การเพิ่มผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดร่วมกับระบบการปลูกข้าวแบบประณีตในวงบ่อซีเมนต์

Enhancement of Rice Yield (*Oryza sativa* L.) cv. KDML105 byNaphthalene Acetic Acid (NAA) Using System of Rice Intensification in Cement Pond

นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย[1*] ณัฏฐวรรณ สมนึก[2] วิชชุดา ยินดี[2] ดลยกรณ์ โพธิวัฒน์[3]
Nitipat Pattanachatchai[1*] Nattawan Somneuk[2] Witchuda Yindee[2] and Donyakorn Pothivat[3]

Abstract

The purpose of this research was to study the effect of naphthalene acetic acid (NAA) concentrations on vegetative growth and yield increasing of KhaoDok Mali105 (KDML105) rice plant which was grown in the rainy season. Completely Randomized Design (CRD) was carried out through six levels of concentration (0, 5, 10, 15, 20 and 25 ppm) of NAA. Each level of concentration was replicated five times. Sixty cement containers with 80 cm in diameter and 50 cm in height were used as the experimental units. Seedlings were transplanted to the cement pond. Foliar spray of 25 ppm NAA gave the highest means of leaf width, leaf chlorophyll content, number of tiller per clump, number of productive tiller, harvest index, number of panicle per clump and seed weight per cement pond, while the means number of leaf per clump and unproductive tiller were decreased significantly. However, leaf length, number of seed per panicle and number of filled grain per panicle were not significantly different. Therefore, getting the increased KDML105 rice yield through foliar spray of NAA cooperated with SRI method in cement pond is as anticipated.

Keywords : Yield, KDML105, Naphthalene Acetic Acid, System of Rice Intensification

[1] โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Program of Agriculture, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, SurindraRajabhat University, Surin 32000
[2]โปรแกรมวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Program of Animal Science, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, SurindraRajabhat University, Surin 32000
[3] โปรแกรมวิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Program of Logistic Management, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, SurindraRajabhat University, Surin 32000
รับเรื่อง : กรกฎาคม 2557
* Corresponding author : pattanachatchai@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของความเข้มข้นของแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่มีต่อการเจริญเติบโตบางประการทางลำต้นและการเพิ่มผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในฤดูนาปีโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ซึ่งกำหนดความเข้มข้น ในการฉีดพ่น 6 ระดับ ได้แก่ 0 5 10 15 20 และ 25 พีพีเอ็ม ในแต่ละระดับทำ 5 ซ้ำ หน่วยทดลองแต่ละหน่วยกระทำในวงบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร จำนวน 60 วงบ่อ การย้ายปลูกกล้าข้าวกระทำตามวิธีการของระบบปลูกข้าวแบบประณีต(เอสอาร์ไอ) การฉีดพ่นสารที่ระดับความเข้มข้น 25 พีพีเอ็ม มีผลต่อค่าเฉลี่ยของความกว้างใบ คลอโรฟิลล์ใบ จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนหน่อที่สร้างรวง ดัชนีเก็บเกี่ยว จำนวนรวงต่อกอ และน้ำหนักเมล็ดต่อวงบ่อ เพิ่มขึ้นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่จำนวนใบต่อกอและจำนวนหน่อที่ไม่สร้างรวงมีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าความยาวใบ จำนวนเมล็ดต่อรวง และจำนวนเมล็ดดีต่อรวง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การเพิ่มผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยการฉีดพ่นสารแนฟทาลีนอะซีติกแอซิด ร่วมกับระบบการปลูกข้าวแบบประณีตในวงบ่อซีเมนต์จึงมีความเป็นไปได้

คำนำ

การเพิ่มผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำของจังหวัดสุรินทร์ โดยการเขตกรรม และการจัดการปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมการข้าว สามารถยกระดับผลผลิตได้ถึงกว่า 450 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์นี้ เฉลี่ยประมาณ 363 กิโลกรัมต่อไร่ (Department of Rice, 2014) ซึ่งจัดได้ว่าอยู่ในระดับต่ำ แต่เนื่องจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้าหอมที่ได้รับการยอมรับทางการตลาดสูงและเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด เป็นสัดส่วนถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของครัวเรือนเกษตรกรในจังหวัดสุรินทร์ ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีอยู่ระหว่าง 1,200 ถึง 1,400 มิลลิเมตร (Gypmantasiri *et al*.,2003) แต่ด้วยข้อจำกัดทางกายภาพของพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตเกษตรน้ำฝน ซึ่งมีความแปรปรวนของฝนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาวะฝนทิ้งช่วงและอุทกภัยโดยเหตุการณ์ที่เด่นชัดคือ วิกฤตการณ์อุทกภัยในปี 2553 ที่ทำให้เกิดความเสียหายแก่พื้นที่ปลูกข้าวถึง 6,697,542 ไร่ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อเกษตรกรรายย่อยซึ่งมีความเปราะบางสูงภายใต้การผลิตในปัจจุบันที่มีต้นทุนการผลิตและหนี้สินที่สูง (Chawengniran, 2011) การเพิ่มผลผลิตข้าวโดยใช้เทคโนโลยีที่แนะนำโดยกรมการข้าว คือ การเขตกรรมและการจัดการปุ๋ยอาจไม่เหมาะสมกับข้อจำกัดทางสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมดังกล่าว ดังนั้น แนวโน้มการเพิ่มผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในเขตเกษตร น้ำฝนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกให้สอดคล้องกับข้อจำกัดดังกล่าว โดยการประยุกต์ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ชนิดแนฟทาลีนอะซีติกแอซิด (naphthalene acetic acid) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ในกลุ่มที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต ของพืชที่มีรายงานความเป็นไปได้ และความสำเร็จของการใช้สารดังกล่าว เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโดยพบว่าการดูดใช้ธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟรัสและโพแทสเซียม ทั้งในส่วนของฟางและรากเพิ่มขึ้นและลดลงขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของแนฟทาลีนอะซีติกแอซิด และระยะพัฒนาการของข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฉีดพ่นทางใบที่ระดับความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม (Golam Adam *et al.,* 2012) ในขณะที่การใช้แนฟทาลีนอะซีติกแอซิด ในระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นถึง 1,000 พีพีเอ็ม มีผลอย่างมีนัยสำคัญในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหน่อที่ไม่ให้ผลผลิต ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของหน่อที่ให้ผลผลิตในระยะกลางและระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโต (Liu *et al.,* 2012) สอดคล้องกับรายงานของ Reddy *et al*., (2009) ที่พบว่า

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นได้จากการใช้สารดังกล่าว ซึ่งรายงานในประเทศปากีสถานในการใช้แนฟทาลีน-อะซีติกแอซิด90 มิลลิลิตร ต่อเฮคตาร์ ร่วมกับการใช้ฟอสฟอรัส 100 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์เพิ่มผลผลิตข้าวได้ถึง 7.82 ตันต่อเฮคตาร์ (Bakhsh*et al*., 2012) การฉีดพ่นทางใบด้วยแนฟทาลีนอะซีติกแอซิด ที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการให้ไนโตรเจนในอัตราต่ำระหว่าง 0 ถึง 60 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์สามารถเพิ่มจำนวนหน่อที่สร้างรวงต่อต้นจำนวนเมล็ดเต็มช่อดอกและน้ำหนักเมล็ดได้ แต่เมื่อเพิ่มอัตราการให้ไนโตรเจนสูงขึ้นระหว่าง 90 ถึง 120 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ พบว่า มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์และดัชนีพื้นที่ใบ (Grewal and Gill, 1986)

ระบบการปลูกข้าวแบบประณีต (System of Rice Intensification) ซึ่งมีต้นกำเนิดจากประเทศมาดากัสการ์ ได้ถูกทดสอบในหลายสภาพพื้นที่พบว่าให้ผลทดสอบอยู่ในระดับที่ได้รับการยอมรับ กล่าวคือ สามารถเพิ่มผลผลิตได้สองถึงสามเท่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปลูกแบบเดิม (Uphoff and Randriamiharisoa, 2002) มีรายงานในประเทศจีนที่พบว่า ผลผลิตข้าวพันธุ์ลูกผสมที่ปลูกด้วยระบบปลูกแบบประณีตเพิ่มขึ้นสูงถึง 1.92 ตันต่อไร่ (Zheng*et al*., 2004) สำหรับรายงานความสำเร็จของการปลูกข้าวด้วยระบบดังกล่าวในจังหวัดสุรินทร์ ในพื้นที่ปลูกข้าวนอกเขตชลประทานให้ผลผลิตสูงถึง 700 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิตเดิมที่เคยผลิตจากวิธีการปลูกแบบเดิมที่ได้ผลผลิตเพียง 400 ถึง 500 กิโลกรัมต่อไร่ (Hutaphaet, 2007) ซึ่งระบบการปลูกข้าวแบบประณีตนี้ใช้ได้ผลดีกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยให้ผลผลิตสูงถึง 700 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากมีจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวงและน้ำหนักเมล็ดที่สูงกว่าการปลูกข้าวโดยวิธีการปลูกทั่วไป (Newwoenhao*et al*., 2008) รายงานความสำเร็จที่สอดคล้องกันดังกล่าวยังพบได้ในหลายประเทศ ได้แก่ กัมพูชา (Mao *et al*., 2008) ญี่ปุ่น (Chapagain*et al*., 2011) ศรีลังกา (Namara*et al*., 2008) อินโดนีเซีย (Sato *et al*., 2011) และอินเดีย (Adusumilli and Laxmi, 2011) จากรายงานความสำเร็จในหลายประเทศดังกล่าวจะเห็นได้ว่าระบบการปลูกข้าวแบบประณีต เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตข้าวทั้งในด้านผลผลิต ที่ได้รับ ต้นทุนการผลิต และข้อจำกัดของสภาพแวดล้อม ซึ่งข้อเท็จจริงบางประการ ที่สามารถพิจารณาได้อย่างชัดเจน คือ ระบบรากของข้าวที่ปลูกด้วยระบบปลูกแบบประณีตมีการเจริญเติบโตแผ่กระจายในหน้าตัดดินได้มากกว่าระบบรากของข้าวที่ปลูกโดยมีน้ำท่วมขังดินอยู่ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Barison and Uphoff (2011) ที่พบว่า การถอนต้นข้าวต้นเดียวที่ปลูกด้วยระบบปลูกแบบประณีตต้องใช้แรงถอนถึง 55.2 กิโลกรัมต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบกับต้นข้าวที่ปลูกด้วยวิธีการปกติที่ใช้แรงถอนเพียง 6.9 กิโลกรัมต่อต้น ปัจจุบันยังไม่ปรากฏว่ามีการบูรณาการเทคโนโลยีการใช้แนฟทาลีนอะซีติกแอซิด ร่วมกับระบบปลูกข้าวแบบประณีตเพื่อการเพิ่มผลผลิตข้าวในสภาพวงบ่อซีเมนต์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการตอบสนองด้าน การเจริญเติบโตทางลำต้นและการให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ต่อระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดร่วมกับการปลูกด้วยระบบปลูกแบบประณีตในวงบ่อซีเมนต์

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้กล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 10 วัน จำนวน 180 ต้น ซึ่งเพาะกล้าในวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2556 โดยแบ่งลงปลูกในวงบ่อซีเมนต์กันทึบเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ความสูง 50 เซนติเมตร จำนวน 60 วงบ่อ ๆ ละ 3 ต้น เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ระยะห่างระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ดินปลูกที่ใช้ในการทดลอง ได้จากดินนาชั้นบนจากแปลงนาในเขตอำเภอเมืองจังหวัดสุรินทร์ที่ผ่านการใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกข้าวทุกปีอย่างต่อเนื่องนำมาผสมให้เข้ากันดีกับมูลโค ในอัตรา 500 กรัมต่อวงบ่อ ปล่อยน้ำให้ท่วมขังผิวดินปลูกเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จึงย้ายกล้าข้าวอายุ 10 วัน ลงปลูกโดยจัดให้รากขนานไปกับผิวดินปลูก ส่วนลำต้นตั้งตรงในลักษณะตัวแอล ซึ่งเป็นไปตามวิธีการของระบบการปลูกข้าวแบบประณีต ควบคุมความชื้นของดิน หลังจากย้ายกล้า โดยไม่ปล่อยให้

น้ำท่วมขังผิวดิน และให้น้ำครั้งต่อไปเมื่อผิวดินปลูกแห้ง เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะตั้งท้อง จึงปล่อยให้น้ำท่วมผิวดินปลูกสูง 2 เซนติเมตรจนถึงระยะที่รวงข้าวเริ่มโน้มลงเพราะน้ำหนักของเมล็ดข้าว จึงระบายน้ำที่ท่วมขังออกจนแห้ง ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปริมาณ 10 กรัมต่อถัง หลังย้ายกล้า 15 วัน และก่อนออกรวง 30 วัน ให้สิ่งทดลองโดยการฉีดพ่นทางใบด้วยสารละลายแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่ผลิตโดยบริษัทสยามเกษตรยูนิเวอร์แซลจำกัด จังหวัดปทุมธานี มีชื่อการค้าว่า เอ็น เอ เอ 4.6% ตรางุ่น และมีเปอร์เซ็นต์ของสารออกฤทธิ์เท่ากับ 4.6 เปอร์เซ็นต์ วงบ่อละ 100 มิลลิลิตร หลังจากย้ายปลูก 20 วัน และ 500 มิลลิลิตร หลังจากย้ายปลูก 40 และ 60 วันตามลำดับ ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 กลุ่มเปรียบเทียบ (ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น)

สิ่งทดลองที่ 2 แนฟทาลีนอะซีติกแอซิด 5 พีพีเอ็ม

สิ่งทดลองที่ 3 แนฟทาลีนอะซีติกแอซิด 10 พีพีเอ็ม

สิ่งทดลองที่ 4 แนฟทาลีนอะซีติกแอซิด 15 พีพีเอ็ม

สิ่งทดลองที่ 5 แนฟทาลีนอะซีติกแอซิด 20 พีพีเอ็ม

สิ่งทดลองที่ 6 แนฟทาลีนอะซีติกแอซิด 25 พีพีเอ็ม

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้วงบ่อซีเมนต์จำนวน 2 วงบ่อ จัดเรียงภายใต้โรงเรือนที่คลุมด้วยตาข่ายไนล่อนสีขาว เพื่อป้องกันแมลงและสัตว์ศัตรูพืชขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 10 x 10 x 3 เมตร เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

บันทึกลักษณะการเจริญเติบโต ทางลำต้นบางประการ ได้แก่ ความยาวใบ ความกว้างใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ โดยสุ่มวัดจากใบที่ 3 นับจากยอดจำนวน 2 ใบต่อกอ โดยใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ รุ่น SPAD 502 เมื่อพืชทดลองอายุ 80 วัน และนับจำนวนใบต่อกอ จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนหน่อที่สร้างรวง จำนวนหน่อที่ไม่สร้างรวง ณ วันที่เก็บเกี่ยวและดัชนีเก็บเกี่ยวหลังวันเก็บเกี่ยว สำหรับลักษณะผลผลิตที่สำคัญบางประการ ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อวงบ่อที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยแนฟทาลีนอะซีติกแอซิด ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง ตอบสนองด้านการเจริญเติบโตทางลำต้นและด้านผลผลิตแตกต่างกันดังนี้

1. การเจริญเติบโตบางประการทางลำต้นพบว่าความยาวใบตอบสนองต่อแนฟทาลีนอะซีติกแอซิด ในทุกระดับความเข้มข้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ความกว้างใบ คลอโรฟิลล์ใบ และจำนวนหน่อต่อกอเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) เมื่อฉีดพ่นด้วยแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่ความเข้มข้น 25 พีพีเอ็ม อย่างไรก็ตามจำนวนใบต่อกอลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าว (ตารางที่ 1) ซึ่งความกว้างใบที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจากการขยายขนาดของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ในแคมเบียมที่ถูกส่งเสริมโดยกิจกรรมของออกซิน (Davies, 1995) โดยระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่กระตุ้นให้เกิดการขยายตัวของเซลล์อันเป็นผลจากการเพิ่มความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ที่ไม่สามารถหดคืนสู่สภาพเดิมได้ (Stern *et al*., 2003)สำหรับจำนวนหน่อต่อกอที่เพิ่มขึ้นนั้นสอดคล้องกับรายงานของ Golam Adam and Jahan (2011) ที่พบว่า จำนวนหน่อต่อกอของข้าวพันธุ์ BRRIdhan-29 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อฉีดพ่นทางใบด้วยแนฟทาลีนอะซีติกแอซิด ที่ความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม อย่างไรก็ตามข้อค้นพบจากการศึกษาในครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงบางประการที่ยอดของพืชตระกูลหญ้า ถูกควบคุม โดยออกซินจากปลายยอดเช่นเดียวกับในพืชใบเลี้ยงคู่ (Leopold, 1949) และการให้ออกซินจากภายนอกแก่พืช มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของตาข้าง (Harrison and Kaufman, 1982)การฉีดพ่นแนฟทาลีน

อะซีติกแอซิดที่ความเข้มข้น 25 พีพีเอ็ม จึงอาจมีผลต่อการยับยั้งกิจกรรมของออกซินภายในลำต้นหลัก (main stem) ที่ควบคุมการเจริญเติบโตของหน่อข้างเป็นผลให้หน่อข้างเจริญเติบโตได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ใบที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดที่ความเข้มข้น 25 พีพีเอ็ม นั้นสอดคล้องกับผลการศึกษาในพืชอีกหลายชนิดที่พบว่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดเพิ่มขึ้น ได้แก่ พริกระฆัง (Sridhar *et al*., 2009) ฝ้ายลูกผสม (Koler*et al*., 2010) ชมพู่แก้มแหม่ม (Al-Saif, 2011) และมะเขือเทศ (Pargi*et al*., 2014) ทั้งนี้รายงานของ Pendy*et al*. (2001) พบว่า การใช้ออกซินชนิดอินโดลอะซีติกแอซิด ที่ความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าว เนื่องจากปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สาร ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในถั่วฝักยาว (Taslima*et al*., 2011) และถั่วยาง (Sadak*et al*., 2013) สำหรับผลของแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่มีต่อการเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์ยังไม่มีผลการศึกษาที่ชัดเจนเกี่ยวกับกลไกที่มีความเป็นไปได้ แต่การใช้อินโดลอะซีติกแอซิดอาจมีผลในการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส ที่มีต่อโมเลกุลของสารตั้งต้นของรงควัตถุชนิดคลอโรฟิลล์ (Taslima*et al*., 2011) อย่างไรก็ตามจำนวนใบต่อกอมีทิศทางการลดลงตามความระดับเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น แต่การลดลงมีความผันแปรอย่างไม่ต่อเนื่อง โดยมีจำนวนใบต่อกอเพิ่มขึ้นสูงที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 20 พีพีเอ็ม แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการไม่ใช้สารซึ่งการลดลงของจำนวนใบดังกล่าว อาจเป็นผลมาจากการแข่งขันกันระหว่างหน่อใหม่และใบใหม่ เพื่อการเจริญเติบโตในเวลาเดียวกัน เนื่องจากพบว่าทั้งสองลักษณะดังกล่าวแสดงสหสัมพันธ์ในทางลบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.149$, $n = 30$) (ตารางที่ 4) สอดคล้องกับรายงานของ Gardner *et al*. (1985) ที่กล่าวถึงการแข่งขันกันเป็นแหล่งรับอาหาร (competitive sinks) ระหว่างรากกับลำต้นและใบ

ตารางที่ 1 ระดับความเข้มข้นของแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่มีต่อความยาวใบ ความกว้างใบ คลอโรฟิลล์ใบ จำนวนใบต่อกอ และจำนวนหน่อต่อกอ

ระดับความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)	ความยาวใบ[1] (ซม.)	ความกว้างใบ[1] (ซม.)	คลอโรฟิลล์ใบ[1] (SPADunit)	จำนวนใบต่อกอ[1] (ใบ)	จำนวนหน่อต่อกอ[1] (หน่อ)
0	63.71	1.13e	34.93d	78.40a	21.40c
5	64.73	1.19d	36.14c	73.40c	22.40c
10	65.84	1.22d	35.89c	76.00b	22.00c
15	66.97	1.28c	37.93b	72.40c	23.00bc
20	67.86	1.59b	38.73ab	80.00a	25.00ab
25	69.96	2.86a	39.50a	72.40c	26.40a
F-test	ns	**	**	**	**
C.V.(%)	6.10	2.55	1.87	2.04	6.63

[1] ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธีDMRT

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2. การตอบสนองด้านการให้ผลผลิต ผลการศึกษาพบว่า การฉีดพ่นทางใบด้วยแนฟทาลีนอะซีติกแอซิด ที่ความเข้มข้น 25 พีพีเอ็มสามารถเพิ่มจำนวนหน่อที่สร้างรวงดัชนีเก็บเกี่ยวและจำนวนรวงต่อกอได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับรายงานของ Bakhsh *et al*., (2012) ที่พบว่าการฉีดพ่นแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดในอัตรา 90 มิลลิลิตรต่อเฮคตาร์ มีผลต่อการเพิ่มจำนวนหน่อที่สร้างรวง และดัชนีเก็บเกี่ยวได้สูงที่สุด สำหรับจำนวนรวงต่อกอที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดที่ความเข้มข้นเดียวกันดังกล่าวเป็นผลมาจากการมีจำนวนหน่อที่สร้างรวงมากขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า จำนวนหน่อที่ไม่สร้างรวงลดลงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ที่ความเข้มข้น 10 พีพีเอ็ม ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อที่สร้างรวง โดยแสดงสหสัมพันธ์ในทางลบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.209$, $n = 30$) (ตารางที่ 4) สอดคล้องกับรายงานของ Liu *et al*. (2012) ที่พบว่าการใช้แนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่ความเข้มข้นสูงถึง 1,000 พีพีเอ็ม มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหน่อที่ไม่ให้ผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของหน่อที่ให้ผลผลิตที่อยู่ในระยะกลางและระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตได้ อย่างไรก็ตามยังพบอีกว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2)

การฉีดพ่นแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดดีต่อรวงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่จำนวนเมล็ดลีบต่อรวงลดลงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ที่ความเข้มข้น 5-10 พีพีเอ็ม (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับรายงานของ Bakhsh *et al.* (2012) ที่พบว่า แนฟทาลีนอะซีติกแอซิดช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดข้าวปกติได้และยังมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเป็นหมันต่ำที่สุด นอกจากนี้แล้วยังพบว่า จำนวนเมล็ดลีบต่อรวงที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.400^*$, $n = 30$) (ตารางที่ 4) สอดคล้องกับรายงานของ Reddy *et al*. (2009) ที่พบว่าการใช้สารดังกล่าวมีผลต่อการเพิ่มผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของข้าวได้ สำหรับน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 2 ระดับความเข้มข้นของแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่มีต่อจำนวนหน่อที่สร้างรวง จำนวนหน่อที่ไม่สร้างรวงดัชนีเก็บเกี่ยว จำนวนรวงต่อกอและจำนวนเมล็ดต่อรวง

ระดับความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)	จำนวนหน่อที่สร้างรวง[1] (หน่อ)	จำนวนหน่อที่ไม่สร้างรวง[1] (หน่อ)	ดัชนีเก็บเกี่ยว [1]	จำนวนรวงต่อกอ[1] (รวง)	จำนวนเมล็ดต่อรวง[1] (เมล็ด)
0	18.20c	3.20a	0.32c	18.60d	166.00
5	19.60c	2.80ab	0.36b	20.20cd	160.60
10	20.20bc	1.80c	0.37b	20.40cd	163.20
15	20.20bc	2.80ab	0.38ab	21.20bc	162.60
20	21.80b	3.20a	0.36b	23.20ab	161.40
25	24.20a	2.20bc	0.40a	24.80a	160.20
F-test	**	**	**	**	ns
C.V.(%)	6.92	19.96	4.34	7.96	7.42

[1]ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธีDMRT

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

nsไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 5 พีพีเอ็ม (ตารางที่ 3) ในขณะที่น้ำหนักเมล็ดต่อวงบ่อที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ความเข้มข้น 25 พีพีเอ็ม นั้นเป็นน้ำหนักรวมของเมล็ดเฉลี่ยจาก 3 กอต่อถัง ที่ใช้ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าในวงบ่อซีเมนต์ทรงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ที่ครอบคลุมพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 6,400 ตารางเซนติเมตรต่อถัง โดยได้น้ำหนักรวมของเมล็ดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 263.21 กรัมต่อถัง (ตารางที่ 3) ซึ่งเมื่อคำนวณต่อพื้นที่ 1 ไร่ แล้วจะได้น้ำหนักรวมของเมล็ดประมาณ 658 กิโลกรัม อันเป็นน้ำหนักรวมของเมล็ดที่อยู่ในระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตที่ได้จากการปลูกในสภาพปกติ ซึ่งอยู่ที่ประมาณ 400-500 กิโลกรัมต่อไร่ (Huta phaet, 2007) สอดคล้องกับรายงานของ Dengon *et al.* (1996) ที่พบว่าน้ำหนัก 1,000 เมล็ดและผลผลิตรวมของข้าวเพิ่มขึ้นจากการได้รับแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดในอัตรา 100 มิลลิลิตรต่อเฮคตาร์ และยังสอดคล้องกับรายงานของ Reddy *et al.*(2009) ที่พบว่า ทั้งสองลักษณะของผลผลิตดังกล่าวเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้แนฟทาลีนอะซีติกแอซิดอัตรา 100 กรัมต่อเฮคตาร์ อย่างไรก็ตามในรายงานของ Liu *et al.* (2012) พบว่า การฉีดพ่นแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่ความเข้มข้นสูงถึง 1,000 พีพีเอ็ม มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวในกลุ่ม japonica ที่มีสมรรถนะในการแตกกอสูงและข้าวในกลุ่ม indicaที่มีสมรรถนะในการแตกกอต่ำ

สรุป

จากการทดลองนี้พบว่า การฉีดพ่นทางใบด้วยแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่ความเข้มข้น 25 พีพีเอ็ม ให้แก่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกด้วยระบบปลูกแบบประณีตในวงบ่อซีเมนต์สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นได้ในหลายลักษณะอย่างเด่นชัด ได้แก่ ความกว้างใบ คลอโรฟิลล์ใบและจำนวนหน่อต่อกอ อย่างไรก็ตามจำนวนใบต่อกอมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดเพิ่มขึ้น สำหรับลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตนั้น พบว่า ที่ความเข้มข้น 25 พีพีเอ็ม แสดงผลอย่างเด่นชัดต่อจำนวนรวงต่อกอ และน้ำหนักเมล็ดต่อวงบ่อในขณะที่ระดับความเข้มข้น 5-10 พีพีเอ็ม มีผลต่อการลดจำนวนเมล็ดลีบต่อรวงได้มากที่สุด และเพิ่มน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด ได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 5 พีพีเอ็มดังนั้นการฉีดพ่นสารที่ความเข้มข้น 25 พีพีเอ็ม จึงเป็นระดับที่แนะนำสำหรับการใช้ เพื่อการเพิ่มผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยฉีดพ่นในระยะที่ข้าวมีอายุ 30 50 และ 70 วัน ซึ่งมีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 180.33 บาทต่อวงบ่อ โดยจำแนกเป็นค่าวงบ่อซีเมนต์ 180 บาทต่อวงบ่อ และค่าสารแนฟทาลีนอะซีติกแอซิด 0.33 บาทต่อวงบ่อ ทั้งนี้หากได้มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ว่าง ระหว่างตำแหน่งการวางวงบ่อแต่ละใบร่วมกับพื้นที่ว่าง ในวงบ่อโดยการเพิ่มจำนวนต้นในการปลูกแบบประณีตเป็น 5 ต้นต่อวงบ่อ จะช่วยให้ได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 ระดับความเข้มข้นของแนฟทาลีนอะซีติกแอซิดที่มีต่อจำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวงน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ดและน้ำหนักเมล็ดต่อวงบ่อ

ระดับความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง [1] (เมล็ด)	จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง [1] (เมล็ด)	น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด[1] (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดต่อวงบ่อ[1] (กรัม)
0	150.00	16.00a	17.43b	231.18c
5	149.40	11.20c	20.96a	237.02bc
10	151.40	11.80c	20.67a	252.17ab
15	150.40	12.80bc	21.11a	252.82ab
20	146.60	14.80ab	20.28a	255.82ab
25	145.20	15.00a	21.35a	263.21a
F-test	ns	**	**	*
C.V.(%)	8.45	11.35	5.22	0.41

[1]ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธีDMRT

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

nsไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 สหสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตบางประการ

ลักษณะที่ศึกษา	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9
G_1	1.00													
G_2	0.447*	1.00												
G_3	0.537**	0.729**	1.00											
G_4	-0.214	-0.316	-0.257	1.00										
G_5	0.639**	0.703**	0.719**	-0.149	1.00									
Y_1	0.574**	0.765**	0.737**	-0.238	0.952**	1.00								
Y_2	0.175	-0.240	-0.101	0.297	0.099	-0.209	1.00							
Y_3	0.455**	0.581**	0.618**	-0.572**	0.518**	0.619**	-0.359	1.00						
Y_4	0.589**	0.696**	0.737**	-0.149	0.953**	0.942**	-0.019	0.572**	1.00					
Y_5	0.280	-0.083	-0.057	-0.023	0.079	0.017	0.197	-0.022	-0.002	1.00				
Y_6	0.300	-0.143	-0.074	-0.106	0.075	0.022	0.168	0.027	0.003	0.980**	1.00			
Y_7	-0.203	-0.305	0.144	0.397*	-0.024	-0.043	0.064	-0.248	-0.036	-0.155	-0.342	1.00		
Y_8	0.368*	-0.333	0.508**	-0.543**	0.395*	0.496**	-0.350	0.730**	0.475**	-0.082	-0.001	-0.400*	1.00	
Y_9	0.514**	0.465**	0.550**	-0.161	0.496**	0.542**	-0.179	0.813**	0.541**	0.106	0.116	-0.100	0.467**	1.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ความหมายของอักษรกำกับ :

G_1= ความยาวใบ
G_2 = ความกว้างใบ
G_3= คลอโรฟิลล์ใบ
G_4 = จำนวนใบต่อกอ
G_5 = จำนวนหน่อต่อกอ
Y_1 = จำนวนหน่อที่สร้างรวง
Y_2 = จำนวนหน่อที่ไม่สร้างรวง
Y_3 = ดัชนีเก็บเกี่ยว
Y_4 = จำนวนรวงต่อกอ
Y_5 = จำนวนเมล็ดต่อรวง
Y_6 = จำนวนเมล็ดดีต่อรวง
Y_7 = จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง
Y_8 = น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด
Y_9 = น้ำหนักเมล็ดต่อวงบ่อ

เอกสารอ้างอิง

Adusumilli, R. and S. B. Laxmi.2011. Potential of the system of rice intensification for systemic improvement in rice production and water use : the case of Andhra Pradesh, India. Paddy Water Environ.9 : 89-97.

Al-Saif, A.M.H. 2011.Effect of plant growth regulators on fruit growth and quality development of *Syzygiumsamarangense* (water apple/wax apple). Available source : http://studentsrepo.um.edu.my/3724/4/1._Title_page_abstract_content.pdf. September 10,2014.

Bakhsh, I., H.U. Khan, M.Q. Khan and S. Javaria. 2011. Effect of naphthalene acetic acid and phosphorus levels on the yield potential of transplanted coarse rice. Sarhad J. Agric. 27 : 161-165.

Bakhsh,I.,I.U.Awan, M.Niramatullah, K.U.Zaman,S. Ramzan and E.A. Khan.2012. Effect of naphthalene acetic acid and different phosphorus levels on panicles, spikelet, sterility, normalkernel, yield and benefit cost ratio of rice.J. Anim.& Plant Sci. 22 : 169-174.

Barison, J.and N. Uphoff.2011. Rice yield and its relation to root growth and nutrient - use efficiency under SRI and conventional cultivation : an evaluation in Madagascar. Paddy Water Environ.9: 65-78.

Chapagain, T., A. Risemanand E. Yamaji.2011. Assessment of system of rice intensification (SRI) and conventional practices under organic and inorganic management in Japan. Rice Sci. 18 : 311-320.

Chawengniran, N. 2011.Directional adaptation on climatic variation of small-scaled farmers in Thailand. J. Rev.Academic.19:11-16. (in Thai)

Davies, P.J. 1995. The Plant hormones : their nature, occurrence, and functions. pp.1-12.*In* P.J. Davies (ed). Plant Hormones, Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Academic : Dordrecht, The Netherlands.

Dengon, S.Y., S.M. Wag and N.R. Savin. 1996. Study on performance of plant growth regulator in rainfed transplanted rice on farmers' fields. J. Agric. Sci.128 : 201-203.

Department of Rice. 2014. Rice Knowledge Bank. Available source : http://www.brrd.in.th/rkb/varieties/index.phpfile=content.php&id=19.htm. May 28, 2014.

Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Iowa. 327 p.

Golam Adam, A.M.M and N. Jahan. 2011. Effects of naphthalene acetic acid on yield attributes and yield of two varieties of rice (*Oryza sativa* L.).Bangladesh J. Bot.40 : 97-100.

Golam Adam, A.M.M., N.JahanandS.Hogue. 2012. Effect of naphthalene acetic acid on nutrient uptake by two varieties of rice (*Oryza sativa* L.). Dhaka Univ. J. Biol. Sci.21 : 9-15.

Grewal, H.S. and H.S.Gill.1986. Influence of NAA and nitrogen on the growth and yield of late-planted paddy (*Oryza sativa* L.). J. Agr. Sci.106: 37-40.

Gypmantasiri, P., B. Limnirankul and C. Muangsuk. 2003. Integration of farmer participatory plant breeding for rainfed lowland rice improvement in North and Northeast Thailand. I Biophysical and socio-economic characterization of rained lowland rice production systems of North and the Northeast of Thailand. Available source :http://www.mcc.cmu.ac.th/august/rainfed_SA/

Biophysical-socioeconomic%20report_full%20 paper pdf. April 16, 2013.

Harrison, M. and P.Kaufman. 1982. Does ethylene play a role in the release of lateral bud (tillers) from apical dominance in oats? Plant Physiol.70 : 811-814.

Hutaphaet, K. 2007. Surin's farmers grow single rice turn to traditional organic rice growing for exporting. J. Natural Agriculture. 10: 39-45. (in Thai).

Koler, P., B.C. Patil, M.B. Chetti and K.N. Pawar. 2010. Effect of plant growth regulators on growth and yield components of hybrid cotton. Karnataka J. Agric. Sci. 23 : 345-346.

Leopold, A. 1949. The control of tillering in grasses by auxin. Amn. J. Bot. 36 : 437-440.

Liu, Y.,W.Chen, Y.Ding,Q. Wang, G. Liand S.Wang. 2012. Effect of gibberellic acid (GA_3) and α-naphthalene acetic acid (NAA) on the growth of unproductive tillers and the grain yield of rice (*Oryza sativa* L.). African J. Agric. Res. 7 : 534 - 539.

Mao, M., P. Tongdeelert and P. Chumjai. 2008. The adoption of the system of rice intensification (SRI) in Tram Kak District, Takeo Province, Cambodia: The case study of leading farmers. Kasetsart J. (Soc. Sci.).29 : 303-316.

Namara, R., D. Bossio, P. Weligamage and I. Herath. 2008. The practice and effects of the system of rice intensification (SRI) in Sri Lanka. Quarterly J. International Agric.47:5-23.

Newwoenhao, P., N. Nasongkhla, S. Phophan, N. Charoensin and C. Chimphali. 2008. System of rice intensification in Chachaoengsao province. Proceedings of Rice and Temperate Cereal 2008 Conference. Vol. 2/2. April 8-10, 2008. Chonburi, Thailand. (in Thai)

Pargi, S.C., E.P. Lal, N. Singh and T.K. Biswas. 2014. Effect of naphthalene acetic acid on biochemical parameters, growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Agric. and Vet. Sci. 7 : 16-18.

Pendy, A.K., R.S. Tripathi and R.S. Yadav. 2001. Effect of certain growth regulators on the growth, yield and quality of rice. Ind. J. Agric. Res.35 : 118-120.

Reddy, N.M., K. Keshavulu, K.K.Durga, R. Ankaiah and K. Adrana. 2009. Effect of nutrients alternate to GA_3 on yield and quality in hybrid rice seed production. J. Res. Crop. 10 : 718-722.

Sadak, M.S., M.G. Dawood, B.A. Bakry and M.F. El-Karamany. 2013. Synergistic effect of indole acetic acid and kinetin on performance, some biochemical constituents and yield of Faba Bean plant grown under newly reclaimed sandy soil. 2013. World J. Agric. Sci. 9 : 335-344.

Sato, S., E. Yamaji and T. Kuroda. 2011. Strategies and engineering adoptions to disseminate SRI methods in large-scale irrigation systems in Eastern Indonesia. Paddy Water Environ. 9 : 79-88.

Sridhar, G., R.V. Koti, M.B. Chetti and S.M. Hiremath. 2009. Effect of naphthalene acetic acid and mepiquat chloride on physiological components of yield in bell pepper (*Capsicum annuum* L.) J. Agric. Res. 47 : 53-62.

Stern, K.R., S. Jansky and J.E. Bidlack. 2003. Introductory plant biology. 9th ed. McGraw-Hill :New York. 624p.

Taslima, K., F. Hossain and U. Ara. 2011. Effect of indole-3-acetic acid (IAA) on biochemical responses of Cowpea (*Vignaunguiculata* (L.) Walp) var. Bari Fellon-1. Bangladesh J. Sci. Ind. Res. 46 : 77-82.

Uphoff, N. and Randriamiharisoa. 2002. Reducing water use in irrigated rice production with the Madagascar System of Rice Intensification (SRI). pp. 71-87. *In* B.A.M. Bouman, H. Hengsdijk, B. Hardy, P.S. Bindraban, T.P.Tuong and J.K.Ladha (eds). Proceedings of The International Workshop on Water-Wise Rice Production, 8-11 April 2002, Los Baños, Philippines.

Zheng, J., X. Lu, X. Jiangand Y. Tang.2004. The system of rice intensification (SRI) for super - high yields of rice in Sichuan Basin. Available source : http : //www.cropscience.org.au/icsc 2004/poster/2/3/319_zhengjg.htm. August 22, 2012.