บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชนิดของสารกำจัดศัตรูพืช

สารกำจัดศัตรูพืชมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะการแบ่งดังนี้

1. แบ่งโดยคุณสมบัติทางเคมี แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1.1 สารกำจัดศัตรูพืชประเภทไม่ถูกดูดซับ (Non systemic pesticide) สารเคมีประเภทนี้จะถูกเคลือบอยู่ภายนอกลำต้น ใบ และยอดอ่อน ออกฤทธิ์ด้วยการสัมผัสหรือกัดกิน ไม่มีกลิ่นฉุนโดยทั่วไปจะเติมสารช่วยการยึดเกาะเพื่อไม่ให้สารเคมีถูกชะล้างเร็วเกินไป มักใช้งานกับพืชใบเลี้ยงคู่ พืชสวน ผักและผลไม้

1.2 สารกำจัดศัตรูพืชประเภทดูดซับ (Systemic pesticide) สารเคมีประเภทนี้จะถูกดูดซึมเข้าไปสู่ส่วนต่างๆของพืช โดยเฉพาะในน้ำเลี้ยง และยอดอ่อน ค่อนข้างมีกลิ่นฉุน ออกฤทธิ์ด้วยการถูกดูด เจาะ และกัดกิน โดยทั่วไปจะมีการเติมสารช่วยการดูดซึม เพื่อลดปริมาณการฉีดพ่น มักใช้งานกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชไร่

2. แบ่งโดยลักษณะการใช้งาน ได้แก่

2.1 สารกำจัดแมลง (Insecticide) เป็นกลุ่มสารใช้ฆ่าหรือไล่แมลง

2.2 สารกำจัดรา (Fungicide) เป็นกลุ่มสารที่ใช้ป้องกันการเกิดเชื้อรา

2.3 สารกำจัดวัชพืช (Herbicide) เป็นกลุ่มสารที่ใช้ในการหยุดหรือยับยั้งการดูดซึมอาหารและแร่ธาตุของวัชพืช

2.4 สารกำจัดหนู (Rodenticide) เป็นกลุ่มสารที่ใช้ในการทำให้เกิดเลือดคลั่งในหนูและสัตว์ฟันแทะ

2.5 อื่น ๆ

3. แบ่งตามลักษณะโครงสร้างทางเคมีหรือกลุ่มสารองค์ประกอบ

3.1 สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) หรือคลอรีนเนตเตทไฮโดรคาร์บอน (Chlorinated Hydrocarbon)

3.2 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate)

3.3 กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate)

3.4 กลุ่มไพริธรอย์ (Pyrethroid)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน

ลักษณะทั่วไปของโครงสร้างโมเลกุล

1. เป็นไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วย พันธะ C-Cl ในโมเลกุล ซึ่งบางกรณีอาจจะมีออกซิเจนหรือ กำมะถัน ร่วมด้วยในโมเลกุลเดียวกัน

2. ไม่มีตำแหน่งทำปฏิกิริยา (Reactive Site)ภายในโมเลกุล

3. มีโครงสร้างที่เป็นวงแหวน ซึ่งอาจจะเป็นวงเบนซินหรือไม่ก็ได้ และพันธะ C-Cl ไม่จำเป็นต้องติดอยู่ที่วงแหวนเสมอไป

4. โมเลกุลมีสภาพไม่มีขั้ว (Non Polar Molecule) ละลายได้ดีในไขมัน และสารละลายอินทรีย์ที่ไม่มีขั้วอื่น

5. มีคุณสมบัติ คงทน สลายตัวยากในสภาพแวดล้อมทั่วไป พบตกค้างในสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ดิน น้ำ พืช รวมทั้งภายในร่างกายมนุษย์ และสัตว์

สารกลุ่มออกาโนคลอรีนสามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มอนุพันธ์ดีดีที (DDT and DDT analogues) กลุ่มเฮกซะคลอโรไซโคลเฮกเซน (Hexachlorocyclohexane) และกลุ่มไซโคลไดอีน (Cyclodiene)

กลุ่มอนุพันธ์ดีดีที (DDT and DDT analogues) Othmar Zrídler ชาวเยอรมันเป็นผู้ สังเคราะดีดีทีขึ้นเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1873 โดยที่ยังไม่รู้ว่ามีผลในการกำจัดแมลงได้ดี Paul Muller ชาวสวิตเซอร์แลนด์เป็นผู้ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติในการกำจัดแมลงและมีการผลิตออกสู่ตลาดในปี ค.ศ.1946 ในชื่อการค้าเกซารอล (Gesarol) เพื่อใช้ในการเกษตร และชื่อทางการค้านีโอซิด (Neocid) เพื่อในใช้การสาธารณสุข ดีดีทีเป็นสารกำจัดแมลงที่มีการใช้กันแพร่หลายทั่วโลกในช่วงระยะเวลากว่า 20 ปี นับจากออกขายในช่วงเวลาดังกล่าว ดีดีทีได้รับการยกย่องว่าเป็นสารกำจัดแมลงที่สมบูรณ์แบบ เพราะเหตุผลหลายประการคือ เป็นพิษต่อแมลงหลายชนิด มีความคงทนออกฤทธิ์อยู่ได้นาน มีฤทธิ์เฉียบพลันต่อมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นค่อนข้างต่ำซึ่งจัดอยู่ในระดับพิษปานกลาง และราคาถูกเพราะต้นทุนการผลิตต่ำ ปริมาณการใช้ดีดีทีเริ่มลดลงภายหลังปี ค.ศ. 1971 เนื่องจากปัญหามลภาวะในสิ่งแวดล้อมและการสร้างความต้านทานของแมลง ได้มีการประกาศห้ามใช้ ดีดีทีในประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศรวมทั้งสหรัฐอเมริกา ซึ่งประกาศห้ามใช้ภายในประเทศ แต่ยังมีการผลิตเพื่อส่งขายในประเทศกำลังพัฒนา เพื่อใช้ในการควบคุมโรคมาเลเรียและแมลงเบียดเบียนภายนอกเช่น หมัดและเหา ในประเทศไทยได้มีการประกาศห้ามใช้ดีดีทีในการเกษตร แต่ยังอนุญาตให้ใช้ในการสาธารณสุขได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารที่มีลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติคล้ายดีดีทีซึ่งเคยใช้เป็นสารกำจัดแมลงได้แก่ ทีดีอี (TDE) หรือ ดีดีดี (DDD) เมทอกซีคลอร์ (Methoxychlor) เพธเทน (Perthan) ไดโคฟูล (Dicofool) และคลอโรเบนซีเลต (Chlorobenzilate) แต่ในปัจจุบันเฉพาะสองชนิดหลังเท่านั้นที่อนุญาตให้มีใช้กันอยู่ทั่วไป รวมทั้งในประเทศไทยเพื่อใช้กำจัดไรและศัตรูพืช

