

การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อย (Design and Development of Filter Cake Pelleter)

วิศรุต ทาบโลกา, สมโภชน์ แสงจันทร์, เมธา พัฒนธัญญา และ รัตนา สอนขำ*

ผู้วิจัย และหัวหน้าโครงการ*

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

*Email : rattanas@nu.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อย แบบอัดผ่านวงแหวน (ring die press) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงแหวน 400 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตรหนา 10 มิลลิเมตร ขนาดของรู 4 มิลลิเมตร ลูกกลิ้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 130 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร ได้ถูกสร้างและประเมินสมรรถนะในการอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยที่มีขนาดอนุภาค 62.48 เปอร์เซ็นต์ เล็กกว่า 4.75 มิลลิเมตร, 41.49 เปอร์เซ็นต์ เล็กกว่า 2 มิลลิเมตร และ 20.83 เปอร์เซ็นต์ เล็กกว่า 0.85 มิลลิเมตร

ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยต้นแบบ พบว่า กากตะกอนอ้อยตากแห้ง (ความชื้น 7.91 %wb) และกากตะกอนอ้อยสด (ความชื้น 71.02 %wb) ไม่สามารถอัดเป็นเม็ดได้ ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งและวงแหวนอัด และความเร็วรอบของหัวอัด (ลูกกลิ้ง) ไม่มีผลต่ออัตราการอัดเม็ด แต่พบว่าอัตราการอัดเม็ดเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบของสกรูป้อนกากตะกอนอ้อยเพิ่มขึ้น อัตราการอัดเม็ดเฉลี่ย 1376 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความเร็วรอบของสกรูป้อน 180 รอบต่อนาที ความยาวของเม็ดอยู่ระหว่าง 1.32 ถึง 2.35 มิลลิเมตร ความเร็วรอบหัวอัดเพิ่มขึ้น ความยาวเม็ดจะลดลง ในขณะที่เดียวกัน ความยาวเม็ดจะยาวขึ้นเมื่อความเร็วรอบของสกรูป้อนกากตะกอนอ้อยเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : เครื่องอัดเม็ด; อัดผ่านวงแหวน; กากตะกอนอ้อย

Keyword : Pelleter; Ring die press; Filter cake

1. บทนำ

อ้อย เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ในปีเพาะปลูก 2544/2545 มีผลผลิตประมาณ 60 ล้านตัน (รายงานสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2544/45) พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ใช้ปลูกอ้อยขาดความอุดมสมบูรณ์ มีอินทรีย์วัตถุต่ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำไม่ดี ทำให้อ้อยมีผลผลิตและคุณภาพต่ำ

การใช้กากตะกอนอ้อยหรือชีตะกอนน้ำตาลจากโรงงานน้ำตาล (filter cake) มา

ปรับปรุงบำรุงดินเป็นวิธีการหนึ่งที่ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย เนื่องจากมีราคาถูกเมื่อเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นและเป็นผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาลที่ควรนำกลับคืนสู่พื้นที่ปลูกอ้อยสำหรับปรับปรุงดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพอ้อย เนื่องจากกากตะกอนอ้อยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของอ้อย จากการศึกษาพบว่า การใช้กากตะกอนอ้อย 10 - 20 ตัน/ไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพอ้อยได้ดีกว่าไม่ได้ใส่กากตะกอนอ้อย (เสรี และคณะ ,

