รายงานการวิจัย

การสร้างนวัตกรรมองค์ความรู้การเกษตรด้วยเทคนิคแบบใหม่ในจังหวัดเพชรบูรณ์

Innovative agricultural knowledge with new techniques in Phetchabun

การันต์ ผึ่งบรรหาร

สาขาการจัดการการเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

รหัสโครงการ PCRU_2563_TSRI026

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสร้างนวัตกรรมองค์ความรู้การเกษตรด้วยเทคนิคแบบใหม่ในจังหวัดเพชรบูรณ์

Innovative agricultural knowledge with new techniques in Phetchabun

การันต์ ผึ่งบรรหาร สาขาการจัดการการเกษตร
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

งบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)
ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม
ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๓

ชื่องานวิจัย การสร้างนวัตกรรมองค์ความรู้การเกษตรด้วยเทคนิคแบบใหม่ในจังหวัดเพชรบูรณ์

ผู้วิจัย การันต์ ผึ่งบรรหาร ชนิรัตน์ ผึ่งบรรหาร และ วรชัย ศรีเมือง
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ **ปีเสร็จวิจัย** 2563

บทคัดย่อ

การพัฒนาสูตรปุ๋ยละลายช้าต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่1 พัฒนาสูตรปุ๋ยละลายช้า 12 สูตร จากปุ๋ยอินทรีย์ 3 ชนิดได้แก่ ขี้วัว ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ขี้เค้ก จากนั้นศึกษาปริมาณธาตุอาหารเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เคมีตามกรมวิชาการเกษตรกำหนด การทดลองที่ 2 นำสูตรปุ๋ยละลายช้าที่พัฒนามาเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี 27-12-6 (ชุดควบคุม) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ซึ่ง วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 13 สิ่งทดลองจำนวน 3 ซ้ำประกอบด้วย สิ่งทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมี 27-12-6 (ชุดควบคุมวิธีเกษตรกร) อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ สิ่งทดลองที่ 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 และ13 ใส่ปุ๋ยละลายช้าที่พัฒนา อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า สูตรปุ๋ยละลายช้ามีความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดเสีย น้ำหนัก1000 เมล็ด ดัชนีการเก็บเกี่ยว ในระดับที่สูงกว่า ชุดควบคุมมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ จำนวนเมล็ดต่อรวง ผลผลิตต้นต่อกอ ผลผลิตต่อไร่ พบว่าใส่ปุ๋ยละลายช้าและใส่ปุ๋ยเคมี 27-12-6 (ชุดควบคุม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาศึกษาวัสดุเพาะและปริมาณการให้น้ำที่มีผลต่ออัตราการงอกของข้าวพันธุ์หอมมะลิ105โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1วางแผนแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD) ทดสอบอัตราส่วนวัสดุเพาะที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์หอมมะลิ105 ประกอบด้วย สูตรที่ 1 ขุยมะพร้าว:ดิน สูตรที่ 2 ขุยมะพร้าว:แกลบดำ สูตรที่ 3 ดิน:แกลบดำ สูตรที่4 ขุยมะพร้าว:ดิน:แกลบดำ โดยมีอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย 1:1 และ 1:1:1 คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมมาจำนวน 1 สูตร การทดลองที่ 2 นำสูตรที่ทำการคัดเลือกมาศึกษาระดับปริมาณการให้น้ำที่มีผลต่ออัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์หอมมะลิ105 ซึ่งวางแผนแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ RCBD

จำนวน 3 ซ้ำ 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ น้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร 750 มิลลิลิตร 500 มิลลิลิตร และ 250 มิลลิลิตร พบว่า ความสูงที่ 21 วัน มีความสูงที่ระดับน้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองชุดควบคุมที่ระดับน้ำปริมาตร 2000 มิลลิลิตรและการเจริญเติบโตของต้นข้าวในสิ่งทดลองชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ระดับน้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร แต่การเจริญเติบโตของรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การพัฒนาปุ๋ยอินทรีย์ในรูปแบบก้อนปลูกต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 พัฒนาปุ๋ยอินทรีย์ในรูปแบบก้อนปลูก 3 สูตร จากปุ๋ยอินทรีย์ 3 ชนิดได้แก่ ขี้วัว ขี้เค้ก ปุ๋ยหมักเติมอากาศ จากนั้นศึกษาปริมาณธาตุอาหาร นำปุ๋ยอินทรีย์ในรูปแบบก้อนปลูกที่พัฒนาเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี 27 – 12 – 6 (ชุดควบคุม) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ซึ่ง วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ Randomized complete block design(RCBD) จำนวน 4 สิ่งทดลองจำนวน 2 ซ้ำ ประกอบด้วย สิ่งทดลองที่ 1 ปลูกแบบปักดำ ใส่ปุ๋ยเคมี 27 -12 – 6 (ชุดควบคุม) อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ สิ่งทดลองที่ 2 ก้อนปลูกขี้วัว สิ่งทดลองที่ 3 ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก และสิ่งทดลองที่ 4 ก้อนปลูกขี้เค้ก พบว่า ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง น้ำหนักเมล็ดข้าว 1000 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ จำนวนเมล็ดดีก้อนปลูกขี้เค้กมีจำนวนเมล็ดดีสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อชุดควบคุม ที่มีจำนวนเมล็ดดีต่ำที่สุด

คำสำคัญ : วัสดุเพาะ ปุ๋ยละลายช้า ก้อนปลูก

Research title : Innovative agricultural knowledge with new techniques in Phetchabun.

Researcher : Karun Phungbunhan Chanirat Phungbunhan and Worachai Srimueng

Phetchabun Rajabhat University

Abstract

Development of slow release fertilizer formulations for the growth of rice varieties Phitsanulok 2 The experiment was divided into 2 experiments. Experiment 1 developed 12 slow-release fertilizers from 3 types of organic fertilizers, namely cow manure, aerated compost, filter cake Study the nutrient content compared with the standard of organic chemical fertilizers according to the Department of Agriculture. Experiment 2 was used to compare the developed slow release fertilizer formula with chemical fertilizer 27-12-6 (control set) to study the growth of rice varieties Phitsanulok 2. Plan a randomized complete block design (RCBD) of 13 trials, 3 repetitions, consisting of experiment 1, chemical fertilizer 27-12-6 (farmers method control set), rate 30 kg / rai, experiment 2, 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 and 13 slow release fertilizers at the rate of 50 kg / rai It was found that the slow-dissolving fertilizer formula was high. Number of plants per clump Number of ears per clump Dry plant weight Dry root weight Good seed percentage Percent of Lose Weight 1000 Seeds, Harvest Index At a higher level The control set was statistically significant ($P < 0.05$), while the number of seeds per grain. Plant yield per clump yield per rai showed slow-dissolving fertilizers and chemical fertilizers 27-12-6 (control) without statistically significant difference ($P < 0.05$) with confidence level of 95 percent.

From the study of the seeding material and the amount of watering effect on the germination rate of Hom Mali 105 rice varieties, the experiment was divided into 2 trials. Trial 1 planned a Randomized Completely Block Design: RCBD) to test the seeding material ratio affecting germination of Hom Mali 105 seeds. Contains Formula 1 Coconut coir: Soil Formula 2 Coconut coir: Black husk Recipe 3 Soil: Black husk Recipe 4 Coconut coir: Soil: Black husk With different ratios Which consisted of 1: 1 and 1: 1: 1, selected suitable formula for 1 formula. Experiment 2 was selected to study the water intake level affecting the germination and growth rate of Hom Mali rice varieties. 105 Four trials were planned for RCBD complete block randomization of four trials, namely 1000 ml, 750 ml, 500 ml and 250 ml water. Has statistical

significance to control samples at 2000 ml water level. The growth of rice plants in the control experiment did not differ significantly for the trial at the water volume of 1000 ml, but the root growth was statistically significant.

The development of organic fertilizers in the form of planting cubes on the growth of rice varieties Phitsanulok 2 developed organic fertilizers in 3 formulas of planting cubes from 3 types of organic fertilizers, namely, cow manure, cake, aerated compost Then study the nutrient content The organic fertilizers were used in the form of planting cubes developed compared with chemical fertilizers 27 - 12 - 6 (control set) to study the growth of rice varieties Phitsanulok 2, which planned Randomized complete block design (RCBD) 4. Trial number 2 repeats Experiment 1 was planted in black with chemical fertilizers 27-12-6 (control unit) at the rate of 30 kilograms per rai. Experiment 2 cubes were grown in cow manure. Experiment 3 loaves were grown with compost. And Experiment 4, the loaf grown on the filter cake Found that the height, number of plants per clump Number of ears per clusters Dry plant weight Dry root weight Grain weight 1000 grains, number of grains per ear There was no statistically significant difference ($P < 0.05$) while the number of dee loaf seed was the highest. The difference was statistically significant per control unit. With the lowest number of good seeds.

Keywords : substrate, slow release fertilizer, cube

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

การันต์ ผึ่งบรรหาร

ธันวาคม 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
การทำนา	4
เหมืองข้อมูล	6
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	15
วัสดุการทดลอง	15
อุปกรณ์การทดลอง	15
วิธีการทดลอง	16
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	18
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	46
สรุป	46
ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	49

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างยิ่งของประเทศไทย ทั้งด้านเศรษฐกิจและสร้างความมั่นคงของประเทศได้ ประเทศไทยมีพื้นที่ส่วนใหญ่เหมาะสมต่อการทำนาปลูกข้าว แต่พบปัญหาคือต้นทุนการผลิตสูง โดยต้นทุนการผลิตข้าวต่อไร่ของชาวนา เท่ากับ 5,020 - 5,520 บาท (เฉลี่ย 5,270 บาท/ไร่) ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับราคาปุ๋ย สารเคมีเกษตร และค่าแรง (สมาคมชาวนาและเกษตรกรไทย กรณีข้าวไวแสง อ.บางปะหัน จ.อยุธยา ข้อมูล ณ วันที่ 21 ม.ค. 2559) รจนา ตั้งกุลบริบูรณ์ (2560) กล่าวว่า การวิจัยและพัฒนา “ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์เคมีละลายช้าสำหรับการผลิตข้าวแบบใช้ปุ๋ยครั้งเดียว” ซึ่งเป็นปุ๋ยควบคุมการละลาย ประกอบด้วย ปุ๋ยอินทรีย์ที่ช่วยปรับปรุงความเสื่อมโทรมของดิน และปุ๋ยเคมีที่ประกอบด้วยธาตุอาหารเหมาะกับความต้องการของข้าว ปุ๋ยจะค่อยๆ ปล่อยธาตุอาหารพืช ช่วยให้พืชได้รับสารอาหารอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ การทำปุ๋ยละลายช้า หลักสูตรโรงเรียนเกษตรกรทำนาจังหวัดอ่างทอง มีการเติมสารกรีนซิลิกอน ช่วยให้ต้นข้าวต้านทานหนอนเพลี้ยและโรค, ไฮโกร-60+หมักฟางป้องกันการชะละลายของปุ๋ยยูเรีย, สารสะเดาจากผลสะเดาแห้งบด + จุลินทรีย์หน่อกล้วยยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ไม่ให้ย่อยสลายปุ๋ยยูเรียคืนสู่อากาศ, ผงบอระเพ็ด และ ผลสะเดาแห้งบด ไล่แม่ผีเสื้อและ ป้องกันกำจัดหนอน ไปพร้อมกับการหว่านปุ๋ย ในต่างประเทศมีการใช้ก้อนพีทมอส (peat pellet) ช่วยในการงอกของเมล็ด ให้ต้นอ่อนแข็งแรง อัตราการงอกและเจริญเติบโตสูง จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นพื้นที่การเกษตรที่สำคัญทำให้มีวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก

ทางเลือกอีกหนึ่งทางในการเพิ่มผลผลิตให้กับการทำเกษตรกรรมปลูกข้าวด้วยการสร้างนวัตกรรมองค์ความรู้การเกษตรด้วยเทคนิคแบบใหม่ในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการพัฒนาก้อนปลูกข้าวจากเศษเหลือทางการเกษตร หากมีการศึกษาดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อเป็นการเรียนรู้ที่จะปรับตัวให้ทันต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ข้างต้น การมีข้อมูลที่เป็นปัจจุบันให้เกษตรกรทราบการคาดการณ์ และพยากรณ์เพื่อลดความเสี่ยง ลดต้นทุนการดำเนินการทำเกษตรกรรมในแต่ละครั้งของทุก ๆ ปี ด้วยการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีการนำข้อมูลต่าง ๆ มาศึกษาถึงความสัมพันธ์ หรือสิ่งที่ถูกซ่อนอยู่ในข้อมูลเหล่านั้นด้วยการทำเหมืองข้อมูล หนึ่งในเทคโนโลยีจากศาสตร์ปัญญาประดิษฐ์ในการค้นหาความสัมพันธ์ และรูปแบบทั้งหมดที่มีอยู่จริงในฐานข้อมูล ความสัมพันธ์และรูปแบบเหล่านั้นได้ถูกซ่อนไว้ภายในข้อมูลจำนวนมาก จากนั้นจะทำการสำรวจ

และวิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบความหมายและอยู่ในรูปแบบของกฎโดยความสัมพันธ์ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในระบบฐานข้อมูลการเกษตรดิจิทัลที่ถูกสกัดความรู้จากการทำเหมืองข้อมูล เพื่อใช้การวิเคราะห์ และคาดการณ์ล่วงหน้า ช่วยให้สนับสนุนการตัดสินใจดำเนินการทำเกษตรกรรมจากความแปรปรวนของสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่ในการทำเกษตรกรรม และช่วยให้เกษตรกรมีข้อมูลที่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าในวางแผนการจัดการทำเกษตรกรรม การเพาะปลูกในช่วงฤดูมีสภาพวะอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย หรือเตรียมพร้อมรับมือกับภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาก้อนปลูกข้าวจากเศษเหลือทางการเกษตรของจังหวัดเพชรบูรณ์
2. เพื่อพัฒนาสูตรละลายช้าจากวัสดุในท้องถิ่น
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการปลูกข้าวด้วยเทคนิคใหม่ทดแทนการปลูกข้าวแบบดั้งเดิม
4. เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการปลูกข้าวจากการพัฒนาก้อนปลูกข้าวจากเศษเหลือทางการเกษตรของจังหวัดเพชรบูรณ์
5. เพื่อวิเคราะห์ พยากรณ์ คาดการณ์ล่วงหน้าในการสนับสนุนตัดสินใจวางการทำเกษตรด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล
6. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพผลการวิเคราะห์ พยากรณ์ คาดการณ์ล่วงหน้าในการสนับสนุนตัดสินใจวางการทำเกษตร ด้วยอัลกอริทึมภายในเทคนิคของการเหมืองข้อมูล

ขอบเขตของการวิจัย

การทดลองพัฒนาก้อนปลูกข้าวการเกษตรสมัยใหม่ เป็นนวัตกรรมเพื่อพัฒนารูปแบบการเพาะปลูกข้าว ที่จะสร้างผลตอบแทนแก่เกษตรกรและลดผลกระทบของการใช้ผลผลิตต่อสิ่งแวดล้อม โดยทำการใช้วัสดุเศษเหลือทางการเกษตรในจังหวัดเพชรบูรณ์มาทดแทนก้อนพีทมอส แล้วนำแนวคิดเรื่องปุ๋ยละลายช้าเข้ามาผสม พร้อมใส่เมล็ดข้าวลงไปจัดทำเป็นก้อนปลูกข้าว (seed plugs) เมื่อทำการวิจัยเสร็จสิ้นจะทำการเผยแพร่ อบรม สาธิต ให้ความรู้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ก้อนปลูกข้าวจากเศษเหลือทางการเกษตรของจังหวัดเพชรบูรณ์
2. ได้สูตรละลายช้าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2

ได้สูตรวัสดุเพาะและปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่ออัตราการงอกของข้าวพันธุ์หอมมะลิ105

3. ได้การปลูกข้าวด้วยเทคนิคใหม่ทดแทนการปลูกข้าวแบบดั้งเดิม

4. มีระบบฐานข้อมูลการเกษตรดิจิทัลที่ถูกสกัดความรู้จากการทำเหมืองข้อมูล เพื่อใช้การวิเคราะห์ และคาดการณ์ล่วงหน้า

5. สนับสนุนการตัดสินใจดำเนินการทำเกษตรกรรมจากความแปรปรวนของสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่ในการทำเกษตรกรรม

6. ช่วยให้เกษตรกรมีข้อมูลที่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าในวางแผนการจัดการทำเกษตรกรรม การเพาะปลูกในช่วงฤดูมีสภาพวะอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย หรือเตรียมพร้อมรับมือกับภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

สถานที่ทดลอง

1. แปลงเกษตรกร หมู่ 4 บ้านใหม่สามัคคี ต.ห้วยโป่ง อ.หนองไผ่ จ.เพชรบรูณ์

2. อาคารปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการ เกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ก้อนปลูกข้าว รูปแบบการเพาะปลูกข้าว ที่จะสร้างผลตอบแทนแก่เกษตรกรและลดผลกระทบของการใช้ผลผลิตต่อสิ่งแวดล้อม โดยทำการใช้วัสดุเศษเหลือทางการเกษตรในจังหวัดเพชรบูรณ์มาทดแทนก้อนพีทมอส แล้วนำแนวคิดเรื่องปุ๋ยละลายช้าเข้ามาผสม พร้อมใส่เมล็ดข้าวลงไปจัดทำเป็นก้อนปลูกข้าว (seed plugs)

2. ปุ๋ยละลายช้าคือปุ๋ยละลายช้า คือ ปุ๋ยที่บรรจุอยู่ภายในค่อยๆ ละลายปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องเป็นเวลานาน พอเหมาะกับความต้องการของพืช ทำให้พืชได้อาหารอย่างเพียงพอและต่อเนื่องตลอดช่วงอายุของพืช

บทที่ 2
การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำนา

เป็นวิธีการที่มีการนำเมล็ดข้าวไปเพาะในแปลงที่เตรียมไว้ (แปลงกล้า) ให้งอกเป็นต้นกล้า แล้วถอนต้นกล้าไปปักดำในกระทงนาที่เตรียมไว้ และมีการดูแลรักษาจนให้ผลผลิต การทำนาดำนิยมในพื้นที่ที่มีแรงงานเพียงพอ การทำนาดำ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การเตรียมดิน

ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อม เช่น น้ำ ภูมิอากาศ ลักษณะพื้นที่ ตลอดจนแบบวิธีการทำนาและเครื่องมือการเตรียมดินที่แตกต่างกัน การเตรียมดินแยกได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. การไถดะ การไถพลิกหน้าดินครั้งแรกเพื่อกำจัดวัชพืช และตากดินให้แห้ง และไถแปร คือการไถครั้งที่สองโดยไถขวางแนวไถดะ เพื่อย่อยดินและคลุกเคล้าฟาง วัชพืช ฯลฯ ลงไปในดิน

