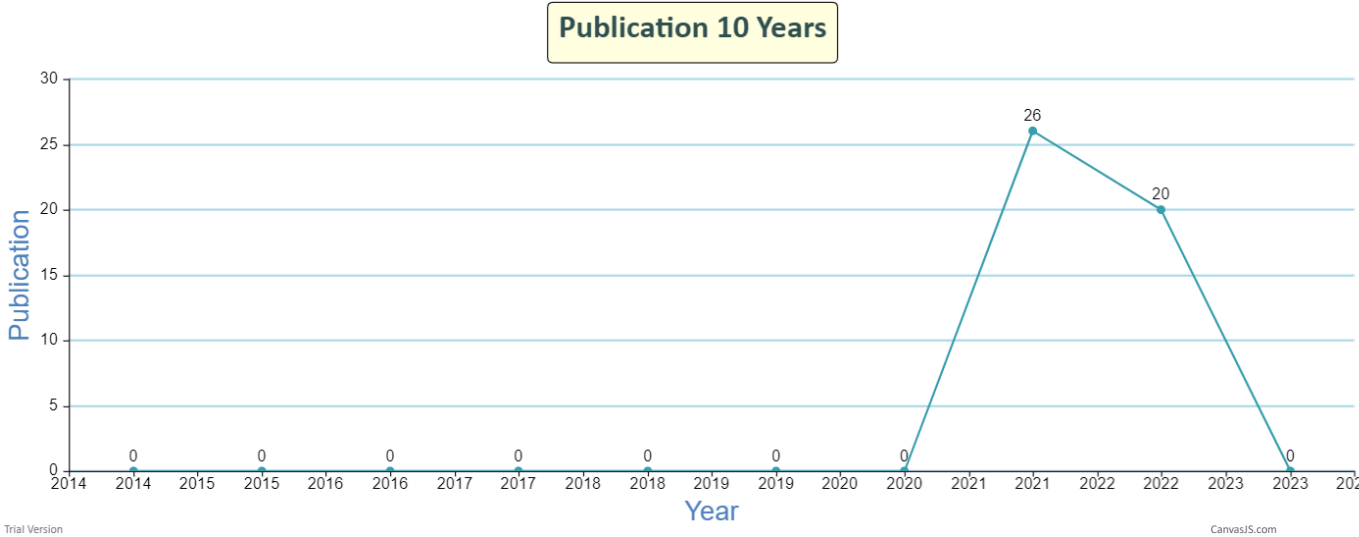


รายละเอียดของวารสาร

ชื่อวารสาร : วารสารผลิตกรรมการเกษตร
Journal Name : Journal of Agricultural Production
ชื่อบรรณาธิการ : รองศาสตราจารย์ ดร. ธีรเดช เจริญกิจ
ชื่อย่อของวารสาร : ว. ผลิตกรรมการเกษตร
Abbreviation Name : J. Agri. Prod.
ISSN : 2651-2475
E-ISSN :
ที่อยู่สำหรับการติดต่อ : สำนักงานวารสารผลิตกรรมการเกษตรอาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63
หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
เจ้าของ : คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ / Faculty of Agricultural Production, Maejo University
จำนวนฉบับต่อปี : 3
Email : japmju@gmail.com
Website : <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju/index>
TCI กลุ่มที่ : 1
สาขาหลักของวารสาร : Life Sciences
สาขาย่อยของวารสาร :
หมายเหตุ :



ที่ อว ๖๙.๓.๑.๔/๓๗๙



คณะผลิตกรรมการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ๖๓ หมู่ ๔
ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
จังหวัดเชียงใหม่ ๕๐๒๙๐

๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง รับรองการตีพิมพ์ลงในวารสารผลิตกรรมการเกษตร

เรียน คุณศิวตล แจ่มจรัส

ตามที่ท่านได้ส่งบทความ เรื่อง ผลของการใช้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวเหนียวลิ้มผัว เพื่อตีพิมพ์ลงในวารสารผลิตกรรมการเกษตร ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้และได้ผ่านการตรวจสอบแก้ไขบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วนั้น

ทางวารสารผลิตกรรมการเกษตร มีความยินดีที่จะแจ้งให้ท่านทราบว่า บทความของท่าน ได้รับการคัดเลือกให้นำเสนอผลงานเรื่องเต็ม (Full paper) ลงตีพิมพ์ในวารสารผลิตกรรมการเกษตร ปีที่ ๔ ฉบับที่ ๓ ประจำเดือนกันยายน - ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ทางวารสารฯ จึงขอออกหนังสือรับรองการตีพิมพ์ไว้ให้ท่านก่อน เพื่อจะได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อีรินุช เจริญกิจ)
บรรณาธิการวารสารผลิตกรรมการเกษตร

สำนักงานวารสารผลิตกรรมการเกษตร

โทรศัพท์ ๐-๕๓๘๗-๓๖๑๘

โทรสาร ๐-๕๓๘๗-๓๖๒๘

E-mail: japmju@gmail.com

ผลของการใช้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวเหนียวลิ้มฟัว

Effect of Magnetic Field-Treated Water on Growth and Yield of Leum Pua Glutinous Rice

