

ผลของการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของก๊าซโอโซน ต่อองค์ประกอบผลผลิต
และองค์ประกอบทางเคมีบางชนิดในเมล็ดของถั่วเหลืองไทยพันธุ์ สจ. 5

Effects of Elevated Ozone Concentration on Yield Components and Some
Chemical Compositions of Seeds of Thai Soybean Cultivars

(*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar SJ. 5

จิรนนท์ คุ่มบัว¹, กนิตา ธนเจริญชนภาส¹ และ โอโรส รุกชาติ²

Jiranun Kumbua¹, Kanita Thanacharoenchanaphas¹ and Orose Rugchati²

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของปริมาณโอโซน ต่อพันธุ์ถั่วเหลืองของไทย คือพันธุ์ สจ.5 กระทำระหว่างเดือนธันวาคม 2550 - มีนาคม 2551 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ จังหวัดพิษณุโลก ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ชุดทดลองระบบเปิดด้านบนและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อควบคุมระดับความเข้มข้นของโอโซนให้แตกต่างกัน 3 ระดับ ซึ่งผลการวิจัยแสดงว่า โอโซนที่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในระดับสูงกว่าระดับบรรยากาศ (67.8 ppb) มีผลทำให้ความสูง จำนวนข้อต่อต้น องค์ประกอบผลผลิตบางประการ คือ จำนวนฝักต่อต้น และองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ด โดยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการวิจัยยังบ่งชี้ว่า การสัมผัสกับโอโซนในระดับสูงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อการยังยั้งการสร้างสารอาหารในเมล็ดถั่วเหลืองได้จริง โดยพบว่าทำให้ปริมาณโปรตีนลดลงถึง 0.69 เปอร์เซ็นต์ และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่มีระดับต่ำสุด และในระดับความเข้มข้นในบรรยากาศ ตามลำดับ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 มีความไวในการตอบสนองต่อโอโซนระดับความเข้มข้นสูงซึ่งสัมผัสในระยะเวลาต่อเนื่อง และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลือง

ABSTRACT

The study on the effects of elevated ozone on Thai soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar SJ. 5 was conducted during December 2007 – March 2008 at Phitsanulok province Field Crops Research Center. Open – Top Chambers (OTC) were used to control 3 levels of ozone concentrations with charcoal filtered air (CF), non – charcoal filtered air (NCF) and charcoal filtered air plus ozone (CF+O₃). Results reveal that high level ozone concentration (67.8 ppb) significantly affected plant height, node numbers/plant, pod numbers/plant, seed numbers/plant, total seed weight and chemical composition of seeds (protein, ash and moisture contents). Furthermore, chronic exposure to ozone strongly suppressed chemical composition in soybean seed. Protein, the most valuable components of soybean seed was decreased by 0.69 % and 0.51 % in CF+O₃ treatment as compared with the CF and NCF treatments, respectively. The results indicated that S.J.5 cultivar was susceptible to elevated level of ozone under long - term exposure condition and could lead to noticeable alteration in seed production and seed quality.

Key Words: Ozone; S.J.5; Thai soybean; Open-Top chambers; (*Glycine max* (L.) Merrill); Seed nutrition

E-mail address : jiranun_kom@hotmail.com; ^{*}Corresponding author: oroser@nu.ac.th, dr.orose@hotmail.com

¹ ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University.

² ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University.