2. การคราดหรือใช้ลูกทุบ คือการกำจัดวัชพืช ตลอดจนการทำให้ดินแตกตัว และเป็นเทือกพร้อมที่จะปักดำได้ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำต่อจากขั้นตอนที่ 1 และขังน้ำไว้ระยะหนึ่ง เพื่อให้มีสภาพดินที่เหมาะสมในการคราด การใช้ลูกทุบหรือเครื่องไถพรวนจอบหมุน (Rotary)

การตกกล้า

เป็นการเตรียมต้นกล้าให้ได้ต้นที่แข็งแรง เมื่อนำไปปักดำก็จะได้ข้าวที่เจริญเติบโตได้รวดเร็ว และมีโอกาสให้ผลผลิตสูง ต้นกล้าที่แข็งแรงดีต้องมีการเจริญเติบโตและความสูงสม่ำเสมอทั้งแปลง การตกกล้า ทำได้ 4 แบบคือ

1) การหว่านข้าวแห้ง หว่านเมล็ดพันธุ์ลงในแปลงโดยตรง โดยไม่ต้องเพาะเมล็ดให้งอกก่อน ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์เช่นเดียวกับการตกกล้าเทือก คือประมาณ 80-90 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วคราดกลบเมล็ดพันธุ์ให้จมดินพอประมาณ

2) การหว่านข้าวงอก เพาะเมล็ดให้งอกขนาดตุ่มตา (วิธีการเพาะเช่นเดียวกับการตกกล้าเทือก) อัตราเมล็ดพันธุ์เช่นเดียวกับการหว่านข้าวแห้ง ควรหว่านตอนบ่ายหรือเย็น หว่านแล้วคราดกลบและรดน้ำให้ชุ่มทันทีหลังการหว่าน

3) การตกกล้าแบบกระทุ้งหยอดข้าวแห้ง หรือวิธีการซิมกล้า เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับสภาพนาดอนอาศัยน้ำฝน โดยการไถพรวนดินให้ดินร่วน เพื่อกำจัดวัชพืชและสะดวกต่อการงอกของเมล็ด จากนั้นใช้ไม้กระทุ้งหยอดเมล็ดลงหลุม แล้วใช้ดินหรือขี้เถ้าแกลบกลบเมล็ดเพื่อป้องกันสัตว์เลี้ยงหรือแมลง มาคุ้ยเขี่ย หลังจากนั้นจึงถอนกล้าจากแปลงกล้านี้ไปปักดำในแปลงปักดำ ซึ่งคิดเป็นอัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการปักดำต่อพื้นที่ 1 ไร่ ต้องใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 12-15 กิโลกรัมต่อไร่

4) การตกกล้าสำหรับใช้กับเครื่องปักดำ เนื่องจากเครื่องปักดำข้าวมีหลากหลายยี่ห้อ และมีกรรมวิธีรายละเอียดแตกต่างกัน การตกกล้าเพื่อใช้กับเครื่องเหล่านี้ ส่วนใหญ่จะมีคำแนะนำมาพร้อมเครื่อง

การปักดำ

ควรทำเป็นแถวเป็นแนวซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ย การพ่นยากำจัดโรคแมลง และยังทำให้ข้าวแต่ละกอมีโอกาสได้รับอาหารและแสงแดดอย่างสม่ำเสมอกัน
สำหรับระยะปักดำนั้นขึ้นกับชนิดและพันธุ์ข้าว ดังนี้

- พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงหรือข้าวนาปรัง เช่นพันธุ์ สุพรรณบุรี1 ชัยนาท1 พิษณุโลก2 สันป่าตอง 1 ควรใช้ระยะปักดำระหว่างแถวและระหว่างกอ 20x20 เซนติเมตร หรือ 20x25 เซนติเมตร
- พันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสงหรือข้าวนาปี เช่น เหลืองประทิว123 ขาวดอกมะลิ105 กข15 กข6 ปทุมธานี60 ควรใช้ระยะปักดำ 25x25 เซนติเมตร
- ปักดำจับละ 3-5 ต้น ปักดำลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตร จะทำให้ข้าวแตกกอใหม่ได้เต็มที่

การปักดำลึกจะทำให้ข้าวตั้งตัวได้ช้าและแตกกอได้ การควบคุมระดับน้ำหลังปักดำก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะระดับน้ำลึกจะทำให้ต้นข้าวแตกกอน้อย ซึ่งจะทำให้ผลผลิตต่ำ ควรควบคุมให้อยู่ในระดับลึกประมาณ 1 ฝ่ามือ (10 เซนติเมตร) (คลังข้อมูลข้าวสารสนเทศเชิงลึก, 2560)

วิธีการให้น้ำข้าว

1) การให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง หลังปักดำ 1-2 วัน ให้น้ำโดยการปล่อยน้ำเข้าแปลงนาสูงจากพื้นดินนา 5 เซนติเมตร และรักษาระดับน้ำให้สม่ำเสมอ เพื่อควบคุมวัชพืช รักษาระดับน้ำไปจนถึงข้าวมีอายุ 36-45 วัน ปล่อยน้ำออกจากแปลงนาให้แห้ง (ระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่า 20 เซนติเมตร) ข้าวอายุ 46-90 วันหรือช่วงออกดอกและติดรวง ให้น้ำในระดับ 5 เซนติเมตร และปล่อยน้ำออกให้แห้งเมื่อข้าวอายุ 91-120 วันหรือระยะเก็บเกี่ยว เพื่อให้ข้าวสุกแก่พร้อมกัน หลังจากนั้นรอเก็บเกี่ยว

2) การให้น้ำแบบท่วมขัง หลังจากปลูกข้าวแล้ว ควรควบคุมระดับน้ำให้อยู่ประมาณ 5 เซนติเมตร เพราะน้ำในระดับนี้ เพียงพอต่อความต้องการของต้นข้าว เพื่อคุมวัชพืชไม่ให้งอกมาแย่งปุ๋ย และยังสามารถละลายปุ๋ยที่เข้มข้นให้เจือจาง กระจายได้พอเหมาะไปทั่วแปลง แต่หากน้ำมีมากเกินไปจะทำให้ปุ๋ยเจือจาง ระเหยไปกับน้ำเมื่อถูกแสงแดด และเมื่อต้นข้าวออกรวงได้แล้วประมาณ 2 สัปดาห์ จะต้องไขน้ำออกจากนา ให้หมด เพื่อทำให้เมล็ดแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ใน ขณะที่ดินนานั้นแห้ง ทำให้สะดวกแก่การเข้าไปเก็บ เกี่ยว การขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตของข้าวนอกจากจะทำให้ต้นข้าวไม่เจริญเติบโตแล้ว ยังทำให้ เกิดมีวัชพืชจำนวนมากด้วย

3) การให้น้ำแบบอาศัยน้ำฝน ในแต่ละท้องถิ่นจะแตกต่างกันไปตามสภาพของดินฟ้าอากาศและสังคมของท้องถิ่นนั้น ๆในแหล่งที่ต้องอาศัยน้ำจากฝนเพียงอย่างเดียวก็ต้องกะระยะเวลาการ

ปลูกข้าวให้เหมาะสมกับช่วงที่มีฝนตกสม่ำเสมอและเก็บเกี่ยวในช่วงที่ฤดูฝนหมดพอดีส่วนในแหล่งที่มีน้ำเพียงพอก็จะสามารถทำนาได้ตลอดปีในแต่ล่ะปีมี 2 ครั้ง คือ นาปี และนาปรัง ฤดูทำนาปีในประเทศไทยปกติจะเริ่มราวเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมของทุกปี ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ส่วนนาปรัง สามารถทำได้ตลอดปี ถ้าท้องถิ่นนั้นๆมีน้ำเพียงพอ

การให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

การให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ หรือแบบฝนเทียมเป็นการให้น้ำในระบบท่อที่ต้องการความดันค่อนข้างสูง ประมาณ 2-8 บาร์ จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำที่มีความดันสูงและต้องใช้ต้นกำลังที่มีขนาดใหญ่ตาม ระยะการฉีดตั้งแต่ 8-50 ม. และจำนวนหัวสปริงเกลอร์ที่ต้องการให้ครอบคลุมพื้นที่ในแต่ละครั้งจ่ายน้ำโดยใช้หัวสปริงเกลอร์ชนิด Impact Sprinkler สำหรับการใช้งานทั่วไป และมีแบบฝังใต้ผิวดินสำหรับสนาม หญ้า (Pop-Up Sprinkler) โดยหัวจ่ายน้ำจะโผล่ขึ้นมาเหนือดินเฉพาะขณะเปิดน้ำเท่านั้น สามารถเลือก มุมการฉีดน้ำในแนวราบได้ ระบบสปริงเกลอร์ อาจมีอุปกรณ์ควบคุมต่างๆเสริมในระบบเพื่อให้ระบบทำงานได้ดี เช่น วาล์ว ควบคุมความดัน วาล์วระบายอากาศ วาล์วกันกลับฯ จึงเป็นการลงทุนที่สูง สำหรับการออกแบบระบบสปริงเกลอร์ ซึ่งการให้น้ำระบบสปริงเกอร์เป็นเทคโนโลยีการให้น้ำแบบมีประสิทธิภาพสูง เกษตรกรนิยมใช้กันเป็นอย่างมาก การให้น้ำระบบสปริงเกลอร์ช่วยประหยัดน้ำได้มากกว่าเพราะควบคุมจังหวะการให้น้ำได้อย่างมีคุณภาพ

เหมืองข้อมูล (Data Mining)

เหมืองข้อมูล (Data Mining) คือ การค้นหารูปแบบและกฎความสัมพันธ์ที่มีอยู่จริงในฐานข้อมูล โดยค้นพบรูปแบบและความสัมพันธ์ซ่อนอยู่ในข้อมูล เป็นสิ่งที่ไม่เคยทราบ (Unknown data) เป็นสารสนเทศที่มีเหตุผลและสามารถนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร ใช้ในงานด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ รวมทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมการศึกษา เป็นต้น

1. ประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูลคือ ข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database) ข้อมูลทรานเซกชัน (Transaction) คลังข้อมูล (Data warehouses) ข้อมูลขั้นสูง (Advanced databases and information repositories) ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา (Time-series data and temporal data) ข้อมูลตัวอักษร (Text databases) ข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia databases) World Wide Web

2. เทคนิคต่างๆของการทำเหมืองข้อมูลได้แก่

1) การหากฎความสัมพันธ์ (Association rule) เป็นการค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองชุดหรือมากกว่าสองชุดขึ้นไปไว้ด้วยกัน

2) การจำแนกประเภทข้อมูล (Data classification) เป็นการจัดแบ่งประเภทของข้อมูล โดยหาชุดต้นแบบหรือชุดของการทำงานที่อธิบายและแบ่งประเภทข้อมูล วัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้เป็นต้นแบบทำนายประเภทของวัตถุหรือข้อมูลที่ไม่มีการระบุประเภทหรือชนิดของข้อมูล ซึ่งต้นแบบสร้างจากการวิเคราะห์ชุดของข้อมูลฝึกสอน (Training Data) โดยอาจจะเป็นกลุ่มข้อมูลที่มีการระบุประเภทหรือกลุ่มเรียบร้อยแล้ว รูปแบบของต้นแบบแสดงได้หลายแบบเช่น Classification Rules, Decision Trees หรือ Neural Networks เป็นต้น

3) การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Data clustering) คือการจัดกลุ่มข้อมูลซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการแบ่งประเภทแต่จะไม่เหมือนกัน โดยการแบ่งประเภทจะวิเคราะห์ข้อมูลตามต้นแบบ แต่สำหรับการแบ่งกลุ่มเป็นการวิเคราะห์โดยไม่พิจารณาจัดกลุ่มตามประเภทที่มีหรือที่รู้จัก แต่จะใช้ขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มเพื่อค้นหากลุ่มที่สามารถยอมรับได้เพื่อจัดเข้ากลุ่ม กล่าวคือ กลุ่มของวัตถุมีการสร้างขึ้นโดยเปรียบเทียบวัตถุที่มีความเหมือนกันจัดเข้ากลุ่มเดียวกัน

4) การสร้างมโนภาพ (Visualization)คือ การสร้างภาพคอมพิวเตอร์กราฟิกที่สามารถนำเสนอข้อมูลมากมายอย่างครบถ้วนแทนการใช้ข้อความนำเสนอข้อมูลที่มากมาย เราอาจพบข้อมูลที่ซ้อนเร้นเมื่อดูข้อมูลชุดนั้นด้วยจินตทัศน์

3. การวัดประสิทธิภาพข้อมูล

การวัดประสิทธิภาพข้อมูล การวัดประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียม เป็นการวัดประสิทธิภาพของ Model ที่ได้จากขั้นตอนการสร้างโครงข่าย ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนย่อยได้ ดังนี้

1) Cross-Validation คือ การนำข้อมูลเข้ามาเพื่อใช้ในการสอนโดยการนำข้อมูลเข้านั้นจะต้องแยกข้อมูลบางส่วนออกก่อนที่จะเริ่มทำกาสอนและใช้ข้อมูลที่แยกออกมานั้นใช้ในการทดสอบ โดย Cross-Validationมีหลายวิธี ตัวอย่างเช่น

- Holdout Method ชุดข้อมูลจะถูกแบ่งเป็นสองชุด คือ ชุดการสอน (Training Set) และ ชุดทดสอบ (Testing Set) ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถประเมินข้อมูลชุดใหญ่ในเวลาที่ไม่นาน

K-fold Cross Validation เป็นการวัดประสิทธิภาพข้อมูลที่เหมาะสำหรับชุดข้อมูลจำนวนไม่มากชุดข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น Training Set และ Test Set ซึ่งชุดข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามจำนวน K โดยที่แต่ละครั้ง ใน K ส่วนย่อยจะใช้เป็น Training Set และ Test Set โดย K-1 แรกจะถูกใช้เป็น Training Set และที่เหลือจะเป็น Test Set และทำซ้ำไปเรื่อยๆจนครบตามจำนวน K ตัวอย่างเช่น

ขนาดของข้อมูลเท่ากับ N ตัวอย่างในชุดข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น k ส่วน โดยแต่ละชุดข้อมูลจะมีขนาด N/k วิธีนี้จะเรียนรู้ด้วยชุดข้อมูลสอนและตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกประเภทด้วย

ชุดข้อมูลทั้งหมด k รอบโดยที่ รอบที่ i จะใช้ชุดข้อมูลทดสอบชุดที่ i เป็นชุดข้อมูลทดสอบ ชุดที่เหลือเป็นชุดข้อมูลสอน เป็นต้น

2) Confusion Matrix เป็นการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับการแบ่งแยกข้อมูลจริง กับข้อมูลที่เกิดจากการทำนาย ด้วยระบบการแบ่งแยก (Classification System) การวัดประสิทธิภาพของระบบ การศึกษานี้จะทำการวัดประสิทธิภาพของข้อมูลทดสอบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ และ Cross validation ในชุดข้อมูล โดยผลการทดลองจะอยู่ในรูปแบบของตาราง Confusion Matrix

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neuron Network : ANN)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบการเชื่อมต่อ (connectionist) ของหน่วยประมวลผลย่อยหลายหน่วยจนเป็นเครือข่ายที่สามารถประมวลผลและทำงานร่วมกันแนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาข่ายงานไฟฟ้าชีวภาพ (bioelectric network) ในสมองซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทหรือนิวรอน (neurons) และจุดประสานประสาท (synapses) ข่ายงานประสาทเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทเป็นเครือข่ายที่ทำงานร่วมกัน ข่ายงานประสาทเทียม ประกอบไปด้วย 3 ชั้นได้แก่ ชั้นอินพุต (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) ชั้นเอาท์พุต (Output Layer)

1. ชั้นอินพุต (Input Layer) เป็นชั้นที่รอรับข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมข้อมูลที่นำเข้าสู่โครงข่าย ก็คือข้อมูลที่ผ่านการเตรียมข้อมูลดังที่ได้แสดงไว้ในขั้นตอนการเตรียมข้อมูลของโครงข่ายประสาทเทียม

2. ชั้นซ่อน (Hidden Layer) เป็นชั้นที่เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดกลุ่มข้อมูล

3. ชั้นเอาต์พุต (Output Layer) เป็นชั้นที่คำนวณหาผลลัพธ์ของโครงข่ายประสาทเทียม

ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine : SVM)

ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน เป็นอีกหนึ่งเทคนิคของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีกระบวนเรียนรู้แบบมีผู้สอนเพื่อให้สามารถสร้างตัวแบบในการจำแนกประเภทข้อมูลที่มีลักษณะทั่วไปสามารถทำงานได้ดีกับตัวอย่างที่ไม่รู้จัก ด้วยกระบวนการปรับรูปแบบข้อมูลจากข้อมูลที่มีมิติต่ำ บนพื้นที่ข้อมูลนำเข้า ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลที่มีมิติสูงบนพื้นที่ข้อมูลคุณลักษณะ โดยใช้ฟังก์ชันในการปรับรูปแบบข้อมูลที่เรียกว่าฟังก์ชันเคอร์เนล (Kernel Function) เพื่อช่วยให้การสร้างตัวแบบในการจำแนกประเภทข้อมูล ด้วยสมการกำลังสองบนพื้นที่ข้อมูลคุณลักษณะเป็นไปได้ง่ายขึ้นและมีความชัดเจนในการจัดประเภทมากยิ่งขึ้น ตัวแบบในการจำแนกประเภทข้อมูลที่ดีควรมีโครงสร้างแบบเส้นตรง สามารถสร้างพื้นที่ระยะห่างระหว่างตัวแบบในการจำแนกประเภทข้อมูลเองกับค่าที่ใกล้ที่สุดของแต่ละกลุ่มข้อมูลได้มากที่สุดเพื่อประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทของชุดข้อมูลแต่

ละประเภทออกจากกันอย่างชัดเจน ซึ่งเส้นที่เหมาะสมดังกล่าว ถูกเรียกว่า ระนาบแบ่งเขตข้อมูลที่เหมาะสม (Optimal Separating Hyperplane) โดยหลักการในการทำงานเพื่อจำแนกประเภทข้อมูลของวิธีซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน

1.ฟังก์ชันเคอร์เนล (Kernel Function)

