โล่ติ๊น....ทางเลือกใหม่ที่ปลอดภัยของปัจจัยการผลิต

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ[1]

ในปี 2549-2553 ยุทธศาสตร์ของรัฐบาลได้มอบหมายให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์รับผิดชอบในด้านความปลอดภัยด้านปัจจัยการผลิต ถ้ามีระบบการผลิตที่ดีและถูกต้องปัญหาด้านพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงจะลดน้อยลงไปเอง การตรวจวิเคราะห์พิษตกค้างเพื่อแก้ปัญหาในการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรเพื่อการแข่งขันด้านคุณภาพผลผลิตกับต่างประเทศจะได้ไม่ต้องตามแก้ปัญหามากมายต่อไป การใช้โล่ติ๊นซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพอย่างสูงในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจึงเป็นทางเลือกวิธีหนึ่ง

โล่ติ๊น (หางไหล) (*Derris elliptica* B.) เป็นไม้เลื้อยชนิดเนื้อแข็ง มีชื่อพื้นเมืองว่า อวดน้ำไหลน้ำ (ภาคเหนือ) โพตะโกล้า (กระเหรี่ยง, แม่ฮองสอน) หางไหล, กะล้าเพาะ (เพชรบุรี), เครือไหลน้ำ, หางไหลแดง เป็นพันธุ์ไม้เขตร้อน ลักษณะเป็นเถา ใบ ออกดอกเป็นช่อ ขนาดเล็กสีแดงอ่อน รูปร่างดอกเหมือนดอกถั่ว ออกดอกเดือนมีนาคม ถึงเมษายน ผลออกเป็นฝัก

พืชใน genus Derris จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ *D. elliptica* ใบอ่อนจะมี 7 ใบขึ้นไป ส่วน *D. malaceum* มีใบย่อย 5 ใบ โดย *D. elliptica* ชอบดินร่วนและดินเหนียวที่เป็นพื้นที่ราบต่ำ รากใช้เวลาสร้างโรติโนนนาน 26 เดือน ส่วน *D. malacecum* ชอบอากาศกลางแจ้ง รากใช้เวลาสร้างโรติโนน 9 เดือน รากอยู่ใต้ดินทั้ง 2 ชนิด การขยายพันธุ์ของโล่ติ๊นทั้ง 2 พันธุ์ ใช้ส่วนของลำต้นเหนือพื้นดินยาวประมาณ 3-5 นิ้ว มาปักชำ 2-6 สัปดาห์ จะเริ่มออกราก (ควรเลือกเอาที่ไม่แก่หรืออ่อนเกินไป) เลือกเปลือกสีน้ำตาลอ่อน ปักชำในทราย ขี้เถ้าแกลบ (50:50) หรือใช้วิธีเพาะเมล็ดก็ได้

หางไหลเป็นพืชที่เกิดตามธรรมชาติตามป่าทั่วๆไปในภาคเหนือและภาคใต้ เป็นไม้ประเภทเครือเถาขยายพันธุ์ได้ด้วยเมล็ดและกิ่งปักชำ ในรากมีสารสำคัญคือ Rotenone มีฤทธิ์ฆ่าแมลงตายหลังจากกินเข้าไปและตายเพราะสัมผัสตัวแมลง แล้วซึมเข้าไปในตัว (เป็น Stomach และ Contact poison) ส่วนของโล่ติ๊นที่นำมาใช้ป้องกันกำจัดแมลงเป็นเถาสดหรือเถาแห้งก็ได้หรืออาจจะใช้รากก็ได้ความยาวแล้วแต่ความอวบใหญ่ของลำต้นและราก การนำมาใช้ของเกษตรกรโดยการนำรากหรือลำต้นมาทุบให้แตกมากๆ ลงแช่ในน้ำจะขาว เช่น น้ำซาวข้าว แช่น้ำไว้ 2 คืน แล้วกรองออกจะได้น้ำขุ่นสีขาว นำน้ำที่กรองได้ มาใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชและเบื่อปลา

