

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษากระบวนการผลิตมันเส้น และปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตมันเส้นในโรงงานมันเส้น จำนวน 4 โรงงาน

วิธีการทดลองแสดงในหน้า 22–23

1.1 ลักษณะเฉพาะของโรงงาน

1.1.1 โรงงานที่ 1 ลานมันสิทธิชัย อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี เป็นโรงงานที่ขึ้นทะเบียนผลิตมันเส้นสะอาดเพื่อส่งโรงงานอาหารสัตว์ มีพื้นที่ในการตากมันเส้นประมาณ 40 ไร่ ลักษณะลานมันเป็นลานคอนกรีตขัดผิว มีอัตราการผลิตมันเส้นวันละประมาณ 80–90 ตัน (ปริมาณหัวมันสำปะหลังสดที่ใช้ในการผลิตประมาณ 200 ตัน/วัน)

1.1.2 โรงงานที่ 2 ลานมันเปล่งคุณ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เป็นโรงงานผลิตมันเส้นเพื่อส่งโรงงานมันอัดเม็ดในจังหวัดชลบุรี มีพื้นที่ในการตากมันเส้นประมาณ 12 ไร่ ลักษณะลานมันเป็นลานคอนกรีตขัดผิวจำนวน 10 ไร่ อีก 2 ไร่ เป็นลานคอนกรีตไม่ขัดผิว มีอัตราการผลิตมันเส้นวันละประมาณ 50 – 70 ตัน (ปริมาณหัวมันสำปะหลังสดที่ใช้ในการผลิตประมาณ 120 – 150 ตัน/วัน)

1.1.3 โรงงานที่ 3 ลานมันเดชา อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี เป็นโรงงานที่ขึ้นทะเบียนผลิตมันเส้นสะอาดเพื่อส่งโรงงานอาหารสัตว์ในจังหวัดชลบุรี มีพื้นที่ในการตากมันเส้นประมาณ 17 ไร่ ลักษณะลานมันเป็นลานคอนกรีตขัดผิว มีอัตราการผลิตมันเส้นวันละประมาณ 40 - 90 ตัน (ปริมาณหัวมันสำปะหลังสดที่ใช้ในการผลิตประมาณ 100-200 ตัน/วัน)

1.1.4 โรงงานที่ 4 ลานมันป่าแดง อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี เป็นโรงงานผลิตมันเส้นเพื่อส่งโรงงานอาหารสัตว์ และ โรงงานมันอัดเม็ด ในจังหวัดชลบุรี มีพื้นที่ในการตากมันเส้นประมาณ 50 ไร่ ลักษณะลานมันเป็นลานคอนกรีตไม่ขัดผิว มีอัตราการผลิตมันเส้นวันละประมาณ 50 ตัน (ปริมาณหัวมันสำปะหลังสดที่ใช้ในการผลิตประมาณ 120 ตัน/วัน)

1.2 กระบวนการผลิตมันเส้นและเครื่องจักรที่ใช้ผลิต

1.2.1 การทำความสะอาดหัวมันสด หัวมันสำปะหลังสดที่ขุดมาจากไร่จะมีส่วนของดินติดมากับหัวมัน เมื่อนำมาแปรรูปเป็นมันเส้นจะทำให้มีการเจือปนของดินหรือทรายที่ติดมา การทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสดจึงมีความจำเป็นเพื่อลดปริมาณสิ่งเจือปนเบื้องต้น อุปกรณ์ที่ใช้เป็นตะแกรงร้อนที่ทำด้วยเหล็กเส้น ยึดโครงตะแกรงร้อนด้วยแท่นคอนกรีตดังแสดงในภาพที่ 19 เพื่อร่อนดิน และทรายที่ปนมากับหัวมันสำปะหลังสด และที่ติดอยู่ที่ผิวนอกของหัวมันสำปะหลังสดบางส่วนออก หัวมันสำปะหลังสดภายหลังการทำความสะอาดแสดงในภาพที่ 20 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสดของโรงงานมันเส้น แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสดของโรงงานมันเส้น

โรงงานมันเส้น	การทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสด
โรงงานที่ 1	ตะแกรงร่อน
โรงงานที่ 2	ไม่มี
โรงงานที่ 3	ไม่มี
โรงงานที่ 4	ไม่มี



ภาพที่ 19 อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสด



ภาพที่ 20 หัวมันสำปะหลังสดภายหลังการทำความสะอาด

1.2.2 การทำความสะอาดลานมันก่อนการตาก ลานมันที่ใช้ตากชิ้นมันสำปะหลังสดเป็นลานคอนกรีตทั้งแบบขัดผิวและไม่ขัดผิว ภายหลังการผลิตมันเส้นแต่ละครั้งจะมีฝุ่นมันสำปะหลัง และทรายตกค้างสะสมอยู่บนลานมัน ดังนั้นการทำความสะอาดลานมันก่อนการตากจึงมีความสำคัญเพราะจะลดปริมาณสิ่งเจือปนในมันเส้น เครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดลานมันเป็นรถดูดฝุ่น ดังแสดงในภาพที่ 21 ซึ่งจะดูดฝุ่นมันสำปะหลัง ดิน และ ทรายที่ตกค้างบนลานมันออกก่อนการผลิตมันเส้นครั้งใหม่ เครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดลานมัน แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดลานมัน

โรงงานมันเส้น	การทำความสะอาดลานมัน
โรงงานที่ 1	ไม่มี
โรงงานที่ 2	รถดูดฝุ่น
โรงงานที่ 3	ไม่มี
โรงงานที่ 4	ไม่มี



ภาพที่ 21 การทำงานของรถคูคู่น

1.2.3 การตัดหัวมันสำปะหลังสด เครื่องหั่นหัวมันสดที่โรงงานมันเส้นใช้โดยทั่วไปเป็นเครื่องหั่นหัวมันสำปะหลังสดแบบจานหมุน ดังแสดงในภาพที่ 22 ภายในเครื่องหั่นมีจานหั่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 36-40 นิ้ว ดังแสดงในภาพที่ 23 การทำงานจะใช้อุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นภาชนะตัก ตักกองหัวมันสำปะหลังสดใส่ในช่องรับหัวมัน บนจานหั่นมีช่องสำหรับตัดเพื่อทำหน้าที่ตัดหัวมันสำปะหลังสดที่ยื่นเข้าไปในช่องตัด ชันมันที่ถูกจานหั่นตัดแล้วจะหลุดออกจากช่องตัดทางด้านตรงข้ามกับบริเวณที่เกิดการตัด การตัดเกิดขึ้นแบบสุมขึ้นอยู่กับตำแหน่งการวางตัวของหัวมันสำปะหลังสดที่สัมผัสกับช่องตัด และความยาวของหัวมันสดที่ยื่นเข้าไปในช่องตัดว่ามากน้อยแค่ไหน ดังนั้นชันมันสำปะหลังสดที่ได้หลังจากการตัดจึงมีขนาด และรูปร่างไม่แน่นอน มีทั้งที่เป็นชิ้นขนาดใหญ่จนกระทั่งละเอียดเป็นฝุ่น ซึ่งเป็นข้อด้อยของเครื่องหั่นประเภทนี้ ข้อดีคือมีสมรรถนะในการตัดสูงเหมาะสมกับการแปรรูปหัวมันสำปะหลังสดแต่ละครั้งซึ่งมีปริมาณการผลิตจำนวนมาก เครื่องจักรที่ใช้ในการหั่นหัวมันสำปะหลังสดแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เครื่องจักรที่ใช้ในการหันหัวมันสำปะหลังสด

โรงงานมันเส้น	การตัดหัวมันสำปะหลังสด
โรงงานที่ 1	เครื่องหันหัวมันขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางจานหัน 40 นิ้ว
โรงงานที่ 2	เครื่องหันหัวมันขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางจานหัน 36 นิ้ว
โรงงานที่ 3	เครื่องหันหัวมันขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางจานหัน 36 นิ้ว
โรงงานที่ 4	เครื่องหันหัวมันขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางจานหัน 36 นิ้ว



ภาพที่ 22 เครื่องหันหัวมันแบบจานหมุน



ภาพที่ 23 จานหันหัวมันสำปะหลังสดขนาด 40 นิ้ว

1.2.4 การโรยหัวมันที่หั่นแล้วบนลานตาก การโรยชั้นมันสำปะหลังสดเป็นกระบวนการต่อจากการหั่นหัวมัน อุปกรณ์ที่ใช้ในการโรยชั้นมันสำปะหลังสดคือรถโรยมันเส้นที่มีความกว้างในการโรยมันเส้นประมาณ 2 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 24 การควบคุมการโรยมันเส้นใช้ระบบล้อสัมผัสพื้นที่มีโซ่ถ่ายทอดกำลังไปยังแกนหมุนที่อยู่ในภาชนะ โดยมันเส้นหลังการโรยจะมีลักษณะเป็นชั้นบางบนลานมัน และมีความสม่ำเสมอ ดังแสดงในภาพที่ 25 เครื่องจักรที่ใช้ในการโรยหัวมันที่หั่นแล้วบนลานตากแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เครื่องจักรที่ใช้ในการโรยหัวมันที่หั่นแล้วบนลานตาก

โรงงานมันเส้น	การโรยหัวมันที่หั่นแล้วบนลานตาก
โรงงานที่ 1	รถโรยมันเส้น
โรงงานที่ 2	รถโรยมันเส้น
โรงงานที่ 3	รถโรยมันเส้น
โรงงานที่ 4	รถโรยมันเส้น



ภาพที่ 24 รถโรยชั้นมันสำปะหลังสด



ภาพที่ 25 ชื้นมันหลังการโรยด้วยรดยโรยมันเส้น

1.2.5 การพลิกกลับมันเส้นบนลานตาก การตากชื้นมันบนลานตากจำเป็นต้องทำการพลิกกลับชื้นมัน เพื่อให้การลดความชื้นในชื้นมันเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ อุปกรณ์ที่ใช้ในการพลิกกลับชื้นมันบนลานตากใช้อุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นคราดหน้ากว้าง 6 เมตร พ่วงกับรถแทรกเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 26 และคราดหน้ากว้าง 4 เมตร พ่วงกับรถปิกอัพ ดังแสดงในภาพที่ 27 แล้วแต่ขนาดต้นกำลังที่ใช้ขุดลาก การพลิกกลับชื้นมันจะทำทุก ๆ 1-2 ชั่วโมง โดยช่วงเวลาที่ทำการตากอยู่ในช่วงเวลา 9.00-15.00 น. โดยทั้งกระบวนการผลิตมันเส้นจะมีการพลิกกลับประมาณ 15-18 ครั้ง / กระบวนการผลิต ลักษณะการพลิกกลับจะเป็นการแหวกชั้นของชื้นมันที่อยู่บนลานตาก เครื่องจักรที่ใช้ในการพลิกกลับชื้นมันบนลานตาก แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เครื่องจักรที่ใช้ในการพลิกกลับชั้นมันบนลานตาก

โรงงานมันเส้น	การพลิกกลับชั้นมันบนลานตาก
โรงงานที่ 1	คราดกว้าง 6 เมตร ต่อพ่วงกับแทรกเตอร์ขนาดใหญ่พลิกกลับ ทุก ๆ 1 ชั่วโมง จำนวนครั้งที่พลิกกลับทั้งกระบวนการ ประมาณ 18 ครั้ง ช่วงเวลาดาก 9.00-15.00 น.
โรงงานที่ 2	คราดกว้าง 4 เมตร ต่อพ่วงกับรถปิกอัพ ไม่มีข้อมูลการพลิกกลับ ช่วงเวลาดาก 9.00-15.00 น.
โรงงานที่ 3	คราดกว้าง 4 เมตร ต่อพ่วงกับรถปิกอัพ การพลิกกลับทุก ๆ 1 ชั่วโมง จำนวนครั้งที่พลิกกลับทั้งกระบวนการ ประมาณ 18 ครั้ง ช่วงเวลาดาก 9.00-15.00 น
โรงงานที่ 4	คราดกว้าง 4 เมตร ต่อพ่วงกับรถปิกอัพ การพลิกกลับทุก ๆ 1 ชั่วโมง จำนวนครั้งที่พลิกกลับทั้งกระบวนการ ประมาณ 18 ครั้ง ช่วงเวลาดาก 9.00-15.00 น



ภาพที่ 26 คราดขนาดหน้ากว้าง 6 เมตร



ภาพที่ 27 คราดหน้ากว้าง 4 เมตร พ่วงกับรถปิกอัพ

1.2.6 การรวบรวมมันเส้นในแต่ละวัน และการเก็บเข้าอาคารเก็บมันเส้น การรวบรวมมันเส้นที่ตากไว้ให้เป็นกองในแต่ละวันเพื่อช่วยป้องกันการดูดกลับความชื้นของชิ้นมันเส้นในตอนกลางคืนซึ่งอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง และช่วยลดระยะเวลาการลดความชื้นในกระบวนการตากมันเส้นในเวลากลางวัน เนื่องจากความร้อนที่สะสมอยู่ในกองมันเส้นในช่วงกลางคืนจะช่วยให้เกิดการลดความชื้นในชิ้นมันเส้นในกองอย่างต่อเนื่องได้ ปกติการเก็บรวบรวมมันเส้นจะทำในวันที่สองหลังจากเริ่มตาก โดยทิ้งมันเส้นไว้บนลาน 1 คืน เนื่องจากการตากมันเส้นวันแรกนั้นชิ้นมันเส้นมีความชื้นสูง ความชื้นที่เหลืออยู่ในชิ้นมันเส้นเมื่อสิ้นสุดการตากในวันแรกยังคงมากอยู่ การรวบรวมให้เป็นกองอาจทำให้ชิ้นมันแตกหักในปริมาณมากได้ อุปกรณ์ที่ใช้ในการรวบรวมมันเส้นคืออุปกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายใบมีดคันดิน โดยยึดติดกับภาชนะของรถดั๊ก (loader) ดังแสดงในภาพที่ 28 การรวบรวมมันเส้นจะใช้อุปกรณ์นี้ดันชิ้นมันเส้นที่อยู่บนลานตากไปกองรวมกันเป็นกอง ดังแสดงในภาพที่ 29 เมื่อสิ้นสุดการตากแห้งเพื่อลดความชื้นวันสุดท้ายมันเส้นจะมีความชื้นประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) และต้องขนย้ายมันเส้นเข้าเก็บภายในอาคารเก็บมันเส้นเพื่อรอการจำหน่าย โดยใช้อุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นภาชนะตัก ตักกองมันเส้นเพื่อบรรจุมันเส้นลงในรถบรรทุกที่จะนำมันเส้นไปเก็บเข้าอาคาร หรืออาจนำไปส่งที่โรงงานอาหารสัตว์และโรงงานมันอัดเม็ดต่อไป การศึกษาปริมาณฝุ่น ศึกษาการเกิดฝุ่นถึงขั้นตอนการตากแห้งชิ้นมันสำปะหลังบนลานตากในวันสุดท้ายเท่านั้น (3 วัน) ไม่ได้รวมถึงกระบวนการเก็บเข้าอาคารเก็บมันเส้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมมันเส้นในแต่ละวัน แสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมมันเส้นในแต่ละวัน

โรงงานมันเส้น	การเก็บรวบรวมมันเส้นในแต่ละวัน
โรงงานที่ 1	ใช้อุปกรณ์รวบรวมมันเส้น โดยรวบรวมทั้งหมด 2 ครั้ง/กระบวนการผลิต
โรงงานที่ 2	ใช้อุปกรณ์รวบรวมมันเส้น ไม่มีข้อมูลการรวบรวมมันเส้น
โรงงานที่ 3	ใช้อุปกรณ์รวบรวมมันเส้น โดยรวบรวมทั้งหมด 1 ครั้ง/กระบวนการผลิต
โรงงานที่ 4	ใช้อุปกรณ์รวบรวมมันเส้น โดยรวบรวมทั้งหมด 1 ครั้ง/กระบวนการผลิต



ภาพที่ 28 อุปกรณ์รวบรวมมันเส้น

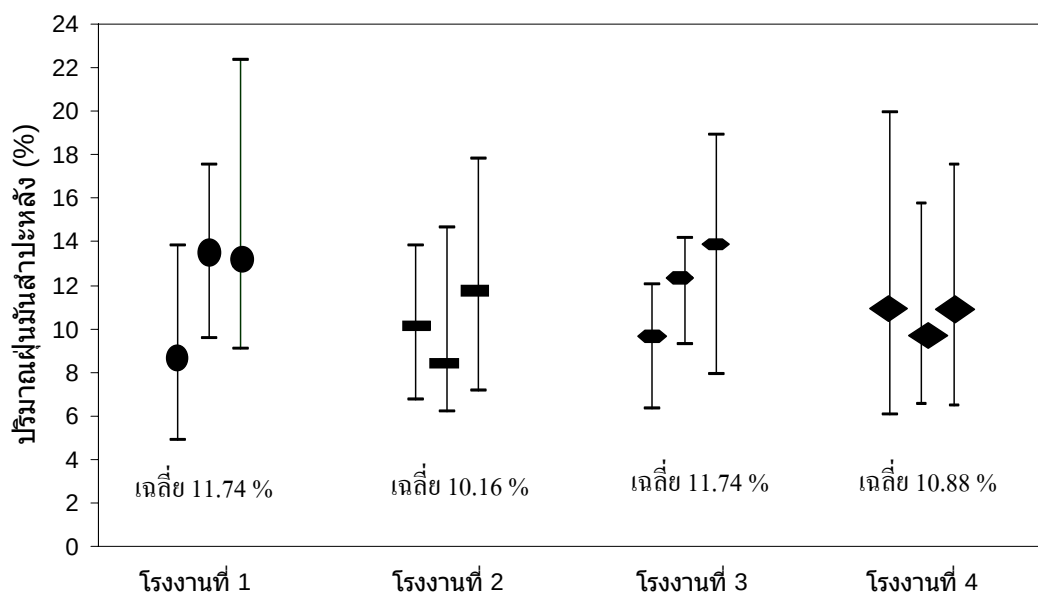


ภาพที่ 29 การเก็บรวบรวมมันเส้น

1.3 ปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นในการผลิตมันสำปะหลังเส้น

ความชื้นของชิ้นมันเส้นตัวอย่างภายหลังการตากเพื่อลดความชื้นเป็นเวลา 3 วัน ของ โรงงานที่ 1, 2, 3 และ 4 คือ 11.24 , 14.00, 11.80 และ 13.70% (มาตรฐานเปียก) ตามลำดับ ปริมาณ ฝุ่นมันสำปะหลัง (โดยน้ำหนัก) แสดงในภาพที่ 30 ปริมาณฝุ่นเป็นปริมาณรวมที่เกิดขึ้นทั้งหมดจาก กระบวนการผลิตมันเส้นตั้งแต่การตัดหัวมันสำปะหลังสด จนถึงการตากวันสุดท้ายที่เก็บตัวอย่าง มันเส้น โดยไม่ได้แยกตามสาเหตุของการเกิดฝุ่นในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการทำแห้งชิ้นมัน สำปะหลังสด ปริมาณฝุ่นมันสำปะหลังที่พบในตัวอย่างมันเส้นที่ผลิตจากโรงงานที่ 1 มีช่วงกว้าง มากที่สุดคือ 4.89-22.36% มีค่าเฉลี่ย 11.74% โรงงานที่ 2 มีปริมาณฝุ่นช่วงแคบที่สุดคือ 6.19- 17.79% ค่าเฉลี่ย 10.16% โรงงานที่ 3 มีปริมาณฝุ่นที่พบในตัวอย่างมันเส้นอยู่ในช่วง 6.03-18.92% ค่าเฉลี่ย 11.91% และ โรงงานที่ 4 มีปริมาณฝุ่นที่พบในตัวอย่างมันเส้นอยู่ในช่วง 6.03-17.57% ค่าเฉลี่ย 10.88% ตามลำดับ โดยโรงงานที่ 2 มีปริมาณฝุ่นช่วงที่แคบที่สุด อาจจะเป็นเพราะพื้นลาน ตากเป็นลานคอนกรีตขัดผิว และการใช้รถดูดฝุ่นก่อนการโรยหัวมันสดที่สับแล้วบนลานตากเมื่อเริ่ม การตากมันเส้นใหม่แต่ละครั้ง

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นของตัวอย่างแต่ละโรงงานที่เกิดจากกระบวนการ แปรรูปมันสำปะหลังของโรงงานมันเส้น 4 แห่งที่ทำการศึกษ พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นอยู่ ในช่วง 10.16-11.91% (โดยน้ำหนัก) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก น่าจะเป็นเพราะมีปัจจัยหลักบาง ประการที่ทำให้เกิดผลดังกล่าว ถึงแม้ว่าแต่ละโรงงานจะมีรายละเอียดขั้นตอนการผลิตบางขั้นตอน ที่แตกต่างกันบ้างก็ตาม ปัจจัยดังกล่าวคาดว่าจะเป็นที่เครื่องหันหัวมันสำปะหลังสดซึ่งทำให้เกิด ชิ้นมันที่ละเอียดและเมื่อแห้งแล้วจะกลายเป็นฝุ่น เนื่องจากหัวมันสดทุกหัวจะต้องถูกหันด้วยเครื่อง หัน ขณะที่การพลิกกลับบนลานตาก และการรวบรวมมันเส้นในแต่ละวันซึ่งเป็นอีกกระบวนการ หนึ่งที่คาดว่าจะมีส่วนทำให้เกิดฝุ่นจากการบดอัดของล้อของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ ผลิตและเคลื่อนที่บนลานตาก แต่อุปกรณ์เหล่านี้ไม่ได้ทำการบดอัดชิ้นมันทุกชิ้นบนลานมัน แต่บด อัดเพียงบางส่วนตามความกว้างของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ดังนั้นกระบวนการเหล่านี้ น่าจะเป็น ปัจจัยเสริมที่ทำให้เกิดฝุ่นมันสำปะหลังในมันเส้นเท่านั้น แต่ปัจจัยหลักคือเครื่องหันหัวมัน สำปะหลังสดนั่นเอง ข้อสังเกตที่ได้จากโรงงานผลิตเครื่องหันหัวมันสำปะหลังสดพบว่าจะมีการ ผลิตเมื่อผู้ประกอบการ โรงงานมันเส้นสั่งซื้อเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องหันมันเส้นขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางจานหัน 36-40 นิ้ว) และปัจจุบันมีผู้ผลิตเครื่องหันหัวมันสำปะหลังสดจำนวน น้อยมาก



