

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 บทนำ.....	7
2.2 ทฤษฎีด้านสนามแม่เหล็ก.....	7
2.2.1 สนามแม่เหล็ก.....	7
2.2.1.1 กฎของไบโอท-ซาวาร์ท.....	8
2.2.1.2 สนามแม่เหล็กของลูปกระแสแบบวงกลม.....	10
2.3 ทฤษฎีพื้นฐานทางสถิติ.....	15
2.3.1 ความหมายของสถิติ.....	15
2.3.1.1 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง.....	15
2.3.1.2 การวัดการกระจาย.....	15
2.3.2 หลักทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	16
2.3.3 การนำการวิเคราะห์ทางสถิติไปใช้ในงานวิจัย.....	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 โครงสร้างของเมล็ดข้าว.....	25
3.1 บทนำ.....	25
3.2 ลักษณะโครงสร้างของเมล็ดข้าว.....	26
3.3 การเจริญเติบโตของต้นข้าว.....	28
3.4 คุณสมบัติของข้าวสุพรรณบุรี 1.....	34
3.5 การเลือกพันธุ์เมล็ดข้าวมาใช้ในงานวิจัย.....	35
บทที่ 4 การออกแบบและลำดับการทดลอง.....	36
4.1 บทนำ.....	36
4.2 การออกแบบรูปกระแส.....	37
4.2.1 การออกแบบรูปกระแสแบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....	37
4.2.2 การออกแบบรูปกระแสแบบไฟฟ้ากระแสตรง.....	38
4.2.3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ไดโอด พร้อมตัวกรองความถี่ด้วยตัวเก็บประจุ.....	39
4.3 ลำดับและแผนการทดลอง.....	42
บทที่ 5 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง.....	44
5.1 บทนำ.....	44
5.2 เงื่อนไขและขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง.....	44
5.3 วิธีการวัดการเติบโต.....	47
5.4 การควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง.....	47
5.5 การทดสอบผล การสร้างรูปกระแส และการทดลอง.....	48
5.6 ผลการทดลอง.....	64
5.7 การจำลองและผลการจำลอง.....	78

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	82
6.1 บทนำ.....	82
6.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตโดยวิธีทางสถิติ	82
6.1.2 การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	86
6.1.3 สรุปผลกระทบของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว	86
6.1.4 ข้อเสนอแนะ.....	89
เอกสารอ้างอิง.....	90
ภาคผนวก ก ข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน	92
ภาคผนวก ข เครื่องมือและอุปกรณ์.....	93
ภาคผนวก ค การทดลอง.....	98
ภาคผนวก ง บทความที่ได้รับการตีพิมพ์.....	100
ประวัติผู้เขียน	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1	วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา.....4
1.2	ขั้นตอนการศึกษา.....5
1.3	เงื่อนไขการศึกษา.....6
1.4	สูตรการคำนวณหาค่าความเข้มข้นแม่เหล็ก ณ จุดศูนย์กลางลูปกระแสแบบวงกลม.....14
4.1	ลำดับการทดลองการให้สนามแม่เหล็ก ที่ความเข้มข้นแม่เหล็กและช่วงเวลาต่างๆ.....43
4.1	ลำดับการทดลองการให้สนามแม่เหล็ก ที่ความเข้มข้นแม่เหล็ก และช่วงเวลาต่างๆ.....34
5.1	ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสูงลำต้น (ชม.) กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....66
5.2	ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญเติบโตของความสูงลำต้น ระหว่างกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็กเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสนามแม่เหล็ก กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....66
5.3	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวราก (ชม.) กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....67
5.4	ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญเติบโตของความยาวราก ระหว่างกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็กเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสนามแม่เหล็ก กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....68
5.5	ค่าเฉลี่ยของความสูงลำต้นและค่าเฉลี่ยของความยาวราก กลุ่มที่ได้รับความเข้มข้นแม่เหล็กขนาดต่างๆ กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....69
5.6	เปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญเติบโตของความยาวรากเทียบกับความสูงของลำต้น ของกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็กที่ความเข้มข้นแม่เหล็กขนาดต่างๆ กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....69
5.7	ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสูงลำต้น (ชม.) กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง.....70
5.8	ค่าเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญเติบโตของความสูงลำต้น ระหว่างกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็กเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสนามแม่เหล็ก กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง.....71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.9	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวราก (ซม.) กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง..... 72
