



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

“ การใช้สารธรรมชาติควบคุมแมลงทำลายปลาแห้ง ”

The Use of Natural Substances to Control Insect

Infestation of Dried Fish



โดย รศ.ดร. วิเชียร เฮงสวัสดิ์ และคณะ

เมษายน 2545

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การใช้สารธรรมชาติควบคุมแมลงทำลายปลาแห้ง”

The Use of Natural Substances to Control Insect Infestation of Dried Fish

คณะผู้วิจัย

รศ. ดร. วิเชียร เฮงสวัสดิ์
อ. ปรัชวาล สุกุลนันท์
ผศ.ดร. พิทยา สรวมศิริ
นายระพีพงษ์ เกษตรสุนทร
นางเยาวลักษณ์ จันท์บาง
นางสาวกรรณิกา ศรีลัย

สังกัด

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ชุดโครงการ ผลิตผลสัตว์น้ำ

บทคัดย่อ

การศึกษาแมลงศัตรูของปลาแห่งที่จังหวัดเชียงใหม่ในขณะตากแห้งพบแมลงวันที่สำคัญ คือ แมลงวันหัวเขียว (*Chrysomya megacephala*) แมลงวันหลังลาย (*Sarcophaga*) และแมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) ส่วนในขณะเก็บรักษาปลาแห้งพบด้วงหนังสัตว์ (*Dermestes maculatus*) และ ด้วงขาแดง (*Necrobia rufipes*) มากที่สุด สำหรับการทำลายของหนอนแมลงวันจะทำให้ปลาเน่า และมีกลิ่นเหม็นไม่สามารถนำไปบริโภคได้ ส่วนการทำลายของแมลงขณะเก็บรักษาในโรงเก็บของพ่อค้าปลาในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าทำให้สูญเสียน้ำหนักถึง 12.8% หลังจากเก็บรักษาไว้นาน 5 เดือน และไม่สามารถนำไปบริโภคได้

การศึกษาสารสกัดจากพืชเพื่อนำมาควบคุมแมลง จากพืชที่ทำการศึกษา 20 ชนิด พบว่า ผลดีปลี ใบน้อยหน่า เปลือกส้ม และดอกจันทน์แปดกลีบ สามารถควบคุมแมลงวันได้ดี ส่วนแมลงในโรงเก็บทั้ง 2 ชนิดนั้น พบว่า ผลดีปลี ใบน้อยหน่า เมล็ดยี่ห่วย และผลจันทน์เทศสามารถควบคุมแมลงได้ดีกว่าชนิดอื่นๆ ดีปลีนอกจากมีผลในการฆ่าแมลงแล้วยังพบว่า สามารถขับไล่แมลง (repellent) ได้ด้วยเช่นเดียวกับน้ำมันทานตะวันและน้ำมันมะพร้าว

เนื่องจากพืชที่นำมาทดลองโดยเฉพาะดีปลีเป็นพืชสมุนไพรที่มีการนำมาใช้เป็นอาหารและยาเป็นประจำ แม้ว่าดีปลีจะมีผลต่อการตายของลูกปลา แต่จะไม่มีพิษต่อคน นอกจากนี้ยังไม่มีผลต่อคุณภาพทางอาหารเมื่อนำไปทอดเพื่อบริโภคด้วย

Abstract

Insect pests of dried fish both in drying and storing stages were studied in Chiang Mai Province. Three flies species of significance during drying fish were blow flies, *Chrysomya megacephala*, Sarcophaga and house flies (*Musca domestica*). The hide beetle, *Dermestes maculatus* and the red legged ham beetle, *Necrobia rufipes* caused serious damage to dried fish during storage. In both stages, losses due to these insects in both quantity and quality were significant. The flies caused quality damage very fast and cannot made use for consumption. Losses during storage was as high as 12.8% after 5 months in the local market storage resulting in low quality that cannot be used as food.

Twenty species of plants were extracted and tested for their efficiency in controlling insects. It was found that Long Pepper fruit, Custard Apple leaf, Citrus peel and flower shown highly effective in controlling 2 species of flies and Long Pepper fruit, Custard Apple leaf, *Ocimum basilicum* Linn. Seed and Nutmeg fruit controlling 2 beetle species of stored dried fish. Long Pepper also shown repellency activities to these insects similar to sunflower oil and coconut oil. Long Pepper, a medicinal plant will not be harm for human consumption and also not have adverse effects on quality for consumption.

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

(Executive summary)

ผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำพบว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากรายงานของกรมประมง ปี 2539 ส่งออกสัตว์น้ำมีมูลค่ารวมถึง 110,781,306,000 บาท เฉพาะปลาสดที่ส่งออกมูลค่า 485,646,000 บาท ปลาสดแช่แข็งมูลค่า 9,573,980,000 บาท ปลาเค็ม ปลาแห้ง ปลารมควัน มูลค่า 801,145,000 บาท นับว่าผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำทำรายได้เข้าประเทศในแต่ละปีเป็นมูลค่ามหาศาล สำหรับปลาแห้งปัญหาที่พบเป็นประจำคือการเข้าทำลายของแมลงทั้งในระยะตากแห้งและระยะการเก็บรักษาเพื่อรอการบริโภคหรือการจำหน่าย ซึ่งทำให้เกิดผลเสียหายโดยตรงและทางอ้อมทั้งด้านปริมาณโดยทำให้สูญเสียน้ำหนักและด้านคุณภาพของปลาเช่นทำให้เกิดกลิ่นเหม็น เน่าและไม่เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค นอกจากนี้ยังอาจเกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม ปัญหาสุขภาพต่อผู้บริโภคเนื่องจากการใช้สารเคมีและยาฆ่าแมลงอีกด้วย

เนื่องจากปัญหาการเข้าทำลายของแมลงดังกล่าวข้างต้น การศึกษาหาหนทางในการควบคุมแมลงที่เข้าทำลายปลาแห้งทั้งระยะตากแห้งและระยะเก็บรักษาโดยใช้วิธีที่ปลอดภัยมากที่สุดต่อสภาพแวดล้อมและผู้บริโภคจึงเป็นเรื่องรีบด่วน ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดศึกษาการควบคุมแมลงดังกล่าว ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์คือ

1. ศึกษาชนิดของแมลงที่เข้าทำลายปลาแห้งในระหว่างตากแห้งและเก็บรักษา และระดับการทำลายของแมลงที่สำคัญในระดับห้องปฏิบัติการ
2. ให้ได้ชนิดของพืชที่มีคุณสมบัติในการควบคุมแมลงในปลาแห้ง และทดสอบประสิทธิภาพของพืชที่คัดเลือกไว้ในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้งในระยะตากแห้งและเก็บรักษา
3. ศึกษาวิธีสกัดสารจากพืชที่ผ่านการคัดเลือกแล้วในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบ (Formulation) ของสารที่สะดวกในการใช้งาน
4. วิเคราะห์ระดับของการใช้สารเพื่อควบคุมแมลงในปลาแห้งที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค
5. ประเมินการยอมรับของผู้บริโภคเบื้องต้น

จากการศึกษาแมลงที่เข้าทำลายปลาแห้งขณะตากแห้งพบว่า มี แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มากที่สุด รองลงมาคือ แมลงวันหลังลาย (*Sarcophaga*) และแมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) ส่วนในขณะเก็บรักษาพบด้วงหนังสัตว์ (*Dermestes maculatus*) มากที่สุด รองลงมาคือ ด้วงขาแดง (*Necrobia rufipes*)

ความเสียหายที่เกิดจากแมลงวันหัวเขียวรุนแรงมากทำให้คุณภาพเสียไม่สามารถนำไปบริโภคได้ ส่วนความเสียหายในขณะเก็บรักษาพบว่าด้วงหนังสัตว์ (*Dermestes maculatus*) และด้วงขาแดง (*Necrobia rufipes*) ทำให้ปลาแห้งสูญเสียน้ำหนัก 12.48 % หลังจากเก็บรักษานาน 5 เดือน และสูญเสียคุณภาพไม่สามารถนำไปบริโภคได้ภายใน 6 เดือน

จากการนำสารสกัดจากพืช 20 ชนิด พบว่า พืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงวันหัวเขียว ได้แก่ ผลดีปลี ใบน้อยหน่า เปลือกส้ม และดอกจันทน์แปดกลีบ ตามลำดับ ในการทดสอบคุณสมบัติในการขับไล่แมลงวัน พบว่า สารสกัดหยาบจากดีปลี 5% ในอะซิโตนมีฤทธิ์ในการไล่แมลงถึง 91.12% และยังพบว่าน้ำมันทานตะวันและน้ำมันมะพร้าวสามารถขับไล่แมลงศัตรูได้สูงถึง 82.49% และ 78.51% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาความเป็นพิษกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้ลูกปลานิลในการทดสอบ พบว่า สารสกัดจากผลดีปลีทำให้ลูกปลานิลตาย 100% แต่เนื่องด้วยดีปลีเป็นพืชสมุนไพร ใช้เป็นยาและอาหารจึงไม่น่าจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ในการประเมินการยอมรับด้านคุณภาพของปลาแดดเดียวโดยสังเกตจากรสชาติ ลักษณะเนื้อปลา และกลิ่น พบว่าปลาแดดเดียวที่ใช้สารสกัดจากผลดีปลีไม่มีความแตกต่างไปจากชุดควบคุม

สารบัญ

บทนำ	1
วัตถุประสงค์โครงการ	3
การสำรวจชนิดของแมลงทำลายปลาแห้ง	4
1. แมลงศัตรูปลาแดดเดียวระหว่างการตาก	4
2. แมลงศัตรูปลาแห้งระหว่างการเก็บรักษา	8
ประเมินความเสียหายของปลาแห้งที่เกิดจากการทำลายของแมลงในขณะเก็บรักษา และระหว่างหมักเกลือ	
1. การศึกษาความเสียหายของปลาหมักเกลือ	11
2. ความเสียหายของปลาแห้งรมควันในโรงเก็บ	12
3. การศึกษาความเสียหายของปลาแห้งจากการเข้าทำลายของด้วงขาแดง	16
4. การศึกษาความเสียหายของปลาแห้งจากการเข้าทำลายของด้วงหนังสัตว์	17
การเตรียมสารสกัดหยาบจากพืช	19
ทดสอบประสิทธิภาพของพืชและ/หรือสารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงทำลายปลา ในขณะตากแห้งและเก็บรักษา	26
1. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลงวันหัวเขียว <i>Chrysomya</i> <i>megacephala</i> , ด้วงหนังสัตว์ (<i>Dermestes maculatus</i> De Geer) และด้วงขาแดง (<i>Necrobia rufipes</i> De Geer)	26
2. การทดสอบคุณสมบัติในการไล่แมลงวัน ของสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อ แมลงวันหัวเขียว <i>Chrysomya megacephala</i>	27
3. ศึกษาพิษทางสัมผัสกับแมลงศัตรูปลาแห้งขณะเก็บรักษา	38
4. ศึกษาวิธีการสกัดสารจากพืชและรูปแบบของสารที่สะดวกในการใช้งาน	42
5. การทดสอบคุณสมบัติในการขับไล่แมลงศัตรูปลาแห้งในขณะเก็บรักษา	42
การศึกษาระดับความเป็นพิษกับสิ่งแวดล้อมของสารสกัดจากธรรมชาติ	44
การประเมินการยอมรับ ด้านคุณภาพของปลาแห้งที่ใช้ทดสอบ	47
สรุป	50
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก	54

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กรงกับดักแมลง	5
2 การเก็บตัวอย่างแมลงวันจากธรรมชาติมาทำให้สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วจึงนำมาจำแนกชนิดของแมลงวัน	5
3 แมลงวันชนิดต่างๆ ที่สำรวจพบ ก. <i>Chrysomya megacephala</i> ข. <i>C. lucilia</i> ค. <i>C. rufifacies</i>	6
4 ก. แสดงชนิดของแมลงวันที่พบบนปลาช่อนสดตากกลางแจ้ง ในเดือนธันวาคม 2543 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	7
4 ข. แสดงชนิดของแมลงวันที่พบบนปลาช่อนสดตากกลางแจ้ง ในเดือนมีนาคม 2544 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	7
4 ค. แสดงชนิดของแมลงวันที่พบบนปลาสดตากกลางแจ้ง ในเดือนมกราคม 2544 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	8
5 ดัชนีสัตว์ที่พบอยู่ในเนื้อปลาแห้ง	9
6 ตัวอย่างระยะต่างๆ ของดัชนีสัตว์และดักแด้ที่พบในปลาแห้งชนิดต่างๆ	9
7 ตัวเต็มวัยดัชนีสัตว์	9
8 แสดงจำนวนแมลงวันหัวเขียว <i>Chrysomya megacephala</i> ที่ดักได้ในช่วงเวลาต่างๆ จาก ปลาช่อนและปลาสดแดดเดียว	10
9 ลักษณะความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันบนปลาทูน่าเกลือ	12
10 ปลาช่อนแห้งรมควันนำไปทดลองวางเก็บรักษาในโรงเก็บที่ตลาดต้นลำไย อ. เมือง จ. เชียงใหม่ เป็นเวลา 6 เดือน	13
11 การสูญเสียน้ำหนักของปลาแห้งขณะเก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ ณ ตลาดต้นลำไย อ. เมือง จ. เชียงใหม่ ธันวาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	14
12 ปลาช่อนแห้งที่นำไปเก็บไว้ในโรงเก็บเป็นเวลา 5 เดือน พบดัชนีสัตว์และตัวขาแดงเข้าทำลาย	15
13 ปลาช่อนแห้งที่นำไปเก็บไว้ในโรงเก็บเป็นเวลา 6 เดือน พบดัชนีสัตว์และตัวขาแดงเข้าทำลายมีกลุ่มของเชื้อรากระจายอยู่ทั่วไป	15
14 ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ	21
15 ตัวอย่างพืชที่นำมาสกัดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้ง	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
16 การจับแมลงวันหัวเขียวที่ทำการเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการนำมาทดสอบกับสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ	27
17 ขวดทดลองพิษสัมผัสของสารสกัดจากพืชที่เคลือบอยู่ที่ผิวขวด	28
18 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว <i>Chrysomya megacephala</i> เมื่อสัมผัสสารสกัดจากพืชชนิดต่าง ๆ 24 ชั่วโมง	29
19 การฉีดพ่นสารสกัดจากพืชบนตัวปลาก่อนนำไปตากในการทดสอบคุณสมบัติในการไล่แมลงวัน	33
20 น้ำมันชนิดต่างๆ ที่นำมาใช้ฉีดพ่นป้องกันหรือขับไล่แมลงวันหัวเขียว	33
21 การทดลองตากปลาที่ใช้สารสกัดจากดีปลี ส้ม และน้อยหน่า ในการขับไล่แมลงวันในตลาดประตูก้อม อ. เมือง จ. เชียงใหม่	35
22 ปลาช่อนตัดแต่งที่ใช้สารสกัดจากส้มฉีดพ่นก่อนตาก ณ ตลาดประตูก้อม อ. เมือง จ. เชียงใหม่	35
23 ปลาช่อนตัดแต่งที่ใช้สารสกัดจากน้อยหน่าฉีดพ่นก่อนตาก ณ ตลาดประตูก้อม อ. เมือง จ. เชียงใหม่	36
24 ปลาช่อนตัดแต่งที่ใช้สารสกัดจากดีปลีฉีดพ่นก่อนตาก ณ ตลาดประตูก้อม อ. เมือง จ. เชียงใหม่	36
25 ปลาช่อนตัดแต่งที่ไม่ใช้สารสกัด (control) ฉีดพ่นก่อนตาก ณ ตลาดประตูก้อม อ. เมือง จ. เชียงใหม่	37
26 แสดงจำนวนแมลงวันหัวเขียวต่อแผงในเวลาต่างๆ	37
27 การทดสอบพิษสัมผัสของสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อดังหนัสดำ(Dermestes maculatus)	39
28 เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงหนัสดำ <i>Dermestes maculatus</i> และ <i>Necrobia rufipes</i> จากการสัมผัสสารสกัดจากพืช 5 เปอร์เซ็นต์ 20 ชนิดในห้องปฏิบัติการ	40
29 การทดสอบคุณสมบัติการไล่แมลงโดยใช้ดีปลีละลายด้วยสุราขาว	43
30 การทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อลูกปลานิล ด้วยวิธีละลายสารสกัดลงในน้ำ	44
31 การทดสอบพิษของสารสกัดจากธรรมชาติที่มีผลต่อลูกปลานิล	45
32 ตัวอย่างปลาช่อนแฉะเดียวที่ชุบด้วยสารสกัดจากเปลือกส้มเปรียบเทียบกับชุดควบคุม	47
33 ตัวอย่างปลาแฉะเดียวที่ชุบด้วยสารสกัดจากดีปลี (ข.) น้อยหน่า (ค.) เปลือกส้ม (ง.) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ก.)	48