ในต่างประเทศได้มีการนำเอารากโล่ติ๊นมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูทั้งพืชและสัตว์ โดยนำมาใช้ป้องกันกำจัดเห็บในควายน้ำ (water buffaloes) ใช้ป้องกันกำจัดหอยเชอรี่ ซึ่งเป็นศัตรูร้ายแรงของข้าวได้ดี ใช้ป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown planthopper) เพลี้ยจักจั่นสีเขียว

[1] นักวิทยาศาสตร์ 8 ว. กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษ สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ภาพที่ 1 แสดงส่วนต่างๆของโล่ติ๊น (หางไหล)

ต้นโล่ติ๊น

แปลงโล่ติ๊น

ดอกโล่ติ๊น

ช่อดอกโล่ติ๊น

รากโล่ติ๊น

รากโล่ติ๊นผึ่งลม

(green leafhopper) หนอนใยผัก (diamonback moth) และหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (corn borer) ใช้ป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ (Thrip palmi Karny) ในประเทศไทย ใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บของข้าวได้ดี

ประเทศฟิลิปปินส์ ได้ผสมปรุงแต่งสารสกัดโล่ติ๊นออกมาหลายชนิดสารสกัดโล่ติ๊นที่สกัดด้วยน้ำ มีความเป็นพิษสูงกับหนอนใยผัก *(Plutella xylostella* L.) และหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด *(Ostrinia furnacalis* G.) มีความเป็นพิษมากที่สุดกับผีเสื้อกะหล่ำปลี (Crocidolomia binotallis L.) ส่วนสารสกัดโล่ติ๊นที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ จะมีความเป็นพิษสูงกับผีเสื้อกะหล่ำปลี มวนแดงฝ้าย *(Dysdercus cingulatus* F.) หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด

ส่วนสารที่ผสมปรุงแต่ง (formulations) ออกมาความเป็นพิษสูงกับเพลี้ยอ่อน หนอนใยผัก ผีเสื้อกะหล่ำปลี มวนแดงฝ้าย ทุกๆสารสกัดและสูตรผสมปรุงแต่ง ออกฤทธิ์เป็นสารไล่ (repellent) มีความเป็นพิษสูงมากกับปลา โดยเฉพาะปลานิล *(Tilapia nilotica* L.) มีความเป็นพิษสูงมากนอกจากนี้ยังมีการผสมปรุงแต่งรากโล่ติ๊นที่บดเป็นผงออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ คือเป็นผงฝุ่น (dust) 7 ชนิด เป็นน้ำมันแขวนลอย (emulsions) 10 ชนิด และเป็นเม็ดเล็กๆ (granules) 12 ชนิด และผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก rotenone บริสุทธิ์ คือ สบู่สุนัข 8 ชนิด ผงพร้อมละลายน้ำ 7 ชนิด น้ำมันแขวนลอย 2 ชนิด และเม็ดเล็กๆ 1 ชนิด ผลิตภัณฑ์โล่ติ๊นชนิด W.P. ใช้ได้ผลดีกับเพลี้ยแป้งและพวก mungbean pest (แมลงศัตรูถั่วเขียว) เช่น beanfly (แมลงวันถั่ว), leafhopper (เพลี้ยจักจั่น) และผลิตภัณฑ์ชนิด granules ใช้ได้ผลดีกับ corn, borer (หนอนและลำต้นข้าวโพด) และ corn seedling maggot (หนอนกินต้นอ่อนข้าวโพด)

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้เก็บตัวอย่างพืชสกุล Derris มา 3 ชนิด คือ หางไหล *(Derris elliptica)*, เถาวัลย์เปรียง (*Derris seandens*) และถอบแถบทะเล *(Derris trifoliatar)* มาตรวจวิเคราะห์หาสารโรติโนน ปรากฏว่าตรวจพบสารโรติโนน ในรากหางไหล ปริมาณที่พบ 0.17-5.0% แต่ไม่พบโรติโนนในพืชอีก 2 ชนิด โดยพบในราก4.78% ในต้นมี 0.13%