ภาพที่ 30 ปริมาณฝุ่นมันสำปะหลังที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมันเส้น

ข้อมูลผลการทดลองหาปริมาณฝุ่น แสดงในตารางผนวกที่ 1-4

การลดการเกิดฝุ่นที่มีสาเหตุจากการบดอัดของอุปกรณ์พลิกกลับ อุปกรณ์รวบรวมน้ำมัน และ ล้อของเครื่องดันกำลังที่ใช้ในการลากจูงบดทับนั้นสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

1. การใช้รถลากจูงที่มีน้ำหนักเบา ความกว้างล้อแบบเพื่อลดพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อกับมันที่อยู่บนลานตาก และการติดตั้งคราดบนโครงสร้างของดันกำลังลากจูงให้อยู่ด้านหน้าของล้อ เพื่อที่คราดจะได้แหวกชั้นมันที่อยู่บนลานตากก่อนเพื่อให้มันที่อยู่บนลานตากไม่ถูกล้อยางบดทับหรือถูกบดทับน้อยลง

2. การเว้นพื้นที่ของลานตากไว้ที่ขอบเพื่อใช้เป็นพื้นที่เลี้ยวกลับ และกำหนดแนวการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์พลิกกลับหรืออุปกรณ์รวบรวมน้ำมันตามความยาวของลานตากเพื่อให้จำนวนครั้งของการเลี้ยวกลับเกิดขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งจะมีผลต่อการประหยัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ด้วย

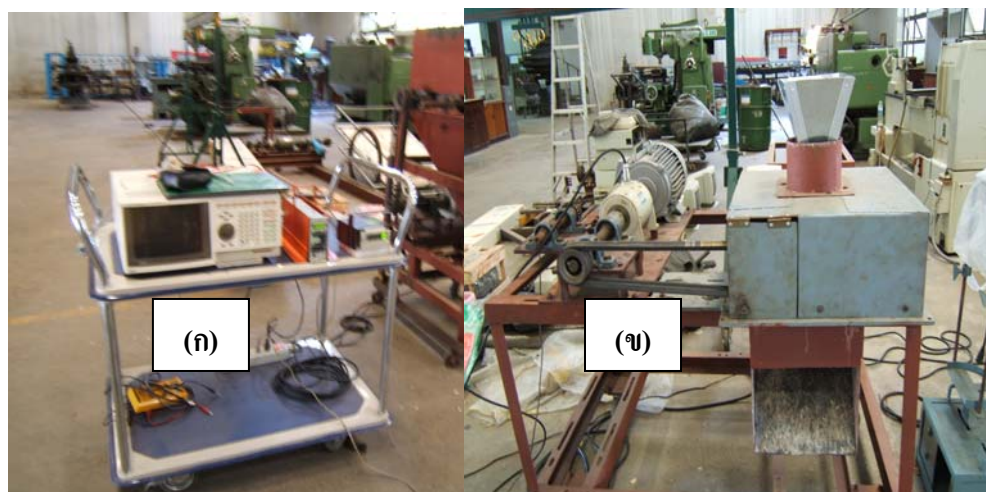
3. พิจารณาการใช้รถดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์กวาดฝุ่นบนลานตากเพื่อกำจัดฝุ่นบนลานตากให้น้อยลงก่อนการโรยหัวมันสดที่หั่นแล้วลงบนลานตากในครั้งต่อไป

2. การตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน และในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

วิธีการทดลอง แสดงในหน้า 24 – 35

2.1 การทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าเมื่อไม่มีการะกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของความเร็วรอบของเครื่องตัดตามแนวแกนและแนวตั้งฉากกับแนวแกน

การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อใช้วัดค่าทอร์ก และความต้องการกำลังของเครื่องตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน แสดงในภาพที่ 31 (ก) และ(ข) ตามลำดับ ได้แก่ Torque Transducer, Dynamic Strain Amplifier, เครื่องวัดความเร็วรอบ (Digital Tachometer) และเครื่องบันทึกการวิเคราะห์ (Analyzing Recorder)



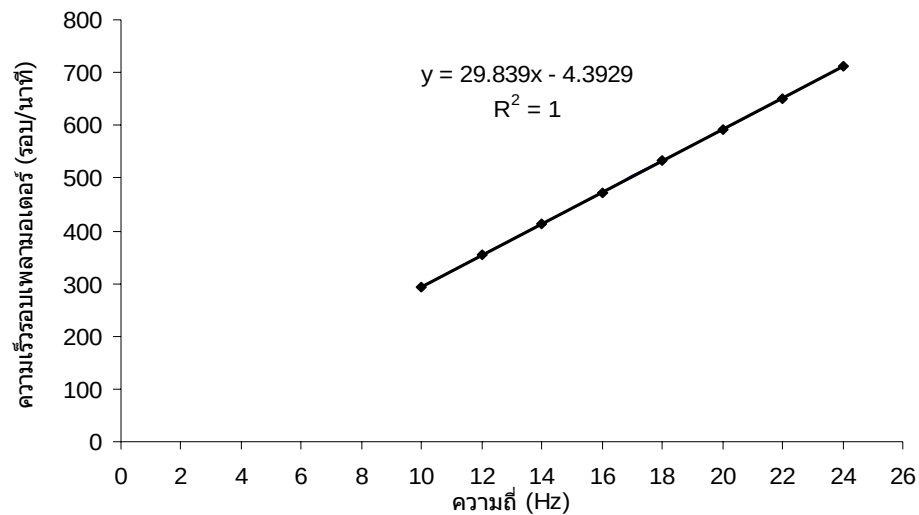
ภาพที่ 31 (ก) การติดตั้งเครื่องวัด (ข) เครื่องตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน

ข้อมูลผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเพลาของมอเตอร์ของเครื่องตัดตามแนวแกน และความถี่ของเครื่อง Inverter ที่ใช้ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ที่เป็นต้นกำลังให้กับเครื่องตัด แสดงในตารางผนวกที่ 5 และความสัมพันธ์เป็นสมการถดถอยเชิงเส้นคือ

$$Y = 29.839X - 4.3929 \quad \text{และ} \quad R^2 = 1$$

โดยที่ X = ความถี่ของเครื่อง Inverter, Hz.

Y = ความเร็วรอบของเพลาของมอเตอร์ของเครื่องตัดตามแนวแกน, รอบ/นาที และแสดงในภาพที่ 32



ภาพที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเพลามอเตอร์ของเครื่องตัดตามแนวแกน และความถี่ของเครื่อง Inverter

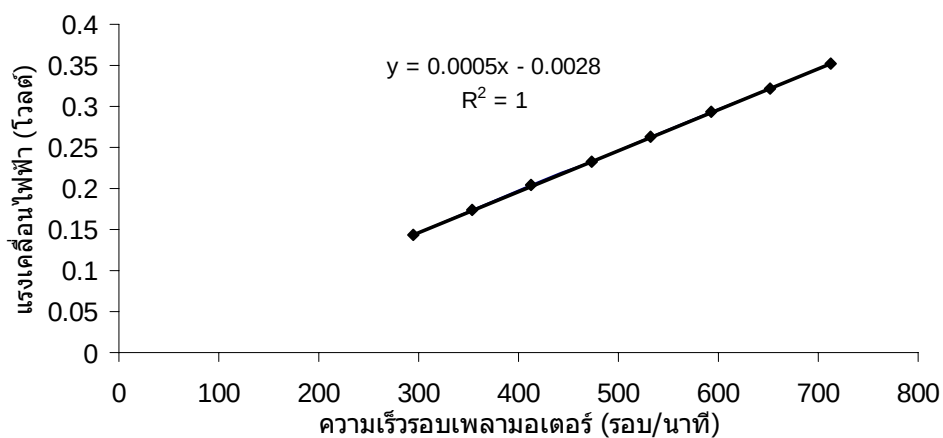
ข้อมูลผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้า และความเร็วรอบของเพลามอเตอร์ของเครื่องตัดตามแนวแกน แสดงในตารางผนวกที่ 5 และความสัมพันธ์เป็นสมการถดถอยเชิงเส้นคือ

$$Y = 0.0005X - 0.0028 \quad \text{และ} \quad R^2 = 1$$

โดยที่ X = ความเร็วรอบของเพลามอเตอร์ของเครื่องตัดตามแนวแกน, รอบ/นาที

Y = แรงเคลื่อนไฟฟ้า, โวลต์

และแสดงในภาพที่ 33



ภาพที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้า และความเร็วรอบเพลามอเตอร์ของเครื่องตัดตามแนวแกน

การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อใช้วัดค่าทอร์ก และความต้องการกำลังของเครื่องตัดหัวมัน
ลำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน แสดงในภาพที่ 34 ได้แก่ Torque Transducer, Dynamic
Strain Amplifier, เครื่องวัดความเร็วรอบ (Digital Tachometer) และเครื่องบันทึกการวิเคราะห์
(Analyzing Recorder)



ภาพที่ 34 การติดตั้งเครื่องวัดกับเครื่องตัดหัวมันลำปะหลังสดตามแนวตั้งฉากกับแนวแกน

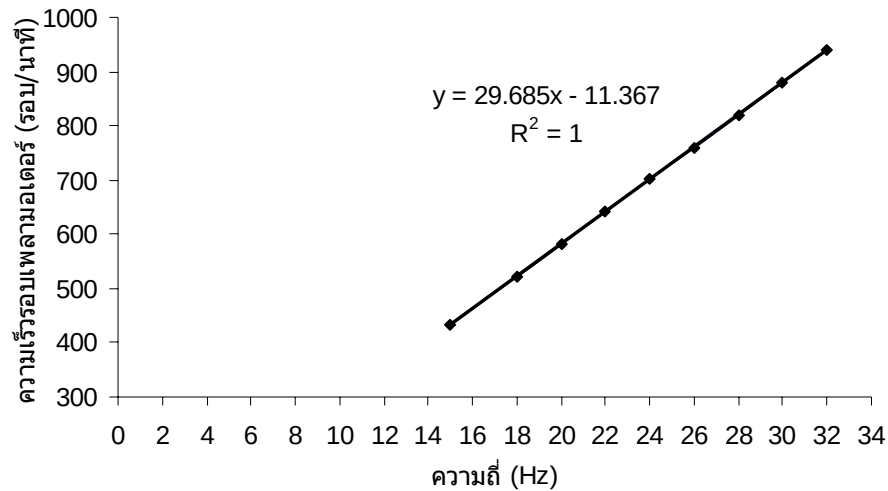
ข้อมูลผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเพลามอเตอร์ของ
เครื่องตัดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน และความถี่ของเครื่อง Inverter ที่ใช้ควบคุมความเร็วรอบ
มอเตอร์ที่เป็นต้นกำลังให้กับเครื่องตัด แสดงในตารางผนวกที่ 6 และความสัมพันธ์เป็นสมการ
ถดถอยเชิงเส้นคือ

$$Y = 29.685X - 11.367 \quad \text{และ} \quad R^2 = 1$$

โดยที่ X = ความถี่, Hz

Y = ความเร็วรอบของเพลามอเตอร์, รอบ/นาที

และแสดงในภาพที่ 35



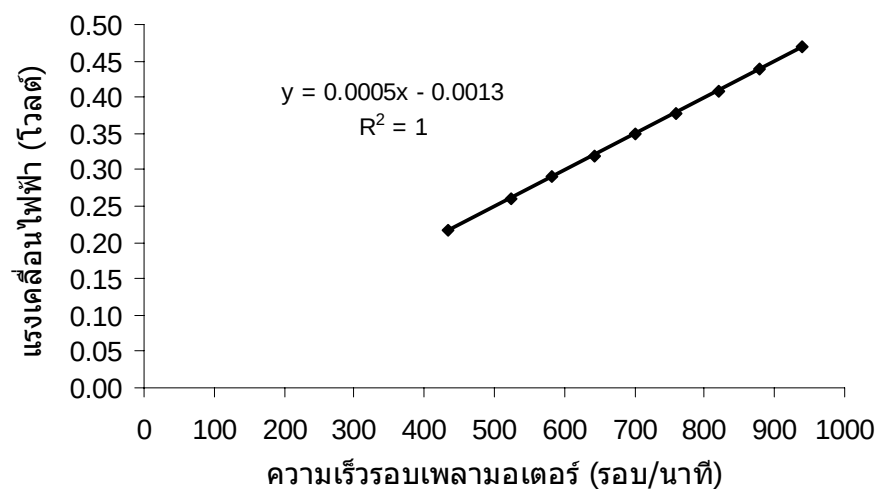
ภาพที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเพลามอเตอร์ของเครื่องตัดในแนวตั้งฉากกับ
แนวแกน และความถี่ของเครื่อง Inverter

ข้อมูลผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้า และความเร็วรอบของ
เพลามอเตอร์ของเครื่องตัดตามแนวตั้งฉากกับแนวแกน แสดงในตารางผนวกที่ 6 และความสัมพันธ์
เป็นสมการถดถอยเชิงเส้นคือ

$$Y = 0.0005X - 0.0013 \quad \text{และ} \quad R^2 = 1$$

โดยที่ X = ความเร็วรอบของเพลามอเตอร์ (รอบ/นาที)

Y = แรงเคลื่อนไฟฟ้า, โวลต์ และแสดงในภาพที่ 36

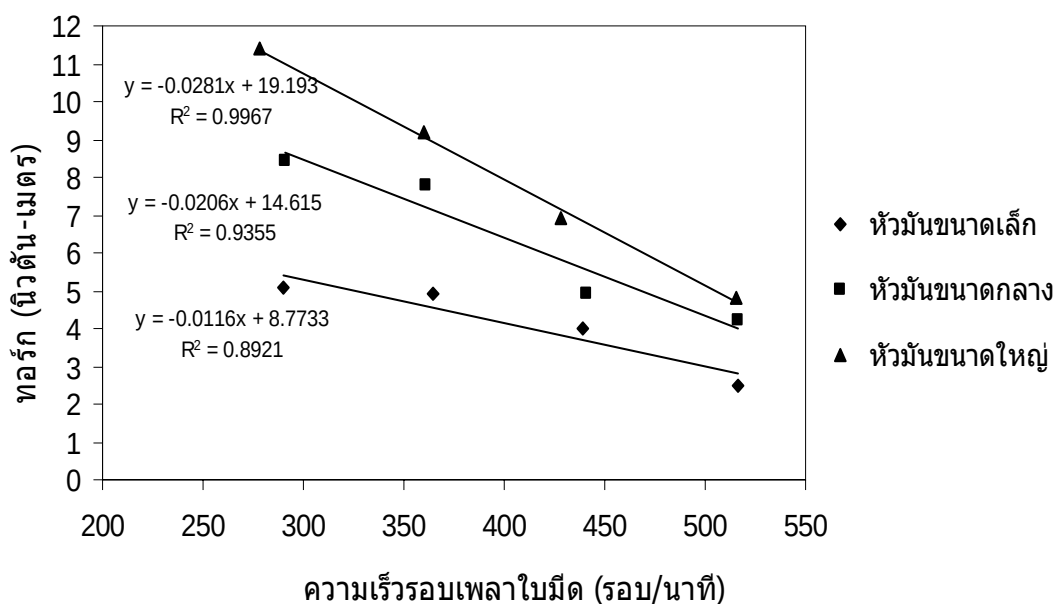


ภาพที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้า และความเร็วรอบของเครื่องตัดในแนวตั้งฉากกับ
แนวแกน

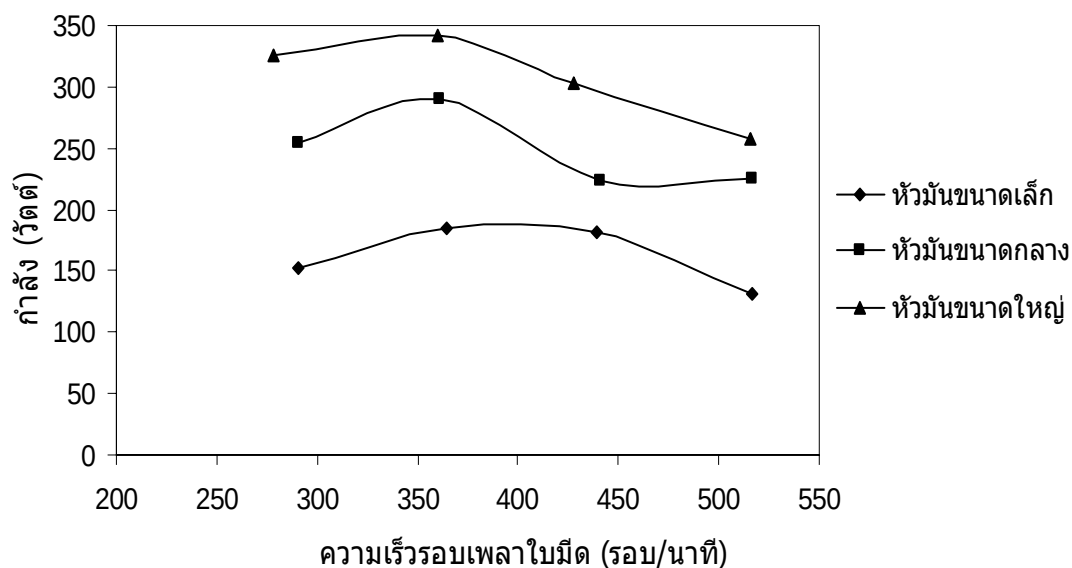
2.2 การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน

2.2.1 ผลการทดลองหาทอร์ก และกำลังที่ต้องการในการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน

ความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และความเร็วรอบเพลาลำบิดในการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกนแสดงในภาพที่ 37 ทอร์กลดลงตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นตามขนาดของหัวมันสำปะหลังสด ทอร์กที่เกิดขึ้นเมื่อตัดหัวมันสำปะหลังสดขนาดใหญ่มีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วง 11.4-4.8 นิวตัน-เมตร รองลงมาเป็นหัวมันสำปะหลังสดขนาดกลางอยู่ในช่วง 8.4-4.2 นิวตัน-เมตร และหัวมันสำปะหลังสดขนาดเล็กมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 5.1-2.5 นิวตัน-เมตร ที่ความเร็วรอบเพลาลำบิด 290-517 รอบ/นาที ซึ่งแสดงในตารางที่ 9 เนื่องจากหัวมันสำปะหลังสดขนาดใหญ่ และหัวมันสำปะหลังสดขนาดเล็กมีพื้นที่สัมผัสกับใบมีดขณะตัดมากที่สุด และน้อยที่สุด



ภาพที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และความเร็วรอบเพลาลำบิดในการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน



ภาพที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง และความเร็วรอบเพลาใบมีดในการตัดห้วมันลำปะหลังสดตามแนวแกน

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดของค่าทอร์ก 10 ค่า ที่ความเร็วรอบของเพลาใบมีดในการตัดห้วมันลำปะหลังสดตามแนวแกน

ขนาดห้วมัน ลำปะหลังสด / ความชื้น	แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยจากข้อมูล 10 ค่า (โวลต์) ที่ความเร็วรอบของ เพลาใบมีด (รอบ/นาที)				ทอร์ก (นิวตัน-เมตร) ที่ความเร็วรอบเพลาใบมีด (รอบ/นาที)			
(% มาตรฐาน เปียก)	290 rpm.	365 rpm.	440 rpm.	517 rpm.	290 rpm.	365 rpm.	440 rpm.	517 rpm.
ห้วมันขนาดเล็ก (71.03 %)	0.121	0.123	0.113	0.094	5.1	4.9	4.0	2.5
ห้วมันขนาดกลาง (71.02 %)	0.172	0.165	0.128	0.120	8.4	7.8	4.9	4.2
ห้วมันขนาดใหญ่ (71.80 %)	0.215	0.187	0.156	0.130	11.4	9.2	6.9	4.8

ทอร์ก และความเร็วรอบของเพลลาใบมีดของเครื่องตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกนมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นเมื่อตัดหัวมันสำปะหลังสดทั้งสามขนาด ค่า R^2 ที่ได้จากสมการคือ หัวมันสดขนาดเล็กมีค่า 0.8921 ขนาดกลาง 0.9355 และ ขนาดใหญ่ 0.9967 ตามลำดับ ซึ่งแสดงในตารางที่ 10

ข้อมูลผลการทดลองหาทอร์ก และความเร็วรอบเพลลาใบมีดของเครื่องตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน แสดงในตารางผนวกที่ 7-12

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง และความเร็วรอบเพลลาใบมีดในการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน แสดงในภาพที่ 38 กำลังมีแนวโน้มลดลงตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นความต้านทานการตัดของหัวมันสำปะหลังสดมีแนวโน้มลดลง และกำลังเพิ่มขึ้นตามขนาดของหัวมันสดโดยกำลังที่ใช้ในการตัดหัวมันสำปะหลังขนาดใหญ่มีค่ามากที่สุด และหัวมันสำปะหลังขนาดเล็กมีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 10 สมการถดถอยเชิงเส้นจากความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กและความเร็วรอบของเพลลาใบมีด และ ค่า R^2 ที่ได้จากสมการถดถอยเชิงเส้นในการตัดหัวมันสำปะหลังขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ด้วยเครื่องตัดตามแนวแกน

ขนาดหัวมันสำปะหลังสด	สมการถดถอยเชิงเส้น	ค่า R^2
หัวมันขนาดเล็ก	$Y = 8.7733 - 0.0116X$	0.8921
หัวมันขนาดกลาง	$Y = 14.615 - 0.0206X$	0.9355
หัวมันขนาดใหญ่	$Y = 19.193 - 0.0281X$	0.9967

หมายเหตุ: X = ความเร็วรอบของเพลลาใบมีดของเครื่องตัดตามแนวแกน, รอบ/นาที

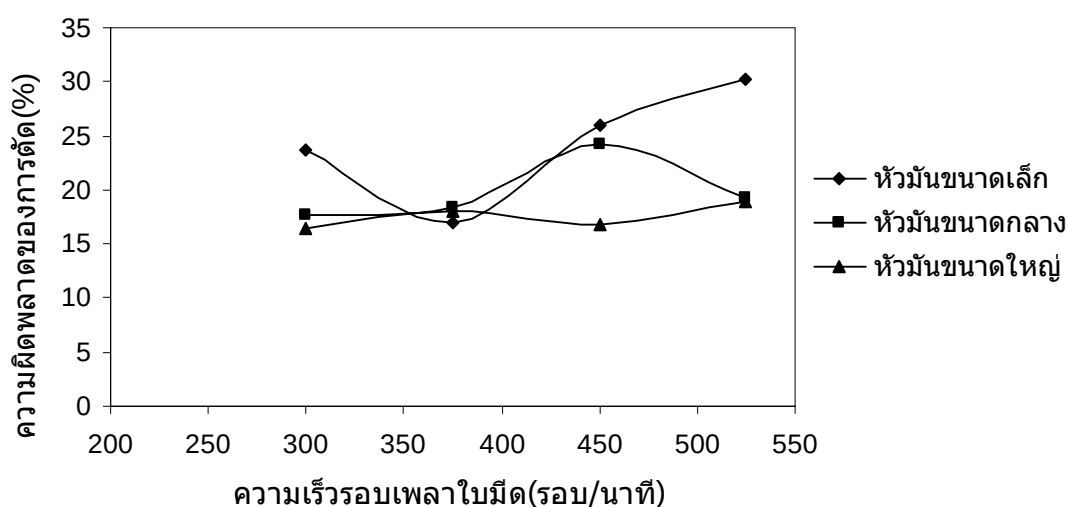
Y = ทอร์ก (นิวตัน-เมตร)

2.2.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน

คุณภาพของการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกนระบุโดยค่าความผิดพลาดของการตัด (หน้าที่ 30) ความผิดพลาดของการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกนแสดงในภาพที่ 39 หัวมันสำปะหลังสดขนาดใหญ่มีค่าความผิดพลาดของการตัดน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 16.45-19.00 เปอร์เซนต์ และ หัวมันสำปะหลังสดขนาดเล็กมีค่าความผิดพลาดของการตัดมากที่สุดอยู่ในช่วง 16.93-30.31 เปอร์เซนต์ เนื่องจากความผิดพลาดของการตัดที่เกิดขึ้นกับหัวมันทุกขนาด และทุกความเร็วรอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.34-64 กรัม เมื่อคำนวณค่าความผิดพลาดของการตัดโดยน้ำหนัก จากสมการที่ (4) จึงทำให้หัวมันขนาดเล็กมีค่ามากที่สุด

การตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกนพบว่าชิ้นมันหลังการตัดบางชิ้นมีรอยร้าวเกิดขึ้นในเนื้อมันตามแนวตัดขวางโดยเฉพาะหัวมันขนาดใหญ่ซึ่งแสดงในภาพที่ 40 รอยร้าวเกิดขึ้นเนื่องจากการแทรกตัวของใบมีดเข้าไปในเนื้อมันสำปะหลังสดที่มีความเปราะและจะเกิดล่วงหน้าก่อนที่ใบมีดจะแทรกตัวไปถึง ขณะเดียวกันก็จะเกิดรอยร้าวตามแนวยาวในชิ้นมันด้วยซึ่งน่าจะเกิดจากสาเหตุเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 41 ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะพบมากในการตัดหัวของพืชที่มีความเปราะ เช่น หัวบีท (Persson, 1987)

ข้อมูลผลการทดลองหาความผิดพลาดของการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน แสดงในตารางผนวกที่ 13-15



ภาพที่ 39 ความผิดพลาดของการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน



ภาพที่ 40 การเกิดรอยร้าวในแนวตัดขวางเนื่องจากการแทรกตัวของไพบีคเข้าไปในเนื้อไม้
ลำปะหลังสดที่มีความเปราะ



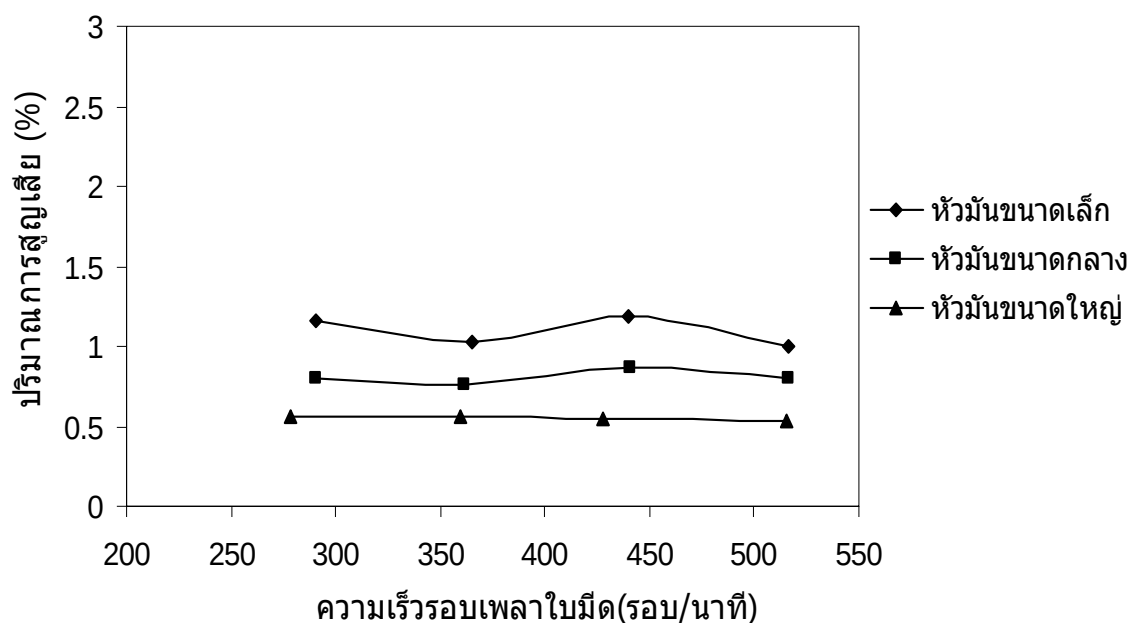
ภาพที่ 41 การเกิดรอยร้าวในแนวยาวเนื่องจากการแทรกตัวของไพบีคเข้าไปในเนื้อไม้ลำปะหลัง
สดที่มีความเปราะ

2.2.3 ผลการทดลองหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดจากการตัดตามแนวแกน

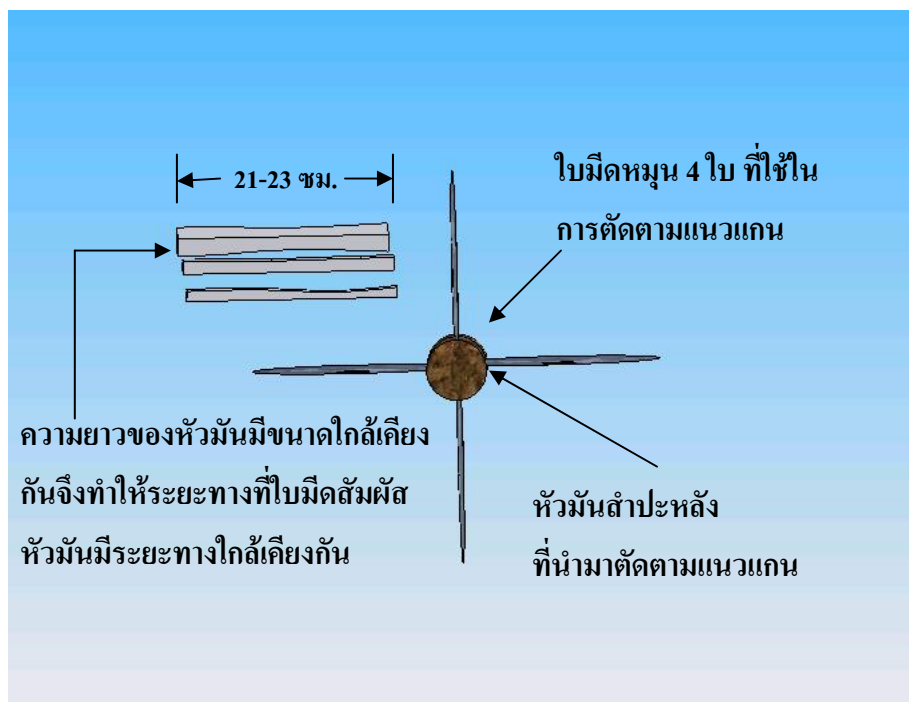
การสูญเสียมีสองลักษณะ คือ ส่วนที่เป็นน้ำจากน้ำมันสำปะหลังสด และส่วนที่เป็นเศษชิ้นมันขนาดเล็กซึ่งติดค้างอยู่ในเครื่องไม่สามารถรวบรวมได้แต่รวมกันเป็นการสูญเสียจากการตัด

ปริมาณการสูญเสียในการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกนแสดงในภาพที่ 42 การสูญเสียในการตัดหัวมันสำปะหลังสดขนาดเล็กมีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วง 1.00-1.16 เปอร์เซ็นต์ หัวมันขนาดกลางมีการสูญเสียรองลงมา อยู่ในช่วง 0.76-0.87 เปอร์เซ็นต์ และหัวมันขนาดใหญ่มีการสูญเสียน้อยที่สุด อยู่ในช่วง 0.54-0.57 เปอร์เซ็นต์ ที่ทุกค่าของความเร็วรอบเพลาลำมีด

ข้อมูลผลการทดลองหาปริมาณการสูญเสียในการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกนแสดงในตารางผนวกที่ 13-15



ภาพที่ 42 ปริมาณการสูญเสียในการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน



ภาพที่ 43 การตัดหัวมันลำปะหลังสดตามแนวแกน ภาพมองจากด้านบน (Top view)

ปริมาณการสูญเสียในการตัดหัวมันลำปะหลังสดตามแนวแกนจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อหัวมันลำปะหลังมีขนาดลดลง เนื่องจากการตัดในแนวแกนนี้ระยะทางที่ใบมีดสัมผัสกับชิ้นมันมีระยะทางเท่ากัน (จากการที่กำหนดให้หัวมันก่อนทำการตัดมีความยาวประมาณ 21-23 เซนติเมตร) ดังแสดงในภาพที่ 43 จึงทำให้การสูญเสียที่เกิดขึ้นทุกขนาดหัวมันลำปะหลังมีค่าใกล้เคียงกันคือ หัวมันลำปะหลังขนาดเล็ก มีค่าอยู่ในช่วง 0.56-4.48 กรัม หัวมันลำปะหลังขนาดกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.71-4.67 กรัม และหัวมันลำปะหลังขนาดใหญ่ มีค่าอยู่ในช่วง 1.97-4.42 กรัม ในขณะที่มวลชิ้นมันเริ่มต้นก่อนทำการตัดมีค่าต่างกันตามขนาดของหัวมันลำปะหลังคือ หัวมันลำปะหลังขนาดเล็ก มีค่าอยู่ในช่วง 136-239 กรัม หัวมันลำปะหลังขนาดกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 203-406 กรัม และหัวมันลำปะหลังขนาดใหญ่ มีค่าอยู่ในช่วง 389-571 กรัม เมื่อคำนวณปริมาณการสูญเสียจากการตัดโดยนำหนักจากสมการที่ (5) จึงทำให้ปริมาณการสูญเสียจากการตัดหัวมันขนาดเล็กมีค่ามากที่สุด

2.3 การทดลองหาทอร์ก และกำลังที่ต้องการในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

2.3.1 ผลการทดลองหาทอร์ก และกำลังที่ต้องการในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

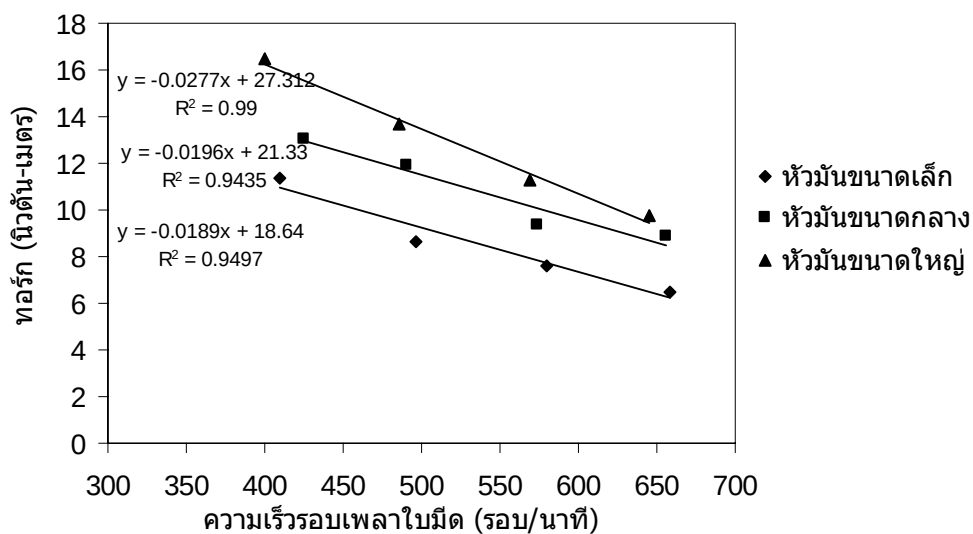
ข้อมูลผลการทดลองหาทอร์ก และความเร็วรอบเพลลาใบมีดในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน ที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในตารางผนวกที่ 16-21, 22-27 และ 28-33 ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และความเร็วรอบเพลลาใบมีดในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน แสดงในภาพที่ 44, 46 และ 48 ตามลำดับ ทุกระยะห่างระหว่างใบมีด ทอร์กลดลงตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นตามขนาดของหัวมันสำปะหลังสด ทอร์กที่เกิดขึ้นเมื่อตัดหัวมันสำปะหลังสดขนาดใหญ่มีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็นหัวมันสำปะหลังขนาดกลาง และหัวมันสำปะหลังขนาดเล็กมีค่าน้อยที่สุด ที่ความเร็วรอบเพลลาใบมีด 413-651 รอบ/นาที ตามลำดับ เนื่องจากหัวมันสำปะหลังขนาดใหญ่มาก และหัวมันสำปะหลังขนาดเล็กมีพื้นที่สัมผัสกับใบมีดขณะตัดมากที่สุด และน้อยที่สุด ทอร์กลดลงตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนใบมีดที่ใช้ในการตัดชิ้นมัน (สัมผัสกับชิ้นมัน) ลดลงตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่ม ค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูล 5 ค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดของค่าทอร์ก และความเร็วรอบของเพลลาใบมีดในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 11

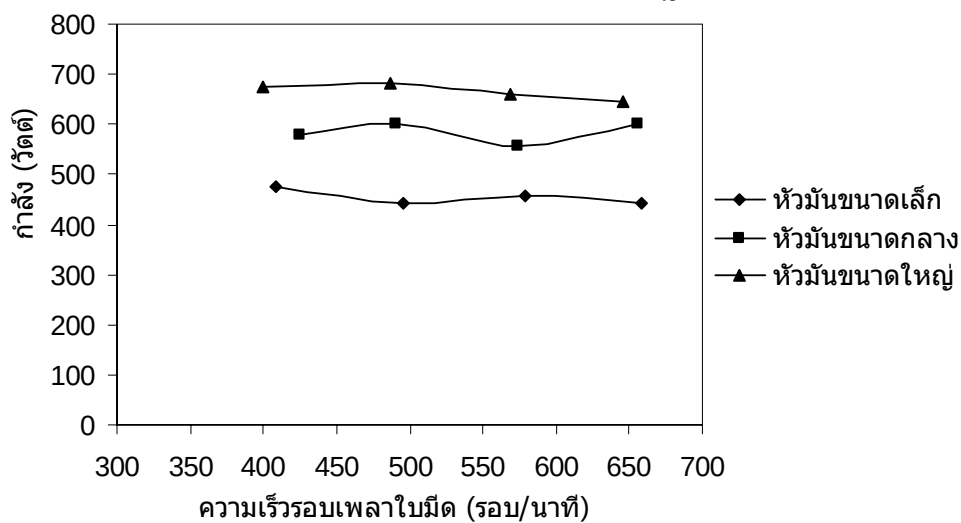
ทุกระยะห่างระหว่างใบมีด ทอร์กและความเร็วรอบมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้น มีค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.87-0.99 สมการถดถอยเชิงเส้น และค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กและความเร็วรอบของเพลลาใบมีด ในการตัดหัวมันสำปะหลังขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ด้วยเครื่องตัดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนแสดงในตารางที่ 12

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง และความเร็วรอบของเพลลาใบมีดในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน ที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในภาพที่ 45, 47 และ 49 ตามลำดับ

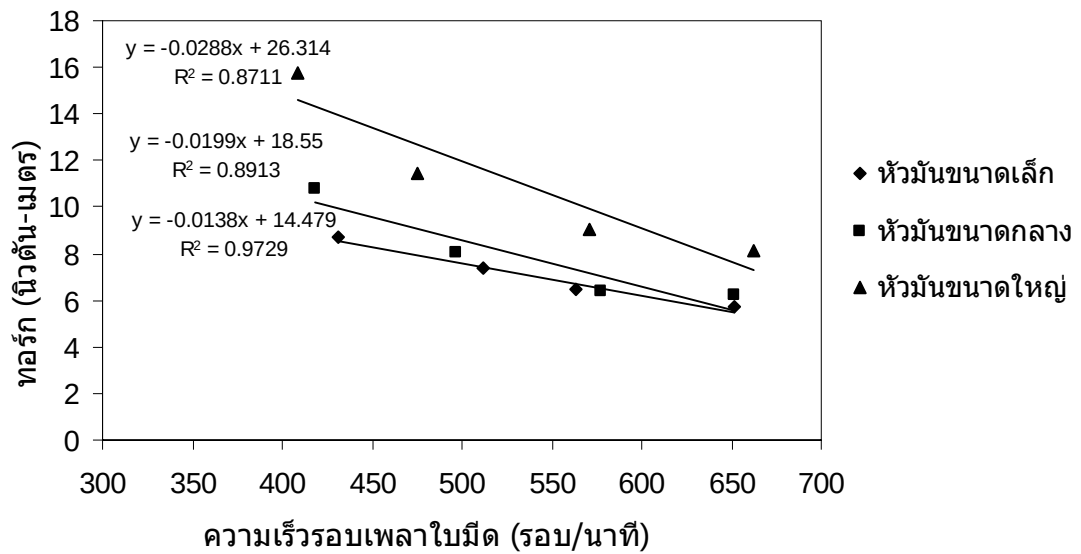
กำลังเพิ่มขึ้นตามขนาดของหัวมันสำปะหลัง กำลังที่ใช้เมื่อตัดหัวมันสำปะหลังสดขนาดใหญ่มีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็นหัวมันสำปะหลังสดขนาดกลาง และหัวมันสำปะหลังขนาดเล็กมีค่าน้อยที่สุด ที่ความเร็วรอบเพล่าไบริดระหว่าง 413-651 รอบ/นาที ตามลำดับ เนื่องจากหัวมันสำปะหลังสดขนาดใหญ่ และหัวมันสำปะหลังสดขนาดเล็กมีพื้นที่สัมผัสกับใบมีดขณะตัดมากที่สุด และน้อยที่สุด กำลังมีแนวโน้มลดลงตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนใบมีดที่ใช้ในการตัดชิ้นมัน (สัมผัสกับชิ้นมัน) ลดลงตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่ม ที่ระยะห่างระหว่างใบมีดค่าใดค่าหนึ่งเมื่อตัดหัวมันขนาดใดขนาดหนึ่ง กำลังมีค่าผันแปร ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจนกับความเร็วรอบ



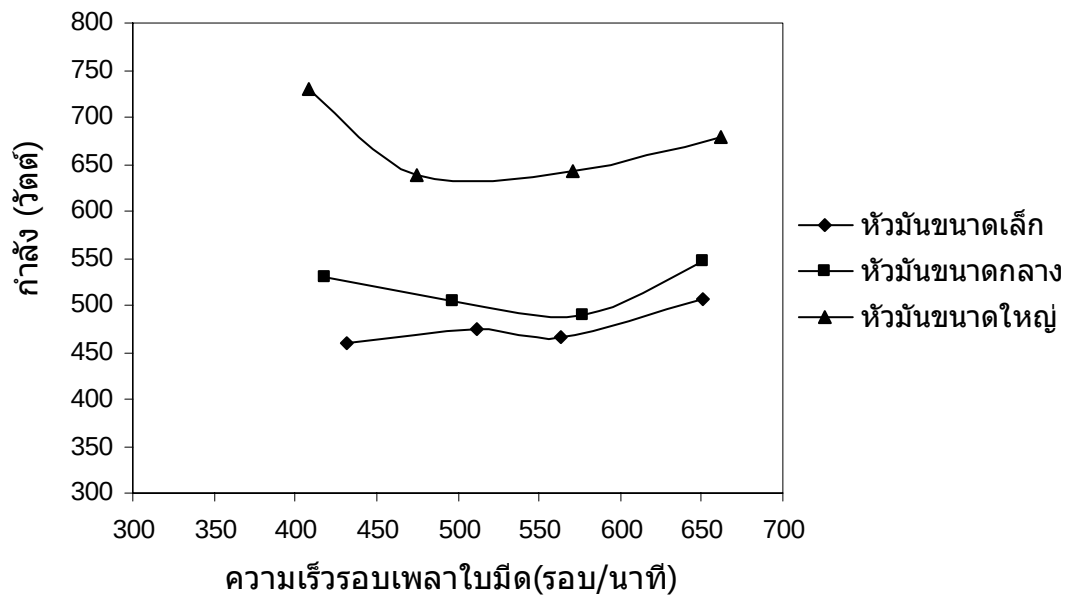
ภาพที่ 44 ความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และความเร็วรอบเพล่าไบริดในการตัดหัวมันสำปะหลังสด ในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร



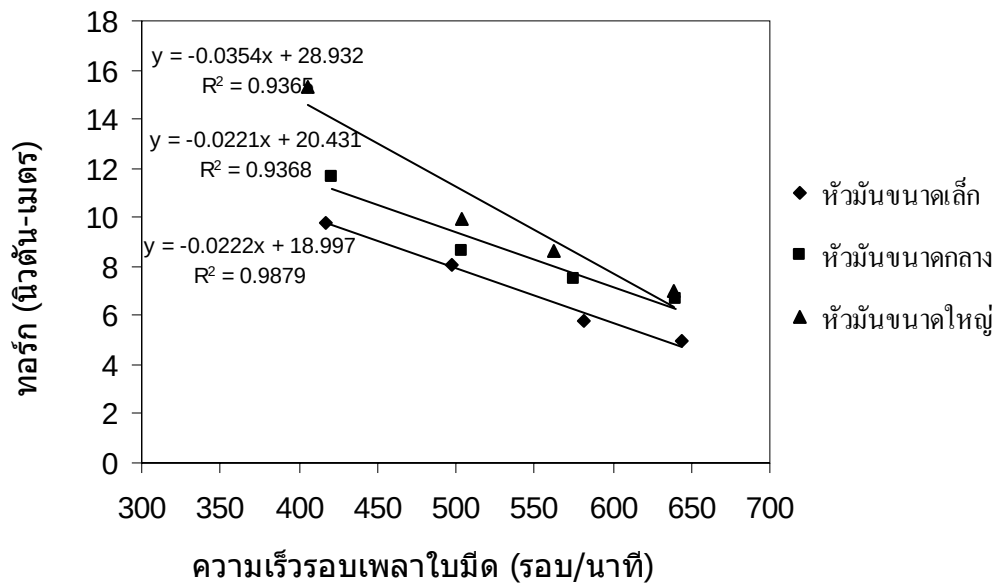
ภาพที่ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง และความเร็วรอบเพล่าไบริดในการตัดหัวมันสำปะหลังสด ในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร



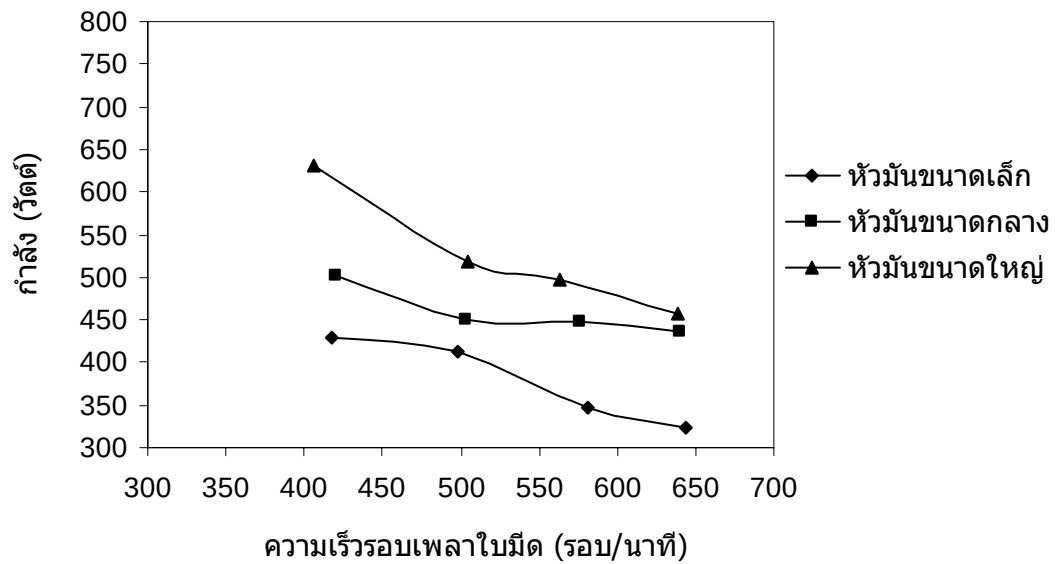
ภาพที่ 46 ความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และความเร็วรอบเพลาใบมีดในการตัดห้วมันสำปะหลังสด ในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร



ภาพที่ 47 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง และความเร็วรอบเพลาใบมีดในการตัดห้วมันสำปะหลังสด ในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร



ภาพที่ 48 ความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และความเร็วรอบเพลาใบมีดในการตัดห้วมันสำปะหลังสด ในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร



ภาพที่ 49 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง และความเร็วรอบเพลาใบมีดในการตัดห้วมันสำปะหลังสด ในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูล 5 ค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดของค่าทอร์ก และความเร็วรอบของเพล่าใบมีดในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

ขนาดหัวมัน	แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยจากข้อมูล				ทอร์ก (นิวตัน-เมตร)			
ลำปะหลังสด / ความชื้น (%)	5 ค่า (โวลต์) ที่ความเร็วรอบของเพล่าใบมีด (รอบ/นาที)				ที่ความเร็วรอบเพล่าใบมีด(รอบ/นาที)			
มาตรฐานเปียก)	413 rpm.	512 rpm.	563 rpm.	651 rpm.	413 rpm.	512 rpm.	563 rpm.	651 rpm.
ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร								
หัวมันขนาดเล็ก (68.10%)	0.170	0.130	0.114	0.098	11.35	8.67	7.61	6.51
หัวมันขนาดกลาง (65.80%)	0.196	0.176	0.141	0.133	13.06	11.95	9.38	8.84
หัวมันขนาดใหญ่ (65.30%)	0.247	0.205	0.169	0.146	16.47	13.67	11.25	9.72
ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร								
หัวมันขนาดเล็ก (65.35 %)	0.130	0.110	0.097	0.085	8.69	7.35	6.46	5.70
หัวมันขนาดกลาง (66.63%)	0.162	0.121	0.096	0.093	10.81	8.07	6.41	6.20
หัวมันขนาดใหญ่ (65.93%)	0.237	0.171	0.136	0.122	15.78	11.42	9.03	8.14
ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร								
หัวมันขนาดเล็ก (66.19%)	0.147	0.121	0.086	0.074	9.78	8.04	5.76	4.93
หัวมันขนาดกลาง (66.19 %)	0.174	0.129	0.113	0.100	11.61	8.63	7.52	6.68
หัวมันขนาดใหญ่ (66.03 %)	0.230	0.149	0.130	0.105	15.33	9.95	8.67	7.01

ตารางที่ 12 สมการถดถอยเชิงเส้นจากความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กและความเร็วรอบของเพล่าใบมีด และ ค่า R^2 ของสมการถดถอยเชิงเส้นในการตัดห้วมันลำปะหลังขนาดเล็ก ขนาดกลาง และ ขนาดใหญ่ ด้วยเครื่องตัดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

ขนาดห้วมันลำปะหลังสด	สมการถดถอยเชิงเส้น	ค่า R^2
ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร		
ห้วมันขนาดเล็ก	$Y = 18.64 - 0.0189X$	0.9497
ห้วมันขนาดกลาง	$Y = 21.33 - 0.0196X$	0.9435
ห้วมันขนาดใหญ่	$Y = 27.312 - 0.0277X$	0.99
ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร		
ห้วมันขนาดเล็ก	$Y = 14.479 - 0.0138X$	0.9729
ห้วมันขนาดกลาง	$Y = 18.55 - 0.0199X$	0.8913
ห้วมันขนาดใหญ่	$Y = 26.314 - 0.0288X$	0.8711
ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร		
ห้วมันขนาดเล็ก	$Y = 18.997 - 0.0222X$	0.9879
ห้วมันขนาดกลาง	$Y = 20.431 - 0.0221X$	0.9368
ห้วมันขนาดใหญ่	$Y = 28.932 - 0.0354X$	0.9365

หมายเหตุ: X = ความเร็วรอบของเพล่าใบมีดของเครื่องตัดตามแนวแกน, รอบ/นาที

Y = ทอร์ก (นิวตัน-เมตร)

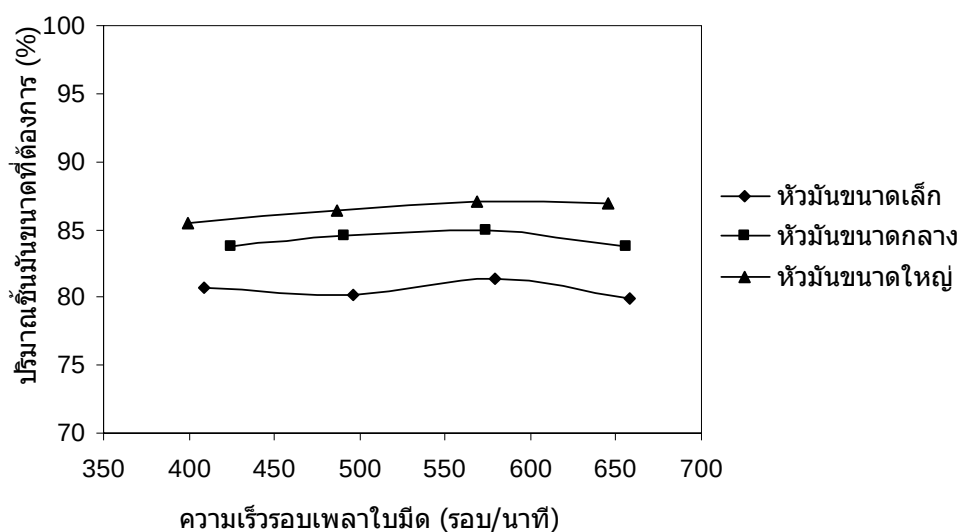
2.3.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพการตัดชิ้นมันสำปะหลังที่ได้จากการตัดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

ก. ผลการทดลองหาปริมาณชิ้นมันขนาดที่ต้องการที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

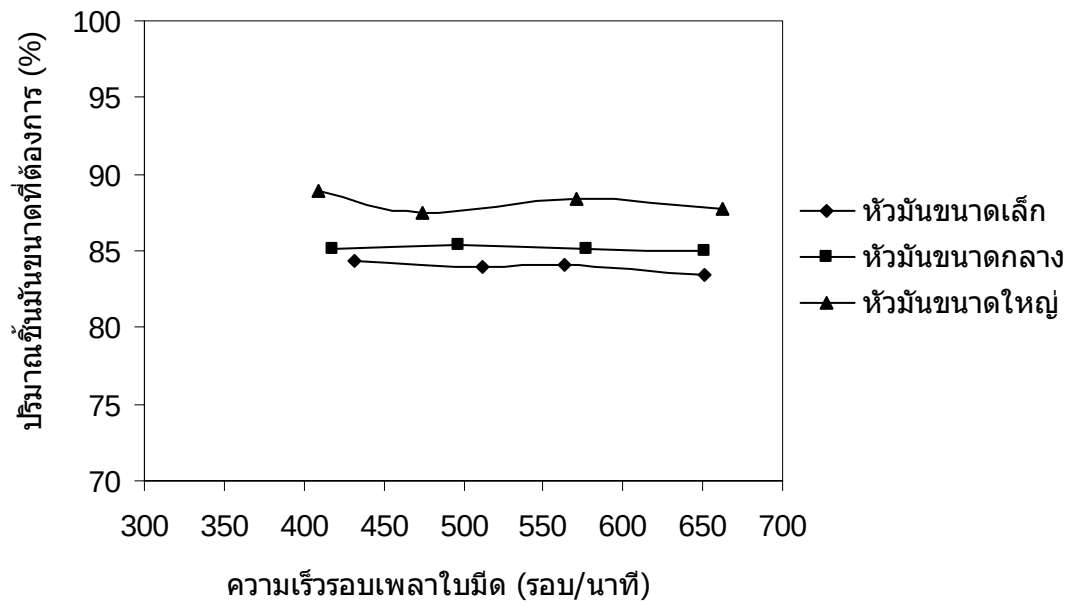
ข้อมูลผลการทดลองหาปริมาณชิ้นมันขนาดที่ต้องการ ที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในตารางผนวกที่ 35-37, 39-41 และ 43-45 ตามลำดับ

ปริมาณชิ้นมันขนาดที่ต้องการที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในภาพที่ 50, 51 และ 52 ตามลำดับ เมื่อตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน หัวมันสำปะหลังขนาดเล็กให้ปริมาณชิ้นมันที่ต้องการมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 79.92-81.37, 83.43-84.28 และ 87.48-87.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหัวมันขนาดกลาง 83.70-84.91, 85.11-85.39 และ 87.96-89.07 เปอร์เซ็นต์ และ หัวมันขนาดใหญ่มีค่ามากที่สุด 85.52-87.06, 87.52-88.93 และ 89.09-89.55 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร ตามลำดับ

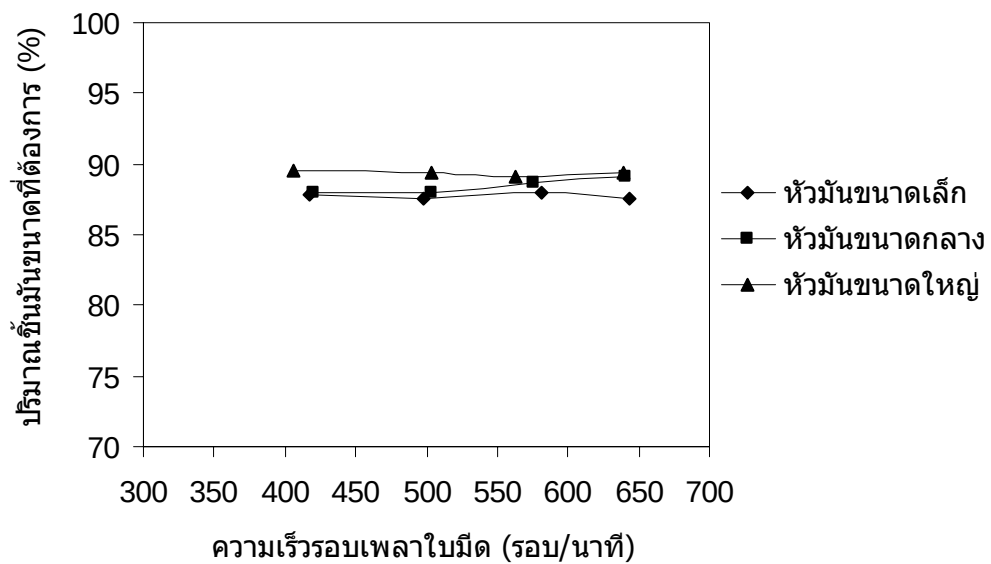
ปริมาณชิ้นมันขนาดที่ต้องการที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 50 ปริมาณชิ้นมันขนาดที่ต้องการที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 51 ปริมาณขึ้นมันขนาดที่ต้องการที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับ
แนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร



ภาพที่ 52 ปริมาณขึ้นมันขนาดที่ต้องการที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับ
แนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร

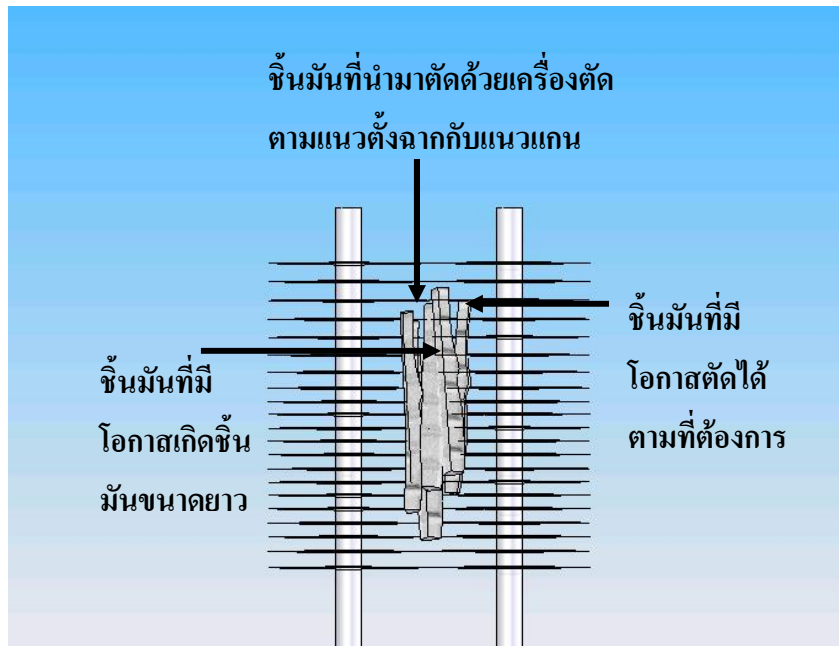
ข. ผลการทดลองหาปริมาณไขมันขนาดยาวที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

ข้อมูลผลการทดลองหาปริมาณไขมันขนาดยาว ที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในตารางผนวกที่ 35-37, 39-41 และ 43-45 ตามลำดับ

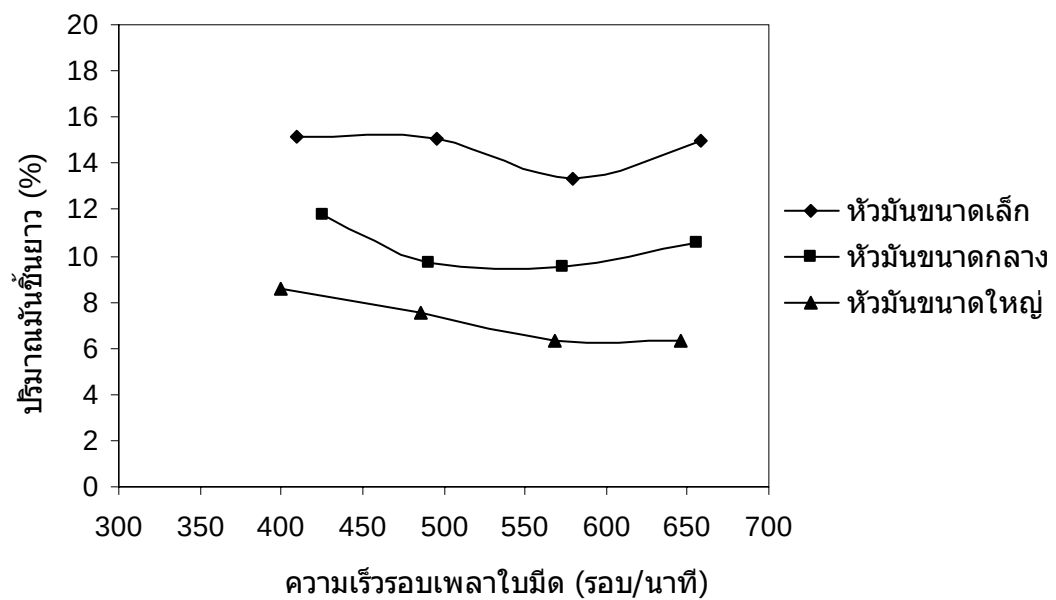
ปริมาณไขมันขนาดยาว ที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตรแสดงในภาพที่ 54, 55 และ 56 ตามลำดับ ปริมาณไขมันขนาดยาว ที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังขนาดเล็กมีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วง 13.32-15.14, 11.78-12.26 และ 8.70-9.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหัวมันขนาดกลาง 9.49-11.79, 9.96-10.89 และ 6.73-8.40 เปอร์เซ็นต์ และหัวมันขนาดใหญ่มีค่าน้อยที่สุด 6.30-8.60, 6.14-7.41 และ 5.54 - 6.44 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร ตามลำดับ

ปริมาณไขมันขนาดยาวที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนมีปริมาณลดลงตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่มขึ้น และลดลงตามขนาดหัวมันสำปะหลังสดที่เพิ่มขึ้น

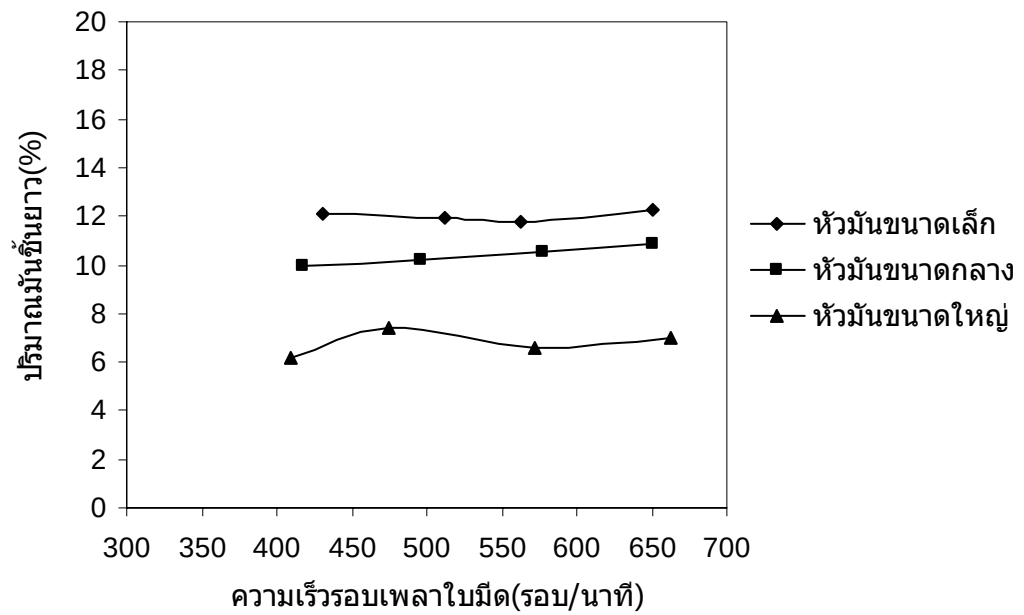
คุณภาพการตัดประกอบด้วย ไขมันขนาดที่ต้องการ ไขมันขนาดยาว และเศษไขมัน ขนาดของหัวมันสำปะหลังสด และ ระยะห่างระหว่างใบมีดมีผลต่อคุณภาพการตัด การตัดหัวมันขนาดใหญ่ได้ปริมาณไขมันขนาดที่ต้องการมากที่สุด และได้ปริมาณไขมันขนาดยาวน้อยที่สุด เนื่องจากตัวอย่างไขมันที่นำมาตัดมีมวลเท่ากันทุกขนาดคือขนาดละ 1 กิโลกรัม ทำให้จำนวนชิ้นของตัวอย่างของหัวมันขนาดใหญ่มีจำนวนชิ้นมันน้อยที่สุด (ประมาณ 6-8 ชิ้น) และ จำนวนชิ้นของตัวอย่างของหัวมันขนาดเล็กมากที่สุด (ประมาณ 15-20 ชิ้น) เมื่อป้อนไขมันเข้าไปในเครื่องตัด ไขมันของหัวมันขนาดเล็กมีโอกาสที่จะไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องมากที่สุดในการวางตัวบนใบมีด ขณะกำลังตัดซึ่งจะเกิดแนวการตัดที่ไม่ตั้งฉากกับไขมันทำให้เกิดไขมันขนาดยาวในปริมาณมาก เมื่อเทียบกับหัวมันขนาดใหญ่ที่มีจำนวนชิ้นที่น้อยกว่า ดังแสดงในภาพที่ 53 การตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีดมากที่สุด 2.0 เซนติเมตร ได้ปริมาณไขมันขนาดที่ต้องการมากที่สุด เนื่องจากจำนวนใบมีดที่ใช้ตัดไขมันมีน้อยกว่ากรณีอื่น และจำนวนไขมันที่ได้จากการตัดมีปริมาณน้อยกว่าการตัดที่ระยะห่างใบมีดค่าอื่นที่น้อยกว่า ดังนั้นไขมันที่ได้ภายหลังการตัดเมื่อตรวจสอบด้วยสายตาจึงมีความยาวที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่าการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีดที่น้อยกว่า



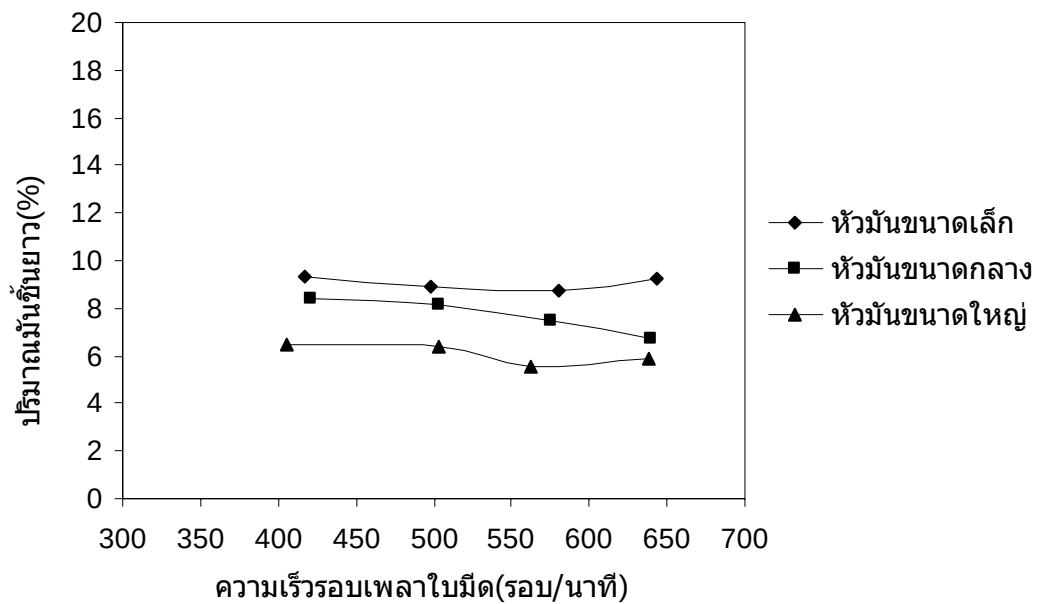
ภาพที่ 53 ลักษณะการตัดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน มองจากด้านบน (Top view)



ภาพที่ 54 ปริมาณน้ำมันขนาดยาวที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่
ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 55 ปริมาณน้ำมันขนาดยาวที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร



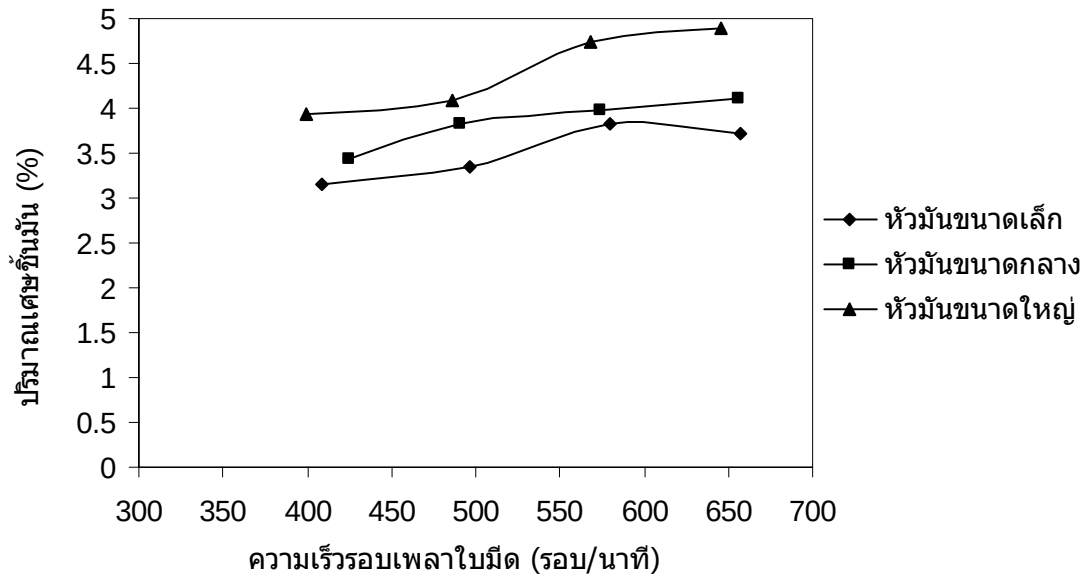
ภาพที่ 56 ปริมาณน้ำมันขนาดยาวที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร

ก. ผลการทดลองหาปริมาณเศษชิ้นมันที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

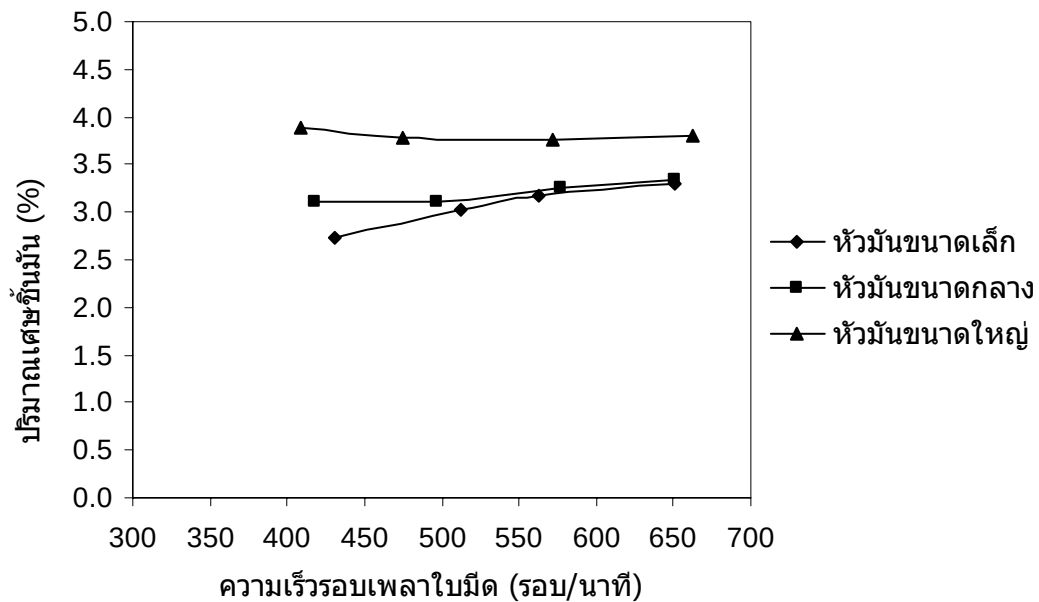
ข้อมูลผลการทดลองหาปริมาณเศษชิ้นมันที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในตารางผนวกที่ 35-37, 39- 41 และ 43 - 45 ตามลำดับ

ปริมาณเศษชิ้นมัน ที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในภาพที่ 57, 58 และ 59 ตามลำดับ เศษชิ้นมันที่เกิดขึ้นเมื่อตัดหัวมันสำปะหลังขนาดเล็กมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 3.16-3.82, 2.73-3.17 และ 2.09-2.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหัวมันขนาดกลาง 3.44-4.10, 3.11-3.34 และ 2.65-3.23 เปอร์เซ็นต์ และหัวมันขนาดใหญ่มีค่ามากที่สุด 3.93-4.89, 3.7-3.88 และ 3.19-3.61 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร ตามลำดับ

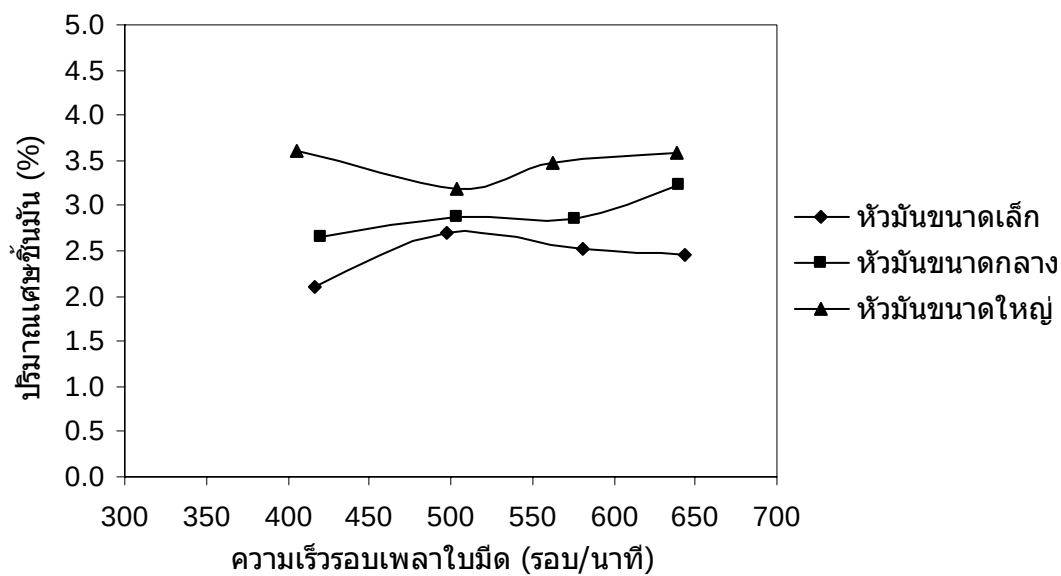
ปริมาณเศษชิ้นมัน ที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนมีปริมาณลดลงตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่มขึ้นแต่เพิ่มขึ้นตามขนาดของหัวมันสำปะหลังสดที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะห่างระหว่างใบมีดที่น้อยที่สุดทำให้มีจำนวนใบมีดสัมผัสกับชิ้นมันมากที่สุดหากชิ้นมันไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องขณะตัดจะทำให้มีโอกาสเกิดเศษชิ้นมันได้มากกว่ากรณีอื่น และการที่เศษชิ้นมันเพิ่มขึ้นตามขนาดของหัวมันที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นเพราะผลที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากรอยร้าวที่เกิดจากการตัดตามแนวแกนก่อนซึ่งเกิดขึ้นในหัวมันขนาดใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 60 เมื่อนำชิ้นมันมาตัดตามแนวตั้งฉากกับแนวแกน จึงทำให้ส่วนที่ร้าวขึ้นเกิดการแยกตัวเป็นเศษชิ้นมันในปริมาณมาก ซึ่งแสดงในภาพที่ 61



ภาพที่ 57 ปริมาณเศษไขมันที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 58 ปริมาณเศษไขมันที่ได้จากการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร



ภาพที่ 59 ปริมาณเศษไขมันที่ได้จากการตัดห้วมันลำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร



ภาพที่ 60 รอยร้าวที่เกิดขึ้นกับตัวอย่างห้วมันขนาดใหญ่ก่อนการตัดตามแนวตั้งฉากกับแนวแกน



ภาพที่ 61 ชิ้นมันตัวอย่างของหัวมันขนาดใหญ่หลังการตัดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

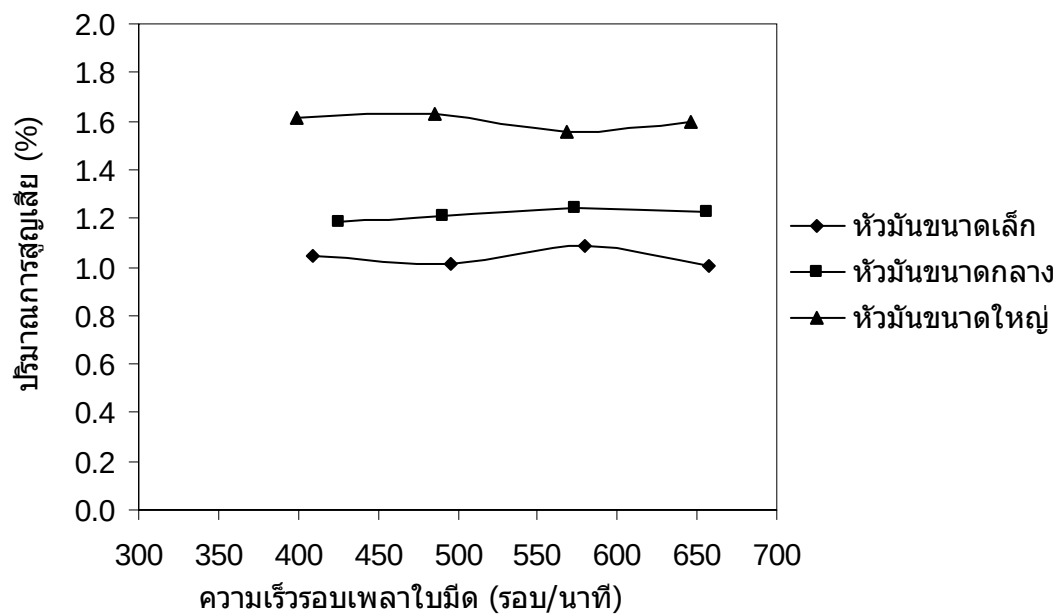
2.3.3 ผลการทดลองหาปริมาณการสูญเสียในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน

ข้อมูลผลการทดลองหาปริมาณการสูญเสียในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในตารางผนวกที่ 34, 38 และ 42 ตามลำดับ

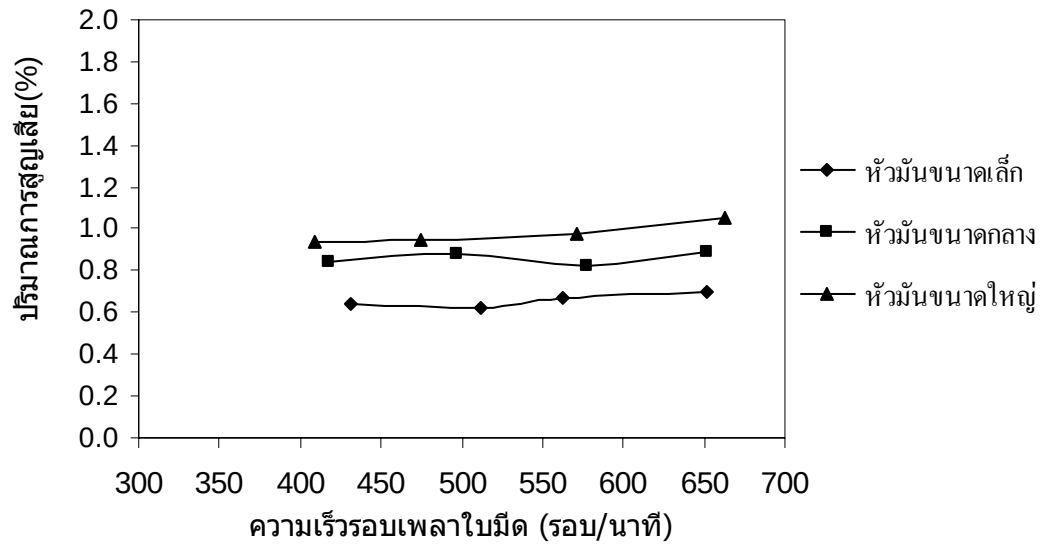
การสูญเสียที่เกิดขึ้นในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ การสูญเสียน้ำจากเนื้อมันสำปะหลังสด และการเกิดเศษชิ้นมันขนาดเล็กซึ่งติดค้างอยู่ในเครื่อง และไม่สามารถรวบรวมได้ ปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตรแสดงในภาพที่ 62, 63 และ 64 ตามลำดับ

ปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นรวม เมื่อตัดหัวมันสำปะหลังขนาดเล็กมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 1.00-1.09, 0.63-0.70 และ 0.54-0.57 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหัวมันขนาดกลาง 1.19-1.25, 0.82-0.89 และ 0.65-0.69 เปอร์เซ็นต์ และหัวมันขนาดใหญ่มีค่ามากที่สุด 1.56-1.63,

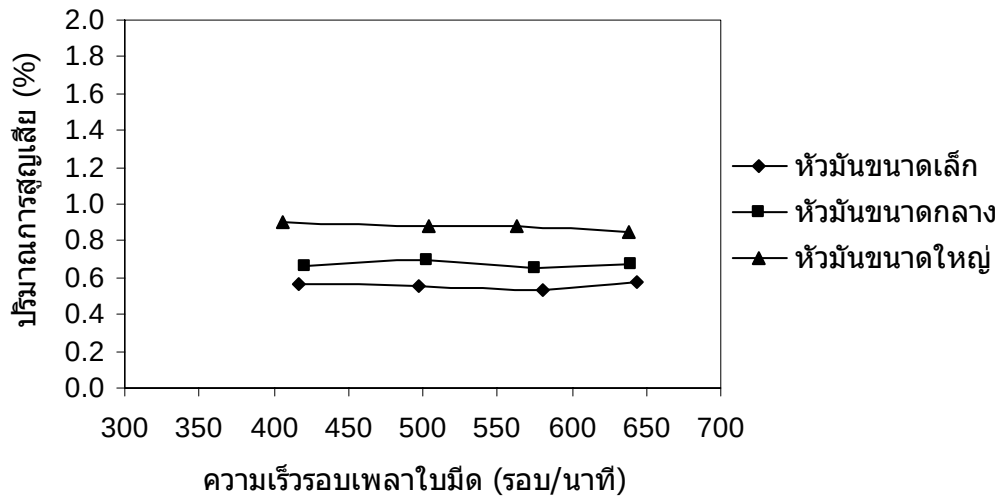
0.94-1.05 และ 0.85-0.90 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างใบมีดค่าหนึ่ง ขึ้นมันขนาดใหญ่จะมีพื้นที่สัมผัสกับใบมีดมากที่สุดจึงทำให้เกิดการสูญเสียมากเมื่อเทียบกับหัวมัน ขนาดเล็กที่มีพื้นที่สัมผัสกับใบมีดน้อยกว่า รวมทั้งรอยร้าวที่เกิดขึ้นจากการตัดหัวมันขนาดใหญ่ตาม แนวแกนก่อน ส่งผลให้เกิดเศษขึ้นมันขนาดเล็กที่ติดค้างอยู่ในเครื่องในปริมาณมากกว่าการตัด หัวมันขนาดอื่น ดังแสดงในภาพที่ 65 และ 66



ภาพที่ 62 ปริมาณการสูญเสียในการตัดหัวมันสำปะหลังสดในแนวตั้งจากกับแนวแกนที่ระยะห่าง ระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 63 ปริมาณการสูญเสียในการตัดห้วงมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร



ภาพที่ 64 ปริมาณการสูญเสียในการตัดห้วงมันสำปะหลังสดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร



ภาพที่ 65 การสูญเสีย น้ำจากน้ำมันสำปะหลังสดในการตัดในแนวตั้งจากกับแนวแกน



ภาพที่ 66 เศษชิ้นมันสำปะหลังสดที่เกิดขึ้นในการตัดในแนวตั้งจากกับแนวแกน

3. การศึกษาเปรียบเทียบการลดความชื้นของไขมัน โดยการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ และการหาแบบจำลองสำหรับการลดความชื้นไขมันแบบชั้นบางที่ได้จากการตัดตามแนวแกน และแนวตั้งฉากกับแนวแกน โดยใช้เครื่องตัดแบบใบมีดหมุน กับไขมันที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องหั่นแบบจานหมุน