คำนำ

ก๊าซโอโซน (O_3) ในชั้นโทรโปสเฟียร์จัดเป็นมลสารหลักในบรรยากาศชนิดหนึ่งและถูกจัดลำดับความสำคัญในอันดับต้นๆ เนื่องจากมีผลต่อสุขภาพมนุษย์ และยิ่งกว่านั้นจัดเป็นมลสารชนิดร้ายแรงต่อพืชเมื่อความเข้มข้นอยู่ในระดับที่สามารถทำลายกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชได้ (Heagle, 1989) และในระดับความเข้มข้นที่เพียงพอ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและลดปริมาณผลผลิตของพืชหลายประเภท (Heck and Miller, 1994 อ้างอิงโดย Calatayud and Barreno, 2004b) ผลกระทบของโอโซนต่อพืชทางการเกษตร เกิดขึ้นมาเป็นเวลานานในหลายพื้นที่ของโลกและประเทศในแถบเอเชีย อาทิเช่น การศึกษาในประเทศจีน ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ ประเมินว่า ก๊าซโอโซนส่งผลกระทบต่อการผลิตเมล็ดข้าวสาลี ข้าวโพดและถั่วเหลืองคิดเป็นมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจของพืชแต่ละชนิดคือ 3.5, 1.2 และ 0.24 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ตามลำดับ และจากการวิจัยนี้ประเมินว่าในอนาคต ผลผลิตทางการเกษตรในเอเชียตะวันออกจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น หากมีการลดความเข้มข้นของก๊าซโอโซนลง หรือปลูกพืชที่มีความต้านทานต่อก๊าซโอโซน (Wang and Mauzerall, 2004)

จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าว รวมทั้งเมื่อคำนึงถึงการเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศไทยในระดับโลก ทำให้เห็นความจำเป็นในการศึกษาวิจัยผลกระทบของระดับก๊าซโอโซนที่เพิ่มขึ้นต่อการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย และเลือกที่จะศึกษาในถั่วเหลือง เนื่องจากถั่วเหลืองจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ และสร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอันดับต้นๆ รวมทั้งความสำคัญในแง่ของคุณภาพสารอาหารของถั่วเหลืองสำหรับผู้บริโภค และคาดว่าผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยนี้จะสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการประเมินความเป็นไปได้ในการขยายตลาดอาหารที่มีคุณภาพของคนไทย จากการบริโภคผลผลิตของถั่วเหลืองที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษอากาศต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่การวิจัย

พื้นที่การวิจัย คือ แปลงทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่พิษณุโลก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

2. การจัดการปลูกถั่วเหลือง

พืชที่ใช้ในการวิจัยคือถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) พันธุ์ สจ.5 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีคุณค่าทางสารอาหารสูงคือ 100 เมล็ดหนัก 13-15 กรัม มีน้ำมัน 19 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 42 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตสูง คือ 275 กิโลกรัม/ไร่ และเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมในการปลูกสูงในเขตภาคเหนือตอนล่างโดยเฉพาะจังหวัดพิษณุโลก (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ปลูกในแปลงกว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร การทดลองจะเริ่มตั้งแต่การเพาะเลี้ยงต้นกล้าให้ถึงในระยะ V3 ซึ่งใช้ระยะเวลา 27 วัน จากนั้นนำต้นทดลองระบบเปิดด้านบนมาครอบในแปลงปลูก และเริ่มพ่นโอโซนเป็นเวลา 7 ชั่วโมงต่อวัน (09.00-16.00) ตลอดจนถึงช่วงเก็บเกี่ยว เป็นระยะเวลาประมาณ 83 วัน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2550 - มีนาคม 2551

3. ตู้ทดลองระบบเปิดด้านบน

ในการศึกษาควบคุมความเข้มข้นของก๊าซโอโซนในตู้ทดลองระบบเปิดด้านบน (Open Top Chamber) ลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัสโปร่งใส กว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 2 เมตร เพื่อครอบแปลงถั่วเหลือง และควบคุม

ระดับความเข้มข้นของโอโซน การควบคุมก๊าซโอโซนในตู้ทดลอง ในชุดทดลอง 3 ชุดทดลอง ดำเนินการโดยการติดตั้งดูดอากาศบริเวณด้านล่างของด้านหน้าตู้ทดลองเพื่อดูดอากาศจากภายนอกเข้ามาในตู้ทดลอง โดยชุดทดลอง Charcoal filtered: CF ระดับความเข้มข้นก๊าซโอโซนได้รับการควบคุมให้อยู่ที่ระดับ 0 - 10 ppb ดำเนินการโดยดูดอากาศผ่านแผ่นกรองก๊าซโอโซนและก๊าซมลพิษอื่นๆ โดยการใช้ถ่านกัมมันต์ และผ่านแผ่นกรองฝุ่นอีก 1 ชั้น ส่วนชุดทดลองกลุ่มควบคุม Non-Charcoal filtered air: NCF ระดับก๊าซโอโซนจะถูกควบคุมให้ความเข้มข้นเทียบเท่าในบรรยากาศอยู่ที่ระดับ 30 - 40 ppb โดยใช้เพียงแผ่นกรองฝุ่นเท่านั้น และชุดทดลองที่ 3 Charcoal filtered air plus Ozone: (CF + O₃) เพิ่มระดับโอโซนโดยการติดตั้งเครื่องพ่นโอโซน 7 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อให้มีระดับโอโซนสูงกว่าระดับบรรยากาศในช่วงระยะเวลาการทดลอง ในการศึกษาวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) จำนวน 3 ซ้ำ ดังนั้นใช้ตู้ทดลองทั้งหมด 9 ตู้ ในแปลงวิจัย

4. ผลของโอโซนที่มีต่อถั่วเหลือง

4.1) การเจริญเติบโต

ในระยะ R8 (Full maturity Stage) วัดการเจริญเติบโตด้านความสูง โดยใช้วิธีของสมชาย บุญประดับ (2543) และนับจำนวนข้อต่อต้น ตามวิธีของสุมิตรา ปิ่นทองคำ (2533)

4.2) องค์ประกอบผลผลิต

โดยการเก็บผลผลิตของต้นพืช ทำการประเมินในระยะ R8 (full maturity stage) โดยนับจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด โดยวิธีของสุมิตรา ปิ่นทองคำ (2533)

4.3) สารอาหารในเมล็ด

เก็บตัวอย่างผลผลิตในระยะ R8 วิเคราะห์คุณภาพสารอาหาร ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์ เถ้า ความชื้น และโปรตีน ตามวิธีของ AOAC (1995) โดยทำการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดดัชนีในด้านต่างๆ มาวิเคราะห์ทางสถิติแบบ ANOVA เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของระดับโอโซนที่แตกต่างกัน กับผลกระทบต่อง่ายพันธุ์ของถั่วเหลืองในด้านต่างๆ และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง โดยวิธีของ Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ระดับความเชื่อมั่น 95%)

ผลการทดลอง

ผลจากการเพิ่มขึ้นของโอโซนที่มีต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และ สารอาหารในเมล็ดของ ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ที่ได้รับโอโซนระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ชุดทดลอง เป็นเวลา 56 วัน โดยประเมินที่ระยะ R8 (อายุ 83 วัน) ได้ผลการศึกษาดังนี้

1.การเจริญเติบโต

1.1) ผลของโอโซนที่มีต่อความสูง (height)

ผลการทดลองพบว่าถั่วเหลืองมีความสูงเฉลี่ยที่ 65.50, 60.90 และ 56.43 เซนติเมตร ในชุดทดลอง CF, NCF และ CF+ O₃ ตามลำดับ และผลการทดลองแสดงอย่างเด่นชัดว่า ในชุดทดลอง CF+ O₃ ซึ่งได้รับโอโซนสูงกว่าระดับบรรยากาศส่งผลเชิงลบต่อความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงใน Figure 1

