

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้งและสารโรทีโนนในรากทางไหล
(*Derris elliptica* Benth.) ที่อายุต่าง ๆ

Relation of Rotenone and Starch Content in *Derris* Roots
at the Different Ages of Harvest

สิริพันธ์ ศรีจักรวาท^{1/} รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา^{2/} ยุพดี สิทธิบุศย์^{2/}
สมพร สุริยันต์^{1/} สุพินญา บุญมานพ^{1/}
Siripan Srijugawan^{1/} Rattanaporn Promsattha^{2/} Yoopadee Sitthiboot^{2/}
Somporn Suriyant^{1/} Suphinya Boonmanop^{1/}

ABSTRACT

Relation of rotenone and starch content in *Derris* roots of the different ages at harvest, was set at the Koongkaben Research and Development Centre as a part of the Royal Project in Tamai district, Chanthaburi province during June 2001-2004. The Experiment was designed as RCB with 3 replications and 15 treatments. The results were shown that the rotenone percentages was increased as the ages at harvest increased from 19 to 26 months ; after that it was slowly decreased to 30 months, and it was increased again at 31 to 33 months. The highest starch content was found at the 19 months, then it was slowly decreased to 26 months , and increased again at the age of 32 months. The correlation of rotenone and starch content was - 0.702 percent.

Key words : *Derris*, rotenone, starch

บทคัดย่อ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้งและโรทีโนนในรากทางไหล เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุต่าง ๆ โดยดำเนินการทดลองที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ.

2544 - 2547 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 15 กรรมวิธี (เก็บเกี่ยว 15 ครั้ง) พบว่าปริมาณโรทีโนนจะเพิ่มขึ้นตามอายุเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 19 ถึง 26 เดือน หลังจากนั้นปริมาณ โรทีโนนจะค่อยๆ ลดลง จนถึงอายุ 30 เดือนและจะเพิ่มขึ้นอีกในช่วงอายุ 31 ถึง 33 เดือน พบปริมาณ

^{1/} สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

Biotechnology Research and Development Office, Department of Agricultural, Chatuchak, Bangkok 10900.

^{2/} สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

Agricultural Resources Research and Development Office, Chatuchak, Bangkok 10900.

แบ่งสูงสุดในช่วง 19 เดือน จากนั้น ปริมาณแบ่ง จะค่อยๆ ลดลง และความสัมพันธ์ระหว่างแบ่ง และโรตีโนนเป็นแบบผกผัน และพบว่ามีความสัมพันธ์เพียง - 0.702 เปอร์เซ็นต์

คำหลัก : ทางไหล สารโรตีโนน แบ่ง

คำนำ

ทางไหล หรือโล่ตีน (*Derris elliptica* Benth.) เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Leguminosae อนุวงศ์ Papilionae มีลักษณะเป็นเถาไม้เลื้อย เจริญงอกงามตามป่าชื้นและชายแม่น้ำ ลำคลองทั่วไป เจริญเติบโตเร็ว ขยายพันธุ์ โดยใช้กิ่งปักชำ และเพาะเมล็ด พืชสกุล *Derris* เป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งพบว่ามี การเพาะปลูกในประเทศฟิลิปปินส์ พม่า มาเลเซีย ไทย และเซเชรอน ในทวีปแอฟริกา (เสงี่ยม, 2522) ในประเทศไทยพบพืชวงศ์เดียวกันกับทางไหล 21 ชนิด แต่มีเพียง 2 ชนิดที่พบและนิยมปลูกเป็นการค้า คือ ทางไหล ชนิดแดง (*Derris elliptica* Benth.) และทางไหล ชนิดขาว (*D. malaccensis* Prain.) เนื่องจากว่ามีสารพิษอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 3 - 10 % โรตีโนน (rotenone) มีสูตรทางเคมี $C_{23}H_{23}O_6$ เป็นอนุพันธ์ของสารจำพวก isoflavone มีลักษณะเป็นผลึก ไม่มีสี ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อาซีโตน มีสมบัติเป็นสารฆ่าแมลงและปลา โดยขัดขวางการส่งผ่านของอิเล็กตรอนในไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ในขบวนการหายใจ จึงแสดงความเป็นพิษต่อแมลงและปลา (เสงี่ยม, 2522)