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. จำนวนแมลงวันหัวเขียว <i>Chrysomya megacephala</i> ที่ดักได้ในช่วงเวลาต่างๆ จากปลาช่อนและปลาสดแดดเดียว	10
2. การสูญเสียน้ำหนักของปลาแห้งขณะเก็บรักษาในช่วงเวลาต่างๆ ณ ตลาดต้นลำไย อ. เมือง จ. เชียงใหม่ ธันวาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	14
3. เปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักของปลาแห้งเมื่อ 30 วัน หลังจากการเข้าทำลายของตัวหนอนดั่งขาแดง	16
4. เปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักของปลาแห้งเมื่อ 30 วัน หลังจากการเข้าทำลายของตัวเต็มวัยดั่งขาแดง	17
5. แสดงอัตราการทำลายของด้วงหนังสัตว์ตั้งแต่ฟักจากไข่จนถึงตัวเต็มวัย	18
6. พืชชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้งจำแนกตามตระกูล (family)	23
7. รายชื่อพืชที่นำมาสกัดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้ง	24
8. แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของแมลงวันหัวเขียวเมื่อสัมผัสสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ	30
9. แสดงผลในการขับไล่แมลงวันของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการตากปลาช่อนแดดเดียวและสำรวจแมลงที่เข้ารบกวนโดยใช้กับดัก	32
10. แสดงจำนวนแมลงวันหัวเขียวต่อแผง	38
11. เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงหนังสัตว์ <i>Dermestes maculatus</i> และ <i>Necrobia rufipes</i> จากการสัมผัสสารสกัดจากพืช 20 ชนิดในห้องปฏิบัติการ	41
12. ชนิดของแมลงและจำนวนแมลงโดยเฉลี่ยในการทดสอบคุณสมบัติขับไล่แมลงโดยใช้ดีปี้ลละลายด้วยสุราขาว	43
13. เปอร์เซ็นต์การตายของลูกปลานิลเมื่อสัมผัสสารสกัดจากดีปี้ลในระดับความเข้มข้นต่างๆ	45
14. เปรียบเทียบคุณสมบัติของปลาที่ใช้สารสกัดชนิดต่างๆ หลังจากทอดเป็นอาหาร	49
ตารางภาคผนวก	54

การใช้สารธรรมชาติควบคุมแมลงทำลายปลาแห้ง

บทนำ

ผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำนั้นมีความสำคัญต่อรายได้ของประชากรและของประเทศค่อนข้างมาก เห็นได้จากสถิติของกรมประมงปี 2539 รายงานว่าการส่งออกสัตว์น้ำมีมูลค่ารวมถึง 110,781,306,000 บาท เฉพาะปลาสดที่ส่งออกในปีเดียวกันมีจำนวนประมาณ 5,877 ตัน (มูลค่า 485,646,000 บาท) โดยส่งออกในรูปปลาสดแช่แข็งประมาณ 306,833 ตัน (มูลค่า 9,573,980,000 บาท) ปลาเค็ม (salted fish) ปลาแห้ง(dried fish) ปลารมควัน (smoked fish) จำนวน 18,858 ตัน คิดเป็นมูลค่า 801,145,000 บาทแต่ขณะเดียวกันประเทศไทยก็มีการนำเข้าปลาทำเค็มตากแห้งและปลารมควันในปี 2539 ประมาณ 1,514 ตัน (มูลค่า 64,450,000 บาท) ตัวเลขดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการทำปลาเค็ม ปลาแห้งและปลารมควันมีผลต่อเศรษฐกิจของประเทศปีหนึ่ง ๆ มูลค่าเกือบหนึ่งพันล้านบาท

ปัญหาที่พบเป็นประจำในการทำปลาแห้ง คือการเข้าทำลายของแมลงทั้งในระยะตากแห้งและในระยะเก็บรักษาไว้เพื่อรอจำหน่าย หรือรอบริโภค การเข้าทำลายของแมลงนี้เป็นการสูญเสียทั้งในด้านปริมาณ (quantity) และในด้านคุณภาพ (quality) แมลงที่พบเป็นประจำในระยะตากแห้ง ได้แก่ แมลงวันหัวเขียว (blow fly) และแมลงวันบ้าน (house fly) ซึ่งตัวเต็มวัยของแมลงวันจะวางไข่บนปลาระหว่างตากแห้ง และเมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอนก็จะกินเนื้อปลาทำให้น้ำหนักลด และไม่น่ารับประทาน Meynell (1978) รายงานว่าความเสียหายของปลาในระยะตากแห้งมีถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความเสียหายนี้ในประเทศไทยยังไม่มีรายงาน ส่วนแมลงที่เข้าทำลายในระยะเก็บรักษา ได้แก่ ขมวน (*Dermestes maculatus*) และด้วงขาแดง (*Necrobia rufipes*) (Haines and Rees, 1989) และ Guillon (1976) ได้รายงานความเสียหายในระยะเก็บรักษาไว้สูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ในปี 1963 Rollings และ Hayward (1963) รายงานความเสียหายเนื่องจากตัวขมวนไว้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ในระยะเก็บรักษา และ Awoyemi (1991) และ Golob et al (1987) รายงานความเสียหายระหว่างเก็บรักษาปลาแห้งไว้ประมาณ 10 – 20% ภายในเวลา 6 เดือน ความเสียหายที่เกิดขึ้นนับว่าสูงมาก ซึ่งถ้าสามารถลดการทำลายนี้ลงได้ก็จะทำให้มีอาหารแก่มนุษย์เพิ่มขึ้นได้มาก ส่วนในประเทศไทยยังไม่ปรากฏว่ามี รายงานจากการศึกษาในเรื่องนี้

นอกจากผลเสียที่เกิดขึ้นกับปลาเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงโดยตรงแล้ว การใช้สารเคมีสังเคราะห์เพื่อควบคุมหนอนแมลงวันและแมลงอื่นในขณะเก็บรักษา โดยวิธีพ่นยาฆ่าแมลง จุ่มหรือใช้ยาฆ่าแมลงชนิดผงโรยบนตัวปลา เช่น ใช้ยาฆ่าแมลง Dipterex, Pirimiphos-methyl และกลุ่ม Pyrethroids เช่น Deltamethrin และ Cypermethrin ยังส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคด้วย และหลาย

ประเทศไม่อนุญาตให้ใช้สารเคมีสังเคราะห์กับปลา แต่ FAO/WHO ได้ยินยอมให้ใช้สารเคมีสังเคราะห์บางชนิดที่ปลอดภัยกับปลาได้ เช่น ใช้ Pirimiphos-methyl หรือใช้สาร Pyrethrum ร่วมกับ Piperonyl butoxide แต่ว่าจะต้องแน่ใจว่าสารพิษตกค้างจะไม่เกินจำนวนที่ FAO/WHO Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR) ปี 1984 กำหนดไว้ เช่น Maximum Residue Limit (MRL) ของ Deltamethrin 1 mg./kg. Permethrin 2 mg./kg. Pirimiphos-methyl 10 mg./kg. Chlorpyrifos-methyl 10 mg./kg. Etrimphos 10 mg/kg. Piperonyl butoxide 20 mg./kg. Pyrethrin 3 mg./kg. เป็นต้น แต่เนื่องจากผู้ปฏิบัติยังขาดความรู้ในการจัดการที่ถูกต้อง จึงทำให้การใช้ยาฆ่าแมลงในประเทศไทยมักมีสารพิษตกค้างสูงกว่าที่กำหนด และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคที่อาจจะได้รับสารพิษเข้าร่างกายทุกวัน ดังเช่นที่เป็นข่าวในหน้าหนังสือพิมพ์ว่ามีการใช้ยาฆ่าแมลงกับปลาแห้งอย่างไม่ถูกต้อง และมีความเป็นไปได้สูงมากที่ผู้รู้เท่าไม่ถึงการณ์ได้นำยาฆ่าแมลงที่ใช้ในการเกษตรหรือยาฆ่าแมลงสำหรับใช้กับพืชไปใช้กับปลาแห้งซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคอย่างมาก

เนื่องจากการใช้ยาฆ่าแมลงกับปลาแห้งมีผลต่อสุขภาพผู้บริโภคอย่างยิ่ง การศึกษาวิธีควบคุมแมลงอย่างปลอดภัยและมีความเป็นไปได้สูงในทางปฏิบัติ จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่ต้องทำอย่างเร่งด่วน เช่น การใช้ส่วนของพืชและสารสกัดจากพืชมาควบคุมแมลง เนื่องจากสารที่ได้จากพืชหลายชนิดสลายตัวเร็วและไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภค เช่น พืชสมุนไพร ซึ่งหลายชนิดเป็นอาหารประจำวันอยู่แล้ว Asastyasih และ Madden (1986) ได้ทดสอบสารสกัดจากพืชหลายชนิดเพื่อควบคุมแมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) และแมลงวันหัวเขียว (Blow fly) ที่บินมาตอมและวางไข่บนปลาขณะตากแห้งพบว่า พืชที่นำมาศึกษาหลายชนิดสามารถควบคุมแมลงได้ เช่น powdered sugar apple, custard apple, tumeric, coriander, ginger, white pepper, cinamon, cumin, cloves, nutmeg, tamarind, star fruit, bay leaves, rosemary, aniseed, garlic และอื่นๆ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีรายงานการศึกษาการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมการทำลายของแมลงบนปลาแห้ง

นอกจากการใช้สารสกัดจากพืชแล้วการใช้น้ำมันพืชก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถควบคุมแมลงทำลายปลาแห้งได้และปลอดภัยต่อผู้บริโภค Don Pedro ปี 1989, 1990 รายงานว่าชาวประมงในประเทศไนจีเรียทาปลาแห้งด้วยน้ำมันถั่วลิสงและน้ำมันพืชเพื่อป้องกันการทำลายของแมลงและเพื่อความสวยงาม ในตลาดปลาสดที่ Senegal จะทาปลาแห้งด้วยน้ำมันพืชเช่นกัน (Wood, 1982) Don Pedro (1989) ได้ศึกษาน้ำมันจากถั่วลิสง มะพร้าว ปาล์ม และจากตับปลาฉลาม โดยทดสอบกับ *D. maculatus* ในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลา trout แห้ง พบว่ามีผลที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงได้เมื่อใช้ในอัตรา 112 ml/kg. นอกจากนี้ ได้ศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันถั่วลิสง และน้ำมันมะพร้าวโดยวิธีการหยด (topical application) บนแมลงตัวอ่อนและตัวเต็มวัย พบว่าไม่เป็นพิษต่อแมลงทั้ง 2 ระยะ และยังพบว่าน้ำมันไม่เป็นสารยับยั้งการกิน (antifeedant) ของ *D.*

maculatus ด้วย แต่อย่างไรก็ตามเขาพบว่าน้ำมันที่อัตรา 37 ml/kg. จะลดการวางไข่ของตัวเต็มวัย โดยการทาที่ผิวของตัวปลา

Mathen *et. al.* 992) ศึกษาสารฆ่าแมลงจากน้ำมันจากเปลือกมะม่วงหิมพานต์ น้ำมันจาก มะพร้าว, สะเดา, ปาล์ม, gingelly, mustard, sunflower, safflower, castor seed, rice bran, ground nut และ hydnocarpus พบว่า mustard oil เป็นสารขับไล่ (repellents) แมลงดีที่สูด รองลงมาคือ hydnocarpus, sunflower และ cashew

จากผลการศึกษาทดลองในต่างประเทศ แสดงให้เห็นถึงช่องทางในการควบคุมแมลงเข้าทำลาย ปลาแห้งโดยไม่ใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์ ซึ่งการใช้สารเคมีสังเคราะห์จะมีอันตรายต่อผู้บริโภคสูงถ้า จัดการไม่ถูกต้อง แต่ในประเทศไทยยังมีการศึกษาด้านนี้น้อยมาก จึงนับว่ามีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่จะต้องทำการศึกษาวิจัย เพื่อหาวิธีที่ปฏิบัติได้ง่ายก่อนที่จะเป็นอันตรายอย่างกว้างขวางต่อผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาชนิดของแมลงที่เข้าทำลายปลาแห้งในระหว่างตากแห้งและเก็บรักษา และระดับ การทำลายของแมลงที่สำคัญในระดับห้องปฏิบัติการ
2. ให้ได้ชนิดของพืชที่มีคุณสมบัติในการควบคุมแมลงในปลาแห้ง และทดสอบประสิทธิภาพ ของพืชที่คัดเลือกไว้ในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้งในระยะตากแห้งและเก็บรักษา
3. ศึกษาวิธีสกัดสารจากพืชที่ผ่านการคัดเลือกแล้วในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการ พัฒนารูปแบบ (Formulation) ของสารที่สะดวกในการใช้งาน
4. วิเคราะห์ระดับของการใช้สารเพื่อควบคุมแมลงในปลาแห้งที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค
5. ประเมินการยอมรับของผู้บริโภคเบื้องต้น

1. การสำรวจชนิดของแมลงทำลายปลาแห้ง

การศึกษาชนิดของแมลงที่เข้าทำลายปลาแห้งทำ 2 ระยะ คือ ระยะปลาแห้งรมควันและปลาหมักเกลือแล้วตากแห้งหรือปลาแดดเดียว ในขั้นตอนการทำปลาแดดเดียวโดยการหมักเกลือและนำไปตาก ผู้ผลิตมักประสบปัญหาการเข้าไปวางไข่ของแมลงในระหว่างการตากอยู่เป็นประจำ เมื่อไข่ของแมลงฟักออกเป็นตัวหนอนแล้วก็จะเจาะ กัดกินเนื้อปลาที่ตากทำให้น้ำหนักสูญเสียไปและคุณภาพไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้เมื่อตากปลาแห้งแล้วยังมีแมลงอีกหลายชนิดเข้าทำลายในระยะเก็บรักษาเพื่อรอจำหน่าย หรือรอการบริโภคทำให้เกิดการสูญเสียทั้งน้ำหนักและคุณภาพเช่นกัน การสำรวจชนิดของแมลงทั้ง 2 ระยะจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบเพื่อประโยชน์ในการควบคุมต่อไป

1.1 แมลงศัตรูปลาแดดเดียวระหว่างการตาก

วิธีการทดลอง

การสำรวจแมลงศัตรูที่พบในขั้นตอนการตาก โดยนำปลาช่อนและปลาสลิดชำแหละชนิดที่เตรียมสำหรับหมักเกลือ ปลาช่อนมีน้ำหนักตัวประมาณ 300 กรัม นำผ่าครึ่งตามยาวไม่คลุกเกลือ ตัดไส้ปลาออก นำปลาไว้ในถาดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ในปลาสลิดมีความยาวลำตัวประมาณ 15 เซนติเมตร ตัดหัว แยกไส้ปลาออกคลุกเกลือ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ใช้ปลา 1 – 2 ตัวใส่จานตากไว้กลางแจ้งโดยมีก๊าดักแมลงวันขนาด 30.5 X 30.5 X 27 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ภาพที่ 1) วางสูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร ตั้งแต่เวลา 9.00 – 14.00 นาฬิกา แต่ละครั้งทำ 4 ก๊าดัก

