

บทความวิจัย (Research Article)

ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในระยะ
การเจริญเติบโตของลำต้น

Effect of Light Intensity on the Growth at the Vegetative Stage of
Khao Dawk Mali 105 Rice Variety

เครือมาศ สมัครการ^{1*} และ ชลธิชา พวงมาลี¹

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

Kruamas Smakgahn^{1*} and Chonthicha Phuangmali¹

¹ Division of Biological Science, Department of Science and Bioinnovation, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University
Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

* Corresponding author

E-mail address: faaskms@ku.ac.th

Received: 12/09/2014; Revised: 16/09/2024; Accepted: 07/11/2024

คำสำคัญ	บทคัดย่อ
ความเข้มแสง ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระยะแตกกอ การเจริญเติบโต	การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะเจริญเติบโตของลำต้น (ต้นกล้า-เริ่มสร้างช่อดอก) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ คือ 1) ชุดควบคุมแสงสภาพธรรมชาติ (ความเข้มแสงเฉลี่ย 24,261 ลักซ์) 2) ชุดพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น (ความเข้มแสงเฉลี่ย 2,654 ลักซ์/พรางแสงร้อยละ 89.1) และ 3) ชุดพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น (ความเข้มแสงเฉลี่ย 786 ลักซ์/พรางแสงร้อยละ 96.7) วัดการเจริญเติบโตของข้าวซึ่งประกอบด้วยความสูงของต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนต้นตอก ความกว้างของใบทุกสัปดาห์ ซึ่งน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์เมื่อสิ้นสุดระยะแตกกอ ผลการศึกษาพบว่าความเข้มแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ การพรางแสง 1 ชั้น และพรางแสง 2 ชั้น ทำให้ความสูงต้นข้าว จำนวนใบตอก จำนวนต้นตอก ความกว้างใบ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว มีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม และพบว่าการพรางแสง 1 ชั้นทำให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบและลำต้นต่ำกว่าชุดควบคุมประมาณร้อยละ 21 ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการพรางแสงด้วยตาข่าย 1-2 ชั้น (พรางแสงร้อยละ 89.1-96.7)

ทำให้แสงลอดผ่านตาข่ายน้อยมากไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105

KEYWORDS

Light intensity

Jasmine rice

Tillering stage

Growth

ABSTRACT

This study evaluated how light intensity affects Jasmine rice (KDML 105) growth from the seedling stage to the tillering stage. The experimental design by Completely Randomized Design (CRD) included three treatments with five replicates: including 1) a natural light or control unit (average light intensity 24,261 Lux), 2) a 1-layer camouflage net (average light intensity 2,654 Lux), and 3) a 2-layer camouflage net (average light intensity 786 Lux). This study measured rice growth weekly by considering plant height, number of leaves per tiller, number of tillers per clump, and leaf width. By the end of the study period, rice plants will undergo analysis for their biomass weight, chlorophyll, and carotenoid content. Low light intensity influences rice growth by reducing plant height, the number of leaves, the number of plants per clump, and the weight of the plant. The chlorophyll content of the single-layer camouflage leaves and stems was approximately 21% lower than that of the control. Based on the results, the double-layer camouflage's light intensity of 786 Lux was insufficient for growing jasmine rice.

1. บทนำ

ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งส่งผลให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 2 ถึง 3 เท่าในศตวรรษหน้า (Beardall and Raven, 2013) ผลกระทบที่เกิดขึ้น ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความเข้มข้นของแสงในหลายภูมิภาคทั่วโลก (Martins et al., 2023) ส่วนการเพิ่มขึ้นของละอองลอยที่ดูดซับรังสีจากดวงอาทิตย์ เช่น คาร์บอนดำ (Black carbon) และละอองลอยอินทรีย์สีน้ำตาล (Brown organic aerosols) ทำให้เกิดการหรี่แสงทั่วโลก (Global dimming) ซึ่งส่งผลให้ปริมาณการแผ่รังสีที่ตกกระทบทั่วโลกลดลง แต่สัดส่วนการแผ่รังสีแบบกระจายมีปริมาณเพิ่มขึ้น (Li et al., 2017) การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ยังได้รับผลกระทบจากละอองซัลเฟตในชั้นสตราโตสเฟียร์ซึ่งส่งผลกระทบทางลบต่อผลผลิตพืชทั้งพืช C4 (ข้าวโพด) และ C3 (ถั่วเหลือง ข้าว และข้าวสาลี) (Proctor et al., 2018) ความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลผลิตในอากาศเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ต้องเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและผลผลิตของพืช เพื่อให้เกิดความมั่นคงทางอาหารในทศวรรษหน้า ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ต้องพิจารณา คือ ความสามารถของรงควัตถุในพืชในการดูดซับแสงเพื่อการสังเคราะห์แสงของพืช (Hussain et al., 2021) นอกจากนี้การปลูกข้าวในฤดูฝนในเขตร้อนมักประสบกับสภาพอากาศเลวร้าย เช่น พายุไต้ฝุ่นรุนแรงและแสงแดดน้อย สภาพอากาศที่รุนแรงบ่อยครั้งส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการผลิตข้าว (Shao et al., 2019)

แสง เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานให้กับพืชโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ปริมาณการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชขึ้นอยู่กับความเข้มแสงที่พืชได้รับ (light intensity) ทั้งนี้มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เมื่อพืชดูดซับพลังงานแสงเพื่อสังเคราะห์แสง พืชจะดูดซับพลังงานแสงในรูปของโฟตอน ซึ่งเป็นกลุ่มพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า คลอโรพลาสต์ในเซลล์ของใบพืชมีเม็ดสีเขียวคือคลอโรฟิลล์ช่วยในการดูดซับโฟตอน จำนวนโฟตอนที่พืชดูดซับผ่านคลอโรพลาสต์ส่งผลโดยตรงต่ออัตราการสังเคราะห์แสงในพืช เมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นอัตราการสังเคราะห์แสงก็จะเพิ่มขึ้นตามไป