สารโรตีโนนพบในรากของพืชวงศ์ถั่ว บางชนิด โดยเฉพาะพืชในสกุล *Derris* และ

Lonchocarpus มีรายงานในทวีปยุโรปและอเมริกา ใช้รากของ *Lonchocarpus utilis* และ *L. urucu* ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศเปรู และบราซิล ทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปของสารสกัด เหนียวสีดำ ซึ่งพบว่ามีปริมาณของโรตีโนนอยู่ประมาณร้อยละ 30 % ส่วนในประเทศไทยพบพืชหลายชนิดที่มีสารโรตีโนน ได้แก่ ถอบเทาะ หรือ ถอบถอบน้ำ (*Derris trifoliata* Lour) เถาวัลย์เปรียง (รากและต้น) เป็นต้น และในปี พ.ศ.2454 จึงได้มีผู้จดสิทธิบัตร *Derris* เป็นสารฆ่าแมลง มีการนำทางไหลหรือโล่ตีนเป็นสมุนไพรที่ใช้ฆ่าแมลงและเบื่อปลามาตั้งแต่สมัยโบราณ ปัจจุบันใช้โล่ตีนและ *Lonchocarpus* ในรูปผงผสมกับสาร inert เพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการ หรือ อาจใช้ในรูปของสารสกัดอาซีโตน ซึ่งเมื่อนำสารนี้ มาเจือจางด้วยน้ำ จะได้สารแขวนลอยเหมาะสำหรับ ฉีดพ่นฆ่าแมลง และหนอนอย่างมีประสิทธิภาพ สารเหล่านี้จะสลายตัวเมื่อถูกความร้อนและแสง จึงไม่มีพิษตกค้างแต่ก็ควรระวังในการใช้สารชนิดนี้ใกล้บ่อปลา (Worsley, 1938; Moore 1943., Matsumaru, 1985., สมจิตและสุภาพ 2515., และอรุณ, 2541.)

รากทางไหลจะมีสารโรตีโนนสูงขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สถานที่ปลูก อายุเก็บเกี่ยวและอื่นๆ สิริพันธ์ (2547) ช่วงอายุที่พอเหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยวทางไหลประมาณ 2 ปีหลังจากปลูก (Moore 1943; White 1945) White และคณะ (1948) รายงานว่าการเก็บเกี่ยวทางไหลที่อายุ 26 และ 32 เดือนหลังจากปลูก พบว่า ปริมาณของสารโรตีโนนในรากสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสมสุข (2531) ตรงกันว่าทางไหลที่เก็บเกี่ยวอายุ 22 ถึง 27 เดือนหลังปลูกให้ปริมาณสารโรตีโนนสูงมาใช้ในการฆ่าแมลงอย่างมีประสิทธิภาพ

การนำรากทางไหลที่มีปริมาณ สารโรตีโนนพอเหมาะมาใช้ นอกจากการวิเคราะห์ สารและการกำหนดอายุเก็บเกี่ยวแล้ว ควรทราบถึง ปริมาณสารโรตีโนนที่เหมาะสมซึ่งแต่เดิมให้การกำหนดอายุเก็บเกี่ยว และการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องใช้สารมาตรฐานที่มีราคาแพงและผู้ชำนาญในการวิเคราะห์ ดังนั้น จึงทำการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้ง และโรตีโนน รากทางไหลที่ 2 และการใช้ไอโอดีนเป็นตัวกำหนดสีของแป้งในรากทางไหล เพื่อทำสีมาตรฐานสำหรับเป็นดัชนีในการชี้วัดปริมาณสารโรตีโนน ในรากทางไหลในช่วงอายุต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2544 - 2547 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 15 กรรมวิธี เก็บเกี่ยวจำนวน 15 ครั้ง โดยนำต้นกล้าทางไหลอายุประมาณ $2\frac{1}{2}$ เดือน ปลูกในแปลงทดลอง ซึ่งปรับปรุงดินโดยใส่ปุ๋ยคอก 1 ตัน/ไร่ ปลูกทางไหลในหลุมลึก 20 ซม. 1 ตัน/หลุม ระยะห่างระหว่างแถวและหลุม 1.5×1.5 ม. จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 124 ต้น (ใช้การ์ดโรวีร์ร่วม) หลังจากปลูก 2 เดือน ใส่ปุ๋ยคอกหลุมละ $\frac{1}{2}$ กก. และทุกๆ 2 เดือน จนถึงอายุ 32 เดือน สุ่มเก็บเกี่ยวทางไหลในช่วงอายุ 19 เดือนหลังปลูก โดยเก็บครั้งละ 2 ตัน/ซ้ำ โดยเว้นแถวรอบนอกทั้ง 10 ต้น ทะยอยเก็บเกี่ยวทุกเดือน จำนวน 15 ครั้ง (จากอายุ 19 - 33 เดือน) หลังจากเก็บเกี่ยวรากทางไหลแล้ว ในแต่ละซ้ำจะแยกล้างทำความสะอาดเอาเศษดินออกจากราก หลังจากนั้นนำรากมาผึ่งให้แห้งใน