เก็บแมลงวันที่พบทุกชนิดในก๊าดัก ทำให้สลับด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ภาพที่ 2) จากนั้นนำไปเก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปจำแนกชนิดและตรวจนับปริมาณแมลงวันที่พบในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 1 กรงกับดักแมลง



ภาพที่ 2 การเก็บตัวอย่างแมลงวันจากธรรมชาติมาทำให้สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วจึงนำมาจำแนกชนิดของแมลงวัน

ผลการทดลอง

ทำการสำรวจชนิดแมลงวันที่พบในการตากปลาช่อนแดดเดียวในเดือนธันวาคม 2543 และเดือนมีนาคม 2544 และในปลาสดในเดือนมกราคม 2544 พบแมลงวันที่ดักจับได้จากกับดัก คือแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เป็นส่วนใหญ่ ตั้งแต่ 69 ถึง 82 เปอร์เซ็นต์จากการทดลอง 4 ซ้ำ ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกันกับการทดลองของ Rattagool และ Methatip (1988) ที่พบแมลงวันหัวเขียว *C. megacephala* เป็นส่วนใหญ่ ส่วนแมลงวันชนิดอื่นๆ ที่พบได้แก่ *Musca domestica*, *Sarcophaga*, *Fannia*, *Rhininae* และบางชนิดที่ไม่สามารถจำแนกได้ในวงศ์ Muscidae และจากการสำรวจจำนวนแมลงวันหัวเขียวที่เข้ามาตอมปลาแดดเดียวในช่วงเวลาต่างๆ จำนวน 5 ครั้ง คือการทดลองในปลาช่อน เมื่อเดือนธันวาคม 2543 จำนวน 2 ครั้ง มีนาคม 2544 จำนวน 1 ครั้ง และมิถุนายน 2544 จำนวน 1 ครั้ง และในปลาสดแดดเดียว เมื่อเดือนมกราคม 2544 จำนวน 1 ครั้ง โดยแมลงวันหัวเขียวจะเข้ามาบกรวน และเพิ่มปริมาณมากขึ้นในช่วงบ่าย และพบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้มากที่สุดที่กับดักเหนือภาชนะที่ตากปลาทั้ง 2 ชนิดโดยแมลงวันหัวเขียว *C. megacephala* สูงสุด 91 ตัวต่อกับดักในการตากปลาช่อน เมื่อเวลา 15:00 นาฬิกา และ พบ 23 ตัวในปลาสดแดดเดียวที่เวลา 13:00 นาฬิกา (ภาพที่ 8 และ ตารางที่ 1)



ก.

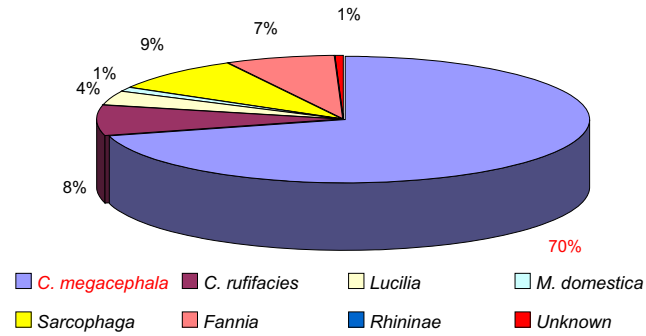


ข.

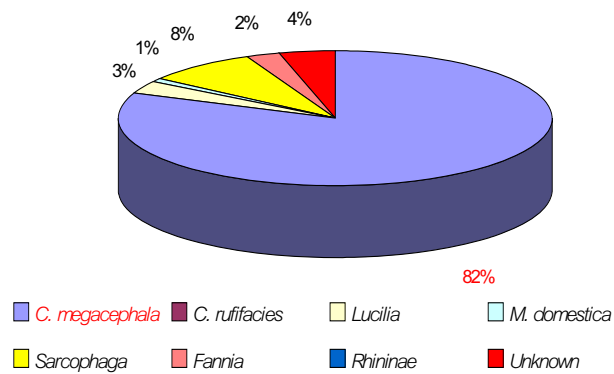


ค.

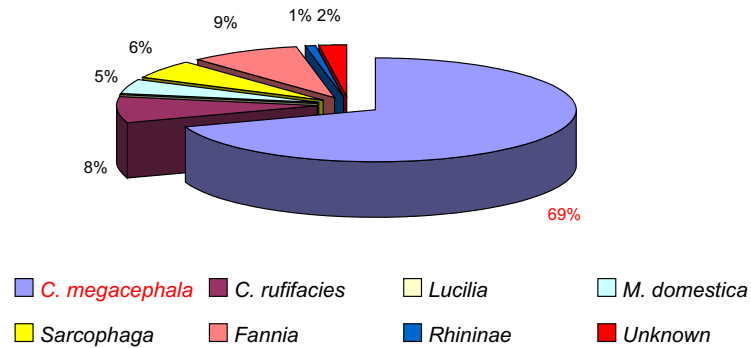
ภาพที่ 3 แมลงวันชนิดต่างๆ ที่สำรวจพบ ก. *Chrysomya megacephala* ข. *C. lucilia*
ค. *C. rufifacies*



ภาพที่ 4 ก. แสดงชนิดของแมลงวันที่พบบน/ลาช่อนสดตากกลางแจ้ง ในเดือนธันวาคม 2543
ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ภาพที่ 4 ข. แสดงชนิดของแมลงวันที่พบบน/ลาช่อนสดตากกลางแจ้ง ในเดือนมีนาคม 2544
ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ภาพที่ 4 ค. แสดงชนิดของแมลงวันที่พบบนพลาสติกสดตากกลางแจ้ง ในเดือนมกราคม 2544 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.2 แมลงศัตรูปลาแห่งระหว่างการเก็บรักษา

วิธีการทดลอง

ทำการสำรวจแมลงศัตรูปลาแห่งที่พ้อค้านามาเก็บไว้รอการจำหน่ายจากตลาดต้นลำไย อ. เมือง จ. เชียงใหม่ ได้แก่ ปลาช่อนแห้ง ปลาตุ๋นแห้ง และสำรวจปลาสร้อยแห้งจาก อ. เมือง จ. สุโขทัย และทำการจำแนกชนิดของแมลงที่พบในปลาแห้งชนิดต่างๆ

ผลการทดลอง

ผลการสำรวจพบว่า แมลงศัตรูปลาแห้งชนิดต่างๆ ได้แก่ ปลาช่อนแห้ง ปลาตุ๋น และปลาสร้อย พบด้วงหนังสือ (ภาพที่ 5) และด้วงขาแดง เข้าทำลายปลาแห้ง โดยพบด้วงหนังสือเป็นส่วนใหญ่ (ภาพที่ 7)

Dobie, P. et al. (1984) ได้รายงานว่ ในปลาน้ำจืดที่นำมาทำปลาแห้งจะพบการเข้าทำลายของด้วงหนังสัตว์ (*Dermestes maculatus*) เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีปริมาณเกลือต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5 ด้วงหนังสัตว์ที่พบอยู่ในเนื้อปลาแห้ง



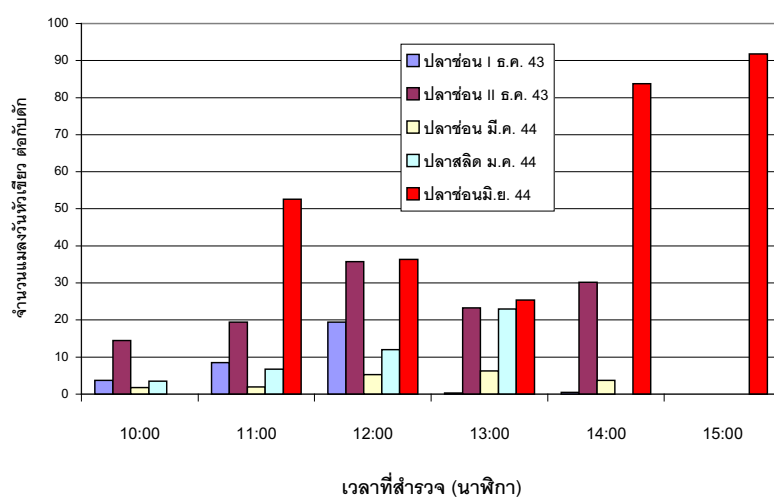
ภาพที่ 6 ตัวอ่อนระยะต่างๆ ของด้วงหนังสัตว์และดักแด้ที่พบในปลาแห้งชนิดต่างๆ



ภาพที่ 7 ตัวเต็มวัยด้วงหนังสัตว์

ตารางที่ 1 จำนวนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่ดักได้ในช่วงเวลาต่างๆ จากปลาช่อนและปลาสดแคตเตีย

	จำนวนแมลง/กับดัก					
	10.00 น.	11.00 น.	12.00 น.	13.00 น.	14.00 น.	15.00 น.
ปลาช่อน I. ธ.ค. 43	3.75	8.5	19.5	0.25	0.5	0
ปลาช่อน II. ธ.ค. 43	14.5	19.5	35.75	23.25	30.25	0
ปลาช่อน มี.ค. 44	1.75	2	5.25	6.25	3.75	0
ปลาสด ม.ค. 44	3.5	6.75	12	23	0	0
ปลาช่อน มิ.ย. 44	0	52.6	36.4	25.4	83.8	91.8



ภาพที่ 8. แสดงจำนวนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่ดักได้ในช่วงเวลาต่างๆ จากปลาช่อนและปลาสดแคตเตีย

2. ประเมินความเสียหายของปลาที่เกิดจากการทำลายของแมลงวันห้ำหริ่ง และระหว่างหมักเกลือ

2.1 การศึกษาความเสียหายของปลาหมักเกลือ

ทำการศึกษาความเสียหายของปลาช่อนหมักเกลือที่เกิดจากแมลงวันห้ำหริ่ง *Chrysomya megacephala* ที่อาจจะมาไข่บนปลาและเมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอนแล้ว ตัวหนอนของแมลงวันจะกินเนื้อปลาทำให้ปลาเกิดแผล ร่องรอย สกปรกไม่น่าดูเสียคุณภาพ อีกทั้งเป็นการสูญเสียน้ำหนักจากการที่หนอนแมลงวันเข้ามากินเนื้อปลาโดยตรง

วิธีการทดลอง

เตรียมปลาช่อนที่หมักเกลือ 15% ชิ้นละ 100 กรัม จำนวน 12 ชิ้นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม 6 ชิ้นแรกใช้ไข่ของแมลงวันห้ำหริ่ง *Chrysomya megacephala* จำนวน 75 ฟอง วางบนเนื้อปลาช่อน (ค่าเฉลี่ยของไข่แมลงวันห้ำหริ่ง *C. megacephala* ต่อไข่ 1 กลุ่มในสภาพห้องปฏิบัติการเท่ากับ 75 ฟอง) วางปลาในจานแล้วเก็บไว้ในกรงตาข่ายป้องกันแมลงชนิดอื่นๆ เข้ามาวางไข่ ในกรรมวิธีที่ 2 (ชุดควบคุม) เป็นปลาช่อนที่ไม่มีการวางไข่ของแมลงวัน เมื่อหนอนฟักออกจากไข่เป็นเวลา 3 วัน ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักของปลาที่สูญเสียจากการถูกหนอนกินและคุณภาพของปลาล้างจากแมลงเข้าทำลายเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันบนปลาหมักเกลือ ไม่สามารถวัดความเสียหายด้านปริมาณได้ เนื่องจากการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันทำให้เกิดการเน่าและ ทำให้คุณภาพของปลาสูญเสียไปไม่สามารถนำไปบริโภคได้ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ลักษณะความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันบนปลาน้ำจืด
ก. ปลาน้ำจืด ข. ไม่มีแมลง

2.2. ความเสียหายของปลาแห่งร่มควนในโรงเก็บ

ทำการศึกษาความเสียหายของปลาช่อนแห่งร่มควนในสภาพโรงเก็บที่เกิดจากแมลงศัตรูในโรงเก็บเข้าทำลาย โดยใช้ปลาช่อนที่มีน้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย 40 กรัมต่อตัว ความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ใส่ลงในถังพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19.5 เซนติเมตร สูง 13 เซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักของปลาทุกตัวที่เก็บ ซึ่งเก็บไว้ในโรงเก็บของผู้ขายปลาแห่ง ณ ตลาดต้นลำไย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ สภาพของโรงเก็บเป็นห้องเดี่ยวอยู่ที่พื้นแฉะจำหน่ายสินค้าในตลาด ขนาดห้องมีความสูงประมาณ 1.2 เมตร ลึกกว้าง 1.2 เมตร และความยาวประมาณ 4 เมตร ไม่มีแสงแดดส่องถึง ฝาห้องทำด้วยไม้ พื้นห้องเป็นปูนเรียบ ประตูทำด้วยไม้ ปิดสนิท (ภาพที่ 10)

ทำการสำรวจชนิดของแมลงที่พบในปลาแห่งและชั่งน้ำหนักของปลาทุกเดือนและหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย เป็นเวลา 6 เดือนหลังจากเก็บรักษา เริ่มทำการทดลองเดือน มกราคม 2544

ผลการทดลอง

ปลาช่อนแห่งร่มควนที่นำไปเก็บไว้ในโรงเก็บของผู้จำหน่ายจนกระทั่งเวลาผ่านไป 1 เดือนทำการเก็บตัวอย่างของปลาช่อนแห่งร่มควนในเดือน สำรวจชนิดของแมลงที่พบเข้าทำลายปลาแห่ง และชั่งน้ำหนักปลาช่อนแห่ง ทำการเก็บตัวอย่างปลาออกจากโรงเก็บทุกเดือน โดยไม่ชำตัวอย่าง แต่ละเดือนทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ตัว น้ำหนักของปลาที่ยังคงอยู่ คำนวณหาน้ำหนักปลาที่สูญเสียโดยเปรียบเทียบที่ระดับความชื้น 10.2 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับความชื้นเริ่มต้นที่ทดลอง พบว่าน้ำหนักของปลาแห่ง

ลดลง (ตารางที่ 2) และพบว่ามียตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของด้วงหนังสัตว์และด้วงขาแดงโดยพบว่า เริ่มพบด้วงหนังสัตว์เข้าทำลายในเดือนที่ 2 และ 3 ส่วนด้วงขาแดงพบในปลาแห้งที่เก็บไว้ในเดือนที่ 4

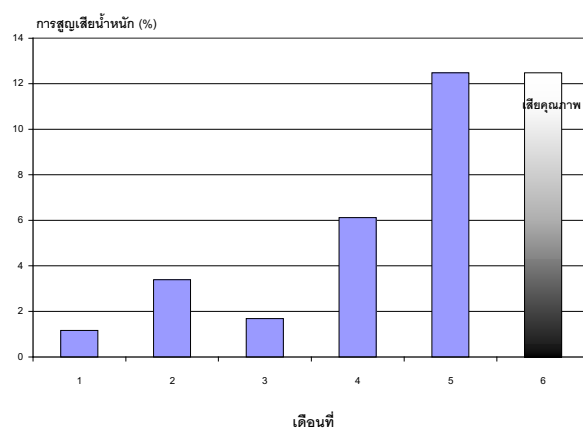
ในเดือนที่ 5 พบการทำลายของด้วงหนังสัตว์และด้วงขาแดงมากขึ้น (ภาพที่ 12) คราบของหนอนและมูลของหนอนที่ปรากฏอยู่บนตัวปลาแห้ง และพบว่ามียกลุ่มของเชื้อราสีเขียวเข้มกระจายเต็มไปหมด กลุ่มของเส้นใยพบหนาแน่นขึ้นในเดือนที่ 6 จนไม่สามารถบริโภคได้ (ภาพที่ 13) และพบการทำลายของด้วงหนังสัตว์และด้วงขาแดงกระจายเต็มไปทั่วตัวปลา รวมทั้งพบคราบตัวหนอนของด้วงทั้ง 2 ชนิดอยู่ในตัวปลาและก้นภาชนะบรรจุปลาด้วย เช่นเดียวกับการทดลองของ Golob *et al* (1995) ที่ทำการทดลองนำปลาแห้งจากปลา *Plectorhinchus mediterraneus* นำไปไว้ในสภาพที่มีด้วงหนังสัตว์ *Dermestes maculatus* Deg. และ *Dermestes friscii* Kug โดยนำแมลงดังกล่าวไปใส่เพิ่มทุกวัน พบว่าปลาแห้งที่เป็นชุดควบคุม (ไม่ใช้สารเคมีในการป้องกัน) พบร่องรอยการที่ด้วงเหล่านั้นเข้าทำลายในสัปดาห์แรก และมีการทำลายถึง 60 เปอร์เซ็นต์ในสัปดาห์ที่ 4 และเพิ่มขึ้นเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ในสัปดาห์ที่ 12 ส่วนการใช้สารเคมีชุบตัวปลาหรือฉีดพ่นตัวปลาด้วยสารเคมีบางชนิดพบว่า การใช้ deltamethrin 0.50 mg/kg และการใช้ deltamethrin + pirimiphos-methyl ในอัตรา 0.5+2.5 mg/kg สามารถช่วยป้องกันแมลงดังกล่าวในช่วงที่สั้นๆ ไม่เกิน 1 เดือน