ด้วยจนถึงจุดหนึ่งที่เรียกว่าจุดอิ่มตัว (DIMLUX, 2021) ความเข้มแสงต่ำอาจทำให้พื้นที่ใบเฉพาะ (Specific Leaf Area: SLA) และความสูงของพืชเพิ่มขึ้นซึ่งการปรับตัวของพืชเช่นนี้มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มการดูดซับแสงที่มีอยู่ให้สูงสุดสำหรับการสังเคราะห์แสง (Steinger et al., 2003) งานวิจัยที่ผ่านมารายงานว่ามวลชีวภาพและผลผลิตของข้าวได้รับผลกระทบจากความเข้มแสงในแต่ละระยะการเจริญเติบโต โดยข้าวที่ได้รับความเข้มแสงที่แตกต่างกันจะมีมวลชีวภาพและให้ผลผลิตแตกต่างกัน (Mouliia, 2009; ศรีสังวาลย์ และ สุนทรี, 2560) ภายใต้สัดส่วนของการพร่างแสงที่ทำให้เกิดความเข้มแสงที่แตกต่างกันยังส่งผลต่อระยะการเจริญเติบโตและระยะสืบพันธุ์ของข้าว (Liu et al., 2014) นอกจากนี้การพร่างแสงยังส่งผลกระทบต่อปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวสีดำและข้าวสีแดงด้วย (Song et al., 2022) ความแตกต่างในคุณภาพแสงที่ต้นข้าวได้รับอาจส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงในใบข้าวและในขั้นตอนสุดท้ายของการสังเคราะห์แป้ง และส่งผลให้เมล็ดข้าวมีสีคล้ำปนขาวมากขึ้นและคุณภาพข้าวไม่ดี (Chen et al., 2019) และทำให้ผลผลิตลดลง (Cai and Luo, 1999) การพร่างแสงทำให้คุณภาพข้าวหอมดีขึ้นคือ ข้าวขาวมีปริมาณอะมิโลส และปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การพร่างแสงยังทำให้อัตราของข้าวกล้อง ระดับความขาว และ อัตราเมล็ดข้าวขาวลดลง (Deng et al., 2023)

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตหรือแหล่งพลังงานที่สำคัญ ซึ่งผู้บริโภคทั่วโลกกว่า 3.5 พันล้านคนบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก และการบริโภคข้าวยังคงมีความต้องการสูงตามการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก (Shan, 2023) และข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญที่สุดที่สร้างรายได้ให้ประเทศไทยสูงถึง 117, 836 ล้านบาท โดยเป็นการส่งออกข้าวหอมมะลิ 22,172 ล้านบาทในช่วง 6 เดือนแรกของปี พ.ศ. 2567 (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2567) ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (KDML 105) หรือข้าวหอมมะลิ 105 เป็นข้าวหอมไทยที่ได้รับความนิยมมากที่สุดทั้งในประเทศและต่างประเทศ เป็นข้าวที่มีคุณภาพในการทำอาหารที่ดีและมีกลิ่นหอม (นฤมล และคณะ, 2555) ข้าวหอมมะลิไทยได้รับรางวัล “ข้าวดีที่สุดในโลก” หลายปีได้แก่ ปี พ.ศ. 2557, 2559, 2560, 2563, 2564 (ไทยพีบีเอส, 2566) ซึ่งในปีการเพาะปลูก 2564/2565 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในฤดูนาปีประมาณร้อยละ 38 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดในประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีคุณสมบัติทนแล้ง ทนดินเปรี้ยว และดินเค็ม มีลักษณะเมล็ดยาว เมล็ดข้าวสารใส แกร่ง เมื่อหุงสุกมีลักษณะอ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย และมีรสชาติดี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) เป็นพันธุ์ข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสง นิยมปลูกในประเทศไทยในฤดูนาปี ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกคือปลายกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคมและเก็บเกี่ยวช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน เป็นข้าวที่ไม่ต้านทานต่อโรคไหม้ ซึ่งมักจะระบาดมากในช่วงปลายฤดูฝนโดยเฉพาะบริเวณภาคกลางของประเทศ พื้นที่ปลูกส่วนมากอยู่ในบริเวณพื้นที่นาขั้นน้ำฝนในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ (วิไลภรณ์, 2559) แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรอาจมีความสนใจปลูกนอกฤดูเพาะปลูกเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและสร้างรายได้ ซึ่งการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 นอกฤดูนั้นจะทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำกว่าการเจริญของต้นข้าวในฤดูข้าวนาปี เมื่อลำต้นเจริญเติบโตน้อยลง ทำให้การสะสมอาหารในลำต้นต่ำ นอกจากนี้ข้าวมีลักษณะต้นเตี้ยและอ่อนทำให้เสี่ยงต่อการทำลายของโรค แมลง และศัตรูข้าว (กรมการข้าว, ม.ป.ป.)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยทำการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้ความเข้มแสงในระดับที่แตกต่างกันโดยการพร่างแสงด้วยตาข่าย เพื่อพิจารณาแนวโน้มการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้สภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกเปลี่ยนแปลงไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ/ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การออกแบบการทดลอง

ทำการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomize Design ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ ได้แก่ 1) ชุดควบคุม คือแสงสภาพธรรมชาติ (ระดับความเข้มแสงเฉลี่ย 24,261 ลักซ์ 2) ชุดพร่างแสงด้วยตาข่ายพร่างแสง 1 ชั้น (ระดับความเข้มแสงเฉลี่ย 2,654 ลักซ์/แสงลอดผ่านได้ร้อยละ 10.91 พร่างแสง 89.1) และ 3) ชุดพร่างแสงด้วยตาข่ายพร่างแสง 2 ชั้น (ระดับความเข้มแสงเฉลี่ย 786 ลักซ์/แสงลอดผ่านได้ร้อยละ 3.3 พร่างแสงร้อยละ 96.7) โดยวัดความเข้มแสงเฉลี่ยในช่วงเที่ยงวันด้วยเครื่องวัดแสง (LX-90/PROTROS)

