การวิเคราะห์หาสารตกค้างของยาฆ่าแมลงในน้ำผัก, น้ำผลไม้ และชาเขียวในภาชนะปิดสนิท

โดย

เกษร นันทจิต

ลัดดา วงศ์พายัพกุล

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ.2549

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การวิเคราะห์หาสารตกค้างของยาฆ่าแมลงในน้ำผัก, น้ำผลไม้ และชาเขียวในภาชนะปิดสนิท

เกษร นันทจิต, ลัดดา วงศ์พายัพกุล

สายวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หายาฆ่าแมลงในตัวอย่างน้ำผัก, น้ำผลไม้ และชาเขียวในภาชนะปิดสนิท 25 ตัวอย่าง พบยาฆ่าแมลง 20 ตัวอย่าง พบว่ายาฆ่าแมลงที่นิยมใช้มาก คือ Heptachlor และ Lindane ตัวอย่างชาเขียวพบมี Heptachlor 0.025-0.060 ppm. ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินกำหนดอยู่ 2 ตัวอย่าง จากตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมด 5 ตัวอย่าง และยังพบ Lindane 0.005-0.014 ppm สำหรับ Lindane เป็นยาฆ่าแมลงที่ไม่อนุญาตให้ใช้ ตัวอย่างน้ำแอปเปิ้ลพบ Heptachlor 0.040 ppm, Lindane 0.007 ppm, Aldrin 0.010 ppm ในปริมาณที่ไม่เกินกำหนด สำหรับตัวอย่างน้ำแครอทชนิดที่ผลิตจากต่างประเทศพบ Heptachlor 0.030 ppm, o, p'-DDD 0.600 ppm และ B-endosulphan 0.240 ppm ปริมาณ o,p'-DDD เกินกำหนด และ B-endosulphan เป็นยาฆ่าแมลงที่ห้ามใช้ ขณะที่ตัวอย่างที่ผลิตในประเทศตรวจพบ Heptachlor 0.020 ppm และ G-chlordane 0.400 ppm ซึ่ง G-chlordane เป็นยาฆ่าแมลงที่ห้ามใช้ สำหรับตัวอย่างน้ำองุ่นยาฆ่าแมลงที่ตรวจพบคาดว่าเป็น Abamectin และตัวอย่างน้ำส้มตรวจไม่พบยาฆ่าแมลง จากผลการวิจัยนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะไปกระตุ้นกระทรวงสาธารณสุขให้ความสนใจและทำการควบคุมในเรื่องนี้

Determination of Pesticide Residue in Vegetable Juice, Fruit Juice and Green Tea Solution in Closed Package

Khesorn Nantachit* and Ladda Wongpayapkul

Department of Pharmaceutical Sciences, Faculty of Pharmacy, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**Corresponding author. E-mail : khesorn@pharmacy.cmu.ac.th*

ABSTRACT

Determination of pesticide residue in 25 closed-package samples of vegetable juice, fruit juice and green tea solution revealed pesticide residue in 20 samples. Pesticides that were frequently found were heptachlor and lindane. We found heptachlor 0.025-0.060 ppm in green tea and the amounts from 2 of 5 samples were over the permissible level. Lindane was also found at 0.005-0.014 ppm. Lindane is a nonpermitted pesticide. In apple juice, we found hepatachlor 0.040 ppm, lindane 0.007 ppm, aldrin 0.010 ppm which were within the allowable limit. In foreign carrot juice samples, we found heptachlor 0.030 ppm, o,p'-DDD 0.600 ppm and B-endosulphan 0.240 ppm. The amount of o,p'-DDD in foreign carrot juice was over the limit and B-endesulphan is a nonpermitted pesticide. We found that the Thai carrot juice consisted of heptachlor 0.020 ppm and G-chlordane 0.400 ppm. G-chlordan is also a nonpermitted pesticide. We found pesticide residue in grape juice that might be abamectin. We did not find any pesticide residue in orange juice. These results from our investigations should stimulate the Ministry of Public Health to be interested in controlling the use of pesticides in packaged juices and teas.

คำขอบคุณ

ผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนและสถานที่ทำการวิจัย

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
ภาษาไทย	ก
ภาษาอังกฤษ	ข
คำขอบคุณ	ค
รายการตารางประกอบ	ง
รายการแผนภาพ	จ
บทนำ	1
การทดลอง	3
ผลและบทวิจารณ์	6
เอกสารอ้างอิง	16
ประวัติการศึกษา และประสบการณ์	17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในชาเขียว ; 6% Eluent, DVS = n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography	7
2	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในชาเขียว ; 15% Eluent, DVS = 2% Acetone in n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography	7
3	การตรวจเอกลักษณ์ของชาเขียวโดยดูค่า Retention time จาก Gas chromatogram	8
4	ปริมาณ Pesticide ที่พบในตัวอย่างชาเขียว	8
5	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในน้ำแอปเปิ้ล ; 6% Eluent, DVS = n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography	9
6	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในน้ำแอปเปิ้ล ; 15% Eluent, DVS = 2% Acetone in n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography	9
7	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลง โดยดูค่า Retention time จาก GC ของตัวอย่างน้ำแอปเปิ้ล	10
8	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในน้ำแครอท ; 6% Eluent, DVS = n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography	11
9	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในน้ำแครอท ; 15% Eluent, DVS = 2% Acetone in n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography	12
10	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงโดยดูค่า Retention time จาก Gas chromatogram ของตัวอย่างน้ำแครอท	13
11	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงของน้ำองุ่น ; 6% และ 15% Eluent, DVS = n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography	14
12	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างน้ำองุ่น ; 6% และ 15% Eluent, DVS = Cyclohexane โดยวิธี Thin-layer chromatography	14
13	การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างน้ำองุ่น ; 6% และ 15% Eluent, DVS = 2% Acetone in n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography	15

รายการแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1 แผนผังการทดลอง 4

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทที่ 1
บทนำ

ปี 2528 ประเทศไทยมีการตรวจพบสารปนเปื้อนในกลุ่ม Organochlorine และ Organophosphate ในตัวอย่างผลไม้, พืชไร่, พืชน้ำมัน และพืชอาหารสัตว์และไข่ ในตัวอย่างมากกว่า 2,000 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด 3,000 ตัวอย่าง

จากการตรวจขององค์กรรัฐบาลในประเทศไทย ในปี 2525-2528 พบว่า 54% ของตัวอย่างทั้งหมด 663 ชนิด พบ DDT 39% และ Dieldrin 15% และปี 2536 จากการตรวจของ National Environment Board พบสารตกค้างของยาฆ่าแมลง 86% ของตัวอย่างน้ำ, 32% ของตัวอย่างผลไม้, 25% ของตัวอย่างผัก เนื่องจากแมลงดื้อต่อยาฆ่าแมลงจึงพบการใช้ยาฆ่าแมลงอยู่ในระดับสูงขึ้นถึง 8 เท่าของปริมาณที่กำหนด

ปี 2533 FDA (องค์กรอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา) ตรวจพบสารปนเปื้อนของยาฆ่าแมลงในอาหารทารก 900 ตัวอย่าง พบ Beononyl-thiabendazole (fungicide), Daminozide, Ethylenethiourea (ETU เป็นสารตกค้างของยาฆ่าเชื้อรา), Aldicarb, Organochlorine compounds นอกจากนี้ยังตรวจในผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล, กล้วย, ส้ม และแพร์ พบ Beononyl-thiabendazide ในแอปเปิ้ล, น้ำองุ่น, Applesauce และแพร์กระป๋อง พบ Daminozide นอกจากนี้ ในน้ำองุ่นยังพบ ETU, ในกล้วย, ส้ม และน้ำส้ม พบ Aldicarb ปริมาณที่พบอยู่ต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดให้มีได้

ในปี 2533-2543 EPA (Environmental protectic agency) ของสหรัฐอเมริกา ประกาศข้อจำกัดการใช้ Organophosphate เช่น การใช้ Azinphos methyl, chlorpyrifos และ methyl parathion

จากการตรวจสารปนเปื้อนของยาฆ่าแมลงในสินค้าส่งออก ปี พ.ศ.2537 ของประเทศไทย พบว่า ข้าว ผัก ผลไม้ และผลผลิตอื่นๆ พบสารปนเปื้อนคิดเป็นร้อยละ 20.4, 18.5, 0 และ 27.8 ตามลำดับ สารปนเปื้อนที่พบในข้าว ได้แก่ Heptachlor, DDT และ methyl bromide ในผักสดพบ Monochlortophos, methomyl, cypermethrin และ organochlorine ได้แก่ BHC, dieldrin และ DDT ในผลผลิตอื่นๆ นอกจากพืชแล้วพบ Organochlorine เช่น BHC, heptachlor, lindane และ DDT ปริมาณที่ตรวจพบไม่เกินค่าปลอดภัย (Maximum residue limit = MRL)

US Department of Agriculture (USDA) ตรวจสารตกค้างของยาฆ่าแมลง ในปี 2535-2544 พบการใช้ Organophosphate ถึง 34 ชนิด ปริมาณที่พบอยู่ในระดับลดลงจากที่เคยใช้ โดยพบในจำนวน 19%-29% ช่วงที่พบปริมาณมากอยู่ในปี 2539-2540 และในปี 2544 พบปริมาณลดลง

Pesticide Data Program (PDP) ของสหรัฐอเมริกา ในปี 2540 ตรวจตัวอย่างผลไม้ 8,177 ตัวอย่าง พบมีสารตกค้าง 409 ตัวอย่าง โดยพบในผลไม้ถึง 29 ตัวอย่าง แต่ปริมาณที่พบต่ำกว่าปริมาณที่กฎหมายกำหนด และตรวจพบสารตกค้างของยาฆ่าแมลงมากกว่า 1 ชนิด

Total Diet Study ของ FDA ใน USA ตรวจพบสารตกค้างของยาฆ่าแมลงในอาหาร 1,030 ชนิด ในปี 2545 โดยพบว่าสารตกค้างของยาฆ่าแมลงที่พบมากมี 5 ชนิด คือ DDT, chlorpyrifos-methyl, malathion, endosulfan และ dieldrin

ในปี 2543 ประเทศอังกฤษตรวจหาสารตกค้างของยาฆ่าแมลงในผัก และผลไม้ พบว่าในสตรอเบอรี่พบใช้ Dicofol นอกจากนี้ ยังตรวจพบสารตกค้างของยาฆ่าแมลงที่สูงกว่ากฎหมายกำหนดในองุ่นและพืช นอกจากนี้ยังพบว่าองุ่นและมะนาวส่วนใหญ่ปนเปื้อนด้วยสารตกค้างของยาฆ่าแมลง และตรวจพบ Lindane ในเห็ด และมะเขือเทศ พบสารตกค้างประมาณ 6 ชนิด สำหรับในมันฝรั่งตรวจพบ Aldicarb ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม Carbamate