หลังจากนั้นนำมาศึกษาประสิทธิภาพของหางไหล ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของรากหางไหลที่แช่ในน้ำและเหล้าขาวที่อัตราส่วน 200, 300, 400, และ 600 กรัม/น้ำ 10 ลิตร ผลพบว่าที่อัตราส่วน 300กรัม/น้ำ 10 ลิตร ให้ผลการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักและหนอนใยผัก ได้ดีกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพหางไหลในการป่องกันกำจัดแมลงถั่วฝักยาวพบว่า ใช้ได้ผลในระดับหนึ่ง แต่น้อยกว่าสารเคมี Cypermethin และ abametin นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์หางไหลยังสามารถใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชอื่นเช่น

- หนอนเจาะฝักถั่ว เช่นหนอนเจาะฝักถั่วเขียว และหนอนผีเสื้อสีน้ำเงินโดยใช้อัตราความเข้มข้น 50 – 100 ppm หรือใช้ร่วมกับสารฆ่าแมลง beta – eyfluthrin

- แมลงศัตรูพืชมะเขือเปาะ เช่นเพลี้ยจั๊กจั่นฝ้าย,เพลี้ยอ่อน ,และด้วงเต่า

- แมลงศัตรูข้าว เช่น หนอนห่อใบข้าว

- แมลงศัตรูในโรงเก็บ เช่น ด้วงถั่วเขียว

สารสกัด ระดับ 25 ส่วน ในล้านส่วนสามารถฆ่าหนอนตาย 50% ใน 2 วัน และจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่า ส่วนใหญ่เป็นสารโรติโนนและอนุพันธุ์ (โรตีนอยด์) ในปริมาณ 12% ของสารสกัด

เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพกับแมลงศัตรูข้าวโพด และผักคะน้าได้ผล ดังนี้ ตั๊กแตนในไร่ข้าวโพด โดยการนำสารสกัดจากรากโล่ติ๊นอายุ 3-5 ปี 400 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ไปฉีดพ่น เพื่อปราบตั๊กแตนข้าวโพด สามารถลดปริมาณตั๊กแตนได้ถึง 52% และถ้าใส่กากน้ำตาลลงไปในสารสกัดดังกล่าว 100 กรัม จะทำให้ลดปริมาณตั๊กแตนได้ 64%

เมื่อนำสารสกัดโล่ติ๊นมาดสอบประสิทธิภาพกับหนอนกระทู้ผักและหนอนใยผักในแปลงผักคะน้า โดยการนำสารสกัดจากรากโล่ติ๊นอายุ 2 ปี หรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 ซม. ที่บดละเอียดแล้ว หมักในน้ำ 1 คืน ในระหว่างหมักใช้ไม้คน 3-4 ครั้ง สามารถใช้ป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักและหนอนใยผักได้ดี แต่ใช้ไม่ได้ผลกับแมลงศัตรูถั่วฝักยาว

การทดสอบประสิทธิภาพ ของการสกัดโล่ติ๊นในแปลงปลูกมะเขือเปราะ โดยการนำสารสกัดจากรากโล่ติ๊นอัตรา 1 กิโลกรัม/น้ำ 20 ลิตร ไปฉีดพ่นในแปลงมะเขือเปราะที่ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร โดยใช้รากโล่ติ๊นอายุ 3 ปี เก็บมาผึ่งลมไว้เป็นเวลา 1 เดือน มาบดละเอียด เปรียบเทียบกันทุบให้แตกแล้วแช่น้ำไว้ 1 คืน นำมาพ่นแปลงมะเขือเปราะเมื่ออายุ 3 เดือนในระยะเก็บผลผลิต โดยทำการทดลองเปรียบเทียบกับการใช้สารไซฮาโลทริน (lamdacyhalothrin) อัตราการใช้ 20 ม.ล./น้ำ 20 ลิตร พบว่ารากโล่ติ๊นที่เก็บไว้ 1 เดือน แล้วนำมาทุบให้แตก ทำให้ตัวอ่อนเพลี้ยจักจั่นฝ้าย (*Amrasea bigutula*) ถูกทำลาย 63.6% แต่รากโล่ติ๊นที่เก็บไว้ เพียง 1 วัน แล้วนำมาทุบให้แตก สามารถทำลายเพลี้ยอ่อนของเพลี้ยจักจั่นฝ้ายถึง 86.3% ในขณะที่สารกำจัดแมลงไซฮาโลทรินทำให้ตัวอ่อน เพลี้ยจักจั่นฝ้ายถูกทำลายเพียง 30.5% เท่านั้น

