

การจัดการการใช้ชานอ้อยในอุตสาหกรรมน้ำตาล



นายอนันต์ จันทร์สคราญ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-387-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๒๕๓๕

I 187611C

BAGASSE UTILIZATION MANAGEMENT IN THE SUGAR MILL INDUSTRY

Mr. Anan Chansakran

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

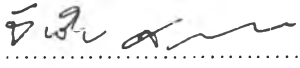
Chulalongkorn University

Academic Year 1999

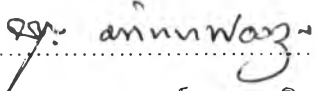
ISBN 974-333-387-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดการการใช้ชานอ้อยในอุตสาหกรรมน้ำตาล
โดย นาย อนันต์ จันทร์ศรกาญ
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้มหาวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

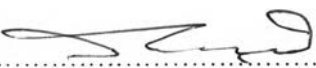

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. รัชชัย สุมิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จรุงญ มหิตาพองกุล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพ็ชร์)

อนันต์ จันทร์ศรกาญจน์ : การจัดการการใช้ขานอ้อยในอุตสาหกรรมน้ำตาล

(BAGASSE UTILIZATION MANAGEMENT IN THE SUGAR MILL INDUSTRY)

อ.ที่ปรึกษา : ค.ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.มานิจ ทอง

ประเสริฐ, 91 หน้า. ISBN 974-333-387-8.

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ขานอ้อยในอุตสาหกรรมน้ำตาล เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด นอกจากนี้ยังเสนอทางเลือกที่มีในการนำขานอ้อยไปใช้ประโยชน์นอกเหนือจากในอุตสาหกรรมน้ำตาล

ในการวิจัยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลการใช้ขานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมน้ำตาล พบว่ามี 2 ปัจจัยที่ทำให้หม้อไอน้ำมีประสิทธิภาพต่ำ ปัจจัยแรกคือ ปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่ใช้ในการเผาไหม้มากเกินไป จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศพบว่าปริมาณอากาศทางทฤษฎีที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 140-150% ส่วนอีกปัจจัยหนึ่งคือ ขานอ้อยที่เป็นเชื้อเพลิงมีความชื้นสูง (ประมาณ 50%) ซึ่งการปรับปรุงทำได้โดยใช้ก๊าซร้อนทิ้งมาอบแห้งขานอ้อย จากข้อมูลของโรงงานน้ำตาลที่ทำการศึกษา พบว่าพลังงานในก๊าซร้อนทิ้งสามารถใช้อบแห้งขานอ้อยให้มีความชื้นเหลือเพียง 35% จากทั้ง 2 ปัจจัยข้างต้นได้คำนวณปริมาณขานอ้อยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยกำหนดให้ปริมาณอากาศทางทฤษฎีเป็น 150% (และ 161% สำหรับโรงงาน ก) และการอบแห้งขานอ้อยให้เหลือความชื้น 40% และ 35% พบว่า สามารถลดปริมาณการใช้ขานอ้อยลงได้สูงสุด 20-30% ของขานอ้อยที่ใช้ทั้งหมดในकुหีบอ้อย

สำหรับการใช้ประโยชน์จากขานอ้อย โรงงานน้ำตาลสามารถนำขานอ้อยที่เหลือใช้มาขายให้กับอุตสาหกรรมกระดาษ และอุตสาหกรรมแผ่นใยไม้อัด ซึ่งจะขายได้ในราคา 250 บาทต่อตัน ที่ความชื้น 50% นอกจากนี้โรงงานน้ำตาลสามารถทำการผลิตไฟฟ้าขายโดยใช้ขานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจะให้ผลตอบแทนเทียบเท่ากับ 294 บาทต่อตัน

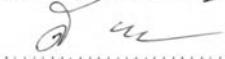
ภาควิชา ...วิศวกรรมอุตสาหกรรม...

ลายมือชื่อนิติ



สาขาวิชา ...วิศวกรรมอุตสาหกรรม...

