14531

ปัญหานิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

อิทธิพลความเข้มข้นและระยะการให้สารไฮโดรโปนิคที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์หอมมะลิ

Effecr of Concentration and Griving Time of Hydroponic on Growth and Yield of Rice

T098014

โดย

นางสาว พัชรวรรณ โตนวล

นาย สุมิตร เปรมสถิตย์

สาขา วิชาพืชไร่ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

พุทธศักราช 2536

ปฟ.
พ5160
2536

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 98014
วัน.เดือน.ปี - 9 JUN 2536

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

อิทธิพลความเข้มข้นและระยะเวลาการให้สารไฮโดรโปนิคที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์หอมมะลิ

Effects of Concentration and Griving Time of Hydroponic on Growth and Yield of Rice

โดย

นางสาว พัชรวรรณ โตนวล

นาย สุมิตร เปรมสถิตย์

ดร.ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

(ดร.ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์)

หัวหน้าภาควิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 7 เดือน ม.ค. พ.ศ. 37

ปพ.
W5160
2537

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยรับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือ จาก ดร. ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและการชี้แนะแนวทางในการทดลองตลอดจนได้ตรวจสอบแก้ไข ให้คำแนะนำจนปัญหาพิเศษฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ขอกราบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้กำลังใจและการสนับสนุนในการศึกษาเป็นอย่างดียิ่งตลอดมา

พัชรวรรณ โตนวล

สุมิตร เปรมสถิตย์

25 กุมภาพันธ์ 2537

บทคัดย่อ

อิทธิพลความเข้มข้นและระยะเวลาการให้สารไฮโดรโปนิคที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์หอมมะลิ

Effect of Concentration and Griving Time of on Growth and Yieid of Rice

จากการศึกษาการให้สารไฮโดโปนิค ในระดับความเข้มข้น 0 20 40 60 และ 80 cc ต่อ กระถาง โดยใส่ในข้าวระยะเวลาที่ต่างกัน ระยะแรกใส่เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน หลังจากปักดำ ระยะที่สองเมื่อข้าวมีอายุได้ 60 วัน หลังจากปักดำ โดยดำเนินการทดลอง ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ทำการทดลองแบบ Randomizied Complet Block Desing (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 ทรีตเมนต์ และทำการเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์วัดความสูงต้นข้าว จำนวนน้ำหนักผลผลิตสดและแห้ง จำนวนน้ำหนักต้นข้าวสดและแห้ง

ผลจากการทดลองพบว่าการให้สารไฮโดโปนิค กับข้าวพันธุ์หอมมะลิ โดยจะให้ในช่วงอายุข้าว 60 วัน พบว่า ข้าวหอมมะลิที่ให้สารไฮโดโปนิค ที่ระดับความเข้มข้น 80 cc มีความสูงสุดคือ 70.85 เซนติเมตร รองลงมาที่ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc มีความสูง 69.15 เซนติเมตร ระดับความเข้มข้น 40 cc มีความสูง 76.53 เซนติเมตร ระดับความเข้มข้นที่ 20 cc มีความสูง 68.075 เซนติเมตร และ ระดับความเข้มข้นที่ 0 (ไม่ใช้สาร) มีความสูง 64.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนผลผลิตของข้าวหอมมะลิ พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0(ไม่ใช้สาร) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 764.0623 กรัม รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 20 cc มีผลผลิตเฉลี่ย 660.3175 กรัม ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc มีผลผลิตเฉลี่ย 564.3775 กรัม ระดับความเข้มข้น 60 cc มีผลผลิตเฉลี่ย 521.52 กรัม และที่ระดับความเข้มข้นที่ 80 cc มีผลผลิตเฉลี่ย 506.905 กรัม ตามลำดับ และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3-8
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	9-11
ผลการทดลอง	12-17
สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	18-19
ข้อเสนอแนะ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	22-33

คำนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่สำคัญของประชากรกว่าครึ่งโลกที่ใช้บริโภคเป็นอาหารหลัก ได้มีการปลูกและใช้บริโภคกันมากในประเทศแถบทวีปเอเชีย นอกจากนี้ก็พบว่ามีการปลูกและบริโภคกันบ้างในอเมริกา และประเทศในยุโรป และตะวันออกกลางบางประเทศ

ข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้ามีลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อนที่มีอายุอยู่ได้นานเพียงปีเดียว มีใบเป็นชนิดใบเลี้ยงเดี่ยว มีรากเป็นระบบรากฝอย สามารถจะเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น เป็นเขตมรสุมแต่ก็มีความสามารถเจริญเติบโตได้ดี แม้ในเขตอบอุ่น (จำรัส 2534)

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีประมาณ 57 ล้านไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 16.8 ล้านตัน (ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ประมาณ 313 กิโลกรัมต่อไร่) ขณะมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังประมาณ 4 ล้านไร่ ปลูกได้ผลผลิตประมาณ 2.3 ล้านตัน ข้าวเปลือก (ผลผลิตประมาณ 563 กิโลกรัมต่อไร่)(ประพาส 2532)

ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ดีขึ้นเป็นลำดับ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวนาสวนในประเทศไทยเท่าที่ปรากฏเป็นหลักฐาน เริ่มขึ้นในปลายรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว มีการประกวดพันธุ์ข้าวเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ.2450 วัตถุประสงค์ก็เพื่อให้เกษตรกรเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีตามความต้องการของตลาดต่างประเทศ (สุวิตร 2525) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้พัฒนาตามลำดับ มีการนำวิธีการและเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาร่วมใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าว นอกเหนือจากการผสมพันธุ์โดยวิธีปกติ เช่น การฉายรังษี ทำให้ได้ข้าวพันธุ์ใหม่ขึ้นมาถึง 3 พันธุ์ ได้แก่ กข 6 , กข 10 , กข 15

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของข้าวหอมมะลิ ที่ใช้สาร Hydroponic ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของสาร Hydroponic ที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวพันธุ์หอมมะลิ

การตรวจเอกสาร

ข้าวเป็นธัญพืชที่สำคัญของประชากรกว่าครึ่งโลกที่ใช้บริโภคเป็นอาหารหลักข้าวที่มนุษย์เรามาปลูกไว้ เพื่อใช้บริโภคนั้นแบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ ข้าวเอเชีย (Oryza sativa L.) และข้าวแอฟริกา (Oryza glaberrima Steud.) ข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้า มีลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อนใบเป็นชนิดใบเลี้ยงเดี่ยว และรากเป็นระบบรากฝอย สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน (Tropical zone) ซึ่งเป็นเขตมรสุมแต่ก็มีความสามารถเจริญเติบโตได้ดีแม้ในเขตอบอุ่น (Temperate zone)ซึ่งมีการปลูกข้าวตั้งแต่เส้นรุ้ง 53 องศาเหนือถึง 35 องศาใต้ แม้แต่บริเวณที่อยู่สูงกว่าระดับทะเลปานกลาง 1800 เมตร ก็พบว่าข้าวสามารถขึ้นได้ ดังนั้นข้าวจึงนับได้ว่า เป็นพืชที่มีความสามารถในการพัฒนาและปรับตัวให้เหมาะสมกับภูมิประเทศและภูมิอากาศได้อย่างกว้างขวางพืชหนึ่งของโลก (จำรัส 2534)จากหลักการวิวัฒนาการและการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดและเพื่อการเผยแพร่พืชพันธุ์ให้มีอยู่ต่อไปในสภาวะการณ์ที่เหมาะสมกับระดับน้ำโดยถือเอาวิธีการปลูกข้าวเป็นหลัก (Type of rice cultuer) เราพอจะแบ่งข้าวออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่มคือ

- ข้าวไร่ ได้แก่ ข้าวที่ปลูกในสภาพไร่ ไม่มีน้ำขังหรือมีน้ำขังเพียงเล็กน้อย
- ข้าวนาสวน ได้แก่ ข้าวที่ปลูกในสภาพที่มีน้ำขัง 5-50 เซนติเมตร
- ข้าวนาเมือง ได้แก่ ข้าวที่ปลูกในที่ลุ่มมีน้ำแช่ขังค่อนข้างลึกหรือลึกมากตั้งแต่ 50 เซนติเมตรขึ้นไป (อรรควุฒ 2526)

ธาตุอาหารที่ข้าวต้องการ

การที่ข้าวจะเจริญเติบโตได้นั้น จำเป็นต้องได้รับธาตุอาหารมากกว่า 10 ชนิด ธาตุอาหารเหล่านี้อาจได้จากอากาศ น้ำ และดิน ธาตุที่มีความสำคัญสำหรับข้าวมากที่สุดคือ คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน ซึ่งได้จากการสร้างอาหารและหายใจนั้นข้าวจะได้จากอากาศและน้ำ ส่วนที่เหลือประมาณ 14 ธาตุ ข้าวจะได้จากดินซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. ธาตุอาหารหลัก เป็นธาตุอาหารที่ข้าวต้องการเป็นปริมาณมาก มีหน้าที่เด่นชัดในการทำให้ข้าวเติบโตและให้ผลผลิตและเป็นธาตุที่ดินนาส่วนใหญ่มักจะขาดมี 3 ธาตุคือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโปรแตสเซี่ยม (K)

2.ธาตุอาหารรอง เป็นธาตุอาหารที่ข้าวต้องการในปริมาณมาก แต่ในดินทั่วๆไปมักจะมีสารเหล่านี้เพียงพอ จะขาดบ้างก็ในบางพื้นที่เท่านั้นธาตุเหล่านี้ได้แก่ แคลเซี่ยม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S)

3.ธาตุอาหารเสริม เป็นธาตุอาหารจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของข้าว เช่นเดียวกันกับ 2 กลุ่มแรก ธาตุเหล่านี้ได้แก่ เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) โบรอน (B) คลอรีน (Cl) โมลิบดินั่ม (Mo) และ โคบอลท์ (Co) ข้าวต้องการธาตุอาหารในกลุ่มนี้ในปริมาณที่น้อย ดินทั่วไปในประเทศไทยมักไม่ขาดธาตุอาหารในกลุ่มนี้แต่มีปัญหาจากการมีธาตุกลุ่มนี้บางธาตุ เช่น เหล็ก ในดินหรือในน้ำบาดาลมากเกินไป (ที่เรียกว่า "น้ำเป็นสนิม") ทำให้เป็นอันตรายต่อข้าว

หน้าที่และความจำเป็นของธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปรแตสเซี่ยม

ธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปรแตสเซี่ยม เป็นธาตุอาหารที่มีความจำเป็นสำหรับต้นข้าวไนโตรเจนจะช่วยเร่งให้ข้าวตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโตและช่วยในการเจริญเติบโตทั่วๆไปของต้น ใบ ราก ดอก และเมล็ด ในช่วงแตกกอก็จะช่วยให้ต้นข้าวสูงขึ้นและแตกกอมากขึ้น นอกจากนั้นไนโตรเจนจะทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงมากขึ้นและทำให้เมล็ดข้าวโตเต็มที่และเต็มเมล็ด ถ้าข้าวได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอ การแตกกอและความสูงจะลดลง และถ้าขาดไนโตรเจนในระยะที่เริ่มตั้งท้อง จุนวนเมล็ดต่อรวงจะลดลง แต่ถ้าต้นข้าวได้รับไนโตรเจนมากเกินไป ใบและลำต้นจะมีสีเขียวจัด ต้นสูง อวบน้ำ เปราะและหักง่าย ความต้านทานโรคและศัตรูลดลง ผลผลิตลดลง และข้าวจะแก่ช้ากว่าปกติ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่ช่วยสร้างความเจริญเติบโตของรากและลำต้น โดยช่วยให้รากออกมากและหยั่งลึกลงไปในดินช่วยในกระบวนการสร้างเมล็ดข้าวและทำให้ต้นข้าวทนแล้งได้ดีขึ้น ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ทำให้เกิดสมดุลในการใช้ไนโตรเจนและเป็นตัวที่ช่วยแก้ผลเสียที่เกิดจากการได้รับไนโตรเจนมากเกิดไป ขณะเดียวกันก็ช่วยให้รากดูด

โปรแตสเซี่ยมมาใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น ต้นข้าวที่ขาดฟอสฟอรัสจะแตกกอน้อย รากมีการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ โดยรากจะสั้นกว่าปกติและแผ่กระจายได้น้อยทำให้ต้นข้าวล้มง่าย ต้นข้าวจะชงักการเจริญเติบโตในการสร้างเมล็ด ทำให้เมล็ดข้าวมีขนาดเล็ก แต่ถ้าต้นข้าวได้รับฟอสฟอรัสมากเกินไป จะทำให้ต้นข้าวไม่สามารถดูดธาตุสังกะสีในดินมาใช้ได้ การขาดธาตุสังกะสีจะทำให้ข้าวลดการแตกกอ แก่ช้าและผลผลิตลดลง

โปรแตสเซี่ยมมีหน้าที่เกี่ยวข้องในขบวนการสร้างอาหารและเคลื่อนย้ายอาหารในต้นข้าว ทำให้ต้นข้าวแข็งแรงและไม่ล้มง่าย ต้านทานต่อโรคและแมลงได้ดี และช่วยให้เมล็ดสมบูรณ์เต็มเมล็ด และมีน้ำหนักดี ถ้าขาดโปแตสเซี่ยมข้าวจะเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ การแตกกอของต้นข้าวลดลง ขนาดและน้ำหนักของเมล็ดข้าวลดลง แต่ถ้าข้าวได้รับโปรแตสเซี่ยมมากเกินไปข้าวจะแก่ช้ากว่าปกติ (อัมมาร 2533)

การปลูกพืชในระบบ Hydroponics

มนตรี (2531) กล่าวว่า การปลูกพืชไร้ดิน เป็นการปลูกโดยไม่พึ่งพาอาศัยดิน แต่ใช้วัสดุอื่นๆ เช่น ปลูกในน้ำ ทราย กรวด ขุยมะพร้าว ฯลฯ โดยให้สารละลายธาตุอาหารพืชที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตแก่พืชโดยตรง โดยผสมไปกับน้ำไปในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสมแทนธาตุอาหารซึ่งพืชต้องอาศัยจากดิน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการปลูกพืชที่เกี่ยวข้องกับดิน เช่น ดินกรดจัด ดินมีความเค็มสูง มีปัญหาเรื่องโรคระบาด และการขาดน้ำ การปลูกพืชไร้ดิน (soiless culture) แบ่งเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. การปลูกพืชให้รากลอยอยู่ในอากาศ (aeroponic) ระบบนี้สารละลายธาตุอาหาร จะถูกพ่นไปที่รากพืชโดยตรง ซึ่งจะกำหนดระยะเวลาในการพ่นให้เหมาะสมเพื่อรักษาความชื้นในกากาศให้คงที่

2. การปลูกพืชในวัสดุปลูก (media culture) ระบบนี้อาศัยวัสดุปลูกต่างๆ เป็นตัวให้รากยึดเพื่อค้ำจุน เมื่อพืชเจริญเติบโตขึ้น ซึ่งวัสดุปลูกที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติเป็นกลาง ไม่มีสารอาหาร หรือดูดสารอาหารของพืช ระบบนี้นิยมให้สารละลายธาตุอาหารพืชพร้อมกับการให้น้ำแบบหยด โดยพยายามควบคุมการให้น้ำ และสารละลายธาตุอาหารพืชให้พอดีกับพืช วัสดุที่ใช้ได้แก่ ทราย กรวด ขี้เลื่อย ใยสังเคราะห์ ขุยมะพร้าว ใยหิน ฯ

3. การปลูกพืชโดยให้รากจมอยู่ในน้ำ (water culture) แบ่งเป็น 2 วิธี

3.1 การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารที่มีการไหลเวียนตลอดเวลา โดยรากพืชจะเจริญเติบโตในภาชนะที่มีสารละลายไหลผ่านตลอดเวลา ซึ่งมีทั้งวิธีที่มีการนำสารละลายธาตุอาหารกลับมาใช้ใหม่ และทิ้งสารละลายธาตุอาหารนั้นเลย

3.2 การปลูกพืชในน้ำที่มีการผสมสารละลายธาตุอาหารพืช โดยน้ำอยู่นิ่งไม่ไหลเวียนระบบนี้จะใช้ภาชนะบรรจุสารละลายธาตุอาหารพืช เป็นระบบการปลูกพืชที่ไม่มีการใช้วัสดุปลูกที่เป็นของแข็งเลย เป็นการปลูกพืชลงในสาร่ละลายธาตุอาหารโดยตรง ยกเว้นในกรณีที่ทำการเพาะกล้า จำเป็นต้องใช้วัสดุในการเพาะกล้า ได้แก่พืชจำพวกมะเขือเทศ แตง หอม เป็นต้น พืชเหล่านี้มีความจำเป็นต้องใช้วัสดุยึดรากในการเพาะกล้าเพื่อช่วยยึดต้นกล้าสามารถตั้งตัวอยู่ได้ เช่น การเพาะกล้าในฟองน้ำ (polyurethane foam) ก่อน แล้วจึงนำไปปลูกในสารละลายธาตุอาหาร และสิ่งสำคัญอีกอย่างคือต้องมีการเป่าอากาศให้กับระบบรากพืช โดยอาศัย air pump เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณของออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารนั้น

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสารละลายธาตุอาหาร

1. ค่าความเป็นกรด ด่าง ของสารละลายธาตุอาหาร (pH)

การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) มีอิทธิพลต่อการนำธาตุอาหารต่างๆ ของพืชไปใช้ในขบวนการต่างๆ ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมระดับ pH ของสารละลายธาตุอาหารให้เหมาะสมต่อการนำธาตุอาหารต่างๆของพืชไปใช้

ทัศนีย์ และ สรสิทธิ์ (2531) ได้รายงานว่า พืชส่วนมากจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงที่มีสภาพความเป็นกรดอ่อน ดังนั้นในสารละลายธาตุอาหาร ควรปรับค่า pH ให้อยู่ในระหว่าง 5.5-6.5 และโดยทั่วๆไป มักจะปรับค่า pH ให้ใกล้เคียงกับ 6.0 ในการปรับ pH ให้ต่ำลงให้ใช้กรดกำมะถัน หรือกรดเกลือเจือจาง ถ้าต้องการให้ค่า pH สูงขึ้นให้ใช้ปูนขาว หรือ KOH

2. ส่วนประกอบของสารละลายธาตุอาหาร

Wallace (1951) ธาตุอาหารของพืชต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสม หากพืชได้รับอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตในสัดส่วนที่เหมาะสม พืชจะเจริญเติบโตตามปกติ แต่ถ้าระดับของธาตุอาหารของพืช มีสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม จะทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุ

อาหารออกมาให้เห็น ถ้าธาตุอาหารบางชนิดมีมากเกินไป จะมีผลยับยั้งการดูดธาตุอาหารชนิดอื่นๆ เช่น ถ้ามีธาตุโปรแตสเซี่ยมมากเกินไปจะทำให้การดูดธาตุแคลเซี่ยมของพืชได้ช้าลงไป

3. ปริมาณออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหาร

ปริมาณของออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารนั้น มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งในระบบรากของพืชจะต้องมีการหายใจ ถ้าในสารละลายธาตุอาหารของพืชมีปริมาณออกซิเจนน้อยเกินไป ก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชช้าลง หรืออาจจะทำให้พืชตายได้

4. อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารของพืช

อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารของพืช ไม่ควรสูงหรือต่ำเกินไป ควรอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด ซึ่งระดับอุณหภูมิจะมีผลต่อการดูดธาตุอาหารต่างๆ ของพืช

สารละลายไฮโดรโปนิค (Hydroponic solotion)

พรชัยและวิบูรณ์ (2531) รายงาน "Hydroponic" มาจากภาษากรีกสองคำ คือ "hydro"แปลว่าน้ำ "ponic"แปลว่าการทำงาน ดังนั้นทั้ง 2 คำรวมกันหมายความว่าการทำงานด้วยน้ำ โดยมีนักวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ที่ศึกษาตั้งแต่ปี 1859 คือ Sachs และ Knop

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ยอมรับโดยทั่วไปมี 16 ธาตุ แต่ละธาตุมีหน้าที่ต่างกันไป ซึ่งเราจำแนกธาตุดังกล่าวได้ 2 กลุ่ม คือ

1.Macronutrient ได้แก่ C,H,O,N,P,K,Ca,Mg,S

2.Micronutrient ได้แก่ Fe,Mn,B,Zn,Cu,MO

ตามปกติดินใช้ปลูกพืชมีธาตุอาหารอยู่มากทำให้ยากที่จะศึกษาการขาดธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิด จึงทำให้มีการค้นคว้าทดลองโดยปลูกพืชใช้ Culture technique เข้ามาช่วยในการปลูกพืช จะมีวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ เข้ามา หรือ เป็นการปลูกโดยการใช้สารละลายโดยตรงก็ได้ มีวัสดุปลูกเช่น กรวด ขี้เลื่อย ทราย และวิธีใช้หลายวิธี

1.Sand culture เป็นวิธีที่นิยมมาก โดยปลูกพืชลงในทรายบริสุทธิ์ ถ้าเรา

ต้องการธาตุใดก็ใส่ลงไป ธาตุดังกล่าวจะมีในสูตร Nutrient solution มีหลายสูตร

2.Solution culture เป็นการปลูกในสารละลายโดยตรง ปัจจุบันนิยมมาก เรียกว่า ปลูกในน้ำยา

สารละลายไฮโดโปนิค จัดเป็นปุ๋ยเป็นของเหลว หรืออยู่ในรูปสารละลายเข้มข้น ก่อนใช้นำมาเจือจางกับน้ำให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ โดยเตรียมสารละลายแยกเป็น 2 solution เนื่องจากปุ๋ยบางชนิดไม่สามารถผสมกันได้โดยตรงที่ระดับมีความเข้มข้นสูง สารละลายนี้มีปุ๋ยครบ 16 ธาตุ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. อุปกรณ์การทดลอง

1 . ข้าวพันธุ์หอมมะลิ 250 ต้น

2 . กระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 นิ้ว จำนวน 20 ใบ

3 . ปุ๋ยสูตร 46-0-0 จำนวน 1 ก.ก

4 . สายยาง , ไม้บรรทัด , ปากกา , ถุงกระดาษ

5 . หลอดฉีดยา 1 หลอด

6 . บัวรดน้ำ 1 บัว

7 . น้ำ

8 . สาร Hydroponic

9 . จอบ 1 ด้าม

10 . บุ้งกี๋ 1 อัน

11 . เคียว 1 ด้าม

2. วิธีการทดลอง

2.1. วางแผนการทดลองแบบ Randomizied Complet Block Desing (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ มี 5 ทรีตเมนต์

- ระยะเวลาทำการ ให้สาร Hydroponic ตามช่วงอายุของต้นข้าวดังนี้

- ครั้งที่ 1 ให้เมื่อต้นข้าวมีอายุ 30 วัน หลังจากปักดำ
- ครั้งที่ 2 ให้เมื่อต้นข้าวมีอายุ 60 วัน หลังจากปักดำ
- ความเข้มข้นของสาร Hydroponic ที่มีความแตกต่างกัน 5 ระดับ

1. ไม่ใช้สาร Hydroponic
2. ให้สาร Hydroponic 20 cc ต่อ น้ำในกระถาง 10 cm
3. ให้สาร Hydroponic 40 cc ต่อ น้ำในกระถาง 10 cm
4. ให้สาร Hydroponic 60 cc ต่อ น้ำในกระถาง 10 cm
5. ให้สาร Hydroponic 80 cc ต่อ น้ำในกระถาง 10 cm

2.2 ขนาดของการทดลอง

ใช้กระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 นิ้ว จำนวน 20 ใบ ในการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 4 กระถาง และ control อีก 4 กระถาง รวมทั้งหมด 20 กระถาง

2.3 การปลูกและระยะการปลูก

นำดินใส่กระถางประมาณ ครึ่งกระถาง นำต้นกล้าซึ่งมีอายุประมาณ 45 วัน มาปักดำใช้ระยะห่าง10x10 เซนติเมตร ปลูกกระถางละ 10 กอ,1กอ ต่อ 2 ต้น

2.4 การปฏิบัติดูแลรักษา

-ใส่ยูเรีย 1 ช้อนชา เมื่อข้าวมีอายุได้ 15 วัน หลังจากปักดำ

-ฉีดยาป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช

-กำจัดวัชพืชตลอดอายุ

-ให้สาร Hydroponic เมื่อต้นข้าวมีอายุ 30 วันและ 60 หลังจากปักดำ

-เปลี่ยนน้ำทุก 7 วัน

2.5 การเก็บข้อมูลทางสถิติ

-ความสูงของต้นข้าว

-จำนวนน้ำหนักผลผลิตสด

-จำนวนน้ำหนักผลผลิตแห้ง

-จำนวนน้ำหนักต้นข้าวสด

-จำนวนน้ำหนักต้นข้าวแห้ง

3.ข้อมูลที่บันทึก

-วันที่ปลูก (ปักดำต้นกล้า)

-ระยะเวลาที่ให้สาร Hydroponic

-ความสูงของต้นข้าว

-จำนวนผลผลิต

-จำนวนน้ำหนักต้นข้าว

4.สถานที่ทำการทดลอง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

5. ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เริ่มการทดลองวันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2536 สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536

ผลการทดลอง

จากการทดลองโดยใช้ Hydroponic ในอัตราความเข้มข้นที่ต่างกันในข้าว ผลการทดลองมีดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสูงของต้นข้าวอายุ 30 วัน จากการศึกษาการให้สาร Hydroponic ในความเข้มข้นดังนี้คือ 0 20 40 60 และ 80 cc ในการวัดความสูงของต้นข้าวครั้งที่ 1 ในความเข้มข้นที่ 80 cc มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 61.25 เซนติเมตร รองลงมาคือ ที่ระดับความเข้มข้น 60 cc ที่ระดับความเข้มข้น 40 cc ที่ระดับความเข้มข้น 20 cc และไม่ใช้ Hydroponic(Control)ซึ่งมีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ย 56.4 55.7 53.85 และ 50.92 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

แต่จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ข้าวหอมมะลิที่ได้รับสาร Hydroponic ที่อัตราส่วนต่าง ๆ จะมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงใน (ตารางที่ 7)

2. ผลการเปรียบเทียบความสูงของต้นข้าวอายุ 60 วัน จากการศึกษาการให้Hydroponic ในความเข้มข้นดังนี้คือ 0 20 40 60 และ80 ccในการวัดความสูงของต้นข้าวครั้งที่ 2 ในความเข้มข้นที่ 80 cc มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 70.85 เซนติเมตร รองลงมาคือ ที่ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 ccระดับความเข้มข้น 20 cc และไม่ใช้Hydroponic (control) ซึ่งมีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ย 69.15 68.6 68.07 และ 64.7 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 2)

แต่จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ข้าวหอมมะลิที่ได้รับสาร Hydroponic ที่อัตราส่วนต่าง ๆ จะมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงใน (ตารางที่ 8)

3.ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของเมล็ดข้าว จากการศึกษาการให้สาร Hydroponic ในความเข้มข้นดังนี้คือ 0 20 40 60 และ 80 cc ในการชั่งน้ำหนักสดในความเข้มข้นที่ control มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสูงสุด 154.42 กรัม รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นที่ 20 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc และระดับความเข้มข้นที่ 60 cc และระดับความเข้มข้นที่ 80 cc ซึ่งมีน้ำหนักสดของเมล็ดข้าวเฉลี่ย 132.8225 120.14 101.3325 และ 86.6225 ต่อกระถาง ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

แต่จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ข้าวหอมมะลิที่ได้รับสาร Hydroponic ที่อัตราส่วนต่างๆ จะมีน้ำหนักสดของเมล็ดข้าว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงใน (ตารางที่ 9)

4. ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าว จากการศึกษาการให้สาร Hydroponic ในความเข้มข้นดังนี้คือ 0 20 40 60 และ 80 ccในการชั่งน้ำหนักแห้งในความเข้มข้นที่ control มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสูงสุด 147.1075 กรัม รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นที่ 20 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc และระดับความเข้มข้นที่ 80 cc ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวเฉลี่ย 126.47 113.335 95.387 และ 82.837 กรัม ต่อกระถาง ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

แต่จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ข้าวหอมมะลิที่ได้รับสาร Hydroponic ที่อัตราส่วนต่าง ๆ จะมีน้ำหนักน้ำหนักแห้งของต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงใน (ตารางที่ 10)

5. ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นข้าว จากการศึกษาการให้สาร Hydroponic ในความเข้มข้นดังนี้คือ 0 20 40 60 และ 80 cc ในการชั่งน้ำหนักสดในความเข้มข้มที่ control มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสูงสุด 764.0623 กรัม รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นที่ 20 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc และ ระดับความเข้มข้นที่ 80 cc ซึ่งมีน้ำหนักสดของต้นข้าวเฉลี่ย660.3175 564.3775 521.52 และ 506.905 กรัม ต่อ กระถาง ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

แต่จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ข้าวหอมมะลิที่ได้รับสาร Hydroponic ที่อัตราส่วนต่าง ๆ จะมีน้ำหนักสดของต้นข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติดังแสดงใน (ตารางที่ 11)

6. ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นข้าว จากการศึกษาการให้สาร Hydroponic ในความเข้มข้นดังนี้คือ 0 20 40 60 และ 80 cc ในการชั่งน้ำหนักแห้งในความเข้มข้นที่ control มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสูงสุด 569.1075 กรัม รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นที่ 20 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc และ ระดับความเข้มข้นที่ 80 cc ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของต้นข้าวเฉลี่ย 485.825 432.245 322.8625 และ 275.66 กรัม ต่อ กระถาง ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

แต่จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ข้าวหอมมะลิที่ได้รับสาร Hydroponic อัตราส่วนต่าง ๆ จะมีน้ำหนักแห้งของต้นข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติดังแสดงใน (ตารางที่ 12)

98014

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลความเข้มข้นโดยให้สาร Hydroponic ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตต่อผลผลิตของข้าว ครั้งนี้ได้วางแผนการทดลองแบบ Randomizied Complet Block Desing (RCBD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ซ้ำ 5 ทรีตเมนต์ โดยใช้ระดับความเข้มข้นของ สาร Hydroponic ดังนี้ 0 20 40 60 และ 80 cc ต่อกระถาง ตามลำดับ

ระยะเวลาที่ทำการให้สาร Hydroponic ทั้ง 2 ระยะคือ ระยะข้าวอายุ 30 วัน และอายุ 60 วัน ทำการทดลอง จดบันทึก ความสูง น้ำหนักเมล็ดสด น้ำหนักเมล็ดแห้ง และน้ำหนักต้นข้าวหลังเก็บเกี่ยว นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติ

ผลการศึกษาความสูงของต้นข้าวพบว่า การให้สาร Hydroponic และทำการวัดต้นข้าวเมื่ออายุ 30 วัน การเจริญเติบโตด้านความสูงระดับความเข้มข้นที่ 80 cc เจริญเติบโตดีที่สุด 61.25 เซนติเมตร รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc ระดับความเข้มข้นที่ 20 cc และ ไม่ใช้สาร(Control) ซึ่งมีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ย 56.4 55.7 53.85 และ 50.92 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่ออายุ 60 วัน การเติบโตด้านความสูงระดับความเข้มข้น 80 cc จะเจริญได้ดีที่สุด 70.85 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc ระดับความเข้มข้นที่ 20 cc และ ไม่ใช้สาร(Control) ซึ่งมีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ย 69.15 68.60 68.07 และ 64.70 เซนติเมตร ตามลำดับ เนื่องมาจากผลของสาร Hydroponic มีธาตุอาหารที่พืชต้องการครบถ้วนในปริมาณสูง มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบของข้าว

ผลการศึกษาด้านน้ำหนักสดของต้นข้าวพบว่า สาร Hydroponic ในระดับความเข้มข้นที่ ไม่ใช้สาร(Control) ดีที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย 764.062 กรัม รองลงมาคือระดับความเข้มข้นที่ 20 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc และ ระดับความเข้มข้นที่ 80 cc ซึ่งมีน้ำหนักสดของต้นข้าวเฉลี่ย 660.317 564.377 521.52 และ 506.905 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ และผลของน้ำหนักแห้งของต้นข้าว การให้สาร Hydroponic ในระดับความเข้มข้นที่ไม่ใช้สาร(Control)ดี

ที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย 569.107 กรัม รองลงมา คือ ระดับความเข้มข้นที่ 20 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc และระดับความเข้มข้นที่ 80 cc ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของต้นข้าวเฉลี่ย 485.825 432.245 322.862 และ 275.66 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ เนื่องมาจาก ต้นข้าวที่ได้รับสารละลายธาตุอาหาร จะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากกว่าต้นข้าวที่ไม่ได้รับสารละลาย จึงทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการหักล้มของต้นข้าว ซึ่งจะส่งผลทำให้ผลผลิตของข้าวที่ได้รับสารละลายให้ผลผลิตลดลง

ผลการศึกษาด้านผลผลิตน้ำหนักสดของเมล็ดข้าวพบว่าสาร Hydroponic ในระดับความเข้มข้นที่ ไม่ใช้สาร(Control) ดีที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย 154.42 กรัม รองลงมา คือระดับความเข้มข้นที่ 20 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc และ ระดับความเข้มข้นที่ 80 cc ซึ่งมีน้ำหนักสดของเมล็ดข้าว เฉลี่ย 132.822 120.10 101.332 และ 86.622 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ และผลของน้ำหนักแห้งของเมล็ดการใช้สาร Hydroponicในระดับความเข้มข้นที่ไม่ใช้สาร (Control)ดีที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย 147.107 กรัม รองลงมา คือ ระดับความเข้มข้นที่ 20 cc ระดับความเข้มข้นที่ 40 cc ระดับความเข้มข้นที่ 60 cc และระดับความเข้มข้นที่ 80 cc ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวเฉลี่ย 126.47 113.335 95.387 และ 82.837 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ เนื่องมาจาก กระถางที่ไม่ได้รับสารละลายมีลำต้นเตี้ยสมบูรณ์และหักล้มน้อยกว่ากระถางที่ได้รับสารละลายซึ่งมีลำต้นสูงและมีการหักล้มมากทำให้เมล็ดขาดแป้งเป็นเหตุให้เมล็ดลีบ

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า การใช้สารละลายธาตุอาหารไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวหอมมะลิ ดังนั้น ในการปลูกข้าวเกษตรกรจึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มสารละลายธาตุอาหาร Hydroponic ให้แก่ข้าว ทั้งนี้เพราะนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์แล้ว ยังอาจจะมีผลทำให้ต้นข้าวมีลักษณะอาการเผือใบและหักล้มเป็นจำนวนมาก

14531

เอกสารอ้างอิง

จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. ความรู้เรื่องข้าว. สถาบันวิจัยข้าว.กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ น. 164

ทัศนีย์ อัตตะนันทร์ และ สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2531. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารดินและปุ๋ย. 10(1): 59-66.

ประพาส วีระแพทย์.2523.การประชุมทางวิชาการ.ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการข้าว.

พรชัย จุฑามาศ และ วิบูลย์ บุญส่งศรี.2531. การปลูกพืชปราศจากดิน.วารสารดินและปุ๋ย. 10(2) : 92-96.

มนตรี ค้ำชู. 2531. อนาคตการปลูกพืชไร้ดิน. เอกสารประการสัมนาทางวิชาการดินและปุ๋ย ครั้งที่ 6 วันที่ 20 พฤษภาคม 2531 ณ ห้องประชุมชั้น 2 ตึกดาวเทียม. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สุวิตร บุษประเวศ.2525.การปรับปรุงพันธุ์ข้าวนาสวนในประเทศไทย.กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ น.11

อัมมาร สยามวาลา และ วิโรจน์ ณ ระนอง. 2533. ประมวลความรู้เรื่องข้าว. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. น 102-103.

อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น. เรื่องข้าว. 2526. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น.27

Wallace,T.C. 1951.The Diagnosis of minerial difficiency in plant by visual symtoms. H.M. Stationary Office,London. 256 p.

[illegible]

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลเปรียบเทียบความสูงของต้นข้าวเมื่ออายุ 30 วัน

Rep / Tr	1	2	3	4	TOTAL	AVERAGE
Control	46.30	53.20	45.10	59.10	203.70	50.93
20	52.20	67.70	51.60	43.90	215.40	53.85
40	62.00	62.90	51.80	45.10	222.80	55.70
60	55.80	62.40	49.60	57.80	225.60	56.40
80	72.20	56.80	67.10	48.90	245.00	61.25

ตารางที่ 2 ตารางแสดงข้อมูลเปรียบเทียบความสูงของต้นข้าวเมื่ออายุ 60 วัน

Rep / Tr	1	2	3	4	TOTAL	AVERAGE
Control	60.10	66.70	60.90	71.10	258.80	64.70
20	74.90	68.00	67.60	61.70	272.20	68.05
40	66.40	72.40	68.20	67.40	274.40	68.60
60	63.60	77.30	66.60	69.10	276.60	69.15
80	74.70	75.20	70.30	63.20	283.40	70.85

ตารางที่ 3 ตารางแสดงข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักสดของเมล็ดข้าว

Rep / Tr	1	2	3	4	TOTAL	AVERAGE
Control	140.73	153.40	151.00	172.55	617.68	154.42
20	66.35	52.52	98.33	129.29	346.49	86.62
40	72.94	159.91	92.72	79.75	405.33	101.33
60	82.31	148.40	156.89	92.96	480.56	120.14
80	146.78	143.03	136.06	105.42	531.29	132.82

ตารางที่ 4 ตารางแสดงข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าว

Rep / Tr	1	2	3	4	TOTAL	AVERAGE
Control	133.14	145.30	140.79	169.20	588.43	147.10
20	62.37	50.43	95.10	123.45	331.35	82.83
40	69.36	148.59	88.01	75.59	381.55	95.38
60	77.75	139.93	147.59	88.07	453.34	113.33
80	133.36	134.14	133.40	99.98	505.88	126.47

ตารางที่ 5 ตารางแสดงข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นข้าว

Rep / Tr	1	2	3	4	TOTAL	AVERAGE
Control	779.00	726.16	764.46	788.63	3056.25	764.06
20	412.91	593.36	941036	693.64	2641.27	660.32
40	608.94	364083	673.39	610.35	2257.51	564.38
60	520.13	551.78	469.10	545.07	2086.08	521.52
80	445.80	477.43	563.74	540.65	2027.62	506.91

ตารางที่ 6 ตารางแสดงข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นข้าว

Rep / Tr	1	2	3	4	TOTAL	AVERAGE
Control	572.48	658.73	526.97	518.25	2276.43	569.11
20	310.69	392.84	749.54	490.23	1943.30	485.83
40	509.70	218.72	497.46	503.10	1728.98	432.25
60	412.90	326.19	323.96	319.40	1291.45	322.86
80	201.16	255.40	316.88	329.20	1102.64	275.66

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบความสูงของต้นข้าวอายุ 30 วัน

Source	df	SS	Ms	F	F.05	F.01
Block	3	291.853	97.284	1.501 ns	3.49	5.59
Treatment	4	229.950	57.487	0.887 ns	3.26	5.41
Ex.Error	12	777.792	64.816			
Total	19	1299.597	68.400			

Grand mean = 56.625 %

CV = 14.47 %

ตารางที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบความสูงของต้นข้าวอายุ 60 วัน

Source	df	SS	Ms	F	F.05	F.01
Block	3	94.526	31.509	1.301 ns	3.49	5.59
Treatment	4	81.290	20.323	0.839 ns	2.26	5.41
Ex.Error	12	290.580	24.215			
Total	19	466.398	24.547			

Grand mean = 68.275 %

CV = 7.21 %

ตารางที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของเมล็ดข้าว

Source	df	SS	Ms	F	F.05	F.01
Block	3	2615.929	871.976	0.902 ns	3.49	5.59
Treatment	4	11229.431	2807.358	2.904 ns	3.26	5.41
Ex.Error	12	11601.150	966.762			
Total	19	25446.516	1339.209			

Grand mean = 119.0675 %

CV = 26.11 %

ตารางที่ 10 แสดงผลการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าว

Source	df	SS	Ms	F	F.05	F.01
Black	3	2315.371	771.790	0.893 ns	3.49	5.59
Treatment	4	10259.390	2564.847	2.968 ns	3.26	5.41
Ex.Error	12	10369.439	864.120			
Total	19	22944.209	1207.509			

Grand mean = 113.0275 %

CV = 26.01 %

ตารางที่ 11 แสดงผลการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นข้าว

Source	df	SS	Ms	F	F.05	F.01
Block	3	67227.897	22409.299	1.796 ns	3.49	5.59
Treatment	4	186361.636	46590.409	3.734 *	3.26	5.41
Ex.Error	12	149724.135	12477.011			
Total	19	403313.683	21227.036			

Grand mean = 603.4365 %

CV = 18.51 %

ตารางที่ 12 แสดงผลการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นข้าว

Source	df	SS	Ms	F	F.05	F.01
Block	3	24624.03	8208.01	0.535 ns	4.49	5.95
Treatment	4	227778.99	56944.74	3.708 *	3.26	5.41
Ex.Error	12	184269.22	15355.76			
Total	19	436672.33	22982.75			

Grand mean = 417.41 %

CV = 29.71 %