17445

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญญาหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาศักยภาพการปลูกข้าวพันธุ์ต่างๆ ในระบบ Hydroponics

The Potential for Growing Different Varieties of Rice in Hydroponics

T098785

โดย

นางสาวณัฐพร วุฒิ

นายนครินทร์ สมรัตน์

ปก.
ช.ม.341ก
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....98785
วัน,เดือน,ปี.....

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การศึกษาศักยภาพการปลูกข้าวพันธุ์ต่างๆ ในระบบ Hydroponics

The Potential for Growing Different Varieties of Rice in Hydroponics

โดย

นางสาวณัฐพร วุฒิ

นายนครินทร์ สมรัตน์

ได้รับความเห็นชอบโดย

.....

(ผศ.ดร.ถนิมนันต์ เจนอักษร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.วรเดช จันทรสร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ 4 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	:	การศึกษาศักยภาพการปลูกข้าวพันธุ์ต่างๆ ในระบบ Hydroponics
โดย	:	นางสาวณัฐพร วุฒิ และ นายนครินทร์ สมรัตน์
ชื่อปริญญา	:	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชา	:	เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..../..../....

(ผศ. ดร. ถนิมนันต์ เจนอักษร)

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้าวมาปลูกในระบบ Hydroponics แบบต่างๆ และเพื่อหาแนวทางในการนำปุ๋ยที่ให้ทางดินมาใช้เตรียมเป็นสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชในระบบดังกล่าว ในขณะเดียวกันได้มีการสำรวจและบันทึกด้านโรคและแมลงศัตรูข้าวควบคู่ไปด้วย โดยมีการจัดสิ่งทดลองเป็นแบบ 4×2×4 Factorials ใน Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่ง Factor A ประกอบด้วยพันธุ์ข้าว 4 พันธุ์ (พันธุ์สุพรรณบุรี 1 พันธุ์หอมสุพรรณบุรี พันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์หอมคลองหลวง) Factor B คือ สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร (สูตรสารละลาย Soilless fertilizer และ สูตรสารละลายจากปุ๋ยที่ให้ทางดินสูตร13-13-21) Factor C คือ กรรมวิธีปลูก 4 วิธี (Deep Flow Technique, DFT; DFT+O_2; Modified sand culture; Sand culture) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าศักยภาพการปลูกข้าวทั้ง 4 พันธุ์ในระบบดังกล่าวโดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโต (ในด้านความสูงและจำนวนกอ) จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว สูตรสารละลายธาตุอาหารและกรรมวิธีการปลูก เมื่อเก็บเกี่ยวพบว่า ข้าวพันธุ์หอมสุพรรรณบุรีที่ปลูกในกรรมวิธี DFT+O_2 โดยใช้สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 ให้ผลดีที่สุด โดยสรุป ข้อที่น่าสนใจที่ได้รับจากการศึกษาครั้งนี้ คือ ความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยที่ให้ทางดิน (Soil fertilizer) มาใช้ทดแทน Soilless fertilizer เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มความสะดวกในการจัดหาและเตรียมสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชในระบบ Hydroponics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	The potential for growing different varieties of rice in hydroponics
By	:	Miss Nuttaporn Wutti and Mr. Nakarin Somrat
Degree	:	Bachelor of Science in Agriculture
Major	:	Plant Pest Management Technology

Advisor : ..... 4 June 2001

(Asst. Prof. Dr. Tanimnun Jaenaksorn)

Abstract

The main aim of this research was to study the possible potential of growing different varieties of rice in different types of hydroponics as well as the possibility of substituting soil fertilizer for soilless fertilizer in this concern. Besides, its diseases and insect pests were also monitored throughout the experiment. Four×two×four factorials in Completely Randomized Design with 3 replications were employed. Factor A, B and C were 4 varieties of rice (Supanburi 1, Homsupanburi, Chainart 1 and Homkonglong), 2 formulas of nutrient solution (Soilless fertilizer and Soil fertilizer) and 4 types of hydroponics (Deep Flow Technique, DFT; DFT+O_2; Modified sand culture; Sand culture), respectively. From the result, the potential for growing all tested varieties of rice in all tested types of hydroponics with both nutrient solution formulas was shown quite satisfactory. However, their growth in terms of stem height and tillages were varied due to the effect of tested factors. At harvest, growth of Homsupanburi in DFT+O_2 with soil fertilizer was best compared to the others. The interesting aspect should be pointed out here is that the good result from using soil fertilizer as nutrient solution was also produced.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ถนิมนันต์ เจนอักษร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มด้วยดี ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชทุกท่านและรุ่นพี่ปริญญาโท ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลืออำนวยความสะดวกต่างๆ ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยข้าว จังหวัดปทุมธานี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์และข้อมูลต่างๆ ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยข้าว บางเขน และกองกีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้าวและแมลงศัตรูข้าว รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้สนับสนุนกำลังทรัพย์และเป็นกำลังใจให้ รวมทั้งขอขอบคุณเราทั้งสองคนที่มีความอดทนและพยายามทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ลุล่วงด้วยดี

ณัฐพร วุฒิ
นครินทร์ สมรัตน์
พฤษภาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
คำนิยม	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญภาพ	vi
คำนำ	viii
วัตถุประสงค์	x
การตรวจเอกสาร	1
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลองและวิจารณ์	22
สรุปผลการทดลอง	43
ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงความสูงเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในระบบ Hydroponics แบบต่างๆ โดยสูตรอาหาร 2 สูตร เมื่ออายุตั้งแต่ 5, 7, 9, 11, 13 และ 14 สัปดาห์	25
2.	แสดงจำนวนกอเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในระบบ Hydroponics แบบต่างๆ โดยสูตรอาหาร 2 สูตร เมื่ออายุตั้งแต่ 5, 7, 9, 11 และ 12 สัปดาห์	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	อุปกรณ์เพาะต้นกล้า	17
2.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเป่าอากาศให้แก่สารละลายธาตุอาหารพืช	18
3.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อม	19
4.	ต้นกล้าข้าว	20
5.	การเพาะต้นกล้าในระบบ DFT อนุบาล	21
6.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ DFT ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	27
7.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกในระบบ DFT ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	28
8.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ DFT+O_2 ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	29
9.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ DFT+O_2 ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	30
10.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ Modified Sand Culture ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	31
11.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ Modified Sand Culture ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	32
12.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ Sand Culture ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	33
13.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ Sand Culture ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	34
14.	การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในระบบต่างๆ เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	35
15.	การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ที่ปลูกในระบบต่างๆ เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	36
16.	การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ปลูกในระบบต่างๆ เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
17. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่ปลูกในระบบต่างๆ เมื่ออายุ 14 สัปดาห์	38
18. ลักษณะรวงข้าวและเมล็ด พันธุ์สุพรรณบุรี 1	39
19. ลักษณะรวงข้าวและเมล็ด พันธุ์หอมสุพรรณบุรี	39
20. ลักษณะรวงข้าวและเมล็ด พันธุ์ชัยนาท 1	40
21. ลักษณะรวงข้าวและเมล็ด พันธุ์หอมคลองหลวง	40
22. ลักษณะผิดปกติในส่วนต่างๆ ของข้าว	41
23. การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและเป็นพืชที่ทำรายได้ให้กับประเทศมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพืชทางการเกษตรชนิดอื่น ข้าวยังเป็นอาหารหลักที่สำคัญที่สุดของคนไทย มีการปลูกทั่วทุกภาคของประเทศและมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เพียงพอแก่การบริโภคของคนภายในประเทศและการบริโภคข้าวยังได้รับความนิยมไปทั่วโลก ข้าวจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมหาศาล ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวมากกว่าพืชอื่นคิดเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 11.3 ของพื้นที่ทั่วประเทศ (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2538)

เนื่องจากในปัจจุบันมีจำนวนประชากรโลกเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี จึงจำเป็นที่จะต้องปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตมากที่สุด เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคทั้งในประเทศและทั่วโลก แต่การปลูกข้าวในประเทศไทยยังประสบปัญหาต่างๆ ได้แก่ ความแห้งแล้ง สภาพดินที่ไม่เหมาะสม (ดินเค็ม ดินเปรี้ยวและดินทรายจัด) ซึ่งความแห้งแล้งเป็นปัญหามากที่สุดในการปลูกข้าว จะเห็นได้จากการปลูกข้าวในปี พ.ศ. 2533-2534 ภาคกลางเป็นภาคที่ปลูกข้าวได้มากที่สุด รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือและภาคใต้ตามลำดับ เนื่องจากภาคกลางมีพื้นที่เหมาะสมแก่การปลูกข้าวมากที่สุดแต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุดของประเทศ แต่ความแห้งแล้งทำให้ปลูกข้าวได้ผลผลิตไม่เต็มที่ ดังนั้น การที่จะเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่จะต้องใช้หลักวิชาการการปรับปรุงวิธีการปลูก การใส่ปุ๋ยและข้าวพันธุ์ดี ตลอดจนการจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าว (เอี่ยม, 2538)

ปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีการปลูกพืช เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว โดยการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยในระดับสถาบันการศึกษาและมหาวิทยาลัย (ถนิมนันต์, 2538; อิทธิสุนทร, 2538) เนื่องจากการปลูกด้วยระบบ Hydroponics เป็นการจัดการระบบการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยลดปัญหาการสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม และสามารถลดปัญหาการระบาดของโรคทางดิน เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้พืชที่ปลูกในระบบ Hydroponics มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ผลผลิตมีคุณภาพสูง สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้รวดเร็ว ให้ผลผลิตสูงต่อหน่วยพื้นที่ และปลอดภัยจากการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสามารถปลูกได้ตลอดปี จึงน่าจะสามารถนำมาปลูกข้าวได้ผล นอกจากนี้ยังเน้นถึงการใช้สูตรสารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 โดยคำนวณเปรียบเทียบสัดส่วนของธาตุอาหารต่างๆ จากสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer (Song and Hydeyasu, 1996) เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากสารเคมีที่ใช้มีราคาแพง หาซื้อยาก ดังนั้นการใช้ปุ๋ยให้ทางดินที่มีในท้องตลาด สามารถช่วยทำให้เกษตรกรมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะดวกขึ้นและปุ๋ยยังมีราคาถูก ดังนั้นการปลูกข้าวโดยวิธีนี้จะช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการปลูกข้าวและเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรที่ประสบปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการปลูกข้าวพันธุ์ต่างๆ ในระบบ Hydroponics แบบต่างๆ
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการลดต้นทุนการผลิตโดยใช้ปุ๋ยให้ทางดินที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาใช้แทนสารละลายธาตุอาหารที่มีราคาสูง
3. ศึกษาการระบาดของโรคและแมลงที่ก่อให้เกิดความเสียหายในข้าว
4. เพื่อเป็นข้อมูลให้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องการปลูกข้าวในระบบ Hydroponics แก่งานวิจัยอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

อนุกรมวิธานของข้าว (Rice taxonomy)

Kingdom Plant

Division Spermatophyta

Class Angiospermae

Order Graminales

Family Graminae

Species sativa และ glaberrima

1. ข้าว (Rice)

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข้าว เป็นพืชชนิดหนึ่ง ซึ่งนักวิทยาศาสตร์คัดแยกไว้เป็นพืชตระกูลหญ้า เป็นพืชล้มลุกส่วนใหญ่ มีอายุได้เพียงปีเดียว ลำต้นมีลักษณะเป็นไม้เนื้ออ่อน มีลำต้นทรงกลม ส่วนตรงกลางลำต้นกลวง แต่มีส่วนแข็งปิดต้นที่ข้อ ชอบเจริญเติบโตในบริเวณที่มีน้ำขัง มีรากเป็นระบบรากฝอย มีใบแบบใบเลี้ยงเดี่ยว แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ห่อหุ้มลำต้นเรียกว่า "กาบใบ" และส่วนที่ทำมุมแยกจากลำต้นออกเป็นตัวใบ ซึ่งมีรูปร่างคล้ายหอกปลายแหลม มีเส้นกลางใบเป็นเส้นใหญ่ และมีเส้นใบย่อยเป็นเส้นขนาน มีดอกขนาดเล็กรวมกันเป็นกลุ่มเป็นช่อ ซึ่งผลสุดท้ายกลายเป็นรวงข้าว ดอกข้าวเป็นดอกสมบูรณ์เพศคือ มีเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ฉะนั้นโอกาสที่จะผสมข้ามพันธุ์มีน้อยมาก (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2516)

ส่วนประกอบของข้าว

ก. ต้นข้าว

ข. ใบ ประกอบด้วย กาบใบ และตัวใบ

ค. ราก

ง. ดอกหรือรวง (กรมวิชาการเกษตร, 2536)

1.2 การจำแนกชนิดของข้าว

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2516) ได้จำแนกชนิดของข้าวตามคุณสมบัติดังนี้

1.2.1 จำแนกตามคุณสมบัติทางเคมีภายในเมล็ด

1.2.1.1 ข้าวจ้าว (Non-glutinous rice) ประกอบด้วยแป้ง 90 เปอร์เซ็นต์ซึ่งแป้งนี้มีส่วนประกอบใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ Amylopectin ประมาณ 60-90 เปอร์เซ็นต์ และ Amylose ประมาณ 10-30 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.1.2 ข้าวเหนียว (Glutinous rice) ประกอบด้วย Amylopectin ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ และมี Amylose น้อยมาก บางครั้งพบว่าไม่มีเลย

