



รายงานการวิจัย

การเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่วด้วย
พลังงานสนามแม่เหล็ก

The Increasing of the Germination and the Growth Rate of
Leum - Pua Rice by Using Magnetic Field

ณัฐพล ภูระหงษ์และคณะ
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่วด้วย พลังงานสนามแม่เหล็ก

The Increasing of the Germination and the Growth Rate of Leum - Pua Rice by Using Magnetic Field

ณัฐพล ภูระหงษ์

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม

กัณต์ ผึ้งบรรหาร

สาขาวิชาการจัดการการเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม

ศิวดล แจ่มจำรัส

สาขาวิชาพืชศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัย

แห่งชาติ โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ

ประจำปีงบประมาณ 256

ชื่องานวิจัย	การเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่วด้วยพลังงาน สนามแม่เหล็ก		
ผู้วิจัย	ณัฐพล ภูระหงษ์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	ปีเสร็จวิจัย	2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่ว ใช้พลังงานสนามแม่เหล็กที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กแตกต่างกัน 3 ระดับ โดยการปล่อยน้ำผ่านแท่งแม่เหล็กถาวรเพอร์ไรท์ นีโอไดเมียม และขามาเรียบ โดยมีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กประมาณ 800-1,000 G, 1,500-2,900 G และ 1,900-3,900 G ตามลำดับ เพื่อหาผลของค่าความเข้มสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในการปลูกข้าวลิ้มผั่ว ซึ่งในการวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดสอบการงอกของเมล็ดข้าวโดยใช้ระดับของพลังงานสนามแม่เหล็กค่าต่างๆ ที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของข้าวโดยการแบ่งพื้นที่ปลูกข้าวออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง คือ กลุ่มที่รดน้ำปกติ กลุ่มที่รดน้ำผ่านแม่เหล็กเพอร์ไรท์ กลุ่มที่รดน้ำผ่านแม่เหล็กนีโอไดเมียม และกลุ่มที่รดน้ำผ่านแม่เหล็กขามาเรียบ หลังจากนั้นแบ่งพื้นที่ปลูกในแต่ละแปลงออกเป็น 5 แปลงย่อย และทำการทดลองแปลงซ้ำ 4 แปลงการทดลอง

จากผลการวิจัยพบว่าในการปลูกต้นข้าวลิ้มผั่วในระยะเวลา 2 สัปดาห์ อัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นข้าวลิ้มผั่วในแต่ละแปลงการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีการงอกร้อยละ 89.25-91.75 ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูงต้น และความยาวรากถึงยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความกว้างใบอยู่ในช่วง 0.54-0.60 เซนติเมตร ความยาวใบอยู่ในช่วง 23.99-26.49 เซนติเมตร ความสูงต้นอยู่ในช่วง 35.22-36.83 เซนติเมตร ความยาวรากถึงยอดอยู่ในช่วง 39.09-42.56 เซนติเมตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าในทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์อยู่ในช่วง 23.84-28.34 แต่ความยาวรากต้นกล้านั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่รดน้ำผ่านแม่เหล็กนีโอไดเมียม และขามาเรียบ มีความยาวรากมากกว่ามี

(ข)

ความยาวรากมากกว่า กลุ่มที่รดน้ำปกติ และกลุ่มที่รดน้ำผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์ ซึ่งมีความยาวรากเท่ากับ 5.44-5.89 เซนติเมตร และ 3.87-3.94 เซนติเมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ : สนามแม่เหล็ก, ข้าวลิ้มฟัว, เฟอร์ไรท์, นีโอไดเมียม, ซามาเรียม

Research Title	The Increasing of the Germination and Growth Rate of Leum - Pua Rice by Using Magnetic Field		
Researcher	Nuttapon Phurahong		
Department	Computer Engineering		
	Phetchabun Rajabhat University	Year	2562

Abstract

This research is a study of germination rate and growth of Leum - Pua Rice. Use the magnetic energy with magnetic field intensity values 3 level to release water through a permanent magnetic ferrite rods neodymium and samarium by magnetic field intensity values are approximately 800-1,000 G, 1,500 G-2,900 and 1,900-3,900 G respectively, to find out the effect of the magnetic field intensity is suitable for application to Leum - Pua Rice. In this research, is designed to test the germination of rice seeds by using magnetic energy level values are defined, then do the test, the growth rate of rice, rice planting areas by dividing out 4 experimental groups, as is the usual watering group, group of water through magnetic ferrite, groups of water through a magnetic neodymium and groups of water through magnetic samarium. Afterward, divide the area planted in each converted sub divided 5 conversion and repeat the conversion experiments 4 convert trial.

The experimental found that in early planted Leum - Pua Rice 2 weeks period of germination and growth rate of trees individual Leum - Pua Rice in converting trial was not statistically different. Have the germination 89.25-91.75% width, length, height blades blade length and tree roots to the top, there are no statistical differences. Blade width is in the range 0.54-0.60 cm blade length is in the range- height 23.99-26.49 centimeters, in length range 35.22-36.83 centimeters, root to the

top is in the range 39.09-42.56 centimeters, chlorophyll in all trials no statistical difference. Chlorophyll is in the range 23.84-28.34 but seedlings are different statistically significantly, by root length of watering through neodymium magnets and samarium are more the group that normal watering and irrigation through the ferrite magnet, which has a root equal to length of 5.44-5.89 centimetres and 3.94-3.87 centimetres, respectively.

Keywords : Magnetic Field, Leum - Pua Rice, Ferrite, Neodymium, Samarium

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอบพระคุณทุกท่านที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ณัฐพล ภูระหงษ์

1 สิงหาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย	4
1.7 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1.1 ข้าวลิ้มผัว	6
2.1.1.1 การคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ครั้งที่ 1	7
2.1.1.2 ที่มาของชื่อข้าวลิ้มผัว	7
2.1.1.3 การคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ครั้งที่ 2	8
2.1.1.4 ลักษณะประจำพันธุ์.....	9
2.1.1.5 ลักษณะเด่น.....	12
2.1.1.6 ขั้นตอนการเปลี่ยนสีเปลือกหุ้มเมล็ดข้าวลิ้มผัว	13
2.1.1.7 ความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิระหว่างปลูก	
และลักษณะดิน	13
2.1.1.8 การเลือกพื้นที่ปลูก.....	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.1.9 ระยะเวลาปลูก	18
2.1.1.10 การกำจัดวัชพืช	19
2.1.1.11 วิธีปลูก	19
2.1.1.12 การใส่ปุ๋ยเคมี.....	19
2.1.1.13 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์	20
2.1.1.14 การตัดพันธุ์ปน	21
2.1.1.15 การเก็บเกี่ยว	21
2.1.1.16 การสีเป็นข้าวกล้อง.....	21
2.1.1.17 ข้อควรระวัง.....	22
2.1.1.18 คุณค่าโภชนาการ.....	22
2.1.2 น้ำ	23
2.1.2.1 วัฏจักรของน้ำ.....	23
2.1.2.2 คุณสมบัติของน้ำ	25
2.1.3 แม่เหล็กธรรมชาติและแม่เหล็กไฟฟ้า.....	26
2.1.3.1 แม่เหล็กธรรมชาติ	26
2.1.3.2 แม่เหล็กถาวรนีโอไดเมียม (Neodymium).....	28
2.1.3.3 แม่เหล็กไฟฟ้า.....	29
2.1.3.4 การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุในสนามแม่เหล็ก	30
2.1.4 กระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก	31
2.1.5 น้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก.....	37
2.1.5.1 การทำงานของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก	38
2.1.5.2 อายุของน้ำที่ได้รับพลังงานสนามแม่เหล็ก.....	38
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	41
3.1 การออกแบบระบบน้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก.....	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การออกแบบการทดลองผลของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่อ อัตราการผลิตเจริญเติบโตของข้าวสาลี.....	44
3.2.1 การออกแบบการทดลองน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่อ อัตราการงอกของเมล็ดข้าวสาลี.....	44
3.2.2 การออกแบบการทดลองน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่อ อัตราการผลิตเจริญเติบโตของข้าวสาลี.....	48
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	50
4.1 ผลการทดลองของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตราการงอก ของเมล็ดข้าวสาลี.....	51
4.2 ผลการทดลองของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตรา การผลิตเจริญเติบโตของข้าวสาลี.....	61
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	64
5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย.....	64
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม.....	66
ภาคผนวก.....	67
ประวัตินักวิจัย.....	85

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สมบัติบางประการของดินในแปลงทดลอง ที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง พิษณุโลก แพร่ และแปลงเกษตรกร อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2554	14
2.2 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวลิ้มผั่ว เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานจากแปลงแสดงพันธุ์ ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก ปี 2552	14
2.3 ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรของข้าวลิ้มผั่ว แปลงเปรียบเทียบ ผลผลิตข้าวไร่ภายในสถานี (สภาพนา) ปี 2553 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก	14
2.4 ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรของข้าวลิ้มผั่ว แปลงเปรียบเทียบ ผลผลิตข้าวไร่ระหว่างสถานี (สภาพนา) ปี 2554 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก และศูนย์วิจัยข้าวแพร่	15
2.5 ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรของข้าวลิ้มผั่ว แปลงเปรียบเทียบ ผลผลิตข้าวไร่ระหว่างสถานี (สภาพไร่) ปี 2554.....	16
2.6 ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรของข้าวลิ้มผั่ว แปลงเปรียบเทียบ ผลผลิตข้าวไร่ในนาราษฎร์ (สภาพไร่) ปี 2553-2554.....	16
2.7 ข้อมูลสำคัญบางประการในการเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างฤดูปลูก ข้าวลิ้มผั่วปี 2554	17
2.8 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์บางชนิด.....	20
2.9 ตัวอย่างค่าความหนาแน่นพลาซมีแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวรนีโอไดเมียมแบบเหลี่ยม ..	28
2.10 ค่าความชื้นขาบได้ของวัสดุชนิดต่าง ๆ.....	30
3.1 แสดงจำนวนการงอกของเมล็ด 14 วัน	45
3.2 แสดงลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวลิ้มผั่วในทรีทเมนต์ต่าง ๆ	46
3.3 ร้อยละของการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวลิ้มผั่วหลังการเพาะเมล็ด และรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	48
3.4 แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของกลุ่มทรีทเมนต์จำนวน 50 ต้น	48
3.5 น้ำหนักต้นกล้า ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าข้าวลิ้มผั่วหลังการเพาะเมล็ด และรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1	แสดงผลจำนวนการงอกของเมล็ด 14 วัน.....54
4.2	แสดงผลการทดลองลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวลิ้มผิวในทรีทเมนต์ต่าง ๆ57
4.3	ร้อยละของการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวลิ้มผิวหลังการเพาะเมล็ด และรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....60
4.4	แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของกลุ่มทรีทเมนต์จำนวน 50 ต้น61
4.5	น้ำหนักต้นกล้า ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าข้าวลิ้มผิวหลังการเพาะเมล็ด และรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....63

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภูมิการปรับปรุงพันธุ์.....	9
2.2 ข้าวลิ้มผัว.....	12
2.3 ไม่ใช่ข้าวลิ้มผัว.....	8
2.4 ขั้นตอนการเปลี่ยนสีเปลือกหุ้มเมล็ดข้าวลิ้มผัว.....	13
2.5 ข้าวเปลือกและข้าวกล้องพันธุ์ข้าวลิ้มผัวในพื้นที่ต่างๆ.....	17
2.6 ตัวอย่างพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวลิ้มผัว.....	18
2.7 ลักษณะข้าวพันธุ์ปน.....	21
2.8 วัฏจักรของน้ำ.....	24
2.9 พลังงานของน้ำ.....	25
2.10 ลักษณะโครงสร้างของน้ำ.....	25
2.11 พันธะไฮโดรเจนของน้ำ.....	26
2.12 แสดงทิศทางการแรงแม่เหล็ก.....	27
2.13 แม่เหล็กถาวรนีโอไดเมียม.....	28
2.14 แรงลอเรนซ์.....	31
2.15 กฎมือขวาของสกรู.....	31
2.16 สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดตรงยาว.....	32
2.17 สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดวงกลม.....	33
2.18 สนามแม่เหล็กในขดลวดโซลินอยด์.....	33
2.19 สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดทอรอยด์.....	35
2.20 อัดไฟฟ้า.....	35
2.21 ปั่นจันไฟฟ้า.....	36
2.22 ไดอะแฟรมของหุฟฟิง.....	36
2.23 รถไฟความเร็วสูง.....	36
2.24 น้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก.....	37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 ตัวอย่างความเข้มสนามแม่เหล็กเฟอร์ไรท์	41
3.2 ตัวอย่างความเข้มสนามแม่เหล็กนีโอไดเมียม	42
3.3 ตัวอย่างความเข้มสนามแม่เหล็กซามาเรียม	42
3.4 การออกแบบแผ่นอะคลีลิกด้วยโปรแกรม AutoCAD	42
3.5 การแปลงไฟล์เป็น G Code ด้วยโปรแกรม ArtCAM.....	43
3.6 โปรแกรม Mach 3.....	43
3.7 สั่งเครื่อง CNC ด้วยโปรแกรม Mach 3.....	43
3.8 แผ่นอะคลีลิกที่ตัดด้วยเครื่อง CNC แล้ว.....	44
3.9 ตัวอย่างแม่เหล็กในแผ่นอะคลีลิก	44
3.10 การออกแบบการทดลองแปลงปลุก.....	45
4.1 แปลงการเพาะปลุกต้นกล้าข้าวลิ้มฟัว.....	50
4.2 แท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรท์	50
4.3 แท่งแม่เหล็กนีโอไดเมียม	51
4.4 แท่งแม่เหล็กซามาเรียม	51
4.5 ตัวอย่างต้นข้าวลิ้มฟัว ระยะ 2 สัปดาห์.....	56
4.6 ตัวอย่างการวัดขนาดของต้นข้าวลิ้มฟัว	56
4.7 ตัวอย่างการวัดค่าคลอโรฟิลล์	56

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีทรัพยากรธรรมชาติและดินที่มีสภาพอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูกพืชทางการเกษตร โดยพบว่าพื้นที่ทางการเกษตรครอบคลุมทั้งสิ้น 3,291,426 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 42 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดเพชรบูรณ์ มีพื้นที่พืชไร่มากที่สุดถึง 1,646,714 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 50 ของพื้นที่ทางการเกษตรทั้งหมดของจังหวัดเพชรบูรณ์ และมีพื้นที่นาข้าวถึง 1,262,694 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39 ของพื้นที่ทางการเกษตรทั้งหมดของจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผลผลิตที่สำคัญ ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเขียวผิวมัน ข้าวฟ่าง โดยมีพืชที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication) ที่สำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์คือ ข้าวไร้ลิ้มผัวเพชรบูรณ์ (ขึ้นทะเบียน ณ วันที่ 26 เมษายน 2556) มีลักษณะพิเศษคือ สีของเมล็ดจะดำเป็นเงามีสีเข้มกว่าพื้นที่อื่นๆ รสชาติอร่อย มีกลิ่นหอม มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทำให้ข้าวไร้ลิ้มผัวเพชรบูรณ์ เป็นที่นิยมของผู้บริโภค

อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นแหล่งการปลูกข้าวไร้ลิ้มผัว โดยเป็นข้าวนาปีของกลุ่มชาตพันธุ์ม้ง พื้นที่การปลูกข้าวไร้ลิ้มผัวของ อำเภอเขาค้อ เป็นนิเวศการปลูกแบบไร่อาศัยน้ำฝน ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลเฉลี่ย 714 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 25.8 องศาเซลเซียส ซึ่งให้อัตราผลผลิตสูงสุดประมาณ 425 กิโลกรัมต่อไร่ (ข้าวลิ้มผัว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์) โดยจากรายงานสถิติจังหวัดเพชรบูรณ์ พ.ศ.2559 พบว่า พื้นที่การเพาะปลูกข้าวไร้ของ อำเภอเขาค้อ (ปีเพาะปลูก 2558) มีจำนวนทั้งหมด 14,538 ไร่ ผลผลิตการเพาะปลูก 5,271.60 ตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 362.61 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับข้าวไร้ลิ้มผัวจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นข้าวที่ปัจจุบันมีอัตราความต้องการของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น เพราะเป็นข้าวที่มีความนุ่ม มีกลิ่นหอม กากใยและสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในระดับสูงกว่าข้าวชนิดอื่นๆ มีราคาสูงกว่าข้าวเหนียว กข.6 และข้าวเหนียวทั่วไปกว่าเท่าตัว แต่ทั้งนี้ยังพบปัญหาด้านกำลังการผลิต เนื่องจากข้าวไร้ลิ้มผัวเป็นพันธุ์ข้าวที่มีความอ่อนแอต่อโรค และอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ทำให้ได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค

ปัจจุบันการเพาะปลูกข้าวไร้ลิ้มผัว อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ได้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการปลูกเพื่อยังชีพเป็นการปลูกเพื่อการค้าและการส่งออก ซึ่งถือเป็นวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมโดยกลุ่มวิสาหกิจเหล่านี้เป็นส่วนช่วยในการขยายตัวของสภาพทางเศรษฐกิจของจังหวัดเป็นอย่างมาก โดยการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในภูมิภาคให้เติบโตตามแผนกลยุทธ์ของสำนักพัฒนาการค้าและธุรกิจการเกษตรและอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นการยกระดับชุมชนให้เข้มแข็ง ตามแผนยุทธศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559-2564

ที่ว่าด้วยการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม วิสาหกิจชุมชน ให้มีความเข้มแข็ง และสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลกตาม แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 ประเด็นสำคัญตามมติและข้อสั่งการของคณะรักษาความสงบแห่งชาติ (คสช.) นโยบายรัฐบาล (พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา) และแผนแม่บทการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย พ.ศ. 2555-2574 รวมทั้งให้สอดคล้องกับสถานการณ์และบริบทการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งในด้านภาวะเศรษฐกิจและสังคมไทยในช่วงที่ผ่านมา รวมถึงการส่งเสริมยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดเพชรบูรณ์ 4 ปี (พ.ศ.2561-2564) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 : การส่งเสริมเกษตรปลอดภัย การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่ม และจากวิสัยทัศน์ของยุทธศาสตร์ข้าวไทย ที่ พล.อ.ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี และหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติ (คสช.) ได้กล่าวปาถกฐาพิเศษหัวข้อ "ยุทธศาสตร์ด้านการตลาดข้าวและนโยบายการค้าข้าวของไทย" ในงาน "ไทยแลนด์ ไรซ์ คอนเวนชัน 2559" เทิดพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ถึงเป้าหมายของการผลิตข้าวของไทยว่า ผลผลิตข้าวต่อไร่ของไทย ในปี 2565 จะเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างน้อยร้อยละ 25 ด้วยต้นทุนการผลิตข้าวต่อตันที่ลดลงอย่างน้อยร้อยละ 20 รวมทั้งส่งเสริมการผลิตข้าวคุณภาพที่มีความโดดเด่นซึ่งกระจายอยู่ตามท้องถิ่นต่างๆ สำหรับตลาดเฉพาะ เช่น ข้าวอินทรีย์ ข้าวกล้องงอก ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวสังข์หยด ข้าวลิ้มผิว เพื่อเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายของข้าวไทยในตลาด ภายใต้การผลิตแบบแปลงรวมเชิงอุตสาหกรรมด้วยระบบประณีตตามวิถีธรรมชาติ โดยนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพ

จากความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์เข้ากับศาสตร์อื่นๆ มากมายเพื่อพัฒนาปรับปรุง หรือเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาสิ่งที่เกิดขึ้น ด้านเกษตรกรรมก็เช่นกัน การใช้เทคโนโลยีส่งผลให้มีพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพ และยกระดับการผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของสินค้า ความก้าวหน้าดังกล่าว ปัจจุบันจึงมีการศึกษาผลกระทบของสนามแม่เหล็กต่อสิ่งมีชีวิตและพืช เนื่องจากมีการใช้สนามแม่เหล็กอย่างกว้างขวางไม่ว่าจะเป็น ทางการแพทย์ การรักษา การวินิจฉัย และทางเกษตรกรรม โดยมีการศึกษาผลกระทบของสนามแม่เหล็กต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดพืช เช่น ผลกระทบของสนามแม่เหล็กต่อเมล็ดพืช ซึ่งพบว่าสนามแม่เหล็กมีผลต่อการเพิ่มอัตราการงอก และการเจริญเติบโตของพืช

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาและนำองค์ความรู้ทางด้านพลังงานสนามแม่เหล็กมาประยุกต์ใช้กับทางการปลูกข้าวลิ้มผิว เพื่อเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผิว เพื่อให้กลุ่มชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผิวอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์สร้างรายได้และผลกำไรจากการผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยใช้หลักการทางด้านวิศวกรรม การออกแบบการ

ทดลอง DOE (Design and Analysis of Experiment) ช่วยในการออกแบบการทดลอง และทดสอบปริมาณสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมกับอัตราการงอกของเมล็ดและอัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่ว

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวและอัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าวลิ้มผั่ว

1.2.2 เพื่อทดสอบปริมาณสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมกับอัตราการงอกของเมล็ดและอัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่ว

1.2.3 เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยสู่ชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผั่วอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างนวัตกรรมการเพาะปลูกข้าวลิ้มผั่ว โดยการประยุกต์ใช้ข้อดีของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กช่วยในการเพาะปลูก ทำให้ข้าวลิ้มผั่วมีอัตราการงอกและการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น สามารถเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูก

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.4.1 วิธีการศึกษา

ทำการทดสอบการงอกของเมล็ดข้าวโดยใช้ระดับของพลังงานสนามแม่เหล็กค่าต่างๆ ที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของข้าวโดยการแบ่งพื้นที่ปลูกข้าวออกเป็น 4 แปลง หลังจากนั้นแบ่งพื้นที่ปลูกในแต่ละแปลงออกเป็น 5 แปลง ย่อย จากนั้นทำการสุ่มพื้นที่ปลูกในแต่ละแปลงให้ทุกแปลงปลูกมีครบทุกสิ่งทดลอง ปลูกข้าวลิ้มผั่วในแปลงปลูกตามแปลงที่กำหนดไว้ และจัดทำสนามแม่เหล็กตามระดับที่กำหนดไว้ในแต่ละสิ่งทดลอง

1.4.2 การบันทึกข้อมูล

ทำการวัดความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบ จำนวนหน่อ และความกว้างกอ วันที่ออกรวง ปริมาณรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ด ขนาดเมล็ด ความเครียดของพืชโดยใช้เครื่อง Pulse Modulated Chlorophyll Fluorometer วัดปริมาณคลอโรฟิลล์โดยใช้เครื่อง MINALTA SPAD502 โดยทำการวัดความเครียดของพืชและปริมาณคลอโรฟิลล์ ทุก 7 วัน หลังการเริ่มการทดลอง และนำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ

กิจกรรม	สถานที่ทำการวิจัย
1. ศึกษาข้อมูลขั้นตอนวิธีการปลูกข้าวลิ้มผัว ปัจจัยที่มีต่อการเจริญเติบโต งานวิจัยสำหรับผลกระทบของสนามแม่เหล็กที่มีต่อพืช	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และ กลุ่มชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผัวอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
2. เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในโครงการวิจัยและเก็บข้อมูล - ระบบสร้างพลังงานสนามแม่เหล็กสำหรับเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวลิ้มผัว - ระบบสร้างพลังงานสนามแม่เหล็กสำหรับเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผัว - ระบบโรงเรือนแบบปิดเพื่อใช้ทดสอบการปลูกข้าวลิ้มผัว - ระบบน้ำและการควบคุมการให้ปุ๋ย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
3. ดำเนินการสร้างระบบพลังงานสนามแม่เหล็กที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวลิ้มผัว และเก็บข้อมูลอัตราการงอกของเมล็ดข้าว และอัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผัวในสภาวะการใช้ขนาดของสนามแม่เหล็กที่ต่างกัน ในระยะเวลาที่เท่ากัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และ กลุ่มชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผัวอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
4. สรุปผลทดลอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
5. ถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากโครงการวิจัยและเทคโนโลยีสู่ชุมชน	กลุ่มชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผัวอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
6. จัดทำรูปเล่มรายงานวิจัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

สนามแม่เหล็ก, ข้าวลิ้มผัว

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

1.6.1 ได้ผลการวิจัยพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวและอัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าวลิ้มผัว และทดสอบปริมาณพลังงานสนามแม่เหล็กที่เหมาะสม

1.6.2 มหาวิทยาลัยได้ระบบสร้างพลังงานสนามแม่เหล็กสำหรับใช้ในการเพิ่มอัตราการงอก

ของเมล็ดข้าวและอัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าวลิ้มผั่ว เป็นแหล่งองค์ความรู้เพื่อพัฒนาท้องถิ่น สอดคล้องกับเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยโดยถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

1.6.3 ได้เทคโนโลยีการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวและอัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าว ลิ้มผั่ว สามารถเพิ่มผลผลิตของกลุ่มชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผั่ว อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์

1.7 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.7.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

- พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อศึกษาผลของพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวและอัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าวลิ้มผั่ว และทดสอบปริมาณพลังงานสนามแม่เหล็กที่เหมาะสม ที่คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และกลุ่มชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผั่วอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์

- พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน ได้แก่ กลุ่มชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผั่วอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์

1.7.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ระยะที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระยะที่ 2 ออกแบบและพัฒนาสร้างระบบสร้างพลังงานสนามแม่เหล็กที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวลิ้มผั่ว

ระยะที่ 3 ทดสอบปริมาณพลังงานสนามแม่เหล็กที่ใช้ในระบบการปลูกข้าวลิ้มผั่วและเก็บผลการวิจัย

ระยะที่ 4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่กลุ่มชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผั่วอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์

1.7.3 ขอบเขตด้านประชากร

กลุ่มชุมชนผู้ปลูกข้าวลิ้มผั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์

1.7.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยการพัฒนารองและการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่วด้วยพลังงานสนามแม่เหล็ก โดยประกอบไปด้วยที่มาของข้าวลิ้มผั่ว ความหมายของน้ำ ความหมายของแม่เหล็ก และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ข้าวลิ้มผั่ว

ข้าวลิ้มผั่ว ไม่ใช่ชื่อที่ใช้เรียกข้าวที่มีสีดำหรือข้าวเหนียวดำทั่ว ๆ ไป แต่หมายถึงข้าวที่มีลักษณะพิเศษ เป็นข้าวไร่ข้าวเหนียวดำที่มีกลิ่นหอมและไวต่อช่วงแสง (ปลูกในฤดูนาปี) ซึ่งผ่านการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ และได้รับการรับรองพันธุ์แล้ว จากกรมการข้าวเป็นข้าวพื้นเมือง ที่จัดว่าเป็นข้าวอายุเบาและต้นเตี้ย เมื่อนักวิจัยพบครั้งแรก ปลูกโดยกลุ่มชาติพันธุ์ชาวม้ง (ต่อไปนี้ ขอเรียกให้ง่ายอย่างที่อยู่ในกลุ่มชาติพันธุ์พอใจเรียกตัวเอง ว่า “พี่น้องม้ง”) บ้านรวมไทยพัฒนาที่ 3 ตำบล รวมไทยพัฒนา อำเภอบพพระ จังหวัดตาก ปลูกในสภาพไร่พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 650 เมตร อยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า “เบิ้ลฉิ่ง” หรือกลุ่มข้าวเหนียวดำซึ่งมีหลากหลายพันธุ์ และปลูกเพียงเพื่อใช้ทำขนมพิเศษในโอกาสปีใหม่ โดยนึ่งข้าวแล้วทำให้เหนียวก่อนห่อใบตองย่างไฟให้หอม รับประทานกับน้ำอ้อย นมข้นหวาน หรือน้ำตาล ที่เรียกว่า “จิว” (การเขียนชื่อขนมทำได้เพียงใกล้เคียง เพราะการออกเสียงทำโดยออกเสียงจากลำคอผ่านริมฝีปาก โดยให้ฟันล่างอยู่ที่โคนของฟันบน แล้วออกเสียงให้ลมลอดผ่านระหว่างฟันบนและฟันล่างคล้ายเสียง “จ” ผสม “ฉ”)

ก่อนหน้านี้จะมีการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ของ “เบิ้ลฉิ่ง” ที่อายุเบามีกลิ่นหอม และต้นเตี้ยโดยนักวิจัย ข้อมูลที่ได้รับ คือ พี่น้องม้งไม่ค่อยนิยมปลูกพันธุ์นี้ และปลูกเพียงเพื่อใช้ในโอกาสพิเศษดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ในช่วงต้นด้วยเหตุผลหลายประการที่สำคัญก็คือ พี่น้องม้งรับประทานข้าวเจ้าที่มีเมล็ดสีขาวยาว ส่วนข้าวพันธุ์พิเศษนี้เป็นข้าวเหนียวดำ โดยทั่วไปแล้วจึงเหมาะสำหรับทำขนมเท่านั้น นอกจากนี้ข้าวพันธุ์ดังกล่าวยังมีข้อจำกัดอีกหลายประการที่สำคัญได้แก่ ผลผลิตต่ำ อ่อนแอต่อโรคและแมลง ต้องการดินอุดมสมบูรณ์ในสภาพไร่ที่สูง จึงจะได้ผลผลิตที่ดีและมีสีเข้ม แต่พื้นที่เช่นนี้ก็มีอยู่จำกัด นอกจากนี้ข้อจำกัดที่ได้กล่าวมาแล้ว ปัญหาที่ทางฝ่ายวิจัยมองว่าเป็นเรื่องสำคัญต่อการอนุรักษ์พันธุ์กรรมเมื่อแรกพบข้าวพันธุ์นี้ คือ มีการปนของพันธุ์อื่นอยู่ในเปอร์เซ็นต์สูง เนื่องจากในวิถีชีวิตของพี่น้องม้งจะปลูกข้าวหลายพันธุ์ไว้ใกล้ๆ กัน ทำให้เกิดการปนได้ทุกขั้นตอนของการผลิตตั้งแต่ปลูก

จนถึงการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษา หากไม่เร่งทำพันธุ์บริสุทธิ์เสียตั้งแต่ตอนนี้ต่อไปโอกาสที่จะเกิดการสูญเสียพันธุ์มีสูง

2.1.1.1 การคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ครั้งที่ 1

ในปี 2533 ได้มีพี่น้องม้ง จังหวัดพิษณุโลก นำเมล็ดพันธุ์ในกลุ่ม “เบิ้ลฉิ่ง” ที่อายุเบา มีกลิ่นหอม และต้นเตี้ยจากอำเภอพบพระ จังหวัดตาก มาปลูกบริเวณรอยต่อระหว่างอำเภอนครไทยและอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก นายพนัส สุวรรณธาดา ตำแหน่งในขณะนั้น คือ เจ้าพนักงานการเกษตร 5 ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก (เกษียณอายุราชการในตำแหน่งเจ้าพนักงานการเกษตร 5 ศูนย์วิจัยข้าววนครราชสีมา ปี 2551) ไปปฏิบัติราชการโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ภูซัด ภูเมี่ยง ภูสอยดาว บริเวณอำเภอนครไทย และอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก ได้พบและสนใจจึงได้รวบรวมและนำมาทดสอบเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกจากแหล่งเดิม และคัดเลือกพันธุ์ให้บริสุทธิ์ ระหว่างปี 2534 ถึง 2538 ณ ส่วนแยกของสถานีทดลองพืชสวนดอยมูเซอ อำเภอพบพระ จังหวัดตาก เพื่อใช้ ในโครงการตามพระราชเสาวนีย์ของสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เมื่อคัดเลือกจนได้พันธุ์บริสุทธิ์แล้ว นายพนัส สุวรรณธาดา ได้มอบเมล็ดพันธุ์ให้นายไชยวัฒน์ วัฒนไชย ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตรในขณะนั้น (เกษียณอายุราชการในตำแหน่ง รองอธิบดี กรมการข้าว ปี 2552 ปัจจุบันเป็นที่ปรึกษาอธิบดีกรมการข้าว) เพื่อถวายแด่สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ที่เสด็จมาเยี่ยมชมโครงการฯ จากนั้น นายพนัส สุวรรณธาดาจึงได้ทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ในปี 2534 แล้วนำเมล็ดพันธุ์ที่ได้ไปให้พี่น้องม้งที่ตำบลรวมไทยพัฒนา อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ซึ่งเป็นแหล่งปลูกดั้งเดิมไว้ปลูกขยายพันธุ์เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

2.1.1.2 ที่มาของชื่อข้าวลิ้มผั่ว

ชื่อ “ลิ้มผั่ว” นี้ไม่ได้มีมาตั้งแต่แรก เนื่องจากพี่น้องม้งไม่เคยตั้งชื่อพันธุ์ข้าวเหนียวดำ แต่จะเรียกข้าวเหนียวดำรวมกันว่า “เบิ้ลฉิ่ง” ซึ่งหมายถึงข้าวเมล็ดสีดำ แต่พี่น้องม้งผู้ปลูกข้าวจะทราบกันว่าข้าวเหนียวดำมีหลายลักษณะ เช่น มีทั้งต้นสีเขียว ต้นสีม่วง ข้าวเปลือกสีดำ ข้าวเปลือกสีขาว (หมายถึงสีฟาง) ข้าวเปลือกสีแดงออกดำ คอรวงสีเขียว คอรวงสีดำ ต้นสูง ต้นเตี้ย ค่อนข้างต้านทานโรค และอ่อนแอต่อโรค เป็นต้น สำหรับ “เบิ้ลฉิ่ง” ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกสนใจในคุณสมบัติ และนำมาคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์นั้นเป็นข้าวเหนียวดำต้นสีเขียว คอรวงสีเขียว ต้นเตี้ย ระย้านามเมล็ดมีสีม่วงแดงสาแหรกสีเขียว มีกลิ่นหอมตั้งแต่แตกกอจนถึงออกรวง เมื่อบริโภคมีลักษณะพิเศษ คือ กรูบเมื่อแรกเคี้ยวภายในนุ่มเหนียว และหอมกรุ่นในปาก แต่มีข้อจำกัด คือ ผลผลิตต่ำ และอ่อนแอต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ

ระหว่างคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ครั้งที่หนึ่ง ณ ส่วนแยกของสถานีทดลองพืชสวนดอยมูเซอ อำเภอพบพระ จังหวัดตาก พี่น้องม้งที่เป็นคนงานของนายพนัส สุวรรณธาดา ได้เล่าถึงความอร่อยของข้าวพันธุ์นี้ว่า อร่อยมากจนกระทั่งภรรยารับประทานเสียเองจนหมดลื้มแบ่งไว้ให้สามี นายพนัส จึงพูดเล่นๆ ว่า “อย่างนี้ ก็เป็นข้าวลื้มผัวนะสิ” ข้าวลื้มผัว จึงเป็นชื่อที่เรียกกันติดปากสำหรับข้าวที่ได้คัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์แล้วนี้ ในหมูนักวิจัยตั้งแต่นั้นมาไม่ได้หมายความว่ารับประทานแล้วจะลื้มสามีเหมือนที่หลายๆคนเข้าใจ จนทำให้ไม่ยอมรับประทาน คำอธิบายนี้ น่าจะทำความเข้าใจกับสาธารณชนได้อย่างเป็นรูปธรรม และหวังว่าผู้ชื่นชอบข้าวจะได้รับประทานข้าวลื้มผัวพันธุ์บริสุทธิ์ที่แสนอร่อยและเปี่ยมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ ในลักษณะที่เป็นข้าวกล้องเต็มเมล็ด เนื่องจากส่วนที่เป็นรำเป็นส่วนที่ประกอบด้วยสารอาหาร และให้ความกรุบอร่อยที่หาไม่ได้ในข้าวพันธุ์อื่น

2.1.1.3 การคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ครั้งที่ 2

เมื่อเวลาผ่านไป ด้วยวิธีการปลูกแบบชาวเขาที่มักปลูกข้าวหลายพันธุ์ใกล้กันหรือปลูกด้วยกัน และ การขาดความเข้าใจและแรงจูงใจในการทำพันธุ์บริสุทธิ์ จึงทำให้ข้าวลื้มผัวกลับไปอยู่ในภาวะวิกฤติและ เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์อีกครั้ง เนื่องจากมีเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์อื่นปนอยู่มากไม่เป็นพันธุ์บริสุทธิ์ ด้วยเหตุนี้ ระหว่างปี 2550-2554 ทีมวิจัยของศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกและศูนย์วิจัยข้าวแพร่ จึงได้เริ่มทำการ คัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์อีกครั้ง ภายใต้แผนงานการวิจัย และพัฒนาพันธุ์ข้าวในพื้นที่นาข้าวปน โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวนาข้าวปนภาคเหนือตอนล่าง และโครงการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ข้าวพันธุ์พื้นเมืองในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แผนงานวิจัยการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรพันธุกรรมข้าว โดยเริ่มในปี 2550 จากการคัดเลือกแบบหมู่ (Mass selection) และคัดเลือกรวงในปี 2551 เพื่อนำมาปลูกแบบรวงต่อแถวทำเป็นพันธุ์บริสุทธิ์ ต่อมาระหว่างปี 2552-2554 ได้นำไปผ่านขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อรับรองพันธุ์โดยเริ่มเปรียบเทียบผลผลิตเบื้องต้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก (เดิม คือศูนย์วิจัยพืชสวนดอยมูเซอ ต่อมาเปลี่ยนเป็นศูนย์วิจัย และพัฒนาปัจจัยการผลิตตาก) การปรับตัวในแปลงเกษตรกรที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี และในนาราชภัฏ วิเคราะห์คุณค่าเมล็ดทางโภชนาการทดสอบปฏิบัติการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ทดสอบปฏิบัติการต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ เคมี คุณภาพการสี การหุงต้มรับประทาน ทำลายพิมพ์เอกลักษณ์ (DNA fingerprint) และผลิตเมล็ดพันธุ์

คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ข้าว กรรมการข้าวมีมติให้รับรองพันธุ์ข้าวเหนียวลื้มผัว ในวันที่ 8 มีนาคม 2555 และเป็นความภูมิใจและเป็นเกียรติอย่างยิ่งของ คณะวิจัยที่ได้รับมอบโล่ผลงานวิจัยดีเด่น กรรมการข้าว ประจำปีพุทธศักราช 2555 จากปลัดกระทรวง เกษตรและสหกรณ์ และอธิบดีกรมการข้าว



รูปที่ 2.1 แผนภูมิการปรับปรุงพันธุ์

2.1.1.4 ลักษณะประจำพันธุ์

รายละเอียดต่อไปนี้ เป็นข้อมูลประกอบการรับรองพันธุ์ข้าวลิ้มผั่ว เพื่อความถูกต้อง และชัดเจนในการจำแนกพันธุ์

ลักษณะสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตร

ประเภท	: ข้าวเหนียวไวต่อช่วงแสง
อายุถึงวันออกดอก 50 %	: 15-30 กันยายน
อายุเก็บเกี่ยว	: 15-30 ตุลาคม
ลำต้น :	
ทรงกอ (ระยะออกดอก 50 %)	: กอตั้ง
ความสูง (ถึงปลายรวง)	: 151±14 เซนติเมตร
สีของปล้อง (ระยะออกดอก 50 %)	: เหลืองอ่อน
ความแข็ง (หลังออกดอก 20 วัน)	: แข็งมาก

ใบ :

สีของใบ (ระยะแตกกอเต็มที่)	: เขียว
สีของกาบใบ (ระยะแตกกอเต็มที่)	: เขียว
มุมของยอดแผ่นใบ (ระยะแตกกอเต็มที่)	: ส่วนใหญ่ตั้งตรง
การมีขนของแผ่นใบ (ระยะแตกกอเต็มที่)	: ไม่มีขน มีขนที่ขอบใบ
ความยาว (ระยะออกดอกแล้ว 20 วัน)	: 64 เซนติเมตร
ความกว้าง (ระยะออกดอกแล้ว 20 วัน)	: 2.5 เซนติเมตร
การแก่ของใบ (ระยะแตกกอ)	: ค่อนข้างเร็ว

ลิ้นใบ : (ระยะแตกกอ)

สี	: น้ำตาลอ่อน
รูปร่าง	: มี 2 ยอด
ความยาว	: 2.3 มิลลิเมตร
หูใบ	: สีเหลืองน้ำตาล
ข้อต่อใบ	: เขียวอ่อน

ใบธง :

มุมใบธง	: หักลง
ความยาว	: 46 เซนติเมตร
ความกว้าง	: 2.8 เซนติเมตร

รวง :

ความยาว (ระยะเก็บเกี่ยว)	: 35 เซนติเมตร
ลักษณะของรวง (ระยะออกดอก 20 วัน)	: ค่อนข้างแน่น
การแตกกระแฉ่ (ระยะออกดอก 20 วัน)	: ระแฉ่ถี่
การยึดของคอรวง (ระยะออกดอก 20 วัน)	: คอรวงยาว
จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	: 137 เมล็ด
การติดเมล็ด (ระยะเก็บเกี่ยว)	: 89 เปอร์เซนต์
การร่วงของเมล็ด (ระยะเก็บเกี่ยว)	: ปานกลาง
การนวด (ระยะเก็บเกี่ยว)	: ปานกลาง
จำนวนรวงต่อตารางเมตร (ระยะปลูก 25 × 25 เซนติเมตร)	: 142 รวง

ดอก : (ระยะออกรวง 50 %)

สีของยอดเกสรตัวเมีย	: ขาว
---------------------	-------

สีของปลายยอดดอก	: ขาว
สีของกลีบดอก	: สีเขียวอ่อน
เมล็ด : (ระยะหลังเก็บเกี่ยว)	
หางข้าว	: บางเมล็ดหางสั้นน้อยกว่า 1 ซม.
สีของยอดเมล็ด	: ฟาง
ขนบนเปลือกเมล็ด	: เกือบไม่มี
ระยะพักตัว	: 5 สัปดาห์

คุณภาพเมล็ด

คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ

สีของเปลือก	: ฟางซีดดำ
	เมล็ดบริเวณปลายรวงมีสีฟาง
สีของข้าวกล้อง	: ม่วงดำ
ชนิดของข้าว	: ข้าวเหนียว
ขนาดของข้าวเปลือก	: ยาว 10.7 ± 0.2 มิลลิเมตร
กว้าง 3.7 ± 0.1 มิลลิเมตร	
หนา 2.2 ± 0.1 มิลลิเมตร	
ขนาดของข้าวกล้อง	: ยาว 7.9 ± 0.1 มิลลิเมตร
กว้าง 2.8 ± 0.2 มิลลิเมตร	
หนา 1.8 ± 0.1 มิลลิเมตร	
(โดยใช้เครื่องชั่งยี่ห้อ Mc. Gill 0.6 กิโลกรัม No. 2 นาน 1 นาที)	
รูปร่าง (ข้าวกล้อง)	: ค่อนข้างป้อม (2.9)
น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด	: 38.1 ± 1.9 กรัม
น้ำหนักข้าวเปลือกต่อถัง	: 10.4 ± 0.6 กิโลกรัม

คุณภาพการสี

ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว	: 48.2 เปอร์เซ็นต์
แกลบ	: 24.6 เปอร์เซ็นต์
รำ	: 8.3 เปอร์เซ็นต์
ข้าวหัก	: 18.8 เปอร์เซ็นต์

คุณภาพเมล็ดทางเคมีและคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

ปริมาณอมิโลส	: ข้าวเหนียว
--------------	--------------

ปริมาณโปรตีน	: 10.0±6 เปอร์เซนต์
ค่าการสลายเมล็ดในต่าง (1.4% KOH)	: 6.0±0.0
ค่าการสลายเมล็ดในต่าง (1.7% KOH)	: 7.0±0.0
อุณหภูมิแป้งสุก	: ต่ำ
อัตราการยืดตัวของข้าวสุก	: 1.57 เท่า
ความหอม	: หอม
ความเลื่อมมัน	: ผิวมัน (7.6)
ความนุ่ม(การเกาะตัวของข้าวสุก)	: เหนียว (7.7)
เนื้อสัมผัส	: นุ่ม (7.0)

2.1.1.5 ลักษณะเด่น

1. เมล็ดมีคุณภาพทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระรวม เช่น แอนโทไซยานิน กรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น โอเมกา 3 โอเมกา 6 และโอเมกา 9 วิตามิน เช่น วิตามินอี และบี แกมมา โอไรซานอล
2. ข้าวกล้องเมื่อหุงสุก มีกลิ่นหอม ลักษณะสัมผัสเมื่อแรกเคี้ยวจะกรุบ หนึบ ภายในนุ่มเหนียว

ข้อสังเกตในการจำแนกพันธุ์ข้าวลิ้มผิว



ทรงกอ ใบ กาบใบ

ลิ้นใบ

หุบใบ

รูปที่ 2.2 ข้าวลิ้มผิว



ทรงกอ ใบ กาบใบ

สีใบ

รูปที่ 2.3 ไม่ใช่ข้าวลิ้มผั่ว

2.1.1.6 ขั้นตอนการเปลี่ยนสีเปลือกหุ้มเมล็ดข้าวลิ้มผั่ว



1. ผสมเกสร

2. น้ำนม

3. แป้งเริ่มแข็ง

4. สุกแก่

รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการเปลี่ยนสีเปลือกหุ้มเมล็ดข้าวลิ้มผั่ว

2.1.1.7 ความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิระหว่างปลูก และลักษณะดิน

พื้นที่ที่เหมาะสม คือ 400-800 เมตร จากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างฤดูปลูกไม่เกิน 25°C ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 4.4-6.4 ดินร่วนซุย หรือดินร่วนเหนียวอุดมสมบูรณ์ สภาพเช่นนี้ จะได้เมล็ดข้าวกล้องค่อนข้างอ้วนสีม่วงดำ คุณค่าทางโภชนาการสูง ให้ผลผลิตเฉลี่ย ระหว่าง 343-455 กก./ไร่

ตารางที่ 2.1 สมบัติบางประการของดินในแปลงทดลอง ที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง พิษณุโลก แพร่และแปลงเกษตรกร อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง ปี 2554

สมบัติของดิน	เขาค้อ	ศวช.พิษณุโลก	ศวช.สะเมิง	ศวช.แพร่
pH	4.4	5.1	6.4	4.6
อินทรีย์วัตถุ (%)	2.2	0.5	3.8	0.9
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm.)	21.2	67.4	10.0	6.0
โพแทสเซียมที่สกัดได้ (ppm.)	198	72	284	25
เนื้อดิน	Clay Loam	Loam	Clay Loam	Sandy Loam

ตารางที่ 2.2 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวลิ้มผัว เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานจากแปลงแสดงพันธุ์ ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก ปี 2552

พันธุ์/สายพันธุ์	ผลผลิต (กก./ไร่)		ดัชนี	
ลิ้มผัว	235	226	97	188
เจ้าขาว	104	100		
เจ้าฮ่อ	243		100	
เจ้าลิซอ	125			100

สูงจากระดับน้ำทะเล 800 เมตร

ตารางที่ 2.3 ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรของข้าวลิ้มผัว แปลงเปรียบเทียบผลผลิตข้าวไร่ภายในสถานี (สภาพนา) ปี 2553ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

พันธุ์/สายพันธุ์	ผลผลิต (กก./ไร่)*	ดัชนี					วันออกดอก	ความสูง (ซม.)	รวง/กอ
ลิ้มผัว	248 d	53	36	68	41	34	12 ก.ย.	97	5
จิ๋วแม่จัน	464 bc	100					11 ก.ย.	146	13
น้ำสะกุก 19	672 a		100				20 ก.ย.	171	13
เจ้าหอมนิล	363 cd			100			16	108	14

							ก.ย.		
สกลนคร	599 ab				100		25 ก.ย.	167	10
กข6	761 a					100	14 ต.ค.	177	11
Cv (%)	15.4								
สูงจากระดับน้ำทะเล 44 เมตร									

ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2.4 ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรของข้าวลิ้มผัว แปลงเปรียบเทียบผลผลิตข้าวไร่ ระหว่างสถานี (สภาพนา) ปี 2554 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก และศูนย์วิจัยข้าวแพร่

พันธุ์/สายพันธุ์	ศวข.พล. (กก./ไร่)*	ศวข.แพร่ (กก./ไร่)*	เฉลี่ย (กก./ไร่)	วันออกดอก	ความสูง (ซม.)	รวง/ กอ
ลิ้มผัว	297 b	223 bc	259	22-30 ก.ย.	99	7
ชีวมังจัน	557 a	173 c	365	12-16 ก.ย.	144	10
น้ำสะกุก 19	496 a	424 a	460	25 ก.ย.-5 ต.ค.	168	9
เจ้าหอมนิล	479 a	182 bc	335	5-26 ก.ย.	105	10
สกลนคร	427 a	298b	362	24ก.ย.-7 ต.ค.	166	10
กข6	484 a	264 bc	774	13-25 ต.ค.	174	13
Cv (%)	15.9	20.2				
สูงจากระดับ แม่น้ำทะเล	44	165 เซนติเมตร				

ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙% โดยวิธี DMRT

ศวข.พล. = ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

ศวข.แพร่ = ศูนย์วิจัยข้าวแพร่

ตารางที่ 2.5 ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรของข้าวลิ้มผัว แปลงเปรียบเทียบผลผลิตข้าวไร่ ระหว่างสถานี (สภาพไร่) ปี 2554

พันธุ์/สายพันธุ์	ศวข.พล. (กก./ไร่)*	ศวข.แพร่ (กก./ไร่)*	เฉลี่ย (กก./ไร่)	วันออกดอก	ความสูง (ซม.)	รวง/ กอ
ลิ้มผัว	327 b	360 b	343	15-26 ก.ย.	126	7
ชีวมะจัน	557 a	606 a	582	12 ก.ย.-9 ต.ค.	128	9
เจ้าฮ่อ	290 b	382 b	336	20-26 ก.ย.	๑๒๖	7
เจ้าลีซอ	393 ab	389 b	319	19 ก.ย.-4 ต.ค.	114	8
เจ้าขาว	208 b	419 b	314	12-24 ก.ย.	138	8
cv (%)	25.5	6.8				
สูงจาก ระดับน้ำทะเล	44	๔๖๐ เซนติเมตร				

ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%
โดยวิธี DMRT

ศวข.พล = ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

ศวข.สะเมิง = ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง

ตารางที่ 2.6 ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรของข้าวลิ้มผัว แปลงเปรียบเทียบผลผลิตข้าวไร่ ในนาราชภูรี (สภาพไร่) ปี 2553-2554

พันธุ์/สายพันธุ์	อ.ชาติตระการ พิษณุโลก (กก./ไร่)*	อ.เขาค้อ เพชรบูรณ์ (กก./ไร่)*	เฉลี่ย (กก./ไร่)	วันออกดอก	ความสูง (ซม.)	รวง/ กอ
	ปี 2553	ปี 2554				
ลิ้มผัว	484 b	425 a	455	13-28 ก.ย.	151	8
ชีวมะจัน	501 b	373 a	438	11-15 ก.ย.	151	11
เจ้าฮ่อ	630 a	390 a	510	18 ก.ย.-1 ต.ค.	155	8
เจ้าลีซอ	565 ab	395 a	480	18-28 ก.ย.	153	10
cv %	9.8	12.2 a				
สูงจาก ระดับน้ำทะเล	453	714 เมตร				

ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวที่ปลูกในปีเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2.7 ข้อมูลสำคัญบางประการในการเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างฤดูปลูกข้าวสาลีปี 2554

แหล่งปลูก/ข้อมูล	เขาค้อ*	พิษณุโลก**	สระเมิง**	แพร่**
นิเวศการปลูก	ไร่อาศัยน้ำฝน	ไร่อาศัยน้ำฝน	ไร่อาศัยน้ำฝน	นาชลประทาน
ความสูงจากน้ำทะเล (ม)	714	44	460	165
อุณหภูมิสูงสุด (°C)	30.7	32.1	-	31.3
อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	20.9	24.7	-	25.3
อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	25.8	28.4	-	28.3
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	93.8	91.4	-	77.43
ปริมาณน้ำฝน (มม.)	1,514.7	1,255.51	-	-
ชนิดดิน	ร่วนเหนียว	ร่วน	ร่วนเหนียว	ร่วนปนทราย
อินทรีวัตถุ (%)	2.18	0.51	1.84	0.87
ผลผลิต (กก./ไร่)	425	327	360	221

* แปลงเกษตรกร อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์

** แปลงในศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ศูนย์วิจัยข้าวสระเมิง และศูนย์วิจัยข้าวแพร่

- ไม่มีข้อมูล



รูปที่ 2.5 ข้าวเปลือกและข้าวกล้องพันธุ์ข้าวสาลีในพื้นที่ต่างๆ

สีของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ข้าวลิ้มผั่ว เมื่อปลูกเปรียบเทียบผลผลิตในแปลงเกษตรกร อ. เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ (ไร่) ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก (ไร่) ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง (ไร่) และศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ (ไร่) เปรียบเทียบกับศูนย์วิจัยแพร่ (นา)

2.1.1.8 การเลือกพื้นที่ปลูก

พื้นที่ปลูกควรเป็นที่โล่ง ลมพัดผ่านได้ หากเป็นหุบเขาหรือมีต้นไม้ล้อมรอบ มักพบโรคไหม้ระบาดเนื่องจากความชื้นสูง หากพื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่ลาดชันควรปลูกแฝกขวางความลาดชันเพื่อป้องกันการชะล้างของหน้าดินและปุ๋ย การปลูกข้าวก็ควรขวางความลาดชันเช่นกัน



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวลิ้มผั่ว

2.1.1.9 ระยะเวลาปลูก

ปลูกในฤดูนาปี ได้ปีละครั้ง ระยะเวลาปลูกที่เหมาะสม คือช่วงที่เริ่มฝนของแต่ละพื้นที่ตามปกติในภาคเหนือ ซึ่งมีสภาพเหมาะสมจะอยู่ในช่วงกลางถึงปลายพฤษภาคม ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพไร่ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 353-555 กก./ไร่ หากปลูกช้ากว่านี้ ช่วงการเจริญเติบโตจะสั้นลง และมีแนวโน้มให้ผลผลิตลดลง และหากได้รับความเสียหายจาก ศัตรูข้าว ก็จะไม่มีความพอที่จะตั้งตัวได้

ในการปลูกทดสอบความไวต่อช่วงแสงทุก 15 วัน ตลอดทั้งปี ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก พบว่า ข้าวที่ตกกล้าตั้งแต่ กลางเมษายน 2554 - กลางมกราคม 2555 เป็นเวลา 9 เดือน ถูกเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเข้าทำลายโดยการดูดน้ำเลี้ยง ทำให้ข้าวแห้งตาย และถ่ายเชื้อไวรัสทำให้เกิดโรคเขียวเตี้ยและ

ใบหิวกทุกรุ่น โดยเสียหายสิ้นเชิงในรุ่นที่ตกกล้ากลางและ ปลายเดือนกรกฎาคม 2554 จึงเป็นข้อควรระวังและไม่แนะนำให้ปลูกข้าวลิ้มผัวในพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของ เพี้ยกระโดดสีน้ำตาล

2.1.1.10 การกำจัดวัชพืช

หากไม่ได้ปลูกแบบอินทรีย์ กำจัดวัชพืชหลังการปลูก โดยใช้สารกำจัดวัชพืชก่อนข้าวออก และใช้สารกำจัดวัชพืชหลังข้าวออก เนื่องจากในสภาพไร่จะประสบปัญหาวัชพืชรุนแรง หากปลูกเพื่อเข้าสู่วิถีอินทรีย์ ควรไถดินก่อนฝนมา 2 ครั้ง และเมื่อวัชพืชงอกก่อนปลูกข้าวอีก 5 ครั้ง จากนั้นใช้แรงงานกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น จนกระทั่งใบข้าวปกคลุมพื้นที่ วัชพืชในแปลงปลูกหรือเริ่มแปลงที่ไม่ควรละเลย คือ หญ้าแดง หญ้าดอกชมพู หญ้าชันกาด และหญ้าจรจบดอกเล็ก เนื่องจาก พบอาการของโรคไหม้ในหญ้าเหล่านี้ และมีรายงานว่าเชื้อสาเหตุของหญ้างาแล้วสามารถทำให้เกิด โรคไหม้ในข้าวพันธุ์ กข23 ได้

