ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมต่อระดับฮอร์โมนพืชบางชนิดในปทุมมา

ผู้เขียน นายภาณุพล หงษ์ภักดี

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พืชสวน)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. โสระยา ร่วมรังษี	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ศาสตราจารย์ ดร. ทากูจิ โอยาม่า	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดรุณี นาพรหม	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
อาจารย์ ดร. วีณัน บัณฑิตย์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมต่อระดับฮอร์โมนพืชบางชนิดในปทุมมา แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของฤดูกาลผลิตต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนบางชนิด สารชีวเคมี และอัตราการสังเคราะห์แสง โดยปลูกหัวพันธุ์ปทุมมา ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1.8 - 2.0 เซนติเมตร จำนวน 4 ตุ้มราก ในถุงพลาสติกขนาด 6 X 12 นิ้ว มีวัสดุปลูกประกอบด้วย ดิน: แกลบดิบ: ถ่านแกลบ (อัตรา 1:1:1) ดำเนินการทดลอง 2 กรรมวิธี คือ 1) ปลูกในฤดูกาลปกติ (วันที่ 22 กรกฎาคม 2549) และ 2) ปลูกนอกฤดู (วันที่ 22 พฤศจิกายน 2549) เพื่อวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนภายในพืช ได้แก่ กรดแอบไซสิค (ABA), ทรานซีเอตินไรโบไซด์ (*t*-ZR), กรดอินโดล-3-อะซีติค (IAA) และสารชีวเคมีอื่นๆ (ปริมาณน้ำตาลอิสระ กรดอะมิโนอิสระรวม และธาตุอาหารพืช) ในระยะการเจริญเติบโตต่างกัน ได้แก่ ระยะเริ่มปลูก ระยะเติบโตทางลำต้น ระยะออกดอก และระยะพักตัว ผลการทดลองพบว่า การผลิตนอกฤดู ชักนำให้เกิดการลดลงของอัตราการสังเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แสง การเพิ่มขึ้นของน้ำตาลอิสระรวมในอวัยวะสะสมอาหาร และการเพิ่มขึ้นของกรดอะมิโนอิสระรวม การผลิตปทุมมานอกฤดูยังมีผลทำให้ ความสูงต้นและคุณภาพดอกลดลง แต่มีผลกระตุ้นการสร้างหัวพันธุ์ มากกว่าการผลิตในฤดูกาลปกติ ความเข้มข้นของกรดแอบไซสิคในใบพืช หัวพันธุ์ และตุ้มรากสะสมอาหาร เพิ่มมากขึ้น และสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดการเติบโตในการปลูกนอกฤดู โดยกรดแอบไซสิคมีความเข้นข้นสูงสุดเฉลี่ย 2.2 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งในใบ 1.4 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งในหัวพันธุ์เก่า 1.0 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งในตุ้มรากสะสมอาหารเก่า 2.3 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งในช่อดอก 0.9 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งในหัวพันธุ์ใหม่ และ 0.9 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งในตุ้มรากสะสมอาหารใหม่ ส่วนความเข้มข้นของกรดแอบไซสิคในพืชที่ปลูกในฤดูกาลปกติ มีค่าคงที่ตลอดการเจริญเติบโต โดยความเข้มข้นทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย น้อยกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนความเข้มข้นของทรานซีเอตินไรโบไซด์ในการผลิตนอกฤดู มีค่าสูงกว่าการผลิตในฤดูกาลปกติเพียงเล็กน้อย ทั้งในส่วนใบ ตุ้มรากสะสมอาหาร ช่อดอก และหัวพันธุ์ใหม่ โดยพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง ความเข้มข้นของกรดแอบไซสิคในใบ กับจำนวนหัวพันธุ์ใหม่ ($R = 0.9$) และจำนวนตุ้มรากสะสมอาหารใหม่ ($R = 0.87$) พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง ความเข้มข้นของทรานซีเอตินไรโบไซด์ในหัวพันธุ์เก่า กับจำนวนหัวพันธุ์ใหม่ ($R = 0.66$) และความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของทรานซีเอตินไรโบไซด์ในใบ กับในตุ้มรากสะสมอาหารเก่า ($R = 0.81$) ความเข้มข้นของกรดอินโดล-3-อะซีติค ในสารละลายที่แพร่ออกจากใบ มีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองฤดูการผลิต ยกเว้นในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโต ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่า พืชที่ผลิตนอกฤดู มีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ความเข้มข้นของกรดแอบไซสิค ทรานซีเอตินไรโบไซด์ และสารชีวเคมีอื่นๆ ในส่วนต่างๆของพืชเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโต นำไปสู่การลดลงของการเจริญเติบโตส่วนยอด และการเพิ่มขึ้นของจำนวนหัวพันธุ์