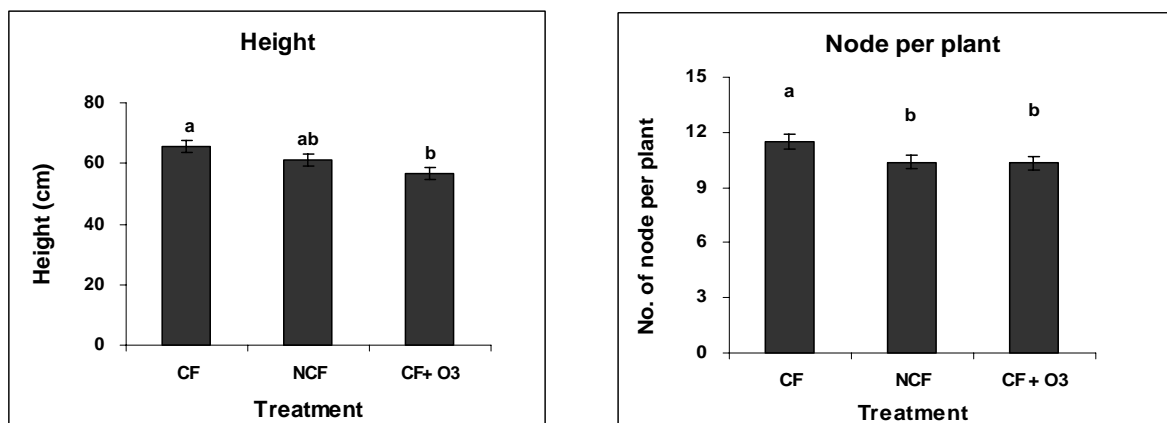


Figure 1. Soybean plant of plant height and node numbers / plant as affected by different ozone treatments CF, NCF and CF + O₃. Data were collected at R8 of soybean SJ.5.

(Bar with different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$).

1.2) ผลของโอโซนที่มีต่อจำนวนข้อต่อต้น (node / plant)

การพิจารณาผลการทดลองในด้านจำนวนข้อต่อต้น พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.50, 10.37 และ 10.33 ในชุดทดลอง CF, NCF และ CF + O₃ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าในชุดทดลอง NCF และ CF + O₃ ซึ่งได้รับโอโซนระดับความเข้มข้นในบรรยากาศและระดับสูงกว่าระดับบรรยากาศส่งผลเชิงลบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในชุดทดลอง CF ซึ่งได้รับโอโซนในระดับต่ำที่สุด ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการศึกษาในด้านความสูง ดังแสดงใน Figure 1

2.ด้านองค์ประกอบผลผลิต

2.1) ผลของโอโซนที่มีต่อจำนวนฝักต่อต้น (pod / plant)

จากการทดลองพบว่าโอโซนที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน มีผลทำให้ถั่วเหลืองมีจำนวนฝักต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าจำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ยเท่ากับ 21.23, 17.83 และ 16.76 ฝัก ในชุดทดลอง CF, NCF และ CF + O₃ ตามลำดับ และผลการทดลองแสดงอย่างเด่นชัดว่า ในชุดทดลอง NCF และ CF + O₃ ซึ่งได้รับโอโซนระดับความเข้มข้นในบรรยากาศและสูงกว่าระดับบรรยากาศทำให้จำนวนฝักต่อต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ ชุดการทดลอง CF ซึ่งได้รับโอโซนในระดับต่ำสุด Figure 2

2.2) ผลของโอโซนที่มีต่อจำนวนเมล็ดต่อต้น (seed / plant)

จากการทดลองพบว่าโอโซนที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน มีผลทำให้ถั่วเหลืองมีจำนวนเมล็ดต่อต้นแตกต่างกันโดยมีค่าจำนวนเมล็ดต่อต้น เฉลี่ยเท่ากับ 48.53, 37.16 และ 34.90 เมล็ด ในชุดทดลอง CF, NCF และ CF + O₃ ตามลำดับ และผลการทดลองแสดงว่า ในชุดทดลอง CF + O₃ ซึ่งได้รับโอโซนสูงกว่าระดับบรรยากาศทำให้จำนวนเมล็ดต่อต้นลดลงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงใน Figure 2

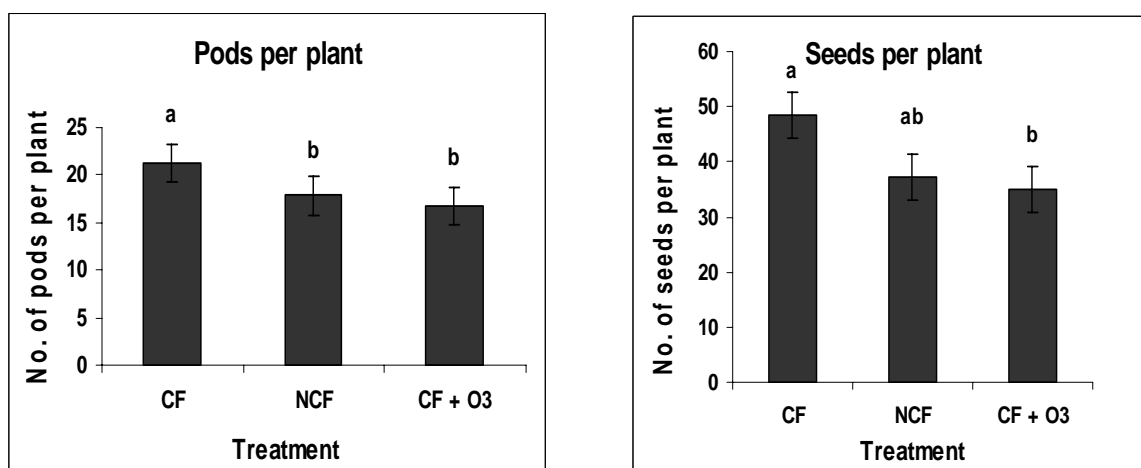


Figure 2. Soybean plant of pod numbers / plant and seed numbers / plant as affected by different ozone treatments CF, NCF and CF + O₃. Data were collected at R8 of soybean SJ.5. (Bar with different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$).

2.3) ผลของโอโซนที่มีต่อน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด (total seed weight)

ผลการทดลอง พบว่าโอโซนที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน มีผลทำให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดแตกต่างกันโดยมีค่าน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 332.76, 304.40 และ 285.60 กรัม ในชุดทดลอง CF, NCF และ CF + O₃ ตามลำดับ ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ จำนวนฝักต่อต้น และเมล็ดต่อต้น และพบว่าที่ระดับโอโซนสูงที่สุดในชุด CF + O₃ ทำให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดลดลงมากที่สุด ดังแสดงใน Figure 3

3.องค์ประกอบสารอาหารในเมล็ด

3.1) ผลของโอโซนที่มีต่อปริมาณเถ้า และ ความชื้น (Ash and Moisture)

จากการทดลอง องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดถั่วเหลืองภายใต้สภาวะการสัมผัสโอโซนที่แตกต่างกัน 3 ระดับความเข้มข้น พบว่าค่าปริมาณเถ้าเฉลี่ยเท่ากับ 6.43, 5.77 และ 5.33 เปอร์เซ็นต์ ในชุดทดลอง CF, NCF และ CF + O₃ ตามลำดับ ส่วนความชื้นพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.28, 5.79 และ 4.49 เปอร์เซ็นต์ในชุดทดลอง CF, NCF และ CF + O₃ ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณเถ้าและความชื้นลดลงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายใต้สภาวะโอโซนสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในชุดทดลอง CF ดังแสดงผลการศึกษาใน Figure 4

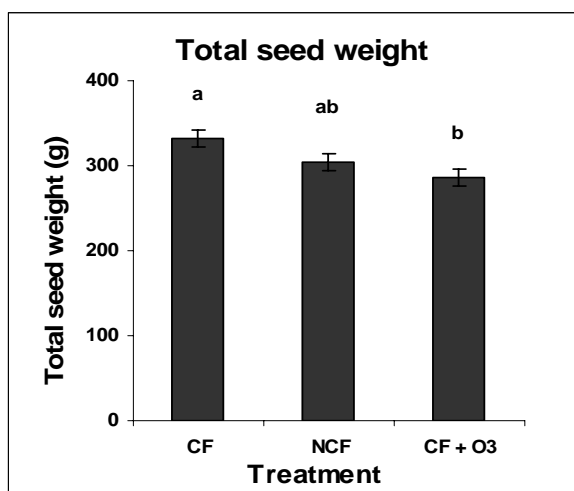


Figure 3. Soybean plant of total seed weight as affected by different ozone treatments CF, NCF and CF + O₃. Data were collected at R8 of soybean SJ.5.
(Bar with different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$)

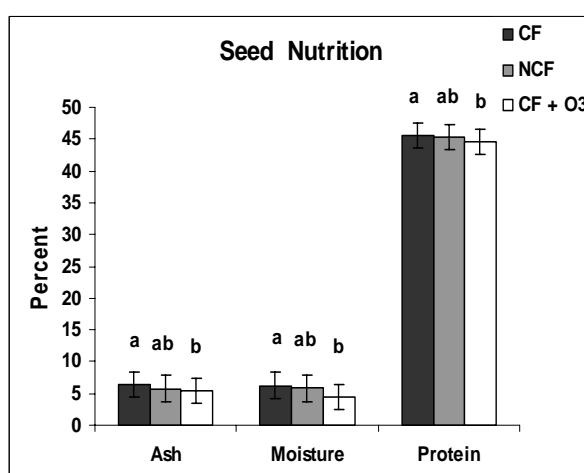


Figure 4. Soybean plant of seed quality as affected by different ozone treatments CF, NCF and CF + O₃. Data were collected at R8 of soybean SJ.5.
(Bar with different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$).

3.2) ผลของโอโซนที่มีต่อปริมาณโปรตีน (Protein)

จากการทดลองผลจากการเพิ่มขึ้นของโอโซนที่มีต่อปริมาณโปรตีน ของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ที่มีการตอบสนองต่อระดับโอโซนที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ชุดการทดลอง มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 45.60, 45.36 และ 44.66 เปอร์เซ็นต์ในชุดทดลอง CF, NCF และ CF + O₃ ตามลำดับ (Figure 4) และระดับโอโซนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้

ปริมาณโปรตีนของถั่วเหลืองพันธุ์สจ.5 ลดลง 0.69 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่มีปริมาณโอโซนในระดับต่ำ (CF) และลดลง 0.51 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับโอโซนระดับความเข้มข้นในบรรยากาศ (NCF)

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของสารอาหาร ทั้ง 3 ชนิดดังแสดงผลการศึกษาใน Figure 4 พบว่าผลการทดลองสอดคล้องกัน คือ มีแนวโน้มว่าได้รับผลกระทบจากโอโซนจนส่งผลให้มีปริมาณองค์ประกอบสารอาหารในเมล็ดลดลงภายใต้สภาวะโอโซนที่สูงขึ้น เช่นเดียวกัน

วิจารณ์ผล

ในการทดลองความเข้มข้นของโอโซนที่มีความแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ CF, NCF และ CF + O₃ โดยบันทึกระดับของก๊าซโอโซนตั้งแต่เดือนธันวาคม 2550 - มีนาคม 2551 ดังแสดงใน Figure 5 พบว่าโอโซนระดับความเข้มข้นในบรรยากาศซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 30 – 40 ppb ในช่วงทำการศึกษา เพียงพอที่จะทำให้ส่งผลกระทบต่อในเชิงลบต่อถั่วเหลืองได้ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับต่ำกว่าที่ปรากฏในบรรยากาศ (ชุดทดลอง CF) โดยผลการศึกษาพบในจำนวนข้อต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น ส่วนผลการศึกษาพารามิเตอร์ทุกประเภทที่มีการตอบสนองต่อโอโซนในระดับที่สูงกว่าระดับความเข้มข้นในบรรยากาศ (ชุดทดลอง CF + O₃) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยในช่วงเวลาทำการทดลองเท่ากับ 67.8 ppb โดยภาพรวมล้วนแสดงผลเด่นชัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติว่ามีการตอบสนองในเชิงลบอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้ามีการควบคุมปฏิบัติการเกิดโอโซนในธรรมชาติเพื่อให้ปริมาณลดลงได้ น่าจะส่งผลดีต่อการเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตรวมทั้งเป็นผลดีต่อคุณภาพสารอาหารของถั่วเหลือง