2.1.1.11 วิธีปลูก

ปลูกโดยการหยอดเมล็ดเป็นหลุมๆละ 7-5 เมล็ด หรือใช้เครื่องปลูกเป็นแถว ระยะห่างระหว่างต้นและแถว เป็น 25.25 ซม. (หากมีฝนตกขณะปลูก การปลูกโดยใช้เครื่อง อาจทำให้เมล็ดเน่าเสียหายได้ง่าย เนื่องจากเมล็ดไหลมารวมกัน และไม่มีดินกลบเมล็ด)

2.1.1.12 การใส่ปุ๋ยเคมี

เนื่องจากดินสภาพไร่ ที่มีการปลูกพืชอื่นมาก่อนมักขาดธาตุอาหาร หากต้องการปลูกข้าวให้ยั่งยืน ควรบำรุงดินอย่างสม่ำเสมอ เมื่อจะใช้ปุ๋ยเคมีก็ควรมีธาตุอาหารหลักครบถ้วน โดยมีขั้นตอนการใส่ปุ๋ยดังต่อไปนี้

1. การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หรือปุ๋ยรองพื้น ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 หรือ 15-15-15 อัตรา 20-25 กิโลกรัมต่อไร่ หว่านหลังข้าวออก 14-21 วันโดยใส่หลังกำจัดวัชพืชและเป็นช่วงฝน
2. การใส่ปุ๋ยครั้งที่ ๒ หรือปุ๋ยแต่งหน้า ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตรา 10-20 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยยูเรีย อัตราประมาณ 5-10 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ระยะกำเนิดช่อดอกหรือ 30 วัน ก่อนข้าวออกดอก คือประมาณ กลาง-ปลายเดือนสิงหาคม (ปกติข้าวลิ้มผัวที่ปลูกประมาณกลาง-ปลายเดือนพฤษภาคมจะออกดอกประมาณ กลาง-ปลายเดือนกันยายน เก็บเกี่ยวประมาณ กลาง-ปลายเดือนตุลาคม)

ระหว่างการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 และ 2 หากเห็นว่าข้าวยังเขียวดีอยู่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 อาจแบ่งใส่ 2 ครั้ง เป็นครั้งที่ 2 และ 3 โดยจะใส่ปุ๋ยดังนี้

ครั้งที่ 2 ใช้แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ / ครั้ง หรือปุ๋ยยูเรีย อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่/ครั้ง

ครั้งที่ 3 ใช้แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ / ครั้ง หรือปุ๋ยยูเรีย อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่/ครั้ง

อย่างไรก็ดี อาจปรับเปลี่ยนการใส่ปุ๋ยตามความเหมาะสม เนื่องจากแต่พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่างกัน หากดินอุดมสมบูรณ์มาก อาจลดปุ๋ยลงได้ การใส่ปุ๋ยมากเกินไปเกินความต้องการ จะทำให้ข้าวเหี่ยวใบ อายุยาวขึ้น และให้ผลผลิตน้อยกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ ยังมีแนวโน้มกระตุ้นการระบาดของโรคและแมลงทำให้เกิดความเสียหายได้

2.1.1.13 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์

หากทำได้ อาจหว่านพืชตระกูลถั่วก่อนเก็บเกี่ยว ในขณะที่ดินยังขึ้นอยู่ เพื่อบำรุงดินสำหรับฤดูปลูกต่อไป และใช้ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก และขี้เถ้าแกลบ (โดยทั่วไปนิยมเรียกกันว่า แกลบดำ) ไถพรวนคลุกเคล้าดินก่อนปลูก การใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ และการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับการปลูกพืชปุ๋ยสดเช่น โสน หรือ ปอเทือง อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง จะช่วยปรับปรุงบำรุงดิน และทำให้สามารถลดปุ๋ยเคมีลง เป็นแนวทางการปลูกข้าวไร่อย่างยั่งยืนและสามารถเข้าสู่เกษตรอินทรีย์ในอนาคต สำหรับแกลบดำนั้น จะมีธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิกาในรูปที่ใช้ประโยชน์ได้ จะช่วยปรับสภาพดินให้เป็นกรด น้อยลง ธาตุอาหารเป็นประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากแกลบดำมีสภาพเป็นด่าง สำหรับซิลิกา จะช่วยทำให้เซลล์พืชแข็งแรง โรคและแมลงเข้าทำลายได้ยาก

ตารางที่ 2.8 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์บางชนิด

ปุ๋ยอินทรีย์	ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (%)	โพแทสเซียม (%)
ปอเทือง	3.01	0	0
มูลไก่	2.43	6.29	2.11
มูลค่างาว	1.54	14.28	0.60
มูลหมู	1.30	2.40	1.00
โสนอัฟริกัน	1.20	0.31	1.99
มูลวัว	1.10	0.40	1.60
ขี้เถ้าแกลบ	0	0.15	0.81

2.1.1.14 การตัดพันธุ์ปน

เนื่องจากรวงข้าว 1 รวง หากมีเมล็ดเฉลี่ย 100 เมล็ด การมีพันธุ์ข้าวอื่นปน แม้เพียง 1 รวงใน แปลง หมายถึง ข้าวปน 100 ต้น ในปีหน้า และ 10,000 ต้นในปีต่อไป จึงควรตัดพันธุ์ปนระหว่างการเจริญเติบโต 4 ครั้ง คือ ระยะแตกกอ ออกรวง น้ำนม และข้าวโน้มรวง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะน้ำนม เนื่องจากข้าวล้มล้มมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีของ กลีบดอกในระยะต่าง ๆ จากสีเขียวอ่อนในระยะออกรวง 50% เป็นสีม่วงแดงสำหรับสีข้าวอ่อนในระยะน้ำนม (ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดในการตัดพันธุ์ปน) เป็นสีฟางแถบม่วงดำในระยะแบ่งแข็ง และเมื่อสุกแก่ จะเป็นสีฟางแถบดำหรือสีฟางทั้งเมล็ด โดยมักพบสีฟาง ทั้งเมล็ดบริเวณปลายรวงซึ่งจะสุกแก่ก่อน ลักษณะอื่นนอกจากนี้ ถือเป็นพันธุ์ปนทั้งสิ้น



รูปที่ 2.7 ลักษณะข้าวพันธุ์ปน

2.1.1.15 การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวหลังออกดอก 50% ได้ประมาณ 30 วัน สังเกตเห็นเมล็ดเป็นสีฟางขีดดำหรือสีฟางทั้งเมล็ด ตากลดความชื้นให้เหลือประมาณ 12-14% เก็บวางบนแคร่ในยุ้งฉาง ถ้าใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพและต้องการคงสภาพ สารที่มีประโยชน์ให้มากและนานที่สุด ควรเก็บในห่อเย็น

2.1.1.16 การสีเป็นข้าวกล้อง

ควรทำเมื่อต้องการใช้งานเท่านั้น การสีทิ้งไว้นาน ๆ ทำให้มีกลิ่นหืนเร็ว คุณค่าโภชนาการส่วนใหญ่อยู่ที่รำข้าว แต่รำข้าวเกิดการเสื่อมเสียค่อนข้างเร็ว ในเวลาเพียง 6 ชั่วโมง รำข้าว

ดังกล่าวก็จะมีคุณภาพที่ไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็น อาหารมนุษย์ (USA patent 5376390) การเสื่อมเสียดังกล่าวเกิดจากเอนไซม์ไลเปส (lipase) และลิพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ซึ่งย่อยไขมันในรำข้าวให้กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid, FFA) และกลีเซอรอล (Glycerol) มีรายงานว่าอัตราการสลายตัวของน้ำมันและการเกิดกรดไขมันอิสระมีค่าสูงประมาณร้อยละ 70 ในเวลาเพียง 1 เดือน การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันส่งผลให้เกิดสารประกอบประเภทอัลดีไฮด์ และคีโตน ที่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ หรือ กลิ่นหืน (rancidity) โดยทั่วไปรำข้าวที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระเกินร้อยละ 10 ก็จัดว่าไม่เหมาะสมเพื่อการบริโภคแล้ว (Tao et al., 1993)

ข้าวกล้องข้าวลิ้มผิวมีสีม่วงดำ มีกลิ่นหอมเมื่อเคี้ยวข้าวกล้องดิบ 1-2 เมล็ด และสามารถบริโภค ในลักษณะข้าวกล้องได้อร่อย เนื่องจากกรุบเมื่อแรกเคี้ยวและนุ่มเหนียวภายใน ไม่แข็งจนต้องขัดออกเหมือนข้าวเหนียวดำ โดยทั่วไป จึงจำแนกข้าวกล้องจากข้าวเหนียวดำโดยทั่วไปได้ง่าย มีคำแนะนำสำหรับผู้ปลูกว่า ข้าวลิ้มผิวของแท้ จะมีกลิ่นหอมตั้งแต่ระยะแตกกอจนถึงออกรวง และสำหรับผู้บริโภคข้าวลิ้มผิว ว่า ของแท้แม้จะเป็นข้าวกล้องดิบ ก็จะต้องหอมเมื่อลองเคี้ยวดู

2.1.1.17 ข้อควรระวัง

1. ข้าวลิ้มผิวอ่อนแอต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวหลายชนิด เช่น โรคไหม้ ทั้งบนใบ ข้อต่อใบ และคอรวง โรคใบจุดสีน้ำตาล โรคใบขีดสีน้ำตาล โรคขอบใบแห้ง โรคเมล็ดด่าง โรคดอกกระถิน เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หนอนห่อใบข้าว หนอนกอ และแมลงทั่ว ด้วยเหตุนี้ จึงไม่แนะนำให้ปลูกในพื้นที่ราบลุ่ม เพราะเสี่ยงต่อการระบาดของโรคไหม้และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล นอกเหนือจากสีของข้าวกล้องที่จะมีสีออกน้ำตาลดำ ซึ่งจะมีคุณค่าโภชนาการน้อยกว่าที่ปลูกในสภาพไร่ที่สูง และเมื่อนำไปทำเครื่องดื่ม สีจะเป็นสีน้ำตาลไม่เป็นสีม่วงแดงสวยเท่ากับที่ปลูกในที่สูง

2. ข้าวลิ้มผิวเป็นข้าวหอม จึงดึงดูดศัตรูเช่น หนูตัวเล็ก ๆ ที่จะปีนขึ้นไปกัดรวง และเนื่องจากเป็นข้าวเบา จึงออกดอก และเก็บเกี่ยวก่อนพันธุ์อื่น ๆ ดึงดูนกให้มากขึ้นเมล็ด ควรหมั่นดูแล ป้องกัน และกำจัดโดยวิธีต่าง ๆ

2.1.1.18 คุณค่าโภชนาการ

จากการวิเคราะห์สารอาหาร พบว่า ข้าวเหนียวดำพันธุ์ลิ้มผิวมีคุณค่าโภชนาการสูง ที่โดดเด่น คือ สารต้านอนุมูลอิสระรวม มีอยู่ในปริมาณสูงถึง 833.77มก.กรดแอสคอร์บิก ต่อ 100ก. ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง มีวิตามินอี (อัลฟา-โทโคฟีรอล) ปริมาณ 16.83 มก.ต่อ กก. ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและช่วยลดโคเลสเตอรอล มีแกมมา-โอไรซานอล ปริมาณ 508.09 มก./กก. ที่ช่วยลดโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ ตลอดจนการหย่อนสมรรถภาพทางเพศ มีกรดไขมันที่ช่วยบำรุงสมอง ป้องกันภาวะ เสื่อมของสมองและช่วยความจำ

ได้แก่อีโमेกา-3 อยู่ 33.94 มก./100ก. มีอีโमेกา-6 ที่บรรเทาอาการขาดภาวะเอสโตรเจน ของวัยทอง และช่วยให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง สูงถึง 1,160.08 มก./100ก. และอีโमेกา-9 ซึ่งช่วยลดโคเลสเตอรอลในเส้นเลือด ทำให้ เส้นเลือดไม่อุดตัน ไม่เป็นโรคหัวใจ โรคพาคินสันส์ และช่วยลดความอ้วน สูงถึง 1,146.41 มก./100ก. แอนโทไซยานิน 46.56 มก./100ก. โปรตีน 10.63% และมีธาตุเหล็กสูงมากถึง 84.18 มก. ต่อกก. ส่วนแคลเซียม สังกะสี และแมงกานีส มีในปริมาณ 169.75 23.50 และ 35.38 มก./กก.ตามลำดับ

2.1.2 น้ำ

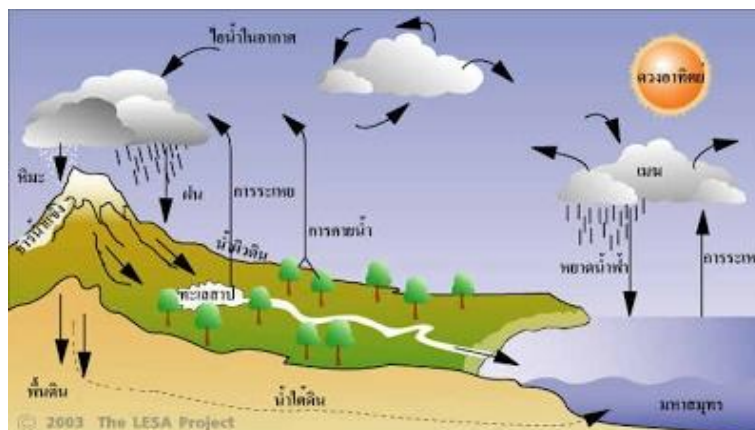
น้ำเป็นสารประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด และยังเป็นสารประกอบที่มีปริมาณมากที่สุดในโลก ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งน้ำสามารถจัดให้อยู่ในรูปน้ำทะเลร้อยละ 97 น้ำแข็งร้อยละ 2 และน้ำจืดร้อยละ 1 น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถหมุนเวียนได้ ใช้ในทางเกษตรกรรมและยังเป็นองค์ประกอบหลักในร่างกายของมนุษย์ด้วย น้ำเป็นแหล่งกำเนิดชีวิตของสัตว์และพืช คนเรามีชีวิตอยู่ได้โดยขาดน้ำไม่เกิน 3 วัน และน้ำยังมีความจำเป็นทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศ

น้ำ หมายถึง ของเหลวเกิดจากการรวมตัวกันของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนในภาวะที่เหมาะสมหรือความหมายในลักษณะเป็นทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง สิ่งที่น่ามาใช้อุปโภค บริโภค ขำระล้างร่างกาย ใช้ในการเพาะปลูก การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การคมนาคมทางน้ำ การผลิตพลังงาน ทรัพยากรน้ำยังเป็นทรัพยากรประเภทหนึ่งที่สามารถเกิดขึ้นทดแทนอยู่ตลอดเวลาเป็นวัฏจักร (ที่มา โรงเรียนวังไกลกังวล.2556) โลกของเราประกอบด้วยพื้นดินและพื้นน้ำ โดยเป็นน้ำ 3 ส่วน และดิน 1 ส่วน เมื่อแสงแดดส่องมาบนพื้นโลก น้ำจากทะเลและมหาสมุทรก็จะระเหยกลายเป็นไอลอยขึ้นสู่เบื้องบนเนื่องจากไอน้ำมีความเบาว่าอากาศ เมื่อไอน้ำลอยสู่เบื้องบนแล้วจะได้รับความเย็นและกลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ ลอยจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนเมฆ เมื่อจับตัวมากขึ้นและกระทบความเย็นจะกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำตกลงสู่พื้นโลก น้ำบนพื้นโลกจะระเหยกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ไอน้ำจะรวมตัวเป็นเมฆแล้วตกลงมาเป็นฝน กระบวนการเช่นนี้เกิดขึ้นเป็นวัฏจักรหมุนเวียนต่อเนื่องกันตลอดเวลา เรียกว่า วัฏจักรน้ำ ทำให้น้ำเกิดขึ้นบนผิวโลกเสมอ

2.1.2.1 วัฏจักรของน้ำ

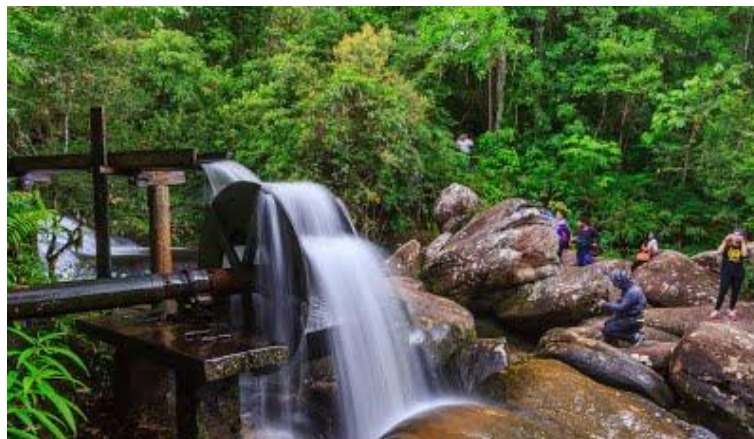
วัฏจักรของน้ำคือ การเกิดและการหมุนเวียนของน้ำที่อยู่ในโลกนั่นเอง การหมุนเวียนของน้ำเป็น Cycle อาจเริ่มนับได้จากมหาสมุทร เมื่อน้ำระเหยจากมหาสมุทรไปสู่บรรยากาศเป็นไอน้ำ แล้วความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศจะทำให้เกิดฝนตกลงสู่ผิวโลก ในทะเลบ้าง บนดินบ้าง น้ำฝนที่ตกลงสู่ดินก็จะสูญเสียการดูดซึมลงดินเสียเป็นส่วนใหญ่ แล้วด้วยเหตุอื่นบ้าง

เล็กน้อย ส่วนที่เหลือก็จะไหลเป็นน้ำท่าลงแม่น้ำลำธารออกทะเล ส่วนที่ซึมลงดินนั้นก็ค่อยๆ ซึม ออกสู่แม่น้ำลำธาร และไหลออกทะเลไปเช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าสุดท้ายน้ำจะระเหยกลายเป็นไอสู่ บรรยากาศ วัฏจักรของน้ำจึงไม่มีที่เริ่มต้นและที่สิ้นสุด หมุนเวียนอยู่เช่นนี้ตลอดเวลา ปริมาณใน ชั้นตอนต่าง ๆ นั้นอาจผันแปรมากน้อยได้เสมอ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่ควบคุมในชั้นตอนเหล่านั้น