กลุ่มเฮกซะคลอโรไซโคลเฮกเซน (Hexachlorocyclohexane) สารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้มีเพียงชนิดเดียวคือ บีเอชซี (BHC, Benzehylhexachlorine) บีเอชซี มี 5 ไอโซเมอร์ ในแต่ละไอโซเมอร์มีความเป็นพิษต่อแมลงไม่เท่ากัน แกมมาไอโซเมอร์ (Gamma isomer) มีความเป็นพิษต่อแมลงสูงสุดมีชื่อสามัญเรียกว่า ลินเดน (Lindane) ละลายน้ำได้ดีกว่าดีดีที 100 เท่า มีค่าความดันไอสูง ระเหยเป็นไอง่าย มีความเป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ บีเอชซี ใช้กับแมลงชนิดปากกัดกินและชนิดปากดูดกินเช่น หนอนผีเสื้อ เพลี้ย และมวน มีพิษสูงต่อปลวก ผึ้ง และแมลงศัตรูพืชอื่น ๆ

กลุ่มไซโคลไดอีน (Cyclodiene) ไซโคลไดอีนเป็นสารเคมีกลุ่มไดอีน (Diene) สังเคราะห์ขึ้นตามหลักการของปฏิกิริยา ดีลส์-อัลเดอร์ (Diels-Alder Reaction) เป็นปฏิกิริยาสังเคราะห์สารเคมีเปลี่ยนไฮโดรคาร์บอนวงแหวนที่มีคาร์บอน 6 คาร์บอน เป็นวงแหวนจากไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัวแบบปลายโซ่เปิด สารฆ่าแมลงในกลุ่มนี้ ได้แก่ คลอเดน (Chlordane) เป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มไซโคลไดอีน ชนิดแรกที่ผลิตออกขายออกฤทธิ์กำจัดแมลงโดยการสัมผัส การกิน การหายใจ ใช้กำจัดแมลงได้มากชนิด แต่การใช้มีข้อจำกัด เนื่องจากมีพิษต่อพืช ปัจจุบันใช้กำจัดแมลงที่อยู่ในดิน เช่น มด และปลวก อัลดริน (Aldrine) ดีลดริน (Dieldrin) และเอนดริน (Endrin) เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มไซโคลไดอีน มีพิษตกค้างนาน ในประเทศไทยห้ามใช้ในการเกษตร แต่ยังให้ใช้ได้ในการป้องกันกำจัดปลวกตามอาคารบ้านเรือน ส่วนเอนดริน (Endrin) เป็นไอโซเมอร์ของดีลดรินเป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นสูงปัจจุบันจึงเลิกใช้

เอนโดซัลฟาน (Endosulfan) เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนชนิดที่มีออกซิเจน และกำมะถันเป็นองค์ประกอบในโมเลกุล เอนโดซัลฟานเป็นส่วนผสมของไอโซเมอร์ คือ แอลฟา (Alpha) และเบต้า (Beta) ผสมกันในอัตรา 4 :1 มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงเช่นเดียวกับอัลดริน (Aldrine) มีความคงทนประมาณ 2-3 สัปดาห์ นิยมใช้ฉีดพ่นบนพืช แต่ถ้าใส่ในดินจะเปลี่ยนรูปเป็นเอนโดซัลฟานซัลเฟต (Endosulfan Sulfate) ซึ่งมีความคงทนมาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การกำหนดค่าความเป็นพิษของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Toxicity หรือ Toxic effect)

ความเป็นพิษ หมายถึง อาการที่แสดงออกมาในลักษณะที่ส่อให้เห็นถึงอันตรายต่อบุคคลหรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่ได้รับสารพิษเข้าไปจะโดยทางใดหรือโดยวิธีใดก็ตาม ซึ่งจะรุนแรงมากน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง ซึ่งจะแสดงไว้เป็นตัวเลข เรียกว่า LD_{50} ย่อมาจาก Lethal dose แปลว่า ขนาดของยาที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย ตัวเลข 50 หมายถึงร้อยละ 50 ดังนั้น LD_{50} จึงหมายความว่าขนาดยาที่ใช้กับสัตว์ทดลองเป็นเหตุให้สัตว์ทดลองตายครึ่งหนึ่ง หรือร้อยละ 50 เช่น LD_{50} ของดีดีที เท่ากับ 0.070 ppm หมายความว่าถ้าให้ ดีดีที แก่สัตว์ทดลอง 0.070 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลอง 1 กิโลกรัม สัตว์ทดลองจะตาย ร้อยละ 50 ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมดที่ได้รับดีดีที เนื่องจาก LD_{50} แทนขนาดยาที่ใช้ ดังนั้นถ้า LD_{50} มีค่าต่ำย่อมหมายความว่ายานั้นมีความเป็นพิษมาก ตรงกันข้าม LD_{50} ที่มีค่าสูงหมายความว่ายานั้นมีพิษน้อย

ลีออน, เบอร์นาเดต และ ฮาร์เวต (Leon, Bernadette & Harvey, 1996) ได้เขียน AOAC Official Method 970.52 General Multiresidue Methods โดยใช้หลักการสกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์ในตัวอย่างที่มีน้ำมาก และใช้อะซีโตไนไตรล์ผสมน้ำในตัวอย่างที่มีน้ำน้อย หรือมีน้ำตาลมาก จากนั้นสกัดสารสำคัญจากอะซีโตไนไตรล์ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ และทำให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์ฟลอริซิล ชะตัวอย่างด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างปิโตรเลียมอีเทอร์และไดเอทธิลอีเทอร์จากนั้นทำสารละลายให้มีความเข้มข้นในปริมาตรที่ต้องการ นำไปตรวจวัดด้วยเครื่อง GC-ECD และยืนยันผลด้วย Thin layer หรือ Paper Chromatography โดยทั่วไปกำหนดค่าร้อยละการกลับคืนไม่น้อยกว่า 80% ตัวทำละลายที่ใช้จะต้องมีความบริสุทธิ์สูง อาจจะต้องมีการนำมากลั่นก่อนการใช้งาน และมีการทดสอบเรียกว่า Solvent Purity Test โดยนำตัวทำละลายมา 300 มิลลิลิตร เติมลงในชุดเครื่องแก้ว Kuderna-Danish (KD) และทำการระเหยแห้งจนเหลือปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปฉีดเข้าเครื่อง GC ปริมาตร 5 ไมโครลิตร ในสภาวะของเครื่องที่ใช้ทดสอบตัวอย่าง วิธีการสกัดตัวอย่างน้ำนม ชั่งตัวอย่าง 50 กรัม เติมลงในขวดสำหรับเหวี่ยงตะกอน ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำ 50 มิลลิลิตร เมทานอล 100 มิลลิลิตร โปแตสเซียมออกซาเลต 1 กรัม เขย่าให้เข้ากัน เติม 50 มิลลิลิตร ไดเอทธิลอีเทอร์ เขย่า 1 นาที นำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที นาน 5 นาที นำส่วนตัวทำละลายที่ใสไปใส่ในกรวยแยกขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมน้ำ 500-600 มิลลิลิตร เติมโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว 30 มิลลิลิตร สกัดด้วย 50 มิลลิลิตร อีเทอร์-ปิโตรเลียมอีเทอร์ (1+1) ซ้ำสองครั้ง นำชั้นตัวทำละลายลงในกรวยแยกขนาด 500 มิลลิลิตร ล้างด้วยน้ำ 100 มิลลิลิตร และนำไปผ่านคอลัมน์โซเดียมซัลเฟตเพื่อขจัดน้ำออก นำตัวทำละลายที่เหลือไประเหยจนเหลือปริมาตร 10 มิลลิลิตร ในกรณีที่ตัวทำละลายไม่ใส ต้องนำไปทำ Acetonitrile Partitioning การขจัดสิ่งรบกวนใช้แอกติเวตฟลอริซิล 10 กรัม ล้างคอลัมน์ด้วย ปิโตรเลียมอีเทอร์ 50 มิลลิลิตร ให้อัตราการไหล