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของความยาววันต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนภายในพืช และสารชีวเคมีต่างๆในปทุมมา โดยเตรียมพืชทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 จากนั้นนำเข้าสู่กรรมวิธีทดลองในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม ภายใต้สภาพควบคุม จำนวน 2 กรรมวิธี ได้แก่ 1) สภาพวันยาว 13 ชั่วโมง และกรรมวิธีที่ 2) สภาพวันสั้น 11 ชั่วโมง โดยควบคุมสภาพแวดล้อมอื่นๆให้คงที่ ได้แก่ อุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่ 30/24 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% และความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เข้มแสง 270 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า สภาพความยาววัน ชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนและสารชีวเคมีภายในพืช โดยสภาพวันสั้น ชักนำให้ความเข้มข้นของกรดแอบไซสิคเพิ่มมากขึ้นในส่วนเหนือดิน (ใบ) และความเข้มข้นของทรานซีเอตินไรโบไซด์เพิ่มมากขึ้นในส่วนใต้ดิน (หัวพันธุ์และคุ้มราก) สภาพวันสั้นมีแนวโน้มทำให้ปริมาณน้ำตาลอิสระรวมในอวัยวะใต้ดิน และการสะสมของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในทุกส่วนของพืชลดลง ยกเว้นการสะสมฟอสฟอรัสในคุ้มรากสะสมอาหาร นอกจากนี้ สภาพวันสั้นยังช่วยเพิ่มความเข้มข้นของกรดอะมิโนอิสระรวมในส่วนใบ หัวพันธุ์ และคุ้มรากสะสมอาหารอีกด้วย

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของอุณหภูมิกลางคืนต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนภายในพืชและสารชีวเคมีต่างๆในต้นปทุมมา โดยปลูกหัวพันธุ์ปทุมมาเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 จากนั้นนำพืชเข้าสู่กรรมวิธีทดลองในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม ภายใต้สภาพควบคุม จำนวน 2 กรรมวิธี ได้แก่ 1) อุณหภูมิกลางวันและกลางคืน 30/24 องศาเซลเซียส และกรรมวิธีที่ 2) อุณหภูมิกลางวันและกลางคืน 30/18 องศาเซลเซียส มีการจัดสภาพแวดล้อมอื่นๆให้คงที่ คือ การได้รับแสง 13 ชั่วโมง และสภาพกลางคืน 11 ชั่วโมง ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% และความเข้มแสง 270 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า สภาพอุณหภูมิกลางคืนต่ำ มีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งของใบ จำนวนต้นต่อกอ ความยาวช่อดอก ความยาวก้านดอก เปอร์เซ็นต์การออกดอกลดลง และชะลอการออกดอก อย่างไรก็ตามแม้ว่าสภาพอุณหภูมิกลางคืนต่ำ ไม่ส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของกรดแอบไซสิค ในทุกส่วนของพืช แต่กลับพบว่า สภาพอุณหภูมิดังกล่าว ช่วยเพิ่มความเข้มข้นของทรานซีเอตินไรโบไซด์ ในส่วนใต้ดิน นอกจากนี้ สภาพอุณหภูมิกลางคืนต่ำมีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลอิสระ (ฟรุคโทส และกลูโคส) และความเข้มข้นของกรดอะมิโนอิสระรวมลดลง สภาพอุณหภูมิดังกล่าว ยังมีผลทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในหัวพันธุ์ลดลง และลดปริมาณธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมในส่วนใบอีกด้วย