ศิวดล แจ่มจำรัส^{*1} และ ณัฐพล ภูระหงษ์²

Siwadon Chaemchamrat^{*1} and Nuttapon Phurahong²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

¹ Division of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun
Rajabhat University, Phetchabun 67000

² สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

² Division of Computer Engineering, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun
Rajabhat University, Phetchabun 67000

* Corresponding author: Email: siwadon.cha@pcru.ac.th

(Received: 30 November 2021; Revised: 20 April 2022; Accepted: 31 May 2022)

Abstract

The magnetic field technology is used to optimize the condition of water for better utilization of plants. This research applied the technique of a water flow through a magnetic field to test stimulation of the germination, growth, and yield of Leum Pua glutinous rice. The randomized complete block design was adopted and involved 4 experiments based upon the flow of water through magnetic fields, three of which were made of different kinds of magnets, as follows: 1) ferrite magnet 2) neodymium magnet 3) samarium magnet and 4) water. The results showed that the flow of water through the magnetic field increased a pH of water. As for electric conductivity, the level of total dissolved solids was found higher in the water flowing only through the samarium magnet than flowing through the water but the changing water property did not increase the percentage and period of germination. As for the period from tillers growing until

harvesting, the results revealed that the height of rice stems and rice leaf greenness value were not statistically different. In addition, the quantum photosynthetic yield of PSII in the water flowing through the samarium magnet was higher than flowing through the water, which was a statistically significant difference, during a 130-day period after sowing rice seeds. Meanwhile, the value of electron transport rate was high during 61 and 117 days following rice seeds sowing and the quality of rice yields was not statistically different.

Keywords: Leum Pua, glutinous rice, magnetic field, yield

บทคัดย่อ

สำหรับการใช้เทคโนโลยีด้านสนามแม่เหล็กเพื่อปรับสภาพน้ำสำหรับพืชในการนำไปใช้ประโยชน์ได้ตั้นั้น ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เทคนิคแบบน้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็ก เพื่อทดสอบการกระตุ้นการออก การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตข้าวเหนียวลิ้มผั่ว วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์มีทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง โดยเป็นการใช้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กที่สร้างจากแม่เหล็กที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ 1) แม่เหล็กเฟอร์ไรท์ 2) แม่เหล็กนีโอไดเมียม 3) แม่เหล็กขามาเรียม และ 4) น้ำเปล่า ผลการวิจัยพบว่า น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเพิ่มขึ้น ในส่วนค่าการนำไฟฟ้าค่าของแข็ง ที่ละลายน้ำทั้งหมด มีเพียงน้ำที่ไหลผ่านแม่เหล็กขามาเรียมที่มีค่าสูงกว่าน้ำเปล่า แต่คุณสมบัติของน้ำ ที่เปลี่ยนไปไม่สามารถเพิ่มร้อยละความงอกและระยะเวลาในการงอก สำหรับการเจริญเติบโตในระยะ แตกกอจนถึงการเก็บเกี่ยวพบว่า ความสูงต้น และค่าความเขียวของใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใช้น้ำไหลผ่านแม่เหล็กขามาเรียมให้ค่าประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบ PSII สูงกว่าการใช้น้ำเปล่า ในช่วง 103 วันหลังหยอดเมล็ด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณของอัตราการ เคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน มีปริมาณสูงในช่วง 61 และ 117 วัน หลังหยอดเมล็ด และคุณภาพผลผลิตนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวลิ้มผั่ว สนามแม่เหล็ก ผลผลิต

คำนำ

ข้าวเหนียวลิ้มผั่วเป็นข้าวเหนียวนาปีของกลุ่ม ชาตพันธุ์ม้ง ตำบลรวมไทยพัฒนา อำเภอบพพระ จังหวัดตาก ปลูกในสภาพไร่สูงจากระดับน้ำทะเล ปานกลางประมาณ 650 เมตร และได้มีการนำ เมล็ดพันธุ์มาปลูกในบริเวณรอยต่อระหว่างอำเภอ นครไทย และอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก

ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวเหนียวลิ้มผั่ว เป็นข้าวเหนียว ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องสีดำ ไรต่อช่วงแสงอายุเบา เก็บเกี่ยวประมาณกลางเดือนตุลาคม ความสูงเฉลี่ย 151 เซนติเมตร น้ำหนักข้าวเปลือก 10.4 กิโลกรัม ต่อถัง ข้าวเปลือก 1,000 เมล็ดหนัก 38.1 กรัม เปลือกเมล็ดมีสีฟางแถบดำ ข้าวเปลือกยาว 10.7 มิลลิเมตร หนา 1.9 มิลลิเมตร คุณภาพการสีดี

ได้ข้าวเมล็ดเต็มและต้นข้าว 48.2 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพเมล็ดทางเคมีการสลายเมล็ดในด่างที่ 1.4 และ 1.7 %KOH ต่ำ อุณหภูมิแบ่งสุกต่ำ อัตราการยืดตัวปกติ 1.57 เท่า ระยะพักตัว 5 สัปดาห์ (สำนักงานเกษตรอำเภอเขาค้อ, 2560)

การใช้สนามแม่เหล็กเป็นวิธีการทางฟิสิกส์ ที่มีผลทำให้เพิ่มความเข้มข้นของไอออนอนุมูลอิสระ และประจุไฟฟ้าอิเล็กตรอน ไม่ส่งผลกระทบต่อ การย่อยสลายทางเคมีภายในเมล็ดพันธุ์ ช่วยให้อิออนและเซลล์สามารถดูดซึมและการเคลื่อนที่ของ ไอออนทำได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งช่วยกระตุ้นกระบวนการ ทางสรีรวิทยาในด้านต่าง ๆ การแบ่งเซลล์ และการเจริญเติบโตของพืชได้ดี มีส่วนช่วยให้การเจริญเติบโตและดัชนีความแข็งแรงของพืชเพิ่มขึ้นเมื่อ เปรียบเทียบกับการปลูกพืชแบบวิธีปกติ (คำหล้า, 2558) จากรายงานของ Mahdi *et al.* (2019) สนามแม่เหล็กมีผลทำให้น้ำมีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เพิ่มขึ้น โดยมีการ เพิ่มขึ้นของไอออนของธาตุบางชนิด ได้แก่ แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม คลอรีน ซึ่งน้ำสนามแม่เหล็ก สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทั้งการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของต้นกล้าและการเพิ่มคุณค่าทาง อาหารในเมล็ดและผลไม้ (Jaime and Dobranszki, 2014) ในปัจจุบันได้มีการนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้า มาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรเพิ่มขึ้น เช่น การเพิ่ม อัตราเจริญเติบโตของผักกรีนโอ๊คที่ปลูกแบบ ไฮโดรโปนิคส์โดยการใช้ไฟฟ้าผ่านสนามแม่เหล็ก ไฟฟ้าขนาด 4,000-6,000 G สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของผักกรีนโอ๊คได้ร้อยละ 14.23-15.67 (ณัฐพล และคณะ, 2563) ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 จากการ ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้ากระตุ้นตั้งแต่เริ่มการเพาะเมล็ด โดยใช้เวลาการกระตุ้น 8-24 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 วัน

พบว่า สามารถเพิ่มความสูงของต้นข้าวได้ร้อยละ 1.46-11.97 และเพิ่มความยาวรากได้ร้อยละ 6.43-22.16 (ปทุมทิพย์, 2550) การใช้สนามแม่เหล็ก ในการช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการดูดซึม ธาตุอาหารของข้าวหอมไชยา โดยสามารถเพิ่มอัตราการงอกของข้าวได้ (วนิดา, 2557) กระบวนการงอกของเมล็ด เช่น กระบวนการงอกและเจริญเติบโตของเมล็ดถั่วเขียว (ร่มฉัตร, 2540) การเจริญเติบโตของถั่วงอก (ฉันทปภา และคณะ, 2556) เพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นทานตะวัน (Vashisth and Nagarajan, 2010) นอกจากนั้น สนามแม่เหล็กยังช่วยลดผลกระทบจากการขาดน้ำ ในมะเขือเทศ (Selim and El-Nady, 2011) รวมทั้งการใช้สนามแม่เหล็กในการปรับปรุง คุณภาพน้ำบาดาล (อาภรณ์, 2544) การปรับปรุงคุณภาพของน้ำผึ้ง (วิญญู, 2560)

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design; RCBD) ซึ่งมีทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 กระถาง โดยในแต่ละสิ่งทดลองเป็นการใช้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กที่สร้างจากแท่งแม่เหล็กที่แตกต่างกัน 3 ชนิดดังนี้ 1) แม่เหล็กเฟอร์ไรต์มีความเข้มสนามแม่เหล็กอยู่ประมาณ 800-1,000 G 2) แม่เหล็กนีโอไดเมียมมีความเข้มสนามแม่เหล็กอยู่ประมาณ 1,500-2,900 G 3) แม่เหล็กซามาเรียมมีความเข้มสนามแม่เหล็กอยู่ประมาณ 1,900-3,900 G และ 4) น้ำเปล่า โดยทำการทดลองภายใน โรงเรือน คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

วิธีการทดลอง

หยอดเมล็ดข้าวเหนียวลิ้มผั่ว 100 เมล็ดต่อหน่วยทดลอง โดยใช้กระถางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว ทำการรดน้ำด้วยการไหลผ่านสนามแม่เหล็กทุกวัน โดยในขั้นตอนการรดน้ำนั้น นำแท่งแม่เหล็กแต่ละชนิดขนาดยาว 15 เซนติเมตร ที่บรรจุในแท่งอะคริลิกใส จำนวน 2 แท่ง ประกบกับสายยางขนาด 0.5 นิ้ว (Figure 1) สำหรับรดน้ำ