2.1.1 วิธีการเพาะปลูกข้าว

นำเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาเพาะต้นกล้าด้วยวิธีการห่มเมล็ดข้าวก่อนเพาะปลูก โดยใช้ผ้าขาวบางห่อเมล็ดพันธุ์แล้วนำไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำขึ้นมาห่มไว้ 12 ชั่วโมง เมื่อเมล็ดมีรากงอก 1-2 มิลลิเมตร นำเมล็ดงอกไปเพาะในถาดหลุมเพาะเมล็ด จนต้นกล้ามีอายุ 14 วัน จึงนำต้นกล้าย้ายไปปักดำในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร โดยใช้ดินชุดกำแพงแสน (*Typic Haplustalfs*) บรรจุดินความสูงประมาณ 10 เซนติเมตรต่อกระถาง ใช้ต้นกล้า 4 ต้นต่อกระถาง รดน้ำ ดูแลรักษาและกำจัดวัชพืชตลอดระยะเวลาในการทำการทดลอง

2.1.2 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต

ตรวจวัดและจดบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวในระหว่างการเจริญเติบโตทางลำต้นทุกสัปดาห์ตั้งแต่ 14 วันจนถึง 56 วัน หลังเพาะปลูก (ระยะเริ่มสร้างช่อดอก) เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของข้าว พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ประกอบด้วยการวัดความสูงของต้นข้าว โดยวัดจากบริเวณโคนต้นเหนือผิวดินจนถึงปลายใบสูงสุดของต้นข้าว นับจำนวนต้นตอกจำนวนใบตอก ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งรากและลำต้น โดยตัดต้นข้าวส่วนบริเวณรอยต่อระหว่างต้นข้าวกับรากข้าว

2.1.3 การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

สุ่มตัวอย่างใบข้าวในวันที่ 56 หลังจากการเพาะเมล็ดที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสงที่แตกต่างกันทั้ง 3 ชุดการทดลอง (จำนวน 5 ซ้ำ) เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยนำตัวอย่างใบข้าวสดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใช้ตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัมใส่ในหลอดทดลองที่มีฝาปิด เติมน้ำอะซิโตน (ร้อยละ 80) ปริมาตร 10 มิลลิลิตรและเก็บในที่มืดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 440 645 และ 663 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้คำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีของ Arnon (1946)

$$\text{คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อกรัม)} = 12.7A_{663} - 2.69A_{645} \times v/(1000xw) \quad (1)$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ บี (มิลลิกรัมต่อกรัม)} = 22.9A_{645} - 4.68A_{663} \times v/(1000xw) \quad (2)$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกรัม)} = 20.2A_{645} + 8.02A_{663} \times v/(1000xw) \quad (3)$$

$$\text{แคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัมต่อกรัม)} = 4.69A_{440} - 0.269 (20.2A_{645} + 8.02A_{663}) \times v/(1000xw) \quad (4)$$

หมายเหตุ: A = ค่าคงที่ v = ปริมาตรสุดท้าย w = น้ำหนักตัวอย่าง

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การออกแบบการทดลองแบบ CRD ชุดทดลองละ 5 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้โปรแกรม Excel เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

3. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

คุณสมบัติดินก่อนปลูกและหลังปลูกแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของดินหลังเพาะปลูกมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 7.22 เป็น 7.48 มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินก่อนและหลังเพาะปลูกเท่ากับ 7.40 และ 1.53 deciseimen/m ตามลำดับ ซึ่งลดลงร้อยละ 79.33 ค่าอินทรีย์วัตถุในดินหลังเพาะปลูกลดลงร้อยละ 1.43 และพบว่าแคลเซียมและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงมาก ทั้งในดินก่อนเพาะปลูกและหลังเพาะปลูก ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนและหลังเพาะปลูกมีค่า 678.76 และ 71.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันมากแต่อยู่ในช่วงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าสูงมาก แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินหลังเพาะปลูกมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยคือจาก 619.37 เป็น 655.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และความชื้นของดินทั้งก่อนและหลังเพาะปลูกมีค่าใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 47.44 และ 47.80 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของดินก่อนและหลังทำการเพาะปลูก

Soil properties	Value	
	Before planting	After planting
Soil texture	sandy clay loam	sandy clay loam
Soil pH (pH:soil,1:1)	7.22	7.48
EC (decisemen/m)	7.40	1.53
Exchangeable P (mg/kg)	678.76	71.51
Exchangeable K (mg/kg)	1,096.36	422.28
Exchangeable Ca (mg/kg)	4,188.12	4,180.16
Exchangeable Mg (mg/kg)	619.37	655.75
Soil moisture (% by weight)	47.44	47.80
Soil organic carbon (%)	3.52	3.47

3.1 ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะการเจริญเติบโตของลำต้น

3.1.1 ความสูงต้น

ความสูงของต้นจากการเปรียบเทียบการเพาะปลูกภายใต้สภาวะความเข้มแสงที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) พบว่าความสูงต้นที่ 14 วันหลังเพาะปลูกในชุดควบคุมมีความสูงมากกว่าชุดพรางแสง 1 ชั้น และชุดพรางแสง 2 ชั้น ซึ่งมีค่า 17.30 ± 3.19 , 14.04 ± 2.07 และ 13.14 ± 1.12 เซนติเมตร ตามลำดับ และความสูงต้นทั้ง 3 ชุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบความสูงต้นที่ 21 วันหลังเพาะปลูก พบว่าชุดควบคุมมีความสูงต้นมากกว่าข้าวที่ปลูกภายใต้ชุดพรางแสง 1 ชั้น และชุดพรางแสง 2 ชั้น ซึ่งมีค่า 22.42 ± 1.01 , 22.78 ± 2.76 และ 22.78 ± 1.57 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าความสูงต้นใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบที่ 28 35 42 49 และ 56 วันหลังเพาะปลูกตามลำดับ และจากตลอดระยะเวลาการศึกษาพบว่าทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าความสูงต้นแตกต่างกันตามการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะความเข้มแสงที่แตกต่างกัน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3.1.2 จำนวนใบตอก

ผลการศึกษาเปรียบเทียบจำนวนใบตอกระหว่างการเพาะปลูกภายใต้สภาวะความเข้มแสงที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าจำนวนใบตอกในวันที่ 14 หลังการเพาะปลูกมีจำนวนใบตอกของชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.60 ± 0.54 ใบตอก โดยมีจำนวนใบตอกมากกว่าชุดพรางแสง 1 ชั้น และชุดพรางแสง 2 ชั้นซึ่งมีจำนวนใบตอกเท่ากันคือ 1.40 ± 0.54 ใบตอก ทั้งนี้ทั้ง 3 ชุดการทดลองมีจำนวนใบตอกใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนใบตอกทั้ง 3 ชุดการทดลองในวันที่ 21 หลังการเพาะปลูก พบว่ามีจำนวนใบตอกใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนใบตอกในวันที่ 28 35 42 49 และ 56 หลังการเพาะปลูก ตามลำดับ พบว่าชุดควบคุมมีจำนวนใบตอกเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (ประมาณร้อยละ 62) ส่วนชุดพรางแสง 1 ชั้น มีจำนวนใบตอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ประมาณร้อยละ 55) และชุดพรางแสง 2 ชั้น มีจำนวนใบตอกลดลง (ประมาณร้อยละ 25) จากการเปรียบเทียบจำนวนใบตอกของทั้ง 3 ชุดทดลองพบว่าจำนวนใบตอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะความเข้มแสงแตกต่างกันมีจำนวนใบตอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในช่วงอายุ 28 วันจนถึง 56 วันหลังเพาะปลูก โดยการปลูกภายใต้สภาวะแสงธรรมชาติ (ชุดควบคุม) มีจำนวนใบตอกเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน รองลงมาคือชุดพรางแสง 1 ชั้น และชุดพรางแสง 2 ชั้น มีจำนวนใบตอกน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะแตกกอที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสงแตกต่างกัน

Treatments	Plant height (cm)						
	14 days	21 days	28 days	35 days	42 days	49 days	56 days
Full sunlight							
(control)	17.30±3.19 ^a	22.42±1.01 ^a	29.30±5.09 ^a	36.34±3.52 ^a	46.46±1.52 ^a	67.68±13.26 ^a	87.54±6.05 ^a
Shading 1							
layer	14.04±2.07 ^b	22.78±2.76 ^a	24.84±2.22 ^b	33.10±3.81 ^a	36.34±3.86 ^b	47.84±4.44 ^b	53.78±6.72 ^b
Shading 2							
layers	13.14±1.12 ^b	22.78±1.57 ^a	23.44±1.29 ^b	18.92±10.64 ^b	18.90±10.62 ^c	18.84±1.98 ^c	18.78±10.54 ^c
F-test	*	ns	*	*	*	*	*
% CV	14.04	7.55	13.22	24.50	21.36	13.34	17.28

ตัวอักษร a, b และ c ที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ; * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.1.3 จำนวนต้นตอก

ผลการศึกษการเพาะปลูกข้าวภายใต้สภาวะความเข้มแสงที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนต้นตอกจากชุดควบคุม ชุดพรางแสง 1 ชั้น และชุดพรางแสง 2 ชั้น ตั้งแต่ระยะเวลา 14 วัน ถึง 35 วันหลังเพาะปลูก มีจำนวนต้นตอกไม่แตกต่างกันคือ 1.00±0.00 ต้นตอก จึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนต้นตอกที่ 42 49 และ 56 วันหลังเพาะปลูก พบว่าชุดควบคุมมีจำนวนต้นตอกเพิ่มขึ้นคือ 1.60±0.54 1.80±0.44 และ 2.00±0.54 ต้นตอกตามลำดับ ส่วนชุดพรางแสง 1 ชั้นในวันที่ 56 หลังเพาะปลูก มีจำนวนต้นตอกเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.20±0.54 ต้นตอก และชุดพรางแสง 2 ชั้นมีจำนวนต้นตอกไม่เปลี่ยนแปลง และเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ชุดการทดลองในวันที่ 42 49 และ 56 หลังเพาะปลูก พบว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนต้นตอกแตกต่างกันตามการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะความเข้มแสงที่แตกต่างกันและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4 จำนวนต้นตอกของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะแตกกอที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสงแตกต่างกัน

Treatments	Number of plants per clump (plant)						
	14 days	21 days	28 days	35 days	42 days	49 days	56 days
Full sunlight							
(control)	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.44 ^a	1.60±0.54 ^a	1.80±0.44 ^a	2.00±0.54 ^a
shading 1							
layer	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^b	1.00±0.44 ^b	1.20±0.54 ^b
shading 2							
layers	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^b	1.00±0.00 ^b	1.00±0.00 ^b
F-test	ns	ns	ns	ns	*	*	*
% CV	2.22	2.22	2.22	2.22	26.35	20.38	18.44

ตัวอักษร a, b และ c ที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ; * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 ความกว้างใบของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะแตกกอที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสงแตกต่างกัน

Treatments	Leaf width (cm)						
	14 days	21 days	28 days	35 days	42 days	49 days	56 days
Full sunlight							
(control)	0.10±0.00 ^a	0.30±0.00 ^a	0.34±0.05 ^a	0.50±0.00 ^a	0.60±0.12 ^a	0.70±0.07 ^a	0.80±0.00 ^a
shading 1 layer	0.10±0.00 ^a	0.24±0.05 ^b	0.26±0.05 ^b	0.30±0.00 ^b	0.32±0.14 ^b	0.42±0.16 ^b	0.52±0.10 ^b
shading 2 layers	0.10±0.00 ^a	0.22±0.04 ^b	0.20±0.00 ^b	0.20±0.00 ^c	0.16±0.04 ^c	0.16±0.08 ^c	0.16±0.08 ^c
F-test	ns	*	*	*	*	*	*
% CV	2.22	17.65	17.45	3.09	30.63	30.70	19.92

ตัวอักษร a, b และ c ที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ; * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.1.5 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าว

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวที่ปลูกภายใต้สภาวะความเข้มแสงแตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยชุดควบคุมมีค่าน้ำหนักสดของลำต้น น้ำหนักแห้งของลำต้น น้ำหนักสดของราก และน้ำหนักแห้งของรากสูงที่สุดเท่ากับ 5.92 ± 1.35 1.04 ± 0.22 0.62 ± 0.21 และ 0.11 ± 0.03 กรัม ตามลำดับ รองลงมาคือชุดพรางแสง 1 ชั้นซึ่งมีค่าน้ำหนักสดของลำต้น น้ำหนักแห้งของลำต้น น้ำหนักสดของราก และน้ำหนักแห้งของรากเท่ากับ 0.73 ± 0.29 0.14 ± 0.05 0.06 ± 0.02 และ 0.01 กรัม ตามลำดับ ส่วนในชุดพรางแสง 2 ชั้นทำให้ข้าวมีค่าน้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้นต่ำที่สุดคือ 0.05 ± 0.03 และ 0.02 กรัม และไม่สามารถวัดค่าน้ำหนักรากได้ (ตารางที่ 6)

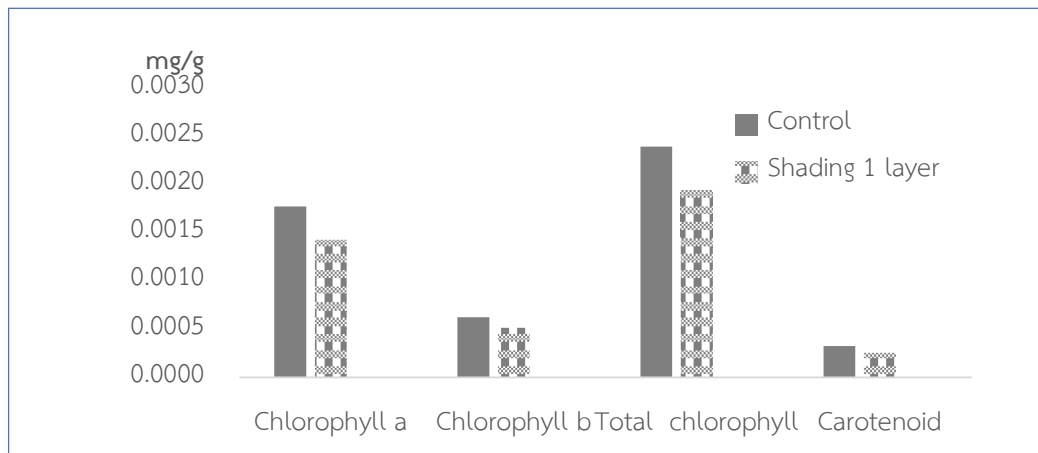
ตารางที่ 6 น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้งของลำต้นและรากข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะแตกกอที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสงแตกต่างกัน

Treatments	Plant			
	fresh weight (g/plant)	Plant dry weight (g/plant)	Root fresh weight (g/plant)	Root dry weight (g/plant)
Full sunlight (control)	5.92 ± 1.35^a	1.04 ± 0.22^a	0.62 ± 0.21^a	0.11 ± 0.03^a
Shading 1 layer	0.73 ± 0.29^b	0.14 ± 0.05^b	0.06 ± 0.02^b	0.01 ± 0.00^b
Shading 2 layers	0.05 ± 0.03^b	0.02 ± 0.00^b	0.00 ± 0.00^b	0.00 ± 0.00^b
F-test	*	*	*	*
% CV	33.80	33.15	44.83	32.65

ตัวอักษร a, b และ c ที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ; * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.1.6 ปริมาณคลอโรฟิลล์

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ที่สะสมในลำต้นและใบข้าวในแต่ละชุดทดลอง เมื่อสิ้นสุดระยะแตกกอ (56 วันหลังเพาะปลูก) พบว่าชุดควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์ สูงที่สุดคือ 0.0017 0.0006 0.023 และ 0.0003 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ และชุดพรางแสง 1 ชั้น มีค่าคลอโรฟิลล์ เอ 0.0014 มิลลิกรัมต่อกรัม คลอโรฟิลล์ บี 0.005 มิลลิกรัมต่อกรัม คลอโรฟิลล์รวม 0.0019 มิลลิกรัมต่อกรัม และแคโรทีนอยด์ 0.0002 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวที่เพาะปลูกในชุดพรางแสง 1 ชั้นมีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม (ภาพที่ 1) ส่วนการปลูกข้าวในชุดพรางแสง 2 ชั้นนั้นต้นข้าวมีการเจริญเติบโตต่ำจึงไม่มีตัวอย่างเพียงพอที่จะวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ได้ จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้พบว่าการพรางแสงมีผลต่อการสะสมปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ในทางลบ และปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ชุดควบคุมและชุดพรางแสง 1 ชั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อปลูกในสภาวะความเข้มแสงที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ (มิลลิกรัมต่อกรัม) ที่ปลูกภายใต้สภาวะความเข้มแสงแตกต่างกัน

4. อภิปรายผล

ผลการศึกษานี้พบว่าความสูงต้นมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงที่มีอายุ 14 28 35 42 49 และ 56 วัน หลังเพาะปลูก ยกเว้นวันที่ 21 วันหลังเพาะปลูก ซึ่งทุกการทดลองมีค่าความสูงต้นใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกโดยสภาพแสงธรรมชาติ (ชุดควบคุม) มีค่าความสูงต้นสูงที่สุด ส่วนชุดพรางแสง 2 ชั้น มีความสูงต้นต่ำที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับแสงน้อยหรือถูกบังแสง ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sharif et al. (2008) ซึ่งได้ศึกษาผลกระทบของร่มเงาของต้นไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว Aman โดยพบว่าความสูงของต้นข้าวในฤดูเก็บเกี่ยว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งนี้ขึ้นอยู่กับร่มเงาของต้นไม้นชนิดที่ต่างกันและเวลาที่เกิดร่มเงากับข้าว อย่างไรก็ตาม Song et al. (2022) พบว่าความสูงของต้นข้าวไม่ได้รับผลกระทบจากร่มเงาอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ผลการศึกษานี้ไม่สอดคล้องกับ ผลการศึกษาของ Liu et al. (2014) และ Cai and Luo (1999) ซึ่งรายงานว่าการพรางแสงหรือความเข้มแสงต่ำส่งผลทางบวกคือ ทำให้ความสูงต้นเพิ่มขึ้น

จำนวนใบตอกของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะความเข้มแสงแตกต่างกันมีจำนวนใบตอกแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในช่วงอายุ 28 วันจนถึง 56 วันหลังเพาะปลูก พบว่าการพรางแสงทำให้จำนวนใบตอกลดลง โดยพรางแสง 2 ชั้นมีจำนวนใบตอกน้อยที่สุด ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีสังวาลย์ และ สุนทรี (2560) ซึ่งศึกษา ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบธงข้าว 3 สายพันธุ์ภายใต้การเพิ่มขึ้นของ CO_2 พบว่าพันธุ์ข้าวและความเข้มข้น CO_2 ในอากาศมีผล ต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบ และข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ข้าวไวต่อช่วงแสง) ตอบสนองโดยการปิดปากใบแคบลงเมื่อปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้น เนื่องจากใบมีหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และกำหนดทิศทางการลำเลียงอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช หากได้รับแสงในปริมาณที่เพียงพอจะทำให้มวลชีวภาพและผลผลิตเพิ่มขึ้น และ กัญญาญญณ์ และ กัลยา (2557) รายงานว่าภายใต้ สภาวะเครียดแสงลดลง ข้าวจะสร้างสารอนุมูลอิสระจำนวนมาก ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียหายเกิดการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์ออกจาก เซลล์ ดังนั้นความเข้มแสงจึงมีผลต่อแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของใบ แต่อย่างไรก็ตามพืชจะมีกลไกเพื่อปรับตัวลดความเสียหายที่ จากสภาวะเครียดที่ได้รับ

ความกว้างของใบข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะแตกกอที่เพาะปลูกโดยสภาพแสงธรรมชาติ (ชุดควบคุม) มีความกว้างใบ มากที่สุดและพบว่าการพรางแสง 2 ชั้นทำให้ข้าวมีความกว้างใบน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ได้อ้างอิงไว้ว่าความเข้ม แสงที่ต่ำเกินไปจะทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ เนื่องจากพลังงานที่ใช้ในการรวมตัวของ CO_2 กับน้ำจะมีน้อย อัตราการ สังเคราะห์ด้วยแสงจึงต่ำและส่งผลให้การสร้างอาหารน้อย ซึ่งอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้เป็นสารตั้งต้นในการสร้างสาร นำไปใช้การเจริญเติบโตอื่น ๆ ทางสรีรวิทยาของพืช Jones and Kok (1966) การพรางแสงทำให้พื้นที่ใบธง ความยาว ความกว้าง และพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น แต่จำนวนใบบนลำต้นหลักลดลง Wai et al. (2024) และ Cai and Luo (1999) พบว่าผลกระทบของการพราง

แสง 45% ในช่วงแรกของการปลูกข้าวทำให้ดัชนีพื้นที่ใบลดลง แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษาค้นคว้านี้ไม่สอดคล้องกับ Liu et al. (2014) ซึ่งได้ศึกษาผลกระทบของความเข้มแสงต่อลักษณะทางสรีระวิทยาและคุณภาพของผลผลิต และได้รายงานว่าความเข้มแสงต่ำส่งผลให้ความกว้างของใบและพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น

จำนวนต้นตอกอในช่วงอายุ 14 วัน ถึง 35 วันหลังเพาะปลูกจากทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นั้นอาจเนื่องมาจากข้าวยังไม่เข้าสู่ระยะแตกกอและยังอยู่ในระยะต้นกล้าซึ่งมีเพียงลำต้นและใบอ่อนโผล่พื้นดินเจริญไปเป็นกาบใบและจะมีใบอื่น ๆ ในระยะต่อมา (ยุวดี, 2549) ต่อมาในช่วงอายุ 42 วันจนถึง 56 วันหลังเพาะปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงธรรมชาติ (ชุดควบคุม) มีจำนวนต้นตอมากที่สุดในชุดทดลอง รองลงมาคือชุดพรางแสง 1 ชั้น และชุดพรางแสง 2 ชั้น ซึ่งชุดพรางแสงมีจำนวนต้นตอไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิม สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญหงษ์ และคณะ (2556) ซึ่งได้ศึกษาความสามารถในการแตกกอและการให้ออกรวมผลผลิตต่อกอของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และได้รายงานว่าการพรางแสงทำให้จำนวนต้นตอลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cai and Luo, (1999) จำนวนกอของข้าวในช่วงเจริญเติบโตระยะแรกที่ปลูกภายใต้ร่มเงาทำให้จำนวนกอลดลงร้อยละ 27.72 เมื่อเทียบกับสภาวะการเพาะปลูกปกติ (Liu et al., 2009) และจำนวนกอลดลงทีละน้อยเมื่อความเข้มแสงลดลง (Song et al., 2022)

จากการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งจากทั้ง 3 ชุดการทดลองเมื่อสิ้นสุดระยะแตกกอ (56 วันหลังเพาะปลูก) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกโดยสภาพแสงธรรมชาติ (ชุดควบคุม) ต้นข้าวมีย่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งของรากและลำต้นสูงที่สุด รองลงมาคือชุดพรางแสง 1 ชั้น และชุดพรางแสง 2 ชั้น ตามลำดับ ข้าวที่เจริญเติบโตภายใต้การพรางแสง 2 ชั้นนั้นไม่มีการเจริญเติบโตเท่าที่ควร ความเข้มแสงระดับต่ำส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและน้ำหนักแห้งของทั้งลำต้นและรากข้าว การปลูกข้าวโดยการพรางแสง 1 ชั้น และพรางแสง 2 ชั้น ทำให้น้ำหนักสดต้นลดลงร้อยละ 99.15 และน้ำหนักแห้งต้นลดลงร้อยละ 98.07 เมื่อเทียบกับการปลูกในสภาพแสงธรรมชาติ และทำให้น้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งรากลดลงร้อยละ 100 เมื่อเทียบกับการปลูกในสภาพแสงธรรมชาติ และเนื่องจากปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์ที่สะสมในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกภายใต้การพรางแสง 1 ชั้นต่ำกว่าการเพาะปลูกในสภาพแสงธรรมชาติ จึงทำให้น้ำหนักชีวมวลของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในชุดพรางแสงต่ำกว่าชุดควบคุม ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานว่าการพรางแสงเป็นแรงกดดันที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุเสริม รงควัตถุเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงและช่วยให้พืชรักษากลไกป้องกันตัวเองได้เมื่อได้รับความเข้มแสงไม่เหมาะสม (ทวีพร และ นุชนาถ, 2557) ดังนั้นการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกภายใต้การพรางแสงจึงมีแนวโน้มที่จะมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าข้าวที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ ซึ่งผลการศึกษานี้มีแนวโน้มสอดคล้องกับงานวิจัยของ Moula (2009) ที่ได้ศึกษาผลของการพรางแสงต่อผลผลิตข้าวโดยผลการวิจัยพบว่าข้าวพันธุ์ Kazol Shail และ BRRI-32 ที่เพาะปลูกภายใต้สภาพแสงธรรมชาติ ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวที่ปลูกภายใต้การพรางแสงถึงร้อยละ 190.79 และ 98.36 ตามลำดับ อีกทั้งฟางข้าวสีเขียวของ Kazol Shail และ BRRI-32 ที่ปลูกในพื้นที่แสงธรรมชาติดีค่าสูงกว่าฟางข้าวที่ได้จากการปลูกข้าวภายใต้การพรางแสงถึงร้อยละ 106.75 และ 86.20 ตามลำดับ และสอดคล้องกับการศึกษาของ จิรพันธ์ (2553) ซึ่งได้รายงานว่าการพรางแสงที่ต่ำทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นมากกว่าการพรางแสง และ Song et al. (2022) ซึ่งได้รายงานว่าการพรางแสงของต้นข้าวลดลงทีละน้อยเมื่อความเข้มแสงลดลง

5. บทสรุป

การพรางแสงด้วยตาข่าย 1 ชั้น และ 2 ชั้น ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้รับแสงลดลงร้อยละ 89.1 และ 96.7 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พรางแสง (ได้รับแสงเต็มที่ตามธรรมชาติ) ในสภาวะที่ได้รับแสงแดดลดลงจากการพรางแสง 2 ชั้น ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth) ได้แก่ จำนวนใบ ความกว้างใบ และน้ำหนักลำต้นต่ำกว่าการพรางแสง 1 ชั้นและชุดควบคุม การพรางแสง 1 ชั้นทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์สะสมในลำต้นและใบลดลงอย่างมี

นัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้รับแสงแดดเต็มที่ ส่วนการพรางแสง 2 ชั้นซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวต่ำลงมากจึงมีตัวอย่างไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ที่สะสมในลำต้นและใบ

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความเข้มแสงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโตในระยะต่อไปและผลผลิตข้าว ดังนั้นหากสภาพแวดล้อมการเพาะปลูกที่เปลี่ยนแปลงไปภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เกิดสภาพอากาศแปรปรวนอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อันเนื่องมาจากต้นข้าวได้รับแสงน้อยลงได้ อย่างไรก็ตามการทดลองนี้เป็นการศึกษาเริ่มต้นในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นเท่านั้น จึงควรมีการส่งเสริมการทำวิจัยผลกระทบของการพรางแสง/ความเข้มของแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้งฤดูกาลเพาะปลูกและศึกษาในข้าวพันธุ์อื่น ๆ ทั้งข้าวไวต่อช่วงแสงและข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการผลิตข้าวให้เกิดความมั่นคงทางอาหารภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่อาจทวีความรุนแรงขึ้นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากหลักสูตร วท.บ. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ และกองทุนพัฒนานิสิต ฝ่ายกิจการนิสิต คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร.พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. (ม.ป.ป.). คำแนะนำการปลูกข้าวหอมมะลินอกฤดู.

<https://newwebs2.ricethailand.go.th/upload/doc/5166/1654844381.pdf>

กัญญาณัญญ์ พูนศิริ, และกัลยา กองเงิน. (2557, 28 มีนาคม). อิทธิพลของความเข้มแสงต่อสรีรวิทยาบางประการ และการเปลี่ยนแปลงโปรตีนในใบข้าวเหนียวดำ [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, ประเทศไทย.

จิรพันธ์ ศรีทองกุล. (2553). อิทธิพลความแก่ใบ ความเข้มแสง และอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ และคุณภาพข้าว (Centella asiatica L. Urban) [วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี]. <https://www.phtnet.org/research/download/pdf/ah517t.pdf>

ทวีพร แก้วเนรมิต, และนุชนาถ วุฒิประดิษฐ์กุล. (2557). ผลของภาวะเค็มต่อการเจริญเติบโตและรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงในข้าวทรานสเจนิกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่มีการแสดงออกของยีน OsCaM 1-1 เกินปกติ. วารสาร Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University, 1(5), 11-18.

ไทยพีบีเอส. (2566). เจ้าของโรงสีเชื่อ ตลาดต่างประเทศยังนิยม "ข้าวหอมมะลิไทย".

<https://www.thaipbs.or.th/news/content/334735>

นฤมล ธนาคันต์, วิจารณ์ ประสิทธิ์, และธีระชัย ธนาคันต์. (2555). การจำแนกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ปรับปรุงจากพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยเทคนิคแฮตอาร์เอพีดี. Thai Journal of Science and Technology, 1(3), 169-179.

บุญหงษ์ จงคิด, พงษ์ ห่อเข็มทรัพย์, ยุวดี สวยอยู่, และวุฒิชัย แดงทอง. (2556). ความสามารถในการแตกกอและการให้องค์ประกอบผลผลิตต่อกอของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กลายพันธุ์เมื่อใช้จำนวนกล้าต่อกอแตกต่างกัน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 21(6), 544-546.