1.2.2 จำแนกตามพื้นที่ปลูก

1.2.2.1 ข้าวไร่ (Upland rice) คือ ข้าวที่ปลูกได้ทั้งที่ราบและลาดชัน ไม่ต้องทำคันนาเก็บกักน้ำ เพราะไม่ชอบน้ำขัง การเตรียมดินปลูกกระทำในขณะดินแห้งพอประมาณ ปลูกโดยการหว่าน หยอดเป็นหลุม โรยเป็นแถว แต่ต้องปลูกในฤดูทำนาปี เพราะข้าวไร่อาศัยน้ำฝนที่ตกตามฤดู

1.2.2.2 ข้าวนาสวนหรือข้าวนาดำ (Lowland rice) คือ ข้าวที่ปลูกในพื้นที่ราบลุ่มทั่วไป ในสภาพที่มีน้ำหล่อเลี้ยงตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งก่อนการเกี่ยว น้ำหล่อเลี้ยงอาจเป็นน้ำฝน หรือน้ำชลประทานก็ได้

1.2.2.3 ข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวนาเมือง (Floating rice) คือข้าวที่ปลูกกันในแหล่งที่ไม่สามารถรักษาระดับน้ำได้ ต้องปลูกพันธุ์พิเศษที่เรียกว่า ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวลอย หรือข้าวฟางลอยน้ำเพราะข้าวพวกนี้มีการยืดตัวหนีน้ำได้

1.2.3 จำแนกตามอายุการเก็บเกี่ยว

1.2.3.1 ข้าวเบา (Early variety) คือ ข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 90-100 วัน นับตั้งแต่เพาะกล้าหรือหว่านข้าวในนาจนเก็บเกี่ยว

1.2.3.2 ข้าวกลาง (Medium variety) คือ ข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 100-120 วัน นับตั้งแต่เพาะกล้าหรือหว่านข้าวในนาจนเก็บเกี่ยว

1.2.3.3 ข้าวหนัก (Late variety) คือ ข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 120 วันขึ้นไป นับตั้งแต่เพาะกล้าหรือหว่านข้าวในนาจนเก็บเกี่ยว

1.2.4 จำแนกตามรูปร่างของเมล็ดข้าว

1.2.4.1 ข้าวเมล็ดสั้น (Short grain) ความยาวของเมล็ดไม่เกิน 5.50 มม.

1.2.4.2 ข้าวเมล็ดปานกลาง (Medium-long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 5.51-6.60 มม.

1.2.4.3 ข้าวเมล็ดยาว (Long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 6.61-7.50 มม.

1.2.4.4 ข้าวเมล็ดยาวมาก (Extra-long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 7.51 มม. ขึ้นไป

1.2.5. จำแนกตามฤดูกาล

1.2.5.1 ข้าวนาปี หรือข้าวนาน้ำฝน (Rainfed rice) คือข้าวที่ปลูกในฤดูกาลทำนา เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และจะเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นช้าสุดไม่เกินสิ้นเดือนกุมภาพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.5.2 ข้าวนาปรัง (Off–season rice) คือ ข้าวที่ปลูกนอกฤดูกาลทำนาปกติ จะเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมในบางท้องที่และเก็ยเกี่ยวอย่างช้าสุดไม่เกินเดือนเมษายน นิยมปลูกในท้องที่ที่มีการชลประทานดี

1.2.6. จำแนกตามลักษณะความไวต่อช่วงแสง

1.2.6.1 ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง (Photoperiod sensitive variety) คือ ข้าวพวกที่มีการออกดอกได้เฉพาะในช่วงที่มีช่วงแสงสั้นต่อวัน ตามความต้องการของพันธุ์นั้นโดยเฉพาะเท่านั้น (เป็นพืชวันสั้น) คือ ข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสงนั้น ความยาวของช่วงแสงต่อวัน มีอิทธิพลต่อการออกดอกของข้าวชนิดนั้นเป็นอย่างมาก ส่วนมากช่วงแสงจะต้องสั้น คือ น้อยกว่า 12 ชั่วโมงต่อวัน ข้าวประเภทนี้จึงจะออกดอก ฉะนั้น ข้าวพวกนี้จึงมีการกำหนดเวลาของการออกดอกแน่นอนในแต่ละปี ฉะนั้น ข้าวพวกนี้จึงใช้ได้เฉพาะการทำนาปีเท่านั้น จะเอาไปทำนาปรังหรือนานอกฤดูมักจะไม่ได้ผล

1.2.6.2 ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง (Non-photoperiod sensitive variety) คือ ข้าวพวกที่มีความยาวของช่วงแสงในแต่ละวัน จะไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอกของข้าวพวกนี้เลย กล่าวคือ ข้าวชนิดนี้ใช้วิธีนับอายุตั้งแต่วันตกกล้าจนถึงเก็บเกี่ยวว่าใช้เวลากี่วันเป็นหลักโดยไม่เกี่ยวกับช่วงเสียงหรือ วันสั้น-วันยาวในแต่ละวันเลย ฉะนั้น ข้าวพวกนี้จึงสามารถปลูกได้ตลอดปี คือ ทำได้ทั้งนาปีและนาปรัง โดยไม่คำนึงถึงช่วงแสงต่อวัน

1.3 การเจริญเติบโตของข้าว

ประพาส (2538) และ Kumazawa (1984) รายงานว่า ข้าวที่ปลูกทั่วๆ ไป สามารถแบ่งระยะเวลาแห่งการเจริญเติบโตตั้งแต่ตกกล้าถึงเก็บเกี่ยวได้เป็น 4 ระยะ ได้ดังต่อไปนี้

1.3.1 ระยะกล้า คือ ช่วงระยะที่เพาะเมล็ดข้าวให้งอกและนำมาตกกล้า เพื่อเลี้ยงกล้าให้เจริญเติบโตพอที่จะใช้ปักดำได้ ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 20-30 วัน

1.3.2 ระยะแตกกอ คือ ช่วงระยะเวลาที่นำข้าวกล้ามาปักดำ และมีการแตกกอเต็มที่ จนถึงข้าวเริ่มตั้งท้อง หรือต้นกลม ใช้เวลาประมาณ 45-60 วัน

1.3.3 ระยะตั้งท้อง คือ ช่วงเวลาที่ข้าวเริ่มตั้งท้องโดยมีลักษณะภายนอกแสดงอาการ “ต้นกลม” และภายในมีส่วนปลายยอดสุดของต้นข้าวเกิด “ช่อดอก” เป็นปุ่มเล็กๆ จนถึงช่อดอกข้าวได้เจริญเติบโตเป็นช่อดอกใหญ่ ทำให้กาบใบของใบธงบวมแล้วแทงทะลุโผล่พ้นออกมาใช้เวลาประมาณ 30 วัน

1.3.4 ระยะสร้างเมล็ด คือ ช่วงระยะเวลาตั้งแต่รวงข้าวโผล่พ้นจากกาบใบของใบธงออกมาจนเกิดการผสมพันธุ์กันชั้นภายในดอกข้าว แล้วต่อจากนั้นก็จะมีการเปลี่ยนแปลงภายใน จนกลายเป็นเมล็ด ช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 พันธุ์ข้าวทดสอบ

ในการทดลองนี้พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกเป็นพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อแสง มีรายละเอียดทางพฤกษศาสตร์และด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.4.1 ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1

1.4.1.1 ประวัติ

ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างชั่วที่ 1 ของ IR 25393-57-3-3 /RD 23 // IR 27316-96-3-2-2 และพันธุ์ผสมชั่วที่ 1 ของ SPRLR 77205-3-2-1-1 / SPRLR 79134 –51-2-2 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2528

พ.ศ. 2529-2531 ปลูกข้าวพันธุ์ผสมชั่วที่ 1 และคัดเลือกข้าวแบบสืบตระกูลชั่วที่ 2-5 จนได้สายพันธุ์ SPRLR 85163-5-1-1-2

พ.ศ. 2531-2532 ปลูกศึกษาพันธุ์

พ.ศ. 2532-2535 ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานีระหว่างสถานีและนาเกษตรกร ศึกษาเสถียรภาพการให้ผลผลิต ทดสอบความต้านทานโรค แมลงและคุณภาพเมล็ด

พ.ศ. 2535 เสนอสถาบันวิจัยข้าวพิจารณาปลูกเป็นพันธุ์ดัก (พันธุ์ดัก หมายถึง สายพันธุ์ดีเด่นที่คาดว่าจะเสนอเป็นพันธุ์รับรอง โดยผลิตแบบเมล็ดพันธุ์คัดและพันธุ์หลัก เพื่อพร้อมที่จะออกแนะนำเกษตรกร)

กรมวิชาการเกษตรพิจารณาให้เป็นพันธุ์รับรอง โดยให้ชื่อว่า พันธุ์ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2537 (ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, 2541)

1.4.1.2 ลักษณะเด่น

ก. ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเช่นเดียวกับ กข 23 และสุพรรณบุรี 90

ข. ต้านทานโรคไหม้ และเพลี้ยกระโดดหลังขาวดีกว่าข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 90

ค. ต้านทานโรคใบหงิก และโรคใบสีส้มในสภาวะธรรมชาติ

ง. ต้านทานโรคขอบใบแห้ง

จ. ให้ผลผลิตเฉลี่ย 806 กก./ไร่

ฉ. ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยดี

1.4.1.2 ลักษณะประจำพันธุ์

ก. เป็นข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว 120-125 วัน ปลูกได้ทั้งนาปรังและนาปี

ข. ต้นสูงประมาณ 125 ซม.

ค. ทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. ใบสีเขียวเข้มมีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาวค่อนข้างตั้งตรง

จ. คอรวงยาว ค่อนข้างแน่น ระแง้ค่อนข้างถี่

ฉ. เปลือกเมล็ด และกลีบรวงดอกสีฟาง

ช. เมล็ดข้าวเปลือกเฉลี่ย ยาว X กว้าง X หนา = 10.1 X 2.5 X 2 ซม.

ซ. ข้าวกล้องสีขาวเฉลี่ย ยาว X กว้าง X หนา = 7.3 X 2.2 X 1.8 ซม.

ฌ. ระยะฟักตัวของเมล็ด 22 วัน

หมายเหตุ พบโรคใบขีดสีน้ำตาลในระยะออกรวง อาจเป็นสาเหตุของโรคเมล็ดด่างได้

1.4.2 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี

1.4.2.1 ประวัติ

ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี ได้มาจากการผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสม SPR84177-8-2-2-2-1 และ SPR 85091-13-1-1-4 (แม่) กับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (พ่อ) ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี เมื่อ พ.ศ. 2532

พ.ศ. 2533-2536 ปลูกคัดเลือกข้าวพันธุ์ชั่วที่ 1 ถึงชั่วที่ 8 จนได้สายพันธุ์ SPR89111-17-2-2-2-2

พ.ศ. 2537-2540 ปลูกศึกษาพันธุ์และเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี

พ.ศ. 2539 ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานีที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี บางเขน และคลองหลวง ร่วมกับการทำแปลงสาธิตในนาเกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี และอ่างทอง

วันที่ 27 ตุลาคม 2540 กรมวิชาการเกษตรพิจารณาใช้เป็นพันธุ์แนะนำ โดยให้ชื่อว่าข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี (ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, 2541)

1.4.2.2 ลักษณะประจำพันธุ์

ก. เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุนับจากวันตกกล้าถึงเก็บเกี่ยว ประมาณ 120 วัน

ข. ใช้ผลผลิตเฉลี่ย 582 กก./ไร่ ในฤดูนาปรัง และ 673 กก./ไร่ ในฤดูนาปี (ปลูกแบบหว่านน้ำตมในนาเกษตรกร)

ค. ต้นสูงประมาณ 126 ซม. ทรงกอตั้ง ฟางแข็ง ใบสีเขียว ใบธงตั้งตรง รวงยาว และคอรวงยาว

ง. เมล็ดข้าวเปลือกยาวเรียว สีฟาง ยาว 10.8 กว้าง 2.4 และหนา 2.0 มม. เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.7 กว้าง 2.1 และหนา 1.8 มม.

จ. มีคุณภาพในการขัดสีดี เมล็ดข้าวสารใส เป็นท้องไข่น้อย ทำข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ ได้

ฉ. เป็นข้าวที่มีปริมาณ amylose ต่ำ เมื่อเป็นข้าวสุก มีลักษณะนุ่ม เหนียว และกลิ่นหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2.3 ลักษณะเด่น

ก. เป็นข้าวหอมต้นเตี้ย ไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้ทั้งนาปรังและนาปี

ข. มีลักษณะเมล็ดและคุณภาพในการหุงต้ม และรับประทานคล้ายข้าวดอกมะลิ

ค. ค่อนข้างต้านทานโรคขอบใบแห้ง และเพลี้ยกระโดดหลังขาว

ง. ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนดี

หมายเหตุ ค่อนข้างไม่ต้านทานต่อโรคไหม้ และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

1.4.3 ข้าวเจ้าชัยนาท 1

1.4.3.1 ประวัติ

ข้าวเจ้าชัยนาท ได้มาจากการผสม 3 ทาง ระหว่างลูกผสมของ IR13146-158-1 กับ IR 15314-43-2-3-2 และ BKM 6995-16-1-1-2 ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท เมื่อปี พ.ศ. 2525 และทำการปลูกคัดเลือกแบบสืบตระกูลจนได้สายพันธุ์ CNTBR 82075-43-2-1 และนำปลูกเปรียบเทียบผลผลิตในสถานี พ.ศ. 2530 โดยปลูกเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานีที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง และสถานีทดลองข้าวชัยนาท พ.ศ. 2531 ถึง 2535 ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตในเกษตรจังหวัดพิษณุโลก ลพบุรี และชัยนาท พร้อมทั้งทดสอบเสถียรภาพการให้ผลผลิตภายใต้สภาพแวดล้อมต่างกันในเขตรับผิดชอบของศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก และศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี พ.ศ. 2534-2535

คณะกรรมการวิจัยและพัฒนา กรมวิชาการเกษตร ได้มีมติรับรองพันธุ์เมื่อ 9 กันยายน พ.ศ. 2536 และให้ชื่อว่า ข้าวเจ้าชัยนาท 1 (ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, 2541)

1.4.3.1 ลักษณะประจำพันธุ์

ก. ข้าวเจ้าชัยนาท 1 เป็นข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง

ข. ต้นข้าวสูง 113 ซม. ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว ใบธงค่อนข้างตรง คอรวงสั้น รวงยาวและแน่น ระแง้ค่อนข้างถี่ ฟางแข็ง

ค. เมล็ดข้าวเปลือกยาวเรียวสีฟาง บางเมล็ดก้นจุด

ง. ในฤดูฝนมีอายุประมาณ 119 วัน และให้ผลผลิตเฉลี่ย 725 กก./ไร่ และฤดูแล้งมีอายุประมาณ 130 วัน และให้ผลผลิตเฉลี่ย 754 กก./ไร่

จ. ระยะฟักตัวเมล็ด 8 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ. คุณภาพขัดสีดี ได้เมล็ดข้าวสารใส ท้องไข่น้อย ทำข้าว 100 เปอรณเซ็นต์ ได้ ข้าวสุกมีลักษณะร่วนและแข็ง ประเภทข้าวเสาไห้ สามารถนำไปแปรรูปเป็นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ และขนมจีนได้

1.4.3.3 ลักษณะเด่น

ก. มีความต้านทานต่อโรค และแมลงที่สำคัญหลายชนิด

- ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เช่นเดียวกับพันธุ์ กข 23 และสุพรรณบุรี 90
- ต้านทานเพลี้ยกระโดดหลังขาว
- ต้านทานโรคใบหงิก (โรคจู๋)
- ค่อนข้างต้านทานโรคไหม้

ข. ให้ผลผลิตสูง

ค. เมล็ดยาวกว่า กข 23 และมีท้องไข่น้อย

ง. ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนดี

1.4.4 ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1

1.4.4.1 ประวัติ

ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวหอมพันธุ์นางมล เอส-4 (แม่) ของไทย กับสายพันธุ์ IR 841-85-1-1-2 (พ่อ) ที่สถานีทดลองข้าวคลองหลวง เมื่อ พ.ศ. 2526

พ.ศ. 2527-2532 ปลูกและคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมชั่วที่ 1 ถึงชั่วที่ 8 จนได้สายพันธุ์ KLG 83055-1-1-1-2-1-4

พ.ศ. 2533-2534 ปลูกศึกษาพันธุ์ และเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี

พ.ศ. 2535-2540 ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานีที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถานีทดลองข้าวคลองหลวง สถานีทดลองพันธุ์ข้าวบางเขน ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี และศูนย์วิจัยพืชไร่ราชบุรี

พ.ศ. 2537-2539 ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตในนาเกษตรกรจังหวัดปทุมธานี สระบุรี เพชรบุรี สุพรรณบุรี และนนทบุรี พร้อมทั้งศึกษาเสถียรภาพของผลผลิต ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีและพิษณุโลก สถานีทดลองข้าวคลองหลวง ราชบุรี สุพรรณบุรี ชัยนาท และโคกสำโรง

วันที่ 27 ตุลาคม 2540 กรมวิชาการเกษตร พิจารณาให้เป็นพันธุ์รับรอง โดยให้ชื่อว่า ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 (ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, 2541)

1.4.4.2 ลักษณะประจำพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุพันธุ์จากวันตกกล้าถึงเก็บเกี่ยว ประมาณ 118 วัน เมื่อปลูกในนาปรัง และ 125 วัน ในฤดูนาปี

ข. ลำต้นค่อนข้างเตี้ย สูงประมาณ 110 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ฟางแข็ง ใบสีเขียว ใบธงยาว ปานกลาง และค่อนข้างตั้ง คอรวงสั้น รวงยาว แน่น และ ระแง้ถี่

ค. เมล็ดข้าวเปลือกยาวเรียว สีฟาง บาง เมล็ดก้นจุด ยาว 10.6 มม. กว้าง 2.7 มม. และหนา 2.0 มม. เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.8 มม. กว้าง 2.3 มม. และหนา 1.8 มม. มีระยะพักตัว 5-6 สัปดาห์

ง. มีคุณภาพในการขัดสีดี เมล็ดข้าวสารใส เป็นท้องไข่น้อย ทำข้าว 100 เปอร์เซนต์ ได้

จ. เป็นข้าวที่มีปริมาณ amylose ต่ำ เมื่อเป็นข้าวสุกมีลักษณะนุ่ม เหนียวและมีกลิ่นหอม

1.4.4.3 ลักษณะเด่น

ก. เป็นพันธุ์ข้าวหอมต้นเตี้ยไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้ทั้งฤดูนาปี และนาปรัง

ข. มีคุณภาพเมล็ดในการหุงต้ม และรับประทานคล้ายข้าวดอกมะลิ 105

ค. ให้ผลผลิตสูง เฉลี่ย 650 กิโลกรัม/ไร่ ในฤดูนาปี และ 591 กิโลกรัม/ไร่ ในฤดูนาปรัง

ง. ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง และเพลี้ยกระโดดหลังขาว

จ. ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนดี

หมายเหตุ ค่อนข้างไม่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจั๊กจั่นสีเขียว ซึ่งเป็นพาหะของโรคใบหงิกและโรคใบสีส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน (Soilless Culture)

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินหรือการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชหรือน้ำยา (nutrient solution) เรียกกันหลายชื่อเช่น Hydroponics, Water Culture, Nutriculture, Liquid culture หรือ Soilless Culture เป็นต้น การปลูกพืชวิธีนี้ทำกันมาหลายปีแล้ว เช่น สวนลอยฟ้าของบาบิโลน (Babylon) ถือว่าเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลก ถูกสร้างขึ้นในปี 372-287 ก่อนคริสต์ศักราช และสวนลอยฟ้าของประเทศจีน (Jones, 1990) แต่ในประวัติที่ได้กล่าวถึงการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่เข้าหลักวิทยาศาตร์ จะเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ.1600 โดย Van Helmos นักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยี่ยม แสดงให้เห็นว่าพืชได้รับสารจากน้ำโดยปลูกต้นวิลโล (Willow) หนัก 5 ปอนด์ในท่อที่มีดินแห้งอยู่ 200 ปอนด์ แล้วรดน้ำด้วยน้ำฝนเป็นเวลา 5 ปี พบว่าต้นวิลโลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 169 ปอนด์ ในขณะที่น้ำหนักดินหายไปน้อยกว่า 2 ออนซ์ เขาสรุปว่าพืชได้รับสารประกอบจากน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต แต่ไม่ได้สรุปว่าพืชต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนจากอากาศด้วย(Jones, 1983; Douglas, 1985; Resh, 1978) ในปี ค.ศ. 1699 Jonn Woodward ชาวอังกฤษได้พิสูจน์ว่า สามารถปลูกพืชในน้ำที่ใช้สารละลายดิน ซึ่งน้ำมีธาตุอาหารพืชจากดินละลายอยู่ (John, 1990) ในช่วงกลางศตวรรษที่ 19 Boussingault ได้แนะนำการปลูกพืชในทราย หิน และถ่าน โดยมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช ถวัลย์ (2534); Ikeda (1989) กล่าวว่า Hydroponics เป็นวิธีการปลูกพืชที่ใช้หลักการใช้แบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ด้วยการเลียนแบบการปลูกพืชบนดินแต่ไม่นำดินมาใช้เป็นวัสดุปลูก หลักการพื้นฐานในการทำให้พืชเจริญเติบโตก็เพียงใช้น้ำที่มีการเติมธาตุอาหารต่างๆ เป็นการทดแทนธาตุอาหารที่มีอยู่ในเดิม ต้นพืชก็สามารถเจริญเติบโตได้เช่นกัน

. การปลูกพืชในระบบลึก (Deep flow technique : DFT)

เป็นเทคนิควิธีการหนึ่งของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งถูกแบ่งย่อยมาจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Water culture หรือ Liquid system เป็นระบบปิด(Closed system) ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีที่เก่าแก่ที่สุดเพราะระบบนี้ได้ถูกพัฒนามาจากจุดเริ่มต้นที่ใช้เพียงพืชน้ำปลูกในสมัยที่ก่อนจะมีการพัฒนานำธาตุอาหารมาใช้ และยังถือได้ว่าการปลูกพืชในระบบนี้เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแท้จริง(true hydroponics) กล่าวคือไม่ใช่วัสดุปลูกเลย (Eillis and Swaney, 1938;Turner and Henry, 1948; Resh, 1981; Muckle, 1995a and 1995b; Douglas, 1978; Schwarz, 1995)

1.ความหมาย

เป็นระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินที่ต้องให้รากพืชเจริญอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชโดยตรง โดยสารละลายธาตุอาหารจะถูกบรรจุอยู่ในภาชนะปลูกที่ทึบแสงและมีระดับความลึกมากพอสมควร ซึ่งรากพืชจะไม่มีสิ่งใดมาสัมผัสไว้เลย โดยรากจะเจริญแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารจากลักษณะดังกล่าวจำเป็นต้องมีแผ่นโฟมเจาะรูสำหรับใส่ต้นพืชและฟองน้ำอัดเป็นเครื่องค้ำลำต้นพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อช่วยในการทรงตัวและจะต้องเว้นช่องว่าง (Air space) ซึ่งเป็นระยะห่างระหว่างแผ่นโฟมปลูกกับผิวสารละลายธาตุอาหารไว้ตั้งแต่นำพืชปลูกในระบบ เทคนิควิธีการของระบบนี้มีชื่อเรียกที่เข้าใจในความหมายเดียวกันหลายชื่อ เช่น Deep water culture, Deep flow hydroponics, Deep nutrient solution และ Flow System (วิโรจน์และชัยฤกษ์, ไม่ระบุปีที่พิมพ์; สงบ, 2537; ถนิมนันต์, 2538, นพดล,2538; Muckle, 1995a; Schwarz, 1995; Jensen, 1999)

ข้อดีของการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

1. ปลูกโดยไม่ต้องใช้ดิน จะช่วยลดปัญหาที่เกิดจากสภาพดินไม่เหมาะสม
2. ควบคุมปัญหาโรคและแมลงได้ง่าย
3. พืชเจริญเติบโตได้รวดเร็วและให้ผลผลิตมาก เนื่องจากสามารถควบคุมธาตุอาหารได้ดีกว่าในดิน
4. ปริมาณน้ำที่ใช้ลดลง
5. ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสู่ตลาด เนื่องจากเหมาะสมที่จะปลูกได้ทุกที่
6. ระบบนี้ให้ผลผลิตสม่ำเสมอคงที่
7. ลดปัญหาค่าใช่จ่างแรงงาน
8. ใช้พื้นที่ในการปลูกน้อย
9. ไม่มีปัญหาวัชพืช

ข้อเสียของการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

1. ค่าใช้จ่ายสูง
2. ผู้ปลูกจะต้องมีความรูพื้นฐานทางด้านปุ๋ยเคมี
3. ระบบนี้ต้องการการดูแลอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง

การปลูกพืชในสารละลายที่มีความลึกอย่างน้อย 30 เซนติเมตร จะเหมาะสำหรับพืชที่มีระบบรากยาวและมีการแตกแขนงของรากมาก เช่น ข้าวซึ่งน่าจะมีความเป็นไปได้ในปลูกในระบบนี้ (อารีย์, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะกล้า (ภาพที่ 1)

    1.1 ตะกร้า

    1.2 กระดาษทิชชู

    1.3 กระบอกฉีดน้ำ

    1.4 ทราย

    1.5 กระดาษหนังสือพิมพ์

    1.6 ถาดสำหรับรองตะกร้า

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในระบบการปลูก

    2.1 ในระบบการปลูกในสารละลายไม่หมุนเวียนแบบไม่เติมอากาศ

    - กะละมังดำ ทาสีบรอนซ์ภายนอก สำหรับบรรจุสารละลาย 40 ลิตร สูตรละ 3 กะละมัง
    - โฟมตัด , ฟองน้ำอัด
    - ถังผสมสารละลาย 150 ลิตร 1 ถัง

    2.2 ในระบบการปลูกในสารละลายนิ่งแบบเติมอากาศ

    - กะละมังดำ ทาสีบรอนซ์ภายนอก สำหรับบรรจุสารละลาย 40 ลิตร สูตรละ 3 กะละมัง
    - โฟมตัด ฟองน้ำอัด
    - อุปกรณ์ที่ใช้ในการเป่าอากาศให้แก่สารละลายธาตุอาหารพืช (ภาพที่ 2)
    - ถังผสมสารละลาย 150 ลิตร 1 ถัง

    2.3 ในระบบการปลูกในสารละลายไม่หมุนเวียน แบบใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก

    - กะละมังดำ ทาสีบรอนซ์ภายนอก สูตรละ 3 กะละมัง
    - ทราย
    - ถังผสมสารละลาย 150 ลิตร 1 ถัง

    2.4 ในระบบการปลูกพืชในวัสดุปลูกโดยใช้ทราย

    - ทราย
    - รางไม้
    - พลาสติกดำ
    - ถังน้ำ สำหรับเตรียมสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บัวรดน้ำ

3. วัสดุเกษตร

เมล็ดพันธุ์ข้าว 4 พันธุ์

- ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1
- ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1
- ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี
- ข้าวเจ้าชัยนาท 1

4. สารละลายธาตุอาหารสูตร 2 สูตร ได้แก่

สูตรที่ 1 คือ Soilless Fertilizer (Song and Hydeyasu, 1996)

สูตรที่ 2 คือ ปุ๋ยให้ทางดิน สูตร 13-13-21 (โดยคำนวณเปรียบเทียบตามสูตรที่ 1)

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาด้านโรคพืช

- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- กล้องจุลทรรศน์
- อาหารสำหรับแยกเชื้อรา PDA+BNPRA+ rose bengal
- อาหาร PDA (Potato Dextrose Agar)

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

- เครื่องวัด pH แบบอัตโนมัติ (pH meter) (ภาพที่ 3 ก)
- เครื่องวัด EC แบบอัตโนมัติ (Conductimeter) (ภาพที่ 3 ข)
- เครื่องมือวัดความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4×2×4 Factorials ใน Completely Random Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ มีรายละเอียด ดังนี้

Factor A มี 4 ระดับ คือ พันธุ์ข้าว
- พันธุ์ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี
- พันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี
- พันธุ์ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง
- พันธุ์ชัยนาท 1

Factor B มี 2 ระดับ คือ สูตรสารละลายธาตุอาหาร
- สูตรที่ 1 คือ Soilless Fertilizer
- สูตรที่ 2 คือ ปุ๋ยให้ทางดิน สูตร 13-13-21 (โดยคำนวณเปรียบเทียบตามสูตรที่ 1)

Factor C มี 4 ระดับ คือ การดำเนินการทดลองปลูก 4 กรรมวิธี ได้แก่
- การปลูกในสารละลายนิ่งแบบไม่เติมอากาศ (Deep Flow Technique:DFT)
- การปลูกในสารละลายนิ่งแบบเติมอากาศ (Deep Flow Technique in Air:DFT+O_2)
- การปลูกในสารละลายนิ่งแบบใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก (Modified Sand Culture)
- การปลูกในระบบการปลูกพืชในวัสดุปลูกโดยทราย (Sand Culture)

2. การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ควรจะเตรียมจากน้ำที่มีบริสุทธิ์มีสารต่างๆ ละลายเจือปนน้อยที่สุด ซึ่งในการทดลองนี้ใช้น้ำ RO (Reverse osmosis) ซึ่งเป็นน้ำที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ มีค่า EC = 0.004 ms/cm^3 โดยการทดลองนี้จะทำการตรวจสอบค่า pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารทุกวัน และปรับค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 5.0-6.5 โดยการเติม KOH และ HCI และปรับค่า EC ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับอายุของพืชในแต่ละช่วง โดยการเติมสารละลายธาตุอาหารเข้มข้นหรือเติมน้ำตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. การเตรียม Stock solution ของสารละลายธาตุอาหารพืชสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer ความเข้มข้น 100 เท่าปริมาณ 10 ลิตร เพื่อผสมกับน้ำ RO 1000 ลิตร

ชนิดของสาร	น้ำหนักของสารที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย	
NH_4NO_3	160	กรัม
NaH_2PO_4	71.2	กรัม
KCl	48	กรัม
$CaCl_2.2H_2O$	149.2	กรัม
$MgSO_4.2H_2O$	492.8	กรัม
$FeCl_3.6\ H_2O$	9.688	กรัม
$MnSO_4.6\ H_2O$	2.359	กรัม
H_3BO_3	1.144	กรัม
$ZnSO_4.7H_2O$	0.440	กรัม
$CuSO_4.5H_2O$	0.039	กรัม
$(NH_4)_6MO_7O_{24}.7H_2O$	0.009	กรัม

ข. การเตรียม Stock solution ของสารละลายธาตุอาหารพืชสูตรสารละลายธาตุอาหารสูตร 13-13-21 ความเข้มข้น 100 เท่า ปริมาตร 1000 ลิตร

ชนิดของสาร	น้ำหนักของสารที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย	
ปุ๋ยสูตร 13-13-21	218.27	กรัม
K_2SO_4	89.64	กรัม
$CaCl_2.2\ H_2O$	40.1	กรัม
Unikate	250	กรัม

3. การเพาะกล้าและการย้ายกล้าต้นกล้าข้าว

การเพาะเมล็ด โดยดำเนินการแช่เมล็ดข้าวไว้ 1 คืนแล้วจึงนำมาเพาะในกระดาษทิชชู (ภาพที่ 1 ข)ในถาดพลาสติกและใช้กระดาษทิชชูปิดทับด้านบนของเมล็ดพันธุ์อีกครั้งหนึ่งแล้วจึงรดน้ำให้ชุ่มแต่ระวังอย่าให้น้ำแฉะเกินไป เพราะอาจจะทำให้เมล็ดเน่าได้ จากนั้นนำถาดที่เพาะเมล็ดไปเก็บไว้ในที่มืด 2 คืน เมล็ดข้าวก็จะเริ่มงอกและแทงรากออกมา แล้วจึงนำเมล็ดที่กำลังงอกออกมาเพาะลงในทรายที่ใส่ไว้ในตะกร้าพลาสติก (ภาพที่ 4) เพื่อให้น้ำและสารละลายธาตุอาหาร โดย 5 วันแรกให้เฉพาะน้ำเนื่องจากต้นกล้ายังเล็กอยู่ หลังจากนั้นจะเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC เท่ากับ 0.78 เป็นเวลา 15 วัน จึงย้ายลงในระบบ DFT อนุบาล (ภาพที่ 5) การย้ายต้นกล้าระวังอย่าให้รากได้รับการกระทบกระเทือน โดยนำมาเพาะในสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC เท่ากับ 1.10 ที่เตรียมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะเจาะรูที่โฟมให้มีจำนวนเท่ากับต้นกล้าและใช้ฟองน้ำช่วยยึดไม่ให้ต้นกล้าล้ม แล้วทำการต่อเครื่องเป่าอากาศลงในกะละมัง โดยในหนึ่งกะละมังจะประกอบด้วยพันธุ์ข้าวหนึ่งพันธุ์ เป็นเวลา 15 วัน จึงย้ายกล้าลงสู่ระบบ Hydroponics ตามกรรมวิธีต่างๆ ควรจะย้ายต้นกล้าในเวลาเย็นเพื่อให้ต้นกล้าได้ปรับตัวและลดการคายน้ำ โดยแต่ละกะละมังจะประกอบด้วยข้าว 4 พันธุ์ จำนวนกอละ 2 ต้น

4. การเตรียมระบบปลูก

4.1 การปลูกในระบบ DFT โดยดำเนินการดังนี้

4.1.1 นำกะละมังที่ทาสีบรอนซ์ 6 กะละมัง ใส่สารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตร สูตรละ 3 กะละมัง ใส่กะละมังละ 40 ลิตร

4.1.2 ตัดโฟมให้มีขนาดใหญ่กว่ากะละมังเล็กน้อย จำนวน 6 แผ่น ตัดเป็นช่องๆแผ่นละ 4 ช่องขนาดพอเหมาะกับต้นกล้า ระยะห่างกัน 20 เซนติเมตร ปิดลงบนกะละมังใช้ที่หนีบเพื่อป้องกันโฟมปลิว

4.1.3 ปลูกต้นข้าวทั้ง 4 พันธ์ๆละ 2 กอ ลงในแต่ละช่องที่ตัดไว้ทั้ง 6 กะละมัง ใช้ฟองน้ำอัดช่วยยึดต้นกล้าไว้ไม่ให้ล้ม

4.2 การปลูกในระบบ DFT+O2 โดยดำเนินการเช่นเดียวกับการปลูกในระบบ DFT เพียงแต่นำเอาเครื่องเป่าอากาศต่อลงในระบบทั้ง 6 กะละมัง

4.3 การปลูกในระบบ Modified Sand Culture โดยดำเนินการปลูกดังต่อไปนี้

4.3.1 นำกะละมังที่ทาสีบรอนซ์ 6 กะละมัง ใส่ทรายขนาด 1 ส่วน 2 ของกะละมัง เติมสารละลายลงไปให้เท่ากับขอบกะละมัง สูตรละ 3 กะละมัง

4.3.2 นำต้นกล้าทั้ง 4 พันธุ์ ปักดำลงในกะละมังระยะห่าง 20 เซนติเมตร พันธ์ละ 2 กอ

4.4 การปลูกในระบบ Sand Culture โดยดำเนินการปลูกดังนี้

4.4.1 ไม้มาทำเป็นกะบะทรายขนาดความกว้าง 50 ซม. ยาว 2 ม. สูง 50 ซม.จำนวน 2 ราง

4.4.2 นำพลาสติกใสวางในกะบะทรายเพื่อป้องกันการรั่วซึมของสารละลาย

4.4.3 เททรายลงในกะบะทรายปริมาตรเท่ากับ 1 ส่วน 2 ของความสูงกะบะทราย

4.4.4 นำต้นกล้าทั้ง 4 พันธ์มาปักดำลงในกะบะทราย ระยะห่างกัน 20 ซม. พันธุ์ละ 2 กอ

4..4.5เทสารละลายทั้ง 2 สูตรแต่ละกะบะทรายให้สูงจากทราย 10 เซนติเมตร

5. การดูแลรักษา

ทำการวัดค่า EC และ pH ของสารละลายทุกวันในเวลาเช้า ซึ่งจะควบคุมความเข้มข้นของสารละลายในช่วยแรกให้อยู่ในช่วง เท่ากับ 1.07 ms/cm^3 หลังจากนั้นจะเพิ่มค่า EC ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชและการทดลองจะต้องปรับค่า pH ให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชให้อยู่ในช่วง 5.0-6.5 หากพบว่ามีโรคและแมลงให้รีบป้องกันกำจัดทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การเก็บเกี่ยว

จะทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดและต้นข้าว เมื่อรวงข้าวสุกพร้อมที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิต

7. การบันทึกผลการทดลอง

7.1 ด้านการเจริญเติบโต

- บันทึกความสูงของต้นข้าวทุกสัปดาห์ ตลอดการทดลอง
- บันทึกการจำนวนการแตกกอของต้นข้าวทุกสัปดาห์ ตลอดการทดลอง

7.2 ด้านโรคและแมลง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโรคและแมลงของข้าว

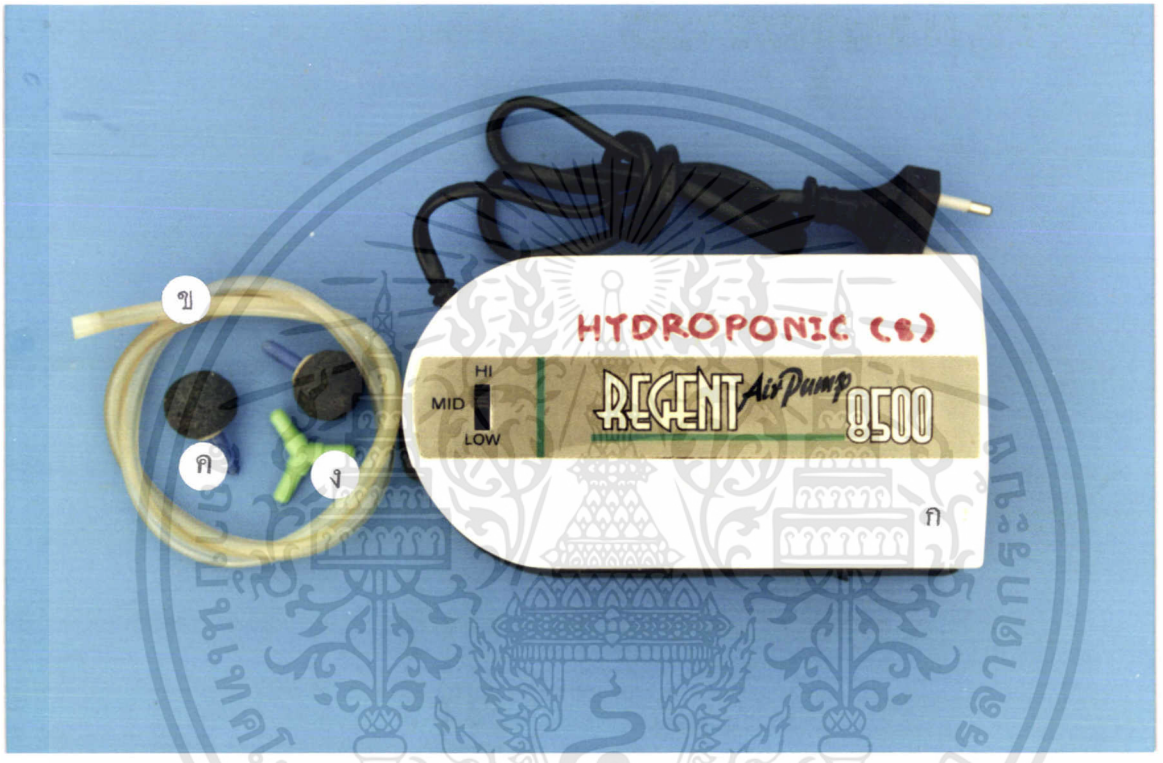
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 อุปกรณ์เพาะต้นกล้า

ก. ตะกร้า ถาด ทราย หนังสือพิมพ์

ข. เมล็ดพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเป่าอากาศให้แก่สารละลายธาตุอาหารพืช

ก. Air Pump

ข. ท่ออากาศ

ค. หัวทรายชนิดกลม

ง. ข้อต่อ 3 ทาง

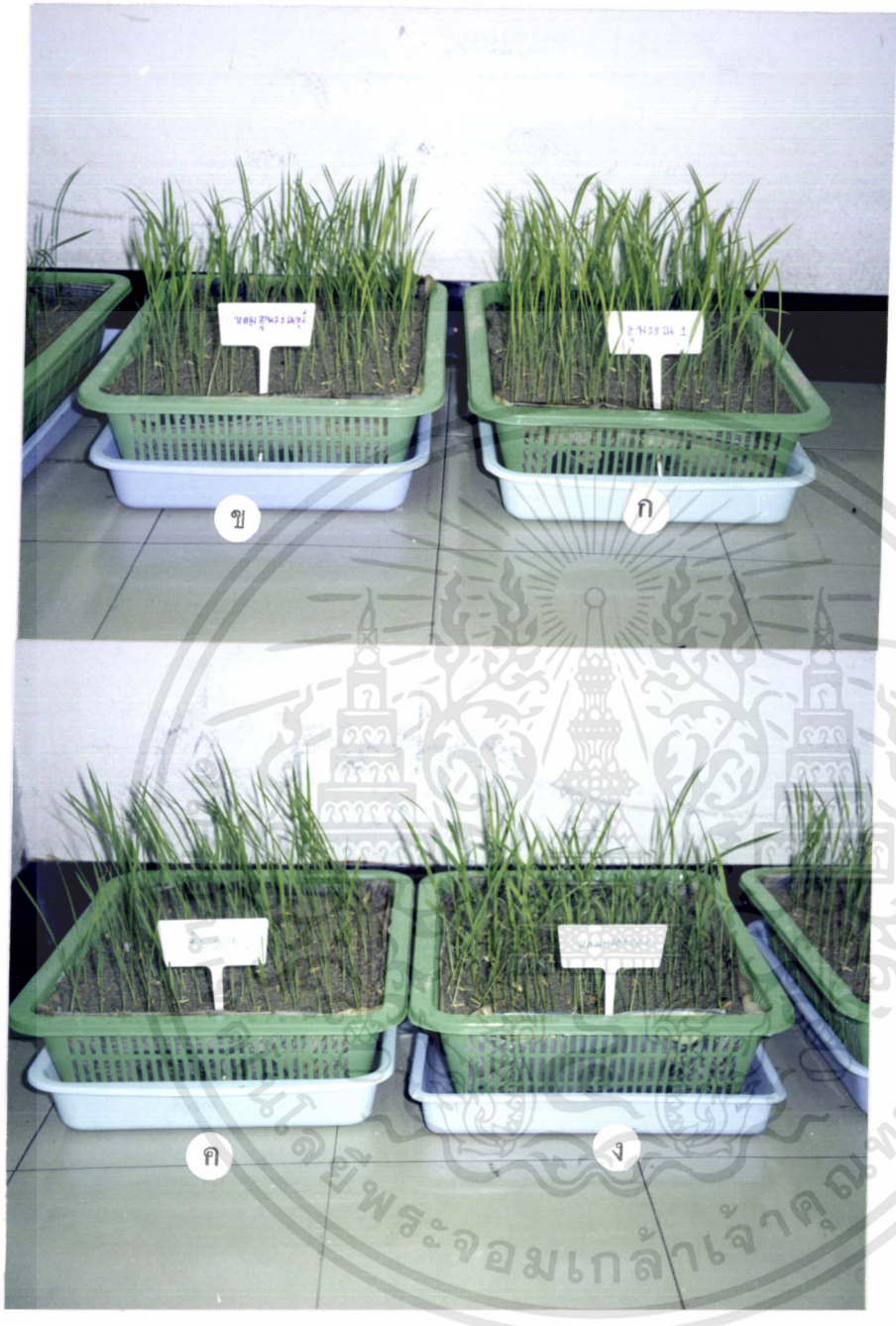
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อม

ก. pH meter

ข. EC meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ต้นกล้าข้าว

ก. พันธุ์สุพรรณบุรี 1

ข. พันธุ์หอมสุพรรณบุรี

ค. พันธุ์ชัยนาท 1

ง. พันธุ์หอมคลองหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17115

ภาพที่ 5 การเพาะต้นกล้าในระบบ DFT อนุบาล

ก. พันธุ์สุพรรณบุรี 1

ข. พันธุ์ชัยนาท 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ด้านการเจริญเติบโต

การศึกษาศักยภาพการปลูกข้าว 4 พันธุ์ในระบบ Hydroponics ประเภทต่างๆ (การปลูกในสารละลายนิ่งแบบไม่เติมอากาศ (Deep Flow Technique; DFT) การปลูกในสารละลายนิ่งแบบเติมอากาศ (Deep Flow Technique in Air; DFT+O_2) การปลูกในสารละลายนิ่งแบบใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก (Modified Sand Culture) และ การปลูกในระบบการปลูกพืชในวัสดุปลูกโดยทราย (Sand Culture) โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร คือสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer และสูตรปุ๋ยให้ทางดิน สูตร 13-13-21 โดยคำนวณเปรียบเทียบตามสูตรที่ 1)

ในระยะแรก (สัปดาห์ที่ 5) อิทธิพลของปัจจัยทั้ง 3 (พันธุ์ข้าว สูตรสารละลายธาตุอาหาร กรรมวิธีการปลูก) ต่อการเจริญเติบโต (ในด้านความสูงและจำนวนการแตกกอ) ของข้าวยังไม่เด่นชัดมากนัก จะเห็นได้จากความสูงและจำนวนการแตกกอซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2)

ในระยะต่อมา (สัปดาห์ที่ 7) พบว่า อิทธิพลของพันธุ์ข้าวเริ่มส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในด้านความสูง ในขณะที่อิทธิพลจากปัจจัยสารละลายธาตุอาหารและกรรมวิธีการปลูกยังไม่แสดงออกเลย โดยพบว่า พันธุ์หอมคลองหลวง พันธุ์สุพรรณบุรี 1 และ พันธุ์หอมสุพรรณบุรี มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับพันธุ์พันธุ์ชัยนาท 1 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 1) ส่วนจำนวนการแตกกอของข้าวแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ปัจจัยทุกประเภทเริ่มมีอิทธิพลเด่นชัดมากขึ้น โดยข้าวที่ปลูกในสูตร Soilless Fertilizer จะมีการแตกกอมากกว่าที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 ทดแทนการใช้สารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer และกรรมวิธีการปลูก DFT+O_2 มีการแตกกอมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 2)

สัปดาห์ที่ 9 พบว่า ทั้ง 3 ปัจจัย มีอิทธิพลต่อความสูงและจำนวนกออย่างเด่นชัด ดังจะเห็นได้จาก ความสูงของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีและ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับความสูงของข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงและพันธุ์ชัยนาท 1 โดยข้าวที่ปลูกในสูตรสารละลาย Soilless Fertilizer (Song and Hydeyasu, 1996) มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าสูตรปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกรรมวิธีปลูกที่ส่งผลให้ต้นข้าวเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว คือ วิธี DFT+O_2 และ DFT มีความสูงเท่ากับ 74 และ 75 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี Sand Culture และ Modified Sand มีความสูงเท่ากับ 54 และ 56 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนจำนวนการแตกกอ พบว่า พันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีการแตกกอมากที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์หอมคลองหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ชัยนาท 1และพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ตามลำดับ ข้าวที่ปลูกในสูตรอาหาร Soilless Fertilizer มีจำนวนการแตกกอมากกว่าข้าวที่ปลูกในสูตรอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 โดยต้นข้าวที่ปลูกในระบบ DFT+O_2 มีการแตกกอมากที่สุด รองลงมาคือข้าวที่ปลูกในระบบ DFT Sand Culture และ Modified Sand ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

สัปดาห์ที่ 11 , 13 และ 14 พบว่าผลการทดลองมีแนวโน้มในด้านความสูงไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ปัจจัยทั้ง 3 มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตในด้านความสูงและจำนวนการแตกกออย่างเด่นชัด แตกต่างไปจากระยะแรก กล่าวคือ ข้าวที่ปลูกในสูตรอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 เจริญเติบโตได้ดีกว่าที่ปลูกในสูตรอาหาร Soilless Fertilizer (Song and Hydeyasu, 1996) จะเห็นได้ว่า ในสัปดาห์ที่ 14 ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ที่ปลูกในสูตรอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 ด้วยวิธี DFT+O_2 มีความสูงมากที่สุด รองลงมา คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 พันธุ์หอมคลองหลวง และพันธุ์ชัยนาท 1 มีความสูง เท่ากับ 102 , 100 , 96 และ 95 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนข้าวทั้ง 4 พันธุ์ คือ พันธุ์หอมสุพรรณบุรี พันธุ์สุพรรณบุรี 1 พันธุ์หอมคลองหลวง และพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ปลูกโดยกรรมวิธี Sand Culture สูตรอาหาร Soilless Fertilizer ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร คือ มีความสูงเท่ากับ 82 , 82 , 80 และ 78 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนข้าวที่ปลูกในสูตรอาหาร Soilless Fertilizer โดยกรรมวิธี DFT และ Sand Culture ได้ผลดีใกล้เคียงกับข้าวที่ปลูกในสูตรอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 โดยกรรมวิธี DFT (ตารางที่ 1) ส่วนการแตกกอของต้นข้าว ผลการทดลองมีแนวโน้มเช่นเดียวกับความสูง คือ ข้าวที่ปลูกโดยกรรมวิธี DFT+O_2 ในสูตรอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 มีการแตกกอมากสุด และข้าวที่ปลูกโดยกรรมวิธี Sand Culture ในสูตรอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 มีการแตกกอน้อยสุด แต่พันธุ์ข้าวที่มีการแตกกอมากที่สุด คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ชัยนาท 1 พันธุ์หอมสุพรรณบุรี และพันธุ์หอมคลองหลวง มีจำนวนการแตกกอเท่ากับ 43 , 42 , 40 และ 38 กอ ตามลำดับ ส่วนข้าวที่ปลูกในสูตรอาหาร Soilless Fertilizer โดยกรรมวิธี DFT และ Sand Culture ได้ผลดีใกล้เคียงกับข้าวที่ปลูกในสูตรอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 โดยกรรมวิธี DFT (ตารางที่ 2) ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ (ในด้านการนำปุ๋ยที่ให้ทางดินมาใช้เตรียมเป็นสารละลายธาตุอาหารพืชเพื่อทดแทน Soilless Fertilizer) สอดคล้องกับผลการทดลอง พรประพา (2544) ซึ่งได้นำปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 มาทดลองปลูกผักตระกูลสลัด ผักตระกูลคะน้า โหรพา สาระแหน่ ผักคลื่นช่าย ผักโขม ผักปวยแล้ง

เมื่อเก็บเกี่ยว ลักษณะพันธุ์ข้าวต่างๆ ในกรรมวิธีต่างๆ รวมทั้งลักษณะรวงข้าวและเมล็ด ดังแสดงไว้ในภาพที่ 6-21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาโรคและแมลง

ในระหว่างการทดลองนี้พบว่า มีการระบาดของโรคขอบใบไหม้ในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว คาดว่าจะเป็นโรคที่ติดมาจากเมล็ดพันธุ์ ข้าวแสดงอาการของโรคขาดธาตุไนโตรเจน มีลักษณะใบสีเหลืองซีด ที่ใบอ่อน (ภาพที่ 22)ในการทดลอง พบการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยอ่อนในระยะแตกกอ (ภาพที่ 23) ในข้าวทุกพันธุ์แต่ไม่มีผลการทบต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากข้าวแต่ละพันธุ์มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, 2541) เช่นเดียวกับการทดลองเรื่องบทบาทของซิลิก้าในข้าวพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (พัชนี ชัยวัฒน์และคณะ) ซึ่งอย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าว ไม่ได้ส่งผลมากนักต่อการเจริญเติบโตของข้าวในครั้งนี้ เนื่องจากพบว่า มีการเข้าทำลายในระยะหลังและไม่มีการระบาดรุนแรง การทดลองนี้ไม่พบการระบาดของโรคและการเข้าทำลายแมลงอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 1 แสดงความสูงเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในระบบ Hydroponics แบบต่างๆ โดยสูตรอาหาร 2 สูตร เมื่ออายุตั้งแต่ 5, 7, 9, 11, 13 และ 14 สัปดาห์

ธุ์ข้าว	สูตรอาหาร	กรรมวิธีปลูก	ความสูง (เซนติเมตร)					
tor A)	(Factor B)	(Factor C)	สัปดาห์5	สัปดาห์7	สัปดาห์9	สัปดาห์11	สัปดาห์13	สัปดาห์14#
เบุรี 1	Soilless fertilizer	DFT	50ab[1]	54bcd	65b	82bcd	88g	94ef
		DFT+O_2	50ab	55abcd	63bcd	85b	90efg	96d
		Modified Sand	51a	55abcd	62bcde	72gh	79jk	83hi
		Sand Culture	49ab	56abc	63bcd	83bc	91def	95de
	ปุ๋ยสูตร13-13-21	DFT	51a	57ab	64bc	85b	91def	95de
		DFT+O_2	49ab	53cd	65b	89a	95bc	100b
		Modified Sand	51a	57ab	64bc	70hi	82hi	84h
		Sand Culture	49ab	56abc	64bc	72gh	80.33ijk	82ij
พรรณบุรี	Soilless fertilizer	DFT	50ab	56abc	63bcd	82bcd	92de	95de
		DFT+O_2	51a	55abcd	65b	83bc	92de	96d
		Modified Sand	50ab	54bcd	60defg	75f	81hij	83.33hi
		Sand Culture	49ab	54bcd	62bcde	82bcd	92de	94ef
	ปุ๋ยสูตร13-13-21	DFT	51a	57ab	75a	88a	97ab	99.17bc
		DFT+O_2	50.33a	56abc	74a	89a	99a	102a
		Modified Sand	50ab	56abc	59efgh	77ef	83h	86g
		Sand Culture	51a	54bcd	57gh	76ef	80ijk	82ij
ท 1	Soilless fertilizer	DFT	50ab	53cd	60defg	79de	88g	93f
		DFT+O_2	49ab	54bcd	60defg	80cd	90efg	95de
		Modified Sand	49ab	54bcd	58fgh	68ij	75mn	78l
		Sand Culture	50ab	53.67cd	61cdef	80cd	90efg	93f
	ปุ๋ยสูตร13-13-21	DFT	48b	53cd	61.33cde	77ef	89fg	94ef
		DFT+O_2	51a	57ab	62bcde	83bc	93cd	96d
		Modified Sand	50ab	52d	56hi	66j	74mn	81jk
		Sand Culture	50ab	52d	54i	66j	73n	78l
คลองหลวง	Soilless fertilizer	DFT	50ab	54bcd	63bcd	81cd	91.33def	94ef
		DFT+O_2	51a	56abc	63bcd	82bcd	90efg	96d
		Modified Sand	50ab	56abc	58fgh	72gh	78kl	81jk
		Sand Culture	49ab	55.67abc	64bc	82bcd	90efg	94e
	ปุ๋ยสูตร13-13-21	DFT	50ab	55abcd	62bcde	80cd	91def	95d
		DFT+O_2	49ab	55abcd	65b	85b	95bc	98
		Modified Sand	50ab	58a	64bc	71gh	78kl	82i
		Sand Culture	50ab	54bcd	58fgh	74fg	76lm	80
r A มี 4 ระดับ			ns	**	**	**	**	*
r B มี 2 ระดับ			ns	ns	*	**	**	*
r C มี 4 ระดับ			ns	ns	**	**	**	*
			ns	ns	**	**	**	*
			ns	**	**	**	**	*
			ns	ns	**	**	**	*
XC			*	*	**	ns	**	

ฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบ Treatment mean แบบ ncan's Multiple Range Test ที่ P.05

ดาห์สุดท้ายที่ทำการบันทึกผลการทดลองและเก็บเกี่ยวผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาห์สุดท้ายที่มีการบันทึกข้อมูลความสูง

ที่ 2 แสดงจำนวนกอเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในระบบ Hydroponics แบบต่างๆ โดยสูตรอาหาร 2 สูตร เมื่ออายุตั้งแต่ 5, 7, 9, 11 และ 12 สัปดาห์

นธุ์ข้าว	สูตรอาหาร	กรรมวิธีปลูก	จำนวนกอ (กอ)				
actor A)	(Factor B)	(Factor C)	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 7	สัปดาห์ 9	สัปดาห์11	สัปดาห์12#
ณบุรี 1	Soilless fertilizer	DFT	2a[/1]	3c	18.67bcd	26efg	30h
		DFT+O_2	2a	3c	20abc	31b	35de
		Modified Sand	2a	2d	8jk	9jkl	12lmn
		Sand Culture	2a	2d	17de	26efg	31gh
	ปุ๋ยสูตร13-13-21	DFT	2a	2.33cd	17de	28cde	35de
		DFT+O_2	2a	5a	21ab	31b	43a
		Modified Sand	2a	2d	5lmn	9jkl	12.67lm
		Sand Culture	2a	2d	4mn	11j	14l
สุพรรณบุรี	Soilless fertilizer	DFT	2a	2d	10ij	24gh	30h
		DFT+O_2	2a	2d	12ghi	25.67efg	35de
		Modified Sand	2a	2d	5lmn	8kl	12lmn
		Sand Culture	2a	2d	8jk	23hi	28i
	ปุ๋ยสูตร13-13-21	DFT	2a	2d	12ghi	26efg	32fgh
		DFT+O_2	2a	2d	18cd	36a	40b
		Modified Sand	2a	2d	4mn	9jkl	14l
		Sand Culture	2a	2d	3n	7l	10n
าท 1	Soilless fertilizer	DFT	2a	2d	14fg	29bcd	35de
		DFT+O_2	2a	2d	11hi	30bc	38c
		Modified Sand	2a	2d	5lmn	7.67kl	13lm
		Sand Culture	2a	2d	11hi	27de	33efg
	ปุ๋ยสูตร13-13-21	DFT	2a	2d	13fgh	28cde	36cd
		DFT+O_2	2a	5.33a	22a	37a	42a
		Modified Sand	2a	2d	5lmn	10jk	16k
		Sand Culture	2a	2d	6klm	10jk	12lmn
มคลองหลวง	Soilless fertilizer	DFT	2a	2d	12ghi	30bc	31gh
		DFT+O_2	2a	2d	15ef	30bc	34def
		Modified Sand	2a	2d	7kl	8kl	10n
		Sand Culture	2a	2d	14fg	21.33i	25j
	ปุ๋ยสูตร13-13-21	DFT	2a	2d	14fg	25fgh	34def
		DFT+O_2	2a	4b	21ab	31b	38c
		Modified Sand	2a	2d	7kl	11j	14
		Sand Culture	2a	2d	6klm	10jk	11mn
tor A มี 4 ระดับ			ns	**	**	**	*
tor B มี 2 ระดับ			ns	**	**	**	*
tor C มี 4 ระดับ			ns	**	**	**	*
B			ns	ns	**	**	*
C			ns	**	**	**	*
C			ns	**	**	**	*
BXC			ns	**	**	**	*

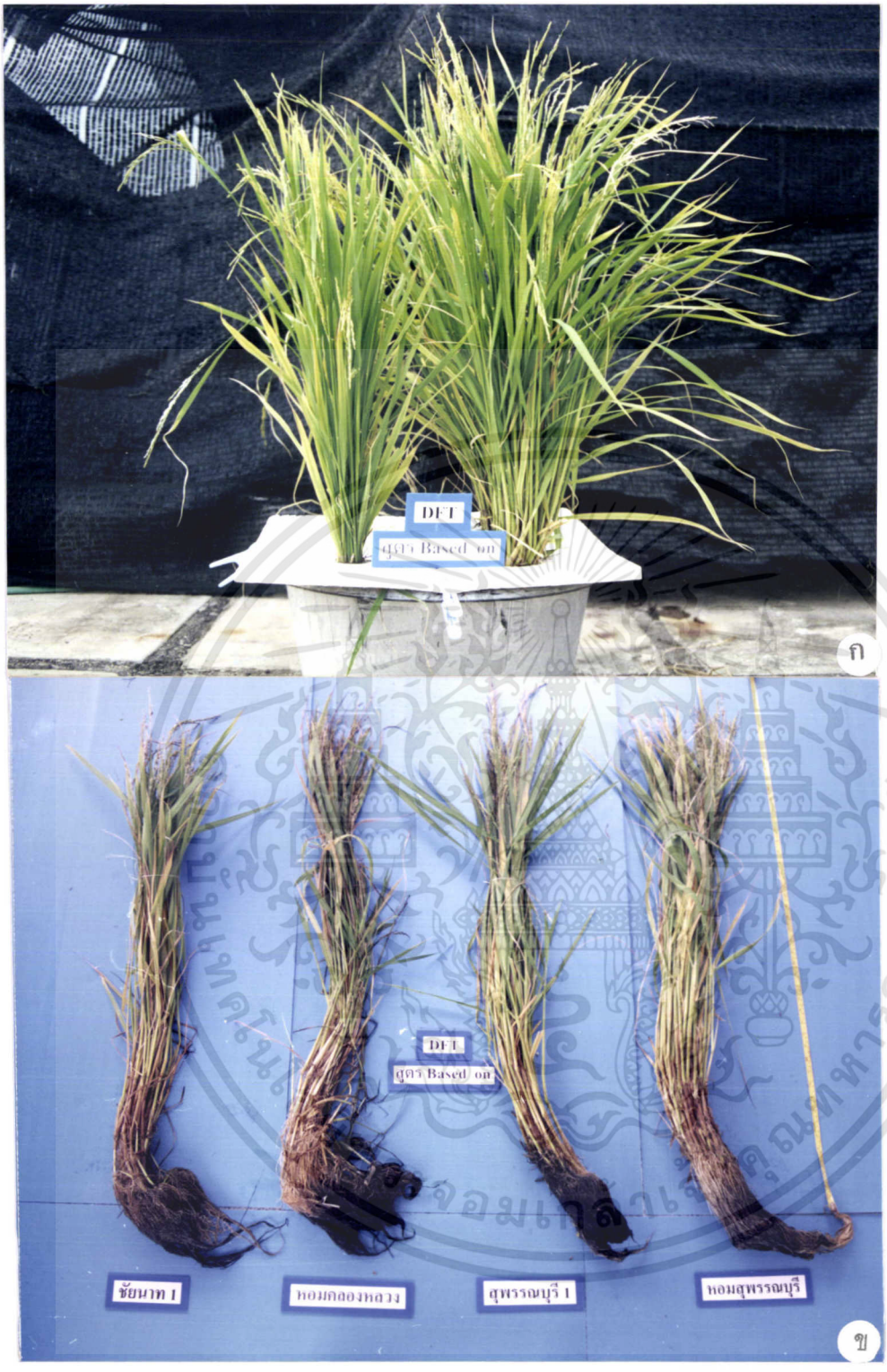
เฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบ Treatment mean แบบ Duncan's Multiple nge Test ที่ P.05

ปดาห์สุดท้ายที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

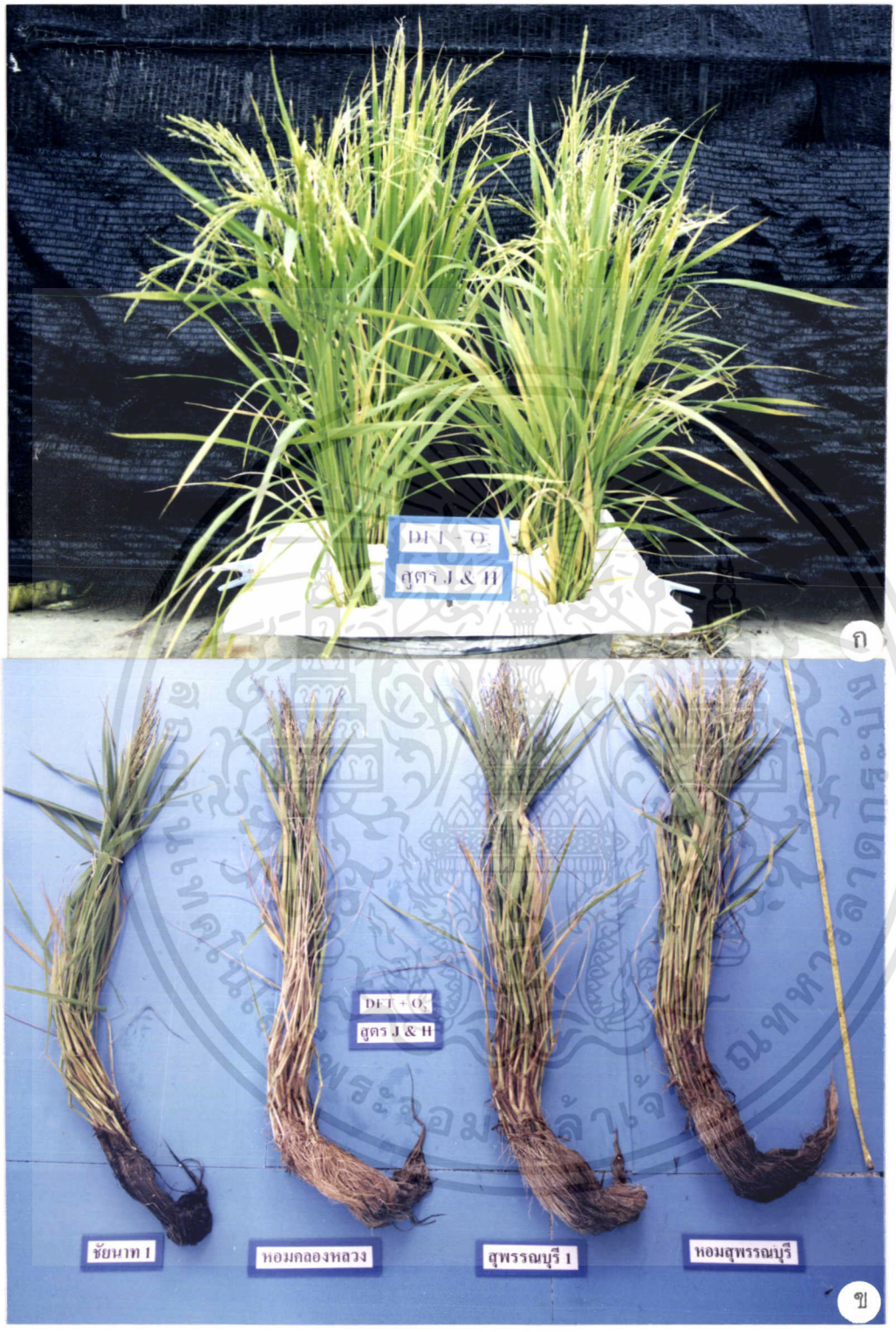
ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ DFT
ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer เมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. ในระบบปลูก ข. ภาพเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 การเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ DFT
ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21
เมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. ในระบบปลูก ข. ภาพเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 การเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ DFT + O_2
ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer เมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. ในระบบปลูก ข. ภาพเปรียบเทียบ

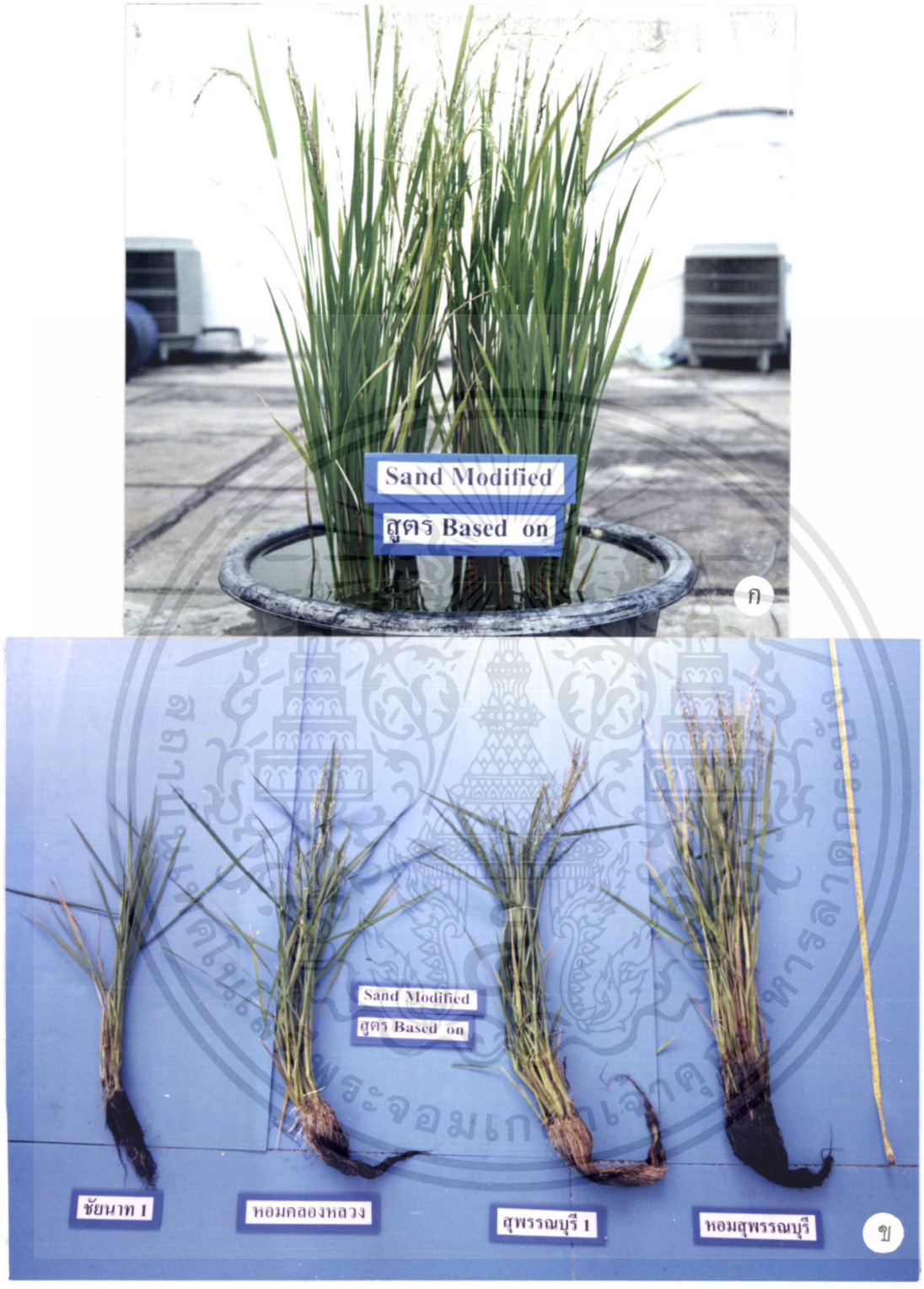
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9 การเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ DFT + O_2
ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21
เมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. ในระบบปลูก ข. ภาพเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

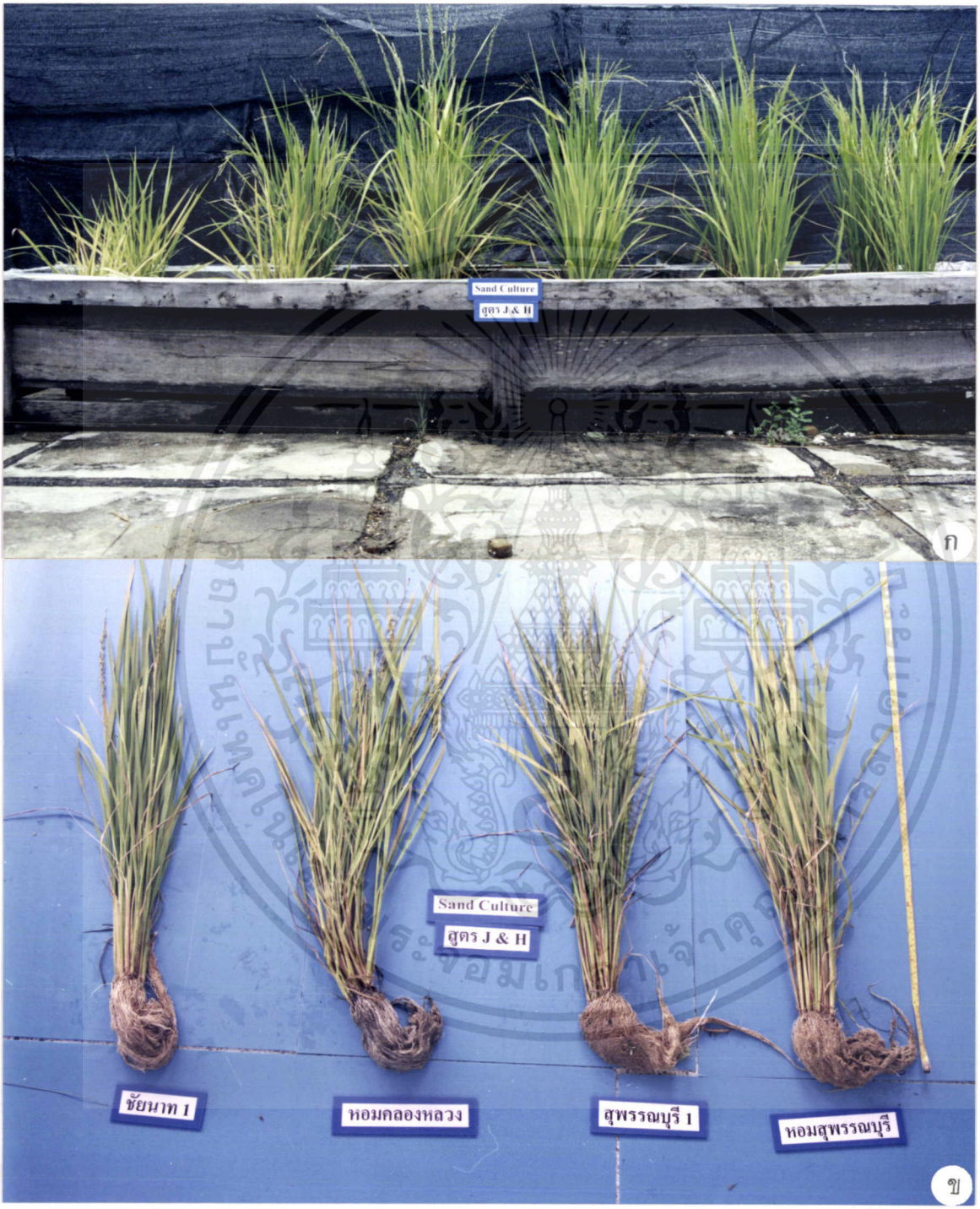
ภาพที่ 10 การเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ Sand Modified
ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer เมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. ในระบบปลูก ข. ภาพเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



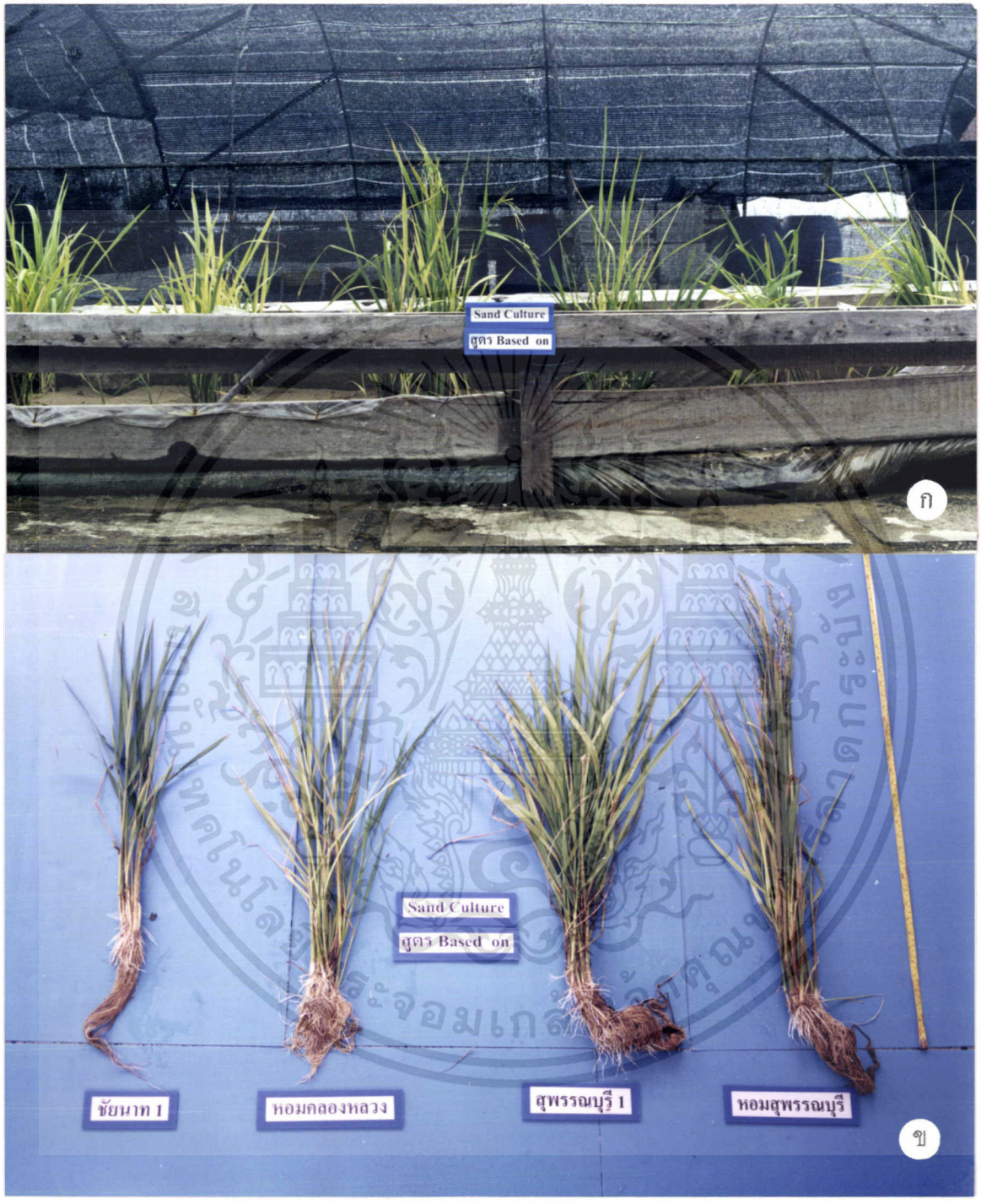
ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ Sand Modified
ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21
เมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. ในระบบปลูก ข. ภาพเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



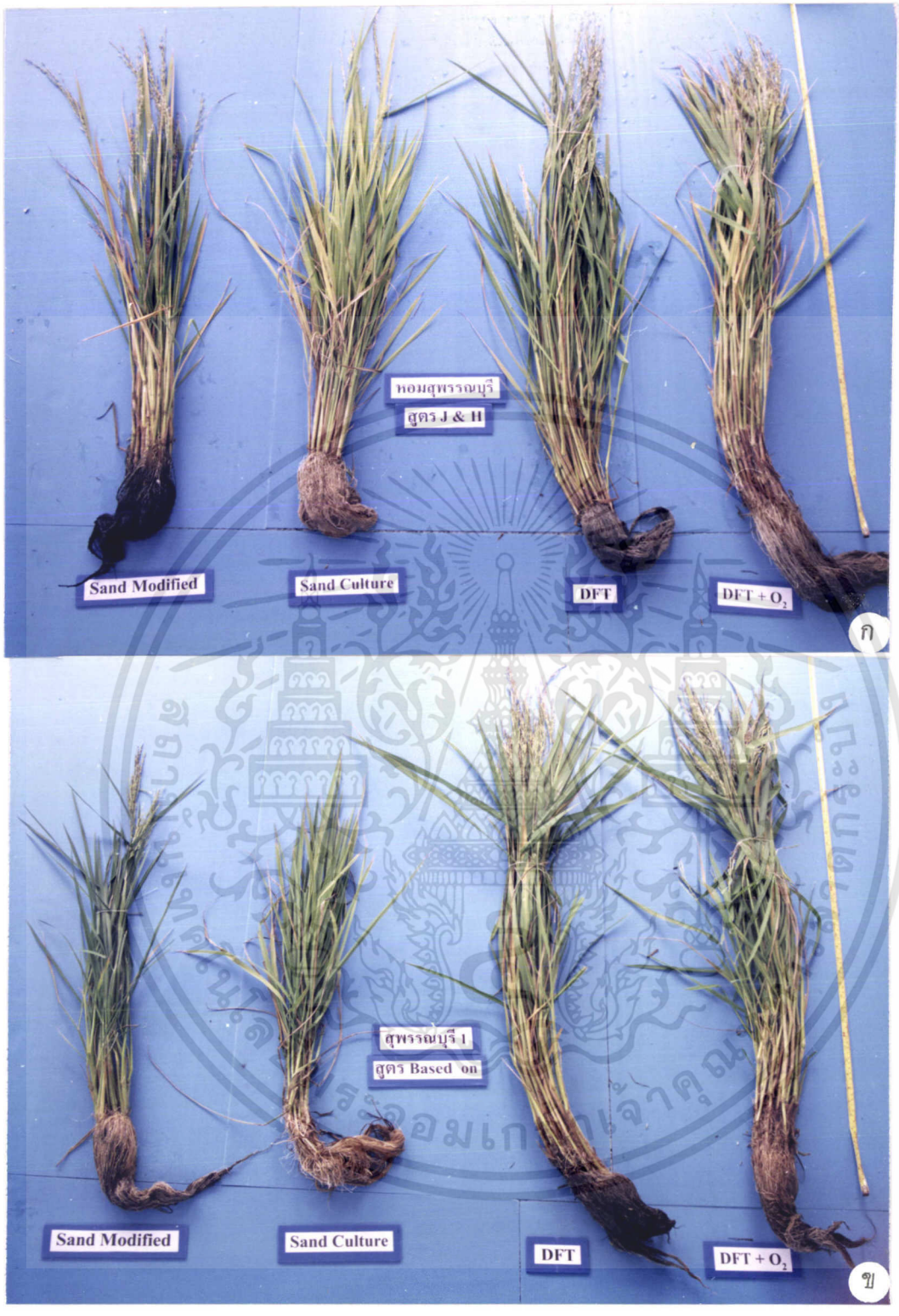
ภาพที่ 12 การเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ Sand Culture
ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer เมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. ในระบบปลูก ข. ภาพเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



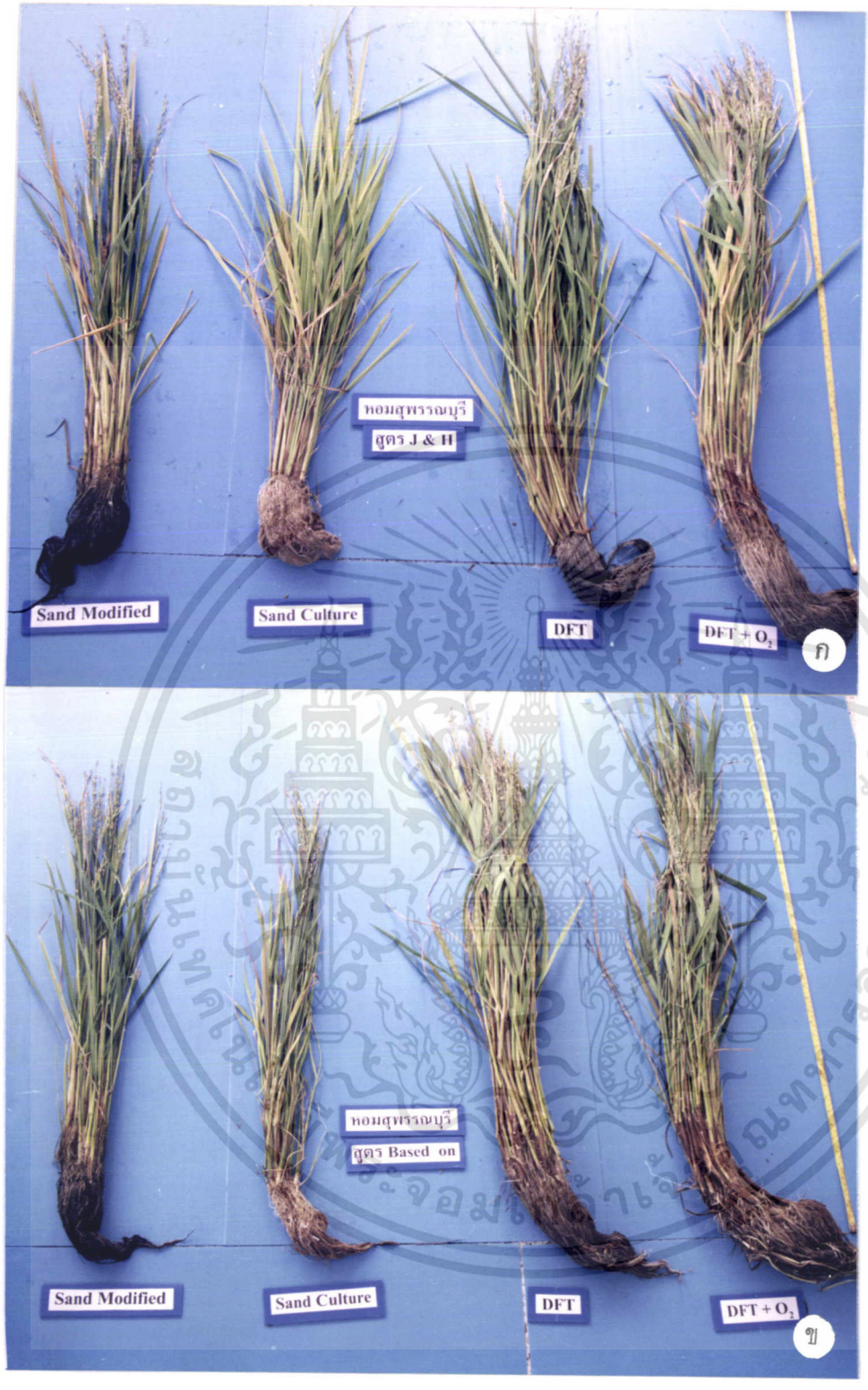
ภาพที่ 13 การเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ที่ปลูกในระบบ Sand Culture
ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21
เมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. ในระบบปลูก ข. ภาพเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1
ที่ปลูกในระบบต่างๆเมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. สูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer
ข. สูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี
ที่ปลูกในระบบต่างๆเมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. สูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer
ข. สูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1
ที่ปลูกในระบบต่างๆเมื่ออายุ 14 สัปดาห์
ก. สูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer
ข. สูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่ปลูกในระบบต่างๆเมื่ออายุ 14 สัปดาห์

ก. สูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer

ข. สูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 18 ลักษณะของรวงข้าวและเมล็ดพันธุ์สุพรรณบุรี 1

ภาพที่ 19 ลักษณะของรวงข้าวและเมล็ดพันธุ์หอมสุพรรณบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20 ลักษณะของรวงข้าวและเมล็ดพันธุ์ชัยนาท 1

ภาพที่ 21 ลักษณะของรวงข้าวและเมล็ดพันธุ์หอมคลองหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ลักษณะผิดปกติในส่วนต่างๆของข้าว
-โรคขาดธาตุไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 23 การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้าวพันธุ์ต่างๆ มาปลูกในระบบ Hydroponics ประเภทต่างๆ (การปลูกในสารละลายนิ่งแบบไม่เติมอากาศ (Deep Flow Technique: DFT) การปลูกในสารละลายนิ่งแบบเติมอากาศ (Deep Flow Technique in Air: DFT+O_2) การปลูกในสารละลายนิ่งแบบใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก (Modified Sand) และ การปลูกในระบบการปลูกพืชในวัสดุปลูกโดยทราย (Sand Culture) โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร คือ สูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer และ สูตรปุ๋ยให้ทางดิน สูตร 13-13-21 โดยคำนวณเปรียบเทียบตามสูตรที่ 1) นั้น พบว่าศักยภาพของการปลูกข้าวทั้ง 4 พันธุ์ในระบบดังกล่าวให้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยในระยะแรก (สัปดาห์ที่ 5) ปัจจัยทั้ง 3 ยังไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวเด่นชัดนัก ในสัปดาห์ที่ 7 ปัจจัยต่างๆ เริ่มจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวมากขึ้น โดยเฉพาะสูตรละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูก (สูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer) และวิธีการปลูก (DFT+O_2) แต่อย่างไรก็ตามในระยะต่อมาจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (ในสัปดาห์ที่ 9-13) พบว่า ทั้ง 3 ปัจจัยที่ทดสอบมีอิทธิพลอย่างชัดเจน โดยเฉพาะวิธีที่ใช้เครื่องเป่าอากาศ (DFT+O_2) จะให้ผลแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ ในสัปดาห์ที่ 14 พบว่าข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรปุ๋ยให้ทางดิน สูตร13-13-21 ด้วยกรรมวิธี DFT+O_2 จะส่งผลดีอย่างเห็นได้ชัดต่อการเจริญเติบโต (ทั้งด้านความสูงและจำนวนการแตกกอ) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ปลูกในสูตรสารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer จากผลดังกล่าวในระยะยาวจะเห็นได้ว่า การปลูกข้าวในระบบ Hydroponics โดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรปุ๋ยให้ทางดินสูตร13-13-21จะได้ผลดีและสามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มความคล่องตัวในการหาแหล่งปุ๋ยได้ง่าย เนื่องจากสามารถใช้ปุ๋ยที่ให้ทางดินสูตร 13-13-21 มาใช้ทดแทนสารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ถ้าต้องการพัฒนาศักยภาพของข้าวในระบบ DFT ได้เป็นอย่างดี ควรมีการดูแลระบบและจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม
2. เมื่อข้าวแสดงอาการผิดปกติ ควรรีบหาวิธีแก้ไขเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตในอนาคต
3. จากการทดลองผลปรากฏว่าการปลูกในระบบ DFT+O_2 ในสูตรสารละลายปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21มีผลทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตมากที่สุดซึ่งส่งผลต่อการประหยัดต้นทุนการผลิต โดยไม่ต้องใช้สารเคมีที่มีราคาสูงมาปลูก
4. จากการปลูกข้าวในระบบ Hydroponics สามารถใช้ปุ๋ยที่ให้ทางดินแทนการใช้สารเคมีที่มีราคาสูงได้ ดั้งนั้นหากมีการศึกษาถึงการนำไปใช้กับพืชชนิดมากขึ้นก็จะทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตของพืชนั้นได้ทำให้การปลูกพืชในระบบ Hydroponics มีความคุ้มทุนและวิธีการปลูกพืชในระบบนี้จะได้รับความนิยมในอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองข้าว กรมวิชาการเกษตร .2536.การทำนาน้ำฝน.กรมวิชาการเกษตร.กรุงเทพมหานคร.122 หน้า.

ถนิมนันต์ เจนอักษร . 2538 . การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน Hydroponics . วารสารวิจัยและพัฒนาการเกษตร.2(2):หน้า 61-63.

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534.ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.พรานนกการพิมพ์.กรุงเทพมหานคร.127 หน้า.

นพดล เรียบเลิศหิรัญ.2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. สหมิตรพริ้นติ้ง. กรุงเทพมหานคร.100 หน้า

ประพาศ วิระแพทย์. 2538 . ความรู้เรื่องข้าว . ไทยวัฒนาพาณิช จำกัด.กรุงเทพมหานคร.108 หน้า.

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร . 2541 . ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพมหานคร. 6 หน้า.

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร . 2541 . ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพมหานคร. 6 หน้า.

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร . 2541 . ข้าวเจ้าชัยนาท 1 โรงพิมพ์ ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพมหานคร. 6 หน้า.

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร . 2541 . ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพมหานคร. 6 หน้า.

พัชนี ชัยวัฒน์ และ คณะ . บทบาทของซิลิกาในข้าวพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล . การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 2 : เล่มที่ 2. หน้า 428-439.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . 2516 . คู่มือประกอบคำบรรยายวิชาพืชเศรษฐกิจ . ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . นครปฐม . 282 หน้า.

วิโรจน์ ยิ่งพิทักษ์ และ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. มมป. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หน้า 79-89. ใน: ความรู้เรื่องการปลูกผัก ฉบับปรับปรุงใหม่. บริษัทประชาชน จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

อารีย์ เสนานันท์สกุล . 2540 . การคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยวิธี Hydroponics. สาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพมหานคร. 93 หน้า.

อิทธิสุนทร นันทกิจ . 2538 . การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน Hydroponics . ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร . 146 หน้า.

เอื่ยม ทองดี . 2538 . ข้าว : วัฒนธรรมและการเปลี่ยนแปลง . สำนักพิมพ์มติชน . กรุงเทพมหานคร . 199 หน้า.

Douglas, J.H. 1978. Hydroponics. 5th ed. Rajbandhu Industrial Co., New Delhi. 185 pp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

J.h.Ikeda.H .1989. Hydroponics or Soilless culture. Kenshu-In.64 : 2-4.

Jensen, H.M.1999 Hydroponics worldwide. pp. 719-729. In :Papadopoulos A.P. (ed), Proceeding of the international symposium growing media and hydroponics. Acta Hort.481

Ji,Q.S. and F. Hydeyasu .1996. Soil Science and Plant Nutrition:Ameliorative effect of Potassium on rice and tomato subjected to Sodium salinization.42(3)493-501.

John, L. 1990. Home Hydroponics. Grown Pablishers, Inc.,New York. 142 pp.

Kumazawa ,K. .1984. Biology of Rice : Power and Nutrient Uptake .Japan scientific societies press.Tokyo.117-131.

Muckle E.M. 1995a. Basic hydroponics-for the do-it-yourself. Ehmann Printing. Canada. 197 pp.

Muckle E.M. 1995b. Hydroponics nutrient easy ways to make your own. Ehmann Printing. Kelowna. Canada. 197 pp.

Resh, H.M. 1987. Hydroponics Food Production. Woolbridge Press Publishing Company, Santa Barbara, California. 287 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้