2543) และกากตะกอนอ้อยสามารถบรรเทาความ เป็นพิษจากดินเค็มได้ (ปรีชา และคณะ, 2537) แต่ เนื่องจากกากตะกอนอ้อยมีลักษณะปนเป็นชั้น เล็กๆ ความหนาแน่นต่ำและมีน้ำหนักเบา ขนย้าย ลำบาก และการใส่กากตะกอนอ้อยในแปลงอ้อยจะ ทำได้โดยการไ้รถแทรกเตอร์ดันให้ทั่วแปลงเป็น ผลทำให้ดินมีการอัดแน่นเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุผล ดังกล่าวทำให้เกษตรกรไม่นิยมใส่กากตะกอนอ้อย ในแปลง ทำให้โรงงานน้ำตาลต้องหาสถานที่ทิ้ง กากตะกอนอ้อย จากปัญหาดังกล่าว ถ้าสามารถ อัดตะกอนอ้อยให้เป็นเม็ดและทำการบรรจุใส่ กระสอบให้มีการขนย้ายได้ง่ายและสามารถใส่ใน แปลงอ้อยได้สะดวก โดยใช้วิธีหว่านหรือหยอดด้วย เครื่องหยอดปุ๋ยที่เกษตรกรมีอยู่ เกษตรกรจะนิยม ใช้กากตะกอนอ้อยมากขึ้น ทำให้ลดปริมาณปุ๋ยเคมี ที่ใช้ เป็นการลดต้นทุนการผลิต สามารถเพิ่ม อินทรีย์วัตถุให้กับดิน ดินมีความสมบูรณ์มากขึ้น และลดความเป็นกรดของดินได้ ต้นทุนในการผลิต อ้อยจะต่ำลง ลดปัญหาให้กับโรงงานน้ำตาลในการ หาสถานที่ทิ้งกากตะกอนอ้อย และสามารถเพิ่ม รายได้ให้กับโรงงานน้ำตาล ดังนั้นการศึกษา ออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อย จึงควรได้รับการศึกษา โครงการวิจัยนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอัดเม็ด กากตะกอนอ้อยต้นแบบ และประเมินสมรรถนะใน การทำงานของเครื่องต้นแบบ

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 ศึกษาขนาดอนุภาคของกากตะกอนอ้อย

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาด ของอนุภาคของกากตะกอนอ้อยที่ใช้ในการอัดเม็ด โดยใช้วิธีการร่อนผ่านตะแกรง (Sieve analysis)

2.1.1 วิธีการทดลองหาขนาดอนุภาค

1. เตรียมกากตะกอนอ้อย 100 กรัม
2. ใส่ตะแกรงทองเหลือง เบอร์ 4, 10, 20, 40, 100 และ 200 (เรียงตามขนาดช่องเปิด

กว้างไปแคบจากบนลงล่าง) ใส่ถาดรองด้านล่าง ใส่ กากตะกอนอ้อยในตะแกรงบนสุด (เบอร์ 4) เข้า เครื่องเขย่านาน 10 นาที

3. บันทึกน้ำหนักของกากตะกอนอ้อยที่ ค้างบนตะแกรง และทำการคำนวณผล โดยทำการ ทดลอง 3 ซ้ำและหาค่าเฉลี่ย เขียนกราฟเพื่อหา ขนาดของอนุภาค

2.2 การออกแบบและการพัฒนาเครื่องมือ

2.2.1 ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ

จากการศึกษาข้อดี ข้อเสีย ของเครื่อง อัดเม็ด 3 แบบ คือ แบบแหวนอัด แบบสกรู และ แบบลูกกลิ้งคู่ พบว่า แบบแหวนอัดมีความสามารถ ในการอัดเม็ดต่อชั่วโมงสูงกว่าแบบอื่นๆ ดังนั้น จึง เลือกใช้วิธีการอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยแบบแหวน อัด โดยมีลูกกลิ้งสองลูกหมุนกดทับให้กากตะกอน อ้อยผ่านรูที่วงแหวนและมีมีดตัดหมู่นอยุด้านนอก วงแหวน