รูปที่ 2.8 วัฏจักรของน้ำ

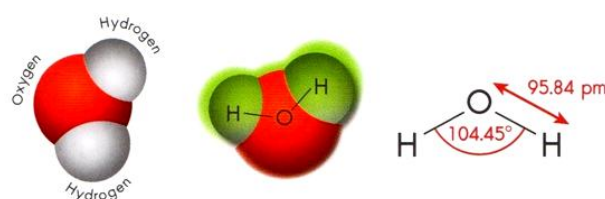
พลังงานน้ำเป็นรูปแบบหนึ่ง การสร้างกำลังโดยการอาศัยพลังงานของน้ำที่เคลื่อนที่ ปัจจุบันนี้ พลังงานน้ำส่วนมากจะถูกใช้เพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้แล้วพลังงานน้ำยังถูกนำไปใช้ในกรรม ชลประทาน การสี การทอผ้า และใช้ในโรงเลื่อย พลังงานของมวลน้ำที่เคลื่อนที่ได้ถูกมนุษย์นำมาใช้ นานแล้วเป็นศตวรรษ โดยได้มีการสร้างกังหันน้ำ (Water Wheel) เพื่อใช้ในงานต่าง ๆ ชาวอินเดีย และชาวโรมันก็ได้มีการประยุกต์ใช้เพื่อใช้ในการโม่แป้งจากเมล็ดพืชต่าง ๆ โดยในช่วงทศวรรษ 1830 ซึ่งเป็นยุคที่การสร้างคลองเฟื่องฟูถึงขีดสุด ก็ได้มีการประยุกต์เอาพลังงานน้ำมาใช้เพื่อขับเคลื่อนเรือ ขึ้นและลงจากเขา โดยอาศัยรางรถไฟที่ลาดเอียง อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้พลังงานน้ำในยุคแรก นั้นเป็นการส่งต่อพลังงานโดยตรง (Direct Mechanical Power Transmission) ทำให้การใช้ พลังงานน้ำในยุคนั้นต้องอยู่ใกล้แหล่งพลังงาน เช่น น้ำตก เป็นต้น ปัจจุบันนี้พลังงานน้ำได้ถูกใช้เพื่อ ผลิตพลังงานไฟฟ้า ทำให้สามารถส่งต่อพลังงานไปใช้ในในที่ห่างจากแหล่งน้ำได้ การนำเอาพลังงานน้ำ มาใช้ประโยชน์ทำได้โดยการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำที่ไหลลงจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำให้เป็นกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนนี้คือ กังหันน้ำ (Turbine) น้ำที่มีความเร็วสูงจะผ่านเข้าท่อแล้วถ่ายทอด พลังงานจลน์เข้าสู่กังหันน้ำ ซึ่งจะไปหมุนขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง ในปัจจุบันพลังงาน ที่ได้จากแหล่งน้ำที่รู้จักโดยทั่วไปคือ พลังงานน้ำตก พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานคลื่น



รูปที่ 2.9 พลังงานของน้ำ

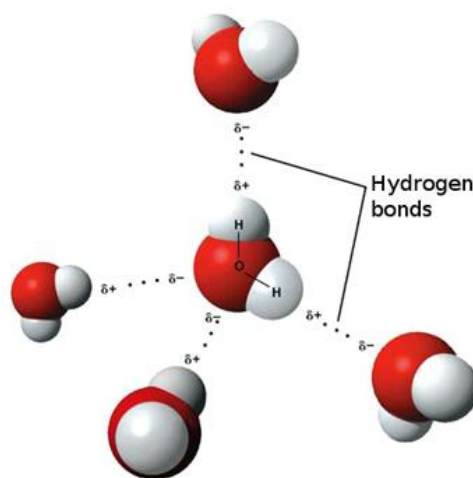
2.1.2.2 คุณสมบัติของน้ำ

น้ำเป็นสารประกอบไม่มีสี กลิ่น รส มีคุณสมบัติไม่เหมือนสารชนิดอื่นใดในโลก เป็นสารประกอบที่มีความเสถียร เป็นตัวทำละลายที่ดี เป็นของไหล และเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดในกระบวนการเคมีและชีวเคมี สามารถดูดและคายความร้อนได้ดีกว่าสารชนิดอื่น จากโครงสร้างพื้นฐานระดับปฐมุขของน้ำคือ H_2O อะตอมของไฮโดรเจนทำมุมประมาณ $104.5-105$ องศา กับอะตอมของออกซิเจน ทำให้ออกซิเจนซึ่งมีน้ำหนักกว่าไฮโดรเจนดึงเอาอิเล็กตรอนไปหมุนรอบได้มากกว่าเล็กน้อย เกิดเป็นสภาพขั้วลบทางไฟฟ้าขึ้นในขณะที่ไฮโดรเจนอะตอมกลับมีสภาพเป็นขั้วบวก ดังภาพที่ 2.3



รูปที่ 2.10 ลักษณะโครงสร้างของน้ำ

นอกจากอะตอมของไฮโดรเจนและออกซิเจนที่เกาะกันด้วยพันธะโควาเลนต์ และแรงดึงดูดมวลโมเลกุลแล้ว ระหว่างโมเลกุลของน้ำยังมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเข้าด้วยกัน เรียกว่าพันธะไฮโดรเจน ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.11 พันธะไฮโดรเจนของน้ำ

2.1.3 แม่เหล็กธรรมชาติและแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.3.1 แม่เหล็กธรรมชาติ

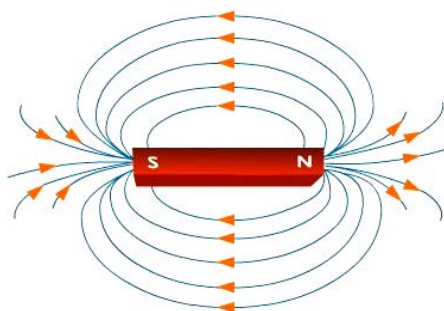
แม่เหล็กในธรรมชาติเป็นที่รู้จักกันมานานแล้ว โดยการสังเกตพบว่ามีสินแร่เหล็กบางชนิดที่สามารถดูดเศษเหล็กต่าง ๆ เข้ามาติดได้ หลังจากนั้นจึงมีผู้คิดค้นเพื่อนำแม่เหล็กมาใช้งานกันแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน ปกติแล้วถ่านำแท่งแม่เหล็กไปแขวนลอยไว้อย่างอิสระปลายทั้งสองข้างของมันจะชี้ไปทางทิศเหนือและทิศใต้โดยอัตโนมัติ โดยปลายข้างที่ชี้ไปทางทิศเหนือเรียกว่าขั้วเหนือหรือขั้ว N (North) และปลายข้างที่ชี้ไปทางทิศใต้เรียกว่าขั้วใต้หรือขั้ว S (South) ซึ่งต่อมาได้นำหลักการนี้ไปใช้ทำเข็มทิศช่วยในการเดินเรือ แม่เหล็กนั้นมีความสัมพันธ์กับไฟฟ้าอย่างมาก เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดจำเป็นต้องใช้แม่เหล็กหรือหลักการของแม่เหล็กประกอบในการนำมาใช้งานต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดในรถยนต์ ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือเจนเนอเรเตอร์ (Generator) เป็นต้นอำนาจดึงดูดแม่เหล็ก เหมือนกับกระแสไฟฟ้า ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อำนาจนี้สามารถทำให้เกิดงานและพลังงานได้ อำนาจแม่เหล็กทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า และในทางกลับกันกระแสทำให้เกิดอำนาจดึงดูดของแม่เหล็กได้ แท่งเหล็กธรรมดาสามารถทำให้เป็นแม่เหล็กได้หลายลักษณะ ที่นิยมกันทั่ว ๆ ไปได้แก่ การเหนี่ยวนำของแม่เหล็กโดยใช้แท่งแม่เหล็กถูไปบนแท่งเหล็กธรรมดา นอกจากนี้แล้วยังกระทำได้โดยการนำแท่งเหล็กธรรมดาไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กชั่วขณะหนึ่ง ทำให้แท่งเหล็กเกิดการเหนี่ยวนำแล้วมีสมบัติเป็นแม่เหล็ก ได้เช่นกันเหล็กและโลหะบางชนิดสามารถแสดงคุณสมบัติแม่เหล็กได้ เมื่อได้รับการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กเกิดขึ้น เรียกว่า สารแม่เหล็ก (Magnetic Substance) แต่กลุ่มที่ไม่แสดงคุณสมบัติของแม่เหล็กได้จะเรียกว่า สารที่ไม่ใช่แม่เหล็ก (Non-magnetic Substance) ได้แก่ ทองแดง อะลูมิเนียม และสังกะสี เป็นต้น นอกจากนี้สารแม่เหล็ก สามารถแบ่งตามลักษณะผลที่เกิดขึ้นหลังการเหนี่ยวนำได้ 2 ประเภท คือ

1. แม่เหล็กชั่วคราว (Temporary Magnet) หมายถึง เหล็กที่สูญเสียอำนาจดึงดูดของแม่เหล็กไป เมื่อนำออกจากสนามแม่เหล็ก ทำให้แม่เหล็กนั้นกลับคืนสู่สภาพแท่งเหล็กธรรมดา ส่วนมากเป็นพวกเหล็กอ่อน ซึ่งนำไปใช้เป็นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ในรถยนต์ เช่น คอยล์ (Coil) และขดลวดไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (Solenoid)

2. แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) หมายถึง เหล็กที่มีอำนาจดึงดูดตลอดไป ถ้าได้รับอำนาจแม่เหล็กด้วยวิธีที่ถูกต้อง ซึ่งแม่เหล็กถาวรนี้จะทำมาจากโลหะแข็งผสมเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ เหล็กผสมนิเกิล และโคบอลต์ผสมนิเกิลและอลูมิเนียม เป็นต้น เช่น นำใช้ประกอบใน โวลต์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์

แม่เหล็ก (Magnet) คือวัตถุที่ดูดเหล็กได้ และวัตถุที่แม่เหล็กส่งแรงกระทำเรียกระบบแม่เหล็ก (Magnetic Substance) แท่งแม่เหล็ก 1 แท่ง จะมี 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือ N(North) และขั้วใต้ S(South) ชนิดเดียวกันจะผลักกัน และขั้วต่างชนิดกันจะดูดกันเสมอ

สนามแม่เหล็ก เมื่อมีแม่เหล็กวางอยู่ ณ ที่ใดก็ตาม แม่เหล็กนั้นจะส่งอำนาจแม่เหล็กออกไปรอบตัวในบริเวณนั้น ถ้าเอาแม่เหล็กอื่นหรือวัตถุที่เป็นเหล็กเข้าไปในบริเวณนั้นจะเกิดแรงแม่เหล็กส่งมากระทำทันทีจากแม่เหล็กที่วางอยู่ก่อนนั้น อย่างนี้เราถือว่าแม่เหล็กหรือสารแม่เหล็กที่เราพาเข้าไปทิ้งไว้ภายในบริเวณซึ่งเป็น สนามแม่เหล็กของแม่เหล็กอันแรกถ้าเราถอยแม่เหล็กหรือสารแม่เหล็กนั้นออกมาให้ห่างมาก ๆ แรงแม่เหล็กที่เคยเกิดขึ้นดังกล่าวจะหมดไป หมายความว่า แม่เหล็กอันแรกส่งแรงไปกระทำไม่ถึง จึงเห็นได้ว่าสนามแม่เหล็กคือ บริเวณรอบ ๆ แม่เหล็ก ซึ่งแท่งแม่เหล็กนั้นสามารถส่งอำนาจแม่เหล็กไปถึง



รูปที่ 2.12 แสดงทิศทางเส้นแรงแม่เหล็ก

โดยความเข้มของสนามแม่เหล็ก สามารถคำนวณได้จากจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่พุ่งตั้งฉากกับพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย ดังสมการ

$$B = \frac{\phi}{A}$$

เมื่อกำหนดให้

B คือ ความเข้มของสนามแม่เหล็กมีหน่วยเป็น เทสลา (T)

ϕ คือ ฟลักซ์แม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เวเบอร์ (W)

A คือ พื้นที่ตั้งฉาก มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

2.1.3.2 แม่เหล็กถาวรนีโอไดเมียม (Neodymium)

แม่เหล็กถาวรนีโอไดเมียม (Neodymium : Nd-Fe-B) เป็นแม่เหล็กที่มีส่วนประกอบหลัก คือ นีโอไดเมียม (Neodymium) เหล็ก โบรอน และมีคุณสมบัติเฉพาะของแม่เหล็กสูงสุดในกลุ่มแม่เหล็กที่มีอยู่ในปัจจุบัน แม่เหล็กนีโอไดเมียมเป็นแม่เหล็กที่ยกขึ้นมาเป็นตัวอย่างจากแม่เหล็กที่มีส่วนประกอบของแร่ธาตุที่หายากต่างๆ ซึ่งมีแรงดึงดูดสูงกว่าแม่เหล็กอื่น ๆ แม้ว่าจะทำให้มีขนาดเล็กแล้วก็ตามแต่ก็ยังมีความแข็งแรงทนทานด้านกลไกที่เยี่ยมยอด แต่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในอุณหภูมิสูง มีการแปรรูปเพลาตึงเพื่อป้องกันสนิม และนำมาใช้กับมอเตอร์หรือเซนเซอร์ขนาดเล็ก เครื่องจักรที่มีความละเอียดสูง เป็นต้น



รูปที่ 2.13 แม่เหล็กถาวรนีโอไดเมียม

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างค่าความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กของแม่เหล็กถาวรนีโอไดเมียมแบบเหลี่ยม

ขนาด (mm.)	ระยะแรงดึงดูด (mm.)	ปรับผิวแม่เหล็ก	เกรด	ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (mT)	แรงดูด (kg.F)
10 x 10	10	ชุบด้วยนิกเกิล	N35	488	4.176
15 x 15	10	ชุบด้วยนิกเกิล	N35	445	7.24

ขนาด (mm.)	ระยะแรง ดึงดูด (mm.)	ปรับผิว แม่เหล็ก	เกรด	ความหนาแน่นฟลักซ์ แม่เหล็ก (mT)	แรงดูด (kg.F)
20 x 20	20	ชุบด้วยนิกเกิล	N35	520	16.704
30 x 30	20	ชุบด้วยนิกเกิล	N35	457	28.981
30 x 30	30	ชุบด้วยนิกเกิล	N35	520	37.585
40 x 10	20	ชุบด้วยนิกเกิล	N35	531	17.419
40 x 40	30	ชุบด้วยนิกเกิล	N35	478	56.388
50 x 10	30	ชุบด้วยนิกเกิล	N35	557	23.907
50 x 20	30	ชุบด้วยนิกเกิล	N35	519.955	41.61

2.1.3.3 แม่เหล็กไฟฟ้า

Electromagnets หรือแม่เหล็กไฟฟ้า หมายถึง อำนาจแม่เหล็กที่เกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวัตถุตัวนำหมายความว่าถ้าปล่อยให้ กระแสไฟฟ้าไหลในวัตถุตัวนำจะทำให้เกิด สนามแม่เหล็กรอบ ๆ ตัวนำนั้น เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ เส้นลวดตัวนำนั้น แต่อำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีเพียงจำนวนเล็กน้อย ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การจะเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก ทำได้โดยการนำเส้นลวดตัวนำมาพันเป็นขดลวด เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดในแต่ละส่วนของเส้นลวดตัวนำจะเสริมอำนาจกัน ทำให้มีความเข้มของสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น ซึ่งความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. จำนวนรอบของการพันเส้นลวดตัวนำ การพันจำนวนรอบของเส้นลวดตัวนำมากเกิดสนามแม่เหล็กมาก ในทางกลับกันถ้าพันจำนวนรอบน้อยการเกิดสนามแม่เหล็กก็น้อยตามไปด้วย
2. ปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดตัวนำ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นมาก และถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้อยสนามแม่เหล็กเกิดน้อย
3. ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำแกนของแท่งแม่เหล็กไฟฟ้า วัสดุต่างชนิดกันจะให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กต่างกันเนื่องจากคุณสมบัติสภาพซึมซาบได้ (Permeability) ที่แตกต่างกัน เช่น แกนอากาศจะให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กน้อยกว่าแกนที่ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก (Ferromagnetic) หรือสารที่สามารถเกิดอำนาจแม่เหล็กได้ เช่น เหล็ก เพอร์ไรท์ เป็นต้น สารเหล่านี้จะช่วยเสริมอำนาจแม่เหล็กในขดลวดทำให้มีความเข้มของสนามแม่เหล็กมากขึ้น

ตารางที่ 2.10 ค่าความซึมซาบได้ของวัสดุชนิดต่าง ๆ

ค่าความซึมซาบได้ของวัสดุชนิดต่าง ๆ	
วัสดุ	ค่าความซึมซาบได้
อากาศ	1.26×10^{-6}
นิกเกิล	6.26×10^{-5}
เคบอลด์	7.56×10^{-5}
เหล็กหล่อ	1.1×10^{-4}
เหล็กแท่ง	5.56×10^{-4}
แกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้า	6.9×10^{-3}
เหล็กซิลิกอน	8.8×10^{-3}
เฟอร์มาลอย	0.126
ซูเปอร์เฟอร์มาลอยด์	1.26

4. ขนาดของแกนแท่งแม่เหล็กไฟฟ้า แกนที่มีขนาดใหญ่จะให้สนามแม่เหล็กมาก ส่วนแกนที่มีขนาดเล็กจะให้สนามแม่เหล็กลดน้อย

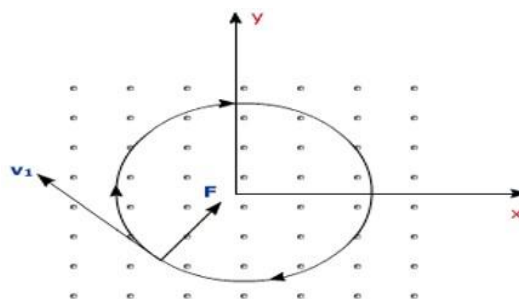
2.1.3.4 การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุในสนามแม่เหล็ก

เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะมีแรงทางแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคนั้นแรงกระทำนี้เรียกว่าแรงลอเรนซ์ (Lorentz Force) สามารถหาขนาดของแรงได้จาก

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} = qvB \sin \theta$$

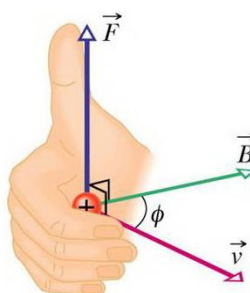
โดยที่

- $\vec{F}$ คือ แรงลอเรนซ์ (N) หรือแรงแม่เหล็ก
- q คือ ประจุไฟฟ้าที่กำลังเคลื่อนที่ (C)
- $\vec{v}$ คือ ความเร็วของประจุ (m/s)
- $\vec{B}$ คือ สนามแม่เหล็ก (T)
- θ คือ มุมระหว่าง $\vec{v}$ กับ $\vec{B}$ ($0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$)



รูปที่ 2.14 แรงลอเรนซ์

ทิศทางของแรงที่กระทำเป็นไปตามกฎมือขวาของสกรู (Right Hand Screw Rule) สำหรับประจุไฟฟ้าบวก



รูปที่ 2.15 กฎมือขวาของสกรู

2.1.4 กระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก

1. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดตรงยาว

ฮานส์ เออร์สเทด นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์กได้ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้ากับแม่เหล็ก พบว่ามีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน โดยความเข้มของสนามแม่เหล็กแปรผันตรงกับปริมาณกระแสโดยทิศทางของสนามแม่เหล็กเป็นไปตามกฎมือขวา