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



ปีการศึกษา ...2542.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



3972342121 :MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: BAGASSE / BAGASSE DRYING / BAGASSE MOISTURE CONTENT

ANAN CHANSAKRAN : BAGASSE UTILIZATION MANAGEMENT IN THE SUGAR MILL INDUSTRY. THESIS ADVISOR : PROF. SIRICHAN THONGPRASERT, Ph.D. THESIS COADVISOR : ASSO. PROF. MANIT THONGPRASERT, Ph.D. 91 pp. ISBN 974-333-387-8

The objective of this research is to study the benefits of bagasse utilization in the sugar industry and to propose the alternation of bagasse utilization in the sugar and other industries.

The research will be conducted to assess the amount of bagasse used in sugar mills and to consider two factors that reduce the boiler efficiency. The first factor is that boilers use a theoretical high by air in the combustion chamber, but the theoretical air of efficiency boiler is around 140-150%. The second factor is that bagasse use as fuel has a high moisture content of about 50%. Sugar mills need to control these two factors to save more bagasse. From the study, sugar mills should be able to save 20-30% of the bagasse if the theoretical air control and dried bagasse is reduced to 35% moisture content.

Sugar mills can take advantage of the bagasse by selling it to the pulp and fiber board industry at the price of 250 baht per ton. Another possibility is that sugar mills can generate electricity by using bagasse as fuel and sell to EGAT. The benefit derived from the bagasse is 294 baht per ton.

ภาควิชา ...วิศวกรรมอุตสาหการ...

สาขาวิชา ...วิศวกรรมอุตสาหการ...

ปีการศึกษา ...2542.....

ลายมือชื่อผู้คิด

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งของ ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอด รวมทั้งรองศาสตราจารย์ จรุง มหิทธิพงศ์กุล ประธานกรรมการ และรองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึกษกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการช่วยเหลือและให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อีกทั้งขอขอบคุณครุอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาการต่างๆ และโรงงานน้ำตาลทั้ง 6 โรงงานที่ได้ให้ความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อมาทำการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกๆ ท่าน และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณมารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวและเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา หากงานวิจัยชิ้นนี้มีคุณค่าอยู่บ้างผู้วิจัยขออุทิศให้แก่บิดาผู้ล่วงลับ

นายอนันต์ จันทร์สคราญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ท
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฒ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำและการสันดาป.....	6
2.1.1 การสันดาป.....	6
2.1.2 ค่าความร้อนของชานอ้อย.....	7
2.1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ.....	7
2.2 ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับความชื้นในชานอ้อยและการอบแห้ง.....	8
2.2.1 บทนำ.....	8
2.2.2 ปัจจัยในการเลือกประเภทของเครื่องอบแห้ง.....	9
2.2.3 อัตราการอบแห้ง.....	10
2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการอบแห้งชานอ้อย.....	11
2.3 ระบบพลังความร้อนร่วม (Cogeneration) และงานวิจัยเกี่ยวกับโรงงานน้ำ ตาล.....	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 กระบวนการอื่นๆ ที่สามารถใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบในประเทศไทย.....	15
2.4.1 กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ.....	15
2.4.2 กระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัด.....	15
2.5 การศึกษาด้านการเงิน.....	16
3 อุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศไทย.....	17
3.1 สถานภาพทั่วไป.....	17
3.1.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทราย.....	17
3.2 พลังงานในกระบวนการผลิตน้ำตาล.....	19
3.3 เชื้อเพลิง.....	21
3.4 สถานภาพการใช้พลังงานจากชานอ้อยในปัจจุบันของโรงงานน้ำตาล.....	23
4 การปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงงานน้ำตาล.....	34
4.1 บทนำ.....	34
4.2 การควบคุมอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้.....	34
4.3 ระบบอบแห้งชานอ้อย.....	38
4.4 ปริมาณชานอ้อยเหลือใช้รายปี.....	42
4.5 ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้.....	43
5 การนำชานอ้อยไปใช้ประโยชน์.....	47
5.1 บทนำ.....	47
5.2 การผลิตกระแสไฟฟ้าขายให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต.....	48
5.3 การขายชานอ้อยเพื่อเป็นวัตถุดิบแก่อุตสาหกรรมอื่น.....	52
5.3.1 อุตสาหกรรมกระดาษ.....	52
5.3.2 อุตสาหกรรมแผ่นใยไม้อัด.....	53
6 สรุปผลการวิจัย.....	55
รายการอ้างอิง.....	57