ภาพที่ 10 ปลาช่อนแห้งรมควันนำไปทดลองวางเก็บรักษาในโรงเก็บที่ตลาดต้นลำไย
อ. เมือง จ. เชียงใหม่ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 2 การสูญเสียน้ำหนักของปลาแขวงขณะเก็บรักษาในช่วงเวลาต่างๆ ณ ตลาดต้นลำไย
อ. เมือง จ. เชียงใหม่ ธันวาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544

เดือนที่	การสูญเสียน้ำหนัก (%)
1	1.17
2	3.39
3	1.68
4	6.12
5	12.48
6	12.48



ภาพที่ 11 การสูญเสียน้ำหนักของปลาแขวงขณะเก็บรักษาในช่วงเวลาต่างๆ ณ ตลาดต้นลำไย
อ. เมือง จ. เชียงใหม่ ธันวาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



ภาพที่ 12 ปลาช่อนแห้งที่นำไปเก็บไว้ในโรงเก็บเป็นเวลา 5 เดือน พบด้วงหนังสือและ
ด้วงขาแดงเข้าทำลาย



ภาพที่ 13 ปลาช่อนแห้งที่นำไปเก็บไว้ในโรงเก็บเป็นเวลา 6 เดือน พบด้วงหนังสือ
และด้วงขาแดงเข้าทำลาย มีกลุ่มของเชื้อรากระจายอยู่ทั่วไป

2.3 การศึกษาความเสียหายของปลาหลังจากการเข้าทำลายของด้วงขาแดง

ลักษณะการทำลายของด้วงขาแดงในระยะหนอนและตัวเต็มวัยจะกินอาหารอย่างเดียวกันคือ กัดกินเฉพาะเนื้อของปลาแห้ง จะเหลือแต่กระดูกและหนัง ในระยะแรกด้วงขาแดงจะเริ่มกัดกินส่วนหัวและบริเวณท้องปลาก่อนแล้วจึงกัดกินต่อไปจนถึงเนื้อบริเวณหางปลาจนกระทั่งหมด ทั้งนี้เนื่องจาก ด้วงขาแดงชอบอาหารที่มีส่วนประกอบของไขมันปนอยู่ด้วย ซึ่งจะมีอยู่มากบริเวณท้องและส่วนหัวของปลาแห้ง

จากการศึกษาความเสียหายโดยน้ำหนักปลาแห้งเมื่อ 30 วันหลังจากการเข้าทำลายของด้วงขาแดงพบว่า เปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักปลาแห้งเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจากการเข้าทำลายของตัวหนอนเท่ากับ 24.68 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักปลาแห้งเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจากการเข้าทำลายของตัวเต็มวัยเท่ากับ 28.84 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3 และ 4) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักของปลาแห้งที่เกิดจากการเข้าทำลายของตัวเต็มวัยมีมากกว่าหนอน เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่า เปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักของปลาแห้งที่เกิดจากการเข้าทำลายของด้วงขาแดงทั้งสองระยะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักของปลาแห้งเมื่อ 30 วัน หลังจากการเข้าทำลายของตัวหนอนด้วงขาแดง

การทดลองซ้ำที่	ก่อนปล่อยแมลงเข้าทำลาย		หลังปล่อยแมลงเข้าทำลาย		ความเสียหาย โดยน้ำหนัก
	น.น.ปลาแห้ง (กรัม)	ความชื้น (%)	น.น.ปลาแห้ง (กรัม)	ความชื้น (%)	
1	11.07	11.20	10.40	13.85	24.00
2	11.33	10.68	10.92	14.10	27.01
3	11.34	10.49	11.03	13.87	26.42
4	11.00	10.91	10.54	13.28	21.30
เฉลี่ย	11.18	10.82	10.72	13.78	24.68

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักของปลาแห้งเมื่อ 30 วัน หลังจากการเข้าทำลายของตัวเต็มวัยด้วงขาแดง

การทดลองซ้ำที่	ก่อนปล่อยแมลงเข้าทำลาย		หลังปล่อยแมลงเข้าทำลาย		ความเสียหาย โดยน้ำหนัก
	น.น.ปลาแห้ง	ความชื้น	น.น.ปลาแห้ง	ความชื้น	
	(กรัม)	(%)	(กรัม)	(%)	
1	11.18	10.38	10.93	14.64	30.71
2	11.22	10.52	11.50	14.52	25.77
3	11.22	11.05	8.62	11.37	25.32
4	11.07	11.29	8.15	12.52	33.58
เฉลี่ย	11.17	10.81	9.80	13.26	28.84

2.4 การศึกษาความเสียหายของปลาแห้งจากการเข้าทำลายของด้วงหนังสือ

จากการศึกษาลักษณะการทำลายปลาแห้งของด้วงหนังสือทั้งระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยพบว่า ด้วงหนังสือทำความเสียหายแก่ปลาแห้งโดยเจาะกินปลาแห้งจนเป็นรูพรุน

ในการศึกษาพบว่าหนอนระยะที่ 1 มีการทำลายน้อยมาก คิดเป็น 0.8 เปอร์เซ็นต์ และเริ่มทำลายมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อถึงระยะที่ 4 ในหนอนระยะสุดท้ายมีการทำลายสูงสุดถึง 4.8 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะการทำลายมีมากขึ้นเมื่อแมลงมีจำนวนมากคือ เมื่อครบ 80 วัน จำนวนหนอนตัวที่ 1,2,3,4 และ 5 ตัวพบว่าทำให้น้ำหนักปลาแห้งหายไปเท่ากับ 0.66, 1.27, 1.79, 2.39 และ 2.55 กรัมตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ถูกทำลายเมื่อครบ 80 วัน ตัวหนอนจำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 ตัวมีเปอร์เซ็นต์การทำลายเท่ากับ 13.2, 25.4, 35.8, 47.8 และ 51.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงอัตราการทำลายของด้วงหนังสือตั้งแต่ฟักจากไข่จนถึงตัวเต็มวัย

จำนวนวัน	น้ำหนักที่หายไป (กรัม)					น้ำหนักที่ถูกทำลาย (%)				
	1 ตัว	2 ตัว	3 ตัว	4 ตัว	5 ตัว	1 ตัว	2 ตัว	3 ตัว	4 ตัว	5 ตัว
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.04	0.19	0.14	0.18	0.20	0.8	1.8	2.8	3.6	4.0
10	0.07	0.16	0.27	0.32	0.40	1.4	3.2	5.4	6.4	8.0
15	0.12	0.25	0.42	0.67	0.75	2.4	5.0	8.4	13.4	15.0
20	0.18	0.35	0.58	0.98	1.12	3.6	7.0	11.6	19.6	22.8
25	0.30	0.59	0.80	1.16	1.57	6.0	11.8	16.0	25.2	31.4
30	0.42	0.91	1.32	1.77	2.11	8.4	18.2	26.4	37.4	42.2
35	0.42	0.91	1.32	1.77	2.11	8.4	18.2	26.4	37.4	42.2
40	0.46	1.00	1.42	2.06	2.22	9.2	20.0	28.4	41.2	44.4
45	0.50	1.08	1.50	2.12	2.30	10.0	21.6	30.0	42.4	46.0
50	0.54	1.13	1.56	2.19	2.36	10.8	22.6	31.2	43.8	47.2
55	0.57	1.17	1.62	2.25	2.41	11.4	23.4	32.4	45.0	48.2
60	0.60	1.20	1.67	2.30	2.46	12.0	24.0	33.4	46.0	49.2
65	0.62	1.23	1.70	2.33	2.49	12.4	24.6	34.0	46.6	49.8
70	0.64	1.25	1.73	2.36	2.51	12.8	25.0	34.6	47.2	50.2
75	0.65	1.26	1.76	2.38	2.53	13.0	25.2	35.2	47.6	50.6
80	0.66	1.27	1.79	2.39	2.55	13.2	25.4	35.8	47.8	51.0

3. การเตรียมสารสกัดหยาบจากพืช

การใช้สารธรรมชาติจากพืชเพื่อควบคุมป้องกันแมลงทำลายปลาแห้งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้สารเคมีให้น้อยลง การเอาสารธรรมชาติจากพืชมาใช้ประโยชน์นั้นจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับชนิดพืชที่จะนำมาใช้ การสกัดสารออกมาจากพืช วิธีการใช้สารสกัดจากพืชให้ได้ผลดีและปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

ขจรศักดิ์ (2539) เลือกตัวทำละลายในการสกัด เนื่องจากสารประกอบในพืชมีมากมายหลายชนิดและมีคุณสมบัติแตกต่างกัน การเลือกตัวทำละลายที่จะให้ได้สารทุกกลุ่มที่ต้องการจึงทำได้ยาก การสกัดสารจะได้ผลดีหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับการคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยสารละลายและตัวทำละลายมีคุณสมบัติความมีขั้วคล้ายคลึงกัน และละลายสารที่ต้องการออกมามากที่สุดในขณะที่ละลายสารที่ไม่ต้องการออกมาน้อยที่สุด ตัวทำละลายที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้ คือ เป็นตัวทำละลายที่ละลายสารที่ต้องการสกัดได้ ไม่ระเหยง่ายหรือยากเกินไป ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด ไม่เป็นพิษและมีราคาถูก การสกัดมักใช้ตัวทำละลายหลายๆ ชนิดหรือใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีขั้วต่างกัน แต่การใช้ตัวทำละลายหลายชนิดอาจทำให้เสียเวลา แอลกอฮอล์จึงเป็นตัวทำละลายที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถละลายได้ทั้งสารที่มีขั้วและไม่มีขั้ว และยังใช้ทำลายเอนไซม์ในพืชได้อีกด้วย เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีราคาถูกและเป็นพิษน้อยกว่าเมทานอล ใช้เป็นตัวทำละลายที่ดีและเป็นที่ยอมรับใช้กันอย่างกว้างขวาง มี Selectivity ในการละลายมากกว่าน้ำ ทำให้ระเหยออกได้ง่ายกว่าน้ำเมื่อต้องนำมาทำให้เข้มข้น และยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกด้วย (วิธนา, 2534)

การเตรียมสารสกัดหยาบจากพืช

การคัดเลือกพืชที่นำมาใช้ในการทดลอง มีลักษณะดังนี้

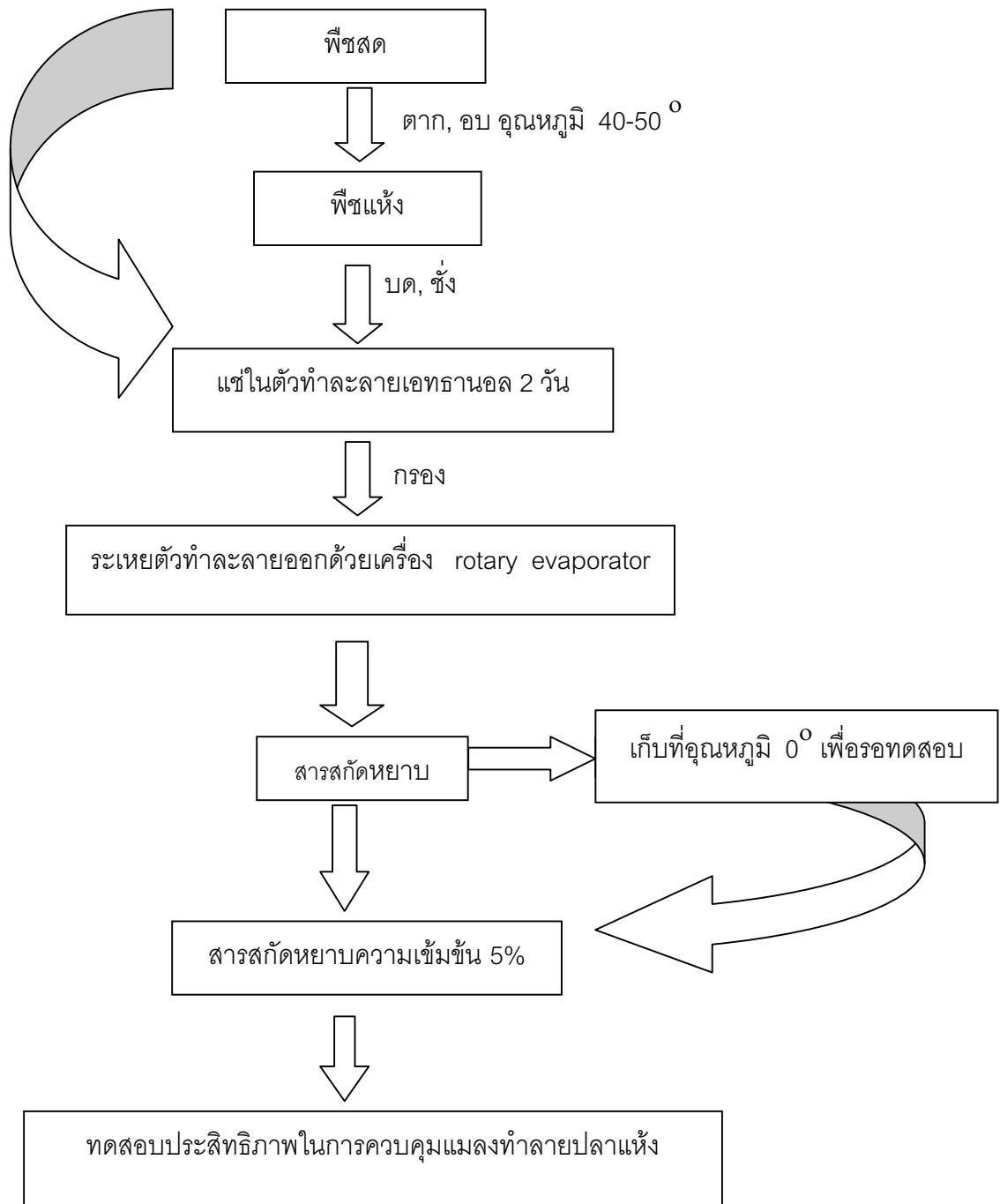
- พืชที่หาได้ง่ายและมีปริมาณวัตถุดิบมาก
- พืชที่มีรายงานฤทธิ์ไล่หรือฆ่าแมลง
- พืชที่มีแมลงศัตรูพืชเข้าทำลายน้อย
- พืชที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เช่น พืชสมุนไพรและพืชที่ใช้เป็นอาหาร