5.10	ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญเติบโตของความยาวราก ระหว่างกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็กเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสนามแม่เหล็ก กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง..... 72
5.11	เปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญเติบโตของความยาวรากเทียบกับความสูงของลำต้น ของกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็กที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาดต่างๆ กรณีแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง..... 73
5.12	เปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญเติบโตของต้นข้าวในกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็ก ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาดต่างๆ จากแหล่งจ่ายเป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ และจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงในวันที่ 7 ของการทดลอง..... 73
5.13	การทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ย (ค่า Z) ของความสูงลำต้นและความยาวรากข้าว ในการทดลองของวันที่ 7 โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มทดสอบที่ให้สนามแม่เหล็ก กับไม่ให้สนามแม่เหล็กที่ขนาดความเข้มต่างๆ จาก แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสสลับ..... 77
5.14	การทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ย (ค่า Z) ของความสูงลำต้นและความยาวรากข้าว ในการทดลองของวันที่ 7 โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มทดสอบที่ให้สนามแม่เหล็ก กับไม่ให้สนามแม่เหล็กที่ขนาดความเข้มต่างๆ จาก แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสตรง..... 77
5.15	การเปรียบเทียบระหว่างผลการทดลอง และผลการจำลองของความเข้มสนามแม่เหล็กที่ บริเวณจุดกึ่งกลางลูกระเบิด หรือบริเวณกล่องทดลอง..... 81
6.1	สรุปเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญเติบโตของความสูงลำต้นและความยาวราก พิจารณาเปรียบเทียบจากทุกกรณีศึกษาจากผลในวันที่ 7 ของการทดลอง..... 87

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	สนามแม่เหล็กกรอบสายตัวนำที่มีกระแสไหลผ่าน.....7
2.2	สนามเหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ.....9
2.3	แหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กจากลวดตัวนำแบบต่างๆ.....10
2.4	ทิศทางของสนามแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไหลผ่านลูปกระแสแบบวงกลม.....10
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มสนามแม่เหล็กกับกระแส เมื่อเป็นลูปวงกลมใดๆ.....11
2.6	ความเข้มสนามแม่เหล็กกับกระแสเมื่อเป็นลูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร.....14
2.7	ช่วงการยอมรับ (accept) และช่วงของการปฏิเสธ (reject) สมมติฐานศูนย์ (H_0) สำหรับการทดสอบแบบมีทิศทางไปทางด้านบวก หรือด้านลบ.....20
2.8	ช่วงการยอมรับ (accept) และช่วงของการปฏิเสธ (reject) สมมติฐานศูนย์ (H_0) สำหรับการทดสอบแบบสองทิศทาง สมมติว่ากำหนดระดับความมีนัยสำคัญที่ .05.....21
2.9	ขอบเขตปฏิเสธและยอมรับสมมติฐานว่าง (H_0).....23
3.1	แสดงส่วนประกอบของเมล็ดข้าว.....26
3.2	ขั้นตอนการงอกของเมล็ดข้าว.....30
3.2	แสดงต้นข้าวที่งอกจากเมล็ด.....32
3.4	แสดงขั้นตอนการเจริญเติบโตของต้นข้าวจากระยะต้นกล้าจนถึงระยะแตกกอ.....33
3.5	ระบบรากของต้นข้าวและต้นข้าวแตกกอ.....34
4.1	วงจรไฟฟ้าการต่อลูปกระแสแบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....37
4.2	การต่อลูปกระแสไฟฟ้าแบบกระแสสลับ.....38
4.3	วงจรไฟฟ้าการต่อลูปกระแสแบบไฟฟ้ากระแสตรง.....38
4.4	การต่อลูปกระแสไฟฟ้าแบบกระแสตรง.....39
4.5	วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ไดโอด พร้อมตัวกรองความถี่ด้วยตัวเก็บประจุ.....40
4.6	สัญญาณแรงดันด้านออกของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่น แบบบริดจ์ไดโอดพร้อมตัวกรองความถี่ด้วยตัวเก็บประจุ.....41
5.1	ขั้นตอนการทดลอง.....45
5.2	การจัดวางเมล็ดข้าวในกล่องพลาสติคที่ใช้ทดสอบ.....46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.3 การวางกล่องทดลองภายใต้ลูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร	46
5.4 บริเวณส่วนของความสูงของลำต้นและความยาวราก ที่บันทึกผลการเจริญเติบโตในวันที่ 7	46
5.5 การต่อลูปกระแสแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m).....	49
5.6 สัญญาณแรงดันด้านนอกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้รูปคลื่นไซน์ ขนาดแรงดัน 100 V _{rms} (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ความเข้มสนามแม่เหล็ก ขนาด 20 A/m).....	49
5.7 สัญญาณแรงดันด้านนอกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ให้มีค่า 100 V คงที่ และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสเข้า Loop current มีค่า 1 A คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m)	50
5.8 รูปสัญญาณแรงดันด้านนอกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ให้มีค่า 100 V คงที่ และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสใน Loop current มีค่า 20 A / 20 รอบ คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ความเข้มสนามแม่เหล็ก ขนาด 20 A/m).....	50
5.9 การต่อลูปกระแสแบบ ไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 40 A/m (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็ก 40 A/m)	51
5.10 สัญญาณแรงดันด้านนอกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้รูปคลื่นไซน์ ขนาดแรงดัน 100 V _{rms} (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็ก ขนาด 40 A/m).....	51
5.11 สัญญาณแรงดันด้านนอกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ให้มีค่า 100 V คงที่ และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสเข้า Loop current มีค่า 1 A คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 40 A/m).....	52
5.12 สัญญาณแรงดันด้านนอกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ให้มีค่า 100 V คงที่ และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสใน Loop current มีค่า 40 A / 40 รอบ คงที่ (แรงดันแบบ ไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็ก ขนาด 40 A/m).....	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.13 การต่อลูปกระแสแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m).....	53
5.14 สัญญาณแรงดันด้านออกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ รูปคลื่นไซน์ ขนาดแรงดัน 100 V _{rms} (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m).....	45
5.15 สัญญาณแรงดันด้านออกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ให้มีค่า 100 V คงที่ และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสเข้า Loop current มีค่า 1 A คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m)....	54
5.16 สัญญาณแรงดันด้านออกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ให้มีค่า 100 V คงที่ และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสใน Loop current มีค่า 80 A / 80 รอบ คงที่ (แรงดันแบบ ไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m).....	54
5.17 การต่อลูปกระแสแบบ ไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m).....	55
5.18 สัญญาณแรงดันด้านออกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้รูปคลื่นไซน์ ขนาดแรงดัน 76.6 V _{rms} (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m).....	55
5.19 สัญญาณแรงดันด้านออกของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสเข้า Loop current มีค่า 1 A คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m).....	56
5.20 สัญญาณแรงดันด้านออกวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสใน Loop current มีค่า 20 A / 20 รอบ คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m).....	56
5.21 สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านออกวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น Loop current มีค่า 20 A / 20 รอบ คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m).....	57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.22	สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้านออกวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น Loop current มีค่า 20 A / 20 รอบ คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้ม สนามแม่เหล็กขนาด 20 A/m).....
	57
5.23	การต่อลูปกระแสแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 40 A/m (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 40 A/m).....
	58
5.24	สัญญาณแรงดันด้านออกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ รูปคลื่นไซน์ ขนาดแรงดัน 76.0 V _{rms} (แรงดันแบบ ไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็ก ขนาด 40 A/m).....
	58
5.25	สัญญาณแรงดันด้านออกของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อทำให้กระแสเข้า Loop current มีค่า 1 A คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 40 A/m).....
	59
5.26	รูปสัญญาณแรงดันด้านออกของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น และปรับค่าความต้านทาน แบบปรับค่าได้ เพื่อทำให้กระแสใน Loop current มีค่า 40 A / 40 รอบ คงที่ (แรงดันแบบ ไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็ก ขนาด 40 A/m).....
	59
5.27	สัญญาณแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรงด้านออกของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น Loop current มีค่า 40 A / 40 รอบ คงที่ (แรงดันแบบ ไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้ม สนามแม่เหล็กขนาด 40 A/m)
	60
5.28	รูปสัญญาณแรงดัน ไฟฟ้ากระแสสลับด้านออกของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น Loop current มีค่า 40 A / 40 รอบ คงที่ (แรงดันแบบ ไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้ม สนามแม่เหล็กขนาด 40 A/m).....
	60
5.29	การต่อลูปกระแสแบบ ไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m).....