เพื่อให้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กตามสิ่งทดลองที่กำหนดไว้โดยให้น้ำเป็นเวลา 10 วินาทีต่อกระถาง ทำการบันทึกข้อมูลเวลาเฉลี่ยในการงอก และร้อยละความงอก หลังจากนั้นจึงทำการถอนแยกต้นกล้าข้าวเหลือเพียงกระถางละ 2 ต้น เพื่อทำการศึกษาในส่วนของการเจริญเติบโตในระยะแตกกอจนถึงการให้ผลผลิต

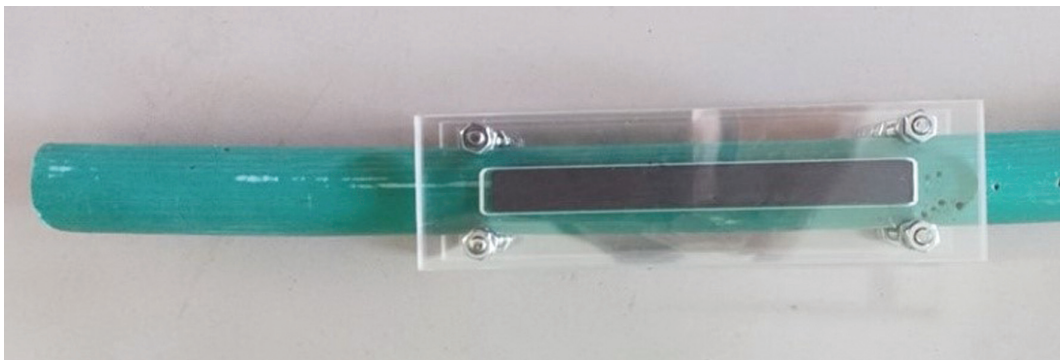


Figure 1 Two magnetic bars fitted on acrylic plates to each side of a rubber tube

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกคุณสมบัติของน้ำทั้งก่อนและหลังการไหลผ่านสนามแม่เหล็ก โดยใช้เครื่อง PC8500 Portable pH/Conductivity meter (Apera Instruments, USA)
2. บันทึกเวลาเฉลี่ยในการงอก คำนวณจากจำนวนต้นกล้าปกติในแต่ละวันจากการทดสอบความงอกในดิน ด้วยสูตรด้านล่างนี้ (วัลลภ, 2550)

$$MGT = \frac{\sum Dn}{\sum n}$$

เมื่อ MGT = เวลาเฉลี่ยของลักษณะที่สนใจ

D = อายุวันที่ตรวจนับ

n = จำนวนของลักษณะที่สนใจในวันที่ตรวจนับ

3. ข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวลิ้มผั่ว โดยทำการบันทึกข้อมูลทุก ๆ 2 สัปดาห์

3.1 ความสูงของข้าวเหนียวลิ้มผั่ว (เซนติเมตร) วัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบที่ยาวที่สุด โดยใช้สายวัด

3.2 ค่าความเขียวของใบข้าวเหนียวลิ้มผั่ว วัดจากใบใหม่ที่เกิดใหม่และคลี่เต็มที่แล้วทุกครั้ง (youngest fully leaves) โดยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ชนิดพกพา Minalta SPAD502

3.3 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบ PSII (quantum photosynthetic yield of PSII; YII) และอัตราการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน (electron transport rate; ETR) หน่วยวัดคือ ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที วัดจากใบใหม่ที่เกิดใหม่

และคลี่เต็มที่แล้วทุกครั้งโดยใช้เครื่อง Advanced pulse modulated portable chlorophyll fluorometer รุ่น OS5p + (Opti-Sciences, USA)

4. บันทึกเวลาเฉลี่ยในการออกรวง คำนวณจากจำนวนรวงปกติในแต่ละวันจากการทดสอบความออกรวง ด้วยสมการของวัลลภ (2550)

5. นับจำนวนเมล็ดต่อรวงสุ่มรวงจากต้นที่ทำการทดลองซ้ำละ 5 รวง นำมานับจำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดี จำนวนเมล็ดลีบ และนำมาคำนวณร้อยละของเมล็ดดีและเมล็ดลีบโดยใช้สมการด้านล่างนี้

$$\text{ร้อยละของเมล็ดดี} = \frac{\text{เมล็ดดี} \times 100}{\text{เมล็ดต่อรวง}}$$

$$\text{ร้อยละของเมล็ดลีบ} = \frac{\text{เมล็ดลีบ} \times 100}{\text{เมล็ดต่อรวง}}$$

6. บันทึกน้ำหนักเมล็ดของข้าวเหนียวลิ้มผวนำเมล็ดที่จะหาน้ำหนักมาวัดความชื้นเบื้องต้นด้วยเครื่องวัดความชื้น จากนั้นนับเมล็ด 1,000 เมล็ด