ในการเตรียมสารสกัดหยาบจากพืช (crude extract) เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห่งนั้นมีหลายวิธี แต่วิธีที่ง่าย ได้แก่ การหมัก หรือการสกัดด้วยน้ำหรือสารเคมี (ชอุ่ม, 2536) ในการทดลองนี้ส่วนใหญ่จะเตรียมจากพืชแห้ง(ยกเว้น ขิงและกระเพราที่มีทั้งพืชสดและแห้ง) เนื่องจากพืชแห้งในกระบวนการทำแห้งนั้นอาจทำให้สารบางตัวที่มีอยู่ในพืชสดหรือเพิ่มประสิทธิภาพ อีกทั้งพืชแห้งสะดวกในการเก็บวัตถุดิบไว้เป็นเวลานาน เพราะพืชบางตัวจะออกเป็นฤดูกาล หากพืชตัวนั้นมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห่งก็สามารถจะมีวัตถุดิบใช้ได้ตลอดทั้งปี

ในการเตรียมสารสกัดหยาบทำได้โดยนำตัวอย่างพืชสดมาล้างน้ำให้สะอาดแล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส ทำการบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืชเพื่อให้สารต่างๆ ที่มีอยู่ในพืชนั้นออกมาดีขึ้น ซึ่งตัวอย่างพืชก่อนนำมาใช้ทุกครั้ง จากนั้นนำพืชไปใส่ในขวดโหลแก้ว ปากกว้าง นำตัวทำละลายเอทานอล (commercial grade ซึ่งผ่านการกลั่นอีก 1 ครั้ง) เทใส่ให้ท่วมตัวอย่างพืช (พืชแห้งหนัก 500-800 กรัมใช้ตัวทำละลายประมาณ 2,000 มิลลิลิตร) แล้วเก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 2 วัน หลังจากนั้นนำมากรองเอาเฉพาะส่วนของสารละลาย แล้วจึงนำไประเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำ ด้วยเครื่อง rotary evaporator (อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 175 มิลลิบาร์) จนได้สารสกัดหยาบเข้มข้น (crude extract) เก็บในขวดแก้ว ปิดฝาให้สนิท และเก็บสารสกัดหยาบที่ได้ที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปใช้ทดสอบในขั้นตอนต่อไป และในการทดสอบครั้งนี้ใช้สารสกัดหยาบ (crude extract) ความเข้มข้น 5% ซึ่งทำได้โดยนำสารสกัดหยาบ (crude extract) ที่ได้มาทำการเจือจาง (dilute) ให้ได้ความเข้มข้น 5% ด้วยตัวทำละลายอะซิโตน (commercial grade ซึ่งผ่านการกลั่นอีก 1 ครั้ง) จนให้ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจึงนำไปทำการทดสอบประสิทธิภาพกับแมลงในขั้นตอนต่อไป วิธีการสกัดตามภาพที่ 14

การศึกษาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการใช้สารธรรมชาติควบคุมแมลงทำลายปลาแห่งนี้ได้ทำการศึกษาสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งสิ้น 20 ชนิด (species) จาก 11 ตระกูล (family) สามารถจำแนกตามตระกูลได้ดังนี้ Alliaceae 1 ชนิด Annonaceae 1 ชนิด Compositae 3 ชนิด Labiatae 3 ชนิด Magnoliaceae 1 ชนิด Meliaceae 1 ชนิด Myristicaceae 1 ชนิด Piperaceae 1 ชนิด Rutaceae 2 ชนิด Solanaceae 1 ชนิด และ Zingiberaceae 5 ชนิด (ตารางที่ 5) ซึ่งพืชเหล่านี้ประกอบด้วยพืชสมุนไพร พืชเครื่องเทศ พืชป่าบนที่สูง วัชพืช ไม้ผลและไม้ดอก สารสกัดหยาบที่ได้จากพืชศึกษามีลักษณะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสารที่อยู่ในส่วนต่างๆ ของพืช แต่ละชนิดที่นำมาสกัด ซึ่งมีทั้งใบ ผล เปลือก ดอก ลำต้นใต้ดิน ผิวผล ใบและลำต้น พืชส่วนใหญ่จะให้สารสกัดหยาบที่มีสีเขียวเนื่องจากคลอโรฟิลล์ที่อยู่ในใบถูกสกัดออกมาด้วยสารสกัดหยาบที่ได้จากส่วนของใบและลำต้นของพืชจะมีลักษณะเป็นสารเหนียว สีเหลืองหรือ

สีน้ำตาล สารสกัดจากพืชบางชนิดที่เป็นพืชให้น้ำมันจะมีน้ำมันออกมาด้วย นอกจากนี้กลิ่นของสารสกัดหายาจากพืชแต่ละชนิดก็มีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันออกไปด้วย



ภาพที่ 14 ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดหายาจากพืชชนิดต่างๆ

ตารางที่ 6 พืชชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้ง
จำแนกตามตระกูล (Family)

ตระกูล	จำนวนชนิด	ชื่อพืช
Alliaceae	1	กระเทียม
Annonaceae	1	น้อยหน่า
Compositae	3	บัวตอง (ดอก) บัวตอง (ต้น) สาบหมา
Labiatae	3	ยี่หระ กระเพรา (สด) กระเพรา (แห้ง)
Magnoliaceae	1	จันทน์แปดกลีบ
Meliaceae	1	สะเดา
Myristicaceae	1	จันทน์เทศ
Piperaceae	1	ดีปลี
Rutaceae	2	ส้ม มะนาว
Solanaceae	1	พริก
Zingiberaceae	5	ขิง (สด) ขิง (แห้ง) ข่า ขมิ้น กระชาย

ตารางที่ 7 รายชื่อพืชที่นำมาสกัดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ “การใช้สารธรรมชาติควบคุมแมลงทำลายปลาแห้ง”

หมายเลข	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนของพืชที่ใช้ศึกษา	สด/แห้ง	%สารสกัดที่ได้(g.w/w)	คุณลักษณะของสารสกัด
1.	กระเพรา I.	<i>Ocimum sanctum</i> Linn	Labiatae	ใบและลำต้น	สด	4	สีเขียวขึ้น เหนียว
2.	จันทน์เทศ	<i>Myristica fragrans</i> Hottuyn	Myristicaceae	ผล	แห้ง	3.6	สีน้ำตาล มีกลิ่นฉุน
3.	ตีปดี	<i>Piper retrofractum</i> Vahl.	Piperaceae	ผล	แห้ง	3	สีส้ม มีกลิ่นฉุน
4.	น้อยหน่า	<i>Anona squamosa</i> Linn.	Annonaceae	ใบ	แห้ง	6.35	สีเขียวขึ้น เหนียว
5.	ยี่หระ	<i>Ocimum gratissimum</i> Linn.	Labiatae	ผล	แห้ง	8.33	สีเขียว มีกลิ่นฉุน
6.	ส้ม	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	เปลือก	แห้ง	2.58	มีน้ำมันสีส้ม กลิ่นส้ม
7.	บัวตอง	<i>Tihonia diversifolia</i>	Compositae	ใบและลำต้น	แห้ง	6.37	สีเขียวขึ้น หนืด กลิ่นฉุน
8.	จันทน์แดงกัลป	<i>Illicium verum</i> Hooker. F.	Magnoliaceae	ดอก	แห้ง	6.29	สีเทา กลิ่นฉุน
9.	ชิงชด	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Zingiberaceae	ลำต้นใต้ดิน	สด	1	มีน้ำมัน กลิ่นฉุน
10.	บัวตอง	<i>Tihonia diversifolia</i>	Compositae	ดอก	แห้ง	8.33	สีเขียวขึ้นเหนียว มีกลิ่นฉุน
11.	กระเทียม	<i>Allium sativum</i> Linn.	Alliaceae	หัว	แห้ง	3.2	มีน้ำมัน กลิ่นฉุน
12.	สะเดา	<i>Aradirachta indica</i> Juss var . siamensis Veleton.	Meliaceae	ใบ	แห้ง	4	สีเขียวขึ้น หนืด กลิ่นฉุน
13.	พริก	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae	ผล	แห้ง	2.9	สีแดง แสบร้อน กลิ่นฉุน
14.	ข่า	<i>Alpinia galanga</i>	Zingiberaceae	ลำต้นใต้ดิน	แห้ง	2.76	สีน้ำตาล กลิ่นฉุน
15.	สาบหมา	<i>Eupatorium adenophorum</i> Spreng.	Compositae	ใบและลำต้น	แห้ง	3.86	สีเขียวขึ้นเหนียว กลิ่นฉุน
16.	กระเพรา	<i>Ocimum sanctum</i> Linn	Labiatae	ใบและลำต้น	แห้ง	0.8	สีเขียว กลิ่นฉุน
17.	มะนาว	<i>Citrus limonum</i> Burmann filius	Rutaceae	ผิวผล	แห้ง	3.57	สีเขียว มีน้ำมัน กลิ่นฉุน
18.	ขมิ้น	<i>Curcuma domestica</i> Veleton	Zingiberaceae	ลำต้นใต้ดิน	แห้ง	2.5	มีน้ำมัน สีเขียวอมเหลือง กลิ่นฉุน
19.	ขิงแห้ง	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Zingiberaceae	ลำต้นใต้ดิน	แห้ง	1.25	มีน้ำมัน สีเหลืองอมเขียว กลิ่นฉุน
20.	กระชาย	<i>Boesenbergia rotunda</i> (L.) Mansf.	Zingiberaceae	ลำต้นใต้ดิน	แห้ง	1	สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุน



ภาพที่ 15 ตัวอย่างพืชที่นำมาสกัดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้ง

4. ทดสอบประสิทธิภาพของพืชและ/หรือสารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงทำลายปลาในขณะตากแห้งและเก็บรักษา

4.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*, ตัวหนังสือดำ (*Dermestes maculatus* De Geer) และตัวขาแดง (*Necrobia rufipes* De Geer)

มยุรา (2544 ก.) ได้ทำการทดลองใช้สารสกัดจาก พืชสมุนไพร 15 ชนิดในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันหัวเขียว วัยที่ 2 (*Calliphora* sp.) พบว่า สารสกัดจากยาสูบ เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ให้ผลในการกำจัดหนอนแมลงวันหัวเขียวได้ 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมงและการใช้สารสกัดจากส้มป่อย ในระดับความเข้มข้นเดียวกันทำให้หนอนแมลงวันวัย 2 ตาย 75 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 48 ชั่วโมง นอกจากนี้สารสกัดจากส้มป่อยมีผลทำให้หนอนแมลงวันบ้านวัย 2 ตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 48 ชั่วโมง (มยุรา, 2544ข)

วิธีการทดลอง

การเพิ่มปริมาณแมลง

ทำการเก็บตัวอย่างแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* โดยการใช้ปลาชำและผ่าครึ่งลำตัวตามยาวแผ่ออก หมักไว้ประมาณ 4 ชั่วโมง ใส่จานวางไว้ใต้กับดักแมลงวัน ขนาด 30.5 X 30.5 X 27 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำด้วยตาข่ายขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้วรอบด้าน ขอบจานที่ใส่ปลาห่างจากกับดักประมาณ 2 นิ้ว วางกับดักในที่โล่งแจ้ง บนกับดักใช้ผ้าชุบน้ำคลุมไว้ ทำการดักแมลงในช่วงเวลาบ่ายและวางทิ้งไว้ข้ามคืน ทำการแยกชนิดในวันถัดมาโดยใช้ถ้วยพลาสติกจับตัวแมลงวันแล้วนำไปแยกชนิดด้วยแว่นขยายขนาด 10 เท่า หลังจากจำแนกชนิดแล้วนำแมลงวันไปใส่กรงผ้าขนาด 30x40x50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายในกรงวางถ้วยสำลีชุบน้ำและถ้วยน้ำตาลผสมนมผง อัตรา 1:1 เป็นอาหารสำหรับตัวเต็มวัย เตรียมอาหารของตัวหนอนโดยใช้ปลาปน รำข้าว ผสมน้ำอัตรา 1:1:1 โดยปริมาตร นำปลาซ่อนสดหรือปลานิลชำและวางไว้บนหน้าอาหาร เพื่อให้ตัวเต็มวัยของแมลงวันหัวเขียวไข่ เมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอนจะเจริญอยู่ในอาหารจนกระทั่งเข้าสู่วัย 3 นำกล่องอาหารนี้ไปวางไว้บนถาดใส่ทรายหนาประมาณ 1 นิ้ว เพื่อให้แมลงวันเข้าดักได้ หลังจากตัวหนอนเข้าดักได้แล้ว แยกดักได้ไว้อีกกรงหนึ่งรอให้แมลงวันเป็นตัวเต็มวัยจึงจะนำไปใช้ทดลอง

4.1.1 การทดสอบพิษทางสัมผัสของสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ในห้องปฏิบัติการ

ทำการทดสอบพิษทางสัมผัส (Insecticide exposure method) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Burg, *et al* (1995) ซึ่งนำขวดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร สูง 18 เซนติเมตร ขนาดของปากขวดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ใส่สารสกัดจากพืช ที่มีตัวทำละลายเป็นอะซีโตน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวด แล้วเอียงขวดในให้อยู่ในแนวนอนกลิ้งขวดไปมาจนสารสกัดจากพืช กระจายทั่วผิวด้านในของขวดแก้ว (ภาพที่ 17) ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้ง ประมาณ 12 ชั่วโมง เป่าไอระเหยที่อยู่ในขวดก่อนนำตัวเต็มวัยของแมลงวันหัวเขียว อายุ 2-3 วัน หลังจากออกจากดักแด้ คละเพศ ปล่อยลงในขวด ๆ ละ 5 ตัว ให้ล่ำลึซึบน้ำ ปิดปากขวด ด้วยผ้าขาวบาง นำไปไว้ในตู้บ่ม (incubator) 27°C ความชื้นสัมพัทธ์ ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ในสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดทำ 6 ซ้ำ ตรวจนับจำนวนแมลงที่ตอบสนองกับสารสกัดที่เคลือบ หลังจากใส่แมลง ประมาณ 30 นาที และนับจำนวนแมลงตายการตายของแมลงวัน (ภาพที่ 16) ได้ใช้วิธีการสังเกตว่าแมลงวันร่วงลงที่พื้นขวดทดลองไม่สามารถตั้งตัวได้ ตามกรรมวิธีของ Burg *et al.* (1995) หลังทำการทดลอง 24 ชั่วโมง

สารสกัดจากพืชที่นำมาทดลองเป็นสารสกัดหยาบด้วยเอทานอล นำมาละลายในอะซีโตน ซึ่งจะมี ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ (crude) 5 เปอร์เซ็นต์ โดยนำจากพืช ในตารางที่ 7



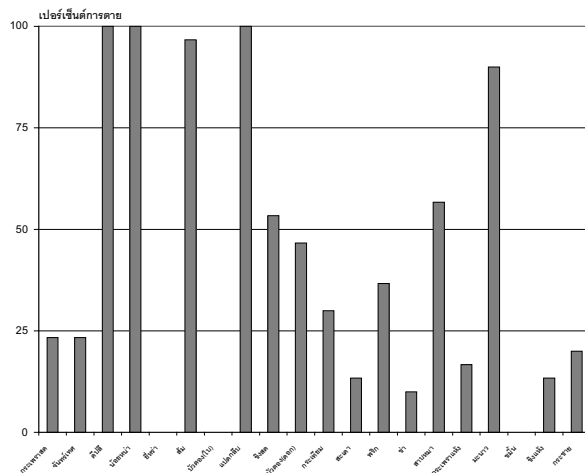
ภาพที่ 16 การจับแมลงวันหัวเขียวที่ทำการเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการนำมาทดสอบกับสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ



ภาพที่ 17 ขวดทดลองพิษสัมผัสของสารสกัดจากพืชที่เคลือบอยู่ที่ผิวขวด

ผลการทดลอง

จากการทดสอบสารสกัดจากพืชรวม 20 ชนิดที่นำไปสกัดหยาบในเอทานอล และละลายในอะซีโตน มีความเข้มข้นของสารสกัดหยาบเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารสกัดจากดีปลี ใบน้อยหน่าและแปดกลีบ ที่นำมาทดสอบพิษทางสัมผัสของสารสกัดจากพืชที่มีผลทำให้แมลงวันหัวเขียวตาย 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ สารสกัดจากเปลือกส้มและเปลือกมะนาว บัวตองและสาบหมา มีผลทำให้แมลงวันหัวเขียวตาย 96.55, 88.89, 67.67 และ 51.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากพืชชนิดอื่นๆ ให้ผลการตายของแมลงวันหัวเขียวต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 18 เปอร์เซนต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เมื่อสัมผัสสารสกัดจากพืชชนิดต่าง ๆ 24 ชั่วโมง