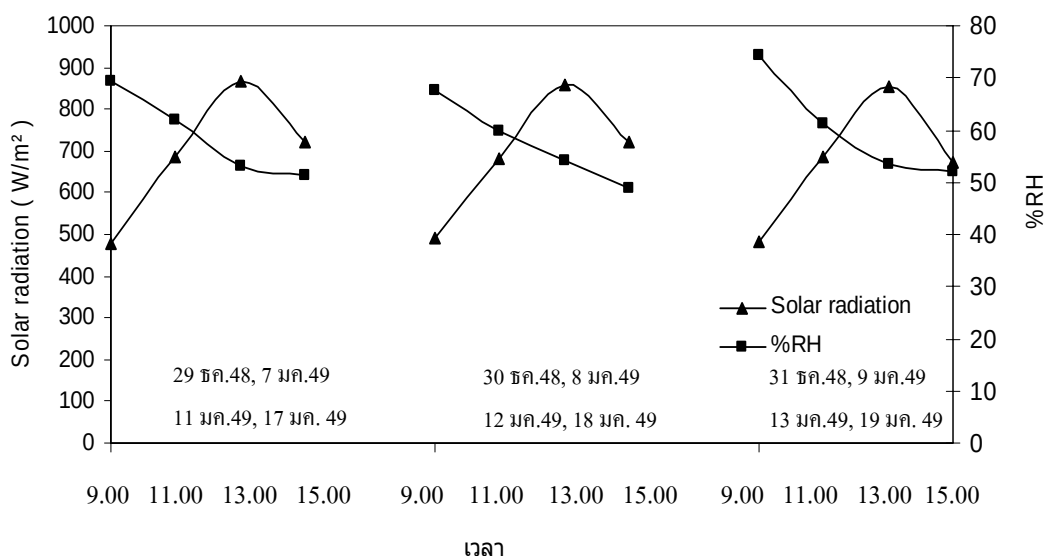
วิธีการทดลอง แสดงในหน้า 36 – 42

3.1 การศึกษาเปรียบเทียบการลดความชื้นของไขมันที่ได้จากการตัดตามแนวแกนและแนวตั้งฉากกับแนวแกนโดยใช้เครื่องตัดแบบใบมีดหมุน กับไขมันที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องหั่นแบบจานหมุน โดยการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์เป็นเวลา 3 วัน

3.1.1 ลักษณะของสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลผลการวัดความชื้นของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์ แสดงในตารางภาคผนวกที่ 50 และ ตารางภาคผนวกที่ 51 ตามลำดับ

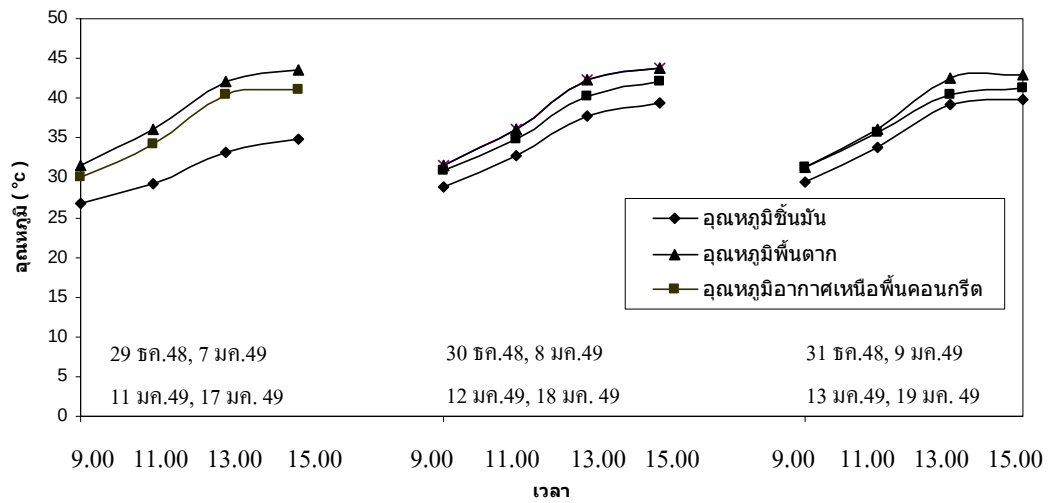
ความชื้นของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์ แสดงในภาพที่ 67 ความชื้นของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา และมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 12.00-13.00 น. และลดลงหลังจาก 13.00 น. ความชื้นของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ในสามวันดังกล่าวมีค่าเฉลี่ย 687, 688 และ 674 วัตต์/ตารางเมตร ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าลดลงเมื่อความชื้นของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มีค่ามากขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้ามีค่าสูงและจะลดลงเรื่อย ๆ โดยความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างเวลา 9.00 -15.00 น. อยู่ในช่วง 48-75 %



ภาพที่ 67 ความเข้มของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์ ที่เวลาต่าง ๆ

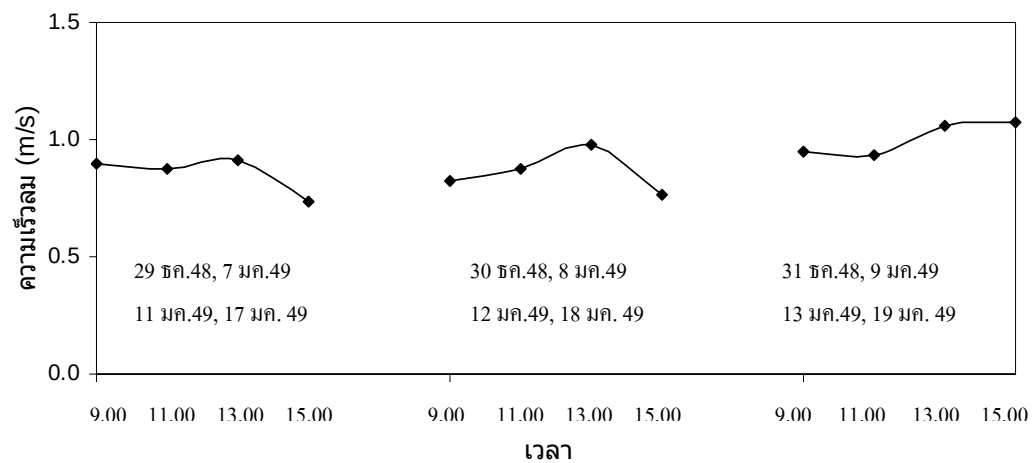
ข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิพื้นคอนกรีต อุณหภูมิชั้นมัน อุณหภูมิอากาศเหนือพื้นคอนกรีต และอุณหภูมิบรรยากาศปกติ แสดงในตารางภาคผนวกที่ 47, 48 และ 49 ตามลำดับ

อุณหภูมิพื้นคอนกรีตที่ใช้ตาก อุณหภูมิอากาศเหนือพื้นคอนกรีต และอุณหภูมิชั้นมันสำปะหลัง เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาทั้งสามวันของการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 68 อุณหภูมิพื้นคอนกรีต และอุณหภูมิอากาศเหนือพื้นคอนกรีตที่เวลาเดียวกันทั้งสามวันมีค่าค่อนข้างคงที่ ขณะที่อุณหภูมิของชั้นมันสำปะหลังในวันแรกจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นคอนกรีตอย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากชั้นมันสำปะหลังมีความชื้นสูง ความร้อนที่ชั้นมันได้รับจากการถ่ายเทความร้อนจะใช้ไปในการกำจัดความชื้นออกจากชั้นมัน ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันแรก อุณหภูมิของชั้นมันมีค่าสูงกว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลอง เนื่องจากเกิดการสูญเสียความชื้นตลอดทั้งวันทำให้ความชื้นในชั้นมันลดน้อยลงกว่าเมื่อเริ่มการตาก การทดลองในวันที่สอง และวันที่สามอุณหภูมิชั้นมันมีค่าเข้าใกล้กับอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นคอนกรีตมากขึ้น เนื่องจากความร้อนจำเพาะของชั้นมันมีค่าน้อยลงตามปริมาณความชื้นที่น้อยลงเมื่อเวลาในการลดความชื้นมากขึ้น อุณหภูมิพื้นคอนกรีต อุณหภูมิอากาศเหนือพื้นคอนกรีต และอุณหภูมิชั้นมัน มีระดับของอุณหภูมิสูงสุด ปานกลาง และน้อยที่สุดตามลำดับ



ภาพที่ 68 อุณหภูมิชั้นมัน อุณหภูมิพื้นคอนกรีต และอุณหภูมิอากาศเหนือพื้นคอนกรีต

ข้อมูลความเร็วลม แสดงในตารางผนวกที่ 51 ความเร็วลมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.7 – 1.1 เมตร/วินาที ซึ่งแสดงในภาพที่ 69



ภาพที่ 69 ความเร็วลม

3.2 ผลการศึกษาการลดความชื้นชื้นมันสำปะหลังที่ได้จากการตัดตามแนวแกน และแนวตั้งฉากกับแนวแกน โดยใช้เครื่องตัดแบบใบมีดหมุน กับชื้นมันที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องหันแบบจานหมุน โดยการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์เป็นเวลา 3 วัน

ข้อมูลผลการทดลองหาปริมาณความชื้นของชื้นมัน แสดงในตารางผนวกที่ 52-76 ความชื้นของชื้นมันและอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นของชื้นมันที่ได้จากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในภาพที่ 70, 71, 72, 73, 74 และ 75 ตามลำดับ

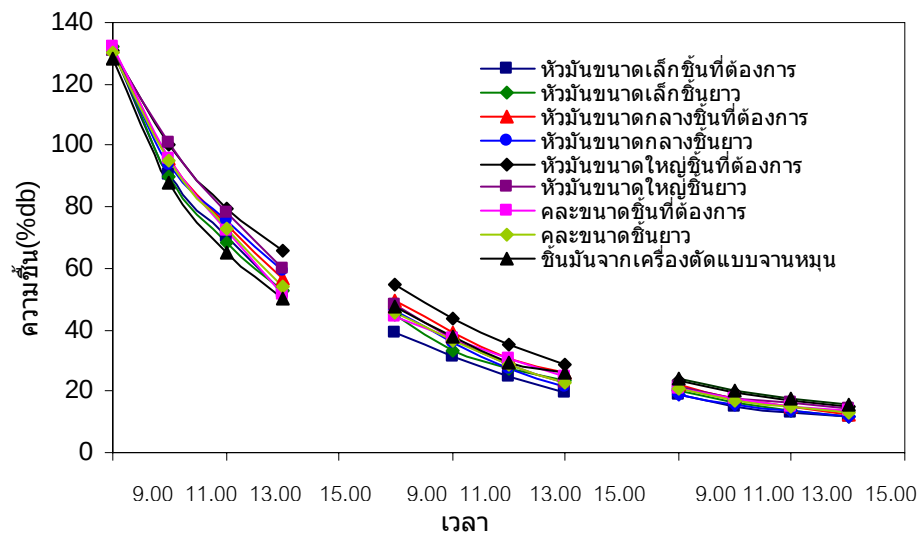
การตากแห้งเพื่อลดความชื้นในวันแรก ชื้นมันมีความชื้นเริ่มต้น 125-135 %(db) และลดลงอย่างรวดเร็วอยู่ที่ 50-65 %(db) ชื้นมันที่ตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร มีอัตราการลดลงของความชื้นมากที่สุดอยู่ในช่วง 21.00-7.76 %(db)/h รองลงมาคือชื้นมันที่ได้จากเครื่องตัดแบบจานหมุนมีค่า 19.93-7.31 %(db)/h ชื้นมันที่ตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร มีอัตราการลดลงของความชื้นอยู่ในช่วง 19.19-5.99 %(db)/h และชื้นมันที่ตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร มีอัตราการลดลงของความชื้นที่น้อยที่สุดคือ 19.12-5.74 %(db)/h เป็นที่น่าสังเกตว่าอัตราการลดลงของความชื้นของชื้นมันที่ได้จากการตัดหัวมันขนาดใหญ่ที่มีขนาดชื้นมันตามที่ต้องการ และชื้นมันขนาดยาว มีค่าต่ำกว่าชื้นมันขนาดอื่น ๆ ในระยะเวลาสองชั่วโมงของการตากแห้งเพื่อลดความชื้นในวันแรก และมีลักษณะแยกออกมาต่างหากจากชื้นมันขนาดอื่น ๆ

วันที่สองความชื้นเริ่มต้นมีค่า 50-60 %(db) อัตราการลดลงของความชื้นอยู่ที่ 20-30 %(db)/h โดยชื้นมันที่ตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร มีอัตราการลดลงของความชื้นมากที่สุด อยู่ในช่วง 7.84-2.21 %(db)/h รองลงมาคือชื้นมันที่ตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร มีอัตราการลดลงของความชื้นอยู่ในช่วง 7.32-1.73 %(db)/h ชื้นมันที่ตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร มีอัตราการลดลงของความชื้นอยู่ในช่วง 5.64-1.54 %(db)/h และชื้นมันที่ได้จากเครื่องตัดแบบจานหมุนมีค่า 4.70-1.54 %(db)/h ซึ่งเป็นอัตราการลดลงของความชื้นที่น้อยที่สุด เนื่องจากในวันที่สองการแพร่ของความชื้นจะเกิดภายในชื้นมันจากด้านในสู่ด้านนอก ชื้นมันขนาดใหญ่จะมีความชื้นที่คงเหลือจากวันแรกมากกว่าทำให้การแพร่ความชื้นเกิดได้มากกว่าจึงทำให้อัตราการลดลงของความชื้นจึงมากกว่าชื้นมันที่มีความชื้นต่ำ

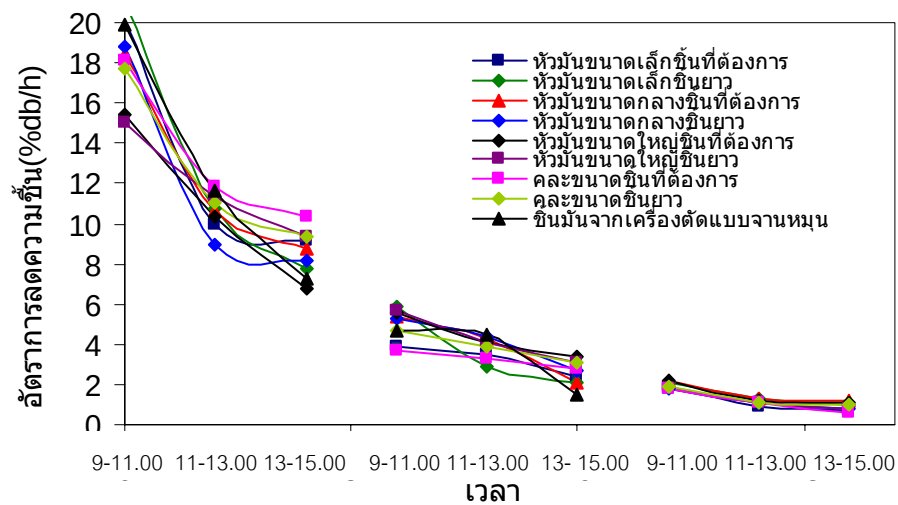
วันที่สามซึ่งเป็นวันสุดท้าย ความชื้นเริ่มต้นมีค่า 20-30 %(db) ความชื้นลดลงเหลืออยู่ในช่วง 11.50-21.81% (db) อัตราการลดลงของความชื้นของชิ้นไม้แต่ละขนาดมีค่าใกล้เคียงกัน โดยชิ้นไม้ที่ตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร มีอัตราการลดลงของความชื้นอยู่ในช่วง 2.22-0.64 %(db)/h ชิ้นไม้ที่ตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร มีอัตราการลดลงของความชื้นอยู่ในช่วง 2.03-0.43 %(db)/h ชิ้นไม้ที่ตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร มีอัตราการลดลงของความชื้นอยู่ในช่วง 2.37-0.65 %(db)/h และชิ้นไม้ที่ได้จากเครื่องตัดแบบจานหมุนมีค่า 2.04-1.0 %(db)/h เนื่องจากในวันสุดท้ายความชื้นของชิ้นไม้ที่ลดลงในวันแรกและวันที่สอง รวมทั้งสองวันมีค่าใกล้เคียงกันสำหรับหัวไม้ทุกขนาด และทุกระยะห่างระหว่างใบมีด ดังนั้นอัตราการลดความชื้นในวันสุดท้ายจึงมีค่าใกล้เคียงกัน

จากความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของความชื้นและเวลาพบว่า ความชื้นในชิ้นไม้ลดลงในปริมาณมากขึ้นตามระยะเวลาที่ผ่านไป ขนาดหัวไม้สำหรับแปะหลังและความยาวชิ้นไม้หลังการตัดมีผลต่ออัตราการลดความชื้น ที่ระยะห่างระหว่างใบมีดค่าเดียวกันขนาดหัวไม้สำหรับแปะหลังที่นำมาตัดมีผลต่อการลดลงของความชื้น ชิ้นไม้ที่ได้จากหัวไม้ขนาดเล็กจะมีอัตราการลดลงของความชื้นมากที่สุด รองลงมาเป็นหัวไม้ขนาดกลาง หัวไม้แบบคละขนาด และหัวไม้ขนาดใหญ่ รูปร่างชิ้นไม้หลังการตัดพบว่าชิ้นไม้ขนาดยาวมีอัตราการลดลงของความชื้นมากกว่าชิ้นไม้ขนาดที่ต้องการเพียงเล็กน้อยเนื่องจากมีพื้นที่ผิวมากกว่าชิ้นไม้ขนาดที่ต้องการที่ระยะห่างระหว่างใบมีดในการตัดค่าเดียวกัน

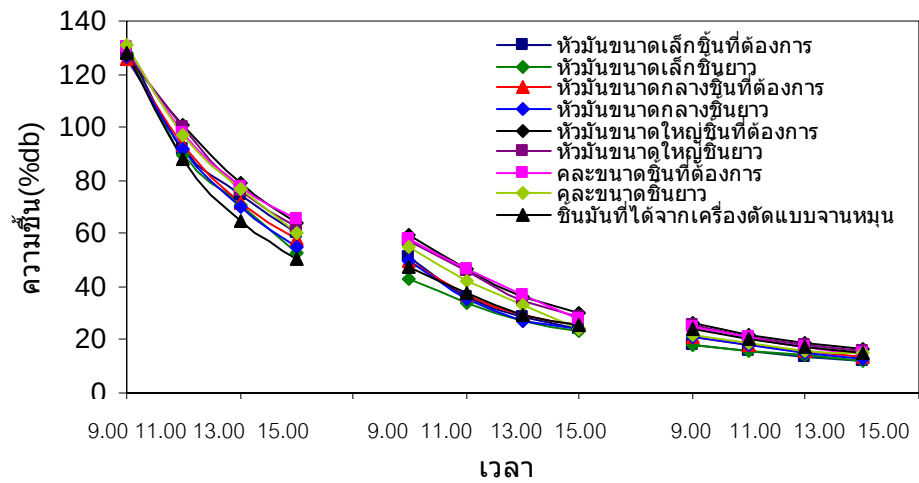
ระยะห่างระหว่างใบมีดที่เหมาะสมสำหรับเครื่องตัดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน คือ 1.8 เซนติเมตร ถึงแม้ว่าที่ระยะห่างระหว่างใบมีดที่ 2.0 เซนติเมตร มีปริมาณการสูญเสียที่น้อยที่สุดคือ 0.54-0.9 % และปริมาณเศษที่เกิดจากการตัดมีน้อยที่สุด 1.7-4.4 % ก็ตาม (การวิจารณ์ในหน้า 79 และ 83) เนื่องจากที่ระยะห่างระหว่างใบมีดที่ 2.0 เซนติเมตร ต้องใช้ระยะเวลาการตากแห้งเพื่อลดความชื้นนานที่สุด หรือถ้าใช้เวลาในการตากเท่ากับเครื่องตัดแบบจานหมุน (ที่โรงงานผลิตไม้เส้นใยอยู่ในปัจจุบัน) จะทำให้ชิ้นไม้ที่ได้มีความชื้นสุดท้ายสูง 14.68 %(wb) ซึ่งไม่เหมาะสมในการเก็บรักษาและหากต้องการลดความชื้นลงไปอีกจะต้องใช้เวลาในการตากเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร จะทำให้ได้ชิ้นไม้ที่ได้จากการตัดหัวไม้ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และคละขนาดมีความชื้นสุดท้าย 10.88, 11.95, 13.95 และ 12.91 %(wb) ตามลำดับ ซึ่งเป็นความชื้นที่ต้องการ ภายในระยะเวลาการตากแห้ง 3 วัน เช่นเดียวกับการทำแห้งชิ้นไม้สดที่โรงงานผลิตไม้เส้นใยดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน



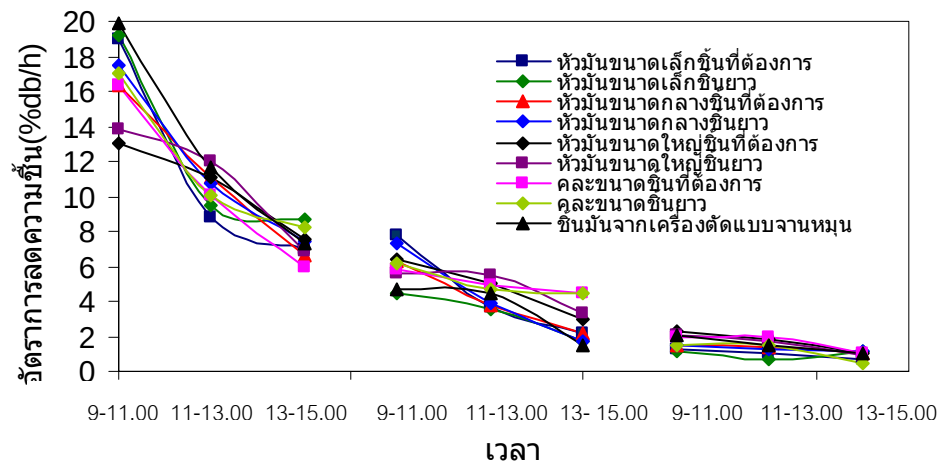
ภาพที่ 70 ความชื้นของขึ้นมันจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร



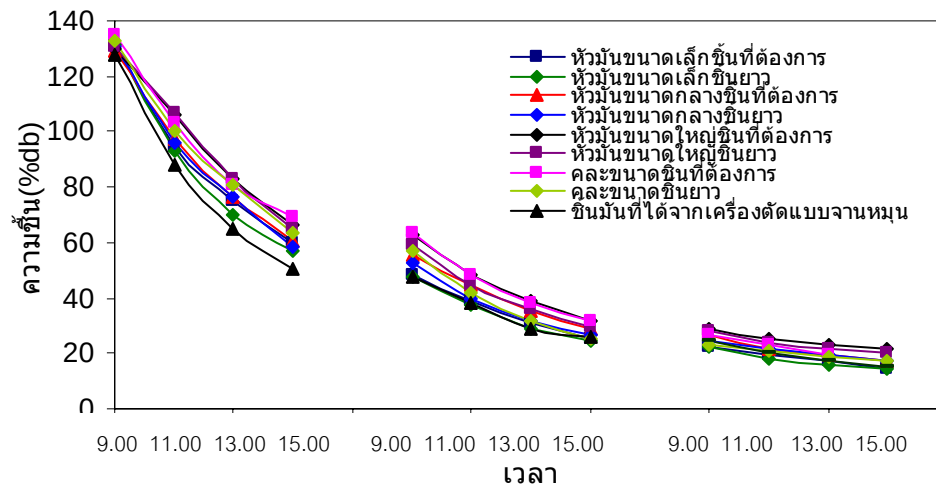
ภาพที่ 71 อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นของขึ้นมันจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร



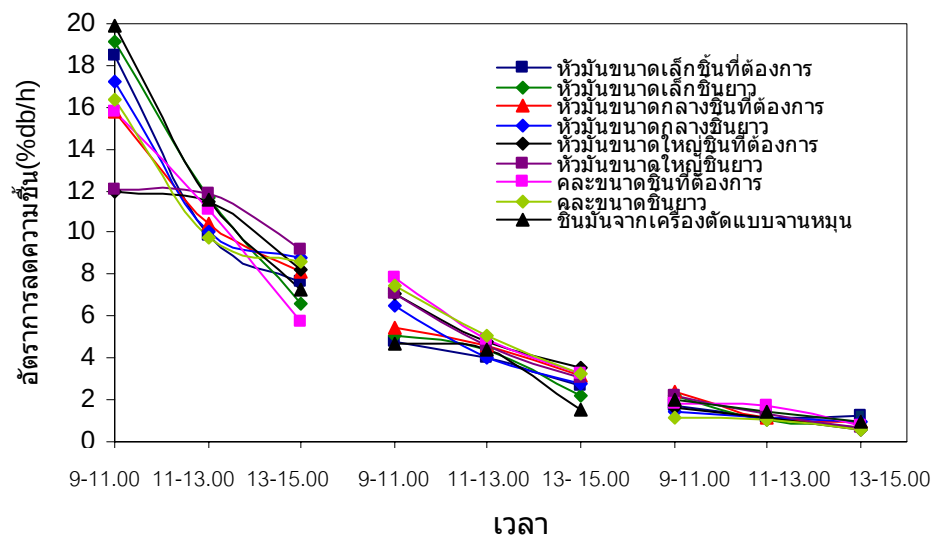
ภาพที่ 72 ความชื้นของขึ้นมันจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร



ภาพที่ 73 อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นของขึ้นมันจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร



ภาพที่ 74 ความชื้นของขึ้นมันจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร



ภาพที่ 75 อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นของขึ้นมันจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร

3.1.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

เนื่องจากคุณภาพของมันเป็นสำปะหลังเส้นกำหนดการวัดความชื้นเป็นมาตรฐานเปียกจึงใช้ความชื้นสุดท้ายที่เป็นมาตรฐานเปียกในการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นสุดท้ายที่ได้จากการลดความชื้นโดยการตากด้วยแสงอาทิตย์ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 วัน

ความชื้นสุดท้าย (% wb)			
ระยะห่างระหว่างใบมีด (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ย	ขนาดหัวมัน	ค่าเฉลี่ย
1.5	11.4022 ^a	ขนาดเล็ก	11.2629 ^a
1.8	12.4259 ^b	ขนาดกลาง	12.5583 ^b
2.0	14.9169 ^c	ขนาดใหญ่	14.5954 ^c
		คละขนาด	13.2433 ^b

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ระยะห่างระหว่างใบมีดที่ตัดหัวมันสำปะหลังมีผลต่อการลดลงของความชื้นมัน โดยพบว่าความชื้นมันสำปะหลังที่ตัดที่ระยะห่างใบมีด 1.5 ,1.8 และ 2.0 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของความชื้นมันที่เกิดจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และค่าเฉลี่ยของความชื้นมันที่เกิดจากการตัดหัวมันขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ค่าเฉลี่ยของความชื้นมันที่เกิดจากการตัดหัวมันขนาดกลางกับหัวมันคละขนาดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % นอกจากนี้ไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะสรุปว่ามีอิทธิพลร่วมของระยะห่างระหว่างใบมีด กับขนาดหัวมันสำปะหลัง ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ 46

3.2 การหาแบบจำลองสำหรับการลดความชื้นชื้นมันแบบชั้นบางที่ได้จากการตัดตามแนวแกนและแนวตั้งฉากกับแนวแกนโดยใช้เครื่องตัดแบบใบมีดหมุน และชื้นมันที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องหั่นแบบจานหมุน โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นคอนกรีต

แบบจำลองสำหรับการลดความชื้นชื้นมันแบบชั้นบางได้ใช้แบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton เนื่องจากแบบจำลองทั้งสองแบบ พิจารณาว่าเป็นแบบจำลองที่ง่ายและเหมาะสมกับการลดความชื้น โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นคอนกรีตมากกว่าแบบจำลองอื่น ๆ

ข้อมูลผลการหาสมการของแบบจำลองสำหรับการลดความชื้นชื้นมันรวม 3 วัน (3 วัน 1 สมการ) ที่ได้จากเครื่องตัดตามแนวแกนและแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นคอนกรีต ที่ใช้แบบจำลองของ Henderson and Pabis แสดงในตารางผนวก 78-80 และที่ใช้แบบจำลองของ Newton แสดงในตารางผนวก 81-83 ตามลำดับ

ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton สำหรับการลดลงของความชื้นของชื้นมันเมื่อถูกตัดด้วยระยะห่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร รวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ) แสดงในตารางที่ 14, 15 และ 16 ตามลำดับ ค่า R^2 ที่แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทำนาย และอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลองของแบบจำลองของ Newton มากกว่าของแบบจำลองของ Henderson and Pabis ทุกขนาดของชื้นมันเล็กน้อย แต่ค่า χ^2 และ RMSE ที่ได้จากแบบจำลองของ Henderson and Pabis มีค่าน้อยกว่าที่ได้จากแบบจำลองของ Newton ทุกขนาดของชื้นมัน เมื่อพิจารณาค่า R^2 ที่แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทำนาย และอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลอง แบบจำลองของ Newton จะสอดคล้องกับผลการทดลองมากกว่า แต่เมื่อพิจารณาค่า χ^2 และ RMSE แบบจำลองของ Henderson and Pabis จะสอดคล้องกับผลการทดลองมากกว่า

ค่าคงที่ และค่า R^2 ที่แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกิดจากสมการของ Newton รวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ) ที่ได้จากค่าเฉลี่ยของทุกขนาดชื้นมันจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร มีค่า 0.06039, 0.05157, 0.04805 และค่า R^2 มีค่า 0.77171, 0.78149 และ 0.76532 ดังแสดงในภาพที่ 76, 77 และ 78 ตามลำดับ

ข้อมูลผลการหาสมการของแบบจำลองสำหรับการลดความชื้นขึ้นน้ำมันที่ได้จากเครื่องตัดแบบจานหมุน โดยใช้แบบจำลองของ Henderson and Pabis รวมทั้งหมด 3 วัน (3 วัน 1 สมการ) และสมการลดความชื้นในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) แสดงในตารางผนวก 84

แบบจำลองของ Henderson and Pabis สามารถใช้ทำนายการลดลงของความชื้นขึ้นน้ำมันที่ตัดโดยใช้เครื่องหั่นแบบจานหมุน (ขึ้นน้ำมันจากโรงงานมันเส้น) ได้ดีที่สุด โดยไม่สามารถใช้แบบจำลองของ Newton ได้ ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของ Henderson and Pabis สำหรับการลดลงของความชื้นของขึ้นน้ำมันเมื่อถูกตัดด้วยจานหมุน แสดงในตารางที่ 17 แบบจำลองที่ใช้ทำนายการลดลงของความชื้นในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) ให้ค่า R^2 ที่แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทำนาย และอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลอง, χ^2 และ RMSE ที่ดีกว่าแบบจำลองที่ใช้ทำนายการลดลงของความชื้นรวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ) การทำนายการลดลงของความชื้นของขึ้นน้ำมันที่ถูกตัดด้วยเครื่องตัดแบบจานหมุน ด้วยแบบจำลองการลดความชื้นของ Henderson and Pabis ในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) แสดงในภาพที่ 79 และแบบจำลองที่ใช้ทำนายการลดลงของความชื้นในแต่ละวัน (3 วัน 1 สมการ) ค่า $R^2 = 0.81894$ ที่แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกิดจากสมการของ Henderson and Pabis แสดงในภาพที่ 80

ข้อมูลผลการหาสมการของแบบจำลองสำหรับการลดความชื้นขึ้นน้ำมันเมื่อถูกตัดด้วยระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร ในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) โดยใช้แบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton แสดงในตารางผนวก 88-92 ตามลำดับ

ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton สำหรับการลดลงของความชื้นของขึ้นน้ำมันเมื่อถูกตัดด้วยระยะห่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร ในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) แสดงในตารางที่ 18, 19 และ 20 ตามลำดับ ค่า R^2 ที่แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทำนาย และอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลอง, χ^2 และ RMSE ที่ได้จากแบบจำลองของ Henderson and Pabis ดีกว่าของแบบจำลองของ Newton ทุกขนาดของขึ้นน้ำมันดังแสดงในภาพที่ 81, 82 และ 83 ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบพบว่าแบบจำลองของ Henderson and Pabis มีความเหมาะสมในการทำนายการลดความชื้นขึ้นน้ำมันสำหรับที่ตัดด้วยเครื่องตัดตามแนวแกนและตั้งฉากกับแนวแกน และที่ตัดด้วยเครื่องตัดแบบจานหมุนที่โรงงานมันเส้นใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยการตากขึ้นน้ำมันแบบขึ้นบางบนพื้นคอนกรีตและใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวในการลดความชื้นในระยะเวลา 3 วัน

ดังนั้นการลดความชื้นขึ้นมันสำปะหลังแบบชั้นบาง โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นคอนกรีตในโรงงานผลิตมันเส้นจึงควรพิจารณาการปรับปรุงคุณภาพมันเส้นที่เกี่ยวข้องกับความชื้น หรือกำลังการผลิต โดยใช้สมการทำนายการลดลงของความชื้นของ Henderson and Pabis ในแต่ละวันซึ่งเหมาะสมที่สุด

ค่าคงที่ และค่า R^2 ที่แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกิดจากสมการของ Henderson and Pabis ในสมการลดความชื้นในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) ที่ได้จากค่าเฉลี่ยของทุกขนาดขึ้นมันจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร มีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.97851- 0.99807, 0.93981- 0.9941 และ 0.9969 - 0.99851 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 21 และค่า R^2 ที่แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทำนาย และอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลอง, χ^2 และ RMSE ของแบบจำลองของ Henderson and Pabis ในสมการลดความชื้นในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) ที่ได้จากค่าเฉลี่ยของทุกขนาดขึ้นมันจากการตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 14 ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton สำหรับการลดความชื้นรวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ) ของขึ้นมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร

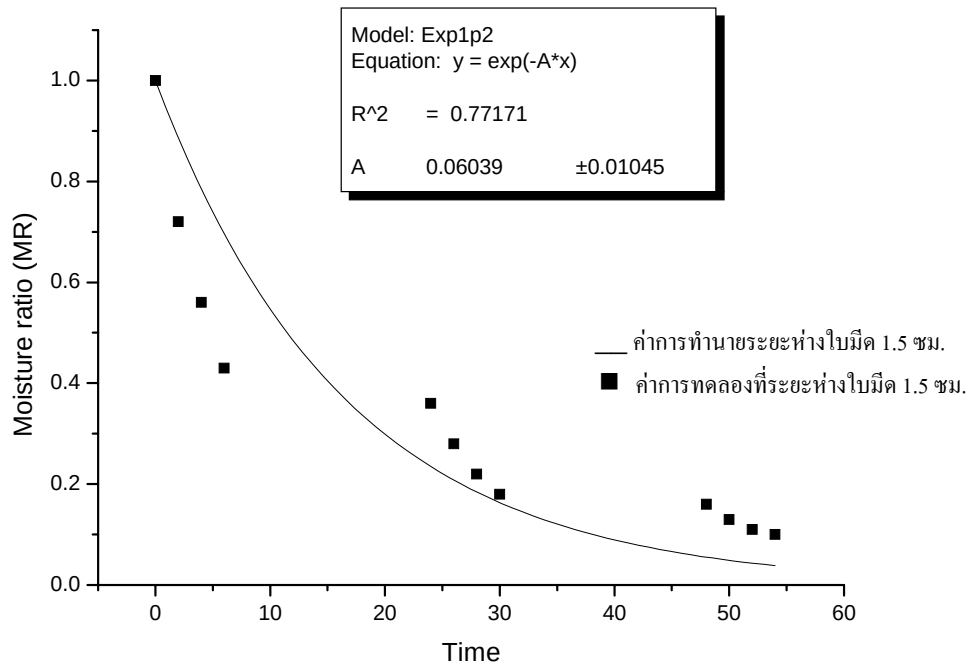
ค่าทางสถิติ	Henderson and Pabis			Newton		
ของสมการรวม 3 วัน	MR = a.exp(-kt)			MR = exp(-kt)		
(3 วัน 1 สมการ)	R^2	χ^2	RMSE	R^2	χ^2	RMSE
ขนาดเล็กขึ้นที่ต้องการ	0.8856	0.010565	0.0938319	0.9166	0.017330	0.1260391
ขนาดเล็กขึ้นยาว	0.8632	0.011789	0.0991190	0.8885	0.020837	0.1382050
ขนาดกลางขึ้นที่ต้องการ	0.8781	0.010506	0.0935661	0.8928	0.018785	0.1312221
ขนาดกลางขึ้นยาว	0.9039	0.008837	0.0858160	0.9184	0.015559	0.1194260
ขนาดใหญ่ขึ้นที่ต้องการ	0.9102	0.007848	0.0808696	0.9223	0.017145	0.1253645
ขนาดใหญ่ขึ้นยาว	0.9048	0.008933	0.0862780	0.9231	0.014784	0.1164130
ขนาดลุ่มขึ้นที่ต้องการ	0.8637	0.011860	0.0994166	0.8855	0.023388	0.1365427
ขนาดลุ่มขึ้นยาว	0.8799	0.017260	0.0945420	0.8987	0.018293	0.1294940

ตารางที่ 15 ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton สำหรับการลดความชื้นรวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ) ของชิ้นมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร

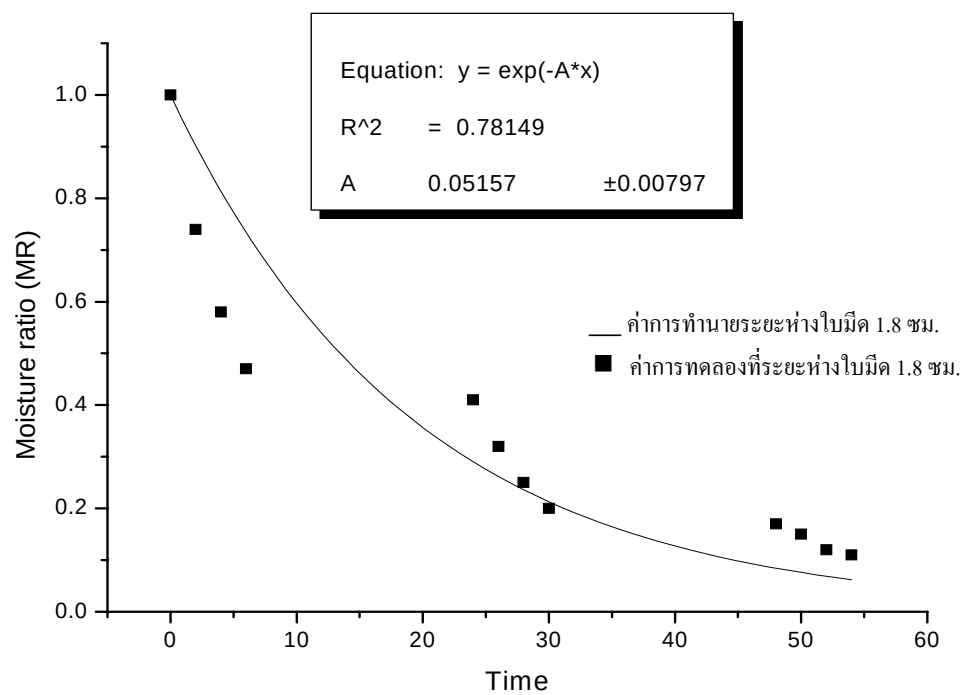
ค่าทางสถิติ	Henderson and Pabis			Newton		
ของสมการรวม 3 วัน	MR = a.exp(-kt)			MR = exp(-kt)		
(3 วัน 1 สมการ)	R ²	χ ²	RMSE	R ²	χ ²	RMSE
ขนาดเล็กชื้นที่ต้องการ	0.8966	0.009202	0.087569	0.9074	0.016709	0.1237600
ขนาดเล็กชื้นยาว	0.8831	0.010324	0.092752	0.9031	0.018393	0.1298470
ขนาดกลางชื้นที่ต้องการ	0.8876	0.009766	0.090212	0.9014	0.017408	0.1263220
ขนาดกลางชื้นยาว	0.8737	0.010948	0.095518	0.8907	0.019142	0.1324630
ขนาดใหญ่ชื้นที่ต้องการ	0.8955	0.008843	0.085842	0.9020	0.014988	0.1172144
ขนาดใหญ่ชื้นยาว	0.8891	0.009424	0.088620	0.8972	0.016151	0.1216750
ขนาดสุ่มชื้นที่ต้องการ	0.8947	0.008908	0.086157	0.9011	0.016189	0.1218199
ขนาดสุ่มชื้นยาว	0.8873	0.009843	0.090566	0.8971	0.017255	0.1257660

ตารางที่ 16 ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton สำหรับการลดความชื้นรวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ) ของชิ้นมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร

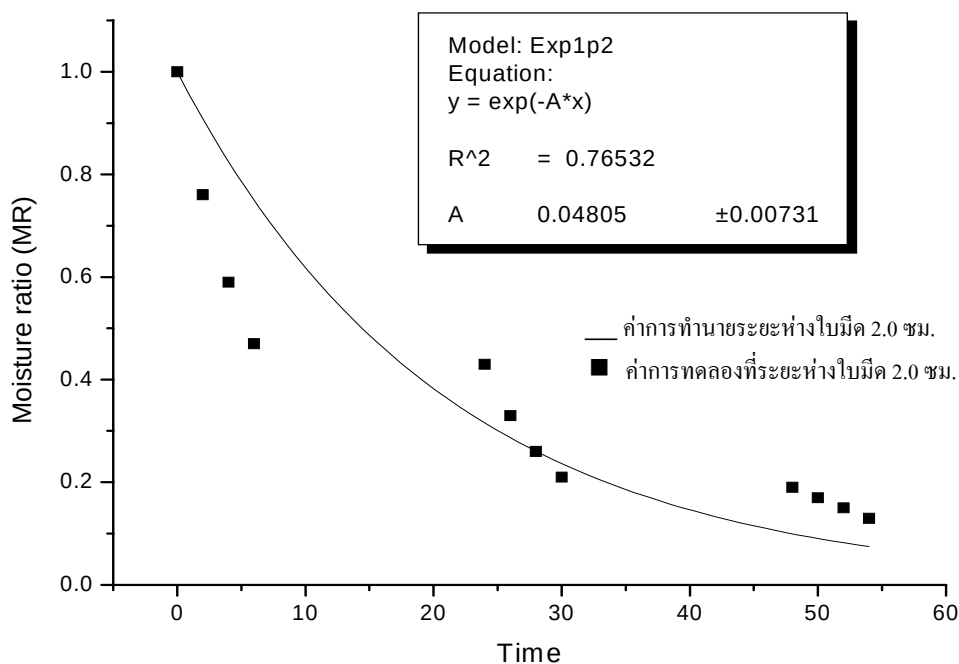
ค่าทางสถิติ	Henderson and Pabis			Newton		
ของสมการรวม 3 วัน	MR = a.exp(-kt)			MR = exp(-kt)		
(3 วัน 1 สมการ)	R ²	χ ²	RMSE	R ²	χ ²	RMSE
ขนาดเล็กชื้นที่ต้องการ	0.8872	0.009633	0.089597	0.9042	0.017740	0.1275300
ขนาดเล็กชื้นยาว	0.8686	0.011141	0.096353	0.8890	0.020090	0.1357144
ขนาดกลางชื้นที่ต้องการ	0.8779	0.009923	0.090935	0.8897	0.018010	0.1284880
ขนาดกลางชื้นยาว	0.8720	0.010534	0.093691	0.8894	0.018930	0.1317180
ขนาดใหญ่ชื้นที่ต้องการ	0.8936	0.008754	0.085409	0.9022	0.014500	0.1153112
ขนาดใหญ่ชื้นยาว	0.8932	0.009154	0.087340	0.9041	0.014760	0.1163200
ขนาดสุ่มชื้นที่ต้องการ	0.8921	0.008872	0.085982	0.8987	0.015970	0.1210033
ขนาดสุ่มชื้นยาว	0.8910	0.009468	0.088260	0.9031	0.016250	0.1220440



ภาพที่ 76 การทํานายการลดลงของความชื้นของชิ้นมันที่ถูกค้ดที่ระยะหํางไบบิด 1.5 เซนติเมตร
โดยแบบจำลองการลดความชื้นของ Newton รวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ)