ปัจจุบันน้ำผัก, ไม้ และเครื่องดื่มชาเขียวกำลังเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายถึงแม้ว่าเครื่องดื่มเหล่านี้จะมีราคาค่อนข้างแพง และยังไม่มีผู้คำนึงถึงสารตกค้างของยาฆ่าแมลงในเครื่องดื่มเหล่านี้ สารตกค้างของยาฆ่าแมลงถ้ามีปริมาณมากและได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เช่น ก่อให้เกิดมะเร็ง เป็นต้น ผู้วิจัยกลุ่มนี้มีความต้องการคุ้มครองผู้บริโภคโดยมีวัตถุประสงค์ในการตรวจหาสารตกค้างของยาฆ่าแมลงในเครื่องดื่มเหล่านี้ว่ามีหรือไม่ และมีปริมาณเท่าใด จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหรือไม่

สำหรับยาฆ่าแมลงแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1. Organochlorine compounds เป็นกลุ่มสารที่มีการใช้มากในการเกษตรยุคแรกๆ แต่ต่อมาพบว่าสารกลุ่มนี้เป็นสารที่สลายตัวช้า มีพิษตกค้างปนเปื้อนอยู่ในภาวะแวดล้อมนาน ปัจจุบันจึงมีประกาศห้ามใช้ทางการเกษตร ตัวอย่างเช่น ดีดีที, lindane, heptachlor เป็นต้น

2. Organophosphorous compounds เป็นกลุ่มสารที่มีใช้กันมาก มีพิษค่อนข้างสูงแต่สลายตัวได้เร็ว ตัวอย่างเช่น Parathion, malathion เป็นต้น

3. Carbamate group มีพิษค่อนข้างสูงแต่สลายตัวได้เร็ว เป็นกลุ่มที่มีผู้ใช้กันมาก ตัวอย่างเช่น Carbaryl, carbofuran, methomyl เป็นต้น

4. Synthetic pyrethroids สารในกลุ่มนี้ออกฤทธิ์เร็ว มีความเป็นพิษในสัตว์เลือดอุ่นค่อนข้างต่ำ สลายตัวได้เร็ว นิยมใช้แพร่หลายเช่นเดียวกับกลุ่ม 2 และ 3 ตัวอย่างเช่น Cypermethrin, fenvalerate, permethrin เป็นต้น

5. Toxin จากเชื้อ ที่ใช้กันมี Abamectin เป็น Toxin ที่ได้จากเชื้อรา*Streptomyces avermitilis*

บทที่ 2

การทดลอง

เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องมือ

ใช้ Gas chromatography (GC) โดยใช้คอลัมน์ 2 ชนิด

1.1 ใช้ Capillary column ของ RTX-CLP ซึ่งเป็น Fused silica coat ของบริษัท Restek

1.2 ใช้ HP-5 column ซึ่งเป็น 5% Phenylmethyl polysiloxane ของบริษัท J. & W. Scientific

2. สารที่ใช้ในการทดลอง

2.1 Acetonitrile

2.2 Celite 545

2.3 Sodium chloride

2.4 Anhydrous sodium sulfate

2.5 Petroleum ether

2.6 Diethyl ether

2.7 Florisil (60-100 mesh)

2.8 Alumina

2.9 n-Heptane

2.10 Acetone

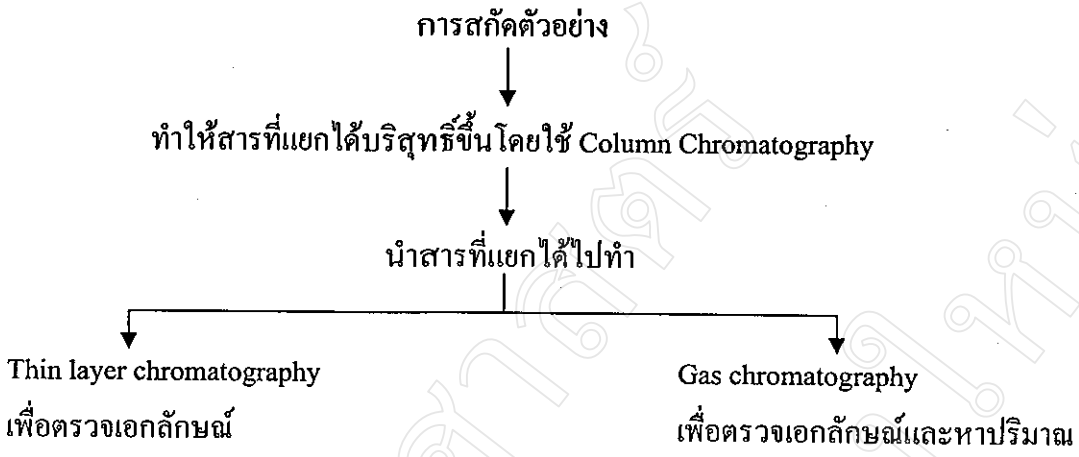
2.11 Cyclohexane

2.12 Silver nitrate

2.13 Standard pesticide ของ Organochlorine, organophosphate และ abamectin

2.14 ตัวอย่างประกอบด้วย ชาเขียว, น้ำแอปเปิ้ล, น้ำแครอท, น้ำองุ่น และน้ำส้ม

แผนผังการทดลอง



วิธีทดลอง

การสกัด

1. ตัวอย่างน้ำผลไม้หรือชาเขียว 100 มิลลิลิตร ผสมกับ Acetonitrile 100 มิลลิลิตร และ Celite 545 10 กรัม ปั่น 2 นาที โดยใช้ความเร็วสูงสุด, กรอง

2. นำ Filtrate ที่กรองได้จากข้อ 1 มาเติม Petroleum ether 100 ml. สกัด 2 นาที แล้วเติมสารละลายอิ่มตัวของ Sodium chloride 10 มิลลิลิตร และเติมน้ำ 300 มิลลิลิตร สกัด 30 วินาที ทิ้งชั้นน้ำไป

3. นำชั้น Petroleum ether ล้างด้วยน้ำ ครั้งละ 100 มิลลิลิตร 2 ครั้ง ดูดน้ำด้วย Anhydrous sodium sulfate 15 กรัม เขย่าและกรอง

4. นำ Filtrate จากข้อ 3 ไประเหยแห้ง ภายใต้สูญญากาศ

การทำให้บริสุทธิ์

1. ใช้ Column chromatography โดยใช้คอลัมน์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 มิลลิเมตร และบรรจุด้วย Florisil (ซึ่งอบที่ 130°ซ 5 ชั่วโมง และ Florisil ที่อบแล้วเก็บใน Desicoator ใช้ได้ 3 วัน) โดยบรรจุให้สูง 10 ซม. และเติม Anhydrous sodium sulfate สูง 1 ซม. บรรจุคอลัมน์แบบเปียกโดยใช้ Petroleum ether เป็นตัวช่วย

2. บรรจุสารตัวอย่างที่แยกได้จากการสกัดลงไปในคอลัมน์ โดยละลายตัวอย่างด้วย Petroleum ether ประมาณ 1 มิลลิลิตร

3. แยกคอลัมน์โดยใช้ 6% Diethyl ether in petroleum ether แยกโดยใช้น้ำยาชนิดนี้ 200 มิลลิลิตร

4. แยกโดยใช้ 15% และ 50% Diethyl ether in petroleum ether จำนวนอย่างละ 200 มิลลิลิตร

5. ระเหยสารละลายที่แยกได้ให้แห้งภายใต้สูญญากาศ

การตรวจเอกลักษณ์โดยใช้ Thin layer chromatography

1. ใช้สารตัวอย่างที่แยกได้จากขั้นการทำให้บริสุทธิ์ ตรวจเอกลักษณ์โดย Thin layer chromatography ซึ่งมี Alumina เป็น Adsorbent หนา 0.25 มิลลิเมตร

2. Developing solvent (DVS) ที่ใช้สำหรับ Organochlorine และ organophosphate คือ

   2.1 6% Eluent ใช้ n-Heptane

   2.2 15% Eluent ใช้ 2% Acetone in n-Heptane

   สำหรับตัวอย่างน้ำอุ่นซึ่งตรวจหา Abamectin ใช้ Cyclohexane เป็น Developing solvent อีก 1 ชนิด

3. เปรียบเทียบค่า Rf ของตัวอย่างกับ Standard DDT, DE, aldrin, dieldrin, heptachlor และ abamectin สำหรับ Standard อื่น แยกโดยใช้ Gas chromatography

การตรวจเอกลักษณ์และการหาปริมาณโดยใช้ Gas chromatography (GC)

ใช้ RTX-CLP ในการตรวจเอกลักษณ์และหาปริมาณ สำหรับการยืนยันผลให้ HP-5 column

สภาวะการทดลองของการใช้ GC

1. **GC Oven** : 100° ถึง 175°ซ โดยเพิ่ม 20°ซ/นาที ถึง 250°ซ, ใช้เวลา 30 นาที โดยเพิ่ม 8°ซ/นาที
2. **GC injection port** : 210°ซ
3. **GC μ ECD detector** : 300°ซ
4. **Carrier gas** : N_2
5. **Injection volume**

   5.1 RTX-CLP ใช้ 2 μl

   5.2 HP-5 ใช้ 1 μl

การเตรียม Standard Abamectin

นำยาฆ่าแมลงที่ขายในรูปของ Abamectin มาสกัดและทำให้บริสุทธิ์ โดยวิธีเดียวกับการเตรียมตัวอย่าง หลังจากนั้น จึงนำไปทำ TLC เพื่อเปรียบเทียบค่า Rf กับตัวอย่างน้ำอุ่น

สำหรับ Pure standard abamectin ไม่มี จึงไม่ได้นำไปหาปริมาณ

บทที่ 3
ผลและบทวิจารณ์

จากการตรวจวิเคราะห์หายาฆ่าแมลงในตัวอย่างชาเขียว พบว่าค่า Retention time ของ Gas chromatogram ของตัวอย่างชาเขียวทั้ง 5 ชนิด ประกอบด้วย Heptachlor และ lindane ในปริมาณต่างๆ กัน ตามตารางที่ 4 สำหรับตัวอย่างชาเขียวชนิดที่ 1 และ 5 พบมีปริมาณ Heptachlor 0.060 ppm ซึ่งเกินจากค่าที่กำหนดให้มีได้ในพืชที่ใช้เป็นเครื่องดื่ม ซึ่งกำหนดให้มี Heptachlor ได้ไม่เกิน 0.050 ppm ตามพระราชบัญญัติอาหาร (2548) นอกจากนี้ยังพบ Lindane ซึ่งไม่อนุญาตให้ใช้

น้ำแอปเปิ้ล 5 ตัวอย่าง จากผลของ TLC และ GC พบมี Heptachlor, lindane และ aldrin จึงเลือกตัวอย่างที่ 5 ซึ่งจาก TLC มีขนาดของจุดยาฆ่าแมลงใหญ่ที่สุด พบมี Heptachlor 0.040 ppm, lindane 0.007 ppm และ aldrin 0.010 ppm ซึ่งไม่เกินกำหนดในพระราชบัญญัติอาหาร (2548) และเช่นเดียวกับชาเขียว คือ ตรวจพบ Lindane ซึ่งไม่อนุญาตให้ใช้ด้วย

น้ำแครอทจากต่างประเทศ ตรวจพบ Heptachlor 0.030 ppm, o,p'-DDD 0.600 ppm และ B-endosulphan 0.240 ppm สำหรับปริมาณ Heptachlor ไม่เกินกำหนด แต่ o,p'-DDD มีถึง 0.600 ppm ซึ่งสูงกว่าปริมาณที่กำหนดให้มีได้ คือ 0.010 ppm นอกจากนี้ยังตรวจพบ B-endosulphan ซึ่งไม่อนุญาตให้ใช้ สำหรับตัวอย่างน้ำแครอทในประเทศ ตัวอย่างที่ 2-5 พบมี Heptachlor และ G-chlordane เราเลือกตัวอย่างที่ 4 มาวิเคราะห์หาปริมาณ เพราะจาก TLC มีขนาดของจุดยาฆ่าแมลงใหญ่ที่สุด พบมี Heptachlor 0.020 ppm และ G-chlordane 0.400 ppm ซึ่งเป็นยาฆ่าแมลงที่ไม่อนุญาตให้ใช้

ตัวอย่างน้ำองุ่นตรวจไม่พบ Organochlorine และ Organophosphate จึงนำไปตรวจหา Abamectin ซึ่งเป็นยาฆ่าแมลงที่นิยมใช้ในองุ่น ตัวอย่างที่ 2-5 ได้ผลไม่ชัดเจน สำหรับตัวอย่างที่ 1 จากการทำ TLC โดยใช้น้ำยาแช่ 2 ชนิด คือ n-Heptane และ cyclohexane ได้ค่า Rf เหมือนและใกล้เคียงกับ Standard abamectin ซึ่งเตรียมจากยาฆ่าแมลงที่ขายตามท้องตลาด จึงคาดว่าตัวอย่างนี้น่าจะมี Abamectin เนื่องจากไม่มี Pure standard abamectin จึงไม่สามารถยืนยันผลและหาปริมาณได้

สำหรับตัวอย่างน้ำส้มตรวจไม่พบ Organochlorine และ Organophosphate ซึ่งอาจเป็นเพราะส้มมีเปลือกหนา ยาฆ่าแมลงอยู่บนเปลือกไม่สามารถซึมเข้าถึงเนื้อส้มได้ และไม่น่าจะมี Carbamate เพราะไม่ใช่ยาฆ่าแมลงที่ใช้ในส้ม

จากงานวิเคราะห์หายาฆ่าแมลงที่กล่าวมา พบว่า Organochlorine ที่นิยมใช้กันมาก คือ Heptachlor และ lindane ซึ่งตรวจพบในตัวอย่างหลายชนิด สำหรับตัวอย่างชาเขียวซึ่งกำลังเป็นที่นิยมบริโภค พบว่ามี Heptachlor ในปริมาณที่เกินกำหนดบางตัวอย่าง นอกจากนี้ตัวอย่างน้ำแครอททั้งของต่างประเทศและในประเทศตรวจพบยาฆ่าแมลงในปริมาณที่เกินกำหนด และบางชนิดเป็นยาฆ่าแมลงที่ห้ามใช้ สำหรับตัวอย่างน้ำองุ่นคาดว่ามี Abamectin ซึ่งเป็นยาฆ่าแมลงที่ได้จาก Toxin ของเชื้อรา จึงอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

จากผลการวิเคราะห์ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่ากระทรวงสาธารณสุขซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง ยังไม่มีการตื่นตัวในเรื่องการใช้ยาฆ่าแมลงในตัวอย่างชาเขียวและน้ำผลไม้ดังกล่าว งานวิจัยชิ้นนี้จึงน่าจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้กระทรวงสาธารณสุขและหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องหันมาสนใจในเรื่องนี้บ้าง

ตารางที่ 1 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในชาเขียว ; 6% Eluent, DVS = n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography

รายละเอียด	ค่า Rf					
	ตัวอย่าง	DDT	DE	Aldrin	Dieldrin	Heptachlor
1. ตัวอย่างที่ 1	0.80	0.78	0.86	0.93	0.35	0.84
2. ตัวอย่างที่ 2	0.06	0.68	0.79	0.82	0.30	0.73
	0.27					
	0.65					
3. ตัวอย่างที่ 3	0.42	0.87	0.94	0.95	0.38	0.92
	0.92					
4. ตัวอย่างที่ 4	0.65	0.68	0.80	0.83	0.27	0.74
	0.91					
5. ตัวอย่างที่ 5	0.59	0.61	0.76	0.80	0.24	0.71
	0.86					

ตารางที่ 2 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในชาเขียว ; 15% Eluent, DVS = 2% Acetone in n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography

รายละเอียด	ค่า Rf					
	ตัวอย่าง	DDT	DE	Aldrin	Dieldrin	Heptachlor
1. ตัวอย่างที่ 1	0.33	0.74	0.83	0.83	0.55	0.80
	0.82					
2. ตัวอย่างที่ 2	0.26	0.71	0.79	0.77	0.48	0.67
	0.64					
3. ตัวอย่างที่ 3	0.32	0.70	0.78	0.79	0.52	0.70
	0.70					
4. ตัวอย่างที่ 4	0.08	0.75	0.86	0.90	0.48	0.80
	0.79					
5. ตัวอย่างที่ 5	0.10	0.74	0.85	0.88	0.57	0.83
	0.78					

ตารางที่ 3 การตรวจเอกลักษณ์ของชาเขียวโดยดูค่า Retention time จาก Gas chromatogram

รายละเอียด	Retention time	
	RTX-CLP	**HP-5**
1. ตัวอย่างที่ 1	6.256, 7.140	5.068, 6.183
Lindane	6.256	5.093
Heptachlor	7.140	6.213
2. ตัวอย่างที่ 2	6.727, 7.636	5.062, 6.178
Lindane	6.727	5.064
Heptachlor	7.638	6.179
3. ตัวอย่างที่ 3	6.259, 7.143	5.093, 6.182
Lindane	6.259	5.066
Heptachlor	7.142	6.213
4. ตัวอย่างที่ 4	6.259, 7.143	5.065, 6.182
Lindane	6.259	5.093
Heptachlor	7.142	6.213
5. ตัวอย่างที่ 5	6.259, 7.143	5.065, 6.181
Lindane	6.259	5.093
Heptachlor	7.142	6.213

การยอมรับว่าเป็นสารตัวเดียวกันหรือไม่ ค่าความแตกต่างของ Retention time เมื่อคิดเป็นร้อยละต้องมีค่าไม่เกิน 0.5%

เมื่อดูจากค่า Retention time แล้ว สรุปได้ว่า ตัวอย่างชาเขียวมี Heptachlor และ Lidane โดยมีปริมาณ ดังนี้

ตารางที่ 4 ปริมาณ Pesticide ที่พบในตัวอย่างชาเขียว

รายละเอียด	Heptachlor (ppm)	Lindane (ppm)
1. ตัวอย่างที่ 1	0.060	0.014
2. ตัวอย่างที่ 2	0.040	0.010
3. ตัวอย่างที่ 3	0.030	0.007
4. ตัวอย่างที่ 4	0.025	0.005
5. ตัวอย่างที่ 5	0.060	0.010

ตารางที่ 5 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในน้ำแอปเปิ้ล ; 6% Eluent, DVS = n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography

รายละเอียด	ค่า Rf					
	ตัวอย่าง	DDT	DE	Aldrin	Dieldrin	Heptachlor
1. ตัวอย่างที่ 1	0.70 0.87	0.70	0.79	0.85	0.38	0.82
2. ตัวอย่างที่ 2	0.92	0.72	0.84	0.90	0.38	0.86
3. ตัวอย่างที่ 3	0.56 0.82	0.62	0.75	0.78	0.27	0.71
4. ตัวอย่างที่ 4	0.53 0.86	0.54	0.71	0.79	0.50	0.71
5. ตัวอย่างที่ 5	0.54 0.81	0.58	0.74	0.76	0.18	0.63

ตารางที่ 6 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในน้ำแอปเปิ้ล ; 15% Eluent, DVS = 2% Acetone in n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography

รายละเอียด	ค่า Rf					
	ตัวอย่าง	DDT	DE	Aldrin	Dieldrin	Heptachlor
1. ตัวอย่างที่ 1	0.78	0.73	0.84	0.85	0.51	0.78
2. ตัวอย่างที่ 2	0.74 0.84	0.73	0.85	0.87	0.50	0.78
3. ตัวอย่างที่ 3	0.70 0.88	0.70	0.82	0.83	0.38	0.73
4. ตัวอย่างที่ 4	0.43 0.68 0.78	0.63	0.77	0.77	0.38	0.65
5. ตัวอย่างที่ 5	0.47 0.78 0.88	-	0.85	0.87	-	0.81

การตรวจเอกลักษณ์และหาปริมาณของยาฆ่าแมลงในน้ำแอปเปิ้ลโดย GC ใช้คอลัมน์และสภาวะการทดลองเช่นเดียวกับชาเขียว

ตัวอย่างที่เลือกใช้ ใช้ตัวอย่างที่มีปริมาณ Pesticide มากที่สุด (ดูจาก TLC) เนื่องจากตัวอย่างชาเขียวทุกตัวอย่างพบชนิดของ Pesticide ได้เหมือนกัน จึงเลือกสุ่มตัวอย่างน้ำแอปเปิ้ลมาทำ GC เพียงชนิดเดียว

ตารางที่ 7 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลง โดยดูค่า Retention time จาก GC ของตัวอย่างน้ำแอปเปิ้ล

รายละเอียด	Retention time	
	RTX-CLP	**HP-5**
ตัวอย่างที่ 5	6.728, 7.638, 8.238, 12.208	5.062, 6.179, 6.770
Lindane	6.726	5.064
Heptachlor	7.637	6.179
Aldrin	8.236	6.768
pp'-DDT	12.205	-

สรุปดูค่า Retention time จาก GC และ Rf-value จาก TLC คือ มี

Lindane	0.007	ppm
Heptachlor	0.040	ppm
Aldrin	0.010	ppm

ตารางที่ 8 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในน้ำแครอท ; 6% Eluent, DVS = n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography

รายละเอียด	ค่า Rf					
	ตัวอย่าง	DDT	DE	Aldrin	Dieldrin	Heptachlor
1. ตัวอย่างที่ 1*	0.73 0.96	0.74	0.88	0.92	0.29	0.86
2. ตัวอย่างที่ 2	0.53	0.56	0.67	0.74	0.20	0.68
3. ตัวอย่างที่ 3	0.72 0.95	0.77	0.92	0.94	0.28	0.86
4. ตัวอย่างที่ 4	0.57 0.76 0.87	0.54	0.72	0.80	0.24	0.75
5. ตัวอย่างที่ 5	0.51 0.81	0.51	0.73	0.79	0.19	0.71

*ตัวอย่างที่ 1 เป็นตัวอย่างที่ผลิตจากต่างประเทศ, ตัวอย่างที่ 2-5 เป็นตัวอย่างที่ผลิตในประเทศ

ตารางที่ 9 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในน้ำแครอท ; 15% Eluent, DVS = 2% Acetone in n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography

รายละเอียด	ค่า Rf					
	ตัวอย่าง	DDT	DE	Aldrin	Dieldrin	Heptachlor
1. ตัวอย่างที่ 1*	0.07	0.79	0.92	0.94	0.56	0.90
	0.23					
	0.54					
	0.94					
2. ตัวอย่างที่ 2	0.03	0.68	0.80	0.82	0.40	0.78
3. ตัวอย่างที่ 3	0.06	0.75	0.87	0.88	0.53	0.85
	0.80					
	0.94					
4. ตัวอย่างที่ 4	0.06	0.74	0.87	0.91	0.53	0.82
	0.55					
	0.82					
	0.92					
5. ตัวอย่างที่ 5	0.07	0.70	0.86	0.88	0.54	0.84
	0.81					
	0.91					

*ตัวอย่างที่ 1 เป็นตัวอย่างที่ผลิตจากต่างประเทศ, ตัวอย่างที่ 2-5 เป็นตัวอย่างที่ผลิตในประเทศ

ตารางที่ 10 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงโดยดูว่าRetention time จาก GasChromatogram ของตัวอย่างน้ำแครอท

รายละเอียด	Retention time (นาที)	
	RTX-CLP	**HP-5**
1. ตัวอย่างที่ 1*	6.729, 7.640, 10.718, 11.824	6.182, 8.914, 9.342
Lindane	6.727	5.064
Heptachlor	7.638	6.179
o,p'-DDD	10.679	8.914
B-endosulphan	11.842	9.342
2. ตัวอย่างที่ 4	7.638, 9.744	6.180, 7.967
Heptachlor	7.637	6.179
G-chlordane	9.782	7.967

*ตัวอย่างที่ 1 เป็นตัวอย่างที่ผลิตจากต่างประเทศ, ตัวอย่างที่ผลิตในประเทศเลือกมาทำ GC เพียงตัวเดียว เพราะจาก TLC ตัวอย่างต่างๆ มีลักษณะ Spot คล้ายกัน โดยเลือกทำตัวอย่างที่ 4 เพราะขนาดของ Spot ใน TLC มียาฆ่าแมลงในปริมาณมากที่สุด (เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่ 2-5)

สรุปผลจาก TLC และ GC ดังนี้

1. ตัวอย่างต่างประเทศ พบมี
   - Heptachlor 0.030 ppm
   - o,p'-DDD 0.600 ppm
   - B-endosulphan 0.240 ppm
2. ตัวอย่างที่ 4 พบมี
   - Heptachlor 0.020 ppm
   - G-chlordane 0.400 ppm

ตารางที่ 11 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงของน้ำองุ่น ; 6% และ 15% Eluent, DVS = n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography

รายละเอียด	ค่า Rf				
	ตัวอย่าง 6%	ตัวอย่าง 15%	Abamectin 6%	Abamectin 15%	Abamectin 50%
1. ตัวอย่างที่ 1	0.36	0.70	0.70*	0.64	0.06
	0.71*				0.16
2. ตัวอย่างที่ 2	0.92	0.12	0.19	0.05	0.09
			0.92	0.80	0.22
				0.95	0.80
					0.93
3. ตัวอย่างที่ 3	0.92	0.11	0.19	0.09	0.09
		0.94	0.29	0.24	0.24
			0.83	0.33	0.33
				0.64	0.64
				0.76	0.76
				0.86	0.86

ตารางที่ 12 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างน้ำองุ่น ; 6% และ 15% Eluent, DVS = Cyclohexane โดยวิธี Thin-layer chromatography

รายละเอียด	ค่า Rf				
	ตัวอย่าง 6%	ตัวอย่าง 15%	Abamectin 6%	Abamectin 15%	Abamectin 50%
1. ตัวอย่างที่ 1	0.28	0.05	(0.72*)	0.65	0.10
	(0.69*)				

ตารางที่ 13 การตรวจเอกลักษณ์ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างน้ำองุ่น ; 6% และ 15% Eluent, DVS = 2% Acetone in n-Heptane โดยวิธี Thin-layer chromatography

รายละเอียด	ค่า Rf				
	ตัวอย่าง 6%	ตัวอย่าง 15%	Abamectin 6%	Abamectin 15%	Abamectin 50%
2. ตัวอย่างที่ 2	0.86	0.27	0.36	0.24	0.33
			0.78	0.72	0.49
				0.84	0.87
3. ตัวอย่างที่ 3	0.10	0.18	0.30	0.18	0.24
	0.54		0.67	0.64	0.39
	0.72				0.66

ตัวอย่างองุ่น ทำ TLC ปกติของการหา Organochloine ได้ผลไม่ชัดเจน จึงนำมาเทียบกับ St[d] Abamectin โดยตัวอย่างที่ 4 และ 5 เห็นผลไม่ชัดเจน และสรุปผลได้ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 แช่ TLC ใน 2 DVS คือ n-Heptane และ Cyclohexane

ตัวอย่างที่ 2 & 3 แช่ TLC ใน 2 DVS คือ n-Heptane และ 2% Acetone in n-Heptane

*ค่า Rf ของตัวอย่างที่ 1 ได้ค่าใกล้เคียงกับ Standard abamectin ใน 2 Systems จึงคาดว่ายาฆ่าแมลงในตัวอย่างดังกล่าวอาจเป็น Abamectin ซึ่งควรจะทำการทดลองเพื่อยืนยันผลมากกว่านี้ หากมี Standard abamectin ที่บริสุทธิ์

สำหรับตัวอย่างน้ำส้ม ทำการตรวจเอกลักษณ์โดยใช้ TLC และทำใน Developing solvents 2 Systems คือ n-Heptane และ 2% Acetone in n-Heptane **ไม่พบจุดตัวอย่าง** จึงไม่น่าจะเป็น Organochlorine, organophosphate หรือ abamectin และไม่น่าจะใช่ Carbamate เพราะยาฆ่าแมลงกลุ่ม นี้ **สลายตัวเร็ว** จนไม่สามารถจะแทรกซึมผ่านเปลือกส้มได้ ซึ่งเป็นยาฆ่าแมลงที่ไม่ใช้ในส้ม

เอกสารอ้างอิง

Hardman J.G. and L.E. Limbird. 2001. Goodman & Gillman's the Pharmacological Basis of Therapeutics. 10th edition, Mc. Graw Hill, New York. 1889-1891.

Horwitz W. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th edition, Vol.1, AOAC International Sui 500, Maryland 20877-2417, USA. 1-87.

http://virtualorchard.net/glfgn/april99/pdprepot.html

http://wbc.msu.ac.th/ge/0299101/tarapron05-3.1html

http://www.consumerthai.org/data/chemicals/chemicals01htm#1

O' Neil M.J., A. Smith and P.E. Heck. 2001. The Merck Index. 13rd edition, Merck Research Laboratories Whitehouse Station, N.J., 1, 545.

ประวัติการศึกษาและประสบการณ์

ชื่อ รองศาสตราจารย์ เกษร นันทจิต

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2516 ภ.บ. (เกียรตินิยมอันดับ 2) จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

พ.ศ.2532 ภ.ม.(เภสัชเวท) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประวัติการทำงาน

พ.ศ.2516-2517 นักวิเคราะห์ตรี กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

พ.ศ.2518-2524 อาจารย์ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ.2526-2536 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ.2537-ปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

งานวิจัย

1. นันทจิต เกษร และ ธาริณี สินชัย (2536). การตรวจเอกลักษณ์และการหาปริมาณขัณฑศกรในผัก, ผลไม้ดอง และเครื่องดื่มที่บรรจุในพลาสติกปิดสนิทที่ขายในอำเภอเมืองเชียงใหม่. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมสัมมนามนุษย์และสิ่งแวดล้อม, เชียงใหม่, ประเทศไทย, 14-15 มกราคม 2536.
2. นันทจิต เกษร และ ดวงพร วินิจกุล (2537). การหาปริมาณไนไตรน์และไนเตรตในผักสดที่ขายในจังหวัดเชียงใหม่. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20. บางกอกคอนเวนชั่นเซนเตอร์, โรงแรมเซนทรัลพลาซ่า กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 19-21 ตุลาคม 2537.
3. นันทจิต เกษร (2539). ฤทธิ์ต้านจุลชีพของใบชุมเห็ดเทศ. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22. บางกอกคอนเวนชั่นเซนเตอร์, โรงแรมเซนทรัลพลาซ่า, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 16-18 ตุลาคม 2539.
4. นันทจิต เกษร, อัจจิมา บุญชู และ บรรยง คันธวะ (2543). ฤทธิ์ต้านจุลชีพของรากหญ้าแฝก. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26. ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 18-20 ตุลาคม 2543.
5. ภูติยานันต์ สมพร และ เกษร นันทจิต (2544). การตรวจเอกลักษณ์ทางเภสัชเวทและฤทธิ์ต้านจุลชีพของรากหญ้าแฝก. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , ประเทศไทย ครบรอบ 36 ปี, 20-22 มิถุนายน 2544.
6. นันทจิต เกษร (2544). ฤทธิ์ต้านจุลชีพของผลโป๊ยกั๊ก. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการ Bio Thailand. ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 7-10 พฤศจิกายน 2544.

7. นันทจิต เกษร (2544). ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของฝักมะรุม. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการ Bio Thailand. ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 7-10 พฤศจิกายน 2544.
8. นันทจิต เกษร, ชัชรีย์ ฉิ่งเล็ก และ ไตรทิพย์ สามหงษ์ (2544). การหาปริมาณยาเม็ดเพรดนิโซโลน. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27 โรงแรมลีการ์เด้นพลาซ่า, หาดใหญ่, สงขลา, ประเทศไทย, 16-18 ตุลาคม 2544.
9. ภูติยานันต์ สมพร และ เกษร นันทจิต (2545). พฤติกรรมการบริโภคอาหารและการแพทย์แผนไทย. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28 ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 24-26 ตุลาคม 2545.
10. นันทจิต เกษร, สมพร ภูติยานันต์, มนัสนันท์ บุญชู, บรรยง คันธวะ และ จันทนา คำวรรณ (2547). ฤทธิ์ต้านจุลชีพของใบขันทองพยาบาท. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28, ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, กรุงเทพฯ ประเทศไทย, 24-26 ตุลาคม 2547.
11. นันทจิต เกษร, ดำรงณ์ ศานติอาวรณ์ และ บรรยง คันธวะ (2547). ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของเมล็ดสะแกนา. นำเสนอแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 30. ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพ็คเมืองทองธานี, กรุงเทพฯ ประเทศไทย, 19-21 ตุลาคม 2547

ประวัติการศึกษาและประสบการณ์

ชื่อ รองศาสตราจารย์ ลัดดา วงศ์พายัพกุล

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2518 ภ.บ.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ.2528 วท.ม. (เภสัชศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2548 วท.ด. (เภสัชศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประสบการณ์การทำงาน

ก. การเข้ารับการฝึกอบรม

1) ด้านระบบนำส่งยาผ่านผิวหนัง ณ University of Utah และ University of Houston, U.S.A. และ Toyama Medical and Pharmaceutical University, Japan.
2) ด้านการประยุกต์ทางเครื่องสำอางของสารลดแรงตึงผิวทั้งชนิดได้จากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ ณ Science University of Tokyo, Japan

ข. งานวิจัย

1) การออกแบบและการประเมินระบบนำส่งยาของคีโตโปรเฟน
2) การแทรกซึมของยาต้านการอักเสบชนิดไม่ใช่สเตียรอยด์ผ่านผิวหนัง และเมมเบรนชนิดต่างๆ
3) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปลดปล่อยยาต้านการอักเสบชนิดไม่ใช่สเตียรอยด์ออกจากยาพื้นเจลชนิดต่างๆ
4) ผลของสารเพิ่มการแทรกซึมยาบางชนิดที่มีต่อการปลดปล่อยตัวยาออกจากเมธิลซาลิไซลิคครีม และอินโดเมธาซินครีม