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช รวม 20 ชนิดด้วยวิธีการ ปล่อยให้แมลงวันหัวเขียวสัมผัสกับสารพิษ 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 8) พบเปอร์เซนต์การตายของแมลงวันสูงสุด คือกรรมวิธีที่แมลงสัมผัสกับ ดีปลี (100.00 %) น้ํายี่มนํ้า (100.00 %) แปะดกลีบ(100.00 %) และส้ม(96.67 %) รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่สัมผัสกับสารสกัดจากส้ม (96.67) และมะนาว (90.00 %) ดอกบัวตอง (67.67 %) สาบหมา (56.67 %) และขิงสด (53.33 %) (ภาพที่ 18)

นอกจากนี้สารสกัดหยาบจากดีปลีมีผลทำให้แมลงตายเฉียบพลัน (knock down effect) โดยมีผลทำให้แมลงวันตกลงที่พื้นของก้นภาชนะที่ทดลอง ไม่สามารถบินกลับขึ้นไปได้ แต่ยังสามารถยับยั้งได้ภายใน 30 นาทีหลังจากเริ่มทดสอบ

ตารางที่ 8 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของแมลงวันหัวเขียวเมื่อสัมผัสสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ

สารสกัดจากพืช	เปอร์เซ็นต์การตาย
1. ดีปลี	100.00
2. น้อยหน่า	100.00
3. แปกกลีบ	100.00
4. ส้ม	96.67
5. มะนาว	90.00
6. บัวตอง(ดอก)	67.67
7. สدابหมา	56.67
8. ขิงสด	53.33
9. พริก	36.67
10. กระเทียม	30.00
11. กระเพราสด	23.33
12. จันทน์เทศ	23.33
13. กระชาย	20.00
14. กระเพราแห้ง	16.67
15. สะเดา	13.33
16. ขิงแห้ง	13.33
17. ข่า	10.00
18. ยี่หระ	0.00
19. บัวตอง (ใบและลำต้น)	0.00
20. ขมิ้น	0.00

4.2 . การทดสอบคุณสมบัติในการไล่แมลงวัน ของสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*

4.2.1. การทดสอบคุณสมบัติในการไล่แมลงวันของสารสกัดจากพืชและน้ำมันชนิดต่างๆในห้องปฏิบัติการ

วิธีการทดลอง

ทำการเตรียมปลาช่อนสดน้ำหนักตัวเฉลี่ย 250-300 กรัม นำมาชำแหละตามยาวแบบกรรมวิธีปลาหมักเกลือ หมักด้วยเกลือ 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปลาทั้งหมด ในตอนเย็นนำเข้าตู้เย็นที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ซึ่งจะนำไปตากในวันถัดไป ทำการฉีดพ่นสารสกัดแต่ละกรรมวิธีที่สกัดจากพืชชนิดต่างๆ และจากน้ำมันปรุงอาหารชนิดต่างๆ จำนวน 5 มิลลิลิตรด้วยเครื่องพ่นสารเคมีขนาดเล็ก จนทั่วทั้งตัวปลาก่อนนำไปตาก ในช่องไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 นิ้ว สูง 2 นิ้ว ตาก 1 ตัวต่อ 1 ช่อง ทำการเก็บตัวอย่างแมลงวันที่เข้ามาตอมปลาที่ตากด้วยการวางกับดักขนาด 30.5x30.5x27 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางสูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร ตั้งแต่เวลา 9.00-15.00 นาฬิกา แต่ละกรรมวิธีทำ 4 ซ้ำ (กับดัก) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (check) ที่ใช้อะซีโตน 5 มิลลิลิตร ฉีดพ่นลงบนปลาเพียงอย่างเดียว ทำการทดลอง ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่างแมลงวันที่เข้าหาปลาช่อนที่ฉีดพ่นด้วยกรรมวิธีต่างๆ แล้วนำไปตากในช่วงเวลา 9.00 – 15.00 นาฬิกา พบว่า แมลงวันที่เข้ามาตอมปลาที่ตากส่วนใหญ่เป็นแมลงวันหัวเขียว คำนวณเปอร์เซ็นต์การเข้ากับดักเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เมื่อเปรียบเทียบความสามารถลดปริมาณแมลงวันที่เข้าต่อกับดัก ซึ่งแสดงผลถึงการขับไล่ โดยคำนวณ จาก

$$\% \text{ แมลงวันที่พบ} = \frac{\text{จำนวนแมลงวันที่พบในกรรมวิธีต่างๆ}}{\text{จำนวนแมลงวันที่พบในชุดควบคุม}} \times 100$$

$$\% \text{ การขับไล่} = 100 - \% \text{ แมลงที่พบในกรรมวิธีต่างๆ}$$

นำค่าเปอร์เซ็นต์การขับไล่มาแปลงข้อมูลด้วยวิธี arc sin วิเคราะห์ข้อมูลโดยมีแผนการทดลองแบบ completed randomize design พบว่าจำนวนแมลงวันในกรรมวิธีที่ใช้ดีปีสกัดหยาบ 5 เปอร์เซ็นต์ ขับไล่ลงบนตัวปลาก่อนวางตาก มีค่าเปอร์เซ็นต์การขับไล่สูงสุด ถึง 91.12 เปอร์เซ็นต์ หรือมีความสามารถลดจำนวนแมลงวันที่มาจับบนปลา ได้ถึง 91.12 เปอร์เซ็นต์แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมา ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว (เปอร์เซ็นต์การขับไล่เฉลี่ย 78.51 %) น้ำมันทานตะวัน (เปอร์เซ็นต์การขับไล่เฉลี่ย 82.49 % แปกกล้วย (เปอร์เซ็นต์การขับไล่เฉลี่ย 72.98 %) น้อยหน่า (เปอร์เซ็นต์การขับไล่เฉลี่ย 63.47 %) และสาบหมา(เปอร์เซ็นต์การขับไล่เฉลี่ย 52.5 %) ส่วนน้ำมันมัสตาร์ด ยี่หระ มะนาว ส้ม พริกและจันทน์เทศ ให้ผลในการขับไล่ ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 แสดงผลในการขับไล่แมลงวันของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการตากปลาช่อนแดดเดียว และสำรวจแมลงที่เข้าจับบนโดยใช้กับดัก

สารสกัดจากพืช	เปอร์เซ็นต์การขับไล่ (ข้อมูลแปลง)
1. ดีปีส	91.12(73.99) ¹
2. น้ำมันทานตะวัน	82.49(66.88)
3. น้ำมันมะพร้าว	78.51(70.87)
4. แปกกล้วย	72.98(59.53)
5. น้อยหน่า	72.98(57.86)
6. สาบหมา	52.5(46.78)
7. น้ำมันมัสตาร์ด	49.69(41.73)
8. บัวตอง	40.52(32.18)
9. ยี่หระ	34.22(32.61)
10. มะนาว	25.58(23.37)
11. จันทน์เทศ	24.12(19.80)
12. ส้ม	23.85(21.71)
13. พริก	16.39(21.41)
LSD(0.05)	(40.101)

¹ ข้อมูลในวงเล็บมีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี arc sin



ภาพที่ 19 การฉีดพ่นสารสกัดจากพืชบนตัวปลาก่อนนำไปตากในการทดสอบคุณสมบัติในการไล่แมลงวัน



ภาพที่ 20 น้ำมันชนิดต่างๆ ที่นำมาใช้ฉีดพ่นป้องกันหรือขับไล่แมลงวันหัวเขียว

4.2.2. การทดสอบคุณสมบัติในการไล่แมลงวัน ของสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ในพื้นที่

วิธีการทดลอง

ทำการคัดเลือกสารสกัดจากพืชมาทำการเตรียมปลาช่อนสดน้ำหนักตัวเฉลี่ย 250-300 กรัม นำมาชำแหละตามยาว แบบกรรมวิธีปลาแดดเดียว เช่นเดียวกัน กับการทดลองที่กล่าวมาแล้ว ทำการเลือกสารตามกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สารสกัดจากดีปลี 5 เปอร์เซ็นต์ในอะซีโตน

กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดจากส้ม 5 เปอร์เซ็นต์ในอะซีโตน

กรรมวิธีที่ 3 สารสกัดจากน้อยหน่า 5 เปอร์เซ็นต์ในอะซีโตน

กรรมวิธีที่ 4 ชุดควบคุม (check) อะซีโตน

นำสารสกัดตามกรรมวิธีต่างๆ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร พ่นสารสกัด ด้วยเครื่องพ่นสารเคมีขนาดเล็ก จนทั่วทั้งตัวปลาก่อนนำไปตาก บนตะแกรงลวดอลูมิเนียมขนาด 20 X 20 นิ้ว จำนวน 4 ตัว ตากบนตะแกรงลวดดังกล่าวซึ่งวางสูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร (ภาพที่ 21) ทำการตากปลา ณ ตลาดประตูก้อม อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ทำ 4 ชั่วโมงแต่ละกรรมวิธี ตั้งแต่เวลา 9.00 นาฬิกา ถึง 15.30 นาฬิกา ตรวจนับจำนวนแมลงวันที่เข้ามารบกวนขณะที่ตากปลา ทุก 30 นาที เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (check) ที่ใช้อะซีโตน 5 มิลลิลิตร ฉีดพ่นลงบนปลาเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 22 – 25) วางแผนการทดลองแบบ CRD ทุกกรรมวิธีทำ 4 ชั่วโมง (กับดัก)



ภาพที่ 21 การทดลองตากปลาที่ใช้สารสกัดจากดีปลี ส้ม และน้อยหน่า ในการขับไล่แมลงวันใน
ตลาดประตูก้อม อ. เมือง จ. เชียงใหม่



ภาพที่ 22 ปลาช่อนตัดแต่งที่ใช้สารสกัดจากส้มฉีดพ่นก่อนตาก ณ ตลาดประตูก้อม
อ. เมือง จ. เชียงใหม่



ภาพที่ 23 ปลาช่อนตัดแต่งที่ใช้สารสกัดจากน้อยหน่าฉีดพ่นก่อนตาก ณ ตลาดประตูก้อม
อ. เมือง จ. เชียงใหม่



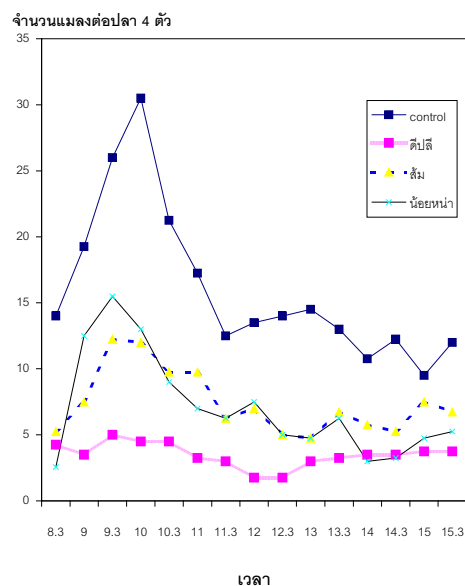
ภาพที่ 24 ปลาช่อนตัดแต่งที่ใช้สารสกัดจากดีปลีฉีดพ่นก่อนตาก ณ ตลาดประตูก้อม
อ. เมือง จ. เชียงใหม่



ภาพที่ 25 ปลาช่อนตัดแต่งที่ไม่ใช้สารสกัด (control) จี๊ดพ่นก่อนตาก ณ ตลาดประตูก้อม
อ. เมือง จ. เชียงใหม่

ผลการทดลอง

ระหว่างการตากปลาพบว่า ปลาในชุดควบคุมพบแมลงวันหัวเขียวจะเข้ามาตอมบนตัวปลามากกว่าแมลงวันชนิดอื่นๆ (ภาพที่ 25) พบว่าจำนวนแมลงวันที่มาตอมปลาที่ตากตลอดวัน มีค่าเฉลี่ยต่อกับดัก (245.3 ตัวต่อแผง) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใช้สารสกัดจากดีปลี (48.75 ตัวต่อแผง) น้อยหน่า (109.8 ตัวต่อแผง) และส้ม (111.5 ตัวต่อแผง) (ภาพที่ 22, 23, 24 และ 25) ดังจะเห็นได้จากปริมาณแมลงวันหัวเขียวต่อแผงในเวลาต่างๆ ในภาพที่ 26 และตารางที่ 10



ภาพที่ 26 แสดงจำนวนแมลงวันหัวเขียวต่อแผงในเวลาต่างๆ

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนแมลงวันหัวเขียวต่อแผงในเวลาต่างๆ

เวลา (น.)	Control	ดีปลี่	ส้ม	น้อยหน้า
8.30	14	4.25	5.25	2.56
9.00	19.25	3.5	7.5	12.5
9.30	26	5	12.25	15.5
10.00	30.5	4.5	12	13
10.30	21.25	4.5	9.75	9
11.00	17.25	3.25	9.75	7
11.30	12.5	3	6.25	6.25
12.00	13.5	1.75	7	7.5
12.30	14	1.75	5	5
13.00	14.5	3	4.75	4.75
13.30	13	3.25	6.75	6.25
14.00	10.75	3.5	5.75	3
14.30	12.25	3.5	5.25	3.25
15.00	9.5	3.75	7.5	4.75
15.3	12	3.75	6.75	5.25

4.3 ศึกษาพิษทางสัมผัสกับแมลงศัตรูปลาแห่งขณะเก็บรักษา

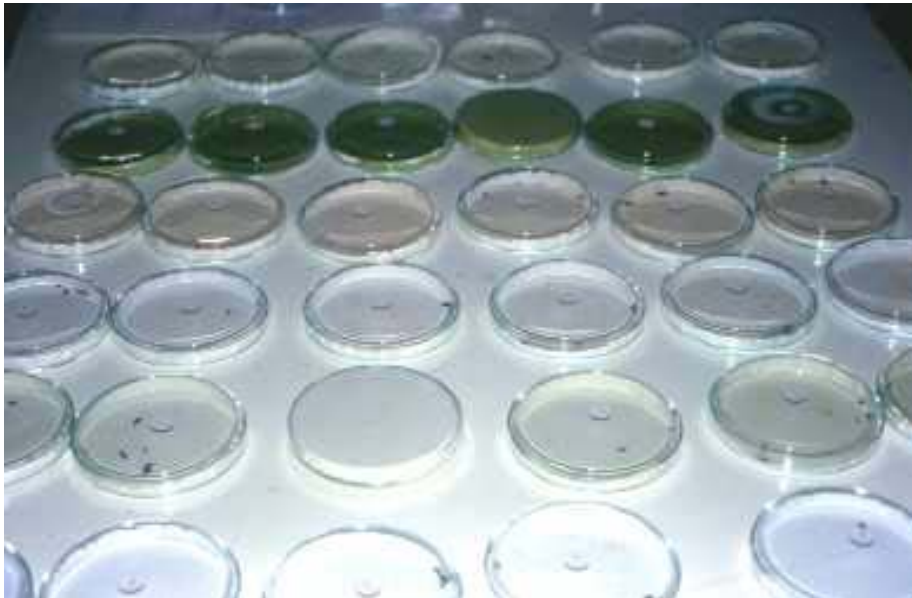
วิธีการทดลอง

การเพิ่มปริมาณดั่งหนังสือ และดั่งขาแดง

ทำการเพิ่มปริมาณดั่งหนังสือ และดั่งขาแดง โดยใช้ปลาช่อนแห้งเป็นอาหารของตัวเต็มวัยและตัวอ่อน นำตัวเต็มวัยประมาณ 50 ตัว คละเพศ ปล่อยไว้ในกล่องพลาสติกขนาด 13.5x18.5x7 ลูกบาศก์ เซนติเมตร พร้อมกับวางถ้วยสำลีสูดน้ำไว้ด้านบนสุดของปลาแห้งภายในกล่องพลาสติก เมื่อปล่อยให้ตัวเต็มวัยของดั่งหนังสือเป็นเวลา 3-4 วัน เก็บตัวเต็มวัยออกจากกล่อง รอจนไข่ของดั่งฟักเป็นตัวหนอน เข้าดักแด้ และเป็นตัวเต็มวัย นำตัวเต็มวัยของดั่งที่เลี้ยงไว้ มาใช้ในการทดลอง

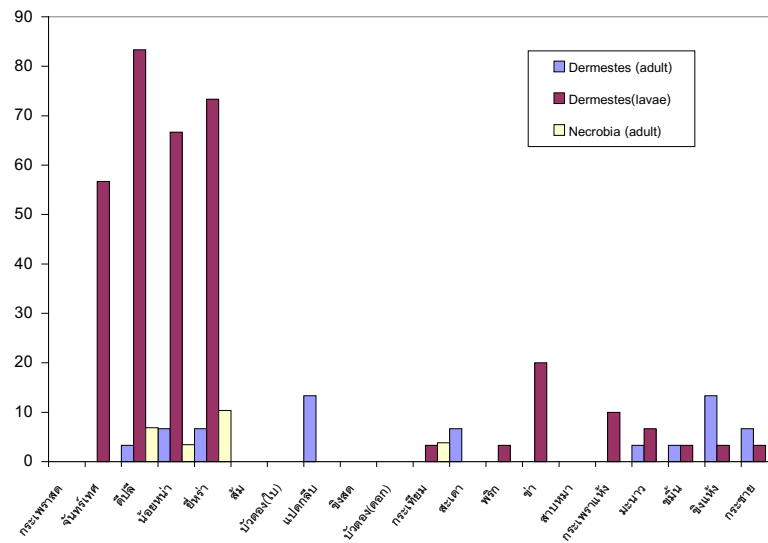
การเตรียมสารสกัดจากพืชเพื่อทดสอบพิษทางสัมผัส

ทำการทดสอบความเป็นพิษในการสัมผัสของด้วงทั้ง 2 ชนิดบนกระดาษกรองซึ่งดัดแปลงจากวิธี residue film of contact insecticide ของ Busvine (1971) โดยใช้สารสกัดจากพืช มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ในอะซีโตน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร หยดลงบนกระดาษกรองเบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ปล่อยให้แห้ง นำด้วงหนังสือวัยระยะตัวเต็มวัยอายุไม่เกิน 3 สัปดาห์จำนวน 10 ตัว ปล่อยให้บินกระดาษกรองที่อยู่ในจานแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ทำซ้ำในแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีละ 6 จานแก้ว ตรวจนับจำนวนแมลงที่ตาย หลังจากการทดลอง 3 วัน (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 27 การทดสอบพิษสัมผัสของสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อด้วงหนังสือ (*Dermestes maculatus*)

ทำการทดสอบสารสกัดจากพืชตามกรรมวิธีต่างๆ กับด้วงหนังสือ พิษสัมผัสของสารสกัดจากพืช จำนวน 20 ชนิดพบว่า หลังจากตรวจนับจำนวนแมลงที่ตายหลังทำการทดลอง 3 วัน (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงหนังสัตว์ *Dermestes maculatus* และ *Necrobia rufipes* จากการสัมผัสสารสกัดจากพืช 20 ชนิดในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 11 เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงหนังสือ *Dermestes maculatus* และ *Necrobia rufipes* จากการสัมผัสสารสกัดจากพืช 20 ชนิดในห้องปฏิบัติการ

สารสกัดจากพืช	ตัวเต็มวัย <i>Dermestes maculatus</i>	ตัวอ่อน <i>Dermestes maculatus</i>	ตัวเต็มวัย <i>Necrobia rufipes</i>
1. ดีปลี่	3.33	83.33	6.89
2. น้อยหน่า	6.67	66.67	3.44
3. แปกกล้วย	13.33	0	0
4. ส้ม	0	0	0
5. มะนาว	3.33	6.67	0
6. บัวตอง(ดอก)	0	0	0
7. สدابหมา	0	0	0
8. ชิงสด	0	0	0
9. พริก	0	3.33	0
10. กระเทียม	0	3.33	3.85
11. กระเพราสด	0	0	0
12. จันทน์เทศ	0	56.67	0
13. กระชาย	6.67	3.33	0
14. กระเพราแห้ง	0	10	0
15. สะเดา	6.67	0	0
16. ชิงแห้ง	13.33	3.33	0
17. ข่า	0	20	0
18. ยี่ห่วย	6.67	73.33	10.34
19. บัวตอง (ใบ)	0	0	0
20. ขมิ้น	3.33	3.33	0

4.4. ศึกษาวิธีการสกัดสารจากพืชและรูปแบบของสารที่สะดวกในการใช้งาน

วิธีการที่ใช้ในการสกัดองค์ประกอบสำคัญจากพืชสมุนไพร วิธีที่นำมาใช้ในการสกัดสารมีหลายวิธี เช่น การหมัก (Maceration) คือ ขบวนการสกัดองค์ประกอบสำคัญจากพืชสมุนไพรโดยหมักในตัวทำละลายที่เหมาะสมเป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งองค์ประกอบที่ต้องการละลายออกมาหมด ซึ่งวิธีนี้นี้เหมาะสำหรับพืชสมุนไพรที่มีโครงสร้างหรือเนื้อเยื่อที่ไม่แข็งแรงมากนัก เช่น ใบ ดอก และเหมาะกับสารสกัดที่องค์ประกอบไม่คงทนต่อความร้อน เมื่อได้สารสกัดแล้วนำมากรองแยกกากออกหลังจากนั้นจึงนำมาทำให้เข้มข้นเสียก่อน ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น การเอาตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิต่ำและลดความดันลงให้เกือบเป็นสูญญากาศด้วย vacuum pump โดยใช้ rotary evaporator หรือโดยใช้ความร้อนจากหม้ออังไอน้ำ (water bath) หรือ hot plate เป็นต้น (วีณา, 2534 กฤษณา, 2537)

เมื่อได้พืชที่มีประสิทธิภาพในขั้นต้นแล้วจึงได้ปรับปรุงวิธีการเตรียมสารสกัดจากพืชให้เหมาะสมในการใช้งานและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกผลดีปัสซึ่งในการทดลองขั้นต้นมีประสิทธิภาพมากที่สุดมาแช่ในตัวทำละลายเหล้าโรง (เหล้าขาว) 35 ดีกรี ซึ่งมีความปลอดภัยสูงกว่าสารละลายชนิดอื่นๆ เนื่องจากสามารถรับประทานได้ เมื่อได้สารละลายแล้วจึงนำมาระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำเก็บสารสกัดหยาบที่ได้ในตู้เย็นเพื่อรอการทดสอบ เมื่อจะนำมาทดสอบให้นำสารสกัดหยาบมาละลายในเหล้าโรง (เหล้าขาว) 35 ดีกรีอีกครั้งหนึ่งให้ได้ความเข้มข้น 5% เพื่อนำไปทดสอบกับแมลงตามขั้นตอนต่อไป

4.5 การทดสอบคุณสมบัติในการขับไล่แมลงศัตรูปลาแห้งในขณะเก็บรักษา

วิธีการทดลอง

ทำการเตรียมปลาช่อนแห้งที่พบการเข้าทำลายของด้วงหนังสัตว์และด้วงขาแดงมาเพิ่มปริมาณแมลงในสภาพห้องปฏิบัติการ วางปลาแห้งที่มีแมลงดังกล่าวในห้องขนาด 3.5 X 3.5 ตารางเมตร กระจายทั่วห้องเพื่อเตรียมสภาพระบาดของแมลงศัตรูทั้ง 2 ชนิด (ภาพที่ 29)

เตรียมปลาช่อนแห้ง 3 ตัว ใส่เข่งที่สานด้วยไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6 นิ้ว ฉีดพ่นตัวปลาด้วยสารสกัดดีปัสที่ละลายในสุราขาว ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ต่อ 1 เข่ง นำปลาแห้งที่ฉีดพ่นเรียบร้อยแล้ววางฝั่งลมให้แห้งแล้วจึงนำไปวางรอบๆ กองปลาที่มีแมลงเข้าทำลาย โดยสลับกับเข่งของปลาแห้งที่ฉีดพ่นด้วยสุราขาวเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

ทำการตรวจนับจำนวนแมลงที่เข้ามาอยู่ในข่งไม้ไผ่ทุกสัปดาห์รวม 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม



ภาพที่ 29 การทดสอบคุณสมบัติในการขับไล่แมลง โดยใช้ดีปลีละลายด้วยสุราขาว

ผลการทดลอง

ทำการจำแนกชนิดและนับจำนวนแมลงทุกสัปดาห์ จนกระทั่งครบ 4 สัปดาห์ ได้ชนิดของแมลงและจำนวนของแมลงดังตารางที่ 12

สารสกัดดีปลีผสมสุราขาว 35 ดีกรี พบว่า ปริมาณแมลงทั้ง *Dermestes* และ *Necrobia* ไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมซึ่งแสดงว่า สารสกัดดังกล่าวไม่มีผลในการขับไล่แมลงศัตรูปลาแห้งขณะเก็บรักษา

ตารางที่ 12 ชนิดของแมลงและจำนวนแมลงโดยเฉลี่ยในการทดสอบคุณสมบัติในการขับไล่แมลง โดยใช้ดีปลีละลายด้วยสุราขาว

กรรมวิธี	<i>Dermestes</i>	<i>Necrobia</i>	อื่นๆ
สารสกัดดีปลีผสมสุราขาว 35 ดีกรี	5.125	0.025	-
ชุดควบคุม	5.016	0.125	-
	ns	ns	

5. การศึกษาระดับความเป็นพิษกับสิ่งแวดล้อมของสารสกัดจากธรรมชาติ

การศึกษาระดับความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชต่อสิ่งแวดล้อม เป็นการหาข้อมูลความเป็นไปได้ในการนำสารสกัดจากพืชที่ให้ผลดีในการกำจัดแมลงศัตรูปลาแห่งร่มควัน และปลาเค็ม เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมได้ ในการทดลองเบื้องต้นครั้งนี้ได้ทำการหาความเป็นพิษของสารสกัดของดีปลีต่อสัตว์น้ำได้แก่ ลูกปลานิล เปรียบเทียบระดับความเป็นพิษของสารเคมีที่ได้รับการยอมรับให้ใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุงได้แก่ temephos ซึ่งเป็นสารเคมีที่นำมาใช้กำจัดแมลงลูกน้ำยุงและตัวหนอนของแมลงวันหลายชนิด จำหน่ายในชื่อของ แชนอาเบต 1 % w/w สามารถกำจัดลูกน้ำยุงได้ที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm

วิธีการทดลอง

ทำการทดสอบความเป็นพิษกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้ลูกปลานิล น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1.0 –1.5 กรัม มีขนาดลำตัวยาวประมาณ 1 เซนติเมตรเป็นตัวทดสอบ นำลูกปลานิลในขนาด ดังกล่าวมาพักไว้ในถังน้ำขนาด 100 ลิตร ให้ออกซิเจนเป็นเวลา 1 วัน ทำการคัดแยกปลาลงในถังทดลองขนาดปริมาตร 4.5 ลิตร จำนวนถังละ 10 ตัว (ภาพที่ 30) หลังจากลูกปลานิลได้พักตัวแล้ว 24 ชั่วโมงทำการปรับน้ำในถังทดสอบให้มีความเข้มข้นของสารสกัดจากดีปลี และสารเคมีกำจัดแมลง temephos ในระดับความเข้มข้น 1.25, 2.5, 5, 10, และ 20 ppm ทำซ้ำ ความเข้มข้นละ 5 ถัง รวมจำนวนปลาในแต่ละความเข้มข้นเป็น 50 ตัว โดยมีชุดควบคุม (check) ที่ไม่ใส่สารใดๆ ลงไปในถังทดสอบ อุณหภูมิของน้ำขณะทดลองประมาณ 27 องศาเซลเซียส ตรวจนับจำนวนปลาตายใน เวลา 24, 48, และ 72 ชั่วโมง นำมาคำนวณหาค่า LC_{50} (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 30 การทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อลูกปลานิล ด้วยวิธีละลายสารสกัดลงในน้ำ



ภาพที่ 31 การทดสอบพิษของสารสกัดจากธรรมชาติที่มีผลต่อลูกปลานิล

ผลการทดลอง

จากการตรวจนับจำนวนลูกปลานิลในช่วงเวลาต่างๆ ในกรรมวิธีต่างๆ พบว่า temephos มีค่า LC_{50} = 24.349 ppm ที่ 72 ชั่วโมง ส่วนสารสกัดจากดีปลีพบว่าทำให้ลูกปลานิลตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในระดับความเข้มข้น 1.25 ppm. ซึ่งเป็นความเข้มข้นต่ำสุดในการทดลอง (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 เปอร์เซ็นต์การตายของลูกปลานิลเมื่อสัมผัสสารสกัดจากดีปลีในระดับความเข้มข้นต่างๆ

กรรมวิธี	ระดับความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตาย
สารสกัดหนายาบดีปลี (มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 3 มิลลิลิตร)	1.25	100.00
	2.5	100.00
	5	100.00
	10	100.00
	20	100.00
ชุดควบคุม (มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 3 มิลลิลิตร)	0.00	0.00

สารสกัดจากดีปลี 1.25 ppm มีผลทำให้ลูกปลานิลตายได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่าเป็นพิษต่อปลาสูงและมีค่าความเป็นพิษสูงกว่า temephos การใช้สารสกัดจากดีปลีจึงควรหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความปลอดภัยของสารสกัดต่อผู้บริโภคพบว่า ดีปลีได้นำมาเป็นส่วนผสมของยาแผนไทยหลายชนิด ได้แก่ การนำดอกดีปลีแก่แห้งฝนกับน้ำมะนาว และเกลือกวาดคอ นำมาจิบแก้ไอ และขับเสมหะ แก้อาการคลื่นไส้อาเจียน นำมาต้มกับน้ำดื่มแก้อาการจุกเสียด ท้องอืด (สมพร, 2542) อีกทั้งดีปลีเป็นพืชอาหารสมุนไพรที่นิยมบริโภคอยู่ในชีวิตประจำวันของท้องถิ่นภาคเหนือ ดังนั้นดีปลีจึงไม่น่าจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

6. การประเมินการยอมรับ ด้านคุณภาพของปลาแห้งที่ใช้ทดสอบ

ทำการศึกษาตรวจดูคุณภาพของปลาแดดเดียวใช้สารสกัดจากพืชสกัดจากดีป्ली น้อยหน่าและส้ม 5 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ฉีดพ่นลงบนตัวปลาซ็อนที่ทำการตัดแต่งสำหรับเป็นปลาแดดเดียว จำนวน 4 ตัวโดยใช้เครื่องพ่นสารเคมีขนาดเล็กซึ่งดัดแปลงมาจากเครื่องพ่นสีด้วยแรงดันขนาดเล็ก จากนั้นนำปลาไปตากแดดระหว่างเวลา 8.30 ถึง 15.30 นาฬิกา ณ ตลาดประตูก้อม อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ในแต่ละกรรมวิธีทำการทดลอง 4 ซ้ำ เมื่อครบกำหนดเวลานำปลามาเปรียบเทียบสี และกลิ่น จากนั้นนำปลาซ็อนแดดเดียวที่ตากไว้จนครบกำหนดมาทอดด้วยน้ำมันถั่วเหลือง แล้วจึงทำการเปรียบเทียบสีและกลิ่นอีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 32 ตัวอย่างปลาซ็อนแดดเดียวที่ชุบด้วยสารสกัดจากเปลือกส้ม (ขวา) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ซ้าย)



ภาพที่ 33 ตัวอย่างปลาแดดเดียวที่ชุบด้วยสารสกัดจากดีปลี (ข.) เปลือกส้ม (ค.)
น้อยหน่า (ง) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ก.)