น้อยกว่า 5 มิลลิลิตรต่อนาที หลังเติมสารละลายตัวอย่าง ชะคอลัมน์ด้วย 6% อีเทอร์ในปิโตรเลียม อีเทอร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร สำหรับแยกสารออร์กาโนคลอรีนเกือบทั้งหมด เปลี่ยนภาชนะรองรับ และชะตามด้วย 15% อีเทอร์ในปิโตรเลียมอีเทอร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร สำหรับการแยก Endrin Dieldrin และ สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

ออนเลย์ (Onley, 1964) ได้ทำการศึกษาการสกัดสารออร์กาโนคลอรีนในน้ำนม ในยุคแรก ๆ และยังคงใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการทั่วไป วิธีการปฏิบัติ เตรียมสารละลายผสม อะซีโตไนไตรล์ 75 มิลลิลิตร ไดเอทธิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร ไดออกเซน 25 มิลลิลิตร และอะซีโตน 25 มิลลิลิตร ในกระบอกตวง ขนาด 250 มิลลิลิตร ชั่งตัวอย่างนม 50 กรัม ลงในขวดรูปชมพู ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมสารละลายผสม 150 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง นาน 2 นาที นำไปแช่ในอ่างน้ำแข็ง 30 นาที หรือเข้าตู้เย็นนาน 1 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่เตรียมได้มากรองด้วยกระดาษกรองลงในกรวยแยกขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมเฮกเซน 100 มิลลิลิตร น้ำ 500 มิลลิลิตร และโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว 10 มิลลิลิตรเขย่านาน 2 นาที แยกชั้นเฮกเซนออก และสกัดด้วย เฮกเซน 50 มิลลิลิตร ซ้ำสองครั้ง นำชั้นเฮกเซนมารวมกัน ล้างด้วยน้ำ 100 มิลลิลิตร และนำไปผ่านคอลัมน์โซเดียมซัลเฟต เพื่อขจัดน้ำออก นำตัวทำละลายที่เหลือไประเหยจนเหลือปริมาตร 10 มิลลิลิตร และนำไปตรวจวัดด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี

เจียเซอร์สไตน์, จิกล็อตตี, เวียนา, ฟรูเดนเฮม และ กอสตีเน็ก (Greizerstein, Gigliotti, Vena, Freudenheim & Kostyniak, 1997) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในน้ำนมและซีลั่ม ของมนุษย์ โดยมีการสกัดอย่างง่ายๆดังนี้ ชั่งตัวอย่างน้ำนม 10 กรัม ลงในกรวยแยก ขนาด 125 มิลลิลิตร เติม 50 มิลลิลิตร เฮกเซน เขย่านาน 10 นาที ค่อยๆเติม อะซีโตนจนเกิดการแยก แยกชั้นตัวทำละลายออก และสกัดด้วย เฮกเซน 50 มิลลิลิตร ซ้ำสองครั้ง นำชั้นตัวทำละลายมารวมกัน นำไปผ่านคอลัมน์โซเดียมซัลเฟต เพื่อขจัดน้ำออก นำตัวทำละลายที่เหลือไประเหยจนเหลือปริมาตร 3-5 มิลลิลิตร และนำไปตรวจวัดด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี

เบลเทน, โลเปซ และ เฮอร์นันเดต (Beltran, Lopez & Hernández, 2000) ได้ทำการศึกษาและรวบรวมวิธีวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชด้วยเทคนิค Solid Phase Microextraction (SPME) เข้าไว้ด้วยกัน โดยแยกประเภทตัวอย่างเป็น 4 ประเภทได้แก่ น้ำ ดิน อาหาร และสารคัดหลั่งจากร่างกายมนุษย์ ส่วนใหญ่ตรวจวัดด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี มีบางจะตรวจวัดด้วย HPLC (High Performance Liquid Chromatagraphy) ร่วมกับ SPME (Solid-Phase Microextraction) การพัฒนาเริ่มขึ้นตั้งแต่ปี 1989 โดย Belardi และ Pawlisxyn ต่อจากนั้นได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิดีขึ้นและพร้อมกับมีรายงานออกมามากมายแสดงถึงการพัฒนาทางด้านนี้อย่างต่อเนื่อง สารที่เคลือบบนเส้นไฟเบอร์ได้แก่ Polydimethylsiloxane (PDMS) และ Polyacrylate (PA) ต่อมาในปัจจุบันได้เพิ่ม

สารเคลือบขึ้นอีกหลายชนิด เช่น Carbowax-divinylbenzene, Carboxen-PDMS และอื่น ๆ สารสำคัญที่นิยมตรวจหาด้วยเทคนิค SPME นอกจากสารกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆ ทั้งในรูปของเหลวและรูปของสารระเหย SPME โดยมากจะใช้ในขั้นตอนการสกัดสารสำคัญ โดยมุ่งเน้นที่ความประหยัด ทั้งปริมาณตัวอย่างที่ใช้และปริมาณสารละลายที่ต้องสูญเสียไป รวมถึงลดการปนเปื้อนจากสารที่จะมารบกวน เพื่อการตรวจวัดที่ถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงจึงมีผู้ศึกษาการใช้ SPME กันในหลายเงื่อนไข เงื่อนไขที่มีผลต้องการตรวจวัดสารสำคัญ ได้แก่ เวลาการสกัด ความแรงอิออน ความเป็นกรด-ด่าง และ อุณหภูมิ เป็นต้น SPME สามารถตรวจหา Triazine และอนุพันธ์ในน้ำดื่มได้ดีโดยใช้ CW-DVB ค่า Repeatability และ Reproducibility อยู่ที่ 14 และ 17% LOQ อยู่ที่ 4 และ 24 นาโนกรัมต่อลิตร ในดิน SPME ได้มีการพัฒนาร่วมกับเทคนิค Headspace สำหรับวิเคราะห์ Organophosphorus ในอาหารส่วนใหญ่มักหลีกเลี่ยงตัวอย่างที่มีไขมัน โดยจะมีรายงานการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชในไวน์ เครื่องดื่ม และน้ำผลไม้ ในสารคัดหลั่ง เช่น ปัสสาวะ หรือในเลือด สามารถหา Organochlorine และ Organophosphorus ได้ที่ 10 – 50 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร

วัน และวอง (Wan & Wong, 1996) กล่าวถึงการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชในปัจจุบันพบว่ามีการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายจำนวนมากในการตรวจวิเคราะห์เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม ในอดีตการวิเคราะห์ สารกำจัดศัตรูพืช มุ่งเน้นที่ ประสิทธิภาพและความถูกต้องในการตรวจวัด หรือเงื่อนไขอื่น ๆ ในปัจจุบันจะมุ่งเน้นที่ความรวดเร็วและโดยเฉพาะการประหยัดการใช้ตัวทำละลาย ขั้นตอนการวิเคราะห์ สารกำจัดศัตรูพืช หลัก ๆ มีสามขั้นตอนคือ การสกัด การขจัดสิ่งรบกวน และการตรวจวัดด้วยเครื่องมือ ซึ่งรายงานฉบับนี้จะมุ่งเน้นที่สองขั้นตอนแรกเพราะ สองขั้นตอนนี้จะใช้ตัวทำละลายมากที่สุด ในขั้นตอนการสกัดสามารถลดการใช้ ตัวทำละลายลงได้ด้วยการลดจำนวนตัวอย่างลง โดยการลดจำนวนตัวอย่างลงต้องคำนึงถึงปัจจัยสามอย่างคือ สมบัติของ Sample Matrix, Sensitivity ของเครื่องมือที่ทำการตรวจวัด และประสบการณ์ความสามารถของนักวิเคราะห์เอง ส่วนในขั้นตอนของการขจัดสิ่งรบกวนสามารถทำได้โดยลดขนาดของคอลัมน์ลง หรือใช้ Cartridges แทน จะทำให้สามารถลดการใช้ตัวทำละลายลงได้ หรืออาจจะแบ่งส่วนเพียงบางส่วนจากการสกัดมาทำการขจัดสิ่งรบกวน วิธีนี้นอกจากจะลดการใช้ตัวทำละลายแล้วยังสามารถทำให้เวลาทำการขจัดสิ่งรบกวน ลดลงด้วย วิธีง่าย ๆ อีกวิธี คือการสกัดเพียงครั้งเดียวโดยคำนึงถือสมบัติการละลายและสภาพของตัวอย่างเป็นหลัก ไม่จำเป็นต้องสกัดสามครั้งเสมอไป การเลือกใช้เครื่องตรวจวัดที่เหมาะสมก็สามารถลดการขจัดสิ่งรบกวน ได้เหมือนกัน Kadenczki รายงานถึงการลดขั้นตอนโดยการผสมตัวอย่างกับ Florisil แล้วนำไปทำ Chromatography ชะสารสำคัญออกมาเทคนิคนี้เรียกว่า Solid-Phase Dispersion การใช้เทคนิคใหม่ๆมีส่วนในการช่วยลดการใช้

ตัวทำละลายได้แก่ Solid-Phase Extraction, Supercritical Fluid Extraction และ Solid-Phase Microextraction ข้อดีของเทคนิคใหม่คือ ลดการใช้ตัวทำละลาย ไม่เกิดปัญหาจากการเกิด Emulsion และมีประสิทธิภาพการแยกสูง

จอร์น, บากอร์น และบาตนาการ์ (John, Bakore & Bhatnagar, 2001) ได้ศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ใน Dairy Milk และ Buffalo Milk ในเมือง Jaipur รัฐ Rajasthan ประเทศอินเดีย ซึ่ง Dairy Milk มีไขมันอยู่ที่ 3-5 % และ Buffalo Milk มีไขมันอยู่ที่ 7-8% โดยใช้เงื่อนไขหาความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาล กับความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ชนิดต่าง ๆ 10 ชนิด ระหว่าง ปี 1993-1996 ด้วยเทคนิค Liquid-Liquid Extraction โดยใช้ตัวอย่างนม 5 กรัม สกัดครั้งแรกด้วยอะซีโตน 4 มิลลิลิตร อะซีโตไนไตรล์ 2 มิลลิลิตร และ เฮกเซน 15 มิลลิลิตร สกัดครั้งที่สอง ด้วย อะซีโตน 2 มิลลิลิตร อะซีโตไนไตรล์ 2 มิลลิลิตร และ เฮกเซน 10 มิลลิลิตร ล้างชั้นตัวทำละลาย ด้วย อะซีโตไนไตรล์ 3 มิลลิลิตร 2%โซเดียมซัลเฟต 3 มิลลิลิตร และ เฮกเซน 3 มิลลิลิตร ทำการขจัดสิ่งรบกวน ด้วยฟลอริซิล 5 กรัม และ โซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส 5 กรัม ชะด้วย เฮกเซน 15 มิลลิลิตร และ 1% เมทานอล ใน เฮกเซน 10 มิลลิลิตร ระเหยแห้งและนำไปปรับปริมาณเป็น 2 มิลลิลิตร นำไปตรวจวัดด้วย GC-ECD วิธีนี้ให้ค่าร้อยละการกลับคืน 95-98 % และ นำไปยืนยันผล ด้วยเทคนิค TLC ได้ค่า Retention Fractor อยู่ระหว่าง 0.23-0.87 ผลการทดลองพบว่าในฤดูหนาวจะพบค่าความเข้มข้น OPC (Organophosphate Compounds) สูงสุดของ $\sum$ - OPC อยู่ที่ 6.599, 2.746 และ 9.230 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน Toned Milk, Whole Milk และ Buffalo Milk