ที่ร่ม (เพราะสารโรตีโนน ในรากจะสลายตัวเมื่อถูกแสงแดด) เมื่อรากแห้งแล้วจึงหั่นรากเป็นท่อนๆ ขนาดยาว 2 ซม. นำรากแต่ละซ้ำ มาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 55° ซ. นาน 36 - 48 ชม. ขึ้นกับตัวอย่างพืช มากน้อยเพียงใด หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างที่แห้งแล้วมาแยกบด แบ่งตัวอย่างในแต่ละซ้ำ ออกเป็น 3 ส่วนๆ ละ 100 กรัมส่วนที่ 1 นำไปวิเคราะห์ปริมาณแป้งโดย วิธี Report on air dry ส่วนที่สองนำไปวิเคราะห์ปริมาณโรตีโนนโดยวิธี Class - VP : V 5.03 ส่วนที่ 3 นำไปทดสอบในสารละลายโพแทสเซียมไอโอดด์ (KI) เข้มข้น 0.2 % เพื่อหาแถบสีน้ำเงินในช่วงอายุต่าง ๆ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ปริมาณสารโรตีโนน

ปริมาณโรตีโนนในรากที่อายุเก็บเกี่ยว 24 เดือนหลังปลูก เท่ากับ 8.75% รองลงมาคือ รากทางไหลที่เก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 33 26 27 และ 32 เดือนเท่ากับ 8.50 8.33 7.45 และ 7.29 % ตามลำดับ ซึ่งทุกอายุเก็บเกี่ยวข้างต้นให้เปอร์เซ็นต์โรตีโนนไม่แตกต่างกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์โรตีโนนในรากทางไหลที่เก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 19 20 และ 21 เดือนเท่ากับ 2.89 2.93 และ 2.99 % ตามลำดับ ซึ่งทั้งสามอายุ เก็บเกี่ยวให้เปอร์เซ็นต์โรตีโนนก็ไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันกับเปอร์เซ็นต์โรตีโนนในรากทางไหล ที่เก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 22 ถึง 33 เดือน (Table) ฉะนั้น ทางไหลที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่ อายุ 22 ถึง 33 เดือนมีสารโรตีโนนอยู่ในระหว่าง 5.22 ถึง 8.75 % ซึ่งรากทางไหลที่มีสารโรตีโนน 4 - 5 % สามารถใช้ฆ่าแมลงได้ (สมจิตและสุภาพ, 2515)

2. ปริมาณแป้ง

ปริมาณแป้งจากรากทางไหลที่เก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 19 ถึง 33 เดือนหลังปลูก พบว่า ในช่วงแรกของการเก็บเกี่ยวที่ 19, 20 เดือน ปริมาณแป้งพบสูงสุด 40.27 และ 37.67% ซึ่งไม่แตกต่างกัน หลังจากนั้นปริมาณแป้งจะลดลงต่ำสุด 12.87% ในช่วงอายุ 26 เดือน ปริมาณแป้งจะลดลงต่ำสุดในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคมซึ่งอยู่ในช่วงอายุ 23 - 26 เดือน พบปริมาณแป้งอยู่