นอกจากนั้นสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (กองวัตถุมีพิษการเกษตร) ยังได้นำมาใช้ทดสอบในแปลงปลูกผักฮ่องเต้ ผักกวางตุ้ง ผักคะน้า และผักชุนฉ่าย ในแปลงโครงการพัฒนาส่วนพระองค์สัมมากร ของกรมวิชาการเกษตร พบว่า สามารถป้องกันและกำจัดเพลี้ยอ่อนกะหล่ำ (*Lipaphis crysimi*) ได้ผล 100%

ข้อควรระวัง บางคนมีอาการแพ้ จะเกิดผื่นแดงบริเวณผิวหนังขณะจับต้องเถาโล่ติ๊น และแมลงค่อมทอง (Grun weevil) Hypomeces squamosa F. สามารถกัดกินใบอ่อนของโล่ติ๊นได้

ภาพที่ 2 รากโล่ติ๊นผึ่งลม และแปลงปลูก

รากโล่ติ๊นผึ่งลม

แปลงโล่ติ๊น

การผสมปรุงแต่งเป็นผลิตภัณฑ์ของสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้มีการสกัดสารโรติโนนจากรากหางไหล โดยใช้วิธีสกัด 3 วิธี คือ การสกัดด้วยน้ำแล้วแช่ 1 คืน สกัดด้วยเมทธานอลแช่ 1 คืน แล้วกวน 2 ชั่วโมง และกวน 4 ชั่วโมง นำทั้ง 3 วิธี มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการสกัด ปรากฏว่าการสกัดด้วยเมทธานอลทั้ง 2 วิธี ให้ผลดีกล่าวการสกัดด้วยน้ำ แต่เมื่อนำสารสกัดด้วยวิธีที่ดีที่สุดมาผสมปรุงแต่ง โดยใช้สารเพิ่มการละลาย สาร amtioxidant เพื่อดูการละลายน้ำ และการสลายตัว พบว่าสารที่ใช้เพิ่มลงไป ยังไม่สามารถหยุดยั้งการสลายตัวของโรติโนนในสารสกัดได้

ต่อมาได้มีการพัฒนาการวิจัยสูตรผสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์หางไหล โดยการหาวิธีสกัดที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สารออกฤทธิ์โรติโนนออกมาจากรากหางไหลมากที่สุด พบว่าการใช้เอทธานอล แช่ผงหางไหลเป็นเวลา 6 ชั่วโมงจะให้สารโรติโนนออกมามากที่สุด จากนั้นได้สกัดโรติโนนออกมาเป็นผลึก นำผงโรติโนนไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สูตร wetable powder (5%) ทำการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่าอัตรา 50 พีพีเอ็ม สามารถทำให้หนอนใยผักตายมากกว่า 70% ในเวลา 96 ชั่วโมง และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ชนิดผงละลายน้ำ ความเข้มข้น 5% นำไปทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นกับหนอนกระทู้หอมและเพลี้ยอ่อน โดยให้สัตว์ทดลองทั้ง 2 ชนิด ได้รับสารสกัดด้วยวิธีต่างกัน 2 วิธี คือการกิน (leaf dipped method) และพ่นตัวตาย (spraying method) พบว่าทั้งเพลี้ยอ่อนและหนอนกระทู้หอมมีอัตราการตายเมื่อได้รับสารสกัดรากหางไหลโดยวิธีการพ่นถูกตัวตายสูงกว่าการกิน สารสกัดหยาบมีฤทธิ์ต่อเพลี้ยอ่อนสูงกว่าหนอนกระทู้หอม