Cao Yunbo และคณะ ในปี ค.ศ. 2005 ได้เสนอบทความในด้านการจัดแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้ระนาบแบบไม่เป็นเส้นตรง ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนจะอาศัยหลักการของการแปลงข้อมูลจากพื้นที่ข้อมูลเข้า (Input Space) ให้เป็นพื้นที่คุณลักษณะ (Feature Space) ที่มีมิติสูงขึ้นแสดงให้เห็นถึงแนวคิดของซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนซึ่งทำการแปลงข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้แบบไม่เชิงเส้นไปเป็นขนาดพื้นที่คุณลักษณะที่ใหญ่ขึ้นผ่านฟังก์ชันเคอร์เนล (Kernel Function : $\emptyset$) และสร้างระนาบซึ่งแบ่งข้อมูลสองกลุ่มได้ดีที่สุด ทำให้เกิดเป็นขอบเขตการตัดสินใจ (Decision Surface) แบบไม่เป็นเชิงเส้นในชั้นรับข้อมูลเข้า ขณะที่ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบเชิงเส้นจะสร้างระนาบในพื้นที่คุณลักษณะที่ใหญ่ขึ้นภายใต้ทฤษฎีของ Mercer's ซึ่งต้องการคำนวณที่สิ้นเปลืองเพื่อให้ได้ขนาดพื้นที่คุณลักษณะที่ใหญ่ขึ้น ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการใช้ฟังก์ชันเคอร์เนลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจเช่นเดียวกัน ซึ่งการใช้ฟังก์ชันเคอร์เนลจะทำให้สามารถคำนวณระนาบได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนเป็นฟังก์ชันคุณลักษณะ

2. ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนแบบหนึ่งคลาส (One Class)

ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนแบบหนึ่งคลาส หรือคลาสเดี่ยว เป็นเทคนิคหนึ่งที่มีป้ายคลาส (Class Label) เพียงหนึ่งคลาส สำหรับในงานวิจัยของการตรวจจับสิ่งผิดปกติทางเครือข่ายนั้น ก็จะมีการคำนวณหาเส้นแบ่งคลาส (Decision Hyperplane: DHP) ของคลาสข้อมูลปกติ (Normal Data) ซึ่งเป็นขั้นตอนของการฝึกสอนเมื่อได้ผลการคำนวณหาเส้นแบ่งคลาส แล้ว จึงจะคำนวณหาจุดเริ่มต้น (Origin) จากคลาสข้อมูลปกติ (Normal Data) เพื่อให้ข้อมูลที่เหลือที่ต้องการตัดสินใจมาเปรียบเทียบกับจุดเริ่มต้น (Origin) แล้ววิเคราะห์ว่าข้อมูลคลาสนั้นอยู่ในเขตคลาสข้อมูลปกติหรือไม่ ถ้าอยู่ในคลาสข้อมูลปกติก็จะจัดให้ข้อมูลนั้นอยู่ในกลุ่มคลาสข้อมูลปกติ แต่หากอยู่นอกเหนือจากคลาสข้อมูลปกติ (Normal Class) ก็จะจัดให้อยู่ในกลุ่มที่ผิดปกติ (Abnormal Class) ขั้นตอนในการทำงานของกำซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนแบบหนึ่งคลาสจะหนดให้ค่า $v \in (0,1)$ คือข้อมูลในจุดเริ่มต้น (Origin) ค่า i คือข้อมูลในจุดกำเนิดตัวที่ 1 ถึง 1 ค่า ξ คือค่าความผิดพลาด (Error) ในการจำแนกคลาสข้อมูลออกจากจุดเริ่มต้น (Origin)

3. ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนแบบหลากหลายคลาส (Multi Class)

ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนแบบหลากหลายคลาส เป็นเทคนิคหนึ่งในการแบ่งคลาสออกเป็นหลากหลายคลาสได้ซึ่งแต่เดิมซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนจะแบ่งได้เป็น 2 คลาสเท่านั้น มี

ประโยชน์สำหรับงานที่ต้องการจำแนกประเภทแบบหลายคลาส วิธีการที่นิยมใช้กันคือ One-against-All SVM และ One-against-One

การคัดเลือกคุณลักษณะเด่น (Future Selection)

การคัดเลือกคุณลักษณะเด่น (Future Selection) เป็นการลดขนาดข้อมูลโดยการทำให้ข้อมูลเดิมมีขนาดลดลงและสูญเสียลักษณะสำคัญให้น้อยที่สุด เทคนิคการคัดเลือกที่ต่างกันทำให้ได้คุณลักษณะเด่นต่างกันด้วย การคัดเลือกคุณลักษณะมีชื่อเรียกหลายอย่าง ในงานด้านสถิติจะเรียกว่าการคัดเลือกตัวแปร (Variable Selection) เนื่องจากคุณลักษณะที่ได้มานั้นมาจากการสุ่มตัวแปร (random variable) หรือเรียกว่า (Subset Selection) เพราะการเลือกของจำนวนหนึ่งออกจากของทั้งหมดก็คือการเลือกเซตย่อย (Subset) ขั้นตอนวิธีในการคัดเลือกคุณลักษณะเด่นจะใช้โปรแกรม WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) เป็นโปรแกรมในการเรียนรู้ของเครื่องส่วนใหญ่ใช้ในด้านเหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งให้ผลลัพธ์ดีและเข้าใจง่าย ในงานวิจัยนี้เลือกวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะมาเพื่อเปรียบเทียบ 2 วิธี ได้แก่

1. ขั้นตอนการคัดเลือกคุณลักษณะเด่นด้วย Bestfirst Selection

ขั้นตอนการคัดเลือกคุณลักษณะเด่นด้วย Bestfirst Selection เป็นการค้นหาแบบดีที่สุดเป็นกระบวนการค้นหาข้อมูลที่ได้นำเอาข้อดีของทั้งการค้นหาตามแนวลึกและการค้นหาตามแนวกว้างมารวมกันเป็นวิธีการเดียว โดยที่แต่ละขั้นของการค้นหาในโหนดลูกนั้น การค้นหาแบบดีที่ดีก่อนจะเลือกเอาโหนดที่ดีที่สุด และการที่จะทราบว่าโหนดใดดีที่สุดนี้สามารถทำได้โดยอาศัยฮิวริสติกฟังก์ชัน (Heuristic Function) ที่เป็นการคาดเดาอย่างมีเหตุผลว่าเมื่อเราต้องการระยะทางโดยรวมสั้นที่สุดมาช่วยในหารค้นหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะช่วยชี้แนะว่ากระบวนการค้นหาควรจะเลือกเส้นทางใดหรือสถานะใดเพื่อทำการค้นหาต่อไปให้ได้คำตอบอย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานของการคัดเลือกคุณลักษณะด้วย Bestfirst Selection จะเก็บสถานะทุกตัวโดยไม่มีการตัดทิ้งไป เมื่อเลือกเส้นทางหนึ่งแล้ว ตัวอื่นที่เป็นลูกของสถานะปัจจุบันจะถูกตัดทิ้งไป การไม่ตัดทิ้งจึงทำให้การทำงานนี้ไม่พลาดเส้นทางที่นำไปสู่คำตอบ โดยในแต่ละขั้นตอนจะเลือกสถานะที่มีค่าระยะทางโดยรวมสั้นที่สุดดีที่สุด โดยพิจารณาสถานะทุกตัวที่ยังไม่ถูกกระจาย

2. ขั้นตอนการคัดเลือกคุณลักษณะเด่นด้วย Greedy Stepwise Selection

ขั้นตอนการคัดเลือกคุณลักษณะเด่นด้วย Greedy Stepwise Selection เป็นการคัดเลือกที่นำเอาข้อดี 2 วิธีการมารวมกันระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรทำนายคือ การค้นหาไปข้างหน้า (Forward) และการค้นหามาจากด้านหลัง (Backward) เข้าด้วยกัน ในขั้นแรกจะเลือกตัวแปรทำนายที่มีสหสัมพันธ์ (Correlation) แอททริบิวต์ที่มีความสำคัญที่สุดเก็บเข้าสู่โหนดก่อน จากนั้นก็จะทดสอบแอททริบิวต์ที่ไม่ได้อยู่ในโหนดความสัมพันธ์ว่าจะมีแอททริบิวต์ตัวใดบ้างมีสิทธิ์เข้ามาอยู่

ในโหนดก่อน จากนั้นก็จะทดสอบแอททริบิวต์ที่มีความสำคัญรองลงมาและไม่ได้อยู่ในโหนดว่าจะมีแอททริบิวต์ตัวใดบ้างมีสิทธิ์เข้ามาอยู่ในโหนดต่อไปด้วย วิธีการคัดเลือกแบบก้าวหน้า (Forward Selection) และขณะเดียวกันก็จะทดสอบแอททริบิวต์ที่อยู่ในโหนดด้วยว่าความสำคัญของแอททริบิวต์ตัวแปรใดมีโอกาสที่จะถูกขจัดออกจากโหนดด้วยวิธีการคัดเลือกแบบถอยหลัง (Backward Selection) โดยจะทำการคัดเลือกร่วมกันทั้ง 2 วิธี ในทุกขั้นตอนจนกระทั่งไม่มีแอททริบิวต์ใดถูกคัดออกจากโหนด และไม่มีตัวแอททริบิวต์ใดที่จะถูกนำเข้าเป็นสมาชิก กระบวนการก็จะยุติและได้ขั้นตอนการการทำงาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทวีบุญภิรมย์ (2558) ศึกษาผลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวหอมกระดังงาในแปลงเกษตรกรบ้านโคกอิฐโคกในตำบลพร่อน อำเภอตากใบจังหวัดนราธิวาส พบว่าระยะปลูกข้าวหอมกระดังงาทำให้ความสูงจำนวนต้นต่อกอความยาวรวงเมล็ดต่อรวงและผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกล่าวคือการใช้ระยะปลูก 30 X 30 เซนติเมตรทำให้องค์ประกอบผลผลิตดีที่สุดส่งผลให้ข้าวหอมกระดังงามีผลผลิตมากที่สุดคือ 490 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่การใช้ระยะปลูก 35 X 35 เซนติเมตรและ 25 X 25 เซนติเมตรซึ่งให้ผลผลิต 470 และ 460 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับส่วนการใช้ระยะปลูก 20 X 20 เซนติเมตรให้ผลผลิตน้อยที่สุดคือ 410 กิโลกรัมต่อไร

อรประภา อนุกูลประเสริฐ (2559) ศึกษาประสิทธิภาพการทนแล้งและผลกระทบของการขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวหอม 6 พันธุ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ พันธุ์ข้าวหอม จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่หอมคลองหลวง 1 ขาวดอกมะลิ 105 กข 33 หอมสุพรรณบุรี กข 15 และปทุมธานี 1 และอัตราการให้น้ำที่แตกต่างกัน 5 อัตรา ได้แก่ การให้น้ำ 100 (การให้น้ำปกติ) 50, 25 12.5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ (งดให้น้ำ) ในช่วงระยะต้นกล้าและระยะแตกกอของข้าว จากผลการวิจัยแม้ว่าไม่พบความแตกต่างที่เด่นชัดในด้านความสูงต้นและจำนวนต้นต่อกอของข้าวหอมแต่ละพันธุ์เมื่อได้รับอัตราการให้น้ำที่แตกต่างกัน แต่พบว่าอัตราการให้น้ำที่ลดลงส่งผลให้องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงมีค่าลดลงในขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมีค่ามากขึ้น โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่ระดับการให้น้ำปกติและการงดให้น้ำเพื่อประเมินความทนแล้งของข้าวหอมแต่ละพันธุ์พบว่าสามารถเรียงลำดับความทนแล้งจากมากไปหาน้อยได้เป็นข้าวพันธุ์ กข 15 หอมคลองหลวง 1 ปทุมธานี 1 ขาวดอกมะลิ 105 กข 33 และหอมสุพรรณบุรี ซึ่งมีปริมาณผลผลิตลดลงเท่ากับ 30, 41, 42, 47, 60 และ 61 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

พรชัย หาระโคตรและอรุณ ทองอุ่น (2559) ศึกษาผลของวิธีการจัดการน้ำและระยะปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ภายใต้ระบบการผลิตแบบประณีต (SRI) วางแผนการทดลองแบบ 2×3 factorial in randomize completed block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ (1) วิธีการจัดการน้ำ2 วิธี ได้แก่ การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง และการจัดการน้ำแบบท่วมขังตลอดฤดูการปลูก (2) ระยะปลูก 3 ระยะ ได้แก่ 20×20, 30×30 และ 40×40 เซนติเมตร พบว่าวิธีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งส่งผลให้ความสูงต้น จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวงน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตไม่แตกต่างจากแบบท่วมขังตลอดฤดูการปลูก อย่างไรก็ตาม ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกด้วยการจัดน้ำแบบท่วมขังตลอดฤดูการปลูกให้จำนวนต้นต่อกอสูงกว่าการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง นอกจากนี้ ยังพบว่าการปลูกข้าวแบบให้น้ำท่วมขังตลอดยังให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงที่ต่ำกว่าการปลูกข้าวแบบต้นเดี่ยวด้วยระยะปลูกที่กว้าง (30×30 และ 40×40 เซนติเมตร) ให้ผลผลิตเฉลี่ยที่สูงกว่าระยะชิด (20×20 เซนติเมตร)โดยการปลูกด้วยระยะ 40×40 เซนติเมตร ร่วมกับการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งและแบบท่วมขังตลอดฤดูการปลูก มีแนวโน้มให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตดีที่สุด ด้วยเหตุนี้ การปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ด้วยระยะปลูกที่กว้างจะส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตภายใต้ระบบการผลิตแบบประณีต

กัณฑสิณี แจ้งปุย (2559) ศึกษาการจัดการน้ำแบบประหยัดในการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่อินทรีย์ในฤดูนาปรัง โดยมีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งและการปลูกข้าวระบบประณีต เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต ปริมาณการใช้น้ำและค่าความสามารถในการผลิตของน้ำกับการให้น้ำแบบแบบดั้งเดิม (ขังน้ำตลอดอายุปลูก) ทำการศึกษาโดย เริ่มเพาะกล้าตั้งแต่วันที่ 30 พฤศจิกายน 2558 เก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 4 เมษายน 2559 ปลูก ณ แปลง เกษตรกร (บ้านทุ่งสาน) ตำบลพรหมพิราม อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก ประกอบด้วยวิธีการให้น้ำ 4 วิธีการ ได้แก่ การให้น้ำแบบขังน้ำตลอดอายุปลูก เปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง 2 วิธี คือ การ ให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งตลอดอายุปลูก และ การให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง 2 ครั้ง (ระยะแตกกอและตั้งท้อง) และการปลูกข้าวระบบประณีต ผลการศึกษาพบว่า การให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งทั้ง 2 วิธีการ ไม่มีผลต่อการ เจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบขังน้ำตลอดอายุปลูก ส่วน การปลูกข้าว ระบบประณีตมีผลทำให้ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนรวงต่อกอลดลง แต่มีความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวงและจำนวนเมล็ดดีต่อรวงสูงขึ้น จำนวนเมล็ดลีบลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 3 วิธีการ ในด้าน ผลผลิต พบว่า การให้น้ำแบบการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง 2 ครั้ง (ระยะแตกกอและตั้งท้อง) ให้ผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 784.46 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาเป็นการให้น้ำแบบขังน้ำตลอดอายุปลูก (752.53 กิโลกรัมต่อไร่) การ ปลูกข้าวระบบ

ประณีต (737.49 กิโลกรัมต่อไร่) และ การให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งตลอดอายุปลูก (728.19 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งทั้ง 2 วิธี และ การปลูกข้าวระบบประณีต สามารถประหยัดน้ำได้ 8.28-10.98 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า water productivity สูง กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบขังน้ำตลอดอายุ

พิเชษฐ นาเมือง สำราญ พิมราช และเหล็กไหล จันทะบุตร (2560) งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์พื้นเมือง ในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูก 2) เพื่อประเมินลักษณะการทนแล้งของข้าวพันธุ์พื้นเมืองบางสายพันธุ์ และ 3) เพื่อหาความสัมพันธ์ของผลผลิตกับลักษณะการทนแล้งของข้าวพันธุ์พื้นเมือง วางแผนทดลองแบบ Split Plot in CRD จ้านวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้ Main-plot คือ สภาพการให้น้ำปกติ (ไม่ขาดน้ำ) และสภาพการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูก และ Sub-plot คือ ข้าวพื้นเมืองและข้าวพันธุ์เปรียบเทียบ จ้านวน 25 สายพันธุ์โดยบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูง การแตกกอ จ้านวนรวงต่อกอ จ้านวนเมล็ดดี และเมล็ดลีบ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟางแห้ง ดัชนีเก็บเกี่ยว ลักษณะการม้วนของใบ ลักษณะใบตาย ความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำ และดัชนีการทนแล้ง จากการศึกษาพบว่า ข้าว พื้นเมืองสายพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกมีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกัน ทั้งในลักษณะความสูง จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตน้ำหนักเมล็ด น้ำหนักรากแห้ง และดัชนีเก็บเกี่ยว ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในสภาพให้น้ำปกติแล้วให้ผล ผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์หวิดหนี้ หินกอง เหลืองบุญมา อีน้อย และข้าวดอ ตามลำดับ ซึ่งข้าวพันธุ์พื้นเมือง ดังกล่าวให้ผลผลิตไม่แตกต่างไปจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ในขณะที่ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในสภาพขาดน้ำ ในช่วงต้นฤดูปลูกพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ ข้าวดอ นางหก หวิดหนี้ และ อีน้อย ตามล้าดับ แต่ผลผลิต ข้าวพันธุ์ดังกล่าวไม่แตกต่างไปจากพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และ กข 6 ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกไม่มีความ แตกต่างกันในลักษณะการทนแล้งทั้งลักษณะการม้วนของใบ ลักษณะใบตาย ความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำ และดัชนี การทนแล้ง อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกจะเป็นพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งของผลผลิต (น้ำหนักเมล็ด) และดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากแห้งมีค่าสูง

Earl et.,al (2010) ที่ผ่านมาแม้ว่าปัญหาการให้น้ำแบบสปริงเอกอร์กับข้าวเป็นอุปสรรคต่อการยอมรับ มีการพัฒนาล่าสุดได้นำไปสู่ความสนใจเพิ่มขึ้น ในปี พ. ศ. 2552 แมคคาร์ตี้ฟาร์มให้น้ำสปริงเกอร์แบบศูนย์กลางในแปลง เช่นเดียวกับข้าวชลประทานน้ำท่วมที่ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยอาร์คันซอในโครงการวิจัยการตรวจสอบข้าว ผลสรุปการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการให้น้ำสปริงเกอร์แบบ

ศูนย์กลางเป็นระบบการผลิตที่มีศักยภาพและต้องการวิจัยเพิ่มเติมพร้อมให้คำแนะนำในการผลิตแก่ผู้ผลิตที่สนใจในระบบ