ระหว่าง 12.87 ถึง 19.78 % ทั้งนี้เนื่องมาจากฤดูฝนพืชจะนำแป้งจากรากไปใช้ในการเจริญเติบโต เช่น การแตกกิ่ง ผลิใบ และอื่นๆ และปริมาณแป้งจะอยู่ระหว่าง 20.24 ถึง 33.11 % ในช่วงอายุเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 27 ถึง 33 เดือน (ฤดูแล้ง) จะเห็นได้ว่าปริมาณแป้งจะพบมากในช่วงแรกของการเก็บเกี่ยว 19 ถึง 22 เดือน (ฤดูแล้ง) และปริมาณแป้งจะค่อยๆ ลดลงจาก 23 จนถึงอายุ 26 เดือน (ฤดูฝน) หลังจากนั้นปริมาณแป้งจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึง

Table. Correlation of starch and rotenone content of *Derris* roots at the different ages of harvest

Month	Year	Age (month)	Starch (%)	Rotenone (%)	Correlation
January	2003	19	40.27 a	2.89 f	- 0.702
February	2003	20	37.67 ab	2.93 f	
March	2003	21	31.75 bc	3.00 f	
April	2003	22	22.49 def	5.23 e	
May	2003	23	16.80 fgh	5.22 e	
June	2003	24	13.60 gh	8.75 a	
July	2003	25	19.78 e-h	7.15 bcd	
August	2003	26	12.87 h	8.33 ab	
September	2003	27	22.57 def	7.45 abc	
October	2003	28	20.27 d-g	7.06 bcd	
November	2003	29	27.13 cd	6.48 cde	
December	2003	30	24.66 de	5.73 de	
January	2004	31	32.19 bc	7.11 bcd	
February	2004	32	33.11 bc	7.29 a-d	
March	2004	33	20.24 d-g	8.50 ab	

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

อายุ 32 เดือน (Table) พออายุ 33 เดือน ปริมาณแป้งจะลดลงอีก แสดงให้เห็นถึงความผันผวนของปริมาณแป้ง ในช่วงอายุเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 26 ถึง 33 เดือน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เช่นความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นในดิน (สิริพันธ์, 2547; Moore, 1943) หรือปัจจัย อื่นซึ่งน่าจะได้มีการศึกษา เพิ่มเติมต่อไป

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้ง และปริมาณโรตีโนน (%)

ปริมาณแป้งและโรตีโนนมีความสัมพันธ์แบบผกผันในแต่ละช่วงอายุเก็บเกี่ยว (Figure) กล่าวคือ ปริมาณแป้งพบสูงที่สุด 40.27% ในช่วงอายุ 19 เดือน ส่วนปริมาณโรตีโนนพบต่ำสุดที่ 2.89 % ในช่วงเดียวกัน ทำนองเดียวกันเมื่ออายุ