หลังจากนั้นนำมาพัฒนาผลิตระดับโรงงานต้นแบบโดยวิจัยการสกัดหางไหล (โล่ติ๊น) ด้วยขุดสกัดต่อเนื่องระดับโรงงานต้นแบบ ได้ขุดสกัดต่อเนื่องระดับโรงงานต้นแบบที่มีกำลังผลิตความจุวัตถุดิบ ขนาด 5 กิโลกรัม/ครั้ง ผลิตสารสกัดหยาบ ได้เป็นของแข็งปนกับของเหลว โดยเป็นชนิดแข็ง

ประมาณ 500 – 1,000 กรัม (ความเข้มข้นสาร Rotenone ประมาณ 12 – 17%) ชนิดของเหลว ประมาณ 4 – 8 ลิตร (% Rotenone ประมาณ 0.6 – 0.8% ควบคุมการทำงานของเครื่องทั้งหมดด้วยชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากันระเบิด ได้ทำการทดสอบสภาวะการเดินเครื่องที่เหมาะสม ในขั้นตอนการลดปริมาตรด้วยระบบสุญญากาศ ที่ความดันภายในเท่ากับ – 0.5 bar – gauge และที่อุณหภูมิ 42 – 50 ^{0}C ขณะนี้กำลังทำการทดสอบควบคุมปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เพื่อจะได้ผลการผลิตที่มีความสม่ำเสมอ

ภาพที่ 3 ผลิตภัณฑ์โล่ติ๊น (หางไหล)

จากการสำรวจการสลายตัวของผลิตภัณฑ์เอกชนที่วางจำหน่ายในท้องตลาด สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์โล่ติ๊นมาเก็บในสภาวะแตกต่างกัน ในช่วงระยะเวลา 8 เดือน พบว่า เก็บไว้ตากลางแดด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และเก็บไว้ในห้องปรับอากาศ ปริมาณสารโรติโนนจะลดลงหรือสลายตัวไปเท่ากัน คือ 0.61% แต่ผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่ตู้แช่แข็ง (-12° C) ในระยะเวลา 8 เดือน สารโรติโนนจะสลายไป 0.85%

สารโรติโนนไม่จำเป็นต้องเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำ จนถึงแช่แข็งเหมือนสารสกัดจากพืชอื่นๆ เช่น สะเดา rotenone เก็บที่อุณหภูมิต่ำมากๆ จะทำให้มีการเสื่อมสภาพเร็ว จึงควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องธรรมดา และที่สำคัญควรเก็บในขวดสีชา และปิดฝาให้สนิทเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นและแรงแดดผ่านเข้าไปได้

ถ้าต้องการทำให้โรติโนนที่สกัดได้จากโล่ติ๊นสามารถคงสภาพอยู่ได้นาน ให้ผสมด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้น 3.5% หรือกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 3.5% แต่นิยมใช้กรดฟอสฟอริก มากกว่า เพราะหลังจากใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชแล้วยังมีสารฟอสเฟตตกค้างอยู่ กลายเป็นปุ๋ยหรือธาตุอาหารของ

พืชต่อไป สารที่อยู่ตัวของสารออกฤทธิ์โรติโนนที่สกัดได้จากโล่ติ๊นจะอยู่ในรูปของโรติโนนฟอสเฟต สามารถเก็บได้นานกว่า 6 เดือน

ในการศึกษาความเป็นพิษของสาร rotenone พบว่ามีพิษเฉียบพลันทางปากต่อหนู (rats) LD50 132-1,500 มก./ก.ก. ความเป็นพิษทางปากต่อหนูตะเภา (guinea pig) LD50 60-1,500 มก./ก.ก. เมื่อร่างกายได้รับสาร rotenone จะเกิดอาการพิษเฉียบพลัน โดยทำให้เยื่อตาขาวอักเสบ ผิวหนังอักเสบเป็นผื่น เจ็บคอ อาเจียน เลือดคั่งในตา