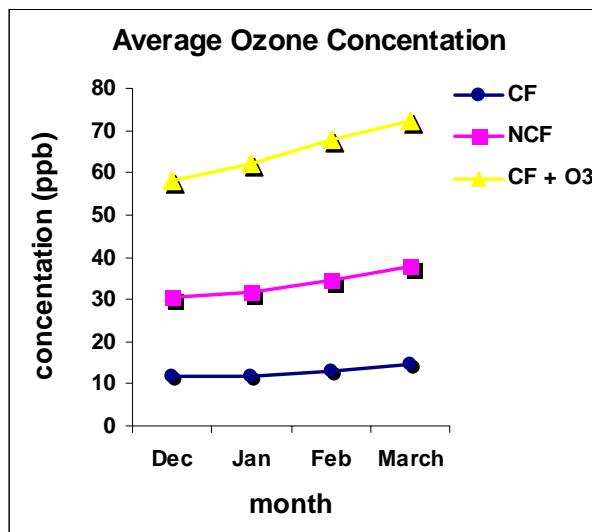


Figure 5. The monthly of Ozone concentration inside the chamber during December-March at research area.

ผลการทดลองดังกล่าวทั้งหมดในงานวิจัยครั้งนี้ สามารถอธิบายได้ด้วยกลไกทางสรีรวิทยาในหลายประการ เช่น Calatayud *et al.*, (2003a) ได้ศึกษากลไกทางสรีรวิทยาที่พืชใช้ในการตอบสนองต่อก๊าซโอโซน โดยก๊าซโอโซนที่แพร่เข้าสู่พืชทางปากใบที่เปิด เมื่อพืชได้รับโอโซนในระดับที่มากเกินไปพืชจะทำการปิดปากใบทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง เพราะพืชลดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึ่ง

เป็นก๊าซที่จำเป็นในการสังเคราะห์แสง ก๊าซโอโซนจะทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลงโดยการลดประสิทธิภาพของ Carboxylation ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการซ่อมแซมระบบการสังเคราะห์แสงจึงส่งผลทำให้ อัตราการเจริญเติบโตลดลง และรวมไปถึงการสร้างสารอาหารในระยะของการเจริญเติบโตของต้นพืชลดลงด้วย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ariyaphanphitak *et al.*, (2005) ที่ศึกษาในข้าวหอมมะลิ ไทย พบว่าผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้น ในกลุ่มควบคุมที่ความเข้มข้นของโอโซน เท่ากับ 0 ppb แต่ในทางตรงกันข้าม ผลกระทบเชิงลบในระดับสูงพบในกลุ่มทดลองภายใต้ความเข้มข้นของโอโซนระดับสูง พบเช่นเดียวกันในอัตรา การสังเคราะห์แสง และปริมาณรงควัตถุในใบ การศึกษาในประเทศญี่ปุ่นก็ได้แสดงผลการศึกษาในทิศทาง เดียวกัน Kobayashi *et al.*, (1995) ที่ศึกษาข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ Koshihikari และ Nipponbare พบว่าเมื่อได้รับ โอโซนเป็นระยะเวลานานมีผลเชิงลบ ต่ออัตราการเจริญเติบโตเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Ray (1983) ซึ่งศึกษาถึงผลกระทบของโอโซนต่อข้าวพันธุ์ M7, M9 และ S201 ที่ระดับโอโซนความเข้มข้น 0.2 ppm พบว่าโอโซนมีผลทำให้ความสูงของต้นข้าวลดลง และจากการศึกษาในถั่วเหลืองในประเทศไทยโดย อภิวิดิ ก ศรีสุวรรณ (2551) ก็ให้ผลเช่นเดียวกันเมื่อพบว่าความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 แปรผกผันกับระดับ โอโซนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และพบว่ามีปริมาณเก่า ความชื้น และโปรตีน ลดลงเท่ากับ 20.41, 5.05 และ 27.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (NCF) และได้มี การศึกษาพบว่าโอโซนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองลดลง อันเกิดจากปฏิกิริยาต่อเนื่องจากกลไกการป้องกันตัวเองจากโอโซนโดยสร้างกลไกกำจัด Reactive Oxygen Species (ROS) จนส่งผลต่อกระบวนการสร้างอาหารนั่นเอง (Scebbba, 2003)

สรุป

จากการประเมินผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของระดับก๊าซโอโซน ที่มีต่อถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) สายพันธุ์ สจ.5 พบว่า โอโซนที่ระดับความเข้มข้นสูงกว่าระดับที่วัดได้ในบรรยากาศ ($CF + O_3$) เป็น ระยะเวลาต่อเนื่องส่งผลกระทบในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และ สารอาหารบางประการคือปริมาณเก่า ความชื้น และ โปรตีนในเมล็ด

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กณิตา ธนเจริญชนภาส ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอรส รักชาติ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระพงษ์ อินทร์ทอง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อการ วิจัย และขอขอบพระคุณ คุณกัลยา เนตรกัลยามิตร ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่ จ.พิษณุโลก และ ดร.นริศลักษณ์ วรณสาย นักวิชาการเกษตร ระดับ 8 ตลอดจน เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ จ.พิษณุโลกทุกท่าน สำหรับการ อนุเคราะห์สถานที่ เมล็ดพันธุ์ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และความอนุเคราะห์ให้ห้องปฏิบัติการในการวิจัยจน เสร็จสิ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. พันธุ์ถั่วเหลือง. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2551, จาก

<http://www.doa.go.th/AG/Soybean/2Variety/variety.htm>

- สมชาย บุญประดับ. 2543. วัตถุประสงค์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร : พืชตระกูลถั่ว. ในเอกสารประกอบคำ
บรรยายวิชา วัตถุประสงค์อุตสาหกรรม. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยนเรศวร,
พิษณุโลก.
- สุมิตรา ปิ่นทองคำ. 2533. ศึกษาช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดเมล็ดสีเขียว. น. 250-
258. ในรายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเขียวครั้งที่ 3 จังหวัดเชียงใหม่. กรม
วิชาการเกษตร, เชียงใหม่.
- อภิรดี ก.ศรีสุวรรณ. 2551. ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของโทรโปสเฟียร์โอโซนต่อองค์ประกอบผลผลิต
และคุณภาพของถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) พันธุ์เชียงใหม่ 60. วิทยานิพนธ์ วท.ม.,
มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- Ariyaphanphitak, W., A. Chidthaisong, E. Sarobol, V.N. Bashkin and S. Towprayoon. 2005. Effects of
Elevated Ozone Concentrations on Thai Jasmine Rice Cultivars, (*Oryza Sativa* L.). **Water,
Air & Soil Pollution**. 167: 179–200.
- AOAC.1995. **Official Methods of Analysis** (15th edition). Virginia:Association of Official Analytical.
Chemists,Inc.
- Calatayud, A., J.W. Alvarado and E. Barreno. 2003a. Effect of 2- month Ozone Exposure in Spinach
Leaves on Photosynthesis, Antioxidant Systems and Lipid Peroxidation. **Plant Physiology
and Biochemistry** 41: 839–845.
- Calatayud, A. and E.Barreno. 2004b. Response to Ozone in Two Lettuce Varieties on Chlorophyll a
Fluorescence, Photosynthetic Pigments and Lipid Peroxidation. **Plant Physiology and
Biochemistry** 42: 549-555.
- Heagle, A.S. 1989. Ozone and Crop Yield. **Annu. Rev. Phytopathol.** 27(2): 397–423
- Heck W.W., Miller J.E., 1994.Air Pollution: Plant Growth and Productivity. pp. 27-39. In C.J. Arntsen
(Ed.). **Encyclopedia of Agricultural Science**, vol. 1, Academic Press, San Diego, CA.
- Kobayashi, K., M. Okada and I. Nouchi. 1995. Effects of Ozone on Dry Matter Partitioning and Yield
of Japanese Cultivars of Rice (*Oryza sativa* L.), **Agriculture. Ecosystem and Environment**
53: 109-122.
- Ray,T.C. 1983. Effects of Ozone or SO₂ on Growth and Yield of Rice. **California Air Resources Board
Contract** 32: 235-243
- Scebba, F. 2003. O₃ – Induced Changes in the Antioxidation Systems and Their Relationship to
Different Degrees of Susceptibility of Two Clover Species. **Plant Science**. 165: 583-593.
- Wang, X. and D. Mauzerall. 2004. Characterizing Distributions of Surface Ozone and Its Impact on
Grain Production in China, Japan and Korea: 1990 and 2020. **Atmospheric Environment**. 38:
4383-4420.