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของการให้ไฟตั้นช่วงกลางคืนร่วมกับ การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของฮอร์โมนภายในของปทุมมาที่ปลูกนอกฤดู วางแผนการทดลองแบบ สปลิตพล็อต จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยหลัก 2 ระดับ คือ 1) การปลูกภายใต้สภาพแสงธรรมชาติ และ 2) การให้ไฟตั้นช่วงกลางคืน นาน 2 ชั่วโมง เมื่อเวลา 20.00 ถึง 22.00 น. ปัจจัยย่อย 4 ระดับ คือ 1) การไม่ให้สารควบคุมการเจริญเติบโต (กรรมวิธีควบคุม) 2) การให้กรด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จิบเบอเรลลิค ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร 3) การให้สารฟลูริโดนความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์ และ 4) การให้กรดจิบเบอเรลลิค ร่วมกับสารฟลูริโดน ผลการทดลองพบว่า การให้แสงไฟดั่นช่วงกลางคืน ช่วยส่งเสริมคุณภาพดอกในการผลิตปทุมมานอกฤดู แต่ลดคุณภาพผลผลิตของหัวพันธุ์ การใช้กรดจิบเบอเรลลิค ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบ และผลผลิตของส่วนใต้ดิน แต่ไม่ช่วยลดความเข้มข้นของกรดแอบไซสิคในทุกส่วนของพืช อย่างไรก็ตาม การให้แสงไฟดั่นช่วงกลางคืนร่วมกับการให้กรดจิบเบอเรลลิค ส่งเสริมการสร้างอวัยวะส่วนเหนือดิน นอกจากนี้อิทธิพลร่วมดังกล่าว ไม่สามารถช่วยลดการสะสมของกรดแอบไซสิคภายในใบ หัวพันธุ์เก่า และตุ้มรากสะสมอาหารเก่าของพืชได้ แม้ว่าช่วยชักนำให้เกิดการสะสมของทรานซีเอตินไรโบไซด์ เฉพาะในส่วนตุ้มรากสะสมอาหารก็ตาม

คำสำคัญ: ปทุมมา ฮอร์โมนพืช อุณหภูมิ ความยาววัน สารชีวเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Effects of Environmental Factors on Some Phytohormones in *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

Author Mr. Panupon Hongpakdee

Degree Doctor of Philosophy (Horticulture)

Thesis Advisory Committee

Assoc.Prof. Dr. Soraya Ruamrungsri	Advisor
Prof. Dr. Takuji Ohyama	Co-advisor
Asst. Prof. Dr. Daruni Naphrom	Co-advisor
Lect. Dr. Weenun Bundithya	Co-advisor

Abstract

The study on effects of environmental factors on the changes of some phytohormones in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. was carried out in four experiments as followed ;

Experiment 1 was studied on seasonal production effects the changes in some endogenous hormones, other biochemical substances and photosynthetic rate in *C. alismatifolia* Gagnep. Rhizomes of *C. alismatifolia*, 1.8 - 2.5 cm in diameter and with 4 storage roots were planted in a 6 X 12 inch plastic bag containing a mixture of soil: rice husk: rice husk charcoal (ratio 1:1:1) and conducted in two treatments; i.e. 1) growing in regular season (RS) which were cultivated on 22 July 2006, and 2) growing in off-season (OS) which were cultivated on 22 November 2006. The changes in endogenous hormones; i.e. abscisic acid, *trans*-zeatin riboside and indole-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3-acetic acid and other biochemical substances (free sugars contents, total free amino acid concentrations and plant nutrient), were determined at the different growth stages. The results indicated that OS cropping induced a decrease in the photosynthetic rate, increased total free sugar contents in storage organs, increased total free amino acids, ABA and *t*-ZR concentrations and fluctuated N, P, and K contents in various organs at different growth stages. Nevertheless, OS cropping brought about a decrease in plant height and flower quality but significantly stimulated the formation of rhizomes compared with RS cropping. The levels of ABA in leaves, old rhizomes and old storage roots were markedly high and consistently increased during off-season cropping. The maximum concentration of ABA was up to 2.2 μg gDW^{-1} in leaves, 1.4 μg gDW^{-1} in old rhizomes, 1.0 μg gDW^{-1} in old storage roots, 2.3 μg gDW^{-1} in inflorescence, 0.9 μg gDW^{-1} in new rhizomes, and 0.9 μg gDW^{-1} in new storage roots. The levels of ABA in RS cropping were relatively constant throughout growth stages and were mostly less than 0.1 μg gDW^{-1}. The levels of *t*-ZR were also slightly higher in leaves, old rhizomes, old storage roots, inflorescence and new rhizomes in OS than RS cropping. There were positive correlations between ABA in leaves and the number of new rhizomes (R = 0.9) and the number of new storage roots (R = 0.87). Positive correlations were also found between *t*-ZR in old rhizomes and the number of new rhizomes (R = 0.66) and between *t*-ZR in leaves and *t*-ZR in old storage roots (R = 0.81). The concentration of IAA in leaf diffusate was similar between the two growth seasons, except in the final stage. Therefore, it could be concluded that OS condition induced a decrease in the photosynthetic rate, increases in ABA and *t*-ZR concentrations and other biochemical