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	60
ภาคผนวก ก.....	61
ภาคผนวก ข.....	72
ภาคผนวก ค.....	83
ภาคผนวก ง.....	89
ประวัติผู้เขียน.....	91

สารบัญตาราง

ตาราง	ชื่อตาราง	หน้า
1.1.1	แสดงสถิติผลผลิตอ้อยและน้ำตาลทั่วประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ. 2540.....	2
3.3.1	สัดส่วนของธาตุไนโตรเจนในชานอ้อยและความร้อนจำเพาะ.....	22
3.4.1	แสดงประมาณการใช้ชานอ้อยรายปีของโรงงานตัวอย่าง ปี 2540/2541.....	23
3.4.2ก	แสดงข้อมูลจากการวัดของโรงงาน ก ซึ่งชานอ้อยมีความชื้น 51%.....	24
3.4.2ข	แสดงข้อมูลจากการวัดของโรงงาน ข ซึ่งชานอ้อยมีความชื้น 52%.....	25
3.4.2ค	แสดงข้อมูลจากการวัดของโรงงาน ค ซึ่งชานอ้อยมีความชื้น 51%.....	25
3.4.2ง	แสดงข้อมูลจากการวัดของโรงงาน ง ซึ่งชานอ้อยมีความชื้น 49%.....	25
3.4.2จ	แสดงข้อมูลจากการวัดของโรงงาน จ ซึ่งชานอ้อยมีความชื้น 49%.....	26
3.4.2ฉ	แสดงข้อมูลจากการวัดของโรงงาน ฉ ซึ่งชานอ้อยมีความชื้น 53%.....	26
3.4.3ก	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ก.....	30
3.4.3ข	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ข.....	31
3.4.3ค	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ค.....	31
3.4.3ง	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ง.....	32
3.4.3จ	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน จ.....	32
3.4.3ฉ	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ฉ.....	33
4.2.1ก	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ก หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี.....	35
4.2.1ข	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ข หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี.....	35
4.2.1ค	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ค หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี.....	36
4.2.1ง	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ง หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี.....	36
4.2.1จ	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน จ หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี.....	37