เอมม่า, บรู๊ก, อเล็กซ, โฮลเดน และไออัน (Emma, Alexis & Ian, 2003) ได้ทำการศึกษาระดับของสารตกค้างในสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในน้ำนมของสตรีชาวอินโดนิเซีย โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำนมของสตรีในชนบทและน้ำนมของสตรีในเมือง กับความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน จำนวน 9 ชนิด ด้วยเทคนิค Liquid-Liquid Extraction และได้ทำการทดสอบหา Solid-Phase Extraction ที่เหมาะสม จากจำนวน Solid-Phase 4 ชนิด พบว่า Supelclean ENVI Florisil 6 มิลลิลิตร (1 กรัม) มีความเหมาะสมที่สุด ขั้นตอนการสกัดใช้ตัวอย่างน้ำนม 20 กรัม สกัดด้วย 2:1 V/V (เฮกเซน:อะซีโตน) 150 มิลลิลิตร และ 50 มิลลิตร ล้างชั้นตัวทำละลาย ด้วย 2% โซเดียมซัลเฟต 150 มิลลิลิตร นำไประเหยแห้งจนเหลือ 1 มิลลิลิตร นำไปขจัดสิ่งรบกวน ด้วยฟลอริซิล และปรับปริมาณเป็น 1 มิลลิลิตร ตรวจวัดด้วย GC-ECD ในส่วน Quality Control ใช้นมโคในการทำ Blank และหาค่าร้อยละการกลับคืนสามระดับความเข้มข้น ได้ค่าร้อยละการกลับคืน 53-109 % โดยที่ Beta- Endosulfan มีค่าร้อยละการกลับคืนต่ำสุด ในตัวอย่างพบ pp-DDT สูงสุด 0.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมไขมัน ในน้ำนมสตรีในชนบท จากรายงานก่อนหน้า

นี้พบ beta-HCH, pp-DDE และ pp-DDT 15.96, 11.67 และ 2.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมไขมัน ในน้ำนมสตรีชาวฮ่องกง

โลซาดา, เฟอร์นันเดต, ไดซ์, เทราน, การ์เซีย และ เซร่า (Losada, Fernandez, Diez, Teran, Garcia & Sierra, 1996) ได้ทำการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกลุ่ม ออร์กาโนคลอรีน 10 ชนิดในน้ำนมวัวก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต จากเมือง Leon ซึ่งอยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศสเปน การวิเคราะห์อ้างอิงวิธีการตาม Association of Official Analytical Chemists (AOAC) และตรวจวัดด้วย GC-ECD คอลัมน์ที่ใช้เป็น Pack Column ชนิดแก้ว ยาว 6 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.25 นิ้ว บรรจุด้วย 10% DC-200 ใน Chromosorb W HP 80-100 mesh (AOAC, 1990) และยืนยันผลด้วย 1.5% OV-17, 1.95% QF-1 ใน Chromosorb W 100-120 mesh (AW/OMCS) ค่าร้อยละการกลับคืน ที่ได้อยู่ระหว่าง 84.5 – 98.2 % จากตัวอย่าง 39 ตัวอย่างพบ ลินเดน (Lindane) จำนวนสูงสุด 26 ตัวอย่าง (66.67%) และพบตัวอย่างที่มีสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมากกว่า 1 ชนิด ถึง (61.5 %)

ลอต และบาร์กเกอร์ (Lott & Barker, 1993)ได้ศึกษาการแยกสารตกค้างในหอยนางรม โดยใช้เทคนิค Matrix Solid-Phase Dispersion (MSPD) เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช 14 ชนิด ได้แก่ แอลฟา-บีเอชซี, เบต้า-บีเอชซี, ลินเดน, เฮปตาคลอ, อัลดริน, เฮปตาคลออีปอกไซด์, ดีดีอี, ดีลดริน, เอนดริน, ดีดีดี, เอนดริน อัลดีไฮด์, ดีดีที, เอนโดซัลฟาน ซัลเฟต และ เมทอกซิคลอ ด้วย GC-ECD เทคนิคนี้สกัดสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนโดยใช้ C_{18} เป็น Solid-Phase และใช้ อะซีโตไนไตรล์-เมทานอล เป็นตัวชะ ค่า Correlation coefficients สำหรับกราฟมาตรฐานของสารประกอบออร์กาโนคลอรีนที่สกัดได้ 14 ชนิด อยู่ในช่วงระหว่าง 0.9849-0.9980 ค่าเฉลี่ยร้อยละการกลับคืนสำหรับสารออร์กาโนคลอรีนทุกชนิด อยู่ในช่วง 66 ± 12.7% ถึง 84 ± 25.3% (n=25) วิธี MSPD นี้ ประสพผลสำเร็จในการสกัดหาค่าสารประกอบกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 14 ชนิด ที่ระดับ 31.3-500 นาโนกรัมต่อกรัมในหอยนางรม

คามพลอย, จิเมเนซ, ออเล่, เซอร์ราโน, ฟราแอส, แคนาเบต, ออเล่, บาเยส, โมนิล่า และ ฟลอท (Campoy, Jimenez, Olea, Serrano, Frias, Canabate, Olea, Bayes, Molina & Font, 2001) ได้ทำการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในน้ำนมสตรี โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างสตรีที่อาศัยอยู่ในจังหวัด Granada และ Almeria ซึ่งอยู่ทางใต้ของประเทศสเปน และเปรียบเทียบตัวอย่างน้ำนมเป็น 3 ช่วง ของระยะการเก็บตัวอย่างคือ ช่วง Colostrum (1-7 วัน หลังคลอด) ช่วง Transition (6-12 วัน หลังคลอด) และช่วง Mature milk (13-35 วัน หลังคลอด) การวิเคราะห์ใช้เทคนิค Liquid-Liquid Extraction และ ขจัดสิ่งรบกวน ด้วย Sep-Pak Silica ขั้นตอนการวิเคราะห์นำตัวอย่างน้ำนมในแต่ละช่วงมาผสมกันและเขย่า แยกตัวอย่าง 4-8 มิลลิลิตร มาวิเคราะห์โดยเติม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เมทานอล ครึ่งหนึ่งของปริมาตรตัวอย่างเขย่าและเติม 0.1 กรัม โซเดียมออกซาเลต เขย่าและสกัดด้วย 10 มิลลิลิตร อีเทอร์/เฮกเซน(1:1; v/v) และนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงที่ 3,000 รอบ 15 นาที แยกตัวทำละลายออก ทำซ้ำสามครั้ง นำชั้นตัวทำละลาย ไประเหยจนเหลือ 1 มิลลิลิตร และล้างชั้นตัวทำละลาย ด้วย กรดซัลฟูริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ล้างกรดด้วยน้ำ 1 มิลลิลิตร อีกสามครั้ง ระเหยเฮกเซน จนเหลือ 1 มิลลิลิตร นำไปผ่าน Sep-Pak Silica และ ชะด้วย 10 มิลลิลิตร เฮกเซน และ 10 มิลลิลิตร ของ เฮกเซน:เมทานอล:ไอโซโพรพานอล (45:40:15; v/v) ระเหยชั้นตัวทำละลาย จนเหลือ 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปตรวจวัดด้วย GC-ECD และ ยืนยันผลด้วย GC-MS ผลการศึกษาพบ DDT และ DDD ในตัวอย่างเกือบทั้งหมด พบ DDE 100% และ HCB 94 % จากตัวอย่างทั้งหมด ไม่พบความแตกต่างในน้ำนมสตรีจากจังหวัด Granada และ Almeria ความแตกต่างในช่วงการเก็บน้ำนม พบ Lindane และ DDT มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น พบ Lindane และ DDT 100% ในช่วง Mature Milk

โฮลสเตรก (Holstege, 1994) ได้ทำการศึกษาสารประกอบกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 17 ชนิด กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 43 ชนิด และ กลุ่มเมทิลคาร์บาเมต 11 ชนิด ในต้นไม้และในเนื้อสัตว์ที่มีไขมัน โดยใช้ 10 กรัมของตัวอย่างบดละเอียด เติมโซเดียมซัลเฟต 50 กรัม สกัดกับ 100 มิลลิลิตร ของ 5% เอทานอลในเอทธิลอะซิเตท ปั่นด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง หลังจากนั้นนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงที่ความเร็ว 1,200 รอบต่อนาที นาน 4 นาที ปิเปตสารละลายไว้ 40 มิลลิลิตร ในตัวอย่างที่มีไขมันสูง จะต้องผ่านวิธี GPC ซึ่งชะด้วย 20% อะซีโตนในเอทธิลอะซิเตท 15 มิลลิลิตร ใช้อัตราการไหล 5 มิลลิลิตรต่อนาที และนำไปผ่านคอลัมน์ขจัดสิ่งรบกวนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุด้วยซิลิกาเจล ส่วนตัวอย่างที่มีไขมันน้อยจะใช้วิธี SPE สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนขจัดสิ่งรบกวนด้วยฟลอริซิล 1,000 มิลลิกรัม และทำการชะด้วย 10% เอทธิลอะซิเตทในเฮกเซน และนำไปวิเคราะห์ด้วย GC-ECD สารกลุ่มเมทธิลคาร์บาเมต ขจัดสิ่งรบกวนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุ อะมิโนโพพิล 500 มิลลิกรัม และชะด้วย 15 มิลลิลิตร เอทธิลอะซิเตท สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต จะวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FPD จากการวิเคราะห์สารทั้ง 71 ชนิด พบว่าได้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ที่ 77-113 % จากตัวอย่างตับ 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยร้อยละการกลับคืนอยู่ที่ 94 ± 4% ที่ความเข้มข้น 0.05 ถึง 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในตัวอย่างพืชได้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ที่ 96 ± 4% ที่ความเข้มข้น 0.06 ถึง 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้ของวิธีนี้คือ 0.02-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการศึกษาการใช้ตัวอย่าง 10 กรัม

ฟิลเล็ก, เบอร์กามินี และลินด์เนอร์ (Filek, Bergamini & Lindner, 1995) ได้ทำการศึกษาหาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน จำนวน 9 ชนิด ในนมผงและผลิตภัณฑ์นมที่มีไขมันประมาณ 1 % ด้วยเทคนิค Steam Distillation-Solvent Extraction เทคนิคนี้ได้ออกแบบเครื่องแก้ว

เฉพาะขึ้นมา โดย Likens และ Nickerson โดยใช้ตัวอย่างนมผง 5 กรัมลงใน ขวดรูปชมพู่ A เติม 80 มิลลิลิตร 2 M กรดซัลฟูริก 1 มิลลิลิตร เอทานอล (UV grade) และ 0.5 มิลลิลิตร Simethicon Solution (Polydimethylsiloxane 40 มก.) เติมน้ำให้เต็ม U-shaped เติม Light Petroleum 50 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ B ซึ่งอยู่ใน อ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส น้ำในหลอดควบแน่นอยู่ที่อุณหภูมิ 10-12 องศาเซลเซียส กลั่นตัวอย่างใน ขวดรูปชมพู่ A ด้วยไอน้ำนาน 1.5 ชั่วโมง หรือให้ปริมาตรน้ำในขวดรูปชมพู่ A มีปริมาตรประมาณ 800 มิลลิลิตร ผลการทดลองพบว่าในตัวอย่างนมที่มีไขมันอยู่ที่ 1 % และ 3.6 % มีค่าร้อยละการกลับคืนเฉลี่ยประมาณ 90 % และ 80 % ตามลำดับ ตัวอย่างนมทั้ง 2 ประเภทมี ค่า Correlation Coefficient 0.999 ทุก สารประกอบ เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างนมระหว่างเติมกรดและไม่เติมกรด ได้ค่าร้อยละการกลับคืน เฉลี่ย 70 % และ 90 %

เกราดิเนอร์, เซร่า, โอเบียล, โรเซล, เบอร์เรนเกอร์, โลเปซ และ บอร์ซา (Guardino, Serra, Obiols, Rosell, Berenguer, Lopez & Brosa, 1996) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ DDT ในเลือดของเกษตรกร โดยเปรียบเทียบระหว่างเกษตรกรที่สัมผัสใกล้ชิด DDT จำนวน 30 คน และกลุ่มคนที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ DDT จำนวน 24 คน เน้นการตรวจวิเคราะห์ DDT และ Metabolite ของ DDT ได้แก่ DDD (TDE) และ DDE การวิเคราะห์ใช้เทคนิค Solid-Phase (C_{18}) Clean-up โดยใช้ตัวอย่างเลือด 2 มิลลิลิตร เติม เมทานอล 5 มิลลิลิตร ทำการปั่นด้วยเครื่อง Homogenize และเข้าเครื่องเหวี่ยงด้วยความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที นาน 25 นาที นำส่วนที่ใส 3 มิลลิลิตร มาทำการขจัดสิ่งรบกวนด้วย Solid-Phase (C_{18}) ชะคอลัมน์ ด้วย ไอโซออกเทน 0.5 มิลลิลิตร ซ้ำสองครั้ง นำสารละลายไปเป่าด้วยก๊าซไนโตรเจนที่ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเหลือปริมาตร 100 ไมโครลิตร นำไปฉีดเข้าเครื่อง GC-ECD และยืนยันด้วยเครื่อง GC-MS Detection Limit ใช้หลักการ Signal-to-Noise Ratio (S/N) โดยให้ Instrumental Detection Limit (IDL) เท่ากับ 3 S/N และ Limit of Quantitation (LOQ) เท่ากับ 10 S/N ค่า Linearity 120-600 พิโคกรัม อยู่ระหว่าง 0.0997- 1.000 ค่าร้อยละการกลับคืน 5, 10, และ 20 ไมโครกรัมต่อลิตร อยู่ระหว่าง 50- 110 % ผลการทดลองพบว่ากลุ่มเกษตรมี Total DDT 10.4 ไมโครกรัมต่อลิตร และกลุ่มควบคุม 4.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