ผลการทดลอง

จากการสังเกตปลาซอมแดดเดียวที่ใช้สารสกัดจากพืชบางชนิด ฉีดพ่นลงบนตัวปลา (ภาพที่ 32 และ 33) เมื่อนำมาทอดและเปรียบเทียบคุณภาพเบื้องต้น พบว่า ปลาที่ใช้สารสกัดจากพืชมีคุณภาพ ไม่ต่างจาก ปลาที่ไม่ใช้สารสกัด (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบคุณสมบัติของปลาที่ใช้สารสกัดชนิดต่างๆ หลังจากทอดเป็นอาหาร

ตัวอย่างปลาซอแนเค็ม	ข้อสังเกต	คะแนน	
		ก่อนทอด	หลังทอด
1. ชูดควบคุม	สี	**** ¹	****
	กลิ่น	*** / กลิ่นตุ	****
	รส	-	เค็ม มีกลิ่นปลาตามปกติ
2. ดีป्ली	สี	****	****
	กลิ่น	*** / กลิ่นตุ	**** / หอมกลิ่นดีป्ली
	รส	-	เค็ม มีกลิ่นปลาตามปกติ
3. ส้ม	สี	****	****
	กลิ่น	*** / กลิ่นตุ	****
	รส	-	เค็ม มีกลิ่นปลาตามปกติ
4. น้อยหน้า	สี	****	****
	กลิ่น	*** / กลิ่นตุ	****
	รส	-	เค็ม มีกลิ่นปลาตามปกติ

¹**** ดีมาก, *** ดี, ** พอใช้, * สดุดปกติ

สรุป

จากการศึกษาแมลงที่เข้าทำลายปลาแขวงชะตากแห้งพบว่า มี แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มากที่สุด รองลงมาคือ แมลงวันบ้าน *Musca domestica* ส่วนในขณะเก็บรักษาพบด้วงหนังสัตว์ (*Dermestes maculatus*) มากที่สุด รองลงมาคือ ด้วงขาแดง (*Necrobia rufipes*)

ความเสียหายที่เกิดจากแมลงวันหัวเขียวรุนแรงมากทำให้คุณภาพเสียไม่สามารถนำไปบริโภคได้ ส่วนความเสียหายในขณะเก็บรักษาพบว่าด้วงหนังสัตว์ (*Dermestes maculatus*) และด้วงขาแดง (*Necrobia rufipes*) ทำให้ปลาแห้งสูญเสียน้ำหนัก 12.48 % ในเดือนที่ 5 และสูญเสีย คุณภาพไม่สามารถนำไปบริโภคได้ภายใน 6 เดือน

จากการนำสารสกัดจากพืช 20 ชนิด พบว่า พืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงวัน หัวเขียวมากที่สุด ได้แก่ ดีปลี น้อยหน่า ส้ม และจันทน์แปดกลีบ ตามลำดับ ในการทดสอบคุณสมบัติในการขับไล่แมลงวัน พบว่า สารสกัดหยาบจากดีปลี 5% ในอะซิโตนมีฤทธิ์ในการไล่แมลงถึง 91.12% และยังพบว่า น้ำมันทานตะวันและน้ำมันมะพร้าว สามารถขับไล่แมลงวันได้สูงถึง 82.49% และ 78.5% ตามลำดับ สำหรับแมลงในโรงเก็บทั้ง 2 ชนิด พบว่า ดีปลี น้อยหน่า ยี่ห่วย และจันทน์เทศ มีประสิทธิภาพในการควบคุมสูงกว่าพืชชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาความเป็นพิษกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้ลูกปลานิลในการทดสอบ พบว่า สารสกัดจากดีปลีทำให้ลูกปลานิลตาย 100% แต่เนื่องด้วยดีปลีเป็นพืชสมุนไพร ใช้เป็นยาและอาหารจึงไม่น่าจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ในการประเมินการยอมรับด้านคุณภาพของปลาแดดเดียวโดยสังเกตจากรสชาติ ลักษณะเนื้อปลา และกลิ่น พบว่าปลาแดดเดียวที่ใช้สารสกัดจากดีปลีไม่มีความแตกต่างไปจากชุดควบคุม

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา ภูตะคาม. 2537. *เภสัชภัณฑ์ธรรมชาติ* เล่ม 1. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 176 หน้า.
- ขจรศักดิ์ ตระกูลพั. 2539. ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรแปดชนิดต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช และโรคผิวหนังที่คัดเลือกแล้ว. *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. 271 หน้า.
- ชอุ่ม เปรมะฐียร. 2536. การใช้สารสกัดจากพืชควบคุมศัตรูพืช. *กสิกร* 66(6) : 595-599
- ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง. 2539. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2539. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 86 หน้า.
- มยุรา สุนยวีระ. 2544ก. ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดต่อการตายของหนอนแมลงวันหัวเขียว. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- มยุรา สุนยวีระ. 2544ข. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการป้องกันกำจัดแมลงวัน (*Musca domestica* L.) *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- วีณา วิรัชญกุล. 2534. *ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ*. ภาควิชาวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 499 หน้า
- สมพร ภูติยานันท์. 2542. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย. *โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก กรุงเทพฯ*. 448 หน้า.
- Asastyasih M. and J.L. Madden. 1986. Effect of plant products and extracts on the acceptability of fish to flies. *Research Institute of Fish Technology, Jakarta, Indonesia*.
- Awoyemi M.D. 1991. Preliminary observations on the incidence of insect pests and related damage to stored dried fish in kainji Lake area. *Insect Science and its Applications*. (12). : 361-365.
- Burg, J.G., K.E. Cillek, and F.W. Knapp. 1995. Variability of glass and filter paper insecticide-treated surfaces used to determind horn fly (Diptera: Muscidae) insecticide resistance. *J. Econ.Entomol*. 88(3):654-658.
- Busvine, J.R. 1971. A critical review of the techniques for testing insecticide. *Commonwealth Agriculture Bureau*.

- Dobie, P., C.P. Haines., R.J. Hodges. And P.F. Prevett. 1984. Insect and Arachnids Tropical Stored Products Their Biology and Identification. Tropical Development and Research Institute. London. 273 p.
- Don Pedro K.N. 1985. Toxicity of some citrus peels to *D. maculatus* Deg and *Callosbruchus maculatus* (F). Journal of Stored Product Research 21, 31-34.
- Don Pedro K.N. 1989. Insecticidal activity of some vegetable oils against *D. maculatus* Degeer (Coleoptera: Dermestidae) on dried fish. Journal of Stored Product Research 25 : 81-86.
- Don Pedro K.N. 1990. The effect of fixed vegetable and animal oils on the feeding and development of *D. maculatus* Degeer (Coleoptera: Dermestidae) larvae on dried fish. Journal of African Zoology, 104 : 23-28.
- Golop P., Cox J.R. and Kilminster K. 1987. Evaluation of insecticide dips as protectants of stored dried fish from dermestid beetle infestation *Journal of Stored Products Research* 23, 47-56.
- Golob, P., Gueye-N Diaye, and S. Johnson. 1995. Evaluation of some pyrethroid and organophosphate insecticides as protectants of stored dried fish. Trop. Sci. 35: 76-92.
- Guillon M. 1976. Controlling insect pests of dried fish, an experiment in Mali. SPAN 19 :127-139.
- Haines, C.P., and Rees, D.P. 1989. A field guide to the types of insects and mites infesting cured fish. FAO Fisheries Technical Paper. 303 : 1-33.
- Johnson, W.W., and M.T. Finley. 1980. Handbook of acute toxicity of chemicals to fish and aquatic invertebrates. U.S. Dep. Interior Fish Wild. Serv. Resource Pub. 137. Washington, D.C. 96 p.
- Madden, J.L., A.M. Anggawati, and N. Indriati. 1995. Impacts of Insects on the Quality and Quantity of Fish and Fish Products in Indonesia. p. 97-106. In: R.B. Champ, and E. Highley (ed.). Proceeding of an international workshop held at Jakarta. Aciar Proceedings No. 59. February 9-8, 1994. Indonesia. Arawang Information Bureau Pty Ltd., Canberra, Australia.

- Mathen C., Unnikrishnan Nair T.S. and Ravidranathan Nair P. 1992. Effect of some vegetable oils on insect infestation during storage of dry cured fish. *Fishery Technology* 29, No. 1.
- Meynell P.J. 1978. Reducing blowfly spoilage of sun drying fish in Malawi using Pyrethrum. Indo-Pacific Fishery Commission Symposium on Fish Utilization Technology and Marketing in the IPFC Region, Manila, Philippines. FAO IPFC/78/SYMP/37.
- Muirhead-Thomson, R.C. 1978. Lethal and behavioral impact of permethrin (NRDC 143) on selected stream macroinvertebrates. *Ibid.* 38: 185-190.
- Rattagool P. and P. Methatip .1988. Evaluation of Insecticides to Protect Salted Dried Marine Fish From Insect Infestation During Processing and Storage in Thailand. Paper presented at the Seventh Session of The Indo - Pacific Fishery Commission Working Party on Fish Technology and Marketing. Bangkok, Thailand, 19-22 April 1988. FAO Fisheries Report NO. 401 Supplement . P. 189-204
- Rollings M.J. and Hayward L.A.W. 1963. Aspects of the dried fish trade in Nigeria with particular reference to Lake Chad. *Tropical Stored Products Information* 5 :162-167.
- Walker D.J. and Evans N.J. 1984. Report on two visits to the Gambia to evaluate the use of insecticides in reducing losses in traditionally cured fish. Tropical Development Research Institute report R 1245(S).
- Walker D.J. and Wood C.D. 1986. Non-insecticidal methods of reducing losses due to insect infestation of cured fish with beetle pests (Coleoptera). Expert Consultation on Fish Technology in Africa, Lusaka, Zambia, 21-25 June. Rome: FAO.
- Walker D.J. 1987. *A review of the use of contact insecticides to control post-harvest infestation of fish and fish products*. FAO Fisheries Circular No 804. Rome: FAO.
- Walker D.J. 1988. Control of insect infestation in fishery products in LDCs. In: *Post Harvest Fishery Losses, Proceedings of an International Workshop held at the University of Rhode Island*, 12-16 April 1987, pp. 133-146 (Morrissey M.T.,ed.). Rhode Island.
- Wood C.D. 1982. Report on a visit to the Institut de Technologie Alimentaire (ITA) Senegal. Tropical Products Institute report R1078 (L).

ภาคผนวก 1. ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรม และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

กิจกรรม	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
1. ศึกษาชนิดแมลงที่ทำลายปลาขณะตากแห้งและเก็บรักษา	1.1 พบแมลงวันหัวเขียว <i>Chrysomya megacephala</i> เป็นแมลงสำคัญที่พบว่ามารบกวนปลาขณะที่ตากแห้งในปลาช่อนและปลาสดแดดเดียวมากที่สุด รองลงมาได้แก่ แมลงวันหลังลาย (<i>Sarcophaga</i>) และแมลงวันบ้าน (<i>Musca domestica</i>) 1.2 พบด้วง 2 ชนิดเข้าทำลายปลาแห้งขณะเก็บรักษา ได้แก่ ด้วงหนังสัตว์ (<i>Dermestes maculatus</i>) และด้วงขาแดง (<i>Necrobia rufipes</i>) โดยพบด้วงหนังสัตว์เข้าทำลายปลาแห้งตั้งแต่เดือนแรกและเริ่มมากขึ้นในเดือนที่ 2-3 เป็นต้นไปขึ้นอยู่กับปริมาณของปลาที่เป็นอาหาร
2. ประเมินความเสียหายของปลาแห้งที่เกิดจากการทำลายของแมลงในขณะตากแห้ง และเก็บรักษา	2.1 ความเสียหายจาก <i>C. megacephala</i> พบว่า กลุ่มไข่ 1 กลุ่มของ แมลงวันหัวเขียว สามารถทำให้น้ำหนักปลาแห้งลดลงไป คุณภาพไม่สามารถนำไปบริโภคได้ 2.2 ความเสียหายของปลาแห้งขณะเก็บรักษาพบว่าเริ่มทำความรุนแรงในเดือนที่ 3 สามารถทำให้ปลาสูญเสียน้ำหนักได้ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 5 เดือน และพบว่าเสียคุณภาพเนื่องจากมีเชื้อราบนปลาในเดือนที่ 5 และ 6
3. คัดเลือกพืชที่มีรายงานว่ามียูทรีควบคุมแมลงที่ทำลายปลา	3. ได้สารสกัดจากพืช 4 ชนิด ที่มีผลในการควบคุมแมลงวันหัวเขียว ศัตรูปลาแห้งขณะตาก ได้แก่ ผลดีปลี ใบน้อยหน่า เปลือกส้ม และผลจันทน์แปดกลีบ และได้สารควบคุมแมลงศัตรูปลาแห้งระหว่างเก็บรักษา ได้แก่ ผลดีปลี เปลือกน้อยหน่า เมล็ดยี่ห่วย และผลจันทน์เทศ

กิจกรรม	ผลที่ได้รับจากโครงการ
4. ศึกษาวิธีสกัดสารจากพืชและรูปแบบของสาร ที่สะดวกในการใช้งาน	4.รูปแบบการสกัดสารจากธรรมชาติที่สะดวกสามารถนำมาใช้ได้เป็นวิธีการทำสารสกัดหยาบ (crude extract) ที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย และละลายในอะซิโตนก่อนนำมาทดสอบอีกครั้งหนึ่ง
5.ทดสอบประสิทธิภาพของพืชและ/หรือสารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้งในขณะตากแห้งและเก็บรักษา	5. ได้สารสกัดหยาบจากผลดีป्ली ซึ่งให้ผลในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้งขณะตาก และเก็บรักษาได้ดีที่สุดทั้งพิษทางสัมผัสและมีผลในการขับไล่แมลงวันหัวเขียว ตัวหนังสือตัวและตัวขาแดง
6.ทดสอบระดับการใช้สารที่คัดเลือกไว้ใน การควบคุมแมลงทำลายปลาเพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค	6.ทดสอบระดับความปลอดภัยกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้ลูกปลานิลเป็นตัวชี้วัด พบว่าสารสกัดจากดีป्लीที่มีฤทธิ์ในการควบคุมแมลงทำลายปลาแห้งมีพิษต่อปลาสูง และพบว่า น้ำมันทานตะวันและน้ำมันมะพร้าวสามารถขับไล่แมลงได้ด้วย
7. ประเมินการยอมรับด้านคุณภาพของปลาแห้งที่ใช้ทดสอบ	7.มีการประเมินคุณภาพปลาแดดเดียวที่ใช้สารสกัดจากดีป्लीในการป้องกันแมลงศัตรู พบว่า ปลาช่อนแดดเดียวมีคุณลักษณะใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับปลาช่อนแดดเดียวตามปกติทั้งก่อนทอดและหลังทอดรสชาติไม่แตกต่างกับชุดควบคุม
8.ปรับปรุงวิธีเตรียมพืชหรือสารสกัดจากพืชให้เหมาะสมในการใช้งานและมีประสิทธิภาพมากขึ้น	8. ได้รูปแบบของสารสกัดหยาบจากดีป्लीซึ่งแช่ในตัวทำละลายสุราขาว 35 ดีกรี แต่ผลยังไม่ดีเท่าที่ควร
9. จัดทำข้อเสนอโครงการระยะที่ 2 เพื่อทดสอบการใช้งานวิธีควบคุมแมลงปลาแห้งในระดับพื้นที่บ้านกลุ่มเกษตรกรและธุรกิจ	9. เนื่องจากดีป्लीเป็นพืชที่มีคุณสมบัติในการควบคุมแมลงได้เป็นอย่างดีสมควรนำมาศึกษาหาวิธีสกัดที่ละเอียดและง่ายต่อการปฏิบัติ หาวิธีลดกลิ่น ตลอดจนหารูปแบบ (formulation) ที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในแง่ของการผลิตเพื่อการค้าต้องหาวิธีการขยายพันธุ์ที่ง่าย รวดเร็วเพื่อนำวัตถุดิบมาสกัดเอสารไปใช้ต่อไป