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	ชื่อตาราง	หน้า
4.2.1ฉ	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ฉ หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี.....	37
4.3.1ก	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ก หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40%และ 35%.....	39
4.3.1ข	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ข หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40%และ 35%.....	40
4.3.1ค	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ค หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40%และ 35%.....	40
4.3.1ง	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ง หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40%และ 35%.....	41
4.3.1จ	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน จ หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40%และ 35%.....	41
4.3.1ฉ	แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของโรงงาน ฉ หลังปรับปรุงปริมาณ อากาศทางทฤษฎี และอบแห้งชานอ้อยที่ความชื้น 40%และ 35%.....	42
4.4.1	แสดงปริมาณชานอ้อยที่ประหยัดได้ (ตัน) จำแนกตามวิธีการปรับปรุง ประสิทธิภาพ.....	43
4.5.1	แสดงต้นทุนสูงสุดที่เป็นไปได้ของเครื่องอบแห้ง.....	45
4.5.2	แสดงประมาณการต้นทุนของเครื่องอบแห้ง.....	45
4.5.3	แสดงอัตราผลตอบแทนในการลงทุนเครื่องอบแห้งของโรงงาน ก ถึง ฉ....	46
5.2.1ก	แสดงการทำงานของกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ก.....	48
5.2.1ข	แสดงการทำงานของกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ข.....	48
5.2.1ค	แสดงการทำงานของกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ค.....	48
5.2.1ง	แสดงการทำงานของกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ง.....	49
5.2.1จ	แสดงการทำงานของกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน จ.....	49
5.2.1ฉ	แสดงการทำงานของกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้าของโรงงาน ฉ.....	49
5.2.2	แสดงผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้าในกรณีที่ 1.....	51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	ชื่อตาราง	หน้า
5.2.3	แสดงผลการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตกระแสไฟฟ้าในกรณี ที่ 2.....	51
5.3.1	แสดงผลประโยชน์ที่ได้รับจากการขายชานอ้อยในราคา 250 บาทต่อตัน...	53
ก 1	แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า ของโรงงาน ก.....	66
ก 2	แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า ของโรงงาน ข.....	67
ก 3	แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า ของโรงงาน ค.....	68
ก 4	แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า ของโรงงาน ง.....	69
ก 5	แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า ของโรงงาน จ.....	70
ก 6	แสดงข้อมูลหม้อไอน้ำ พัดลมดูดก๊าซร้อนทิ้ง และกังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า ของโรงงาน ฉ.....	71
ข 1	แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ก.....	73
ข 2	แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ข.....	75
ข 3	แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ค.....	77
ข 4	แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ง.....	79
ข 5	แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน จ.....	80
ข 6	แสดงค่าที่คำนวณได้จากหม้อไอน้ำของโรงงาน ฉ.....	81
ค 1	แสดงขนาด ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่าของเครื่องอบแห้ง ชานอ้อยของโรงงาน ก.....	85
ค 2	แสดงขนาด ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่าของเครื่องอบแห้ง ชานอ้อยของโรงงาน ข.....	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	ชื่อตาราง	หน้า
ค 3	แสดงขนาด ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่าของเครื่องอบแห้ง ชานอ้อยของโรงงาน ค.....	86
ค 4	แสดงขนาด ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่าของเครื่องอบแห้ง ชานอ้อยของโรงงาน ง.....	86
ค 5	แสดงขนาด ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่าของเครื่องอบแห้ง ชานอ้อยของโรงงาน จ.....	86
ค 6	แสดงขนาด ความยาวท่อ และกำลังของพัดลมเป่าของเครื่องอบแห้ง ชานอ้อยของโรงงาน ฉ.....	87
ค 7	แสดงต้นทุนท่ออบแห้งชานอ้อยจำแนกตามอัตราการใช้ชานอ้อย.....	87
ค 8	แสดงต้นทุนเครื่องอบแห้งชานอ้อยจำแนกตามอัตราการใช้ชานอ้อย.....	88

สารบัญญภาพ

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.2.2.1	หลักการเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม.....	10
2.2.4.1	ระบบหม้อไอน้ำในปัจจุบัน.....	11
2.2.4.2	ระบบหม้อไอน้ำที่มีเครื่องอบแห้งซานอ้อย.....	12
3.2.1	แสดงกระบวนการผลิตน้ำตาล.....	20
4.3.1	ปริมาณควบคุมของเครื่องอบแห้งซานอ้อย.....	38

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์และคำย่อ

คำอธิบาย

W_w	ปริมาณความชื้น หรือ ความชื้นเปียก
W_d	อัตราส่วนความชื้น หรือ ความชื้นแห้ง
kg/cm^2	หน่วยวัดความดันไอน้ำ เป็น กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
$^{\circ}\text{C}$	หน่วยวัดอุณหภูมิ เป็น องศาเซลเซียส
PPM	หน่วยวัดปริมาณ 1 ใน 1 ล้านส่วน
m^2	หน่วยวัดพื้นที่ เป็น ตารางเมตร
C_p	ค่าความร้อนจำเพาะของก๊าซ
h	เอนทาลปี
KW	หน่วยวัดพลังไฟฟ้า เป็น กิโลวัตต์
kWh	หน่วยวัดพลังงานไฟฟ้า เป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง