

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
สมมุติฐานของการวิจัย.....	2
ขอบเขตการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
กลไกการเกิดไอโซนและแนวโน้มในอนาคต.....	6
ผลกระทบของไอโซน.....	8
ผลกระทบของไอโซนต่อพืช.....	10
ถั่วเหลือง.....	20
ผลกระทบของไอโซนต่อถั่วเหลือง.....	22
3 วิธีดำเนินการวิจัย	26
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	26
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	27
4 ผลการวิจัย	33
ปัจจัยทางกายภาพ.....	33
ผลกระทบของไอโซนต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง.....	35
ผลกระทบของไอโซนต่อสัณฐานวิทยาของใบถั่วเหลือง.....	41
ผลกระทบของไอโซนต่อกายวิภาคของใบถั่วเหลือง.....	53

สารบัญ (ต่อ)

5 บทสรุป	61
สรุปผลการวิจัย.....	61
อภิปรายผล.....	63
ข้อเสนอแนะ.....	70
บรรณานุกรม.....	71
ภาคผนวก.....	83
ประวัติผู้วิจัย.....	96



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลกระทบของไอโซนต่อมนุษย์เมื่อได้รับเกินระดับมาตรฐาน.....	10
2 ระยะเวลาเจริญเติบโตของแก้วเหลือง.....	21
3 ระยะเวลาการพ่นก๊าซไอโซนและการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพ.....	29
4 ปัจจัยทางกายภาพที่ทำการวัดขณะทดลอง (มกราคม-มีนาคม 2554).....	34
5 ความสูงเฉลี่ยต่ำล้น ของแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	35
6 ความกว้างเฉลี่ยของใบแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	37
7 ความยาวเฉลี่ยของใบแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	38
8 ดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยของแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	40
9 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย ของแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	41
10 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เฉลี่ย ของแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	43
11 ปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยของแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	44
12 สีของใบแก้วเหลืองเมื่อได้รับไอโซนที่ความเข้มข้นต่างกัน.....	47
13 จำนวนใบแก้วเหลืองที่ได้รับความเสียหายเมื่อได้รับไอโซนที่ความเข้มข้นต่างกัน...	51
14 ความหนาเฉลี่ยชั้นแพลิวคิมิโซฟิลล์ของแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	53
15 ความหนาเฉลี่ยชั้นสปีนจีมีโซฟิลล์ของแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	55
16 พื้นที่ช่องว่างทั้งหมดภายในใบเฉลี่ยของแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	56
17 ความหนาเฉลี่ยของใบแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	57
18 ขนาดของขนและปากใบแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	58

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 Ozone uptake and biological effect on leaves; stoma (<i>st</i>), substomatal cavity (<i>sc</i>), cuticle (<i>c</i>), epidermis (<i>e</i>), mesophyll (<i>m</i>), stomatal conductance (<i>g_s</i>).....	11
2 Ozone-induced oxidative stress: Mechanisms of action and reaction.....	13
3 Interactions among phytohormones in ozone exposed plants.....	14
4 Mechanisms of ozone damage.....	15
5 The ascorbate-glutathione (Halliwell-Asada) cycle.....	16
6 Yellowing on leaves after expose to ozone.....	17
7 Browning on leaves after expose to ozone.....	18
8 Reddening in leaves after exposure to ozone.....	18
9 ลักษณะการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง.....	22
10 Ozone Injury in Soybeans (leaf).....	23
11 Open-top chamber (ก่อนติดตั้งระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมระดับโอโซน).....	28
12 แผนผังการวางแปลงทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD).....	30
13 แปลงทดลองสำหรับปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	31
14 ความเข้มข้นเฉลี่ยของโอโซนในช่วงระยะเวลาการวิจัย.....	34
15 แนวโน้มความสูงเฉลี่ยของลำต้นถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	36
16 แนวโน้มความกว้างเฉลี่ยของใบถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	37
17 แนวโน้มความยาวเฉลี่ยของใบถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	39
18 แนวโน้มดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	40
19 แนวโน้มปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	42
20 แนวโน้มปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เฉลี่ย ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	43
21 แนวโน้มปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60.....	45
22 ระดับสีของใบถั่วเหลืองที่ได้รับผลกระทบของโอโซน.....	46

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
23 แนวโน้มการเปลี่ยนสีของใบถั่วเหลือง.....	48
24 ระดับความเสียหายของใบถั่วเหลือง.....	49
25 ลักษณะของใบที่เกิดความเสียหาย (ลูกศรชี้) จากโอโซนที่ระยะเริ่มติดฝัก (R3)...	50
26 แนวโน้มความเสียหายของใบถั่วเหลือง.....	52
27 แพลตฟอร์มโฟลิคกำลังขยาย 20 เท่า (ลูกศรชี้) ที่ระยะเริ่มติดเมล็ด.....	54
28 ลักษณะของปากใบที่ได้รับการพ่นโอโซนที่ระยะเริ่มติดเมล็ด ผิวใบด้านบน (ซ้าย) ผิวใบด้านล่าง (ขวา).....	59
29 ผิวเคลือบคิวตินเมื่อได้รับการพ่นโอโซนที่ระยะเริ่มติดเมล็ด ผิวใบด้านบน (บน) ผิวใบด้านล่าง (ล่าง).....	60
30 ปากใบของถั่วเหลืองเมื่อได้รับโอโซนที่ระยะเริ่มติดเมล็ด (R5).....	68
31 ปากใบและสารเคลือบคิวตินของใบถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้รับโอโซนสูง กว่าธรรมชาติ; ผิวใบด้านบน (บน) ผิวใบด้านล่าง (ล่าง).....	69
32 เครื่องกำเนิดโอโซน (Ozone generator).....	84
33 เครื่องวัดปริมาณโอโซน (Ozone monitor) PHOTOMETRIC O3 ANALYZER- MODEL 400E.....	84
34 เครื่องวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ Gas Alert Micro-5 (IR)	85
35 เครื่องวัดความเข้มแสง (Luxmeter).....	85
36 ถ่าน Charcoal.....	86
37 เครื่อง Rotary microtome.....	86
38 ตู้ทดลอง.....	87
39 ชุดควบคุมความชื้น.....	87
40 พัดลมดูดอากาศ.....	88
41 ตัวตั้งเวลา.....	88
42 การเตรียมแปลง.....	89
43 การให้น้ำเพื่อเตรียมปลูกพืช.....	89

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
44 การพ่นไอโซนระหว่างการทดลอง.....	90
45 ลักษณะใบและแปลงที่พ่นไอโซน.....	90



อักษรย่อ

ppb	=	part per billion
ppm	=	part per million
mg/m ³	=	1 ppm
Vit C	=	vitamin C
Vit E	=	vitamin E
SOD	=	superoxide dismutase
APX	=	ascorbate peroxidase
CAT	=	catalase
MDHAR	=	monodehydroascorbate reductase
AA	=	arachidonic acid
MDHA	=	monodehydroascorbate
DHA	=	dehydroascorbate, Docosahexaenoic acid
DHAR	=	dehydroascorbate reductase