$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi a}$$

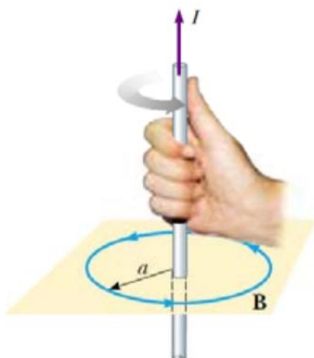
โดยที่

$\vec{B}$ คือ สนามแม่เหล็ก (T)

μ_o คือ สภาพซึมซาบได้ของสนามแม่เหล็กในสุญญากาศ ($\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m)

I คือ กระแสไฟฟ้า (A)

a คือ ระยะห่างระหว่างเส้นลวด



รูปที่ 2.16 สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดตรงยาว

2. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดวงกลม

ถ้าผ่านกระแสไฟฟ้าไปในลวดตัวนำที่ถูกดัดเป็นวงกลม จะเกิดสนามแม่เหล็กรอบ ๆ ลวดตัวนำนั้น การหาทิศของสนามแม่เหล็กยังคงใช้กฎมือขวา โดยขนาดของสนามที่จุดศูนย์กลางของขดลวดแปรผกผันกับรัศมีของขดลวด แต่จะแปรผันตามจำนวนรอบของขดลวดและปริมาณกระแส

$$B = \frac{\mu_o nI}{2a}$$

โดยที่

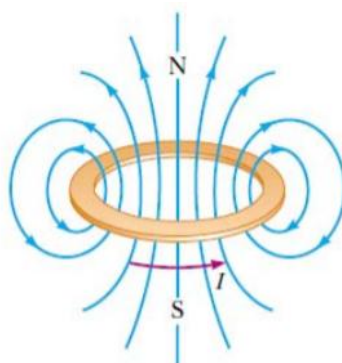
$\vec{B}$ คือ สนามแม่เหล็ก (T)

μ_o คือ สภาพซึมซาบได้ของสนามแม่เหล็กในสุญญากาศ ($\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m)

n คือ จำนวนรอบของขดลวด

I คือ กระแสไฟฟ้า (A)

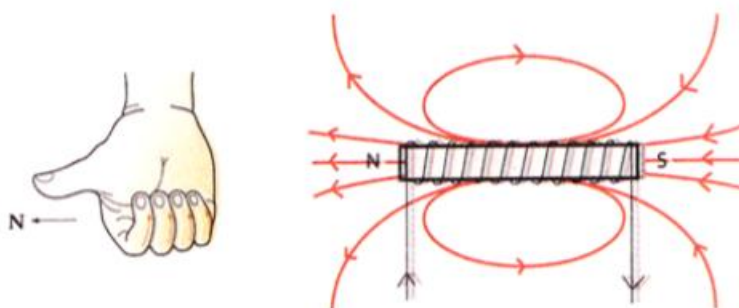
a คือ ระยะห่างระหว่างเส้นลวด



รูปที่ 2.17 สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดวงกลม

3. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดโซลินอยด์

เมื่อนำลวดตัวนำที่มีฉนวนหุ้มมาขดเป็นวงกลมหลาย ๆ วงเรียงซ้อนกันเป็นรูปทรงกระบอก ขดลวดที่ได้นี้เรียกว่า โซลินอยด์ (Solenoid) เมื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านโซลินอยด์จะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น การหาทิศของสนามแม่เหล็กใช้วิธีการกำมือขวาแบบเดียวกับการหาทิศของสนามแม่เหล็กของลวดตัวนำวงกลมปลายขดลวดด้านที่สนามแม่เหล็กพุ่งออกจะเป็นหัวนิ้ว และอีกปลายหนึ่งซึ่งสนามแม่เหล็กพุ่งเข้าจะเป็นขั้วใต้



รูปที่ 2.18 สนามแม่เหล็กในขดลวดโซลินอยด์

สนามแม่เหล็กที่เกิดจากโซลินอยด์มีค่าสูงสุดที่บริเวณแกนกลางของโซลินอยด์และขนาดของสนามแม่เหล็กนี้จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มหรือจำนวนรอบของขดลวดเพิ่ม ถ้าใส่แท่งเหล็กอ่อนไว้ที่แกนกลางของโซลินอยด์ เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านโซลินอยด์แท่งเหล็กอ่อนจะมีสมบัติเป็นแม่เหล็ก แม่เหล็กที่เกิดจากวิธีนี้เรียกว่า แม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กของแม่เหล็กไฟฟ้าจะเพิ่ม เมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มและจำนวนรอบต่อความยาวของขดลวดเพิ่ม แต่เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าแท่งเหล็กอ่อนจะหมดสภาพแม่เหล็กทันที โดยความเข้มของสนามแม่เหล็กในขดลวดโซลินอยด์แปรผันตามจำนวนของขดลวดและปริมาณกระแส

$$B = \mu_o n l$$

โดยที่

$\vec{B}$ คือ สนามแม่เหล็ก (T)

μ_o คือ สภาพซึมซาบได้ของสนามแม่เหล็กในสุญญากาศ ($\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m)

n คือ จำนวนรอบของขดลวด

I คือ กระแสไฟฟ้า (A)

4. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดทอรรอยด์

เมื่อนำลวดตัวนำที่มีฉนวนหุ้มมาขดเป็นวงกลมหลาย ๆ รอบเรียงกันเป็นรูปทรงกระบอกแล้วขดเป็นวงกลมขดลวดที่ได้นี้เรียกว่า ทอรรอยด์ (Toroid) เมื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านจะเกิดสนามแม่เหล็กภายในทอรรอยด์ ซึ่งหาทิศของสนามได้ด้วยการกำมือขวรอบแกนของทอรรอยด์ ให้นิ้วทั้งสี่ตามทิศของกระแสไฟฟ้า นิ้วหัวแม่มือจะชี้ทิศของสนามแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กภายในทอรรอยด์มีค่าไม่สม่ำเสมอ โดยสนามแม่เหล็กที่ขอบด้านในมีค่าสูงกว่าสนามแม่เหล็กที่ขอบด้านนอก ปัจจุบันมีการนำหลักการของทอรรอยด์ไปสร้างสนามแม่เหล็กในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง เช่น ใช้ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ฟิวชัน (Fusion Nuclear Reaction) ที่เรียกว่า โทคามัค (tokamak) คาดว่าเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ฟิวชันจะเป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าที่สำคัญในอนาคต

$$B = \frac{\mu_o n I}{2\pi a}$$

โดยที่

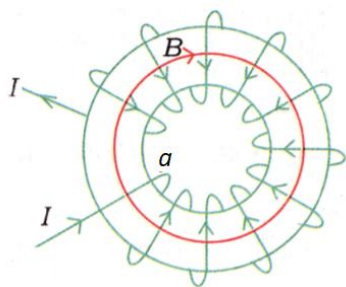
$\vec{B}$ คือ สนามแม่เหล็ก (T)

μ_o คือ สภาพซึมซาบได้ของสนามแม่เหล็กในสุญญากาศ ($\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m)

n คือ จำนวนรอบของขดลวด

I คือ กระแสไฟฟ้า (A)

a คือ รัศมีขดลวด



รูปที่ 2.19 สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดทอรรอยด์

แม่เหล็กไฟฟ้ามีประโยชน์มากมาย ใช้หลักการที่แม่เหล็กดูดแผ่นโลหะเมื่อว่างวงจรปิดซึ่งเป็นการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เช่นพลังงานเสียง

1. ออดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดเสียงจากกระแสดัง แผ่นโลหะจะถูกดูดโดยแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้จุดสัมผัสแยกออก มีผลให้กระแสที่เข้ามายังแม่เหล็กไฟฟ้าหยุดไหล ดังนั้นแผ่นโลหะจึงติดกลับ เกิดขึ้นเช่นนี้เรื่อย ๆ มีผลให้แผ่นโลหะสั่นเกิดเสียงออกขึ้น ในกระดิ่งไฟฟ้ามีค้อนติดกับแผ่นโลหะใกล้กับกระดิ่งเมื่อแผ่นโลหะสั่นค้อนก็จะเคาะกระดิ่ง



รูปที่ 2.20 ออดไฟฟ้า

2. ปั่นจั่น เป็นการประยุกต์ใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับยกของจำพวกโลหะ ใช้สำหรับดูดเศษเหล็กจากเศษโลหะอื่น ๆ เมื่อต้องการใช้ก็เปิดสวิตช์ ทำให้เหล็กที่เป็นแกนของขดลวดเป็นแม่เหล็กดูดเศษเหล็กได้ และเมื่อใช้เสร็จก็ปิดสวิตช์ แกนเหล็กก็จะเป็นแม่เหล็กปล่อยเศษเหล็กให้หลุดลงมา



รูปที่ 2.21 ปั่นจันไฟฟ้า

3. หูฟัง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นคลื่นเสียง ใช้แม่เหล็กถาวรดูดแผ่นไดอะแฟรม ความแรงของแรงดึงดูดเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าในขดลวด แม่เหล็กไฟฟ้า แผ่นไดอะแฟรมจะสั่นทำให้เกิดเสียง



รูปที่ 2.22 ไดอะแฟรมของหูฟัง

4. รถไฟความเร็วสูง เป็นรถไฟที่มีแม่เหล็กไฟฟ้าติดอยู่ข้างใต้ซึ่งเคลื่อนที่ ไปบนรางที่มีแม่เหล็กไฟฟ้า แม่เหล็กผลักซึ่งกันและกันทำให้รถไฟลอยเหนือราง เป็นการลดแรงเสียดทานระหว่างรถไฟและราง ทำให้เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น

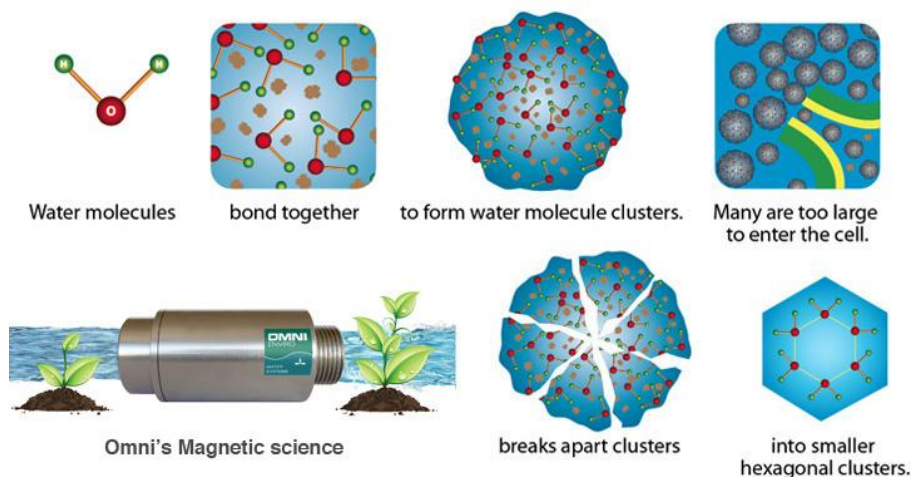


รูปที่ 2.23 รถไฟความเร็วสูง

2.1.5 น้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก

น้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก หรือน้ำแมกเนติก คือ น้ำที่ผ่านพลังงานจากคลื่นสนามแม่เหล็กถาวรนีโอไดเนียม 4600 เกาส์ เพื่อช่วยกำจัดจุลินทรีย์ขนาดเล็กและปรับเปลี่ยนค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำเพิ่มปริมาณแร่ธาตุและระดับออกซิเจนในน้ำ ปรับโมเลกุลเป็นอนุภาคเล็กเพื่อให้น้ำกลายเป็นน้ำมีคุณภาพมากขึ้น ถ้านำน้ำมาผ่านสนามแม่เหล็ก ความหนาแน่น 4600 เกาส์ (Magnetic Field) ซึ่งพลังงานแม่เหล็กจะทำให้โครงสร้าง (Structure) ทางกายภาพของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง แต่คุณสมบัติทางเคมีของน้ำไม่เปลี่ยนแปลง โมเลกุลยังคงเป็นไฮโดรเจน (Hydrogen) 2 อะตอมกับออกซิเจน (Oxygen) 1 อะตอมเหมือนเดิม แต่เกิดการจับกลุ่มที่มีโครงสร้างจำนวนโมเลกุลน้ำ (H_2O) น้อยลงที่เคยเกาะเป็นกลุ่มละ 14 โมเลกุล เช่นน้ำประปา จะลดลงมาเหลือเพียง 6 โมเลกุลต่อ 1 กลุ่ม ซึ่งเราเรียกน้ำที่มีกลุ่มขนาดเล็กกระทัดรัดนี้ว่า น้ำกลุ่มเล็ก (Micro cluster Water) เมื่อโมเลกุลของน้ำจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ ทำให้มันผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ทั้งเข้าไปและออกมาตามอวัยวะต่าง ๆ ของมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของพืชได้ง่าย สามารถนำพาสารอาหารรวมทั้งออกซิเจนเข้าไปในเซลล์ และนำเอาสารพิษกับของเสียจากการกระบวนการเผาผลาญออกมาจากเซลล์ได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

การที่โมเลกุลของน้ำจับตัวกันเป็นกลุ่มขนาดเล็ก และเรียงตัวกันใหม่ขนานไปตามแนวเดียวกันไม่แออัด มีระเบียบ นักวิทยาศาสตร์อธิบายว่าแรงตึงผิว จึงลดลงจาก 75 Dynes มาเป็น 45 Dynes บางครั้งลงมาถึง 36 Dynes การที่น้ำมีแรงตึงผิวต่ำ ทำให้สามารถละลายสารอาหารต่าง ๆ ได้ง่ายมากขึ้น (More Effective Solvent) พาไปให้เซลล์จนเพียงพอ ขณะเดียวกันของเสียในเซลล์ ก็สามารถละลายได้ง่ายในน้ำเช่นกัน



รูปที่ 2.24 น้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก

2.1.5.1 การทำงานของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก

น้ำพลังงานสนามแม่เหล็กมีโครงสร้างขนาดเล็ก มีคุณสมบัติเข้าและออกเซลล์ค่อนข้างว่องไว โมเลกุลของน้ำ (H_2O) เมื่อถูกกระตุ้นด้วยความถี่ของคลื่นแม่เหล็ก (Electromagnetic Vibration) จะทำให้โมเลกุลของน้ำจำนวนหนึ่งแตกตัวเป็นไอออน (Ion) ประกอบด้วย ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ประจุบวก กับ ไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) ประจุลบ $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ ไฮโดรเจนไอออน (H^+) บางส่วนจะไปรวมตัวกับกลุ่มเกลือแร่ เช่น แคลเซียม กลายเป็น แคลเซียมไบคาร์บอเนต (Calcium Bicarbonate) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่าง (Alkaline) ทำให้น้ำมีค่า pH ประมาณ 7.6-8.5 ไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) นี้ถ้า 2 ตัวรวมกันจะเกิดเป็นน้ำ (H_2O) อีกครั้งกับ ออกซิเจนไอออน (O) $OH^- + OH^- = H_2O + O$ ออกซิเจนไอออน (O) นี้ จะมีอิเล็กตรอนประจุลบ ซึ่งทำหน้าที่หยุดวงจรอนุมูลอิสระ (Free Radical Cycle) บางครั้งจะรวมตัวกันเองกลายเป็นก๊าซ ออกซิเจน (O_2) ละลายอยู่ในน้ำโดยอยู่ในวงล้อม ของกลุ่มโมเลกุลโครงสร้างเล็ก (Microcluster) ตัก O_2 ไว้ โดยมี Hydrogenbond เป็นตัวช่วยกัน ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ซึ่งเป็นประจุบวก ถ้ารวมกัน 2 ตัวจะกลายเป็นก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ละลายในน้ำหรือระเหยออกไปและบางครั้งรวมกับออกซิเจน (O_2) กลายเป็นน้ำ (H_2O) ความเป็นกรดจึงถือว่าเป็นนัยสำคัญ

2.1.5.2 อายุของน้ำที่ได้รับพลังงานสนามแม่เหล็ก

การที่อายุของแต่ละคุณสมบัติมีช่วงเวลาสั้นไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพของสิ่งแวดล้อม ถ้าเก็บน้ำในตู้เย็น หรือเก็บในขวดที่เป็นแก้วปิดสนิท จะมีประสิทธิภาพอยู่ได้นาน การที่น้ำนั้นมีฤทธิ์เป็นด่าง เพราะเกิดจากเกลือแร่ แคลเซียมไบคาร์บอเนต (Calcium Bicarbonate) ดังได้กล่าวมาแล้ว แต่ขวดที่เป็นพลาสติกจะยอมให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึมผ่านเข้าไปและทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไบคาร์บอเนตซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เกิดเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งไม่ละลายในน้ำ จึงตกเป็นตะกอนและความเป็นด่างจะลดลง ขวดที่เป็นแก้วจึงเก็บน้ำให้คงมีประสิทธิภาพได้นานกว่าขวดพลาสติก โดยมีระยะเวลาคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

1. คุณสมบัติของการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ขึ้นอยู่กับอายุของไฮดรอกซิลไอออน (Hydroxyl Ion) ซึ่งจะอยู่ในน้ำได้ไม่เกิน 18 – 24 ชั่วโมง
2. ความเป็นด่าง (Alkaline Property) ซึ่งวัดค่าโดย pH ระดับที่ต้องการควรสูงเกินกว่า pH 7.4 จะอยู่ได้นาน 1-2 อาทิตย์
3. การมีโครงสร้างขนาดเล็ก (Microcluster หรือ Structured Water) คือ โมเลกุลของน้ำ 5-6 ตัว ต่อ 1 กลุ่ม (Cluster) จะอยู่ได้ประมาณ 1-3 เดือน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรกฤต คำชุ่ม (2552) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของสนามแม่เหล็กต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าความกระด้าง พบว่าสนามแม่เหล็กขนาด 1000 เกาส์ มีผลต่อการละลายของออกซิเจนเล็กน้อย เมื่อผ่านท่อทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายเพิ่มขึ้น 17.4% ในน้ำที่มีค่า DO สูงอยู่แล้ว และ 19.35-24.2% ในน้ำที่มีค่า DO ต่ำ ผลต่อการเติมอากาศยิ่งน้อยกว่า โดยเมื่อนำตัวอย่างทั้งที่ผ่านท่อและไม่ผ่านท่อมาเติมอากาศจะได้ DO ใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 7-8 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่มีค่า DO สูง และประมาณ 5.4 มิลลิกรัม/ลิตร

ณัทภา จันทริโสสม, ณัฐวุฒิ สุวรรณทา และ วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล ได้ทำการศึกษาการกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กถาวรที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วงอก โดยการทดลองเปรียบเทียบกลุ่มเมล็ดถั่วงอกควบคุมสายพันธุ์ชยันนาท-72 ที่ไม่ได้รับการกระตุ้น และกลุ่มเมล็ดทดลองที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กถาวรขนาด 1.6 เทสลา เป็นระยะเวลา 15 30 45 และ 60 นาที ก่อนการเพาะปลูกแบบปกติ ผลของการกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กพบว่า เมล็ดถั่วงอกที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กถาวรระยะเวลานาน 45 นาที มีอัตราการเจริญเติบโตหรือน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 24.82

สุรพงษ์ ยศพล (2548) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีต่อถั่วงอก, กระเจี๊ยบเขียว และกวาดตุ้ง โดยการรดน้ำแบบผ่านสนามแม่เหล็ก และไม่ผ่านสนามแม่เหล็ก ผลการทดลองพืชกลุ่มแรกที่ปลูกไว้ในบริเวณที่มีเครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กและรดน้ำผ่านสนามแม่เหล็กมีการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่สอง และสาม กลุ่มที่สองที่ปลูกไว้ในบริเวณที่มีเครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กและรดน้ำไม่ผ่านสนามแม่เหล็กมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่ากลุ่มสาม กลุ่มที่สามที่ปลูกไว้ในบริเวณที่ไม่มีเครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กและรดน้ำไม่ผ่านสนามแม่เหล็ก มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด

คำหล้า แสงรัมย์ (2558) ทำการศึกษาลักษณะของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กคงที่ต่ออัตราการงอก และการเจริญเติบโตของต้นข้าวเจ้าแดง จาก สปป ลาว โดยศึกษาถึงค่าความเข้มของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กช่วงเวลาที่เหมาะสมในการอบเมล็ดข้าว เมื่อนำเอาเมล็ดข้าวตัวอย่างไปอบในสนามไฟฟ้าที่ 0.5, 1 และ 5 kV/m ในเวลา 1, 5, 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ ความเข้มสนามแม่เหล็กที่ 10, 20 และ 40 mT ในเวลา 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 นาที ตามลำดับ และอบทั้งสนามไฟฟ้าที่ 1 kV/m และสนามแม่เหล็กที่ 20 mT ในเวลาอบ 1, 5, 10, 20, 30 และ 60 นาที ตามลำดับ อบในสนามแม่เหล็กคงที่ 20 mT และสนามไฟฟ้า 0.5, 1 และ 1.5 kV/m ในเวลาอบ 10 นาที ตามลำดับ และอบในสนามไฟฟ้าคงที่ 1 kV/m ที่สนามแม่เหล็ก 5, 10, 15, 20 และ 25 mT ในเวลาอบ 10 นาที ตามลำดับ การคำนวณหาตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการงอกและการเจริญเติบโตของต้นข้าวได้แก่ ดัชนีการงอก ร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโตของ

ต้นข้าวและดัชนีความแข็งแรง พบว่าสำหรับสนามไฟฟ้าได้ช่วงเวลาอาบและค่าความเข้มที่เหมาะสมคือ 10 นาทีและ 1 kV/m ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวมีดัชนีการงอกร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโตและดัชนีความแข็งแรงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นถึง $6\pm 2\%$, $8\pm 1\%$, $20\pm 3\%$ และ $25\pm 3\%$ ตามลำดับ สำหรับสนามแม่เหล็กได้ช่วงเวลาอาบและค่าความเข้มที่เหมาะสมคือ 60 นาทีและ 20 mT ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวมีดัชนีการงอกร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโตของต้นข้าวและดัชนีความแข็งแรงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นถึง $8\pm 4\%$, $8\pm 5\%$, $13\pm 6\%$ และ $22\pm 5\%$ ตามลำดับ สำหรับการอาบทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กพร้อมกันได้ช่วงเวลาอาบและค่าความเข้มสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมคือ 10 นาที และ 1 kV/m และ 15 mT ซึ่งทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตและดัชนีความแข็งแรง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นถึง $6\pm 1\%$ และ $5\pm 1\%$ ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ การสร้างและการทดลอง การออกแบบระบบน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มฟัว โดยแบ่งหัวข้อการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. การออกแบบระบบน้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก
2. การออกแบบการทดลองผลของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มฟัว

3.1 การออกแบบระบบน้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการสร้างน้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก โดยใช้คุณสมบัติของแท่งแม่เหล็ก 3 ชนิด คือ แม่เหล็กเฟอร์ไรท์ (Ferrite) แม่เหล็กนีโอไดเมียม (Neodymium) และแม่เหล็กแรงสูงทนความร้อนซามาเรียม (Samarium) โดยแม่เหล็กแรงสูงแต่ละชนิด จะมีความเข้มข้นของค่าสนามแม่เหล็กที่ไม่เท่ากัน โดยแม่เหล็กแต่ละชนิดมีความเข้มข้นสนามแม่เหล็ก ดังนี้

- แม่เหล็กเฟอร์ไรท์ มีความเข้มข้นสนามแม่เหล็กประมาณ 800-1,000 G
- แม่เหล็กนีโอไดเมียม มีความเข้มข้นสนามแม่เหล็กอยู่ประมาณ 1,500-2,900 G
- แม่เหล็กซามาเรียม มีความเข้มข้นสนามแม่เหล็กอยู่ประมาณ 1,900-3,900 G



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างความเข้มข้นแม่เหล็กเฟอร์ไรท์



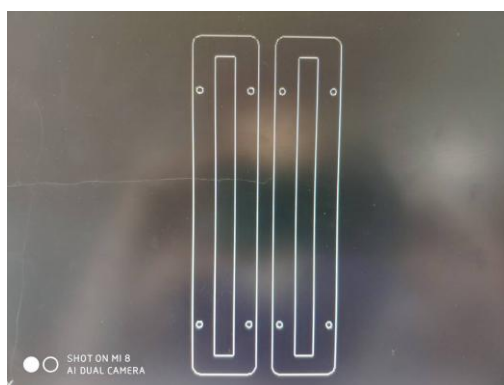
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างความเข้มสนามแม่เหล็กนีโอไดเมียม



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างความเข้มสนามแม่เหล็กซามาเรียม

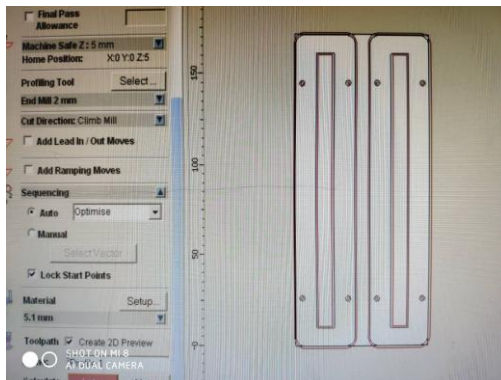
หลักการในการทำน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กคือ การนำน้ำไหลผ่านแม่เหล็กแรงสูงที่เตรียมไว้ โดยนำแม่เหล็กแรงสูงทั้ง 3 ชนิด ใส่ในแผ่นอะคลิลิกที่เตรียมไว้ แล้วนำไปประกบกับสายยางที่ใช้รดน้ำ โดยให้ด้านหนึ่งของแผ่นอะคลิลิกเป็นขั้วเหนือ และอีกด้านเป็นขั้วใต้ เพื่อให้ น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กนั่นเอง โดยมีขั้นตอนการออกแบบตัวสร้างพลังงานสนามแม่เหล็กด้วยแม่เหล็ก 3 ชนิด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบด้วยโปรแกรม AutoCAD



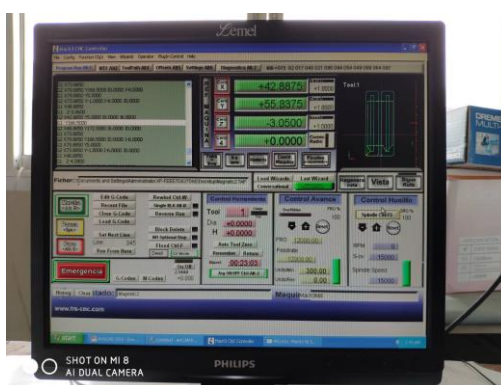
รูปที่ 3.4 การออกแบบแผ่นอะคลิลิกด้วยโปรแกรม AutoCAD

ขั้นตอนที่ 2 นำไฟล์จากโปรแกรม AutoCAD เปิดในโปรแกรม ArtCAM เพื่อแปลงไฟล์เป็น G Code



รูปที่ 3.5 การแปลงไฟล์เป็น G Code ด้วยโปรแกรม ArtCAM

ขั้นตอนที่ 3 ใช้โปรแกรม Mach 3 สั่งเครื่อง CNC ตัดแผ่นอะคลิลิก



รูปที่ 3.6 โปรแกรม Mach 3



รูปที่ 3.7 สั่งเครื่อง CNC ด้วยโปรแกรม Mach 3



รูปที่ 3.8 แผ่นอะคลีลิกที่ตัดด้วยเครื่อง CNC แล้ว

ขั้นตอนที่ 4 นำแม่เหล็กทั้ง 3 ชนิด ประกบด้วยแผ่นอะคลีลิก แล้วนำมาประกบกันโดยหันขั้วเหนือเข้ากับขั้วใต้ โดยเว้นช่องว่างสำหรับใส่สายยางรดน้ำ



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างแม่เหล็กในแผ่นอะคลีลิก

3.2 การออกแบบการทดลองผลของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของข้าวสาลี

3.2.1 การออกแบบการทดลองน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดข้าวสาลี

การออกแบบการทดลองการปลูกข้าวสาลี ทำการวัดความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบ จำนวนหน่อ และความกว้างกอ วันที่ออกรวง ปริมาณรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ด ขนาดเมล็ด ความเครียดของพืชโดยใช้เครื่อง Pulse Modulated Chlorophyll Fluorometer วัดปริมาณคลอโรฟิลล์โดยใช้เครื่อง MINALTA SPAD502 โดยทำการวัดความเครียดของพืชและปริมาณคลอโรฟิลล์ ทุก 7 วันหลังการเริ่มการทดลอง และนำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ โดยทำการออกแบบกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 ทรีทเมนต์ (T1 : รดด้วยน้ำปกติ, T2 : รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์, T3 : รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กนีโอไดเมียม และ

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) แสดงจำนวนการงอกของเมล็ด 14 วัน

ทรีท เมนต์	จำนวนเมล็ดที่งอก (วันที่)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T2R4B1														
T2R5B1														
.														
.														
.														
T4R1B4														
T4R2B4														
T4R3B4														
T4R4B4														
T4R5B4														

ทำการสุ่มตัวอย่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บลักษณะทางกายภาพ ของต้นข้าวลิ้มผิว ในลักษณะทรีทเมนต์ต่าง ๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวลิ้มผิวในทรีทเมนต์ต่าง ๆ

ทรีท เมนต์	ต้นที่	ความ กว้างใบ (ซ.ม.)	ความ ยาวใบ (ซ.ม.)	ปริมาณคลอ โรฟิลล์ (spad)	ความสูงต้นข้าววัด บนดิน (ซ.ม.)	ความยาว ราก (ซ.ม.)	ความสูงรวม ทั้งหมดของ ต้นข้าว (ซ.ม.)
T1B1	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
T2B1	1						
	2						
	3						

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) แสดงลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวลิ้มผิวในทรีทเมนต์ต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	ต้นที่	ความกว้างใบ (ซ.ม.)	ความยาวใบ (ซ.ม.)	ปริมาณคลอโรฟิลล์	ความสูงต้นข้าววัดบนดิน (ซ.ม.)	ความยาวรากใต้ดิน (ซ.ม.)	ความสูงรวมทั้งหมดของต้นข้าว (ซ.ม.)
	4						
	5						
T3B1	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
T4B1	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
.							
.							
.							
T1B2	1						
	2						
	3						
	4						
	5						

จากนั้นทำการออกแบบตารางสรุปร้อยละของการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวลิ้มผิว หลังการเพาะเมล็ดและรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 ร้อยละของการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวลิ้มผัวหลังการเพาะเมล็ดและรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ทรีทเมนต์	อัตราการงอกเมล็ด (ร้อยละ)	ความกว้างใบเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความยาวใบเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความสูงต้นข้าววัดบนดินเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความยาวรากเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความสูงรวมทั้งหมดของต้นข้าวเฉลี่ย (ซ.ม.)	ปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ย (spad)
T1							
T2							
T3							
T4							
F-test							

3.2.2 การออกแบบการทดลองน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผัว

ทำการหาน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งทั้งหมดของต้นข้าว โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวนทรีทเมนต์ละ 50 ต้น ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของกลุ่มทรีทเมนต์จำนวน 50 ต้น

ทรีทเมนต์	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		
		ราก	ลำต้น	รวม
T1B1				
T2B1				
T3B1				
T4B1				
T1B2				
T2B2				
T3B2				
T4B2				

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของกลุ่มทรีทเมนต์จำนวน 50 ต้น

ทรีทเมนต์	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		
		ราก	ลำต้น	รวม
.				
.				
.				
T1B4				
T2B4				
T3B4				
T4B4				

จากนั้นทำการสรุปผลของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่อน้ำหนักต้นกล้า ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าข้าวสาลีผั้วหลังการเพาะเมล็ดและรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ตารางที่ 3.5 น้ำหนักต้นกล้า ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าข้าวสาลีผั้วหลังการเพาะเมล็ดและรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ทรีทเมนต์	น้ำหนักต้นกล้าสด 50 ต้น (กรัม)	น้ำหนักต้นกล้าแห้ง (ลำต้น) 50 ต้น (กรัม)	น้ำหนักต้นกล้าแห้ง (แห้ง) 50 ต้น (กรัม)	น้ำหนักต้นกล้าแห้งทั้งหมด 50 ต้น (กรัม)
T1				
T2				
T3				
T4				
F-test				

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของระบบน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่ว ดังที่ได้จากการออกแบบไว้ในบทที่ 3 โดยแบ่งหัวข้อดังนี้

1. ผลการทดลองของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดข้าวลิ้มผั่ว
2. ผลการทดลองของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่ว

โดยจากการออกแบบแปลงการเพาะปลูกต้นกล้าข้าวลิ้มผั่วในบทที่ 3 นั้น คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบการเพาะปลูก โดยใช้พื้นที่ในการทดสอบในโรงเรือนระบบปิด ดังรูป



รูปที่ 4.1 แปลงการเพาะปลูกต้นกล้าข้าวลิ้มผั่ว

4.1 ผลการทดลองของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดข้าวลิ้มผั่ว

การออกแบบการทดลองการเปรียบเทียบอัตราการงอกของเมล็ดข้าวลิ้มผั่ว โดยใช้ทริทเมนต์ทั้งหมด 4 ทริทเมนต์ คือ T1 : รดด้วยน้ำปกติ, T2 : รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์, T3 : รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กนีโอไดเมียม และ T4 : รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กซามาเรียม โดยใช้สายยางรดน้ำสอดเข้าระหว่างแท่งแม่เหล็กแรงสูงที่ให้ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กต่างๆ ที่ได้ทำการเตรียมไว้ดังบทที่ 3 ดังรูป



รูปที่ 4.2 แท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรท์



รูปที่ 4.3 แท่งแม่เหล็กนีโอไดเมียม



รูปที่ 4.4 แท่งแม่เหล็กขามาเรียง

โดยจากการทดลองการใช้ระบบน้ำปกติ และน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กทั้ง 3 แบบ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งได้ผลการทดลองเป็นไปดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลจำนวนการงอกของเมล็ด 14 วัน

[illegible]

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงผลจำนวนการงอกของเมล็ด 14 วัน

ทรีท เมนต์	จำนวนเมล็ดที่งอก (วันที่)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T2R2B2	2	4	8	12	16	18	18	18	18	18	18	18	18	18
T2R3B2	0	0	8	16	17	17	18	17	17	17	17	18	18	18
T2R4B2	0	0	10	16	17	18	18	17	18	18	18	18	18	18
T2R5B2	0	0	7	14	16	16	18	18	18	18	18	18	18	18
T3R1B2	3	4	13	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
T3R2B2	4	6	10	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
T3R3B2	1	2	11	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17
T3R4B2	0	1	6	14	16	18	18	18	18	18	18	19	19	19
T3R5B2	1	2	5	11	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17
T4R1B2	1	2	13	18	18	19	19	18	18	18	19	19	19	19
T4R2B2	4	6	10	19	20	20	20	17	17	17	17	17	17	17
T4R3B2	1	2	11	16	16	17	17	17	18	19	19	19	19	19
T4R4B2	0	1	6	14	16	18	18	16	16	16	16	16	16	16
T4R5B2	1	2	5	11	16	17	17	16	16	16	16	16	16	16
T1R1B3	0	1	7	11	15	16	16	17	17	17	17	17	17	17
T1R2B3	1	2	4	12	16	17	18	19	19	19	19	19	19	19
T1R3B3	2	3	14	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
T1R4B3	3	4	12	16	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
T1R5B3	2	3	10	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17
T2R1B3	0	1	5	8	16	17	18	18	18	18	18	18	18	18

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงผลจำนวนการงอกของเมล็ด 14 วัน

ทรีท เมนต์	จำนวนเมล็ดที่งอก (วันที่)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T2R2B4	0	1	8	15	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18
T2R3B4	3	5	10	13	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
T2R4B4	0	0	4	11	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16
T2R5B4	6	8	9	16	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19
T3R1B4	0	0	5	11	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
T3R2B4	0	1	4	9	10	11	14	14	14	14	14	14	14	14
T3R3B4	0	1	7	13	13	17	18	18	17	18	18	18	18	18
T3R4B4	0	0	10	17	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
T3R5B4	5	7	15	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
T4R1B4	3	5	9	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
T4R2B4	2	3	6	11	15	17	18	18	19	19	19	19	19	19
T4R3B4	1	2	4	16	17	19	19	20	20	20	20	20	20	20
T4R4B4	4	5	9	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	20
T4R5B4	6	7	9	17	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20

*หมายเหตุ T1 คือ รดด้วยน้ำปกติ,
 T2 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์
 T3 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กนีโอไดเมียม
 T4 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กซามาเรียม
 R1-R5 คือ การทดสอบซ้ำในทรีทเมนต์
 B1-B5 คือ กลุ่มตัวอย่างการทดสอบ

ทำการสุ่มตัวอย่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บลักษณะทางกายภาพ ของต้นข้าวลิ้มฟัว ใน
 ลักษณะทรีทเมนต์ต่าง ๆ ซึ่งได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.5-4.7 และตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างต้นข้าวลิ้มผัว ระยะ 2 สัปดาห์