	61
5.30	สัญญาณแรงดันด้านออกของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ รูปคลื่นไซน์ ขนาดแรงดัน 76.6 V _{rms} (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m).....
	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.31 สัญญาณแรงดันด้านออกของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น และปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสเข้า Loop current มีค่า 1 A คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m).....	62
5.32 สัญญาณแรงดันด้านออกวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น และปรับค่าความต้านทาน แบบปรับค่าได้ เพื่อให้กระแสใน Loop current มีค่า 80 A / 80 รอบ คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m).....	62
5.33 สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านออกวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น Loop current มีค่า 80 A / 80 รอบ คงที่ (แรงดันแบบไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m).....	63
5.34 สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ด้านออกวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่น Loop current มีค่า 80 A / 80 รอบ คงที่ (แรงดันแบบ ไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเข้มสนามแม่เหล็กขนาด 80 A/m).....	63
5.35 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญการเติบโต ของความสูงลำต้นข้าวในวันที่ 7 ของการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับสนามแม่เหล็กเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็ก ที่ระดับความเข้มขนาด 20 A/m 40 A/m และ 80 A/m ที่ให้ระยะเวลา 8 ชม. 16 ชม. และ 24 ชม. จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสสลับ.....	67
5.36 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญการเติบโต ของความยาวรากข้าวในวันที่ 7 ของการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับสนามแม่เหล็กเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็ก ที่ระดับความเข้มขนาด 20 A/m 40 A/m และ 80 A/m ที่ให้ระยะเวลา 8 ชม. 16 ชม. และ 24 ชม. จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสสลับ.....	68
5.37 เปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญการเติบโตของต้นข้าวเปรียบเทียบระหว่าง ความยาวรากกับความสูงของลำต้นเมื่อรับความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น ที่ระยะเวลาการได้รับสนามแม่เหล็กนานเท่ากัน จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ.....	70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
5.38	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญการเติบโต ของความสูงลำต้นข้าวในวันที่ 7 ของการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับสนามแม่เหล็กเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็ก ที่ระดับความเข้มขนาด 20 A/m 40 A/m และ 80 A/m ที่ให้ระยะเวลา 8 ชม. 16 ชม. และ 24 ชม. จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสตรง.....	71
5.39	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญการเติบโต ของความยาวรากข้าวในวันที่ 7 ของการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับสนามแม่เหล็กเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสนามแม่เหล็ก ที่ระดับความเข้มขนาด 20 A/m 40 A/m และ 80 A/m ที่ให้ระยะเวลา 8 ชม. 16 ชม. และ 24 ชม. จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสตรง.....	73
5.40	เปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญการเติบโตของต้นข้าวเปรียบเทียบระหว่าง ความยาวรากกับความสูงของลำต้นเมื่อระดับความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น ที่ระยะเวลาการได้รับสนามแม่เหล็กนานเท่ากัน จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง.....	74
5.41	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญการเติบโตของความสูงลำต้น ในวันที่ 7 ของการทดลองเมื่อระดับความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น ที่ระยะเวลาการได้รับสนามแม่เหล็กนานเท่ากัน จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับและจากแหล่งไฟฟ้ากระแสตรง.....	75
5.42	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ (%) การเจริญการเติบโตของความยาวราก ในวันที่ 7 ของการทดลองเมื่อระดับความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น ที่ระยะเวลาการได้รับสนามแม่เหล็กนานเท่ากัน จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับและจากแหล่งไฟฟ้ากระแสตรง.....	75
5.43	ขอบเขตปฏิเสธและยอมรับสมมติฐานว่าง (H_0) ที่ระดับนัยสำคัญ .05.....	76
5.44	การจำลองรูปกระแส และกล่องพลาสติก.....	78
5.45	การกำหนดขอบเขตโดยการตีเส้นกริดบริเวณที่ต้องการวิเคราะห์.....	79
5.46	ผลการจำลองเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายของสนามแม่เหล็กโดยคิดเทียบที่ความเข้ม สนามแม่เหล็กสูงสุดเป็น 100 %.....	79
5.47	ผลการจำลองเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายของสนามแม่เหล็กแบบ 3 มิติ โดยคิดเทียบที่ความ เข้มสนามแม่เหล็กสูงสุดเป็น 100 %.....	80