2.2.2 คุณสมบัติที่มีผลต่อการอัดเม็ดกาก ตะกอนอ้อย

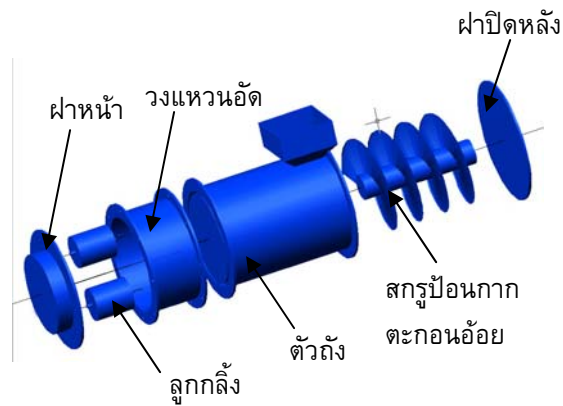
1. ความชื้นของกากตะกอนอ้อย
2. ความหนาแน่นของกากตะกอนอ้อย
3. ขนาดอนุภาคของกากตะกอนอ้อย
4. ความแข็งแรงของโครงสร้างของกาก ตะกอนอ้อย

5. คุณสมบัติการหล่อลื่น กากตะกอน อ้อยที่มีการหล่อลื่นที่ดีจะสามารถอัดขึ้นรูปได้ง่าย

6. ตัวประสาน กากตะกอนอ้อยที่มีตัว ประสานที่เหมาะสมจะสามารถ จับตัวได้ดี

2.2.3 เครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยต้นแบบ

เครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยต้นแบบ เป็นแบบอัดผ่านวงแหวน (Ring die) ดังแสดงในรูป ที่ 1



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อย

รายละเอียดของส่วนประกอบของเครื่องอัดเม็ดกากตะกอน มีดังนี้

1. ฝาหน้า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 400 มิลลิเมตร ภายนอก 450 มิลลิเมตร
2. ลูกกลิ้ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 130 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร
3. วงแหวนอัด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 400 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรรอบวงแหวน
4. ตัวถัง เป็นถังทรงกระบอกกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 400 มิลลิเมตร ยาว 700 มิลลิเมตร
5. สกรูป้อนกากตะกอนอ้อย ใช้สกรูที่มีระยะ Pitch 150 มิลลิเมตร ยาว 650 มิลลิเมตร
6. ฝาปิดหลัง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร

2.3 การทดสอบเพื่อหาสมรรถนะ

ทำการทดสอบเครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยต้นแบบที่สร้างขึ้น โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เก็บข้อมูลและบันทึกผล

2.3.1 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

1. ความชื้นแตกต่างกัน 4 ค่าความชื้น
2. ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งกับผนังของวงแหวนอัด 3 ค่า คือ 4, 6, และ 8 มิลลิเมตร

3. ความเร็วรอบของสกรูป้อนกากตะกอนอ้อย 4 ค่าความเร็ว คือ 90, 128, 150, และ 180 รอบต่อนาที

4. ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 4 ค่าความเร็ว คือ 90, 128, 150, และ 180 รอบต่อนาที

2.3.2 การเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาสมรรถนะของเครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อย มีดังนี้

1. ความยาวของเม็ดกากตะกอนอ้อยที่อัดเม็ดได้
2. ความชื้นของกากตะกอนอ้อยขณะอัดเม็ด
3. อัตราการอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยจากเครื่องต้นแบบ

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

จากการทดลองอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยแห้ง ความชื้น 7.91 เปอร์เซ็นต์ จากเครื่องต้นแบบที่พบว่า กากตะกอนอ้อยจะอุดตันที่รูรอบวงแหวน จึงไม่สามารถอัดเป็นเม็ดได้ กากตะกอนอ้อยสดที่ความชื้น 71.02 เปอร์เซ็นต์ พบว่า กากตะกอนอ้อยสามารถผ่านรูวงแหวนได้ แต่ไม่สามารถอัดเป็นเม็ดได้ เนื่องจากมีความชื้นสูง ผลการทดลองที่ความชื้น 58.71 และ 69.50 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 1 และ 2