Eduardo et.,al (2014) การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า ข้าวที่ปลูกในสภาพที่มีน้ำท่วมมีความเข้มข้นของสารหนูสูงกว่า แต่แคดเมี่ยม ต่ำกว่า เมื่อเทียบกับข้าวที่ปลูกในสภาพดินที่ไม่อิ่มตัว เพื่อตรวจสอบผลกระทบดังกล่าวในระยะยาวภายใต้เงื่อนไขเขตเมดิเตอร์เรเนียน การทดลองภาคสนามได้ดำเนินการเป็นเวลา 7 ปีติดต่อกันที่สเปน ผลกระทบของการจัดการน้ำในการผลิตข้าวและสารหนูในเมล็ด และแค เพื่อประเมินความเป็นพิษ ใช้ระบบชลประทานแบบสปริงเกอร์ถูมาเปรียบเทียบกับน้ำท่วมแบบดั้งเดิม พบว่า การชลประทานทั้งสองมีผลให้ผลผลิตธัญพืชใกล้เคียงกัน การชลประทานของสปริงเกลอร์ต่อเนื่องเป็นเวลา 7 ปี ปริมาณสารหนูลดลง 1 ใน 6 ของความเข้มข้นเริ่มต้นในระบบน้ำท่วม ระบบสปริงเกอร์ในนาข้าวเหมาะสำหรับสภาพอากาศในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนและสามารถบรรเทาการสะสมสารหนู ที่มากเกินไป แต่ก็พบแคดเมียมที่เพิ่มสูงขึ้น

William et.,al (2017) ดำเนินการในพื้นที่ 3 แห่งเป็นเวลา 2 ปีโดยปลูกข้าวที่มีระบบชลประทานและอัตราปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตเพื่อตรวจสอบผลกระทบต่อระดับสารหนูในข้าวสีน้ำตาลและผลผลิตข้าว ระบบชลประทานเป็นระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์โดยใช้ระบบศูนย์กลางการหมุนเวียน,น้ำท่วมไม่สม่ำเสมอ และน้ำท่วมอย่างต่อเนื่อง ใช้สารละลายแคลเซียมซิลิเกตเป็นเม็ด ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตเหล็กกล้าที่ระดับ 0, 121 และ 242 กิโลกรัม ซิลิเกตต่อเฮกตาร์ ในช่วงไถพรวนก่อนปลูกข้าว พบว่าผลผลิตข้าวที่ปลูกในสภาพดินแอโรบิคที่มีการชลประทานแบบสปริงเกลอร์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำท่วมขัง 60 กิโลกรัม ซิลิเกตต่อเฮกตาร์ ขณะที่ข้าวท่วมในดินตะกอนดินแบบ Overcup มีการสะสมสารหนูทั้งหมด เฉลี่ย 210 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม บนดิน Sharkey ข้าวที่มีการชลประทานน้ำท่วมไม่สม่ำเสมอมีปริมาณสารหนู 27 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่น้ำท่วมอย่างต่อเนื่องมี 77 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แต่ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และข้าวที่ให้น้ำแบบสปริงเกอร์ดินตะกอน Tiptonville มีการสะสมสารหนูเฉลี่ย 13 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

José et.,al (2017) ที่รัฐ Rio Grande ของบราซิลบราซิลมีการปลูกข้าวในนาข้าวภายใต้ภาวะน้ำท่วมขังอย่างต่อเนื่อง วิธีการชลประทานนี้มีการบริโภคน้ำเกิน 1500 มิลลิเมตรต่อรอบการเพาะปลูกในพื้นที่ที่มีการบรรเทา ในพื้นที่เดียวกันเกษตรกรที่ใช้ระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์ (ผ่านแกนกลาง) ใช้น้ำระหว่าง 400 ถึง 700 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศตลอดฤดูปลูกพืช เวลาในการให้น้ำชลประทานเป็นเรื่องที่มีความสำคัญขั้นพื้นฐานในการจัดการชลประทานของพืช อย่างไรก็ตามด้านนี้มีความเกี่ยวข้องกับข้าวชลประทานเนื่องจากความอ่อนแอต่อภาวะแห้งแล้ง การควบคุมการชลประทานทำได้โดยการตรวจสอบตัวแปรคือสภาพภูมิอากาศหรือสภาพของดิน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

พัฒนาก้อนปลูกข้าวจากเศษเหลือทางการเกษตรของจังหวัดเพชรบูรณ์

การพัฒนาก้อนปลูกข้าว

1) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ พื้นที่ทดลอง โรงเรือนพลาสติก คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

2) เมื่อได้ก้อนปลูกนำมาศึกษา ขนาดปริมาณที่ต้องพัฒนา ปลูกในกระถางในโรงเรือนพลาสติกเปรียบเทียบกับวิธีแบบดั้งเดิม

3) ดำเนินการทดลองโดยวางแผนแบบสุ่มบล๊อกสมบูรณ์ (RBD) 13 สิ่งทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

4) ดำเนินการเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูล การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าว ได้แก่ ความสูงต้น โดยการรวบใบข้าวขึ้นแล้วใช้ไม้เมตรวัดความสูง วัดจากพื้นดินถึงใบที่สูงที่สุด จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ และบันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดเสีย น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ และผลผลิตเฉลี่ยต่อกอ

ศึกษาประสิทธิภาพการปลูกข้าวด้วยเทคนิคใหม่ทดแทนการปลูกข้าวแบบดั้งเดิม

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ พื้นที่ทดลอง ณ.แปลงเกษตรกร

- เตรียมพื้นที่โดยการไถดะ และไถพรวนก่อนปลูก
- จัดเตรียมปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมในพื้นที่ สารสกัดที่จำเป็น
- เมล็ดพันธุ์ข้าวปลูก

2) เตรียมวัสดุการเกษตรดังข้างต้นเพื่อนำมานำมา ศึกษาการปลูกข้าวต้นเดียวแบบอินทรีย์ต่อต้นทุนและการผลิต ทำการเพาะกล้าข้าวบริเวณข้างแปลงทดลอง

3) ดำเนินการทดลองโดยวางแผนแบบสุ่มบล๊อกสมบูรณ์ (RBD) จำนวน 4 สิ่งทดลอง จำนวน 2 ซ้ำ โดยมีสิ่งทดลองดังนี้

1. การปลูกแบบหยอด ของเกษตรกร
2. ใช้ก้อนปลูกข้าวขี้วัว ปลูกในสภาพน้ำท่วมขัง
3. ใช้ก้อนปลูกข้าวปุ๋ยหมัก ปลูกในสภาพน้ำท่วมขัง
4. ใช้ก้อนปลูกข้าวขี้เค้ก ปลูกในสภาพน้ำท่วมขัง

4) ดำเนินการเก็บข้อมูล

การบันทึกด้านการเจริญเติบโตทางลำต้น ข้อมูลการเจริญเติบโตทางลำต้น บันทึกความสูงและจำนวนต้นต่อกอ ความสูงของต้นวัดจากระดับดินถึงใบธงโดยสุ่มบันทึกข้อมูลจำนวน 20 จุดต่อหน่วยทดลอง จำนวนต้นต่อกอ เก็บข้อมูลหลังจากข้าวแตกกอสูงสุด การบันทึกองค์ประกอบด้านผลผลิต ได้แก่จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง และผลผลิตต่อไร่ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

การพยากรณ์ข้อมูลการปลูกข้าวด้วยเทคนิคใหม่โดยการทำเหมืองข้อมูล

การพยากรณ์ คาดการณ์ล่วงหน้าในการสนับสนุนตัดสินใจการทำเกษตรกรรมด้วยการทำเหมืองข้อมูลได้จัดเป็นทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย ได้ดังนี้

1. ศึกษารวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย

รวบรวมข้อมูลการทำการเกษตรพื้นที่ทำการเกษตร สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาราชภัฏเพชรบูรณ์ และสถานที่ทำการเกษตรอื่น ๆ อ.เมืองเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์

1. ข้อมูลสภาพอากาศ
2. ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ
3. ข้อมูลช่วงเวลาการดำนาปลูกข้าว จนไปถึงการ
4. ข้อมูลการหว่านปุ๋ย
5. ข้อมูลการเจริญเติบโต
6. ข้อมูลการป้องกันดูแลกำจัดศัตรูพืช
7. ข้อมูลช่วยเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิต
8. ข้อมูลสีขาวเพื่อเตรียมส่งออกขายในตลาดข้าว

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้วิธี การคัดเลือกคุณลักษณะเด่น (Future Selection)

การคัดเลือกคุณลักษณะเด่นด้วย Bestfirst Selection การคัดเลือกคุณลักษณะเด่นด้วย Greedy Stepwise Selection นำผลการคัดเลือกคุณลักษณะเด่น จาก 2 วิธีการเข้าสู่การสร้างตัวแบบการพยากรณ์

3. ทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้อัลกอริทึมสำหรับข้อมูลขนาดใหญ่ในการวิเคราะห์ ได้แก่

3.1 อัลกอริทึม โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีม (Extreme Leaning Machine : ELM) ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine : SVM)

3.2 การวัดประสิทธิภาพตัวแบบ 1. K-fold Cross-Validation 2. Confusion Matrix

3.3 ค่าคำตอบที่เหมาะสม คำตอบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นข้อมูลการคาดการณ์ล่วงหน้าในการสนับสนุนตัดสินใจวางแผนการผลิตโคเนื้อที่มีคุณภาพดี

4. ปรับปรุงอัลกอริทึมให้มีคำตอบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นข้อมูลการพยากรณ์คาดการณ์ล่วงหน้าในการสนับสนุนตัดสินใจการทำเกษตรกรรมด้วยการทำเหมืองข้อมูลเพื่อนำไปใช้จริงหลังจากการทดลอง

5. ถ่ายทอดองค์ความรู้และจัดทำเอกสารเผยแพร่ความรู้จากงานวิจัยไปสู่เกษตรกร จัดทำเป็นฐานข้อมูล ช่วยให้เกษตรกรมีข้อมูลที่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าในวางแผนการจัดการทำเกษตรกรรม การเพาะปลูกในช่วงฤดูมีสภาพวะอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย หรือเตรียมพร้อมรับมือกับภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

สถานที่ดำเนินงาน

1. แปลงนาเกษตรกรหมู่ 4 บ้านใหม่สามัคคี ต.ห้วยโป่ง อ.หนองไผ่ จ.เพชรบรูณ์

2. อาคารปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3. อาคารปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีการ Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

บทที่4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1 การพัฒนาสูตรปุ๋ยละลายช้า 12 สูตร จากตารางที่ 4.1 พบว่า สูตรที่ 8 ใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีปริมาณ ไนโตรเจนน้อยที่สุด 12.56 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สูตรที่ 9 ใช้ขี้เค้กให้ปริมาณไนโตรเจนสูงสุด 22.62 เปอร์เซ็นต์

ฟอสเฟต พบว่า มีปริมาณฟอสเฟตอยู่ในระดับต่ำ 0.2-0.86 ซึ่งสูตรที่8 มีปริมาณฟอสเฟตสูงสุดที่ 0.86 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยสูตรที่ 7,6,5,12,11,10,9,4,3 และ2

โพเทชเซียม พบว่าปริมาณโพเทชเซียมอยู่ระหว่าง 0.02-1.42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปุ๋ยสูตรที่ 4 มีปริมาณโพเทชเซียมสูงสุดที่ 1.42 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยปุ๋ยสูตรที่ 3,2,1,8,5,7,6,11,12,9 และ10 ตามลำดับ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่าปุ๋ยสูตรที่ 1-4 ที่ใช้ขี้วัวเป็นส่วนผสมให้ปริมาณอินทรียวัตถุสูง ระหว่าง 15.64 – 24.62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าขี้เค้กที่ให้ปริมาณอินทรียวัตถุ 9.36 – 15.48 ขณะที่ปุ๋ยหมักเติมอากาศให้ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำสุด ระหว่าง 6.13 – 7.61 เปอร์เซ็นต์

ความชื้นโดยน้ำหนัก มีทิศทางเดียวกันกับปริมาณอินทรียวัตถุ กล่าวคือสูตรที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงส่งผลให้ความชื้นโดยน้ำหนักที่มากกว่าสูตรที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าปุ๋ยสูตรที่ 7 มีค่า pH สูงสุดที่ 7.49 ตามด้วยสูตรที่ 9,5,10,6,8,1,3,2,11 และสูตรที่12 มีค่า pH ต่ำสุด 6.98

ค่าการนำไฟฟ้า พบว่า ปุ๋ยสูตรที่ 4 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดที่ 2.51 ds/m ตามด้วยปุ๋ยสูตรที่ 3,1,2,8,12,6,11,5,10,9 และ7 ตามลำดับ

ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ มีทิศทางเดียวกันกับปริมาณอินทรียวัตถุ ปุ๋ยสูตรที่ 1-4 ที่ใช้ขี้วัวเป็นส่วนผสมมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูงระหว่าง 9.07 – 14.28 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าสูตร 9- 12 ใช้ขี้เค้กมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ 5.43 – 9.74 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยสูตร 5 – 8 ปุ๋ยหมักเติมอากาศปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ต่ำสุด 3.56 – 4.41เปอร์เซ็นต์

อัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน พบว่าปุ๋ยสูตรที่ 4 มีปริมาณอัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจนสูงสุดที่ 1.13 ตามด้วยปุ๋ยสูตรที่ 3,2,12,1,11,8,10,9,6,7 และ5 ที่อัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน 0.77,0.62,0.58,0.45,0.38,0.35,0.30,0.24,0.23,0.23,และ0.18 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณอินทรียวัตถุ ความชื้นโดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสภาพการนำไฟฟ้า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และอัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน จากปุ๋ยละลาย

สูตร	ไนโตรเจน (Total N; %)	ฟอสเฟต (P_2O_5; %)	โพแทชเซียม (K_2O; %)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter; %)	ความชื้นโดยน้ำหนัก (Moisture by weigh; %)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH 1:2)	ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (EC 1:10; ds/m)	ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon; %)	อัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน (C/N ratio)
1	20.08	0.16	1	15.64	17.89	7.26	2.08	9.07	0.45
2	17.02	0.2	0.89	18.27	20.2	7.13	1.98	10.59	0.62
3	15.84	0.23	1.13	21.14	20.24	7.17	2.26	12.26	0.77
4	12.61	0.29	1.42	24.62	25.77	7	2.51	14.28	1.13
5	19.61	0.59	0.09	6.13	9.48	7.4	0.76	3.56	0.18
6	16.33	0.67	0.08	6.37	11.04	7.32	0.82	3.69	0.23
7	16.49	0.76	0.09	6.53	12.81	7.49	0.49	3.79	0.23
8	12.56	0.86	0.11	7.61	14.65	7.28	1.1	4.41	0.35
9	22.62	0.31	0.02	9.36	16.88	7.45	0.63	5.43	0.24
10	19.89	0.39	0.02	10.24	17.8	7.33	0.65	5.94	0.3
11	17.96	0.44	0.03	11.61	19.7	7.12	0.77	9.74	0.38
12	15.37	0.53	0.03	15.48	23.04	6.98	0.95	8.98	0.58

ช้าที่พัฒนา

การทดลองที่ 2

ความสูง จากตารางที่ 4.2 พบว่าความสูงหลังใส่ปุ๋ยในระยะ 7 วัน ปุ๋ยหลายสูตรมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในด้านความสูงที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหลังใส่ปุ๋ย 7 วันต้นข้าวมีความสูงระหว่าง 32.53-30.13 เซนติเมตรและหลังจากใส่ปุ๋ย 14วันถึงครั้งสุดท้ายที่70วันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อสิ่งทดลองที่1 (ชุดควบคุม) โดยสิ่งทดลองที่10 มีความสูงมากที่สุด 109.06 เซนติเมตร ตามด้วยสิ่งทดลองที่ 7,12,4,6,2,5,11,9และ13ในขณะที่สิ่งทดลองที่3และ8ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อสิ่งทดลองที่1 (ชุดควบคุม)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ จากตารางที่ 4.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวที่อายุ7 วันและ 70 วันหลังจากการใส่ปุ๋ย พบว่า 7 วันหลังการใส่ปุ๋ยปริมาณคลอโรฟิลล์อยู่ระหว่าง 34.01-38.38 โดยสิ่งทดลองที่ 10 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งที่ลองที่ 1 ในขณะที่ช่วง 70 วัน พบว่าในทุกสิ่งการทดลอง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ ระหว่าง 33.78-40.72 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.2 ความสูง (ซม.) หลังข้าวงอกที่อายุ 7 14 28 42 49 56 และ70 วัน

สิ่ง ทดลอง	7	14	28	42	49	56	70
1	30.46 ± 0.30ab	40.93 ± 0.416d	60.26 ± 0.46ab	70.04 ± 0.34ab	80.60 ± 0.40c	95.80 ± 3.41ab	100.06 ± 3.74b
2	31.30 ± 0.72ab	41.66 ± 0.94bcd	60.53 ± 0.23a	70.20 ± 2.30b	83.26 ± 2.77abc	95.26 ± 3.50ab	106.73 ±2.96a
3	31.13 ± 0.46ab	40.93 ± 1.66d	59.53 ± 1.00a-d	70.26 ± 0.11ab	83.53 ± 2.57abc	95.06 ± 3.75ab	104.00 ± 3.21ab
4	30.13 ± 1.28b	41.93 ± 0.50a-d	58.80 ± 0.20b-d	69.86 ± 1.72ab	86.06 ± 2.20abc	97.26 ± 4.50ab	107.26 ± 1.61a
5	30.86 ± 0.92ab	42.40 ± 0.52a-d	58.00 ± 1.60d	68.66 ± 2.73ab	84.4 ± 3.02abc	97.33 ± 6.01ab	106.73 ± 2.54a
6	30.13 ± 0.11b	41.73 ± 1.40bcd	59.80 ± 1.56abc	68.06 ± 0.70ab	84.00 ± 4.54abc	92.00 ± 4.46b	107.06 ± 3.02a
7	32.53 ± 1.60a	41.33 ± 0.23cd	60.40 ± 0.52ab	71.80 ± 2.90ab	84.60 ± 1.92abc	95.73 ± 5.67ab	108.40 ± 1.05a
8	31.46 ± 2.94ab	41.80 ± 0.20a-d	60.26 ± 0.98ab	71.06 ± 3.25ab	82.80 ± 1.58bc	94.26 ± 1.61ab	103.86 ± 1.70ab
9	31.00 ± 0.20ab	42.20 ± 0.87a-d	59.93 ± 1.10abc	71.13 ± 1.51ab	85.00 ± 1.11abc	100.60 ± 3.70a	105.80 ± 2.69a
10	30.40 ± 0.34ab	43.20 ± 1.44ab	58.46 ± 2.53cd	71.13 ± 1.60ab	87.40 ± 1.11ab	98.46 ± 3.12ab	109.06 ± 2.73a
11	31.20 ± 0.91ab	43.33 ± 1.97a	59.60 ± 0.91a-d	72.46 ± 2.00a	85.40 ± 3.30abc	90.80 ± 9.55b	106.40 ± 1.44a
12	31.40 ± 1.70ab	42.80 ± 1.11abc	60.33 ± 0.41ab	70.66 ± 3.52ab	88.73 ± 5.44a	100.73 ± 4.24a	107.53 ± 4.04a
13	31.06 ± 0.30ab	42.80 ± 1.40abc	59.86 ± 0.50abc	71.13 ± 1.51ab	85.73 ± 1.72abc	95.73 ± 3.41ab	105.53 ± 2.31a
c.v.	3.76	1.94	1.45	2.89	3.34	4.21	2.63
f-test	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์หลังใส่ปุ๋ย 7 และ 70 วัน