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการวัดขนาดของต้นข้าวลิ้มผัว



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการวัดค่าคลอโรฟิลล์

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวลิ้มผิวในทรีทเมนต์ต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	ต้นที่	ความกว้างใบ (ซ.ม.)	ความยาวใบ (ซ.ม.)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (spad)	ความสูงต้นข้าววัดบนดิน (ซ.ม.)	ความยาวราก (ซ.ม.)	ความสูงรวมทั้งหมดของต้นข้าว (ซ.ม.)
T1B1	1	0.7	25	14.4	38	3.3	41.3
	2	0.7	29.1	8.1	32.1	3.4	35.5
	3	0.6	26.5	22.4	33.6	5.1	38.7
	4	0.5	27	32.6	36	2.2	38.2
	5	0.6	18.5	27.9	29.5	7	36.5
T2B1	1	0.6	18.4	18.2	29	3.8	32.8
	2	0.7	28.5	22.9	40	3.5	43.5
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0.3	14	26.8	22.8	0.5	23.3
	5	0.5	29	28.4	39.5	4.9	44.4
T3B1	1	0.5	11	21.5	17.5	2.2	19.7
	2	0.6	29.6	24.6	39.5	3	42.5
	3	0.6	26.2	20.1	36.6	7.5	44.1
	4	0.7	26.6	14.4	38	4.5	42.5
	5	0.5	26	14.6	37.7	5	42.7
T4B1	1	0.5	28.2	32.6	41	9.5	50.5
	2	0.7	29	28.6	40.2	4.9	45.1
	3	0.6	32	28.6	42	8.9	50.9
	4	0.6	24	28.9	33.5	3	36.5
	5	0.5	16.7	35.5	24.4	4.5	28.9
T1B2	1	0.5	28	30.6	38.5	3.3	41.8
	2	0.7	22	23	30.8	5.2	36
	3	0.5	31	29	41.5	3.5	45
	4	0.5	14	23	22.5	1.3	23.8

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงผลการทดลองลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวลิ้มผิวในทรีทเมนต์ต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	ต้นที่	ความกว้างใบ (ซ.ม.)	ความยาวใบ (ซ.ม.)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (spad)	ความสูงต้นข้าววัดบนดิน (ซ.ม.)	ความยาวราก (ซ.ม.)	ความสูงรวมทั้งหมดของต้นข้าว (ซ.ม.)
	5	0.6	24.6	26.9	34.3	2.9	37.2
T2B2	1	0.6	29.5	24.3	35	5.4	40.4
	2	0.5	25	28.4	30	1.3	31.3
	3	0.6	21	21.9	31.5	3.2	34.7
	4	0.5	26	23.9	36.5	5.5	42
	5	0.5	32.4	32.2	39	3.2	42.2
T3B2	1	0.7	28.5	26	39.6	5.2	44.8
	2	0.6	29.5	30.3	41	6	47
	3	0.7	28.5	27.1	38.9	6	44.9
	4	0.6	17	22.3	26.7	3	29.7
	5	0.6	30	33.6	39.5	7.4	46.9
T4B2	1	0.5	28	30.2	37	7.4	44.4
	2	0.5	28.9	31.1	40	10.4	50.4
	3	0.5	22.2	37	30	5.1	35.1
	4	0.6	28	24.7	37.5	9.7	47.2
	5	0.5	22.6	31.5	31.7	3.6	35.3
T1B3	1	0.6	29	26.2	39.4	5.1	44.5
	2	0.6	35.1	26.5	41.7	6.6	48.3
	3	0.7	23	18.8	34.8	3.6	38.4
	4	0.6	29.5	25.4	40.6	3.1	43.7
	5	0.6	26.6	24.4	37.9	3.7	41.6
T2B3	1	0.8	25.2	19.6	37.5	6.7	44.2
	2	0.7	22	22.3	38	2.5	40.5
	3	0.6	27.8	26.3	38.5	4.5	43

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงผลการทดลองลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวลิ้มผิวในทรีทเมนต์ต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	ต้นที่	ความกว้างใบ (ซ.ม.)	ความยาวใบ (ซ.ม.)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (spad)	ความสูงต้นข้าววัดบนดิน (ซ.ม.)	ความยาวราก (ซ.ม.)	ความสูงรวมทั้งหมดของต้นข้าว (ซ.ม.)
	4	0.6	22.5	20.9	34.4	4.3	38.7
	5	0	0	0	0	0	0
T3B3	1	0.5	34	28.2	45	8	53
	2	0.6	31	26.2	43	2.8	45.8
	3	0.6	33	30.1	42.9	7	49.9
	4	0.4	27.8	27.2	37.6	5.5	43.1
	5	0.5	21.4	19.9	32	6.5	38.5
T4B3	1	0.6	25	24.4	36.4	3.4	39.8
	2	0.6	28.6	27.6	40.3	7.5	47.8
	3	0.6	21.2	20.1	32.4	2.3	34.7
	4	0.5	27.9	28.7	40.8	5.8	46.6
	5	0.6	30	27.4	41	6.9	47.9
T1B4	1	0.6	21.1	18.8	30.5	2.6	33.1
	2	0.6	30	27	42.8	6.2	49
	3	0.5	32.4	25.7	44.6	3.1	47.7
	4	0.6	28.7	22.3	42.3	0	42.3
	5	0.6	28.7	23.8	38.7	5	43.7
T2B4	1	0.6	18.9	18.4	30.4	5.7	36.1
	2	0.6	17.5	26.1	39.7	4.2	43.9
	3	0.5	17.5	28	28.3	3.7	32
	4	0.5	22.1	31.4	34.4	3	37.4
	5	0.6	35.7	30.6	49.9	3.9	53.8
T3B4	1	0.6	26	23	36.9	9.9	46.8
	2	0.7	31.4	26.1	44.2	6.3	50.5

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงผลการทดลองลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวลิ้มผิวในทรีทเมนต์ต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	ต้นที่	ความกว้างใบ (ซ.ม.)	ความยาวใบ (ซ.ม.)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (spad)	ความสูงต้นข้าววัดบนดิน (ซ.ม.)	ความยาวราก (ซ.ม.)	ความสูงรวมทั้งหมดของต้นข้าว (ซ.ม.)
	3	0.5	16	27	25.8	3.1	28.9
	4	0.7	25.9	22.5	37.5	3.5	41
	5	0.7	23.8	19.5	36.6	6.3	42.9
T4B4	1	0.5	27.4	31.5	39.1	3.7	42.8
	2	0.6	31	28.3	44	8.3	52.3
	3	0.5	25.5	28.4	37.4	3.2	40.6
	4	0.4	21.6	29.5	33.9	3.5	37.4
	5	0.3	20.6	12.1	30.7	6.2	36.9

*หมายเหตุ T1 คือ รดด้วยน้ำปกติ,

T2 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์

T3 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กนีโอไดเมียม

T4 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กขามาเรียม

B1-B5 คือ กลุ่มตัวอย่างการทดสอบ

จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 สามารถแสดงตารางสรุปร้อยละของการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวลิ้มผิวหลังการเพาะเมล็ดและรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ร้อยละของการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวลิ้มผิวหลังการเพาะเมล็ดและรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ทรีทเมนต์	อัตราการงอกเมล็ด (ร้อยละ)	ความกว้างใบเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความยาวใบเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความสูงต้นข้าววัดบนดินเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความยาวรากเฉลี่ย (ซ.ม.)	ความสูงรวมทั้งหมดของต้นข้าวเฉลี่ย (ซ.ม.)	ปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ย (spad)
T1	89.25	0.60	26.49	36.51	3.94	40.44	23.84
T2	89.25	0.58	23.99	35.22	3.87	39.09	24.85
T3	89.25	0.60	26.16	36.83	5.44	42.26	24.21
T4	91.75	0.54	25.92	36.67	5.89	42.56	28.34
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

*หมายเหตุ T1 คือ รดด้วยน้ำปกติ,
 T2 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์
 T3 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กนีโอไดเมียม
 T4 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กซามาเรียม
 B1-B5 คือ กลุ่มตัวอย่างการทดสอบ
 ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หลังการเพาะเมล็ด 2 สัปดาห์ ทำการบันทึกจำนวนต้นกล้าที่งอกพบว่าในทุกสิ่งทดลองมีร้อยละของการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีการงอกร้อยละ 89.25-91.75 หลังการเพาะเมล็ด 2 สัปดาห์ พบว่า ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูงต้น และความยาวรากถึงยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีความกว้างใบอยู่ในช่วง 0.54-0.60 เซนติเมตร ความยาวใบอยู่ในช่วง 23.99-26.49 เซนติเมตร ความสูงต้นอยู่ในช่วง 35.22-36.83 เซนติเมตร ความยาวรากถึงยอดอยู่ในช่วง 39.09-42.56 เซนติเมตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าในทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์อยู่ในช่วง 23.84-28.34 ในขณะที่ความยาวรากต้นกล้านั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดย ในทรีทเมนต์ที่ (น้ำที่ผ่านแม่เหล็กแรงสูงนีโอไดเมียม และซามาเรียม ตามลำดับ) 3 และ 4 มีความยาวรากมากกว่า ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 (น้ำปกติ และน้ำที่ผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์ ตามลำดับ) ซึ่งมีความยาวรากเท่ากับ 5.44-5.89 เซนติเมตร และ 3.87-3.94 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.2 ผลการทดลองของน้ำปลงงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของข้าวสาลี

ทำการหาน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งทั้งหมดของต้นข้าว โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน ทรีทเมนต์ละ 50 ต้น โดยมีผลการทดลอง ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของกลุ่มทรีทเมนต์จำนวน 50 ต้น

ทรีทเมนต์	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		
		ราก	ลำต้น	รวม
T1B1	21.17	1.03	3.25	4.28
T2B1	18.27	0.93	2.8	3.73

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของกลุ่มทรีทเมนต์จำนวน 50 ต้น

ทรีทเมนต์	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		
		ราก	ลำต้น	รวม
T3B1	26.84	1.29	3.82	5.11
T4B1	21.8	1.29	3.34	4.63
T1B2	19.69	1.12	3.11	4.23
T2B2	19.45	1.3	3.33	4.63
T3B2	18.41	1.24	3.04	4.28
T4B2	18.28	1.11	2.94	4.05
T1B3	19.81	1.01	3.25	4.26
T2B3	14.57	0.82	2.16	2.98
T3B3	19.33	1.23	3.88	5.11
T4B3	17.49	0.92	2.83	3.75
T1B4	21.41	1.23	2.91	4.14
T2B4	17.99	0.93	2.5	3.43
T3B4	16.06	0.66	2.41	3.07
T4B4	17.34	0.97	2.46	3.43

*หมายเหตุ T1 คือ รดด้วยน้ำปกติ,
 T2 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์
 T3 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กนีโอไดเมียม
 T4 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กขามาเรียม
 B1-B5 คือ กลุ่มตัวอย่างการทดสอบ

จากนั้นทำการสรุปผลของน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กที่มีผลต่อน้ำหนักต้นกล้า ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าข้าวสาลีผัหลังการเพาะเมล็ดและรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักต้นกล้า ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าข้าวสาลีผั้วหลังการเพาะเมล็ดและรดน้ำด้วยน้ำที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ระดับต่างกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ทรีทเมนต์	น้ำหนักต้นกล้าสด 50 ต้น (กรัม)	น้ำหนักต้นกล้าแห้ง (ลำต้น) 50 ต้น (กรัม)	น้ำหนักต้นกล้าแห้ง (แห้ง) 50 ต้น (กรัม)	น้ำหนักต้นกล้าแห้งทั้งหมด 50 ต้น (กรัม)
T1	20.52	3.13	1.10	4.23
T2	17.57	2.70	1.00	3.69
T3	20.16	3.29	1.11	4.39
T4	18.73	2.89	1.07	3.97
F-test	ns	ns	ns	ns

*หมายเหตุ T1 คือ รดด้วยน้ำปกติ,
 T2 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์
 T3 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กนีโอไดเมียม
 T4 คือ รดด้วยน้ำผ่านแม่เหล็กซามาเรียม
 ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หลังการเพาะเมล็ด 2 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักต้นกล้า 50 ต้น น้ำหนักแห้งของลำต้น 50 ต้น น้ำหนักแห้งของราก 50 ต้น และน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น 50 ต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยน้ำหนักต้นกล้า 50 ต้น มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 17.57-20.52 กรัม น้ำหนักแห้งลำต้น 50 ต้น มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 2.70-3.29 กรัม น้ำหนักแห้งราก 50 ต้น มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 1.00-1.11 กรัม และน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น 50 ต้น มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 3.69-4.39 กรัม

บทที่ 5

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มผั่วด้วยน้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก โดยน้ำพลังงานสนามแม่เหล็ก คือน้ำที่ไหลผ่านสนามแม่เหล็กแรงสูง ทำให้โมเลกุลของน้ำมีขนาดที่เล็กลง แต่ยังคงคุณสมบัติทางเคมีไว้เหมือนเดิม ซึ่งการที่น้ำมีโมเลกุลเล็กลงทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น โดยในงานวิจัยนี้ได้นำแท่งแม่เหล็กแรงสูงถาวรทั้งหมด 3 ชนิดด้วยกัน คือ แม่เหล็กเฟอร์ไรท์ แม่เหล็กนีโอไดเมียม และแม่เหล็กซามาเรียม โดยมีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กประมาณ 800-1,000 G, 1,500-2,900 G และ 1,900-3,900 G ตามลำดับ

ในการวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดสอบการงอกของเมล็ดข้าวโดยใช้ระดับของพลังงานสนามแม่เหล็กค่าต่างๆ ที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของข้าวโดยการแบ่งพื้นที่ปลูกข้าวออกเป็น 4 แปลง หลังจากนั้นแบ่งพื้นที่ปลูกในแต่ละแปลงออกเป็น 5 แปลง ย่อย จากนั้นทำการสุ่มพื้นที่ปลูกในแต่ละแปลงให้ทุกแปลงปลูกมีครบทุกสิ่งทดลอง ปลูกข้าวลิ้มผั่วในแปลงปลูกตามแปลงที่กำหนดไว้ และจัดทำสนามแม่เหล็กตามระดับที่กำหนดไว้ในแต่ละสิ่งทดลอง จากนั้นออกแบบการเก็บค่าบันทึกข้อมูลโดยทำการวัดความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบ จำนวนหน่อ และความกว้างกอ วันที่ออกรวง ปริมาณรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ด ขนาดเมล็ด ความเครียดของพืชโดยใช้เครื่อง Pulse Modulated Chlorophyll Fluorometer วัดปริมาณคลอโรฟิลล์โดยใช้เครื่อง MINALTA SPAD502 โดยทำการวัดความเครียดของพืชและปริมาณคลอโรฟิลล์ ทุก 7 วันหลังการเริ่มการทดลอง และนำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองหลังการเพาะเมล็ด 2 สัปดาห์ พบว่าในทุกสิ่งทดลองมีร้อยละของการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีการงอกร้อยละ 89.25-91.75 ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูงต้น และความยาวรากถึงยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีความกว้างใบอยู่ในช่วง 0.54-0.60 เซนติเมตร ความยาวใบอยู่ในช่วง 23.99-26.49 เซนติเมตร ความสูงต้นอยู่ในช่วง 35.22-36.83 เซนติเมตร ความยาวรากถึงยอดอยู่ในช่วง 39.09-42.56 เซนติเมตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าในทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์อยู่ในช่วง 23.84-28.34 ในขณะที่ความยาวรากต้นกล้านั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ในทริทเมนต์ที่ (น้ำที่ผ่านแม่เหล็กแรงสูงนีโอไดเมียม และซามาเรียม ตามลำดับ) 3 และ 4 มีความยาวรากมากกว่า ทริทเมนต์ที่ 1 และ 2 (น้ำปกติ และน้ำที่ผ่านแม่เหล็กเฟอร์ไรท์ ตามลำดับ) ซึ่งมีความยาวรากเท่ากับ 5.44-5.89 เซนติเมตร และ 3.87-3.94 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นทำการ

ทดสอบการชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง โดยการสุ่มจำนวน ทรีทเมนต์ละ 50 ต้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดย น้ำหนักต้นกล้า 50 ต้น มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 17.57-20.52 กรัม น้ำหนักแห้งลำต้น 50 ต้น มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 2.70-3.29 กรัม น้ำหนักแห้งราก 50 ต้น มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 1.00-1.11 กรัม และน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น 50 ต้น มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 3.69-4.39 กรัม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การทดลอง ควรเพิ่มกระบวนการเก็บข้อมูลการดูดซึ่มสารอาหารแต่ละทรีทเมนต์ เพื่อวัดอัตราการดูดซึ่มสารอาหารของข้าวลิ้มฟัว จากนั้นเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตของข้าวลิ้มฟัวในแต่ละทรีทเมนต์

3. ควรทำการทดลองจริงในสถานที่ ๆ เหมาะสม มีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกจริง เพราะจะทำให้ได้ผลการทดลองที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

- คำหล้า แสงรัมย์. 2558. ผลกระทบของการอาบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กคงที่ต่ออัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวเจ้าแดง จาก สปป ลาว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- กรกฤต คำชุ่ม. 2552. อิทธิพลของสนามแม่เหล็กต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าความกระด้าง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปทุมทิพย์ สังข์พันธุ์. 2550. การศึกษาผลกระทบของสนามแม่เหล็กต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุรพงษ์ ยศพล. 2548. การศึกษาผลกระทบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีต่อถั่วเขียว กระเจี๊ยบเขียว กวางตุ้ง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภัทรี เกียรติการ. 2547. การศึกษาผลการเจริญเติบโตของถั่วงอกจากอิทธิพลของความเข้มสนามไฟฟ้าพร้อมตำแหน่งการวางเมล็ด. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ร่มฉัตร ยूरประถม. 2540. ผลกระทบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฏฐา จันทโรสม, ณัฐวุฒิ สุวรรณทา และ วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล. การกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กถาวรที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วงอก. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5. หน้า 26-33. กรุงเทพฯ, 2556.
- อิสระ อินอุเทศ. 2536. แม่เหล็กไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
- วิชัย ทิพนิตย์. 2535. วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. พิมพ์ครั้งที่ 1. บ.ที.พี.พรินท์ จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ประกาศมหาวิทยาลัย เรื่อง การพิจารณาอนุมัติทุนอุดหนุนงานวิจัย
งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 โครงการวิจัยและ
นวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ

ภาคผนวก ข

สัญญาเงินทุนอุดหนุนงานวิจัยงบประมาณแผ่นดิน พิจารณาโดยสำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นายณัฐพล ภูระหงษ์
Mr. NUTTAPON PHURAHONG
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน
1 6505 00009019 1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 0-5671-7151 มือถือ 090-5743810
e-mail : nuttapon_sam@hotmail.com
6. ประวัติการศึกษา
วศ.ม. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วศ.บ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยนเรศวร
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
คอมพิวเตอร์
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
 - หัวหน้าโครงการวิจัย การพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานน้ำและพลังงานลม. โครงการวิจัยเดี่ยว ประเภททุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน เพื่อสร้าง สละสลองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (2560)
 - ผู้ร่วมโครงการวิจัย การสืบค้นย้อนกลับผลิตภัณฑ์ข้าวคุณภาพแบบสุญญากาศของเกษตรกร จังหวัดเพชรบูรณ์.ประเภททุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน เพื่อสร้าง สละสลองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (2560)

- หัวหน้าโครงการวิจัย ระบบส่องสว่างพลังงานสนามแม่เหล็ก.
โครงการวิจัยเดี่ยว ประเภททุนวิจัยนักวิจัยรุ่นใหม่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ (2559)