โฮ และยู (Ho & Yu, 2000) ได้ทำการศึกษาการหาปริมาณสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนจำนวน 6 ชนิดในน้ำนมโค โดยใช้เทคนิค Solid Phase Extraction ขั้นตอนแรกทำการดูดซับสารมีขั้วที่ไม่ต้องการออก โดยการผ่านตัวอย่างลงในคอลัมน์ที่บรรจุด้วย Diatomaceous Earth และล้างออกด้วยสารละลายผสม เฮกเซน:อะซีโตน:เอทธิลอะซิเตล (4+2+1; v/v/v) นำสารละลายผสมที่ได้ไประเหยจนเกือบแห้ง ละลายเล็กน้อยด้วย เฮกเซน นำไปขจัดสิ่งรบกวน ต่อด้วย คอลัมน์ C_{18} เพื่อดูดซับสารที่สนใจ และล้างคอลัมน์ด้วย น้ำ:เมทานอล (1+1; v/v) จำนวน 6 มิลลิลิตรและตามด้วย

สารละลายผสม อะซีโตไนไตรล์:เอทธิลอะซิเตล (3+2; v/v) จำนวน 6 มิลลิลิตร ชะคอลัมน์ด้วย เฮกเซน 6 มิลลิลิตร นำไปฉีดเข้าเครื่อง GC/ECD ปริมาณ 2 ไมโครลิตร ผลการศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบสารละลายผสมหลายชนิดในการทำ Condition Column C_{18} ทำ Linear Correlation Coefficients ได้ 0.99990 ทั้ง 6 ชนิด ค่า %RSD อยู่ระหว่าง 1.7-5.8% ค่า LOD จากการคำนวณค่าต่ำสุด อยู่ที่ 0.5 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร(DDT) ค่าร้อยละการกลับคืน ที่ความเข้มข้น 10 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรอยู่ระหว่าง 92.6-95.5 และค่าร้อยละการกลับคืน ที่ความเข้มข้น 20 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรอยู่ระหว่าง 92.9-94.4

นาจาม, โกเวอร์, วิลเลียม, บรู๊ซ และ นีดแฮม (Najam, Kover, Williams, Burse & Needham, 1999) ได้ทำการศึกษาหาสารประกอบ PCBs 29 ชนิด และสารประกอบกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 15 ชนิดในน้ำเหลืองของมนุษย์ โดยใช้เครื่อง GC-ECD คอลัมน์ที่ใช้มี 2 แบบ คือ DB5 และ DB1701 ทำการสกัดตัวอย่างโดยในน้ำเหลืองผสมกับเมทานอล และสกัดด้วย เฮกเซน: เอทธิลอีเทอร์ในอัตราส่วน 1:1 นำสารละลายที่สกัดได้ไปขจัดสิ่งรบกวนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุด้วยฟลอริซิล ชะด้วย 6% ไดเอทธิลอีเทอร์ในปิโตรเลียมอีเทอร์ จำนวน 15 มิลลิลิตรตามด้วย 15% ไดเอทธิลอีเทอร์ในปิโตรเลียมอีเทอร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร นำสารละลายส่วน 6% ไดเอทธิลอีเทอร์ในปิโตรเลียมอีเทอร์ ที่ได้มาผ่านคอลัมน์ที่บรรจุด้วยซิลิกาเจล และชะด้วยเฮกเซน เพื่อเก็บ PBCs อัลดริน บีเอชซี ไมเร็กซ์ และ ดีดีอี ชะคอลัมน์ต่อด้วยเบนซีน เพื่อเก็บสารออร์กาโนคลอรีนตัวอื่น ๆ ที่เหลือ นำส่วน 15% ไดเอธิลอีเทอร์ในปิโตรเลียมอีเทอร์ มาผ่านคอลัมน์ที่บรรจุซิลิกาเจล และชะด้วยเฮกเซน และเบนซีน นำสารละลายที่ได้ไปลดปริมาตรและวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-ECD ผลการทดลองพบว่าคอลัมน์ DB5 สามารถแยกสาร PCBs ได้ดี ส่วนคอลัมน์ DB1701 สามารถแยกสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนได้ดี ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 39-126 % ยกเว้น ดีลดริน และแอลฟา-บีเอชซี ได้ค่าร้อยละการกลับคืน 30-62%

ลิอัน และ เซ็ง (Lian & Seng, 2004) ได้ทำการศึกษาการหาปริมาณสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน จำนวน 9 ชนิดในผัก โดยใช้เทคนิค Liquid-Liquid Phase Extraction และทำการขจัดสิ่งรบกวน ด้วย Silica Gel เริ่มต้นด้วยการนำตัวอย่างผัก 10 กรัม มาปั่นให้เข้ากันกับอะซีโตน 100 มิลลิลิตร ไดคลอโรมีเทน 75 มิลลิลิตร และ โซเดียคลอไรด์ 15 กรัม นำชั้นสารอินทรีย์ที่สกัดได้ใส่ลงในบีกเกอร์ และเติม โซเดียมซัลเฟต 3 กรัม สารอินทรีย์ที่สกัดได้จะนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างการขจัดสิ่งรบกวน ด้วย Siliga Gel และ C_{18} ขั้นแรกนำสารอินทรีย์ที่ได้ 2 มิลลิลิตร ผ่านคอลัมน์ที่มี Siliga Gel อยู่ 10 กรัม ชะ Silica Gel ด้วย 60 มิลลิลิตร เฮกเซน: ไดคลอโรมีเทน (4+1; v/v) และนำสารอินทรีย์ อีก 2 มิลลิลิตร ผ่านคอลัมน์ C_{18} ที่ผ่านการปรับสภาพด้วย เฮกเซน:ปิโตเลียมอีเทอร์ (1+1; v/v) และชะคอลัมน์ด้วย 10 มิลลิลิตร เฮกเซน:ปิโตเลียมอีเทอร์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(1+1; v/v) สารที่ได้ทั้งสองวิธีนำมาระเหยแห้ง ปรับปริมาตรด้วย เฮกเซน และนำไปตรวจวัดด้วย GC-μECD ผลการศึกษาพบปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคนี้มีด้วยกัน 3 ประการคือ ตัวชะที่ดีที่สุดสำหรับ SPE ไม่ใช่สารที่เป็น Non Polar 100% แต่เป็น เฮกเซน:ปิโตเลียมอีเทอร์ (1+1; v/v) ปริมาณของการชะอยู่ที่ 10 มิลลิลิตร และมีอัตราการไหลที่ 1 มิลลิลิตรต่อนาที

เคอก์เวอร์นิก, ดอก์กานอซ และแจน (Cerkvernik, Doganoc & Jan, 2000) ได้ทำการศึกษาการหาปริมาณสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในน้ำนมโค จำนวน 4 ชนิด จากรัฐต่างๆ ในประเทศโซเวเนีย 6 รัฐ รวม 174 ตัวอย่าง โดยในเทคนิค Solid-Liquid Phase Extraction เริ่มจากการนำตัวอย่างมาบดผสมกับโซเดียมซัลเฟต และชะออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ แล้วนำไปขจัดสิ่งรบกวนด้วยดีแอกติเวตอะลูมินัมออกไซด์ และนำไปตรวจวัดด้วย GC-ECD ค่า LOD ต่ำสุดอยู่ที่ 3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม จากผลการทดลองพบว่าในน้ำนมโคของประเทศโซเวเนีย มีการปนเปื้อนสูง ตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานภายในประเทศ (50 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) มี 1.7% ถ้าใช้มาตรฐานของ EU (4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) ตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานจะมี 67 % แนวโน้มการใช้สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนยังคงเพิ่มขึ้นทุกปี

ครู๊ซ, บาร์กา, โรซา และเค๊ปกี (Krauss, Braga, Rosa & Kypke, 2004) ได้ทำการศึกษาการหาปริมาณสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิดในน้ำนมสตรีชาวบราซิล ทำการเก็บตัวอย่างโดยแบ่งตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มเมืองซานเปาโล และเมืองเบโลโฮริซอนเต แต่ละเมืองแบ่งเป็น 10 เขต ในแต่ละเขตจะเก็บตัวอย่าง 10 ตัวอย่างๆละ 100 มิลลิลิตร แล้วนำตัวอย่างมาเทรวมกันเป็นเขตละ 1,000 มิลลิลิตร แบ่งเป็นสองส่วนๆแรก นำไปเก็บและทดสอบที่ Central Laboratory ในเมืองลีโอดีไจเนโร อีกส่วน นำไปทดสอบที่ เมืองเฟริเบิร์ก ประเทศเยอรมันนี การวิเคราะห์เริ่มจากการแยกไขมันออกจากน้ำนมด้วยเทคนิค Solid-Liquid Phase Extraction โดยการนำตัวอย่างมาผสมกับ โซเดียมซัลเฟต แล้วชะออกด้วย ปิโตเลียมอีเทอร์ นำไประเหยแห้ง ชั่งไขมันประมาณ 5 กรัม และละลายไขมัน ด้วย ไซโคเฮกเซน:เอทธิลอะซิเตท เติม Internal Standard นำไปแยกไขมันออกอีกครั้งด้วย Gel Permeation Chromatography (Bio-Beads S-X3) ชะสารละลายด้วย ไซโคเฮกเซน: เอทธิลอะซิเตท นำไประเหยแห้ง แล้วละลายเล็กน้อยด้วย ไอโซออกเทน นำไปขจัดสิ่งรบกวน ด้วยดีแอกติเวตซิลิกาเจล และล้างคอลัมน์ด้วย โทลูอีน นำไปตรวจวัดด้วย GC-LRMS ผลการวิเคราะห์พบว่า ในปี 2001 ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีนคำนวณเป็นไมโครกรัมต่อกรัมไขมัน พบว่าในน้ำนมของสตรีในเมืองซานเปาโลมีการปนเปื้อนสูงกว่าสตรีในเมืองเบโลโฮริซอนเต และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปี 1992 และ 2000 พบว่าการปนเปื้อนมีค่าสูงขึ้น

โลเปซ, อากีล่า และไดร์ซ (Lopez, Aguilar & Diez, 1992)ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการกำจัดสิ่งรบกวนของสารประกอบออร์กาโนคลอรีน 20 ชนิด ในไขมันปลาโดยใช้การเตรียมตัวอย่างปลา 5 กรัม สกัดด้วยวิธี Soxhlet กับเฮกเซน เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วลดปริมาตรการทำการขจัดสิ่งรบกวนด้วยฟลอริซิลขนาด 60-100 เมช จำนวน 8.5 กรัม ทำการศึกษาการชะทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ 1. วิธี Standard ใช้ 25-30 มิลลิกรัม ปิโตรเลียมอีเทอร์ล้างคอลัมน์ ตามด้วยตัวอย่างแล้วชะด้วยไดเอทธิลอีเทอร์ในปิโตรเลียมอีเทอร์อัตราส่วน (6:94) และ (15:85) และ (50:50) ถ้ามี PCBs ทำการแยกด้วย ปิโตรเลียมอีเทอร์ นำสารละลายแต่ละส่วนไปลดปริมาตรและทำการวิเคราะห์ 2. วิธี Stimac ล้างคอลัมน์ด้วยไดเอทธิลอีเทอร์ในปิโตรเลียมอีเทอร์อัตราส่วน (30:70) ตามด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์และตัวอย่าง ชะด้วยไดเอทธิลอีเทอร์ในปิโตรเลียมอีเทอร์อัตราส่วน (6:94) นำสารละลายแต่ละส่วนไปลดปริมาตรและทำการวิเคราะห์ 3. วิธี Milla ล้างคอลัมน์ด้วยเฮกเซน ตามด้วยตัวอย่าง ทำการชะ 3 ขั้นตอน คือ ไดคลอโรมีเทนในเฮกเซน (20:80) และไดคลอโรมีเทนในเฮกเซน (50:50) มี 0.35% (v/v) ของอะซีโตไนไตรล์ และไดคลอโรมีเทนในเฮกเซน (50:50) มี 1.5% (v/v) ของอะซีโตไนไตรล์ นำสารละลายแต่ละส่วนไปลดปริมาตรและทำการวิเคราะห์ ในการทดลองนี้พบว่าค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถวัดได้อยู่ในช่วง 0.024-0.53 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถรายงานได้อยู่ในช่วง 0.118-0.263 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และค่าร้อยละการกลับคืนที่ได้มากกว่า 88 เปอร์เซ็นต์ ค่า%RSD อยู่ในช่วง 3 – 11% (n=6) ที่ความเข้มข้น 36-80 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในส่วนการชะพบว่าทั้งสามวิธีไม่แตกต่างกันมาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University