สิ่งทดลอง	7	70
1	34.01 ± 1.35d	33.78 ± 1.31
2	37.49 ± 3.40ab	34.08 ± 0.76
3	37.99 ± 2.85ab	35.01 ± 0.20
4	36.78 ± 1.25a-d	34.94 ± 0.97
5	34.91 ± 0.21bcd	34.20 ± 0.61
6	36.87 ± 3.77a-d	33.78 ± 1.56
7	37.31 ± 1.50abc	35.44 ± 1.10
8	34.21 ± 0.48cd	34.77 ± 1.31
9	36.10 ± 0.60a-d	34.44 ± 0.24
10	37.66 ± 3.03ab	40.72 ± 10.99
11	35.89 ± 0.01a-d	36.19 ± 0.34
12	38.38 ± 2.45a	35.37 ± 0.74
13	38.21 ± 3.23a	39.54 ± 8.74
cv.	4.50	10.92
f-test	*	ns

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จำนวนต้นต่อกอ จากตารางที่ 4.4 พบว่าสิ่งทดลองที่11 มีจำนวนต้นต่อกอสูงสุดที่ 5.93 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่1และ5 แต่สิ่งทดลองที่ 12,7,13,6,10,9,2,3,8และ4ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่1และ5

จำนวนรวงต่อกอ จากตารางที่ 4.4 พบว่าสิ่งทดลองที่11 มีจำนวนรวงต่อกอสูงสุดที่ 5.66 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อสิ่งทดลองที่1 และ4 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองอื่น ๆ

น้ำหนักต้นแห้ง จากตารางที่ 4.4 พบว่าสิ่งน้ำหนักต้นแห้งอยู่ระหว่าง 8.47-12.53 กรัมซึ่งสิ่งทดลองที่11 มีน้ำหนักต้นแห้งสูงสุดที่12.53กรัมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่13,3,12,10,7,4,2,6,9และ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตต่อสิ่งทดลองที่1,5และ8ที่9.31,8.51และ8.47 กรัม

น้ำหนักรากแห้ง จากตารางที่ 4.4 พบว่า สิ่งทดลองที่2 มีน้ำหนักรากแห้งสูงสุดที่ 11.44 กรัมซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่1 และ5 ที่5.75และ5.29กรัมแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองอื่น

จำนวนเมล็ดต่อรวง จากตารางที่ 4.4 พบว่า จำนวนเมล็ดข้าวอยู่ระหว่าง 132.06-154.86 เมล็ดต่อรวง ซึ่งสิ่งทดลองที่12 มีจำนวนเมล็ดสูงสุดที่ 154.86 ตามด้วยสิ่งทดลองที่ 7,1,3,11,8,13,6,9,10,4และ5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่2 แต่สิ่งทดลองที่1,3,11,8,13,6,9,10,4และ5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่2

เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี จากตารางที่ 4.5 พบว่าสิ่งทดลองที่ 12 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงสุดที่ 95.00 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยสิ่งทดลองที่10,4,9,2,8,5,3,7,6,13และ1 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่11 93.36 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์เมล็ดเสีย จากตารางที่ 4.5 พบว่าสิ่งทดลองที่12 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียน้อยที่สุดที่ 4.99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อที่สิ่งทดลองที่11 ตามด้วยสิ่งทดลองที่10,4,9,5,8,5,6และ13 ที่5.14,5.34,5.57,5.07,5.72,5.89,6.02 และ 6.10 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4 จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก จำนวนเมล็ดต่อรวง

สิ่งทดลอง	ต้น/กอ (จำนวน)	รวง/กอ (จำนวน)	น้ำหนักแห้งต้น (ก.)	น้ำหนักแห้งราก (ก.)	เมล็ด/รวง (จำนวน)
1	4.53 ± 0.82b	4.33 ± 0.08b	8.47 ± 1.20c	5.75 ± 2.12b	153.00 ± 1.05a
2	5.33 ± 0.57ab	5.66 ± 0.08ab	11.01 ± 0.77abc	11.44 ± 6.51a	132.06 ± 35.5b
3	5.26 ± 1.36ab	5.13 ± 1.13ab	11.41 ± 2.09ab	7.86 ± 0.78ab	152.73 ± 1.15ab
4	4.80 ± 0.72ab	4.53 ± 0.08ab	11.19 ± 2.96abc	6.62 ± 2.49ab	151.06 ± 2.13ab
5	4.53 ± 0.57b	4.33 ± 0.61b	8.50 ± 0.99c	5.29 ± 1.09b	143.40 ± 16.82ab
6	5.46 ± 0.70ab	4.93 ± 0.08ab	10.54 ± 0.42abc	7.00 ± 3.17ab	151.66 ± 1.55ab
7	5.60 ± 1.03ab	5.40 ± 1.05ab	11.23 ± 1.61abc	7.05 ± 0.19ab	153.93 ± 0.23a
8	5.26 ± 0.90ab	5.20 ± 0.91ab	9.31 ± 1.58bc	6.95 ± 2.14ab	152.46 ± 1.60ab
9	5.40 ± 0.34ab	5.06 ± 0.23ab	10.19 ± 1.76abc	8.24 ± 1.36ab	151.60 ± 196ab
10	5.46 ± 1.17ab	5.33 ± 0.94ab	11.27 ± 1.68abc	7.24 ± 0.79ab	151.53 ± 1.55ab
11	5.93 ± 0.61a	5.66 ± 0.57a	12.53 ± 1.19a	10.03 ± 2.24ab	152.73 ± 2.11ab
12	5.66 ± 0.11ab	5.40 ± 0.20ab	11.37 ± 0.69ab	7.52 ± 0.65ab	154.86 ± 1.40a
13	5.60 ± 0.20ab	5.46 ± 0.11ab	11.97 ± 1.32ab	5.75 ± 2.19ab	152.00 ± 1.21ab
c.v.	13.14	13.01	13.66	32.99	7.05
f-test	*	*	*	*	*

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จากตารางที่ 4.5 พบว่าน้ำหนักระหว่าง 29.13-30.52 กรัมโดยสิ่งทดลองที่12 มีน้ำหนัก 1,000เมล็ดสูงสุด 30.52 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่10,8,5และ2ซึ่งมีน้ำหนัก1,000เมล็ด30.35,30.08,30.03 และ 29.96 กรัม ตามลำดับ แต่สิ่งทดลองที่12 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อสิ่งทดลองที่7,4,9,6,1,3 และ11ซึ่งน้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่29.75,29.69,29.64,29.49,29.46,29.40 และ 29.13 กรัม ตามลำดับ

ผลผลิตต่อกอ จากตารางที่ 4.5 พบว่าสิ่งทดลองที่ 10 มีผลผลิตต้นต่อกอที่ 25.09 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อสิ่งทดลองที่ 4 แต่ไม่มีความแตกต่างกันต่อสิ่งทดลองอื่น ๆ

ผลผลิตต่อไร่ จากตารางที่ 4.5 พบว่าผลผลิตต่อไร่อยู่ในระดับ 650.66-858.67 กก./ไร่ โดยสิ่งทดลองที่ 10และ 13 มีผลผลิตต่อไร่สูงสุดที่ 858.67และ858.66 กก./ไร่ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่11ที่ 650.66 กก./ไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลลองที่1

ดัชนีเก็บเกี่ยว จากตารางที่ 4.5 พบว่าสิ่งทดลองที่1 มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 34.92 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่ 2,11 และ13 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติต่อสิ่งทดลองอื่น ๆ

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดเสีย น้ำเหนัก1,000เมล็ด ผลผลิตต้นต่อกอ ผลผลิตต่อไร่/กก. ดัชนีเก็บเกี่ยว

สิ่งทดลอง	เมล็ดดี (%)	เมล็ดเสีย (%)	นน. 1000 เมล็ด (ก.)	ผลผลิตต้น/กอ (ก.)	ผลผลิต/ไร่ (กก.)	HI (%)
1	93.50 ± 1.07^{bc}	6.49 ± 1.07^{ab}	29.46 ± 0.43^{df}	21.01 ± 4.03^{ab}	757.33 ± 56.19^{a-d}	34.92 ±3.42^{a}
2	94.29 ± 0.07^{abc}	5.07 ± 0.07^{abc}	29.96 ± 0.05^{a-e}	20.34 ± 7.50^{ab}	725.33 ± 33.03^{bcd}	26.35 ± 6.70^{c}
3	94.02 ± 0.08^{abc}	5.97 ± 0.88^{abc}	29.40 ± 0.35^{ef}	23.90 ± 3.63^{ab}	736.00 ± 48.00^{a-d}	28.56 ± 3.89^{abc}
4	94.66 ± 0.55^{ab}	5.34 ± 0.55^{bc}	29.69 ± 0.55^{c-f}	18.23 ± 3.60^{b}	768.00 ± 42.33^{a-d}	29.26 ± 4.99^{abc}
5	94.10 ± 0.42^{abc}	5.89 ± 0.42^{abc}	30.03 ± 0.09^{a-e}	20.31 ± 2.52^{ab}	853.33 ± 24.44^{ab}	33.74 ± 5.15^{ab}
6	93.97 ± 0.65^{abc}	6.02 ± 0.65^{abc}	29.49 ± 0.41^{c-f}	21.24 ± 4.69^{ab}	821.33 ± 88.12^{abc}	29.81 ± 0.79^{abc}
7	93.98 ± 0.53^{abc}	6.01 ± 0.53^{abc}	29.75 ± 0.49^{b-f}	24.16 ± 5.58^{ab}	714.66 ± 33.30^{cd}	29.16 ± 2.61^{abc}
8	94.27 ± 0.74^{abc}	5.72 ± 0.74^{abc}	30.08 ± 0.11^{a-d}	21.99 ± 4.62^{ab}	725.33 ± 93.75^{b-d}	33.29 ± 3.87^{abc}
9	94.42 ± 0.94^{abc}	5.57 ± 0.94^{abc}	29.64 ± 0.39^{c-e}	22.18 ± 1.51^{ab}	778.66 ± 88.12^{a-d}	30.85 ± 3.05^{abc}
10	94.85 ± 0.53^{a}	5.14 ± 0.53^{c}	30.35 ± 0.42^{ab}	25.09 ± 3.13^{a}	858.67 ± 33.30^{a}	29.20 ± 3.35^{abc}
11	93.36 ± 0.91^{c}	6.64 ± 0.91^{a}	29.13 ± 0.36^{f}	23.75 ± 2.84^{ab}	650.66 ± 56.19^{d}	26.28 ± 1.54^{c}
12	95.00 ± 0.41^{a}	4.99 ± 0.41^{c}	30.52 ± 0.07^{a}	24.89 ± 0.35^{a}	805.33 ± 124.27^{abc}	29.40 ± 1.40^{abc}
13	93.89 ± 0.83^{bc}	6.10 ± 0.83^{abc}	29.46 ± 0.43^{d-f}	24.72 ± 0.31^{a}	858.66 ± 80.53^{a}	27.77 ± 2.28^{bc}
c.v.	0.62	10.15	1.09	14.17	8.59	12.07
f-test	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p>0.05)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ปุ๋ยที่ศึกษาและพัฒนา 12 สูตรพบไนโตรเจนสูงในระดับ(12.56-7.49)เปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟส ระดับ(0.2-0.86)เปอร์เซ็นต์ โพสเทชเซียมระดับ(0.021) เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็น กรด-ด่าง(pH) ระดับ(6.98-7.49) ค่าสภาพการนำไฟฟ้า ระดับ(0.63-2.51) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ระดับ(3.56-14.28)เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน ระดับ(0.3-1.13)ซึ่งสอดคล้องกับ(กระทรวง เกษตรและสหกรณ์, 2563) ว่าปุ๋ยอินทรีเคมีควรมีธาตุอาหารตามที่ข้อกำหนด 4 ประการ คือ 1) มีปริมาณธาตุอาหารรับรอง ที่แน่นอน 2) มีปริมาณอินทรียวัตถุไม่น้อยกว่า 10% 3) มีธาตุหลักอย่างน้อย 2 ธาตุ แต่ละธาตุมีไม่น้อยกว่า 3% ปริมาณธาตุอาหารรับรองรวมกันไม่น้อยกว่า 12% และ 4) ความชื้นไม่เกิน 10% โดยน้ำหนักของปุ๋ย จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 พบว่า7วันหลังใส่ปุ๋ยข้าวที่ใส่ปุ๋ยลละลายช้าสูตรที่5อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมีหมอดิน(27-12-6) อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ แต่กับพบว่า 70 วันหลังใส่ปุ๋ยปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง นฤมล สุขเกษม (2558) พบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบข้าวมีค่ามากกว่าการให้ปุ๋ยเคมี

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยละลายช้า อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่พบว่าให้ค่าเฉลี่ยความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดเสีย น้ำหนัก1000 เมล็ด ผลผลิตต้นต่อกอ ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมีหมอดิน(27-12-6) อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ แต่กับพบว่า จำนวนเมล็ดต่อรวง ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยละลายช้าสูตรที่ 12,7 ซึ่งไม่สอดคล้องกับการทดลองของ นฤมล สุขเกษม พบว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีจะมีค่าเฉลี่ยจำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดเสีย น้ำหนัก1000 เมล็ด ผลผลิตต้นต่อกอ ผลผลิตต่อไร่มากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยละลายช้า สอดคล้องกับการทดลองของ โสพส แซ่ลิ้ม (2560) ศึกษากระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เคมีละลายช้าสำหลับการผลิตข้าวแบบใส่ครั้งเดียวประกอบด้วยการทำปุ๋ยหมักจากวัตถุดิบคือมูลสัตว์ พบว่า ได้รับผลผลิตไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จากผลการทดลองในระดับสนามและไร่นาเกษตรกรในเขตพื้นที่ จังหวัดปทุมธานี ที่ได้รับผลผลิตประมาณ 1,200 กิโลกรัมต่อไร่

ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่1 พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอก จากตารางที่ 4.1สิ่งทดลองที่ 5 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด 83.33 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 82.22 เปอร์เซ็นต์ และสิ่งทดลองที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 80.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสิ่งทดลองที่ 4 กับสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 69.44 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสิ่งทดลองที่ 3 กับสิ่งทดลองที่ 1 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 65.55 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การทดลองที่ 2,4,5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 1

ผลการทดลองดัชนีการงอก จากตารางที่ 4.1 พบว่าสิ่งทดลองที่ 5 มีดัชนีการงอกสูงสุด 3.75 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่ 4 ที่มีดัชนีการงอก 3.45 และสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีดัชนีการงอก 3.31 ซึ่งสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีดัชนีการงอก 2.97 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 1 ที่มีดัชนีการงอก 2.52

ตารางที่ 4.1 อัตราส่วนของวัสดุเพาะต่อ เปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอก

สิ่งทดลอง	เปอร์เซ็นต์ความงอก	ดัชนีความงอก
1. ดิน	65.55 ± 11.34^{c}	2.52 ± 0.10^{c}
2. ขุยมะพร้าว:ดิน	82.22 ± 2.54^{a}	3.31 ± 0.08^{a}
3. ขุยมะพร้าว:แกลบดำ	69.44 ± 4.81^{bc}	2.97 ± 0.20^{b}
4. ดิน:แกลบดำ	80.55 ± 2.54^{ab}	3.45 ± 0.10^{a}
5. ขุยมะพร้าว:ดิน:แกลบดำ	83.33 ± 4.40^{a}	3.57 ± 0.18^{a}
cv.	8.17	5.15
Sig.	*	*

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองที่2 พบว่า ความสูงที่ 7 วัน จากตารางที่ 4.2 สิ่งทดลองที่ 1 มีความสูงสูงสุด 7.70 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีความสูง 6.60 เซนติเมตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีความสูง 4.35 เซนติเมตร ซึ่งสิ่งทดลองที่ 4 ที่มีความสูง 1.89 เซนติเมตร และ สิ่งทดลองที่ 5 ที่มีความสูง 1.38 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดลองของความสูงที่ 14 วัน จากตารางที่ 4.2 พบว่าสิ่งทดลองที่ 1 มีความสูงสูงสุด 17.87 เซนติเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีความสูง 16.08 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีความสูง 11.55 เซนติเมตร นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ 4 มีความสูง 8.05 เซนติเมตร และสิ่งทดลองที่ 5 มีความสูง 6.56 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดลองของความสูงที่ 21 วัน จากตารางที่ 4.2 พบว่าสิ่งทดลองที่ 1 มีความสูงสูงสุด 32.84 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีความสูง 32.08 เซนติเมตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีความสูง 22.09 เซนติเมตร ซึ่งสิ่งทดลองที่ 4 ที่มีความสูง 17.78 เซนติเมตร และ สิ่งทดลองที่ 5 ที่มีความสูง 15.86 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.2 ความสูงหลังงอกที่ 7 14 และ 21วัน

	ความสูง (ซม.)		
สิ่งทดลอง	7 วัน	14 วัน	21 วัน
1.น้ำปริมาตร 2000 มิลลิตร	7.70 ± 0.36^{a}	17.87 ± 1.00^{a}	32.84 ± 1.67^{a}
2.น้ำปริมาตร 1000 มิลลิตร	6.60 ± 0.92^{a}	16.08 ± 0.82^{b}	32.08 ± 0.61^{a}
3.น้ำปริมาตร 750 มิลลิลิตร	4.35 ± 0.50^{c}	11.55 ± 0.11^{c}	22.09 ± 1.17^{b}
4.น้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร	1.89 ± 0.23^{d}	8.05 ± 1.25^{d}	17.78 ± 1.51^{c}
5.น้ำปริมาตร 250 มิลลิลิตร	1.38 ± 0.25^{d}	6.56 ± 0.74^{d}	15.86 ± 0.80^{c}
cv.	11.51	7.43	4.46
Sig.	*	*	*

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองน้ำหนักต้นสด จากตารางที่ 4.3 พบว่าสิ่งทดลองที่ 1 มีน้ำหนักต้นสดสูงสุด 0.36 กรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีน้ำหนักต้นสด 0.35 กรัม แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีน้ำหนักต้นสด 0.26 กรัม นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งมีน้ำหนักต้นสด 0.20 กรัม และสิ่งทดลองที่ 5 มีน้ำหนักต้นสด 0.18 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดลองน้ำหนักต้นแห้ง จากตารางที่ 4.3 พบว่าสิ่งทดลอง1 มีน้ำหนักต้นแห้งสูงสุด 0.17 กรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีน้ำหนักต้น

แห้ง 0.16 กรัม แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีน้ำหนักต้นแห้ง 0.11 กรัม นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งมีน้ำหนักต้นแห้ง 0.08 กรัม และสิ่งทดลองที่ 5 มีน้ำหนักต้นแห้ง 0.08 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดลองน้ำหนักรากสด จากตารางที่ 4.3 พบว่าน้ำหนักรากสดสิ่งทดลองที่ 1 มีน้ำหนักรากสดสูงสุด 0.19 กรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีน้ำหนักรากสด 0.14 กรัม สิ่งทดลองที่ 3 มีน้ำหนักรากสด 0.11 กรัม ซึ่งสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 แตกต่างกันจากสิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งมีน้ำหนักรากสด 0.06 กรัม และสิ่งทดลองที่ 5 มีน้ำหนักรากสด 0.02 กรัม โดยสิ่งทดลองที่ 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการทดลองน้ำหนักรากแห้ง จากตารางที่ 4.3 พบว่าน้ำหนักรากแห้งสิ่งทดลองที่ 1 มีน้ำหนักรากแห้งสูงสุด 0.03 กรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีน้ำหนักรากแห้ง 0.02 กรัม สิ่งทดลองที่ 3 ที่มีน้ำหนักรากแห้ง 0.01 กรัม และ สิ่งทดลองที่ 4 ที่มีน้ำหนักรากแห้ง 0.01 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ 1 2 3 และ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสิ่งทดลองที่ 5 ที่มีน้ำหนักรากแห้ง 0.00 กรัม

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการให้น้ำที่มีผลต่อ น้ำหนักต้นสด น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากสดและน้ำหนักรากแห้งของข้าวระยะกล้าที่ 21 วัน

สิ่งทดลอง	น้ำหนักต้นสด (ก.)	น้ำหนักต้นแห้ง (ก.)	น้ำหนักรากสด (ก.)	น้ำหนักรากแห้ง (ก.)
1.น้ำปริมาตร 2000 มิลลิตร	0.36 ± 0.01^{a}	0.17 ± 0.00^{a}	0.19 ± 0.02^{a}	0.03 ± 0.00^{a}
2.น้ำปริมาตร 1000 มิลลิตร	0.35 ± 0.01^{a}	0.16 ± 0.00^{a}	0.14 ± 0.01^{b}	0.02 ± 0.00^{b}
3.น้ำปริมาตร 750 มิลลิลิตร	0.26 ± 0.01^{b}	0.11 ± 0.00^{b}	0.11 ± 0.02^{b}	0.01 ± 0.00^{c}
4.น้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร	0.20 ± 0.02^{c}	0.09 ± 0.00^{c}	0.06 ± 0.01^{c}	0.01 ± 0.00^{c}
5.น้ำปริมาตร 250 มิลลิลิตร	0.18 ± 0.01^{c}	0.08 ± 0.00^{c}	0.02 ± 0.01^{c}	0.00 ± 0.00^{d}
cv.	4.05	4.31	18.05	18.20
Sig.	*	*	*	*

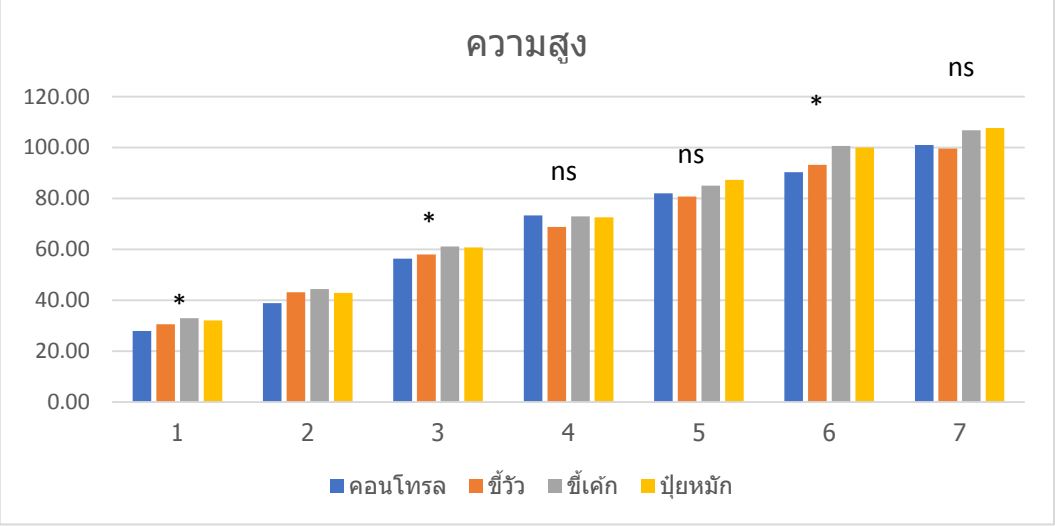
หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4 ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารปุ๋ยละลายช้าที่พัฒนาเป็นก้อนปลูกก้อนปลูก

สูตร	ขี้วัว	ขี้เค้ก	ปุ๋ยหมัก
ไนโตรเจน(Total N; %)	5.22	5.79	5.96
ฟอสเฟต(P2O5; %)	0.03	0.08	0.25
โพแทชเซียม(K2O; %)	0.44	0.11	0.16
ปริมาณอินทรียวัตถุ	9.45	9.44	7.69
ความชื้นโดยน้ำหนัก	14.38	10.07	20.11
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.34	7.39	7.47
ค่าสภาพการนำไฟฟ้า	0.42	0.54	0.39
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์	5.48	5.47	4.46
อัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน	1.05	0.94	0.75

ความสูง จากภาพที่ 4.1 พบว่าความสูงหลังปลูกในระยะ 7 วัน ก้อนปลูกปุ๋ยหลายสูตรมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในด้านความสูงที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหลังปลูกโดยก้อนปลูก 7 วันต้นข้าวมีความสูงระหว่าง 27.90-32.90 เซนติเมตรและหลังจากปลูก 21 วันถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ครั้งสุดท้ายที่ 70 ตารางที่ 4.5 วันมีไม่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อสิ่งทดลองที่1 (ชุดควบคุม) โดยสิ่งทดลองก้อนปลูกปุ๋ยหมัก มีความสูงมากที่สุด 107.70 เซนติเมตร ตามด้วยสิ่งทดลองก้อนปลูกขี้เค้ก,ชุดควบคุม,ก้อนปลูกขี้วัว ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1 ความสูงของข้าวหลังงอกครั้งแรกที่อายุ 7 14 28 42 49 56 และ 70 วัน

ตารางที่ 4.5 ชนิดก้อนปลูกปุ๋ยละลายช้าต่อ ความสูง และปริมาณคลอโรฟิลล์

สิ่งทดลอง	ความสูง (ซม.)	คลอโรฟิลล์ (spread)
ชุดควบคุม	101.00 ± 5.37	37.65 ± 0.80
ก้อนปลูกขี้วัว	99.70 ± 0.42	35.49 ± 2.50
ก้อนปลูกขี้เค้ก	106.80 ± 4.80	35.55 ± 0.38
ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก	107.70 ± 1.27	37.33 ± 1.8
cv.	4.07	4.06
f-test	ns	ns

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

* หมายถึง มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณคลอโรฟิลล์ จากตารางที่ 4.5 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวที่อายุ 70 วันหลังจากการปลูกโดยก้อนปลูก พบว่า 70 วันหลังการปลูกปริมาณคลอโรฟิลล์อยู่ระหว่าง 35.49 – 37.65 โดยสิ่งทดลองชุดควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งที่ลองก้อนปุ๋ยหมัก, ก้อนปลูกขี้เค้ก,ก้อนปลูกขี้วัว ตามลำดับ

จำนวนต้นต่อกอ จากตารางที่ 4.6 พบว่าสิ่งทดลองก้อนปลูกปุ๋ยหมัก มีจำนวนต้นต่อกอสูงสุดที่ 19.90 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลอง ชุดควบคุม,ก้อนปลูกขี้วัว,ก้อนปลูกขี้เค้ก

จำนวนรวงต่อกอ จากตารางที่ 4.6 พบว่าสิ่งทดลองก้อนปลูกปุ๋ยหมัก มีจำนวนรวงต่อกอสูงสุดที่ 18.50 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อสิ่งทดลอง ชุดควบคุม,ก้อนปลูกขี้วัว,ก้อนปลูกขี้เค้ก

จำนวนเมล็ดข้าวต่อรวง จากตารางที่ 4.6 พบว่า จำนวนเมล็ดข้าวอยู่ระหว่าง 150.70 - 153.10 เมล็ดต่อรวง ซึ่งสิ่งทดลองก้อนปลูกขี้เค้ก มีจำนวนเมล็ดสูงสุดที่ 153.10 ตามด้วยสิ่งทดลองก้อนปลูกปุ๋ยหมัก,ก้อนปลูกขี้วัว,ชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.6 ชนิดก้อนปลูกปุ๋ยละลายช้าต่อ ต้นต่อกอ รวงต่อกอ และเมล็ดข้าวต่อรวง

สิ่งทดลอง	ต้นต่อกอ (จำนวน)	รวงต่อกอ (จำนวน)	เมล็ดข้าวต่อรวง(จำนวน)
ชุดควบคุม	19.10 ± 0.98	17.80 ± 0.84	150.70 ± 0.14
ก้อนปลูกขี้วัว	16.00 ± 2.82	14.60 ± 5.65	151.20 ± 2.82
ก้อนปลูกขี้เค้ก	19.50 ± 2.96	17.50 ± 2.12	153.10 ± 0.42
ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก	19.90 ± 2.12	18.50 ± 4.94	152.40 ± 0.56
cv.	9.94	17.80	0.86
f-test	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จำนวนเมล็ดดี จากตารางที่ 4.7 พบว่าสิ่งทดลองก้อนปลูกขี้เค้ก มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงสุดที่ 146.50เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยสิ่งทดลองก้อนปลูกปุ๋ยหมัก,ก้อนปลูกขี้วัว,ชุดควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลอง ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก,ก้อนปลูกขี้วัว,ชุดควบคุมที่ 3.30,4.20,6.70 และ เปอร์เซ็นต์

จำนวนเมล็ดเสีย จากตารางที่ 4.7 พบว่าสิ่งทดลองก้อนปลูกขี้เค้ก มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียน้อยที่สุดที่ 6.60เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลอง ก้อนปลูกขี้วัว,ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก,ชุดควบคุม ที่ 2.30,2.60 และ 4.30 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนัก 1000 เมล็ด จากตารางที่ 4.7 พบว่าน้ำหนักระหว่าง 31.60 – 33.30 กรัมโดยสิ่งทดลองก้อนปลูกขี้วัว มีน้ำหนัก 1000 เมล็ดสูงสุด 33.30 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลอง ก้อนปลูกขี้เค้ก,ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก,ชุดควบคุม ตามลำดับ

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.4 จำนวนเมล็ดข้าวดีต่อรวง , จำนวนเมล็ดข้าวเสียต่อรวง ,น้ำหนักเมล็ดข้าว 1000 เมล็ด

น้ำหนักรากแห้ง จากตารางที่ 4.8 พบว่า สิ่งทดลองก้อนปลูกปุ๋ยหมัก มีน้ำหนักรากแห้งสูงสุดที่ 53.78 กรัมซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลอง ก้อนปลูกขี้เค้ก,ชุดควบคุม,ก้อนปลูกขี้วัว ตามลำดับ

น้ำหนักต้นข้าวแห้ง จากตารางที่ 4.8 พบว่าน้ำหนักต้นข้าวแห้งอยู่ระหว่าง 36.97 – 57.21 กรัมซึ่งสิ่งทดลองชุดควบคุม มีน้ำหนักต้นแห้งสูงสุดที่ 57.21 กรัมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองก้อนปลูกขี้เค้ก,ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก,ก้อนปลูกขี้วัว ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ชนิดก้อนปลูกปุ๋ยละลายช้าต่อจำนวนเมล็ดดี เมล็ดเสีย และน้ำหนัก 1000 เมล็ด

สิ่งทดลอง	เมล็ดดี (จำนวน)	เมล็ดเสีย (จำนวน)	น้ำหนัก1000 เมล็ด (ก.)
ชุดควบคุม	139.80 ± 0.56b	10.90 ± 0.42a	31.60 ± 1.50
ก้อนปลูกขี้วัว	142.30 ± 3.25ab	8.90 ± 0.42a	33.30 ± 0.4
ก้อนปลูกขี้เค้ก	146.50 ± 0.14a	6.60 ± 0.56b	32.80 ± 0.00
ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก	143.20 ± 1.41ab	9.20 ± 0.84a	31.90 ± 0.50
cv.	1.21	7.62	3.04
f-test	*	*	ns

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p>0.05)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.8 ชนิดก้อนปลูกปุ๋ยละลายช้าต่อน้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักต้นแห้ง

สิ่งทดลอง	รากแห้ง (ก.)	ต้นข้าวแห้ง (ก.)
ชุดควบคุม	42.48 ± 7.55	57.21 ± 3.62
ก้อนปลูกขี้วัว	38.22 ± 5.27	36.97 ± 7.58
ก้อนปลูกขี้เค้ก	46.39 ± 19.44	46.15 ± 13.63
ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก	53.78 ± 19.47	44.06 ± 3.85
cv.	36.14	15.6
f-test	ns	ns

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแต่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p>0.05)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาวัสดุเพาะ พบว่าในแต่ละสิ่งทดลองมีผลทำให้ เปอร์เซ็นต์ความงอก และดัชนีการงอก มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่ 5 ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความงอก และดัชนีความงอกมีค่าเฉลี่ยสูงสุด จากผลการทดลองเปอร์เซ็นต์ความงอก สัดส่วนของวัสดุเพาะ พบว่าสัดส่วนขุยมะพร้าว:ดิน:แกลบดำ อัตรา 1:1:1 ที่เติมโพลิเมอร์ มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ความสูง ซึ่งสอดคล้องกับ เจนจิรา ชุมภูคำ สิริกาญจนา ตาแก้ว และ ณัฐพงค์ จันจุฬา (2557) ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ด การรอดชีวิต และ การเจริญเติบโตของต้นกล้ามัลเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2 พบว่าในวัสดุการเพาะ ถ่านแกลบ:ทรายหยาบ:ขุยมะพร้าว ในอัตรา 1:1:1 เมล็ดมัลเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2 ที่มีความงอกสูงสุด

จากผลการทดลองดัชนีการงอก สัดส่วนของวัสดุเพาะ พบว่า สัดส่วนขุยมะพร้าว:ดิน:แกลบดำ อัตรา 1:1:1 ที่เติมโพลิเมอร์ มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ความสูง ซึ่งสอดคล้องกับ เจนจิรา ชุมภูคำ สิริกาญจนา ตาแก้ว และ ณัฐพงค์ จันจุฬา (2557) การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ด การรอดชีวิต และ การเจริญเติบโตของต้นกล้ามัลเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2 มีการเจริญเติบโตที่สุด

จากผลการทดลองของความสูง สิ่งทดลองที่ 1 มีความสูงสูงสุด 32.84 เซนติเมตร น้ำหนักต้นสด สิ่งทดลองที่ 1 มีน้ำหนักต้นสดสูงสุด 0.36 กรัมและน้ำหนักต้นแห้งสิ่งทดลอง1 มีน้ำหนักต้นแห้งสูงสุด 0.17 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ ทวีป เสนคำวงศ์ ฉันทนา วิชรัตน ปรีชา รัตนัง และ สุเทพ วัชรเวชศฤงคาร (2559) ศึกษาผลของวัสดุเพาะ อัตราเมล็ดพันธุ์ และอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อการผลิตต้นกล้างอกของผักขี้หูด การใช้วัสดุเพาะที่มี ส่วนผสมระหว่างแกลบดำผสมขุยมะพร้าว อัตรา 1:1 ให้ผลดีที่สุด

จากผลการทดลองของน้ำหนักรากสดพบว่าน้ำหนักรากสดสิ่งทดลองที่ 1 มีน้ำหนักรากสูงสุด 0.19 กรัม และน้ำหนักรากแห้ง พบว่าน้ำหนักรากแห้งสิ่งทดลองที่ 1 มีน้ำหนักรากแห้งสูงสุด 0.03 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ และชวนพิศ อรุณรังสิกุล (2555) วัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการเกิดรากของต้นกล้าฟักข้าว ในลักษณะน้ำหนักแห้งราก พบว่า วัสดุปลูกตำหรับที่ 1 (ดินร่วน 2 ส่วน : ขี้เถ้าแกลบ 3 ส่วน : ปุ๋ยคอก 1 ส่วน แม้จะให้น้ำหนักแห้งรากมากที่สุด) ให้น้ำหนักแห้งรากน้อยที่สุด น้อยกว่าตำรับที่ 1 ถึง 0.026 กรัม

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณธาตุอาหารก้อนปลูกปุ๋ยสูตรที่ศึกษาและพัฒนา 3 สูตรพบว่าความสูงหลังปลูกในระยะ 7 วัน ก้อนปลูกปุ๋ยหลายสูตรมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในด้านความสูงที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหลังปลูกโดยก้อนปลูก 7 วันต้นข้าวมีความสูงระหว่าง 27.90-32.90 เซนติเมตรและหลังจากปลูก 21 วันถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ครั้งสุดท้ายที่ 70 วันมีไม่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อ

สิ่งทดลองที่1 (ชุดควบคุม) โดยสิ่งทดลองก้อนปลูกปุ๋ยหมัก มีความสูงมากที่สุด 107.70 เซนติเมตร ตามด้วยสิ่งทดลองก้อนปลูกขี้เค้ก,ชุดควบคุม,ก้อนปลูกขี้วัว ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 (2017): วารสารเกษตร การใช้ปุ๋ยละลายช้าทุกกรรมวิธีไม่ได้ทำให้ความสูงของต้นข้าวโพด แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมีธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไร

1. ผลการวิจัย

1.1 ผลการดำเนินการพยากรณ์ข้อมูลการปลูกข้าวด้วยเทคนิคใหม่โดยการทำเหมืองข้อมูลภายใต้การบูรณาการการสร้างนวัตกรรมองค์ความรู้การเกษตรด้วยเทคนิคแบบใหม่ในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อจำแนกประเภทการเพาะปลูกข้าวทั้ง 5 ประเภทคือ 1. คอนโทรล (Control) 2. มูลโค (Manure) 3.เค้กอ้อยหรือขี้เค้กอ้อย (Filtercake) และ 5. ปุ๋ยหมัก (Compost) ดังนี้

1.1 ผลการดำเนินการพยากรณ์ข้อมูลการปลูกข้าวจากแอททริบิวต์ทั้งหมด

เป็นการนำชุดข้อมูลที่ได้จากการแทนค่าตัวเลขแทนข้อมูลที่เป็นอักขระเพื่อใช้ในการสร้างโมเดล โดยการแยกข้อมูลแต่ละชนิดแบ่งการฝึกสอนที่เป็นข้อมูลเพาะปลูกจำแนกตามประเภทที่ต้องการหาคำตอบ 3,000 การเชื่อมต่อ คำตอบเป็น “YES” และประเภทอื่นอย่างละ 1,000 การเชื่อมต่อ คำตอบเป็น “NO” และชุดทดสอบแบ่งข้อมูลเพาะปลูกจำแนกตามประเภทที่ต้องการหาคำตอบ 3,000 การเชื่อมต่อ คำตอบเป็น “YES” และประเภทอื่นอย่างละ 1,000 การเชื่อมต่อ คำตอบเป็น “NO” เช่นเดียวกับชุดข้อมูลฝึกสอน กำหนดข้อมูลลักษณะนี้จนไปครบทุกข้อมูลเพาะปลูกจำแนกตามประเภท เป็นการอ่านข้อมูลเดิมที่มีอยู่ทั้งหมด และทำการสุ่มข้อมูลให้คงลักษณะเดิม หรือคล้ายข้อมูลเดิมให้มากที่สุด และรักษาระดับการกระจายตัวข้อมูลให้มีความสม่ำเสมอ

ตารางที่ 11 แบ่งข้อมูลในการฝึกสอนและทดสอบประเภทข้อมูลการเพาะปลูกข้าวโดยทั่วไป

ประเภทข้อมูลการเพาะปลูกข้าว	ชุดข้อมูลฝึกสอน	ชุดข้อมูลทดสอบ
Normal Data	3000 (YES)	3000 (YES)
Control	1000 (NO)	1000 (NO)
Manure	1000 (NO)	1000 (NO)
Filtercake	1000 (NO)	1000 (NO)
Compost	1000 (NO)	1000 (NO)
อัตราส่วนข้อมูล	3000 (YES) : 4000 (NO)	3000 (YES) : 4000 (NO)

เปรียบเทียบการทดลองสำหรับการจำแนกข้อมูลการปลูกข้าวจากแอททริบิวต์กับเทคนิคการจำแนกประเภท 4 อัลกอริทึม ได้แก่

1.1.1 อัลกอริทึม Original Extreme Learning Machine (ELM)

1.1.2 อัลกอริทึม Weighted Extreme Learning Machine (Weighted ELM)

1.1.3 อัลกอริทึม Boosting Weighted Extreme Learning Machine (Boosting Weighted ELM)

1.1.4 อัลกอริทึม Bidirectional ELM

จากนั้นจะนำผลการทดลองที่ได้มาแสดงผลการทดลองด้วยการวัดประสิทธิภาพความถูกต้อง (Classification Accuracy : CA) เวลาที่ใช้ในการฝึกสอน (Training Time) เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (Testing Time) การทดสอบทุกเทคนิคทดลองทั้งหมด 30 ครั้ง (N=30) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการทดลองวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้องดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการทดลองวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้องเทคนิค SVM+GA และเทคนิค Extreme Learning Machine (Original ELM) โมเดลที่ 1 (41-23-5)

Algorithm	**Activation Function**	**Normal**	**DoS**	**U2R**	**R2L**	**Probe**	**S.D**	**mean**
Original ELM	Sigmoidal	73.33 %	93.02 %	83.76 %	90.06 %	84.12 %	8.20	84.86 %
	Sine	45.01 %	67.52 %	43.62 %	34.83 %	73.55 %	17.13	52.90 %
	Hard limit	**75.25 %**	**92.69 %**	**85.03 %**	**90.50 %**	**91.38 %**	**8.01**	**86.97 %**
	Triangular	43.96 %	52.06 %	17.90 %	49.16 %	61.54 %	17.84	44.92 %
	Radial basis	54.02 %	77.32 %	38.94 %	51.10 %	59.47 %	15.47	56.17 %
Bidirectional ELM	Sine	68.79 %	0.00 %	NaN %	97.97 %	88.66 %	44.28	63.86 %
	Sigmoidal	68.79 %	0.00 %	NaN %	97.97 %	88.66 %	44.28	63.86 %

ตารางที่ 23 ผลการทดลองวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้องเทคนิค Weighted Extreme Learning Machine (Weighted ELM) โมเดลที่ 1 (41-23-5)

Activation Function	**C**	**Normal**	**DoS**	**U2R**	**R2L**	**Probe**	**S.D.**	**mean**
RBF Kernel	2^0	74.80 %	96.41 %	94.20 %	97.55 %	96.40 %	9.62	91.87 %
RBF Kernel	2^1	74.80 %	96.41 %	94.20 %	97.55 %	96.41 %	9.62	91.87 %
RBF Kernel	2^2	74.80 %	96.48 %	94.20 %	97.55 %	96.42 %	9.63	91.89 %
RBF Kernel	2^3	74.81 %	96.48 %	94.20 %	97.55 %	96.42 %	9.63	91.89 %
RBF Kernel	2^4	74.81 %	96.48 %	94.20 %	97.55 %	96.43 %	9.63	91.89 %
RBF Kernel	2^5	74.81 %	96.41 %	94.20 %	97.55 %	96.40 %	9.62	91.87 %
Linear Kernel	2^0	80.87 %	96.87 %	85.18 %	88.18 %	95.50 %	6.80	89.32 %
Linear Kernel	2^1	80.90 %	96.87 %	85.16 %	87.97 %	95.50 %	6.80	89.28 %
Linear Kernel	2^2	80.90 %	96.87 %	85.64 %	87.88 %	95.50 %	6.74	89.36 %
Linear Kernel	2^3	80.87 %	96.87 %	85.88 %	88.75 %	95.50 %	6.68	89.57 %
Linear Kernel	2^4	80.87 %	96.87 %	86.03 %	88.72 %	95.50 %	6.66	89.60 %
Linear Kernel	2^5	80.87 %	96.87 %	86.08 %	88.72 %	95.50 %	6.65	89.61 %

ตารางที่ 24 ผลการทดลองวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้องเทคนิค Boosting Weighted Extreme Learning Machine (Boosting Weighted ELM) โมเดลที่ 1 (41-23-5)

Activation Function	**C**	**Normal**	**DoS**	**U2R**	**R2L**	**Probing**	**S.D**	**Mean**
Sigmoidal	2^0	66.90 %	74.54 %	83.00 %	85.58 %	68.36 %	9.04	75.67 %
Sigmoidal	2^1	66.98 %	78.46 %	83.43 %	88.04 %	69.82 %	9.72	77.35 %
Sigmoidal	2^2	67.69 %	81.69 %	84.02 %	87.65 %	75.29 %	8.79	79.27 %
Sigmoidal	2^3	68.88 %	84.45 %	84.36 %	88.36 %	75.40 %	8.90	80.29 %
Sigmoidal	2^4	74.73 %	90.13 %	73.38 %	87.17 %	77.90 %	8.95	80.66 %
Sigmoidal	2^5	75.16 %	84.27 %	66.20 %	88.82 %	76.49 %	9.95	78.19 %
Sine	2^0	46.88 %	68.98 %	58.83 %	35.91 %	72.47 %	15.93	56.61 %
Sine	2^1	45.96 %	67.09 %	51.39 %	40.20 %	74.38 %	15.53	55.80 %
Sine	2^2	47.76 %	73.15 %	51.81 %	36.97 %	79.43 %	18.95	57.82 %
Sine	2^3	47.40 %	65.80 %	56.44 %	30.19 %	73.85 %	17.83	54.74 %
Sine	2^4	47.55 %	65.76 %	57.31 %	29.03 %	72.86 %	17.79	54.50 %
Sine	2^5	49.05 %	65.14 %	56.34 %	34.13 %	75.02 %	15.87	55.94 %
Hard limit	2^0	68.44 %	90.84 %	83.91 %	87.46 %	84.17 %	9.24	82.97 %
Hard limit	2^1	70.84 %	92.82 %	84.93 %	88.79 %	87.86 %	9.15	85.05 %
Hard limit	2^2	71.86 %	93.29 %	87.12 %	88.35 %	86.15 %	8.83	85.35 %

Hard limit	2^3	69.73 %	93.14 %	83.86 %	89.05 %	91.48 %	10.02	85.45 %
Hard limit	2^4	70.68 %	94.14 %	81.96 %	82.81 %	91.16 %	9.68	84.15 %
Hard limit	2^5	72.06 %	94.09 %	80.46 %	80.53 %	90.36 %	9.75	83.50 %
Triangular	2^0	44.15 %	65.09 %	13.87 %	42.45 %	58.10 %	20.42	44.73 %
Triangular	2^1	44.18 %	70.37 %	13.53 %	46.20 %	60.85 %	22.06	47.02 %
Triangular	2^2	44.12 %	72.50 %	13.07 %	53.05 %	69.71 %	24.40	50.49 %
Triangular	2^3	44.18 %	73.61 %	13.82 %	53.56 %	72.27 %	24.76	51.49 %
Triangular	2^4	44.02 %	73.34 %	13.88 %	53.50 %	69.97 %	24.52	50.94 %
Triangular	2^5	44.48 %	71.36 %	13.94 %	50.44 %	67.61 %	23.36	49.56 %

ตารางที่ 24 ผลการทดลองวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้องเทคนิค Boosting Weighted Extreme Learning Machine (Boosting Weighted ELM) โมเดลที่ 1 (41-23-5) (ต่อ)

Activation Function	**C**	**Normal**	**DoS**	**U2R**	**R2L**	**Probing**	**S.D.**	**Mean**
Radial basis	2^0	56.31 %	73.99 %	36.94 %	45.05 %	57.46 %	14.89	53.95 %
Radial basis	2^1	56.18 %	76.02 %	37.08 %	45.56 %	57.83 %	15.35	54.54 %
Radial basis	2^2	56.94 %	76.79 %	38.04 %	48.14 %	58.53 %	15.42	55.69 %
Radial basis	2^3	58.64 %	78.10 %	38.86 %	50.23 %	60.43 %	15.91	57.25 %
Radial basis	2^4	56.61 %	78.71 %	37.02 %	45.76 %	61.24 %	16.91	55.87 %
Radial basis	2^5	60.35 %	80.12 %	37.15 %	46.05 %	62.96 %	17.95	57.33 %

ตารางที่ 25 ผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลาเทคนิค SVM+GA และ Extreme Learning Machine (Original ELM) โมเดลที่ 1 (41-23-5) เป็นวินาที

Algorithm	**Activation Function**	**Normal**	**DoS**	**U2R**	**R2L**	**Probe**	**Mean**
SVM+GA	Gaussian Kernel	207.9214	251.8639	146.3966	124.0416	115.2050	169.0857
ELM	Sigmoidal	0.9375	0.0901	0.8312	0.1229	0.0963	0.4156
ELM	Sine	0.5778	0.8560	0.1229	0.0963	0.0901	0.3486
ELM	Hard limit	0.0963	0.0926	0.0650	0.1161	0.0692	0.0878
ELM	Triangular	0.8774	0.0712	0.1188	0.1417	0.0724	0.2563
ELM	Radial basis	0.8852	0.0827	0.1417	0.0947	0.0963	0.2601

ผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา (Testing Time) เทคนิค SVM+GA และ Extreme Learning Machine (Original ELM) ทดสอบเทคนิคละ 30 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ในตารางที่ 25 พบว่าเทคนิค SVM+GA ใช้เวลาในการทดสอบตัวโมเดลค่อนข้างมากในการจำแนกประเภทข้อมูลปลูกข้าว (Compost) ที่ 251.8639 วินาที ข้อมูลการโจมตีประเภท Probing Attack ใช้เวลาน้อยที่สุด 115.2050 วินาที เฉลี่ยใช้เวลาทั้งหมด 169.0857 วินาที ซึ่งแตกต่างจากเทคนิค Extreme Learning Machine เป็นอย่างมาก ที่ใช้เวลาในการทดสอบเพียงไม่ถึง 1 วินาที และทุกฟังก์ชันกระตุ้นจะใช้เวลาไม่ต่างกันเฉลี่ยอยู่ที่ 0.27368 วินาที

ตารางที่ 26 ผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลาเทคนิค Weighted Extreme Learning Machine (Weighted ELM) โมเดลที่ 1 (41-23-5) เป็นวินาที

Activation Function	**C**	**Normal**	**DoS**	**U2R**	**R2L**	**Probe**	**Mean**
RBF Kernel	2^0	4.8752	5.2621	3.8945	4.3861	5.4157	4.7667
RBF Kernel	2^1	4.8935	5.5577	3.9188	4.2605	5.4688	4.8199
RBF Kernel	2^2	5.2621	5.8875	3.0624	4.7866	5.9886	4.9974
RBF Kernel	2^3	5.3107	6.5577	3.1248	4.9687	5.4635	5.0851

ตารางที่ 26 ผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา Weighted Extreme Learning Machine (Weighted ELM) โมเดลที่ 1 (41-23-5) เป็นวินาที (ต่อ)

Activation Function	C	Normal	DoS	U2R	R2L	Probe	Mean
RBF Kernel	2^4	5.4514	5.4514	3.1092	5.7424	5.4657	5.0440
RBF Kernel	2^5	5.7458	5.4514	3.3012	5.8776	5.4639	5.1679
Linear Kernel	2^0	0.8386	0.4316	0.0624	0.8895	0.5035	0.5451
Linear Kernel	2^1	0.8480	0.4967	0.0624	0.8884	0.4387	0.5468
Linear Kernel	2^2	0.9630	0.4617	0.0624	0.8557	0.5033	0.5692
Linear Kernel	2^3	0.8462	0.4716	0.0624	0.8798	0.5207	0.5561
Linear Kernel	2^4	0.8485	0.4694	0.8823	0.8895	0.5118	0.7203
Linear Kernel	2^5	0.9723	0.4928	0.8868	0.8557	0.4881	0.7391

ผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา เทคนิค Weighted Extreme Learning Machine (Weighted ELM) กำหนดค่า Trade-off constant C ที่ $2^0 – 2^5$ ทดสอบจำนวน 30 ครั้ง ในตารางที่ 26 พบว่าฟังก์ชันกระตุ้น RBF Kernel C = 2^0 จะใช้เวลาเริ่มต้นที่ 3.8945 วินาที ในการจำแนกประเภทข้อมูลการปลูกข้าว Filtercake เฉลี่ยการใช้เวลาอยู่ที่ 4.7667 วินาที สังเกตว่าเมื่อมีการกำหนดค่า C มากขึ้นจนไปถึง C = 2^5 เวลาที่ใช้ในการทดสอบจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับในตาราง เฉลี่ยผลการใช้เวลาด้วยค่า C = 2^5 อยู่ที่ 5.16798 วินาที แต่ฟังก์ชันกระตุ้น Linear Kernel มีการใช้เวลาในการทดสอบด้วยกำหนดค่า C $2^0 – 2^5$ ก็จะใช้เวลาเท่าๆ กัน เฉลี่ยที่ 0.612767 วินาที

หากเปรียบเทียบกับผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา จากเทคนิค SVM+GA ในตารางที่ 22 เทคนิค Weighted Extreme Learning Machine (Weighted ELM) ใช้เวลาน้อยกว่าอยู่มาก แต่ใช้เวลามากกว่าเทคนิค Extreme Learning Machine (ELM) อยู่เพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 27 ผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลาเทคนิค Boosting Weighted Extreme Learning Machine (Boosting Weighted ELM) โมเดลที่ 1 (41-23-5) เป็นวินาที

Activation Function	C	Normal	DoS	U2R	R2L	Probe	Mean
Sigmoidal	2^0	1.4784	1.4785	1.4782	1.4924	1.4927	1.4840
Sigmoidal	2^1	1.4762	1.3813	1.4655	1.4841	1.4791	1.4572
Sigmoidal	2^2	1.5483	1.4927	1.5181	1.4960	1.5119	1.5134
Sigmoidal	2^3	1.9004	1.9319	1.9278	1.8726	1.8688	1.9003
Sigmoidal	2^4	1.8605	1.9263	1.8872	1.8562	1.8703	1.8801
Sigmoidal	2^5	1.9975	1.9222	1.9015	1.9059	1.9311	1.9316
Sine	2^0	1.3775	1.3842	1.3941	1.5093	1.4572	1.4245
Sine	2^1	1.5181	1.4157	1.5094	1.4688	1.4617	1.4747
Sine	2^2	1.5209	1.5207	1.5033	1.4875	1.3813	1.4827
Sine	2^3	1.5111	1.5077	1.4694	1.4928	1.4841	1.4930
Sine	2^4	1.4841	1.4316	1.4967	1.5003	1.4719	1.4769
Sine	2^5	1.5181	1.5033	1.5207	1.5119	1.5845	1.5277
Hard limit	2^0	1.8993	1.9004	1.8688	1.9032	1.9124	1.8968
Hard limit	2^1	1.9021	1.9168	1.9036	1.8943	1.8939	1.9021
Hard limit	2^2	1.8738	1.9219	1.8679	1.8609	1.8557	1.8760
Hard limit	2^3	1.9836	1.9824	1.9943	1.9961	1.9974	1.9908

Hard limit	2^4	2.5996	2.5662	2.5722	2.5796	2.5687	2.5773
Hard limit	2^5	2.7962	2.7373	2.8764	2.8901	2.8477	2.8295
Triangular	2^0	0.5996	0.5662	0.5722	0.5717	0.5688	0.5757
Triangular	2^1	0.5861	0.5626	0.5693	0.5752	0.6717	0.5930
Triangular	2^2	0.5721	0.6717	0.5923	0.5604	0.5752	0.5943
Triangular	2^3	0.5923	0.5821	0.6717	0.5638	0.5681	0.5956
Triangular	2^4	0.5908	0.5586	0.5851	0.5721	0.4644	0.5542
Triangular	2^5	0.5764	0.5851	0.5999	0.5859	0.5693	0.5833

ตารางที่ 27 ผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา Boosting Weighted Extreme Learning Machine (Boosting Weighted ELM) โมเดลที่ 1 (41-23-5) เป็นวินาที (ต่อ)