และคำนวณหาน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ที่ความชื้นมาตรฐานร้อยละ 13-15

7. บันทึกน้ำหนักต่อรวง สุ่มจากข้าวเหนียวลิ้มผวน้ำละ 5 รวง แล้วนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยและนำไปคำนวณค่าความแปรปรวนทางสถิติโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

คุณสมบัติของน้ำ

การใช้สนามแม่เหล็กมีผลทำให้ค่า pH ของน้ำเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.69 ± 0.01 - 7.74 ± 0.02 (Table 1) ส่วนน้ำเปล่ามีค่า pH เท่ากับ 7.57 ± 0.02 ในขณะที่การใช้น้ำไหลผ่านแม่เหล็กชามาเริ่มมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้า (electric conductivity) และค่าของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) มากกว่าน้ำเปล่า โดยมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 681.33 ± 3.22 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร และค่าของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดเท่ากับ 481.67 ± 1.53 มิลลิกรัมต่อลิตร

Table 1 Properties of water flowing through different types of magnetic fields

Treatment	pH	Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/l)
Ferrite	7.74 ± 0.02^a	672.67 ± 1.16^b	477.00 ± 2.00^{ab}
Neodymium	7.69 ± 0.01^a	674.67 ± 2.89^{ab}	477.67 ± 2.08^{ab}
Samarium	7.74 ± 0.02^a	681.33 ± 3.22^a	481.67 ± 1.53^a
Water	7.57 ± 0.02^b	667.67 ± 0.58^b	473.00 ± 1.00^b
F-test	**	**	**

Note ** = significantly differences at $p < 0.01$, in the same column followed by the same letter are not significantly different

เวลาเฉลี่ยในการงอก และร้อยละความงอก

การใช้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กในทุกกระดับ มีผลทำให้ร้อยละความงอก มีค่าเท่ากับ $89.25 \pm 3.30 - 91.75 \pm 5.5$ และระยะเวลาในการงอกเท่ากับ $2.14 \pm 0.45 - 2.28 \pm 0.15$ วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) ต่างจากการอาบเมล็ดข้าวโดยตรงด้วยสนามแม่เหล็ก ซึ่งเป็นวิธีการที่นำ

เมล็ดข้าววางไว้ตรงกลางของขดลวดโซลินอยด์ที่ปล่อยสนามแม่เหล็ก ซึ่งการอาบสนามแม่เหล็กที่ระยะเวลา 60 นาที ความเข้มสนามแม่เหล็ก 20 mT สามารถเพิ่มดัชนีในการงอก และร้อยละความงอกได้ ซึ่งเกิดจากสนามแม่เหล็กช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนของเมล็ด ช่วยส่งเสริมการดูดซึมน้ำและการแบ่งเซลล์ (คำหล้า, 2560)

Table 2 Germination and mean germination time of Leum Pua glutinous rice with the use of water flow through magnetic fields at different levels

Treatment	Germination (percent)	Mean Germination Time (day)
Ferrite	89.25 ± 4.50	2.20 ± 0.85
Neodymium	89.25 ± 4.34	2.14 ± 0.45
Samarium	89.25 ± 3.30	2.14 ± 0.50
Water	91.75 ± 5.50	2.28 ± 0.15
F-test	NS	NS

Note NS means no significant difference ($p > 0.05$)

การเจริญเติบโตระยะแตกกอถึงระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า ข้าวเหนียวลิ้มผัวหลังจากการหยอดเมล็ด 131 วัน การใช้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กในทุกชนิด ส่งผลให้ความสูงของต้นข้าวเหนียวลิ้มผัวมีค่าเท่ากับ $150.17 \pm 2.96 - 189.70 \pm 90.21$ เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 2) เช่นเดียวกับการศึกษาของวนิดา (2557) ที่ใช้น้ำสนามแม่เหล็กกับข้าวหอมไชยา และสามารถทำให้ข้าวหอมงอกได้ดี แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทั้งในด้านความสูง การแตกกอ และจำนวนใบ แต่ต่างจากการศึกษาของ ญัฐพงษ์ และคณะ (2563) ที่ศึกษาการใช้สนามแม่เหล็กกับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์โดยการใช้สนามแม่เหล็กที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็ก 4,000-6,000 G

ประกบกับท่อน้ำของระบบส่งน้ำไปยังรางปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งเป็นการหมุนวนน้ำผ่านสนามแม่เหล็กตลอดเวลาที่ทำการทดลองปลูกผักกรีนโอ๊ค สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของผักกรีนโอ๊คที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ได้ร้อยละ 14.23-15.67 การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์อาจมีผลโดยตรงกับสภาพน้ำที่เปลี่ยนไปจากการทำปฏิกิริยาของสนามแม่เหล็ก มีผลทำให้น้ำมีค่า pH และ EC เพิ่มขึ้นโดยมีการเพิ่มขึ้นของไอออนของธาตุบางชนิดได้แก่ แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม และคลอรีน เป็นต้น การหมุนวนของน้ำผ่านสนามแม่เหล็กอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 5 วัน เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำได้ แต่คุณสมบัติของน้ำจะกลับมามีค่าคงสภาพเดิมภายในเวลา 24 ชั่วโมงที่ไม่ได้ผ่านสนามแม่เหล็ก

(Mahdi *et al.*, 2019) ด้วยเหตุนี้อาจเป็นผลทำให้ น้ำที่ไหลผ่านสนามแม่เหล็กที่ใช้ในการรดน้ำให้กับ ต้นข้าวเหนียวลิ้มผัวไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ในด้านต่าง ๆ ได้

ส่วนค่าความเขียวใบของต้นข้าวเหนียวลิ้มผัว ที่วัดได้มีค่าเท่ากับ $33.79 \pm 1.15 - 19 \pm 2.29$ SPAD unit ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 3) ส่วนค่าประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบ PSII (YII) การใช้ น้ำที่ไหลผ่านแม่เหล็กขามาเริ่มมีปริมาณ มากกว่าการใช้ น้ำเปล่าในช่วง 103 วันหลังหยอด เมล็ด ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.60 และ 0.47 ไมโครโมล

ต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แต่เมื่อสิ้นสุด ระยะเวลาเจริญเติบโต YII ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.56-0.62 ไมโครโมล ต่อตารางเมตรต่อวินาที (Figure 4) ในขณะที่ ปริมาณของ อัตราการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน (ETR) มีความแตกต่างกันทางสถิติในบางสัปดาห์ของ การบันทึกข้อมูล ในทุกสิ่งทดลองมีปริมาณ ETR สูง ในช่วง 61 และ 117 วันหลังหยอดเมล็ด แต่เมื่อ สิ้นสุดระยะเวลาเจริญเติบโต ETR (Figure 5) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 71.70-86.03 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

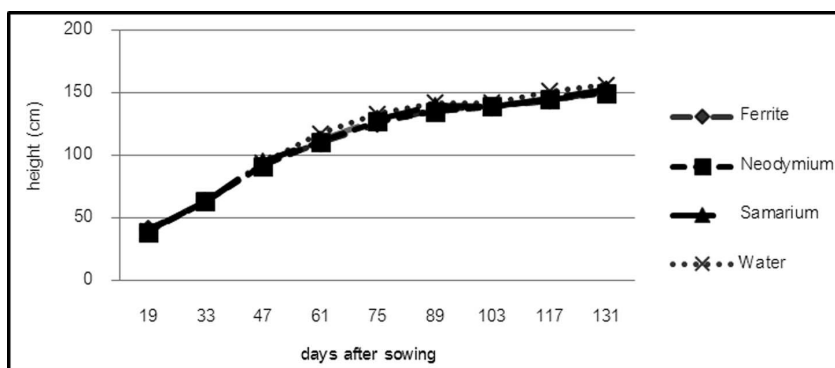


Figure 2 The height of Leum Pua glutinous rice stems with the use of water flow through magnetic fields at different sources after sowing 19-131 days

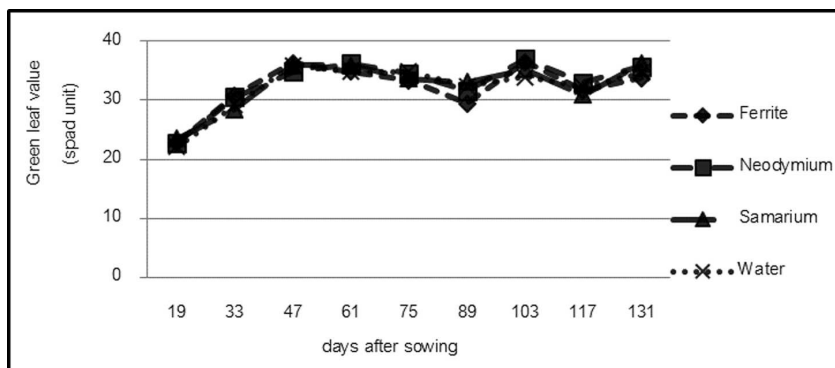


Figure 3 The value of Leum Pua glutinous rice leaf greenness with the use of water flow through magnetic fields at different sources after sowing 19-131 days

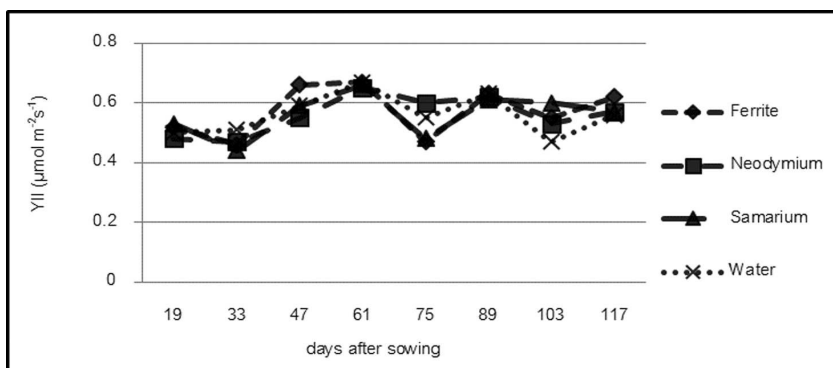


Figure 4 Quantum photosynthetic yield of PSII (YII) of Leum Pua glutinous rice with the use of water flow through magnetic fields at different sources after sowing 19-117 days