สภานภาพของโรติโนน ที่พบในคนและสัตว์ เมื่อร่างกายได้รับสารโรติโนนจะถูกดูดเข้าทางผนังกระเพาะและสำไส้ ผ่านทางไขมัน และน้ำมัน แล้วไปสะสมที่ตับ ขบวนการที่เกิดขึ้นที่ตับ สารโรติโนนจะถูก metabolite ได้เป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะถูกขับออกทางเหงื่อและปัสสาวะ

สารโรติโนน จะออกฤทธิ์เหมือนพวกสารกำจัดแมลงชนิดไม่ดูดซึมเข้าสู่ต้นพืช (non-systemic) และเหมือนพวกสารกำจัดไร โดยออกฤทธิ์เป็นพิษโดยการกิน (Stomach poison) การสัมผัส (Contact poisom) และมีผลโดยตรงกับระบบทำงานในไมโตคอนเดรีย ซึ่งอยู่ภายในเซลของร่างกาย (mitochondria electron transport chain)

สารโรติโนน ในโล่ติ๊นมีความเป็นพิษต่อสัตว์ปีกในป่า โดยให้ค่า LD_{50} เป็ดป่า 2,000 mg/kg, ไก่ฟ้า LD_{50} 1,680 mg/kg และนกกระทาญี่ปุ่น LD_{50} 4,500-7,000 mg/kg

สารโรติโนนมีความเป็นพิษสูงกับปลา (96 ชั่วโมง) โดยให้ค่า LD_{50} ปลา rainbow trout 0.031 mg/l, LD_{50} ปลา Chanel catfish 0.0026 mg/l และปลา bluegill LD_{50} 0.023 mg/l, ปลานิล (T. nilotica) LD_{50} 0.008 mg/l

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสกัดและผลิตภัณฑ์โล่ติ๊นต่อลูกปลานิลขนาดลำตัว 2.5-3.0 ซม. และน้ำหนักตัว 0.31-0.52 กรัม กับขนาดลำตัว 6.35-8.14 ซม.และน้ำหนักตัว 7.3-8.1 กรัม ใช้สารสกัดของโล่ติ๊น (0.17% rotenone) และผลิตภัณฑ์โล่ติ๊นของภาคเอกชน (0.24% rotenone) ทำการศึกษาเป็นเวลา 96 ชั่วโมง โดยน้ำที่ใช้ในงานวิจัยได้ศึกษาคุณภาพและตรวจสอบปริมาณแร่ธาตุต่างๆ คือ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) คลอไรด์ (Cl) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^{-}) ซัลเฟต ($SO_4^{=}$) เพื่อต้องหาความกระด้างของน้ำที่ใช้เลี้ยงลูกปลาและใช้ในการทดลอง หาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำและหาค่าเหนี่ยวนำไฟฟ้าของน้ำ โดยได้รับความอนุเคราะห์จากการกองเกษตรเคมีในการตรวจวิเคราะห์ และน้ำนี้ได้ผ่านการตรวจหาปริมาณสารพิษชนิดออร์แกโนฟอสเฟต และไพเรทรอยด์ จากกองวัตถุมีพิษการเกษตร เช่นเดียวกับการทดลองพิษของสารสกัดสะเดา

คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการเหนี่ยวนำไฟฟ้า 280 mhos/cm ที่ 25°C และปริมาณธาตุต่ออิออน ดังนี้ Ca 2.04, Mg 0.57, Na 0.80, K 0.10, CI 0.48, HCO_3^{--} 1.00, $SO_4^{=}$ 0.90, pH 7.2 และน้ำตรวจไม่พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษชนิดออร์แกโนฟอสเฟต และวัตถุมีพิษชนิดไพเรทรอยด์

ในการทดสอบความเป็นพิษของสารโรติโนน ต่อสัตว์น้ำต่างๆ มีรายงานว่าสารโรติโนนมีความเป็นพิษต่อสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยในน้ำ (aquatic invertebrates) และตัวอ่อนของกบและลูกอ๊อด (frog larvar) และยังตรวจพบว่าโรติโนนสามารถตกค้างในปลา, กุ้งน้ำจืดหรือกุ้งนาง, หอยกาบ, หอยแมลงภู่ และตะกอนใต้น้ำ

สารโรติโนนสามารถคงสภาพอยู่ได้ในน้ำจืด ถึงแม้ว่าจะสลายตัวได้เร็วมากในแสงแดด แต่สลายตัวเร็วมากในที่ที่มีอุณหภูมิสูง

สารโรติโนนเมื่อเข้าสู่ร่างกายปลา bluegills (Lepomis macrochirus) จะเกิดการสะสมและเปลี่ยนรูปไปเป็นสาร roteniods ตัวอื่นที่ตับแล้วกลายเป็น soluble compounds และ CO_2 ซึ่งจะขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะและลมหายใจออก

สารโรติโนนมีความเป็นพิษทั้งเฉียบพลันและเรื้อรังต่อ Daphnia magna และปลา Rainbow trout และมีพิษโดยการกินเข้าไปกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

สารโรติโนนยังสามารถไปสะสมและแพร่กระจายไปยังเนื้อเยื่อ (tissue) ต่างๆ ในปลาน้ำจืด ที่อาศัยอยู่ตามเขตอบอุ่น (warmwater fishes)

นอกจากนี้สารโรติโนน ยังมีความเป็นพิษกับลูกน้ำยุงทั้ง 3 ชนิด คือ ยุงธรรมดา (Anopheles mininusT.) ยุงก้นปล่อง (Aedes egypti L.) และยุงลาย (Culex quinquefasciatus L.) (ม.มหิดล) ดังนั้นจึงเหมาะสมในการนำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดลูกน้ำยุงในแหล่งน้ำขังต่างๆ ส่วนการใช้ในแหล่งเกษตรกรรมใกล้แหล่งน้ำควรพิจารณาก่อนใช้ เพราะต้องคำนึงถึงขนาดของตัวปลาในแหล่งน้ำและความเป็นพิษกับสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในน้ำ (aquatic invertebrates) ด้วย

สารโรติโนนแตกตัวเร็วมากในดินและในน้ำมี half life 1-3 วัน สารโรติโนนไม่สามารถซึมผ่าน (leaching) จากดินชั้นหนึ่งลงสู่ดินอีกชั้นหนึ่งได้ และไม่สามารถ leaching จากดินลงสู่น้ำใต้ดิน (ground water) ได้ สารโรติโนนสลายตัวเร็วเมื่อถูกแสงแดด แต่สารโรติโนนเป็นพิษต่อสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในน้ำ (aquatic invertebrates) สารโรติโนนสลายตัวเร็วมากในแสงแดด สลายตัวเร็วมากในที่มีอุณหภูมิสูง จึงไม่พบสารพิษตกค้างของโรติโนนในพืช ค่า maximum residue limit (MRL) ที่กำหนดโดยประชาคมยุโรป (EU.) ในพืชผักและผลไม้ยอมให้มีได้ 0.05 mg/kg (ppm)

จากการทดลองของสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ค่า LD_{50} ของสารโรติโนนในสารสกัดโล่ติ๊น 0.0007 mg/l และ LD_{50} ของสารโรติโนนในผลิตภัณฑ์โล่ติ๊น 0.0008 mg/l (ขนาดลำตัว 2.5-3.0 ซม.) และ LD_{50} ของสารโรติโนนในสารสกัดโล่ติ๊น 0.008 mg/l และ LD_{50} ของสารโรติโนนใน

ผลิตภัณฑ์โล่ติ๊น 0.08 mg/l (ขนาดลำตัว 6.35-8.14 ซม.) และเมื่อนำปลาที่รอดตาย เมื่อมาศึกษาการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในสมอง พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารโรติโนน เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสจะถูกยับยั้งการสร้างมากขึ้น