Activation Function	**C**	**Normal**	**DoS**	**U2R**	**R2L**	**Probe**	**Mean**
Radial basis	2^0	0.9032	0.8703	0.8748	0.8562	0.8977	0.8804
Radial basis	2^1	0.9032	0.8726	0.8840	0.8977	0.8852	0.8885
Radial basis	2^2	0.9311	0.8559	0.8864	0.8713	0.7246	0.8539
Radial basis	2^3	0.5655	0.5923	0.5619	0.6473	0.7246	0.6183
Radial basis	2^4	0.6473	0.7762	0.7054	0.6419	0.6697	0.6881
Radial basis	2^5	0.5818	0.5764	0.5851	0.5669	0.5588	0.5738

ตารางที่ 28 ผลการเปรียบเทียบวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้อง 4 เทคนิค

Algorithm	**Activation Function**	**C**	**Normal**	**DoS**	**U2R**	**R2L**	**Probe**	**mean**
SVM+GA	Gaussian Kernel	-	80.40 %	92.48 %	91.67 %	88.83 %	92.04 %	89.06 %
Original ELM	Hard limit	-	75.25 %	92.69 %	85.03 %	90.50 %	91.38 %	86.97 %
Weighted ELM	**RBF Kernel**	**2^4**	**74.81 %**	**96.48 %**	**94.20 %**	**97.55 %**	**96.43 %**	**91.89 %**
Boosting Weighted ELM	Hard limit	2^3	69.73 %	93.14 %	83.86 %	89.05 %	91.48 %	85.45 %

สรุปผลการทดลองการวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้องที่ได้นำเสนอมาในตารางที่ 28 นั้น เทคนิคที่ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดคือ เทคนิค Weighted Extreme Leaning Machine (Weighted ELM) ฟังก์ชันกระตุ้น RBF Kernel กำหนดค่า Trade-off constant C ที่ 2^4 เฉลี่ยค่าความถูกต้องอยู่ที่ 91.89 % เป็นเพราะความสามารถของเทคนิคในการกระจายการถ่วงน้ำหนัก และความสามารถของฟังก์ชันกระตุ้น RBF Kernel ในการจำแนกประเภทโดยการทำงานแบ่งเป็นกลุ่ม แต่จะสังเกตได้ว่าเทคนิคนี้ยังมีจุดอ่อนในด้านการจำแนกประเภทการข้อมูลเข้าใช้งานปกติ (Normal Data) เป็นเพราะในข้อมูลมีความคล้ายคลึงกับการโจมตีอยู่เป็นอย่างมาก ทำให้ผลการจำแนกลดลงต่ำกว่าการจำแนกข้อมูลประเภทอื่นๆ อยู่มาก เป็นเหตุผลที่สนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพิ่มเติมในส่วนของการนำเอาวิธีการคัดเลือกแอททริบิวต์ที่มีคุณลักษณะเด่นเพิ่มเติมขึ้นมา เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดียิ่งขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

ปริมาณธาตุอาหารจากปุ๋ยละลายช้าที่พัฒนาขึ้น 12 สูตร พบว่าสูตรปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงได้แก่ ปุ๋ยสูตรที่9 มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด สูตรที่8 มีปริมาณฟอสเฟตสูง สูตรที่4 มีปริมาณโพเทชเซียม ปริมาณอินทรียวัตถุ ค่าความชื้นโดยน้ำหนัก ค่าสภาพการนำไฟฟ้า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และค่าความเป็นกรดก-ด่างที่7 ตามเกณฑ์มาตรฐานกรมวิชาการเกษตรกำหนด

ปริมาณคลอโรฟิลล์ 7 วันหลังใส่ปุ๋ยพบว่าการใส่ปุ๋ยละลายช้ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ของชุดควบคุม แต่หลังใส่ปุ๋ย70วันพบว่าทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเจริญเติบโตพบว่าสิ่งทดลอง(ชุดควบคุม) ให้จำนวนเมล็ดต่อรวง ผลผลิตต้นต่อกอ ผลผลิตต่อไร่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการใส่ปุ๋ยละลายช้า แต่ ค่าเฉลี่ยความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดเสีย น้ำหนัก1000 เมล็ด ดัชนีการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์ความงอก และดัชนีความงอก วัสดุเพาะสูตร ขุยมะพร้าว:ดิน:แกลบดำ ในอัตรา 1:1:1 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดที่ 83.33 เปอร์เซ็นต์ และดัชนีความงอกสูงสุดที่ 3.75 ความสูงที่ 21 วัน สิ่งทดลองชุดควบคุม (น้ำปริมาตร 2000 มิลลิลิตร) มีความสูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสิ่งทดลองที่ระดับน้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร การเจริญเติบโตของต้นข้าวในสิ่งทดลองชุดควบคุม (น้ำปริมาตร 2000 มิลลิลิตร) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ระดับน้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร แต่การเจริญเติบโตของรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณธาตุอาหารจากก้อนปลูกปุ๋ยอินทรีย์เคมีที่พัฒนาขึ้น 3 สูตร พบว่าสูตรปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง ได้แก่ ก้อนปลูกปุ๋ยหมัก มีปริมาณไนโตรเจน และ ฟอสเฟตสูงสุด ก้อนปลูกขี้วัว มีปริมาณโพเทชเซียมสูงที่สุด สูตรที่มีธาตุอาหารโดยรวมไนโตรเจน(Total N; %)ฟอสเฟต(P2O5; %)โพเทชเซียม(K2O; %)ปริมาณอินทรีย์วัตถุ(Organic matter; %)ความชื้นโดยน้ำหนัก(Moisture by weigh; %)ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH 1:2)ค่าสภาพการนำไฟฟ้า(EC 1:10; ds/m)ปริมาณคาร์บอน

อินทรีย์(Organic carbon; %)อัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน(C/N ratio)สูงที่สุด คือ ก้อนปลูกปุ๋ยหมักจากการทดลอง ในการศึกษาและพัฒนาก้อนปลูกปุ๋ยอินทรีย์เคมี ต่อการเจริญเติบโตในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2จาก ความสูง ปริมาณคลอโรฟิลล์ จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักต้นข้าวแห้ง น้ำหนักราก น้ำหนักเมล็ดข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับ ชุดควบคุม การปลูกแบบหยอดของเกษตรกรโดยใช้ปุ๋ยเคมีแล้ว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีนัยสำคัญ ยกเว้นเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเมล็ดเสีย ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา (Testing Time) เทคนิค SVM+GA และ Extreme Learning Machine (Original ELM) ทดสอบเทคนิคละ 30 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ในตารางที่ 25 พบว่าเทคนิค SVM+GA ใช้เวลาในการทดสอบตัวโมเดลค่อนข้างมากในการจำแนกประเภทข้อมูลปลูกข้าว (Compost) ที่ 251.8639 วินาที ข้อมูลการเพระปลูกข้าว Control ใช้เวลาน้อยที่สุด 115.2050 วินาที เฉลี่ยใช้เวลาทั้งหมด 169.0857 วินาที ซึ่งแตกต่างจากเทคนิค Extreme Learning Machine เป็นอย่างมาก ที่ใช้เวลาในการทดสอบเพียงไม่ถึง 1 วินาที และทุกฟังก์ชันกระตุ้นจะใช้เวลาไม่ต่างกันเฉลี่ยอยู่ที่ 0.27368 วินาที

ผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา เทคนิค Weighted Extreme Learning Machine (Weighted ELM) กำหนดค่า Trade-off constant C ที่ 20 – 25 ทดสอบจำนวน 30 ครั้ง ในตารางที่ 26 พบว่าฟังก์ชันกระตุ้น RBF Kernel C = 20 จะใช้เวลาเริ่มต้นที่ 3.8945 วินาที ในการจำแนกประเภทข้อมูลการปลูกข้าว Filtercake เฉลี่ยการใช้เวลาอยู่ที่ 4.7667 วินาที สังเกตว่าเมื่อมีการกำหนดค่า C มากขึ้นจนไปถึง C = 25 เวลาที่ใช้ในการทดสอบจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับในตาราง เฉลี่ยผลการใช้เวลาด้วยค่า C = 25 อยู่ที่ 5.16798 วินาที แต่ฟังก์ชันกระตุ้น Linear Kernel มีการใช้เวลาในการทดสอบด้วยกำหนดค่า C 20 – 25 ก็จะใช้เวลาเท่าๆ กัน เฉลี่ยที่ 0.612767 วินาที หากเปรียบเทียบกับผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา จากเทคนิค SVM+GA ในตารางที่ 22 เทคนิค Weighted Extreme Learning Machine (Weighted ELM) ใช้เวลาน้อยกว่าอยู่มาก แต่ใช้เวลามากกว่าเทคนิค Extreme Learning Machine (ELM) อยู่เพียงเล็กน้อย

สรุปผลการทดลองการวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้องที่ได้นำเสนอมาในตารางที่ 28นั้น เทคนิคที่ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดคือ เทคนิค Weighted Extreme Leaning Machine (Weighted ELM) ฟังก์ชันกระตุ้น RBF Kernel กำหนดค่า Trade-off constant C ที่ 24 เฉลี่ยค่าความถูกต้องอยู่ที่ 91.89 % เป็นเพราะความสามารถของเทคนิคในการกระจายการถ่วงน้ำหนัก และความสามารถของฟังก์ชันกระตุ้น RBF Kernel ในการจำแนกประเภทโดยการทำงานแบ่งเป็นกลุ่ม แต่จะสังเกตได้ว่าเทคนิคนี้ยังมีจุดอ่อนในด้านการจำแนกประเภทการข้อมูลเข้าใช้งานปกติ (Normal Data) เป็นเพราะในข้อมูลมีความคล้ายคลึงกับการโจมตีอยู่เป็นอย่างมาก ทำให้ผลการจำแนกลดลงต่ำกว่าการจำแนก

ข้อมูลประเภทอื่นๆ อยู่มาก เป็นเหตุผลที่สนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพิ่มเติมในส่วนของการนำเอาวิธีการคัดเลือกแอททริบิวต์ที่มีคุณลักษณะเด่นเพิ่มเติมขึ้นมา เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดียิ่งขึ้น

สนับสนุนการตัดสินใจดำเนินการทำเกษตรกรรมจากความแปรปรวนของสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่ในการทำเกษตรกรรมจากการเก็บ รวบรวมข้อมูลการทำเกษตรกรรม เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ผ่านมาเพื่อเรียนรู้ที่จะปรับตัว เตรียมรับมือกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วยการคาดการณ์ล่วงหน้าเพื่อลดช่วยความเสี่ยง ลดต้นทุนการดำเนินต่าง ๆ ในการทำเกษตรกรรม และช่วยจัดสรรพื้นที่ให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทดลองต่อเนื่องเพื่อศึกษาผลผลิตของข้าว

2. ควรมีการทำวิจัยปลูกข้าวในแปลงนาเกษตรกรเพิ่มเติม เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตในเรือนทดลองและแปลงนา

3. สามารถพัฒนาระบบฐานข้อมูลการเกษตรดิจิทัลที่ถูกสกัดความรู้จากการทำเหมืองข้อมูลเพื่อใช้การวิเคราะห์ และคาดการณ์ล่วงหน้า

4. สามารถนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจดำเนินการทำเกษตรกรรมจากความแปรปรวนของสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่ในการทำเกษตรกรรม ช่วยให้เกษตรกรมีข้อมูลที่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าในวางแผนการจัดการทำเกษตรกรรม การเพาะปลูกในช่วงฤดูมีสภาพวะอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย หรือเตรียมพร้อมรับมือกับภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

บรรณานุกรม

กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2559. องค์ความรู้เรื่องข้าว. แหล่งที่มา: http://www.brrd.in.th/rkb/.

เกษตรพอเพียง.คอม. 2555. **ปริมาณน้ำต่อความต้องการในการทำนา 1 ไร่ เพื่อคำนวณขนาดสระที่จะขุดต่อพื้นที่ทั้งหมด.** แหล่งที่มา: http://www.kasetporpeang.com/forums/index.php?topic=67434.0

กิตติศักดิ์ ศรีทุมมา .2552.**การศึกษาพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองที่มีศักยภาพ เพื่อใช้ในระบบเกษตรยั่งยืนของอำเภอเฉลิมพระเกียรติจังหวัดน่าน .**สารนิพนธ์กศ.ม.(วิทยาศาสตรศึกษา).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ:รศ. ดร.เฉลิมชัยงศ์วัฒนะ.

จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. **ความรู้เรื่องข้าว.** กรุงเทพ ฯ: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.**พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2550**. 2550.ราชกิจจานุเบกษา. แหล่งที่มา: https://www.doa.go.th/ard/?page_id=171

จิตติมา หลิมรักษาสิน. 2559. **การพัฒนาเปลือกมะพร้าวอ่อนเพื่อเป็นวัสดุเพาะกล้า** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.แหล่งที่มา: www.lib.kps.ku.ac.th/SpecialProject/Horticulture/2557/Bs/JittimaLi/JittimaLiAll.pdf.

เจนจิรา ชุมภูคำ สิริกาญจนา ตาแก้วและณัฐพงค์ จันจุฬา . 2557. **การศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามัลเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2.** คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. แหล่งที่มา: https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjst/article/view/65718.

จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. **ความรู้เรื่องข้าว.**กรุงเทพ ฯ. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.แหล่งที่มา: http://www.ricethailand.go.th/Rkb.

ชินาลัย พริ้งเพราะ และ เบ็ญจพร กุลนิตย์ (2561)ผลของการเคลือบปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลิตผลของธัญพืช แหล่งที่มา http://paj.rmu.ac.th/journal/home/journal_file/191.pdf

ชูชาติ ลันธาทรัพย์ และกนกการรณ นพพรรณ. 2560. **ผลของการใช้ปุ๋ยละลายช้าต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพเมล็ดพันธ์ของข้าวโพดอาหารสัตว์ ในพื้นที่จังหวัดตาก.** วารสารเกษตร 30(2): 255-234

พิสินี บุญวัฒนา และสมชาย ชคตระการ. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (มูลไก่หมัก และปุ๋ยอินทรีย์ สูตร1. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.**

เพ็ญพิชญา เตียว.2560 ปุ๋ยนาละลายช้าใส่ครั้งเดียว ลดต้นทุน 50% ผลผลิตเท่าเดิม.ไทยรัฐออนไลน์ แหล่งที่มาhttps://www.thairath.co.th/news/local/976253

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. นสพ. เดลินิวส์ ฉบับที่ 20,433 วันพฤหัสบดีที่ 22 กันยายน (พ.ศ. 2548 หน้า 10) ข้าว : ใส่ปุ๋ยครั้งเดียวก่อนปลูกถ้าปุ๋ยนั้นละลายช้า แหล่งที่มา https://www.thaigreenagro.com

ทวีป เสนคำวงศ์ ฉันทนา วิชรัตน ปรีชา รัตนัง และ สุเทพ วัชรเวชศฤงคาร 2559. **ศึกษาผลของวัสดุเพาะ อัตราเมล็ดพันธุ์ และอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อการผลิตต้นกล้างอกของผักขี้หูด.** คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทรายจังหวัดเชียงใหม่.

ธวัชชัย ณ นคร. 2554.โพลิเมอร์:สารอุ้มน้ำโพลิเมอร์นำมาใช้ประโยชน์ในวงการเกษตร. **ไทยเกษตรศาสตร์**. แหล่งที่มา: https://www.thaikasetsart.com/.

ธีระรัตน์ ชิณแสน เกศจิตต์ ขามคุลา นภาพร เวชกามา และเกศศิรินทร์ แสงมณี. 2561. **การส่งเสริมความงอกเมล็ดพันธุ์มันแกวด้วยวิธี Hydropriming.** วารสารแก่นเกษตร. 46: 1270-1278.

นิษฐา คูหะธรรมคุณ และ สายันต์ แสงสุวรรณ (2560) ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยยูเรียเพื่อประยุกต์ใช้ในทางเกษตรกรรม แหล่งที่มา file:///C:/Users/Win10/Downloads/214273-Article%20File-679948-1-10-20190903.pdf

ประภาส วีระแพทย์. 2557. **องค์ความรู้เรื่องข้าว.**กองการข้าวกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ตุลาคม 2557.

เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ และชวนพิศ อรุณรังสิกุล 2555. **วัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการเกิดรากของต้นกล้าฟักข้าว.** สถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิพงศ์และนิธิยา รัตนาปนนท์ 2553. **แคปซูล.** ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. แหล่งที่มา http://www.foodnetworksolution.com

มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม. 2563. **ประโยชน์กากตะกอนอ้อย.** มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม. แหล่งที่มา:http://www.mitrpholmodernfarm.com/news/2019/09/filter-cake

รัชนี นิธากร และคณะ 2559. **การศึกษาวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการผลิตต้นอ่อนข้าวสาลี**

พันธุ์ฝาง 60 เพื่อผลิตน้ำคั้น. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

วนิดา วัฒนพายัพกุล (2556) อิทธิพลของการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิอินทรีย์ แหล่งที่มา http://dspace.bru.ac.th/xmlui/bitstream/handle/

ศิราณี วงค์กระจ่าง. 2557. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด. **แก่นเกษตร** 2(2): 360-364

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2563. สถิติการส่งออก (Export) ข้าว: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน ปี พ.ศ. 2562. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2563. **องค์ความรู้เรื่องข้าว.** แหล่งที่มา: http://brrd.in.th/rkb/ management/index.php.htm. 1 ธันวาคม 2563.

สายชล พรมีอยู่, อัจรา จีนตลดากร และหฤษฎี ภัทรดิลก. 2555 **ผลของการใช้มูลวัว ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมีต่อการผลิตผักบุ้งจีน**. น.300-301.ใน: การเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

โสพส แซ่ลิ้ม 2559. ปุ๋ยอินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.**เอกสารวิชาการ** 2(1): 21-61

เสน่จิต กิตตินานนท์ 2560. **ผลของการใช้วัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการงอก การเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวันงอก.** สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือร้อยเอ็ด.

สุทิน ทวยหาญ เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ รภัสสา จันทาศรและสำราญ พิมราช. 2556. **การศึกษาวัสดุปลูกจากดินผสมที่เหมาะสมสำหรับผักคะน้า.** คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุเมธ รอดหิรัญ และ ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ 2553. **ผลของวัสดุเพาะกล้าจากขุยมะพร้าวหมักต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตงกวา.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.

องค์ความรู้ทางการเกษตร. 2560. **การเจริญเติบโตของข้าว.** แหล่งที่มา: https://researchex.mju.ac.th/agikl/index.php/knowledge/35-rice-product/93-rice6

อรประภา อนุกูลประเสริฐ.2559. **ผลของการขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวหอม6 พันธุ์.** แหล่งที่มา:

file:///C:/Users/admin/Downloads/52969-Article%20Text-122783-1-10-20160323.pdf