จากผลการทดลอง พบว่า ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งและวงแหวนอัด และความเร็วรอบของหัวอัด (ลูกกลิ้ง) ไม่มีผลต่ออัตราการอัดเม็ด แต่พบว่าอัตราการอัดเม็ดเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบของสกรูป้อนกากตะกอนอ้อยเพิ่มขึ้น อัตราการอัดเม็ดเฉลี่ย 1376 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความเร็วรอบของสกรูป้อน 180 รอบต่อนาที ความยาวของเม็ดอยู่ระหว่าง 1.32 ถึง 2.35 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของหัวอัด (ลูกกลิ้ง) และความเร็วรอบของสกรูป้อนกากตะกอนอ้อย เมื่อความเร็วรอบหัวอัดเพิ่มขึ้น ความยาวเม็ดจะลดลง ในขณะเดียวกันความยาวเม็ดจะยาวขึ้นเมื่อความเร็วรอบของสกรูป้อนกากตะกอนอ้อยเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 ผลการทดลองอัดเม็ดกากตะกอนย่อย
จากเครื่องต้นแบบ ที่ค่าความชื้นกากตะกอนย่อย
58.71 % (wb)

ความชื้น (% wb)	ระยะห่าง (mm)	ความเร็วหัว อัด(rpm)	ความเร็วสกรู (rpm)	อัตราการอัด (kg/hr)	ความยาวเม็ด (mm)
58.71	0.4	90	90	789	1.84
			128	925	2.01
			150	1098	2.15
			180	1368	2.35
		128	90	715	1.62
			128	901	1.78
			150	1112	1.92
			180	1458	1.98
		150	90	789	1.64
			128	987	1.75
			150	1005	1.85
			180	1369	1.95
		180	90	756	1.58
			128	954	1.69
			150	1204	1.78
			180	1389	1.89
	0.6	90	90	687	1.72
			128	879	1.89
			150	1189	2.02
			180	1305	2.18
		128	90	702	1.81
			128	895	1.87
			150	1114	1.92
			180	1473	2.03
		150	90	789	1.75
			128	987	1.79
			150	1078	1.85
			180	1442	2.01
		180	90	658	1.62
			128	975	1.71
			150	1187	1.75
			180	1387	1.89
	0.8	90	90	789	1.89
			128	992	2.01
			150	1158	2.14
			180	1476	2.24
		128	90	789	1.69
			128	925	1.71
			150	1056	1.81
			180	1358	2.15
		150	90	685	1.68
			128	879	1.72
			150	1038	1.75
			180	1358	1.87
		180	90	689	1.62
			128	954	1.68
			150	1111	1.75
			180	1358	1.79

ตารางที่ 2 ผลการทดลองอัดเม็ดกากตะกอนย่อย
จากเครื่องต้นแบบ ที่ค่าความชื้นกากตะกอนย่อย
69.50 % (wb)

ความชื้น (% wb)	ระยะห่าง (mm)	ความเร็วหัว อัด(rpm)	ความเร็วสกรู (rpm)	อัตราการอัด (kg/hr)	ความยาวเม็ด (mm)
69.50	0.4	90	90	758	1.71
			128	901	1.87
			150	1209	2.08
			180	1302	2.31
		128	90	743	1.64
			128	852	1.67
			150	1051	1.84
			180	1421	2.05
		150	90	736	1.51
			128	930	1.73
			150	1102	1.85
			180	1258	1.86
		180	90	741	1.53
			128	963	1.57
			150	1100	1.65
			180	1382	1.78
	0.6	90	90	705	1.66
			128	901	1.75
			150	1111	2.09
			180	1401	2.15
		128	90	701	1.72
			128	950	1.87
			150	1153	1.98
			180	1458	2.07
		150	90	698	1.72
			128	898	1.81
			150	1125	1.86
			180	1426	1.98
		180	90	799	1.32
			128	952	1.65
			150	1023	1.79
			180	1254	1.87
	0.8	90	90	754	1.78
			128	897	1.86
			150	1087	1.98
			180	1387	2.2
		128	90	746	1.65
			128	958	1.72
			150	1115	1.83
			180	1298	2.05
		150	90	689	1.62
			128	987	1.75
			150	1075	1.81
			180	1289	1.98
		180	90	740	1.65
			128	954	1.66
			150	1185	1.78
			180	1409	1.89

4. สรุปผลการทดลอง

จากการออกแบบและสร้างเครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยต้นแบบ และทำการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. กากตะกอนอ้อยแห้ง (ความชื้น 7.91 %wb) และกากตะกอนอ้อยสด (ความชื้น 71.02 %wb) ไม่สามารถอัดเม็ดได้

2. ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งและวงแหวนอัด ไม่มีผลต่ออัตราการอัดเม็ดกากตะกอนอ้อย

3. อัตราการอัดเม็ดเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบของสกรูป้อนกากตะกอนอ้อยเพิ่มขึ้น อัตราการอัดเม็ดเฉลี่ย 1376 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความเร็วรอบของสกรูป้อน 180 รอบต่อนาที

4. ความยาวของเม็ดอยู่ระหว่าง 1.32 ถึง 2.35 มิลลิเมตร ความเร็วรอบหัวอัดเพิ่มขึ้น ความยาวเม็ดจะลดลง ในขณะที่เดียวกัน ความยาวเม็ดจะยาวขึ้นเมื่อความเร็วรอบของสกรูป้อนกากตะกอนอ้อยเพิ่มขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาดุษฎี ประจำปี 2546 ที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัย และขอขอบคุณ บริษัทน้ำตาลพิษณุโลก จำกัด ที่ให้การสนับสนุนวัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดเม็ดกากตะกอนอ้อยต้นแบบ และให้สถานที่ในการฝึกงานของนิสิต

6. เอกสารอ้างอิง

ประเสริฐ ฉัตรวิชระวงษ์. 2542. อ้อย ใน พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
ปรีชา และคณะ, 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตรากากตะกอนอ้อย (filter cake) กากขานอ้อย (bagasse) และระดับของดินเค็มในการลดปัญหาดินเค็ม.
ปรีดา จาติกวณิช และ ปรีชา สุริยพันธุ์. 2523. ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ได้จากอ้อย ใน เอกสาร

วิชาการ เล่ม 1 อ้อย. กรมวิชาการเกษตร, งานทะเบียนและประมวลสถิติ กองแผนงาน. ดำริ ถาวรมาศ. 2523. อินทรีย์วัตถุในดินที่ใช้ปลูกอ้อย ใน เอกสารวิชาการ เล่ม 1 อ้อย. กรมวิชาการเกษตร, งานทะเบียนและประมวลสถิติ กองแผนงาน.

รายงานสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2544/45. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

วิไล รังสาดทอง. 2545. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Adapa, P., Bucko, J., Tabil Jr, L., Schoenau, G. and Sokhansanj, S., 2002. Pelletizing Characteristics of Fractionated Suncure and Dehydrated Alfalfa Grinds. Paper No: MBSK 02-207 An ASAE/CSAE Meeting Presentation. 2002 ASAE/CSAE North-Central Intersectional Meeting, Parktown Hotel, Saskatoon, Saskatchewan, CANADA. September 27-28, 2002.

Al-Widyan, M.I., Al-Jalil, H.F., Abu-Zreig, M.M. and Abu-Hamdeh, N.H., 2002. Physical durability and stability of olive cake briquettes. Canadian biosystems engineering, Vol.44: 341-345.

Jannasch, R., Quan, Y., and Samson, R., A Process and Energy Analysis of Pelletizing Switchgrass. Final report, Prepare for Natural Resources Canada, Alternative Energy Division.

www.reap-canada.com

Thomas, M., van Zuilichem, D.J., and van Poel, A.F.B., 1997. Physical quality of pelleted animal feed. 2. contribution of processes and its conditions. Animal Feed Science Technology, vol.64: 173-192.