สารโรติโนนสามารถออกฤทธิ์โดยไปยับยั้งการสร้างเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในสมองลูกปลานิลทำให้ระบบประสาทสั่งการได้ช้าลง ถ้ายับยั้งในปริมาณมากๆ อาจทำให้ช๊อกตายได้ การที่โรติดนนออกฤทธิ์ไปยับยั้งการสร้างเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสนี้ได้ผลเหมือนกับสารพิษ Monocrotophos ซึ่งเป็นสารพิษกลุ่ม organophosphate pesticide และสารพิษ carbosulfan ซึ่งเป็นสารพิษกลุ่ม carbamate pesticide คือ brain ChE activity ในสมองปลานิลจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารพิษเพิ่มขึ้น

เห็นได้ว่าโล่ติ๊น(หางไหล)มีศักยภาพใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ระดับหนึ่ง สามารถใช้ในแปลงถั่วฝักยาว โดยใช้ผลิตภัณฑ์หางไหล 0.005-0.01% สามารถใช้ป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วเขียว หนอนผีเสื้อสีน้ำเงิน ในแปลงกล้วยไม้ หลังจากพ่นสารสกัดหางไหลไป 4 ครั้ง สามารถลดปริมาณเพลี้ยไฟได้ 75% แต่เมื่อมีหนอนระบาดรุนแรงควรใช้ผลิตภัณฑ์หางไหลพ่นสลับกับสารฆ่าแมลง แทนที่จะใช้สารฆ่าแมลงเพียงอย่างเดียว จะเป็นการช่วยลดความเสี่ยงจากการใช้สารฆ่าแมลงเพิ่มความปลอดภัยให้กับปัจจัยการผลิตของเกษตรกร

บรรณานุกรม

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (กองวัตถุมีพิษการเกษตร) 2548. ผลงานวิชาการ เรื่อง โล่ติ๊น ของทุกทะเบียนวิจัยในปี 2541-2547

วิภา ตั้งนิพนธ์, สาวิตร วรรณพิณ, พูลสุข หฤทัยธนาสันต์, 2540. “การเกิดพิษของสารกำจัดศัตรูพืชต่อสัตว์ทดลอง” การประชุมวิชาการกองวัตถุมีพิษการเกษตร โรงแรมเฟลิกซ์ริเวอร์แคว กาญจนบุรี 8-10 กรกฎาคม 2540, 133-146

อุ่นจิตต์วรรธนะ อุดมลักษณ์, สมนึก คงทรัตน์, รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา, 2545. พิษเฉียบพลันของสารสกัดโล่ติ๊นและผลต่อเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในลูกปลานิล การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง กุมภาพันธ์ 2545. 8 หน้า.

Chandler, J.H.; Marking, L.L.; 1982. “Toxicity of rotenone to select aquatic Invertebrates and frog larvae “Progressive Fish-Culturist, 44(2), 78-80.

Dawson, V.K.;Allen. J.L.; 1988. “Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 71(6), 1094-1096.

Dawson, V.K.;Gingerich, W.H.; Davis, R.A.; Giderhus, P.A.; 1991.”Rotenone Persistence in freshwater ponds : Effects of temperature and sediment Adsorption”. North American Journal of Fisheries Management, 11(2), 226-231.

Gingerich, W.H.; Rach, J.J.; 1985. “Update, transformation, and elimination of Rotenaone by bluegills (Lepomis macrochirus) Aquatic Toxicology, 6(3), 179-186.

Http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/rotenone.htm; 1999. Z4 pp.)

Rach, J.J.; Gingerich, W.H.; 1986. “Distribution and accumulation of rotenone in tissues of warmwater fishes “Transactions of the American Fisheries Society, 115(2), p.214-219.

Rejesus, B.M.; Ocampo, V.R.; Inocencio, E.L.; 1995. “Bioassay of Derris extracts and its forulated products for insecticidal and mammalians toxicity” Derris Research Program, Dept. of Science and Technology, Phillipine Univ. p.31-82.