างๆ	280



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

- a_0 - ครึ่งหนึ่งของช่วงความสูงของอัตราการสิ้นสะท้อน , (m)
- A - พื้นที่ภาคตัดขวางของเบต , (m^2)
- A_c - พื้นที่ภาคตัดขวางของเบตในช่วงอัตราการอบแห้งที่ความเร็วคงที่ , (m^2)
- A_D - พื้นที่ภาคตัดขวางของเบตในช่วงที่อัตราการอบแห้งที่ความเร็วลดลง , (m^2)
- A_p - พื้นที่ผิวของเม็ดของแข็งเม็ดเดียว , (m^2)
- C_{GM} - ความจุความร้อนจำเพาะเฉลี่ยของอากาศร้อน , (J/kg.K)
- C_{PM} - ความจุความร้อนจำเพาะเฉลี่ยของข้าวโพด , (J/kg.K)
- C_W - ความจุความร้อนจำเพาะน้ำ , (J/kg.K)
- D_p - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค , (m)
- g_C - ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก , (m/hr^2)
- G_p - อัตราการไหลเชิงมวลของอนุภาคขึ้น , ($kg/m^2.hr$)
- G_G - อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศขึ้น , ($kg/m^2.hr$)
- h - ความสูงของเบต , (m)
- h_{fg} - ความร้อนแฝงในการระเหยน้ำอิสระ , (J/kg)
- h'_{fg} - ความร้อนแฝงในการระเหยน้ำในข้าวโพด , (J/kg)
- H_G - ปริมาณความชื้นในอากาศ , ($kgH_2O/kgdry\ air$)
- h_p - ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน , ($J/m^2.hr.K$)
- k - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน , (J/m.hr.K)
- L - ความยาวของเบต , (m)
- L_{MF} - ความสูงของเบตที่ความเร็วต่ำสุดของการเริ่มเกิดฟลูอิดไดเซชัน , (m)
- L_c - ความยาวของเบตช่วงอัตราการอบแห้งที่ความเร็วคงที่ , (m)
- L_D - ความยาวของเบตช่วงอัตราการอบแห้งที่ความเร็วลดลง , (m)
- Nup - ตัวเลขไร้มิติ Nusselt
- Pr - ตัวเลขไร้มิติ Prandtl
- P - ค่าความดันตกในฟลูอิดไดซ์เบต , ($mm.H_2O$)

- Rep - ตัวเลขเรย์มอนด์ Reynold
 R - ค่าคงที่ของอากาศ เท่ากับ 8.314 ,(kJ/kmol.K)
 RH - ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ , (%)
 Sp - พื้นที่ผิวจำเพาะของอนุภาค , (m^2/m^3)
 Tdb - อุณหภูมิกระเปาะแห้ง , ($^{\circ}C$)
 Twb - อุณหภูมิกระเปาะเปียก , ($^{\circ}C$)
 Tp - อุณหภูมิของอนุภาค , ($^{\circ}C$)
 TG - อุณหภูมิของอากาศ , ($^{\circ}C$)
 UG - ความเร็วอากาศร้อนที่ไม่มีผลจากระบบสันสะเทือนเชิงกล , (m/hr)
 UG* - ความเร็วอากาศร้อนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากระบบสันสะเทือนเชิงกล , (m/hr)
 UMF - ความเร็วต่ำสุดของของไหลที่เริ่มเกิดฟลูอิดไดเซชัน , (m/hr)
 Up - ความเร็วเชิงเส้นของอนุภาค , (m/hr)
 UG1 - ความเร็วของอากาศร้อนทั้งหมดในขณะที่มีระบบสันสะเทือนเชิงกล , (m/hr)
 Vp - ปริมาตรของเม็ดของแข็งเม็ดเดียว , (m^3)
 Wp - อัตราการป้อนเมล็ดข้าวโพดขึ้น , (kg/hr)
 wd - ความชื้นของวัสดุ , (kg water/kg dry solid)
 ww - ความชื้นของวัสดุ , (kg water/kg wet solid)
 w - ความชื้นของอนุภาค , (%)
 weq - ความชื้นสมดุลย์ของอนุภาค , (%)
 x - ความกว้างของเบต , (m)
 E - ช่องว่างภายในเบต
 E_{MF} - อัตราส่วนว่างภายในเบตที่ความเร็วต่ำสุดของการเริ่มเกิดฟลูอิดไดเซชัน
 ρp - ความหนาแน่นของอนุภาค , (kg/m^3)
 ρG - ความหนาแน่นของอากาศ , (kg/m^3)
 ρT - ความหนาแน่นจริงของข้าวโพด , (kg/m^3)
 ρB - ความหนาแน่นปรากฏของข้าวโพด , (kg/m^3)
 θ - มุมเอียงของเบต , ($^{\circ}$)
 ω - อัตราการสันสะเทือน , (rpm)

μ - ค่าความหนืดของอากาศ , (kg/m.hr)

Γ - ตัวแปรไร้มิติ

η - ประสิทธิภาพเชิงความร้อน , (%)

ตัวห้อยท้าย (Subscript)

i - เข้า

o - ออก

P - อนุภาค

G - อากาศ