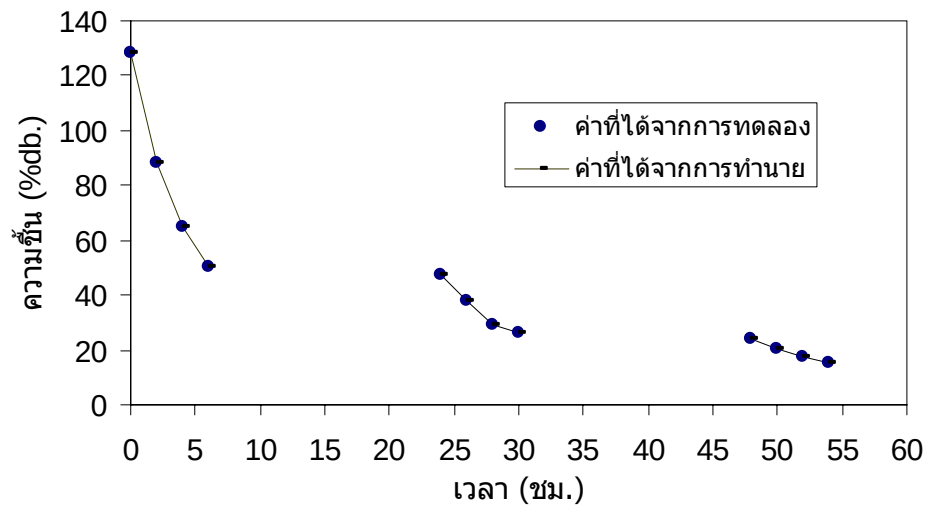
ภาพที่ 77 การทํานายการลดลงของความชื้นของชิ้นมันที่ถูกค้ดที่ระยะหํางไบบิด 1.8 เซนติเมตร
โดยแบบจำลองการลดความชื้นของ Newton รวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ)



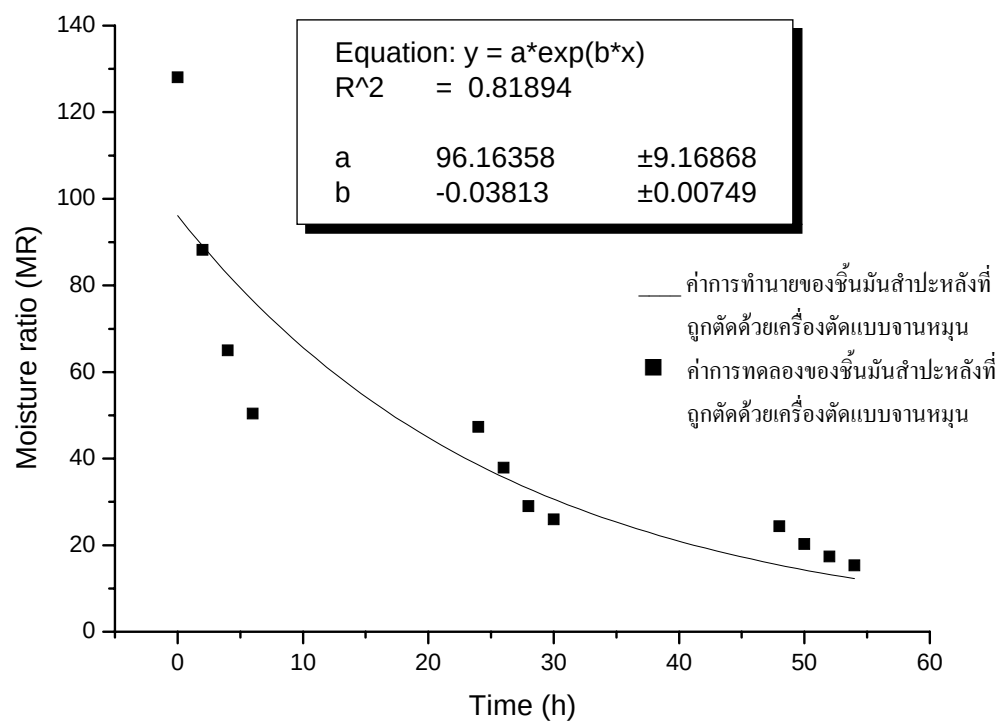
ภาพที่ 78 การทำนายการลดลงของความชื้นของน้ำมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างไพบีต 2.0 เซนติเมตร โดยแบบจำลองการลดความชื้นของ Newton รวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ)

ตารางที่ 17 ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของการลดความชื้นรวมทั้ง 3 วัน และการลดความชื้นในแต่ละวัน ของ Henderson and Pabis ของน้ำมันที่ถูกตัดจากเครื่องตัดแบบจานหมุนที่ได้จากโรงงานมันเส้น

ค่าทางสถิติ	Henderson and Pabis					
	สมการรวม 3 วัน			สมการแต่ละวัน		
	(3 วัน 1 สมการ)			(3 วัน 3 สมการ)		
	R^2	χ^2	RMSE	R^2	χ^2	RMSE
น้ำมันจากโรงงานมันเส้น	0.8218	0.03755	0.61279	0.998	0.000188	0.043473



ภาพที่ 79 การทำนายการลดลงของความชื้นของน้ำมันที่ถูกตัดด้วยเครื่องตัดแบบจานหมุน โดยแบบจำลองการลดความชื้นของ Henderson and Pabis ในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ)



ภาพที่ 80 การทำนายการลดลงของความชื้นของน้ำมันที่ถูกตัดด้วยเครื่องตัดแบบจานหมุน โดยแบบจำลองการลดความชื้นของ Henderson and Pabis รวมทั้ง 3 วัน (3 วัน 1 สมการ)

ตารางที่ 18 ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton สำหรับการลดความชื้นในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) ของชิ้นมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร

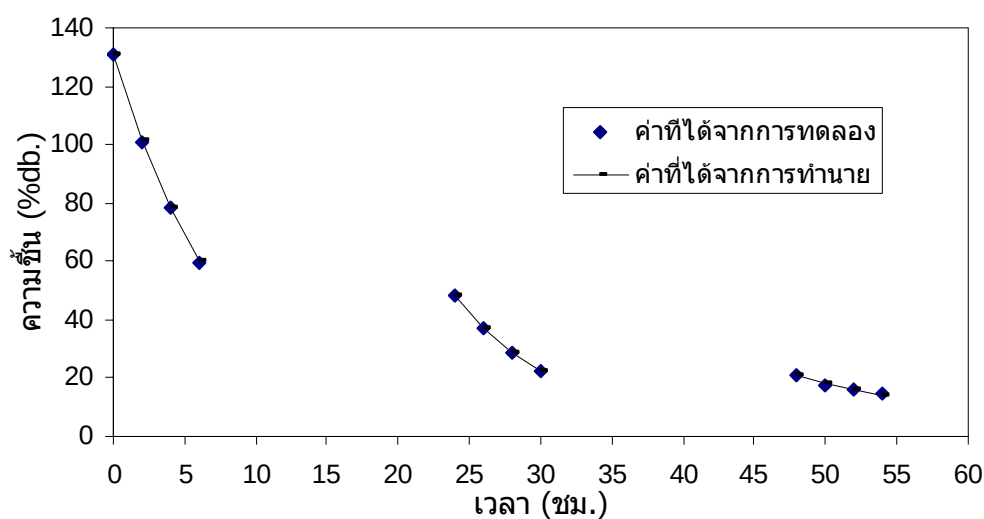
ค่าทางสถิติ ของสมการแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ)	Henderson and Pabis			Newton		
	MR = a.exp(-kt)			MR = exp(-kt)		
	R ²	χ ²	RMSE	R ²	χ ²	RMSE
ขนาดเล็กชื้นที่ต้องการ	0.9981	0.000159	0.011509	0.9908	0.01774	0.12753
ขนาดเล็กชื้นยาว	0.9978	0.000182	0.012328	0.9896	0.02009	0.13570
ขนาดกลางชื้นที่ต้องการ	0.9995	0.000044	0.006046	0.9876	0.01801	0.12849
ขนาดกลางชื้นยาว	0.999	0.000082	0.008254	0.9879	0.01893	0.13172
ขนาดใหญ่ชื้นที่ต้องการ	0.9996	0.000035	0.005391	0.9832	0.01450	0.11530
ขนาดใหญ่ชื้นยาว	0.9983	0.000072	0.007722	0.9845	0.01476	0.11633
ขนาดสุ่มชื้นที่ต้องการ	0.9979	0.000174	0.012027	0.9798	0.01597	0.12100
ขนาดสุ่มชื้นยาว	0.9993	0.000063	0.007249	0.9821	0.01625	0.12204

ตารางที่ 19 ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton สำหรับการลดความชื้นในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) ของชิ้นมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร

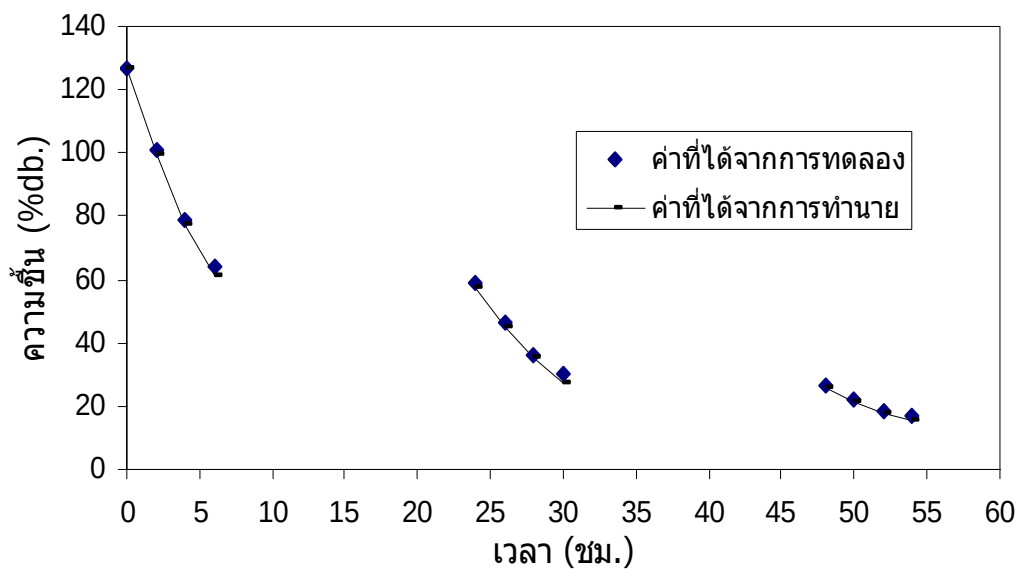
ค่าทางสถิติ ของสมการแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ)	Henderson and Pabis			Newton		
	MR = a.exp(-kt)			MR = exp(-kt)		
	R ²	χ ²	RMSE	R ²	χ ²	RMSE
ขนาดเล็กชื้นที่ต้องการ	0.9959	0.000361	0.017333	0.9912	0.01671	0.12376
ขนาดเล็กชื้นยาว	0.9981	0.000165	0.011726	0.9939	0.00049	0.02128
ขนาดกลางชื้นที่ต้องการ	0.9986	0.000124	0.010155	0.9949	0.01741	0.12632
ขนาดกลางชื้นยาว	0.9982	0.000156	0.011408	0.9862	0.00107	0.03127
ขนาดใหญ่ชื้นที่ต้องการ	0.9997	0.000027	0.004704	0.9837	0.00126	0.03397
ขนาดใหญ่ชื้นยาว	0.9994	0.000048	0.006321	0.9842	0.00122	0.03345
ขนาดสุ่มชื้นที่ต้องการ	0.9979	0.000181	0.012268	0.9839	0.01619	0.12182
ขนาดสุ่มชื้นยาว	0.9990	0.000086	0.008450	0.9836	0.00129	0.03439

ตารางที่ 20 ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติของแบบจำลองของ Henderson and Pabis และ Newton สำหรับการลดความชื้นในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ) ของชิ้นมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร

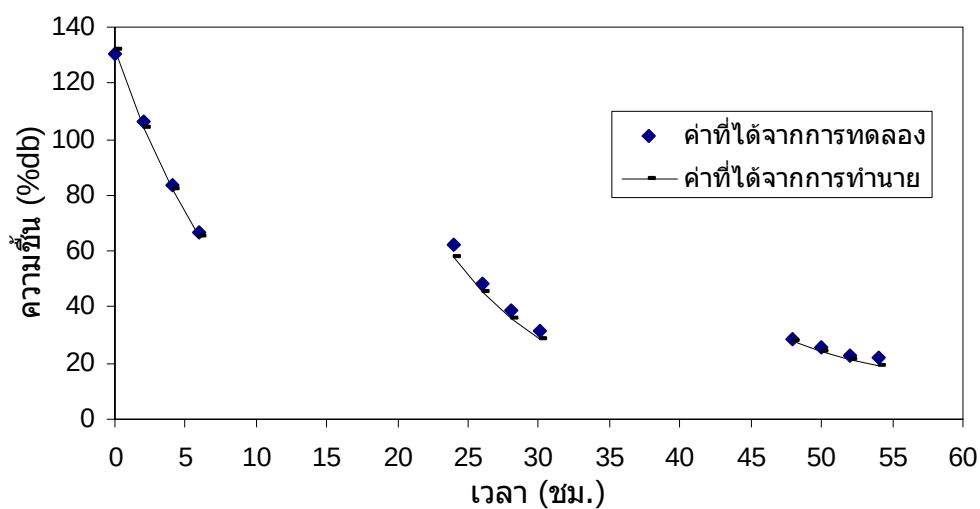
ค่าทางสถิติ ของสมการแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ)	Henderson and Pabis			Newton		
	MR = a.exp(-kt)			MR = exp(-kt)		
	R ²	χ ²	RMSE	R ²	χ ²	RMSE
ขนาดเล็กชื้นที่ต้องการ	0.9984	0.000144	0.0109620	0.9942	0.00048	0.02090
ขนาดเล็กชื้นยาว	0.9973	0.000233	0.0139320	0.9910	0.00070	0.02537
ขนาดกลางชื้นที่ต้องการ	0.9990	0.000086	0.0084766	0.9910	0.04122	0.02540
ขนาดกลางชื้นยาว	0.9978	0.000200	0.0129210	0.9891	0.00090	0.02879
ขนาดใหญ่ชื้นที่ต้องการ	0.9991	0.000082	0.0082737	0.9889	0.00088	0.02840
ขนาดใหญ่ชื้นยาว	0.9999	0.000009	0.0027180	0.9912	0.00073	0.02575
ขนาดสุ่มชื้นที่ต้องการ	0.9997	0.000029	0.0049187	0.9961	0.00030	0.01670
ขนาดสุ่มชื้นยาว	0.9997	0.000030	0.0050180	0.9925	0.00060	0.02340



ภาพที่ 81 การทำนายการลดลงของความชื้นของชิ้นมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างใบมีด 1.5 เซนติเมตร โดยแบบจำลองการลดความชื้นของ Henderson and Pabis ในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ)



ภาพที่ 82 การทำนายการลดลงของความชื้นของไขมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างใบมีด 1.8 เซนติเมตร
โดยแบบจำลองการลดความชื้นของ Henderson and Pabis ในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ)



ภาพที่ 83 การทำนายการลดลงของความชื้นของไขมันที่ถูกตัดที่ระยะห่างใบมีด 2.0 เซนติเมตร
โดยแบบจำลองการลดความชื้นของ Henderson and Pabis ในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ)

ตารางที่ 21 ค่าคงที่ในแบบจำลองการลดความชื้นขึ้นน้ำมันแบบชั้นบางของ Henderson and Pabis และ ค่า R^2 ที่แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ค่าคงที่ใน แบบจำลอง ของ Henderson and Pabis	แบบจำลองการลดความชื้นขึ้นน้ำมันในแต่ละวัน (3 วัน 3 สมการ)								
	วันที่1			วันที่2			วันที่3		
	a	k (h ⁻¹)	R ²	a	k (h ⁻¹)	R ²	a	k (h ⁻¹)	R ²
ที่ระยะห่าง ใบมีด 1.5									
ชม.	0.9891	0.14327	0.99577	6.12265	0.1183	0.99807	8.21612	0.0824	0.97851
ที่ระยะห่าง ใบมีด 1.8									
ชม.	0.98	0.1302	0.99411	7.48719	0.12113	0.99066	9.4579	0.0772	0.93981
ที่ระยะห่าง ใบมีด 2.0									
ชม.	0.99422	0.12829	0.99851	7.96385	0.1219	0.99796	3.81644	0.06238	0.9969
ขึ้นน้ำมันจาก โรงงานมัน									
เส้น	126.437	0.16288	0.99399	616.391	0.10725	0.98496	1064.85	0.07892	0.99265

ตารางที่ 22 ค่าที่ใช้เปรียบเทียบทางสถิติสำหรับแบบจำลองการลดความชื้นขึ้นน้ำมันแบบชั้นบางของ Henderson and Pabis

ระยะห่างระหว่างใบมีด (ชม.)	R ²	χ^2	RMSE
1.5	0.9992	0.000067	0.0075
1.8	0.9990	0.000086	0.0085
2.0	0.9994	0.000050	0.0065
ขึ้นน้ำมันจากโรงงานมันเส้น	0.9998	0.0001889	0.043473

สรุป

ปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมันสำปะหลังเส้น ตั้งแต่การตัดโดยใช้เครื่องหั่นแบบจานหมุน จนถึงการตากบนพื้นคอนกรีตเป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้ได้ความชื้นสุดท้ายอยู่ในช่วง 14 – 18 % (มาตรฐานเปียก) ของโรงงาน 4 แห่ง ซึ่งอยู่ในจังหวัดกาญจนบุรี 1 แห่ง จังหวัดชลบุรี 3 แห่ง มีค่าเฉลี่ย อยู่ในช่วง 10.16-11.91 % โดยน้ำหนัก สาเหตุสำคัญของการเกิดฝุ่นเกิดที่กระบวนการตัดซึ่งใช้เครื่องหั่นแบบจานหมุน ทำให้มีชิ้นมันป่นเมื่อแห้งแล้วจะกลายเป็นฝุ่นผง การลดปริมาณฝุ่นเบื้องต้นสามารถทำได้โดยการใช้รถลากจูงที่มีน้ำหนักเบา ความกว้างล้อยางแคบ การเว้นพื้นที่ในการเลี้ยวกลับ และทำงานตามความยาวลานตาก และพิจารณาการใช้เครื่องดูดฝุ่น หรือเครื่องกวาดบนลานตากก่อนการตากมันเส้นในครั้งต่อไป

ทอร์ก และ ความเร็วรอบใบมีดในการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกนและแนวตั้งฉากกับแนวแกนมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้น ทอร์กมีค่าลดลงเมื่อความเร็วรอบใบมีดเพิ่มขึ้น และ ทอร์กมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวมันที่เพิ่มขึ้น

กำลังในการตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกน และในแนวตั้งฉากกับแนวแกนมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนกับความเร็วรอบ แต่จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวมันที่เพิ่มขึ้น

การตัดหัวมันสำปะหลังสดตามแนวแกนทำให้เกิดรอยร้าวในเนื้อมันตามแนวตัดขวาง โดยเฉพาะหัวมันขนาดใหญ่ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการแทรกตัวของใบมีดเข้าไปในเนื้อมันสำปะหลังสดที่มีความเปราะและจะเกิดล่วงหน้าก่อนที่ใบมีดจะแทรกตัวไปถึง ขณะเดียวกันก็จะเกิดรอยร้าวตามแนวยาวในชิ้นมันด้วยซึ่งน่าจะเกิดจากสาเหตุเดียวกัน

ทอร์ก และ กำลังในการตัดชิ้นมันในแนวตั้งฉากกับแนวแกนมีค่าลดลงตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่มขึ้น

การตัดชิ้นมันในแนวตั้งฉากกับแนวแกนที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 2.0 ซม. ให้ปริมาณชิ้นมันขนาดที่ต้องการมากที่สุด อยู่ในช่วง 87.50-89.55% ปริมาณเศษอยู่ในช่วง 2.09-3.61% และ การสูญเสียน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 0.53-0.90% เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 1.5 ซม. ซึ่งให้

ปริมาณไขมันขนาดที่ต้องการน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 79.92-87.06% ปริมาณเศษอยู่ในช่วง 3.21-4.98% และการสูญเสียมากที่สุดอยู่ในช่วง 1.01-1.63%

การตากแห้งไขมันสำปะหลังบนพื้นคอนกรีตโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวทำให้ความชื้นของไขมันสำปะหลังลดลงตามระยะเวลาที่ผ่านมา ความชื้นของไขมันสำปะหลังเริ่มต้นอยู่ในช่วง 125-135 % (db) และลดลงเหลือ 11.50-21.81% (db) ในเวลา 3 วัน ขนาดหัวมันสำปะหลังและขนาดความยาวไขมัน (ที่ระยะห่างใบมีด 3 ระยะ) มีผลต่ออัตราการลดลงของความชื้นไขมันสำปะหลัง ไขมันที่ได้จากหัวมันขนาดเล็กมีอัตราการลดลงของความชื้นมากที่สุด รองลงมาเป็นหัวมันขนาดกลาง หัวมันคละขนาด และหัวมันขนาดใหญ่ ตามลำดับ รูปร่างไขมันหลังการตัดพบว่าไขมันขนาดยาวมีอัตราการลดลงของความชื้นมากกว่าไขมันขนาดที่ต้องการเล็กน้อย

ระยะห่างระหว่างใบมีด และขนาดหัวมันสำปะหลังเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการลดความชื้นของไขมันสำปะหลัง โดยความชื้นของไขมันที่เกิดจากปัจจัยระยะห่างของใบมีด และความชื้นของไขมันที่เกิดจากปัจจัยของขนาดหัวมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปัจจัยทั้งสองประการไม่มีความสัมพันธ์ร่วมกัน

ระยะห่างระหว่างใบมีดที่เหมาะสมสำหรับเครื่องตัดในแนวตั้งฉากกับแนวแกน คือ 1.8 เซนติเมตร

แบบจำลองของ Henderson and Pabis มีความเหมาะสมในการทำนายการลดลงของความชื้นในแต่ละวันของไขมันสำปะหลังที่ตัดด้วยเครื่องตัดตามแนวแกนและในแนวตั้งฉากกับแนวแกน และที่ตัดด้วยเครื่องตัดแบบจานหมุนที่โรงงานมันเส้นใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยการตากไขมันแบบชั้นบางบนพื้นคอนกรีตและใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวในการลดความชื้น