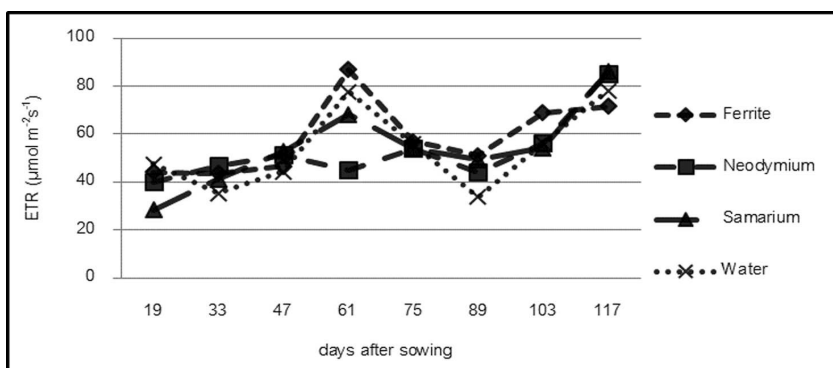


Figure 5 Electron Transport Rate (ETR) of Leum Pua glutinous rice with the use of water flow through magnetic fields at different sources after sowing 19-117 days

การให้ผลผลิต

การใช้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กในทุกกระดับ มีผลทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงได้เท่ากับ $82.27 \pm 16.80 - 92.47 \pm 21.87$ เมล็ด เมล็ดดีได้เท่ากับร้อยละ $31.61 \pm 6.30 - 45.07 \pm 13.67$ และเมล็ดลีบได้เท่ากับ ร้อยละ $54.76 \pm 13.54 - 67.34 \pm 5.48$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

การใช้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กในทุกกระดับ มีผลทำให้ระยะเวลาในการออกรวง ได้เท่ากับ $135.25 \pm 8.84 - 139.25 \pm 2.5$ วัน น้ำหนักต่อรวงได้ เท่ากับ $1.93 \pm 0.50 - 2.62 \pm 0.15$ กรัม และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดได้เท่ากับ $27.60 \pm 4.29 - 30.02 \pm 2.29$

กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการปลูก ข้าวเหนียวลิ้มผวนบนพื้นที่ราบลุ่ม มีผลทำให้ได้ ผลผลิตลดลงจากการปลูกในพื้นที่สูงที่ระดับ น้ำทะเลปานกลาง 400-800 เมตร (อภิชาติ และ คณะ 2559) ต่างจากการทดลองของ De Souza *et al.* (2014) ที่ใช้วิธีการนำเมล็ดหอมใหญ่ วางไว้ ตรงกลางของสนามแม่เหล็กก่อนนำไปเพาะเมล็ด และพบว่าการใช้สนามแม่เหล็กความเข้ม 160 mT นาน 15 นาที สามารถเพิ่มน้ำหนักของหัวหอมได้ ร้อยละ 15.6 เมื่อเทียบกับที่ไม่ได้ผ่านสนามแม่เหล็ก (Table 3)

Table 2 Number of grain per panicle of Leum Pua glutinous rice that use water flow magnetic fields at different levels

Treatment	Number of panicle per hill	Number of grain per panicle	Filled grain (%)	Unfilled grain (%)
Ferrite	3.50±0.98	82.27±16.80	31.61±6.30	67.34±5.48
Neodymium	2.52±0.26	82.58±23.14	35.38±15.68	64.63±11.84
Samarium	3.20±1.32	83.72±31.39	34.17±23.11	65.37±23.47
Water	3.10±0.61	92.47±21.87	45.07±13.67	54.76±13.54
F-test	NS	NS	NS	NS

NS means no significant difference ($p>0.05$)

Table 3 Rice grains maturity period and grain weight per panicle of Leum Pua glutinous rice with the use of water flow through magnetic fields at different levels

Treatment	Produce grains period (day)	Grain weight per panicle (g)	Weight of 1,000 grain (g)
Ferrite	138.75±4.92	1.47±0.37	22.32±4.12
Neodymium	135.25±8.84	1.53±0.31	23.47±2.53
Samarium	139.25±0.95	2.11±0.94	27.25±1.77
Water	139.25±2.5	1.75±0.60	27.67±2.25
F-test	NS	NS	NS

NS means no significant difference ($p>0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การใช้น้ำไหลผ่านสนามแม่เหล็กมีผลต่อคุณสมบัติของน้ำโดยมีผลทำให้ค่า pH ของน้ำเพิ่มขึ้น ส่วนค่าการนำไฟฟ้า ค่าของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด มีเพียงแม่เหล็กซามาเรียมที่มีค่าสูงกว่าน้ำเปล่า ซึ่งคุณสมบัติของน้ำที่เปลี่ยนไปดังกล่าว ไม่สามารถเพิ่มความงอกและระยะเวลาในการงอกได้ ส่วนการเจริญเติบโตในระยะแตกกอ และคุณภาพผลผลิต

ของข้าวเหนียวลิ้มผัว ในด้านความสูง และปริมาณคลอโรฟิลล์ รวมทั้งน้ำหนักข้าวต่อรวง และคุณภาพผลผลิตนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบ PSII การใช้ น้ำไหลผ่านแม่เหล็กซามาเรียมมีปริมาณมากกว่าการใช้น้ำเปล่าในช่วง 103 วัน หลังหยอดเมล็ด ในขณะที่ปริมาณของอัตราการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน มีปริมาณสูงในช่วง 61 และ 117 วันหลังหยอดเมล็ด

ซึ่งการใช้น้ำสนามแม่เหล็กอาจเหมาะกับการปลูกพืชที่สัมผัสน้ำโดยตรง เช่น การแช่เมล็ดก่อนปลูก หรือการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย มา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

คำหล้า แสงรัศมี. 2558. ผลกระทบของการอบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กคงที่ต่ออัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวเจ้าแดงจาก สปป.ลาว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ณัฐพล ภูระหงษ์ วรชัย ศรีสมุดคำ และการันต์ ผึ้งบรรหาร. 2563. ระบบน้ำพลังงานสนามแม่เหล็กเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิคส์. ใน The 7th NEU National Conference 2020 (NEUNC 2020) May 30, 2020 North Eastern University. 655-664.

ณัฏฐา จันทโรสมิ ณัฐวุฒิ สุวรรณทา และวรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล. 2556. การกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กถาวรที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วงอก. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5: 26-33.

ปทุมทิพย์ สังข์พันธุ์. 2550. การศึกษาผลกระทบของสนามแม่เหล็กต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ร่มฉัตร ยूरประณม. 2540. ผลกระทบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วนิดา สงสัยเกตุ. 2557. ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเจริญเติบโตและการดูดกลืนธาตุอาหารของข้าวหอมไชยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี.

วัลลภ สันติประชา. 2550. บทปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.

วิญญู ศักดาทร. 2560. การพัฒนาอุปกรณ์พัฒนาคุณภาพน้ำผิวดินโดยใช้สนามแม่เหล็ก. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการออกแบบและผลิตแบบบูรณาการ, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สำนักงานเกษตรอำเภอเขาค้อ. 2560. ข้าวเหนียวลิ้มผิว. มปท. แหล่งข้อมูล <http://khaokho.phetchabun.doae.go.th/picture/rice%20back.pdf> (6 กันยายน 2560).

อภิชาติ เนินพลับ อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับสุรีย์ ศรีวันทนิยกุล นลินี เจียงวรรณะ สุพัตรา สุวรรณธาดา สอองไชยรินทร์ดวงอร อริยพฤษ์ พงศา สุขเสริม ภมร ปัตตาวะตัง ควพร พุ่มเขย พรสุรี กาญจนา เจตน์ คชฤกษ์ พจน์ วัฒนภูมิ เยาวลักษณ์ กันยะมี สุธีรา มุลศรี ศิลาวัน จันทบุตร ธิติมา ชันดิวิชัย จรัญจิต เพ็งรัตน์ และสุภาณี จงดี. 2559. ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผิว. วารสารวิชาการข้าว 7(2): 47-62.

- อาภรณ์ ตีวิธมไศสุรย์. 2544. การกำจัดอ็อกซอนจาก น้ำบาดาลโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและ สนามไฟฟ้าสถิต. วิทยานิพนธ์วิศวกรรม มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- De Souza, A., D. García, L. Sueiro and F. Gilart. 2014. Improvement of the seed germination, growth and yield of onion plants by extremely low frequency non-uniform magnetic fields. *Scientia Horticulturae*. 176: 63-69.
- Jaime, A.T. and J. Dobranszki. 2016. Magnetic fields: how is plant growth and development impacted. *Protoplasma*. 253: 231-248.
- Mahdi, O.K., M.D. Ahmed and S.M.A. Al-Ani. 2019. Magnetic field influence on the properties of water treated by reverse osmosis. *Engineering, Technology & Applied Science Research*. 9(4): 4433-4439.
- Selim, A.F.H. and M.F. EL-Nady. 2011. Physio-anatomical responses of drought stressed tomato plants to magnetic field. *Acta Astronautica*. 69(7-8): 387-396.
- Vashisth, A. and S. Nagarajan. 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. *Journal of Plant Physiology*. 167(2): 149-156.