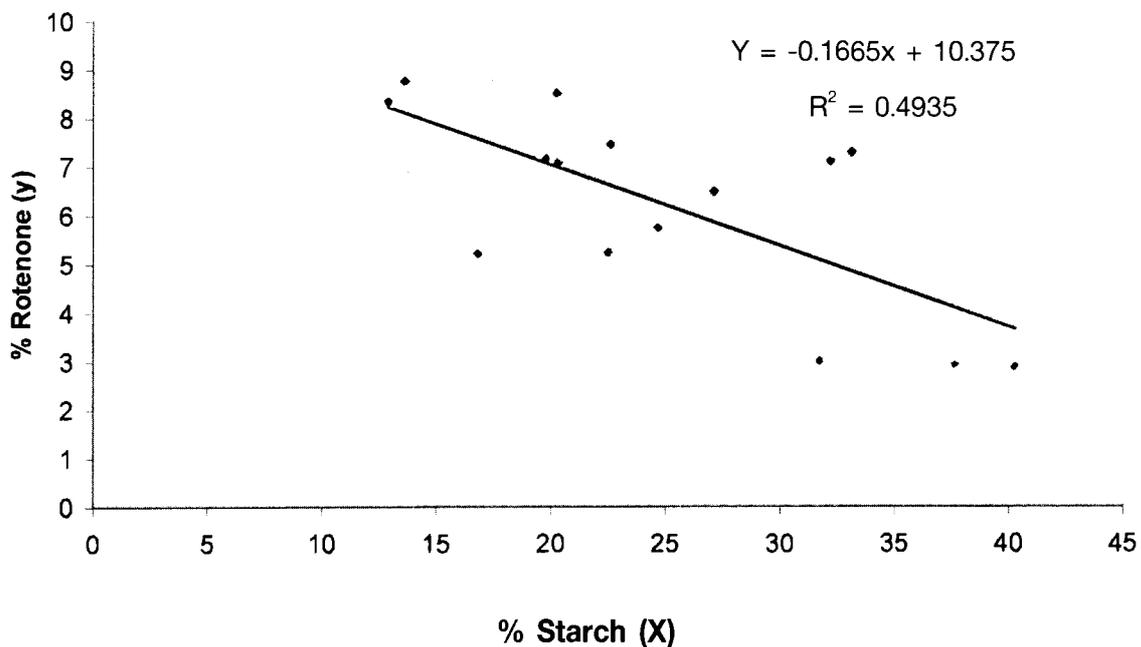


Figure. Scatter plots and regression line between starch (%) and rotenone (%) of *Derris* roots at Chanthaburi in 2001-2003

เก็บเกี่ยวเพิ่มมากขึ้นปริมาณแป้งจะค่อยๆ ลดลงจนถึงอายุ 26 เดือน พบว่าปริมาณแป้ง ต่ำสุดเพียง 12.87 % แต่เปอร์เซ็นต์โรตีโนน พบสูงสุด 8.75 ในช่วงอายุ 24 เดือน ซึ่งไม่แตกต่างกับเปอร์เซ็นต์โรตีโนนที่อายุ 26 เดือน (Table) ทำนองเดียวกันปริมาณแป้งที่อายุเก็บเกี่ยว 24 และ 26 เดือนก็ไม่แตกต่างเช่นเดียวกัน (Table) หลังจากนั้น

เมื่อทางไหล อายุ 27 เดือน ปริมาณแป้งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นและจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงอายุ 32 เดือน ที่ 33.11 % ส่วนเปอร์เซ็นต์โรตีโนนจะมีความสม่ำเสมอ (ลดลงเล็กน้อย) และจะแสดงเปอร์เซ็นต์สูงสุดในช่วงอายุ 33 เดือน ซึ่งตรงกับรายงานของสมสุข (2531) ที่ว่าเปอร์เซ็นต์โรตีโนนจะเพิ่มขึ้นตามอายุเก็บเกี่ยว และที่อายุเก็บเกี่ยว 22-27 เดือน

สารโรตีโนนจะไม่แตกต่างกัน

เนื่องจากปริมาณแบริ่งมีความแปรปรวนมาก ฉะนั้น เมื่อนำแบริ่งและโรตีโนนมาหาความสัมพันธ์ จึงพบค่าความสัมพันธ์เพียง - 0.702 ซึ่งไม่ถึง 1.0 (Table) และเมื่อหาความสัมพันธ์ยกกำลังสองจึงเหลือค่าความสัมพันธ์เพียง 50% ฉะนั้น จึงไม่สามารถใช้แบริ่งเป็นดัชนีในการชี้วัดปริมาณโรตีโนนดังกล่าวได้ เพราะความน่าเชื่อถือ (ความสัมพันธ์) มีเพียง 50% ในทำนองเดียวกัน เปอร์เซ็นต์แบริ่งที่เก็บเกี่ยว 21 เดือนเท่ากับ 31.75 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเปอร์เซ็นต์แบริ่งที่เก็บเกี่ยวอายุ 31 เดือนซึ่งเท่ากับ 32.19 (Table) แต่เมื่อดูเปอร์เซ็นต์โรตีโนนในช่วง 21 และ 31 เดือนเท่ากับ 3.0 และ 7.11 ตามลำดับ (Table) ฉะนั้น เมื่อใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ในการหาสีของแบริ่งในช่วงอายุเก็บเกี่ยว 21 และ 31 เดือนสีจึงใกล้เคียงกันมาก แต่เปอร์เซ็นต์โรตีโนนจะแตกต่างกัน ซึ่งชี้ให้เห็นในงานทดลองนี้ว่า ไม่สามารถที่จะบ่งชี้ปริมาณโรตีโนนจากสีของแบริ่งได้ นอกจากจะปลูกทางไหลและใช้อายุเก็บเกี่ยวเป็นตัวชี้วัด ในการเอาโรตีโนนจากรากมาใช้จะมีประสิทธิภาพเท่านั้น การขุดทางไหลจากป่ามาใช้จึงมีความเสี่ยงในเรื่องปริมาณสารโรตีโนน และทำให้ไม่มีความแน่นอนในการใช้ว่าจะได้ผลหรือไม่ดังที่ได้รับฟังปัญหาจากเกษตรกร

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณโรตีโนนจะเพิ่มขึ้นตามอายุเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 19 ถึง 26 เดือน หลังจากนั้นปริมาณโรตีโนนจะค่อย ๆ ลดลงจนถึงอายุ 30 เดือน และจะเพิ่มขึ้นอีกในช่วงอายุ 31 ถึง 33 เดือน ฉะนั้น การใช้โรตีโนนในการปราบแมลงศัตรูพืช

สามารถใช้ได้ตั้งแต่อายุ 22 เดือนเป็นต้นไป ส่วนปริมาณแบริ่งจะสูงสุดในช่วง 19 เดือน และจะค่อย ๆ ลดลงต่ำสุดที่อายุ 26 เดือน หลังจากนั้นปริมาณแบริ่งจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 32 เดือน ในงานทดลองนี้ไม่สามารถใช้ปริมาณแบริ่ง (สีของโปแตสเซียมไอโอไดด์) เป็นตัวชี้วัดปริมาณโรตีโนน เพราะปริมาณแบริ่งมีความแปรปรวนมาก และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแบริ่งและโรตีโนนพบว่า มีความสัมพันธ์เพียง - 0.702 ซึ่งเมื่อยกกำลังสองจึงมีความสัมพันธ์เพียง 50 %

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ทุกคนในศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี ในความเอื้อเฟื้อสถานที่ทดลองและมีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ คุณพุดนา รุ่งระวี ในการวิเคราะห์สถิติ ซึ่งมีผลทำให้งานวิจัยดังกล่าวลุล่วงไปด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- เสงี่ยม พงษ์บุญรอด. 2522. ทางไหลแดงและทางไหลขาว. หน้า 557 - 558. ใน : *ไม้เทศ - เมืองไทย สรรพคุณยาเทศและยาไทย*. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เกษมบรรณกิจ กรุงเทพฯ. สมจิต พงศ์พงษ์ และ สุภาพ ภูประเสริฐ. 2515. *พืชกินได้และพืชป่าในเมืองไทย*. โรงพิมพ์คุรุสภา กรุงเทพฯ. 172 หน้า. สิริพันธ์ ศรีจักรวาท พวรรณิกา อัดตานนท์ สมพร สุริยันต์ สุพินญา บุญมานพ และปราโมทย์ เกิดศิริ. 2547. การเจริญเติบโตและผลผลิตของทางไหลแดงเมื่อปลูกในสถานที่ 3 แห่ง.

- วารสารวิชาการเกษตร. 22 (2) : 119 - 127.
- สมสุข ศรีจักรวาท, อรณช เกษประเสริฐ, ปราโมทย์
เกิดศิริ และนพรัตน์ หยัดจันทร์. 2531.
การเจริญเติบโตและสารพิษในต้นทางไหล
(โล่ตีน) เมื่ออายุต่างๆ กัน. *วารสารวิทยาศาสตร์
เกษตร* 21 (3) : 166 - 175.
- อรุณ โสติกกุล. 2541. โล่ตีน สารฆ่าแมลงพื้นบ้าน.
ข่าวสาร สวก. 12 (2) : 7 -12.
- Matsumaru, F. 1985. *Toxicology of insecticides.*
Pknum Press. New York. 598 p.
- Moore, R.H. 1943. *Derris* culture in Puerto
Rico. Puerto Rico (Mayaguez) *Agr. Expt.*
Sta. Cir. 24. 17 p. (illus)
- White, D.G. 1945. Propagating *Derris* by
cuttings. *Agr. In the Americas* 5 :
154 - 156. (illus)
- White, D.G., C. Pagan and M.A. Jones, 1948.
Production of *Derris elliptica* in relation
to type of cutting and age at harvest.
J. of Agric. Res Washington, D.C. 77 (1) :
13 - 24.
- Worsley, R.R. 1938. Rotenone : part I. The
determination of rotenone - part II -
elevation of plants containing rotenone.
Lingman Sci. J. 17 (2) : 317.