ยุวดี มานะเกษม. (2549). Influence of climatic constraints on Apices changes of Jasmine Rice 105 [เอกสารประกอบการสอนวิชาการผลิตพืช]. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

- วิไลภรณ์ ขนกล้าชัย. (2559). *การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105* [เอกสารอิเล็กทรอนิกส์]. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศรีสังวาลย์ ลายวิเศษกุล, และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. (2560). ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบธงของข้าวพันธุ์ กข41, ปทุมธานี1 และ ข้าวดอกมะลิ 105 ภายใต้การเพิ่มขึ้นของ CO₂. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 48(1), 36-47.
- สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. (2567). *สถิติการส่งออกข้าว ปี พ.ศ. 2567*.
http://www.thairiceexporters.or.th/List_%20of_statistic.htm
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). *สถิติการปลูกข้าวนาปี 2564/2565*.
<https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/type%20rice%205%2064.pdf>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). *Khao Dawk Mali 105*. https://www.opsmoac.go.th/surin-local_wisdom-files-422891791796
- Arnon, D. I. (1946). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in Beta vulgaris. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15. <https://doi.org/10.1104/pp.24.1.1>
- Beardall, J., & Raven, J. A. (2013). The potential effects of global climate change on microalgal photosynthesis, growth, and ecology. *Phycologia*, 43(1), 24-40. <https://doi.org/10.2216/i0031-8884-43-1-26.1>
- Cai, K., & Luo, S. (1999). Effect of shading on growth, development, and yield formation of rice. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 10(2), 193-196.
- Chen, H., Li, Q. P., Zeng, Y. L., Deng, F., & Ren, W. J. (2019). Effect of different shading materials on grain yield and quality of rice. *Scientific Reports*, 9, 9992. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46437-9>
- Deng, S., Wu, Y., Yi, W., Gu, Q., & Tang, X. (2023). Integrative effect of reduced tillage and shading enhance yield and grain quality of fragrant rice. *Agronomy*, 13(8), 2010. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082010>
- DIMLUX North America. (2021). *Guide to photosynthesis Light quality and intensity explained*.
<https://www.dimluxlighting.com/knowledge/blog/guide-to-photosynthesis-light-quality-intensity-and-photoperiod-explained/>
- Hussain, S., Ulhassan, Z., Brestic, M., Zivcak, M., Zhou, W., Allakhverdiev, S. I., Yang, X., Safdar, M. E., Yang, W., & Liu, W. (2021). Photosynthesis research under climate change. *Photosynthesis Research*, 150, 5-19.
<https://doi.org/10.1007/s11120-021-00861-z>
- Jones, L. W., & Kok, B. (1966). Photoinhibition of chloroplast reaction I Kinetics and action spectra. *Plants Physiology*, 41(6), 1037-1043.
- Li, X., Wagner, F., Peng, W., Yang, J., & Mauzerall, D. L. (2017). Reduction of solar photovoltaic resources due to air pollution in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114, 11867-11872. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711462114>
- Liu, Q., Wu, X., Chen, B., Ma, J., & Gao, J. (2014). Effects of low light on agronomic and physiological characteristics of rice including grain yield and quality. *Rice Science*, 21(5), 243-251.
[https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(13\)60192-4](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(13)60192-4)
- Liu, Q., Zhou, X., Yang, L., Li, T., & Zhang, J. (2009). Effects of early growth stage shading on rice flag leaf physiological characters and grain growth at the grain-filling stage. *Ying Yong Shen Tai Xue Bao*, 20(9), 2135-41.

- Martins, A., da Silva, D. D., Silva, R., Carvalho, E., & Guilhermino, L. (2023). Warmer water, high light intensity, lithium, and microplastics: Dangerous environmental combinations to zooplankton and global health?. *Science of the Total Environment*, 854, 158649. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158649>
- Moula, G. (2009). Effect of shade on yield of rice crops. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 22(1-2), 24-27.
- Proctor, J., Hsiang, S., Burney, J., Burke, M., & Schlenker, W. (2018). Estimating global agricultural effects of geoengineering using volcanic eruptions. *Nature*, 560, 480-483. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0417-3>
- Shan, L. Y. (2023). *Global rice shortage is set to be the biggest in 20 years*. <https://www.cnbc.com/2023/04/19/global-rice-shortage-is-set-to-be-the-largest-in-20-years-heres-why.html>.
- Shao, L. P., Li, G., Zhao, Q. N., Li, Y. B., Sun, Y. T., Wang, W. N., Cai, C., Chen, W. P., Liu, R. H., Luo, W. H., Yin, X. Y., & Lee, X. H. (2019). The fertilization effect of global dimming on crop yields is not attributed to an improved light interception. *Global Change Biology*, 26, 1697-1713, <https://doi.org/10.1111/gcb.14822>
- Sharif, M. O., Wadud, M. A., Mondol, M. A., Tanni, A. D., & Rahman, G. M. M. (2008). Effect of shade of different trees on growth and yield of Aman rice. *Journal of Agroforestry and Environment*, 2(2), 9-13.
- Song, S., He, A., Zhao, T., Yin, Q., Me, Y., Wang, Y., Liu, H., Nie, L., & Peng, S. (2022). Effects of shading at different growth stages with various shading intensities on the grain yield and anthocyanin content of colored rice (*Oryza sativa* L.). *Field Crops Research*, 283(13), 108555. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108555>
- Steinger, T., Roy, B. A., & Stanton, M. L. (2003). Evolution in stressful environments II: adaptive value and costs of plasticity in response to low light in *Sinapis arvensis*. *Journal of Evolutionary Biology*, 16, 313-323. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2003.00518.x>
- Wai, Z. P., Lee, M. J., & Hwang, W. H. (2024). Effect of shading on rice growth characteristics under different temperature conditions. *The Korean Journal of Crop Science*, 15-24. <https://scholar.kyobobook.co.kr/article/detail/4010069054946>