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

substances in various organs at different growth stages, leading to depressed shoot growth and an increase in rhizome numbers.

Experiment 2 was carried out on the effects of day length on the changes in some endogenous hormones and other biochemical substances. Plant materials were prepared in the same procedure as in experiment 1, then allocated into a growth chamber under two treatments; i.e. 1) 13 h long day length (LDL), and 2) an 11 h short day length (SDL). The other environmental factors were controlled at the temperature conditions of 30/24°C, 70-80% RH and 270 μmol $m^{-2}s^{-1}$ light intensity, respectively. The results showed that day length induced hormonal and other biochemical changes. SDL treatment induced high ABA concentrations in aboveground organs (leaves), and high *t*-ZR concentrations in underground organs (old rhizomes and storage roots). SDL treatment seemed to reduce free sugars content in underground organs and the overall accumulation of N, P and K, except for the P accumulation in storage roots. Nevertheless, SDL treatment increased the total free amino acids concentrations in leaves, rhizomes and storage roots.

Experiment 3 was carried out on the effects of low night temperature on the changes in some endogenous hormones and other biochemical substances in *C. alismatifolia* Gagnep. Plants were grown as in experiment 1, then moved into a growth chamber under two treatments; i.e. 1) under high night temperature (HNT) condition of 30/24°C, and 2) under low night temperature (LNT) condition of 30/18°C. The other environmental factors were controlled at 13 h day length and 11 h night length, 70-80% RH and 270 μmol $m^{-2}s^{-1}$ light intensity, respectively. The result showed that LNT treatment decreased the dry weight of leaves, the number of shoots per a cluster, spike length, flower stalk length and percentage of flowering, and it also

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

delayed the flowering date. Although, LNT did not affect ABA concentrations in all plant parts, it increased *t*-ZR concentrations in the underground organs. LNT treatment seemed to reduce free sugars contents (fructose and glucose), and total free amino acids concentration. In addition, this condition also decreased the N and P contents in rhizomes, and the N and K contents of leaves.

Experiment 4 was carried out on the effects of night interruption and PGRs application on the changes in some endogenous hormones in off-season production of *C. alismatifolia* Gagnep. Experimental design used was a split plot with 3 replications. The main plots were 1) growing under natural light, and 2) growing under night interruption with supplement lighting for 2 h at 20.00 to 22.00, and the sub plots were 4 PGRs applications: 1) No PGRs application (control) 2) supplied gibberellins (GA_3) 100 mg L^{-1} 3) supplied fluridone 10 μM and 4) supplied GA_3 + fluridone. The results showed that the night interruption did not affect plant growth (height, total leaves area and the number of leaves), while the PGRs applications significantly influenced on plant growth. The GA_3 application gave the tallest plant, but night interruption had significant interaction with PGRs application on plant growth. Both lighting and PGRs applications did not affect endogenous abscisic acid (ABA) levels in plant parts (leaf, mother rhizome and old storage roots). There was no significant interaction between lighting and PGRs application on ABA levels in plant parts.

Keywords: *Curcuma alismatifolia* Gagnep., phytohormones, temperature, day length, biochemical substances

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved