บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สารประกอบดีบุกอินทรีย์

คุณสมบัติทางเคมีและการใช้

สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่สำคัญทั้งหมดอยู่ในรูป Sn^{IV} ซึ่งมีพันธะโควาเลนต์บอนด์ของคาร์บอน-ทินอยู่หนึ่ง หรือมากกว่า พันธะเคมีดังกล่าวมีผลต่อสมบัติเฉพาะของสารซึ่งมีสูตรโครงสร้างทั่วไปอยู่ในรูป R_nSnX_{4-n},

เมื่อ R คือ หมู่อัลคิลหรืออัลลิล

Sn คือ อะตอมกลางดีบุกที่มีเลขออกซิเดชัน +4

X คือ ประจุลบเดี่ยว หรือกลุ่มไอออน ของสารประกอบอินทรีย์

สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง หมู่ R ปกติ จะเป็นหมู่บิวทิล ออกทิล หรือฟีนิล และ X เป็น คลอไรด์ ออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ คาร์โบเลต และไทโอเลต

มอนออร์กาโนทิน, $RSnX_3$ มีการใช้ในขอบเขตจำกัด เช่น บิวทิลทินซัลไฟด์ใน Stabilizer PVC Film

ไดออร์กาโนทิน, R_2SnX_2 ใช้เป็นตัวช่วยเสถียรใน PVC ตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตโพลียูริเทนโฟม และในกระบวนการ Cold-Curing ของ Silicone Elastomers

ไตรออร์กาโนทิน, R_3SnX มีความสำคัญที่สุดในกลุ่มของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ เนื่องจากเป็นสารฆ่าสิ่งมีชีวิตที่มีประสิทธิภาพ และนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง (World Health Organization, 1980)

กรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ (Gringard Reagent) เป็นอนุพันธ์ของออร์กาโนแมกนีเซียมที่ก่อให้เกิดนิวคลีโอไฟล์ ในการเติมหมู่อัลคิลปฏิกิริยาของดีบุกอินทรีย์ที่ใช้มีการเติมหมู่ เมทิล เอทิล โพรพิล และเพนทิล กรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์มีความไวในการเติมหมู่อัลคิลของดีบุกอินทรีย์ที่เป็น Leaving Group ที่ดี เช่น คลอไรด์ ไฮดรอกไซด์ และอะซิเตต แล้วหมู่อัลคิลที่เป็นแอนไอออนของกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์เกิดปฏิกิริยากับอิเล็คโตรไฟล์, R_nSn^+ ดังสมการ

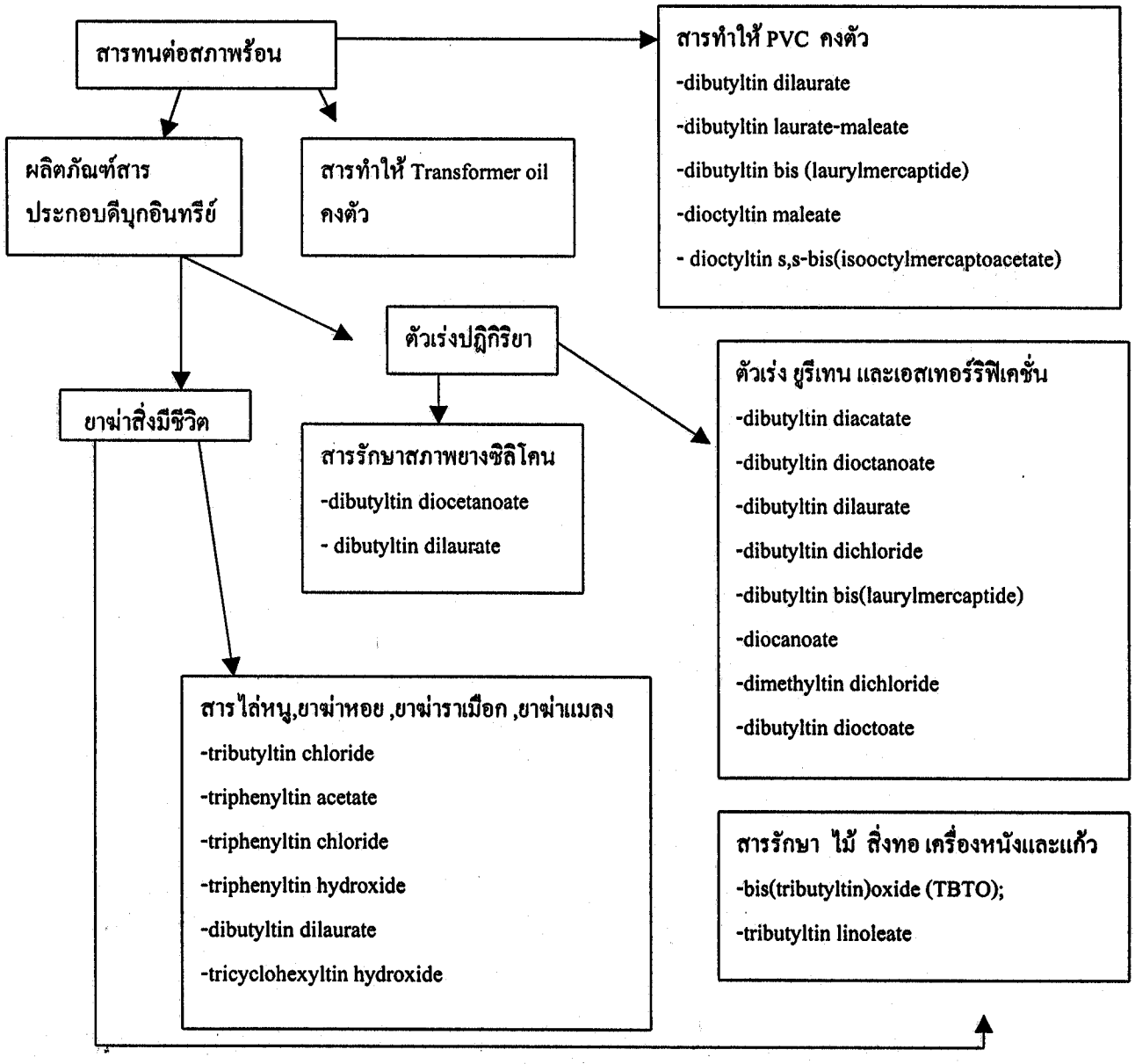
$RSnX_3 + R'MgX \longrightarrow RSnR'_3$

$R_2SnX_2 + R'MgX \longrightarrow R_2SnR'_2$

$R_3SnX + R'MgX \longrightarrow R_3SnR'$

เมื่อ R คือ หมู่อัลคิล

X คือ คลอไรด์ ไฮดรอกไซด์ หรือ อะซิเตต (ทินกร เตียนสิงห์, 2540)



ภาพที่ 1 แสดงการใช้สารประกอบดีบุกอินทรีย์ ของเวิลล์ เฮลท์ ออร์กาไนเซชัน (World Health Organization, 1980)

ไตรบิวทิลทิน ใช้ในสารฆ่าสัตว์จำพวกหอย สีกันเพรียงเรือ รักษาเนื้อไม้ ยาฆ่าเชื้อสำหรับวัตถุ สารฆ่าสิ่งมีชีวิต ทาป้องกันตะไคร่ในเรือบด เรือทะเล สะพานหินสำหรับเรือจอดทุ่น กระชังดักปู แห และกรง แต่ไม่ใช้ในทางเกษตรกรรมเพราะว่ามี Phytotoxicity สูง (World Health Organization, 1980) พบมากในฤดูร้อนที่มีเรือพลุกพล่านในหน้าดิน และเศษสีจากเรือสำราญ (Yang & Maguire, 2000)

ไตรฟีนิลทิน ใช้ในสีกันเพรียงเรือร่วมกับไตรบิวทิลทิน แต่ส่วนใหญ่ใช้ในทางเกษตรกรรมในการป้องกันเมล็ดพืชเป็นยาฆ่าราเมือก (มันฝรั่ง ไม้ตระกูลขึ้นฉ่าย อ้อย กาแฟ และข้าว) (Fent, 1996)

การกำหนดค่าความเป็นพิษ

ความเป็นพิษ หมายถึง อาการที่แสดงออกมาในลักษณะส่อให้เห็นถึงอันตรายต่อบุคคลหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่ได้รับสารพิษเข้าไปไม่ว่าจะเป็นจะทางใด หรือวิธีการใดก็ตาม ซึ่งจะแสดงไว้เป็นตัวเลขเรียกว่า LD_{50} ซึ่งย่อมาจาก lethal dose แปลว่า ขนาดของยาที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย ตัวเลข 50 หมายถึง ร้อยละ 50 ดังนั้น LD_{50} จึงหมายความว่า ขนาดของยาที่ใช้กับสัตว์ทดลองเป็นสาเหตุทำให้สัตว์ทดลองตายไปกึ่งหนึ่ง หรือ ร้อยละ 50 เช่น เวิลล์ เฮลท์ ออร์กาไนเซชัน (World Health Organization, 1990) กล่าวว่า ค่า LD_{50} ของไตรบิวทิลทินออกไซด์ คือ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน

เนื่องจาก LD_{50} แทนขนาดยาที่ใช้ ดังนั้นถ้า LD_{50} มีค่าต่ำ หมายความว่า ยานั้นเป็นพิษมากตรงข้ามกัน LD_{50} ที่มีค่าสูง หมายความว่ายานั้นเป็นพิษน้อย

ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

ความมีพิษของสารประกอบดีบุกอินทรีย์มีมากที่สุดเป็นกลุ่ม trisubstituted การสลายตัวจะลดความเป็นพิษลง (Morabito, et al., 1995) ความสำคัญของสารประกอบดีบุกอินทรีย์อยู่ที่พันธะระหว่างหมู่อัลคิลกับดีบุกมากว่าเป็นพันธะระหว่างดีบุกกับพวกแอโนด ดังนั้นหากจะเรียงลำดับความเป็นพิษจากมากไปหาน้อยสามารถเรียงได้ดังนี้

R_4Sn ------> R_3Sn -------> R_2Sn ------> RSn ------> Sn^{2+} ซอร์เยอร์ (Sawyer, 1971)

ผลกระทบต่อสัตว์ทดลอง

สารประกอบดีบุกอินทรีย์หลายชนิดมีแนวโน้มก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อที่ถูกสัมผัส ส่วนผลกระทบในลักษณะ Systematic Effect ของ Di, Tri และ Tetrasubstituted Organotin จะแตกต่างกันไป พบว่า Substituted Compound บางชนิดทำลายปอด ขณะที่ Trisubstituted Compounds ทำลายระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งทำให้เกิดโรค Cerebral Oedema

ไตรบิวทิลทิน และไตรฟีนิลทินมีพิษมากต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ไตรบิวทิลทินมีพิษมากนำไปสู่การลดลงของจำนวน Dog Whelk การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของหอยนางรม แพลงค์ตอนสัตว์มีผลลบที่ความเข้มข้น 200-300 นาโนกรัมต่อลิตร (Fent & Hunn, 1991) และการรบกวนการเกิดวัฏจักรของ Ovo-Testis (Horiguchi, et al., 2000)

การเกิด Imposex ก่อให้เกิดการเป็นหมัน และมีผลกระทบต่อจำนวนประชากรของสัตว์ทะเลต่าง ๆ ได้มีการศึกษาไว้ดังนี้คือ

เดวีส, ไบลีย์ และมัวร์ (Davies, Bailey, & Moore, 1987) ใช้ไตรบิวทิลทินเป็นตัวชี้ดัชนีการเกิด Imposex ใน Dogwhelk ซึ่งการสะสมของไตรบิวทิลทินในทะเลสาปสก็อต เกิดจากการใช้สารกันเพรียงกับตาข่ายเลี้ยงปลาแซลมอลที่อยู่บริเวณใกล้เคียง และการมีเรือพลุกพล่านที่มีส่วนผสมของสารกันเพรียง

ไบรอัน และคณะ (Bryan, et al., 1989) ศึกษาการเกิด Imposex ใน Mud Snail พบว่าเกิดจากผลของไตรบิวทิลทินที่มีความเข้มข้นของน้ำทะเล 10 ส่วนในพันล้านส่วน และความเข้มข้นของน้ำทะเล 2 ส่วนในพันล้านส่วน จะเป็นการเริ่มต้นของการเกิด Imposex

วิลสัน, ฮัสสานุลลาห์ และทอมสัน (Wilson, Ahsanullah, & Thomson, 1995) ศึกษาการเกิด Imposex ใน Neogastropods ในออสเตรเลียตะวันออก ซึ่งใช้ไตรบิวทิลทินเป็นตัววัดในการเกิด Imposex

โฮริกูชิ, ชิไรชิ, ชิมิซุ และโมริตา (Horiguchi, Shiraishi, Shimizu, & Morita, 1997) พบการเกิด Imposex ในหอยทะเลที่ประเทศญี่ปุ่น เกิดจากไตรฟีนิลทิน และไตรบิวทิลทิน ซึ่งทั้งสองตัวใช้ในสีทาเรือเพื่อป้องกันเพรียง

โฮริกูชิ และคณะ (Horiguchi, et al., 1998) พบการเกิด Imposex ใน Rock Shell จากทะเลเซโตอินแลนด์ (Seto Inland) และแถบซานริคุ (Sanriku) เกิดมากกว่าแหล่งอื่น จากการสะสมของไตรบิวทิลทิน และไตรฟีนิลทินในสีกันเพรียงเรือที่ใช้ในเรือที่ใหญ่กว่า 25 เมตร

แมกไกว์ (Maguire, 2000) พบว่าไตรบิวทิลทินเป็นตัวทำให้เกิด Imposex ซึ่งจะไปทำลาย Endrocrine ในสัตว์จำพวกหอย

ผลกระทบต่อมนุษย์

หลังจากสัมผัสได หรือไตรบิวทิลทินคลอไรด์ เป็นเวลา 1-8 ชั่วโมง จะเกิดการอักเสบของผิวหนัง ผิวหนังจะไหม้ เมื่อคนงานหญิงฉีดพ่นสีทาบ้านที่มีสารฆ่าเชื้อราที่ประกอบด้วย Bis-(Tributyltin)Oxide ร้อยละ 20 จะเกิดอาการเวียนศีรษะ ระคายเคืองจมูก และนัยน์ตาทันที นอกจากนี้การได้รับไตรฟีนิลทินอะซิเตต จะเกิดอาการทางผิวหนัง และการหายใจ ได้แก่ อาการเวียนศีรษะ ปวดท้อง ปากแห้ง สายตาพร่า และหายใจขัด บางรายมีอาการตับโต ระดับน้ำย่อยอะมิโนทรานเฟอเรสของตับสูงขึ้น

อุบัติเหตุจากการใช้สารประกอบดีบุกอินทรีย์ มีผู้ได้รับพิษจากการกินยาแคปซูลที่มีไดเอทิลทินไดไอโอไดด์ ไตรเอทิลทินไอโอไดด์ และเตตระเอทิลทิน ปนเปื้อนในปริมาณ 15 มิลลิกรัม อาการที่แสดงชัดคือ ปวดศีรษะอย่างรุนแรง คลื่นไส้ อาเจียน สภาพจิต และการมองเห็นผิดปกติ

สารประกอบดีบุกอินทรีย์ถูกดูดซึมในทางเดินอาหารเร็วกว่า สารประกอบดีบุกอนินทรีย์ พบว่าสารที่มี อัลคิล เชน (Alkyl Chain) สั้น ดูดซึมได้อย่างรวดเร็วในลำไส้ ส่วนสารประกอบไตรอัลคิลทิน (Trialkyltin) ดูดซึมได้ดีทางผิวหนัง

การปฏิบัติเมื่อได้รับพิษ ข้อมูลเกี่ยวกับกลไกการเกิดพิษของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ยังมีไม่เพียงพอ แต่มีการรักษา Cerebral Oedema ที่เกิดจาก Trialkyltin Compounds มีวิธีเดียว คือ Surgical Decompression

การตกค้างของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ชนิด และปริมาณสารดีบุกอินทรีย์ในแหล่งต่าง ๆ ได้มีผู้ทำการศึกษาโดยเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

อัจจนา แผ่รุ่งเรือง (2539) พัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดฟีนิลทิน วัดด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟี ซึ่งมีการเปรียบเทียบการใช้คอลัมน์ชนิดต่างกันในด้านขีดจำกัดของการวัด และค่าความเที่ยง หาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ และการทำอนุพันธ์ซึ่งขีดจำกัดของการวิเคราะห์ของมอนอฟีนิลทิน ไดฟีนิลทิน และไตรฟีนิลทิน คือ 10.45, 26.55 และ 40 ส่วนในพันล้านส่วนตามลำดับ

ทินกร เตียนสิงห์ (2540) ศึกษาการวิเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ คือ ไดบิวทิลทิน ไตรบิวทิลทิน ไดฟีนิลทิน และไตรฟีนิลทิน ในสิ่งมีชีวิต และน้ำ บริเวณอ่าวไทยในหอยนางรม และปลา โดยใช้ตัวอย่างเปียกสกัดด้วยโทรโปโลนในไดเอทิลอีเธอร์ กำจัดไขมันโดยการเติม

โซเดียมไฮดรอกไซด์จะได้สบู่ของไขมันที่ละลายน้ำ เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ เปรียบเทียบระหว่างเอทิลแมกนิเซียมโบรไมด์ และโพรพิลแมกนิเซียมโบรไมด์ พบว่าความไวของโพรพิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ขีดจำกัดการวัดได้ต่ำกว่าเมื่อผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิล เปรียบเทียบกับคอลัมน์ที่บรรจุซิลิกาเจล พบว่าคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิลชะด้วยไดเอทิลอีเธอร์ กำจัดไขมันได้ถึง 100 %

แมกไกว์ และฮูนีอูลท์ (Maguire & Huneault, 1981) การเตรียมสารมาตรฐานของบิวทิลทินทำเป็นอนุพันธ์ด้วยการเติมหมู่เพนทิล ภายใต้สภาวะรีฟลักซ์ กำจัดสิ่งเจือปนด้วยการผ่านคอลัมน์ที่บรรจุด้วย 15 % ดีแอคติเวตฟลอริซิล ชะด้วยเฮกเซน สารมาตรฐานจะเสถียรอยู่ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 6 เดือน

มูลเลอร์ (Muller, 1987) การยืนยันผล สารประกอบดีบุกอินทรีย์ด้วย GC/MSD ในEI มีการแตกแฟรกเมนท์ของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชอบที่จะแตกโซ่ยาวที่สุดตามด้วยการแตกหมู่แทนที่ตามลำดับ โดยที่ค่าประจุต่อมวล 120 เป็นดีบุก หรือดีบุกไฮดราย เป็นตัวผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่แตก เช่น $HexBu_2SnEt$ โซ่ตรงที่ยาวที่สุด คือ กลุ่มเฮกซิลที่แตกแฟรกเมนท์ก่อนตามด้วยกลุ่ม บิวทิล และเอทิล

ซาซากิ, อิชิซากะ, ซูซูกิ และไซโต (Sasaki, Ishizaka, Suzuki, & Saito,1988) การวัดปริมาณไตรบิวทิลทิน และไดบิวทิลทินในปลา สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกในเมทานอล สกัดต่อด้วยเฮกเซน ทำให้บริสุทธิ์ด้วย Gel Permeation Chromatography เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เมทิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยน้ำ และกรดไฮโดรคลอริก แยกชั้นสารอินทรีย์แล้วเติม โซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อลดการสูญเสียของอนุพันธ์ เมื่อ Spike ลงไป 0.2 และ 1 ส่วนในล้านส่วนร้อยละการกลับคืนของ ไตรบิวทิลทิน และไดบิวทิลทิน อยู่ในช่วง 80 – 104 และ 92-105 ตามลำดับ มีการเปรียบเทียบระหว่าง GC/FPD และ GC/MSD พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ 0.99 และ 0.91 ตามลำดับ

แวดด์, การ์เซีย-โรมิโอ และบรู๊คส (Wade, Garcia-Romeo, & Brooks, 1988) ปริมาณบิวทิลทินในหอยสองฝา พบไตรบิวทิลทินเป็นตัวหลัก ซึ่งเป็นจำนวน 74 % ของบิวทิลทินที่พบทั้งหมด ความเข้มข้นที่พบอยู่ในช่วงน้อยกว่า 5 ถึง 1560 นาโนกรัม ของน้ำหนักดีบุกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อวัดในหอยนางรมพบความเข้มข้นจะอยู่ในช่วงเดียวกัน

อิชิซากะ, เนโมโต, ซาซากิ, ซูซูกิ และไซโต (Ishizaka, Nemoto, Sasaki, Suzuki, & Saito, 1989) วิธีการวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ทางทะเล ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยเมทานอล ผสมด้วยกรดไฮโดรคลอริก และโซเดียมคลอไรด์ สกัดด้วยไดเอทิลอีเธอร์ ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิล วัดด้วย GC/FPD แล้วยืนยันผลด้วย GC/MSD ร้อยละการ

กลับคืนของ ไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน ไตรฟีนิลทิน และไดฟีนิลทิน คือ 84.3 ±5.3, 88.6± 6.3, 107.0± 7.1 และ 107.2± 6.4 ตามลำดับ แมสสเปกตรัมของอนุพันธ์เอทิลของไตรบิวทิลทิน Base Peak คือ ค่ามวลต่อประจุ $[Sn(C_4H_9)(C_2H_5)]^+$ และ Fragment Peak คือ 121, 151, 179, 235 และ 263 ส่วนของไตรฟีนิลทิน Base Peak คือ ค่ามวลต่อประจุ 351 $[Sn(C_6H_5)_3]^+$ และ Fragment Peak คือ 197 $[Sn(C_6H_5)]^+$

มาร์ติน-แลนดา, เดอ พาโบลส และมาร์ (Martin-Landa, de Pablos, & Marr, 1989) การวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ในปลา และในดิน สกัดโดยเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น และกรดไฮโดรโบรมิก หลังจากนั้นเติมโทรโปโลนในเพนเทนแยกชั้นสารอินทรีย์เติมแมกนิเซียมซัลเฟต หลังจากนั้นล้างด้วยไดเอทิลอีเธอร์ เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เพนทิลแมกนิเซียมโบรไมด์ รีฟลักซ์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยกรดซัลฟิวริก แยกชั้นที่เป็นชั้นสารอินทรีย์เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ เขย่าทิ้งไว้ข้ามคืน

โคลน และคณะ (Krone, et al., 1989) วิเคราะห์หาเตตระ ไตร ได และมอนอบิวทิลทินในดิน และในเนื้อเยื่อตับของ English Sole ตรวจวัดด้วยเครื่อง GC/MSD ใช้ซิลิกาเจลเกรด 323 ขนาด 100-200 mesh อะลูมินาชนิด F ขนาด 80-200 mesh สกัดด้วยโทรโปโลนในไดคลอโรมีเทน กำจัดน้ำด้วยโซเดียมซัลเฟต เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เฮกซิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยกรดไฮโดรคลอริก กำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุด้วยซิลิกาเจล-อะลูมินา ชะด้วยเพนเทน ลดปริมาตร แล้วผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วย amino Sep-Pak™ วิเคราะห์ด้วย GC/MSD ใช้คอลัมน์ DB-5 ซึ่งในเนื้อเยื่อตับ มีความเข้มข้นของไดบิวทิลทินมากที่สุด การสกัดใช้โทรโปโลนในไดคลอโรมีเทนสามารถสกัดสาร และยังละลายโทรโปโลนได้ดีกว่าเฮกเซน

วอล์ดอกค์, เวทท์, มิลล์เลอร์, สมิทช์ และลอล์ (Waldock, Waite, Miller, Smith, & Law, 1989) ในการเก็บรักษาตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เก็บในถุงโพลีเอทิลลีนหลังจากนั้นแยกส่วนเนื้อออกแล้วทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน แช่เย็นในขวดแก้วที่สะอาดที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส การยืนยันผลด้วย GC/MSD พีคที่มีมวล 119 และ 177 จะเป็นตัวยืนยันว่าเป็น อัลคิลทิน ในส่วนของการวัดด้วย GC ในวิธีที่ 9 คือ การสกัดเนื้อเยื่อด้วยไดคลอโรมีเทน/เมทานอล อัตราส่วน 1 : 1 โดยผ่านการเขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผ่านเครื่องเซนติฟิวจ์นำส่วนที่สกัดได้เติมโซเดียมบอโรไฮเดรต และเฮกเซน เขย่า แล้วนำไปวัดส่วน วิธีที่ 10 เติม 0.1 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ ในเมทานอล ในตัวอย่างที่มี เมทานอล-น้ำ เขย่าเติมเฮกเซน และโซเดียมบอโรไฮเดรต ผ่านเครื่องเซนติฟิวจ์แล้วจึงนำไปวัด

ซู, การ์เนอร์ และเบอร์แมน (Siu, Garner, & Berman, 1989) การหาปริมาณไตรบิวทิลทิน ในดิน โดยใช้ไอออนสเปรย์ แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี ขีดจำกัดของการวัด คือ 5 พิโคกรัม ในรูปของดีบุก หรือ 0.2 ไมโครกรัมในรูปของดีบุกต่อกรัมของดิน โดยสกัดด้วย เมทานอลทำให้อยู่ในรูปไอโซออกเทน หรือ 1-บิวทานอล ละลายด้วยเมทานอลที่มีแอมโมเนียม อะซิเตต แล้วจึงนำสารไปยังไอออนสเปร์ย แมส ด้วยโฟรอินเจคชัน ในการหาปริมาณใช้ค่ามวล ต่อประจุ 179 /291 เป็น คอเทอร์ (Daughter) และ พาร์เรนท์ แพร์ (Parent Pair) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของไตรบิวทิลทินใน PACS-1 โดยใช้อีก 2 เทคนิคคือ GC/FPD และ HPLC/ICP/MSD พบว่าทั้ง 3 วิธีให้ผลดี เท่ากัน

เฟนท์ และฮันท์ (Fent & Hunn, 1991) วิเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์บิวทิลทิน และฟีนิลทิน ในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ในสิ่งมีชีวิตทำการสกัดโดยใช้ตัวอย่างหอย และปลา เติมกรดไฮโดรคลอริก จนมี พีเอชเท่ากับ 2 เติมไตรโพรพิลทินคลอไรด์ ซึ่งเป็น Internal Standard สกัดด้วยโทรโปโลนในไดเอทิลอีเธอร์ เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ โพรพิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ทำการวัดด้วย GC/FPD ร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 60 - 95 ขีดจำกัดของการวัดอยู่ในช่วง 9 – 23 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ซึ่งไตรบิวทิลทิน และไตรฟีนิลทินเป็นสารหลักที่พบ

ฮิกาชิยามา, ชิไรชิ, ออทซูกิ และฮาชิโมโต (Higashiyama, Shiraishi, Otsuki, & Hashimoto, 1991) มีการหาปริมาณของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดบิวทิลทิน และฟีนิลทิน ในเนื้อหอยแมลงภู่ที่อ่าวโตเกียว ซึ่งพบไตรบิวทิลทินมีความเข้มข้นสูงที่สุด ใช้คอลัมน์ DB-5 โดย เก็บตัวอย่างหอย ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 3.1 - 8.1 กรัม (น้ำหนักเปียก) ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันภายใน 24 ชั่วโมง ทำการสกัดด้วยโทรโปโลนในเบนซีน เติมกรดไฮโดรโบรมิก-เอทานอล และกรดแอล-แอสคอบิก ทำการ Sonication เติมโซเดียมโบรไมด์นำส่วนที่สกัดได้ลดปริมาตร เติมกรินก์ยาร์ด รีเอเจนต์ คือ โพรพิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วย แอมโมเนียม คลอไรด์ ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุซิลิกาเจล

อูเชอร์, ดูเรลล์ และสเปลลาซี (Uhler, Durell, & Spellacy, 1991) การหาปริมาณ มอนอบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน ไตรบิวทิลทิน และไตรฟีนิลทิน ในตัวอย่างหอยนางรม กุ้ง และ ปลาเล็กตามลำธาร สกัดด้วยโทรโปโลนในโทลูอีน เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เพนทิลแมกนิเซียม โบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยน้ำ และกรดซัลฟิวริก ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปน ด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิล และ 1 % ดีแอคติเวตซิลิกาเจล คอลัมน์ใช้แบบ DB-5

เจียง, แมกซ์เวลล์, ซู, ลูง และเบอร์แมน (Jiang, Maxwell, Siu, Loung, & Berman, 1991) การวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ของไดบิวทิลทิน ไตรบิวทิลทิน ไดฟีนิลทิน และไตรฟีนิล ทิน สกัดด้วยโทรโปโลนในเบนซีนด้วยเครื่องอัลตราโซนิค ลดปริมาตร เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์

คือ เพนทิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยน้ำกลั่น และกรดไฮโดรคลอริก ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิลที่แอคติเวต 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และชั้นบนใช้ อะลูมินาที่แอคติเวต 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ชะด้วยเฮกเซน

สแตป, แวน แฮททัม, เดอ โวค และบริคแมน (Stab, van Hattum, de Voogt, & Brinkman, 1992) การเตรียมสารมาตรฐานอนุพันธ์เพนทิลของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ ใช้ในการวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโตรกราฟี โดยชั่งสารประกอบดีบุกอินทรีย์คลอไรด์ ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ละลายในเฮกเซนต่อโทลูอีน อัตราส่วน 50 : 50 เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เพนทิลแมกนิเซียมโบรไมด์ แล้วนำไปไว้ในอ่างน้ำร้อนที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยกรดซัลฟิวริก กำจัดสิ่งเจือปนด้วยการผ่านคอลัมน์ที่บรรจุอะลูมินา 6 กรัม ใช้คอลัมน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร ยาว 16 เซนติเมตร ชะโดยเอ็น-เฮกเซน 12 มิลลิลิตรตามด้วย 35 มิลลิลิตร เอ็น-เฮกเซน : ไดเอทิลอีเธอร์ อัตราส่วน 9 : 1 สามารถทำให้ความบริสุทธิ์ของสารเพิ่มขึ้นมากกว่า 99 % ใช้ Mode Scan ในช่วงค่าประจุต่อมวล 105 – 522 โปรแกรมอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที เพิ่มด้วยอัตราเร็ว 20 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 210 องศาเซลเซียส เพิ่มด้วยอัตราเร็ว 10 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 270 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที อุณหภูมิที่ช่องฉีดสาร และเครื่องตรวจวัด 280 องศาเซลเซียส

ซูซูกิ, มัทซูดะ และไซโต (Suzuki, Matsuda, & Saito, 1992) สารประกอบดีบุกอินทรีย์ถูกวัดในผลิตภัณฑ์ทางทะเล ในเนื้อ ไข่ และตับ สารมาตรฐานที่ใช้ต้องผ่านการเติมหมู่ไฮดรอกซิล และหมู่คาร์บอกซิลก่อนทำปฏิกิริยากรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ ในการทดลองพบกลุ่มบิวทิลทินที่มีหมู่ไฮดรอกซิล และคาร์บอกซิล ในตับ ไข่ และเนื้อ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีหมู่คาร์บอกซิลจะพบในตับเป็นหลัก

ฮาริโน และฟูคูชิมา (Harino & Fukushima, 1992) การวิเคราะห์บิวทิลทิน และฟีนิลทินในสิ่งมีชีวิต โดยเติมกรดไฮโดรคลอริก และเตตระไฮโดรฟูแรน สกัดโดยโทรโปโลนในเบนซีน และเติม 25%โซเดียมคลอไรด์ เขย่า และสกัดชั้นน้ำอีกครั้งด้วยโทรโปโลนในเบนซีน เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ โพรพิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยกรดซัลฟิวริก ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยฟลอริซิล Sep-Pak Cartridge ร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 70 – 100 ขีดจำกัดของการวัดที่ S/N = 10 คือ 0.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

โอมบาบา และแบร์รี่ (Ombaba & Barry, 1992) การเก็บตัวอย่างหอยโดยใส่ถุงพลาสติกเพื่อนำมายังห้องทดลอง ทำการล้างเปลือกนอกด้วยน้ำกลั่นเปิดปากหอย และนำเนื้อเยื่อออกมาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด และเก็บในตู้เย็นเพื่อลดกิจกรรมของแบคทีเรีย

สแตป, โคฟิโน, แวน แฮททัม และบริคแมน(Stab, Cofino, van Hattum, & Brinkman, 1993) ในการเติมหมู่เพนทิลเป็นอนุพันธ์วัดด้วยเครื่อง MSD ใช้ค่ามวลต่อประจุในการ SIM เป็นดังนี้ ไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน มอนอบิวทิลทิน มอนอฟีนิลทิน เตตระเพนทิลทิน ไดฟีนิลทิน ไตรฟีนิลทิน ไตรไซโคลเฮกซิลทิน และเฟนบูทาทิน คือ 305 303, 319 317, 319 317, 339 337, 333 331, 345 343, 351 349, 287 285 และ 457 455 ตามลำดับ การเปรียบเทียบระหว่าง GC/MSD และ GC/AED ในการวัด สารประกอบดีบุกอินทรีย์ ในน้ำ และในดิน พบว่า AED ให้ Selectivity ดีกว่า ขณะที่ MSD ให้ Sensitivity ดีกว่าเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเติมหมู่ เมทิล และเพนทิล โดยปฏิกิริยากรินก์ยาร์ด พบว่าประสิทธิภาพ ของการเติมหมู่เมทิลกับ ไตรฟีนิลทิน ไตรไซโคลเฮกซิลทิน และเฟนบูทาทิน ดีกว่าหมู่เพนทิล

ดริกซ์, โลบินสกิ และอดัมส์ (Dirkx, Lobinski, & Adams, 1994) การสกัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ต้องใช้ตัวสกัดที่มีขั้วมาก จะสกัดไตรบิวทิลทิน ไตรฟีนิลทิน และไตรไซโคลเฮกซิลทินได้ดี จึงควรสกัดกับสารเชิงซ้อนที่ขั้วต่ำ คือ โทรโปโลน หรือ Diethyldithiocarbamate (DDTC) และควรอยู่ภายใต้สภาวะกรด พีเอชน้อยกว่า 4 การทำอนุพันธ์ด้วยการเติมหมู่เพนทิลมีข้อดีที่ระเหยได้น้อยซึ่งดีต่อการลดปริมาตร ในการลดปริมาตรด้วยแก๊สเฉื่อยจะดีกว่าการลดปริมาตรด้วยเครื่องสูญญากาศชนิดหมุน และ Kuderna-Danish (KD)

คาร์ริคเชีย, เชียวารินี, ครีมิชินิ, โมราบิโท และเชอรโบ (Caricchia, Chiavarini, Cremisini, Morabito, & Scerbo, 1994) ทำการตรวจวัดความคงตัว ของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดบิวทิลทิน และฟีนิลทิน ของหอยตัวอย่างที่เก็บไว้ในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งวัดด้วย GC/FPD และ GC/MSD ในหอยแช่แข็งที่สภาวะต่าง ๆ กัน พบว่าที่เหมาะสมคือ ที่ –20 องศาเซลเซียส ในที่มืด ทำการ Sonication ด้วยโทรโปโลนในเมทานอล แล้วทำการสกัดต่อด้วย น้ำ/อะซิโตไนไตล์ เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เพนทิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ใช้ฟลอริซิลขนาด 100-200 mesh ในส่วนของ GC/MSD ใช้ค่ามวลต่อประจุในการ SIM ของไตรโพรพิลทิน ไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน มอนอบิวทิลทิน ทิน(IV) มอนอฟีนิลทิน ไดฟีนิลทิน และไตรฟีนิลทิน คือ 277 275 273, 305 303 301, 319 317 305, 319 317 315, 333 331 329, 339 337 335, 345 343 341 และ 351 349 347 ตามลำดับ Dwell Time 100 ms ทุกไอออน โปรแกรมอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสคงที่ 2 นาที เพิ่มอัตราเร็วเป็น 10 องศาต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียส Transfer Line อุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียส อุณหภูมิช่องฉีดสาร และเครื่องตรวจวัด 240

องศาเซลเซียส ใช้คอลัมน์ HP- 5 อิเล็คตรอนมัลติฟายเออร์ 70 eV ขีดจำกัดการวัดของเครื่องมือ GC/FPD และ GC/MSD คือ 40 และ 80 นาโนกรัมต่อกรัมตามลำดับ

อิวาตะ, ทานาเบ, มิยาซากิ และทัทซูคาวา (Iwata, Tanabe, Miyazaki, & Tatsukawa, 1994) วิเคราะห์หาปริมาณบิวทิลทินในไขมันของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกและโทรโปโลนในอะซิโตน แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปโทรโปโลนในเบนซีน เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ โพรพิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ผ่านการกำจัดไขมันด้วย Dry Florisil Column ชะด้วย 20 % อะซิโตไนไตล์/น้ำ จากนั้นกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุด้วย ฟลอริซิล ชะด้วย 10 % เบนซีนในเฮกเซน และวัดด้วย GC/FPD ร้อยละการกลับคืนของฟีนิลทินต่ำ จึงไม่แสดงผล ส่วนบิวทิลทิน ร้อยละการกลับคืนของไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน และมอนอบิวทิลทิน คือ 55.7±5.8, 68.0±23.1 และ 65.3±7.0 ตามลำดับ ส่วนร้อยละการกลับคืนของ Dry Florisil Column ประสิทธิภาพคล้ายคลึงกัน จึงเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าบิวทิลทิน สูญเสียระหว่าง Dry Florisil Column ส่วนขีดจำกัดของการวัด ไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน และมอนอบิวทิลทิน คือ 1.0, 1.0-5.0 และ 10-20 นาโนกรัม ต่อกรัมน้ำหนักเปียกตามลำดับ

แพนเนียร์, แอสทรัค และแอสทรัค (Pannier, Astruc, & Astruc, 1994) การวิเคราะห์ปริมาณบิวทิลทินในหอย โดยใช้ ไฮดรายเจเนอเรชันด้วยโซเดียมเตตระไฮโดรโบเรต ซึ่งสกัดโดยไดเจสด้วยกรดไฮโดรคลอริกในเมทานอล ด้วยวิธี Sonication เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก 0.1-2 โมลาร์ จะทำให้เกิดการสลายตัวของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ อยู่ในช่วงจำกัดที่ 4 % ใน 1 ชั่วโมง ร้อยละการกลับคืนของมอนอบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน และไตรบิวทิลทินอยู่ในช่วง 96-99 มีการสลายตัวของบิวทิลทินน้อยกว่า 9 % ขีดจำกัดของการวัด อยู่ในช่วง 2-3 นาโนกรัมต่อ 1 กรัมดีบุก

สแตป, บริคแมน และโคฟีโน (Stab, Brinkman, & Cofino, 1994) ได้ทำการ Validation การวิเคราะห์ หาสารดีบุกอินทรีย์ในสิ่งมีชีวิต ในขั้นตอนการสลายตัวของสาร หลังการเกิดอนุพันธ์ ที่เกิดจากตัวทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ พบว่าแอมโมเนียมคลอไรด์ลดการสลายของอนุพันธ์เมทิลของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ ร้อยละการกลับคืนมากกว่า 80 การ Validation วิธีในการสกัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดบิวทิลทิน และฟีนิลทินในเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตระหว่างการสกัดด้วยกรด และการทำให้อยู่ในรูปสบู่ของไขมันที่ละลายน้ำได้ ในการสกัดให้อยู่ในรูปสบู่ของไขมันที่ละลายน้ำได้ พบว่าไตรฟีนิลทินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่การสกัดด้วยกรดสามารถทำได้ รวดเร็วกว่า ร้อยละการกลับคืนการสกัดด้วยกรด คือมอนอบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน ไตรบิวทิลทิน มอนอฟีนิลทิน ไดฟีนิลทิน และไตรฟีนิลทิน คือ 69±18, 93±23, 79±25, 58±12, 72±17 และ 83±18 ตามลำดับ Counter – Ion ไม่มีผล การทำให้ประสิทธิภาพ ทำให้

เกิดอนุพันธ์ให้เป็นสารที่ระเหยง่ายดี Linearity จากขีดจำกัดของการวัดต่ำสุดของ MSD และ AED (Atomic Emission Detector) มากกว่า 10 นาโนกรัม และ Ion Trap Detector (ITD) มากกว่า 1 นาโนกรัม โปรแกรมอุณหภูมิ คือ 70 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 1 นาที เพิ่มอัตราเร็วเป็น 30 องศาเซลเซียสต่อนาทีที่ 120 องศาเซลเซียสแล้ว เพิ่มอัตราเร็วเป็น 5 องศาเซลเซียสต่อนาที ถึง 260 องศาเซลเซียส เพิ่มอัตราเร็วเป็น 30 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 285 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 13 นาที

สจวด์ต และทอมสัน (Stewart & Thompson, 1994) การหาปริมาณบิวทิลทินในปลาหอย และดินชายฝั่งทะเลตะวันออกของ British Columbia ของประเทศแคนาดา ทำการวิเคราะห์โดยใช้ตัวอย่างเปียกผสมด้วยโซเดียมซัลเฟต สกัดโดยเติมโทรโปโลน/ไดคลอโรมีเทน / ไดเอทิลอีเธอร์ เขย่า เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เพนทิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุซิลิกาเจล ชะด้วยเฮกเซน และวัดด้วย GC/MSD ส่วนที่ 1 ชะด้วยเฮกเซน ส่วนที่ 2 ชะด้วยไดคลอโรมีเทน/เฮกเซน อัตราส่วน 10 : 90 ส่วนที่ 3 ชะด้วยไดคลอโรมีเทน/เฮกเซน อัตราส่วน 50 : 50 ใช้คอลัมน์ Restex Rtx-5 อัตราการไหลของแก๊สพา 1 มิลลิลิตรต่อนาที อัตราโปรแกรมอุณหภูมิ คือ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เพิ่มอัตราเร็ว เป็น 10 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 225 องศาเซลเซียส เพิ่มอัตราเร็ว เป็น 22.9 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 280 องศาเซลเซียส เพิ่มอัตราเร็วเป็น 2.5 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 300 องศาเซลเซียส ร้อยละของการกลับคืนของไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน มอนอบิวทิลทิน ไตรไซโคลเฮกซิลทิน ไดไซโคลเฮกซิลทิน ไตรฟีนิลทิน และไดฟีนิลทิน คือ 67, 78, 93, 83, 89, 56 และ 75 ตามลำดับ

สแตป, โคฟิโน และแวน แฮททัม (Stab, Cofino, & van Hattum, 1994) การใช้ไตรฟีนิลทินเป็นสารฆ่าเชื้อราในมันฝรั่งของประเทศเนเธอร์แลนด์ การวิจัยพบว่าไตรฟีนิลทินตกค้างในน้ำฝน และวิเคราะห์น้ำในระยะทางมากกว่า 20 กิโลเมตร เนื่องจากเกิดจากการระเหยของไตรฟีนิลทิน

ซูซูกิ, มัทซูดะ, ไซโต และยามาดะ (Suzuki, Matsuda, Saito, & Yamada, 1994) ได้ศึกษา และวิเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ ในสิ่งมีชีวิตด้วย GC/MIP/AED และ GC/MSD/SIM โดยศึกษาในปลา หอยนางรม เลือด ปัสสาวะ และหนู ซึ่งหอยนางรมทำการศึกษา โดยใช้ตัวอย่างแบบเปียกเติมน้ำเกลือ 0.9 % กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นตั้งทิ้งไว้ เติมโซเดียมคลอไรด์ สกัดด้วยไดเอทิลอีเธอร์ แล้วนำไปไว้ในรูปเฮกเซนที่อิ่มตัวด้วยอะซิโตไนไตล์ และเติมเฮกเซน เขย่า เปลี่ยนให้อยู่ในรูปไดเอทิลอีเธอร์ ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิล ชะด้วยกรดอะซิติก/ไดเอทิลอีเธอร์ อัตราส่วน 1 : 99 เปลี่ยนให้อยู่ในรูปเฮกเซน/กรดอะซิติก อัตราส่วน 2 : 1 ผ่านคอลัมน์ที่บรรจุซิลิกาเจลแล้วผ่านกรดไฮโดรคลอริก ชะด้วยเฮกเซน/กรดอะซิติก อัตราส่วน 2 : 1 เปลี่ยนให้อยู่ในรูปไดเอทิลอีเธอร์ เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เมทิลแมกนิเซียมโบรไมด์

โกเมซ์–อะริซา, โมลาลีส, เบลแทรน, กิราลเดซ์ และรูซ-เบนิเทซ (Gomez-Ariza, Morales, Beltran, Giraldez, & Ruiz-Benitez, 1995) วิเคราะห์หามอนอ ได และไตรบิวทิลทิน ในสัตว์จำพวกหอยสองฝา ใช้ตัวอย่างแบบ Lyophilized สกัดด้วยโทรโปโลนในเมทานอล โดยการ Sonication ซึ่งนำไปใช้วัดหอยนางรม และหอยแครง ล้างส่วนที่เหลือด้วยเมทานอล ลดปริมาตร แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปเฮกเซน เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ โพรพิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยกรดซัลฟิวริก ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิล แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้อยู่ในรูปสบู่ของไขมันที่ละลายน้ำได้ ผ่านคอลัมน์ที่บรรจุด้วย ฟลอริซิลชะด้วยเฮกเซน ซึ่งวิธีนี้เปรียบเทียบ กับไม่ผ่านการ Sonication ที่เติมกรดซึ่งพบว่าการสกัดทั้ง 2 วิธีให้ผลคล้ายกัน แต่การสกัดด้วยการ Sonication ใช้เวลา 30 นาที แต่ไม่ผ่านการ Sonication ที่เติมกรดใช้เวลา 3 ชั่วโมง ความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 40 นาโนกรัมต่อกรัม ไตรฟีนิลทิน และไดฟีนิลทินเป็น 60 และ 55 นาโนกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ขีดจำกัดของการวัดได้ของไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน มอนอบิวทิลทิน ไตรฟีนิลทิน ไดฟีนิลทิน และมอนอฟีนิลทินเป็น 0.61, 0.75, 0.76, 2.8, 3.2 และ 2.7 นาโนกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

แคนนัน, ทานาเบ และทัทซูคาวา (Kannan, Tanabe, & Tatsukawa, 1995) การวัดความเข้มข้นของฟีนิลทินในแมงดาทะเลที่อ่าว Hakata และอ่าว Habu ประเทศญี่ปุ่น พบว่า อยู่ในช่วง 77-12410 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) โดยการสกัดใช้โทรโปโลนในอะซิโตน และกรดไฮโดรคลอริก สกัดซ้ำด้วยโทรโปโลนในเบนซีน ลดปริมาตร เติมเฮกเซนที่อิ่มตัวด้วย อะซิโตไนไตล์ และเฮกเซน สกัดฟีนิลทินในอะซิโตไนไตล์ด้วยเบนซีน/เฮกเซน โดยไม่พบ มอนอฟีนิลทิน และร้อยละการกลับคืนต่ำกว่า 10 เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือโพรพิลแมกนิเซียม โบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดส่วนเกินด้วยกรดซัลฟิวริก และทำการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่ บรรจุฟลอริซิล ชะด้วยเบนซีน/เฮกเซน

แคนนัน, ทานาเบ, อิวาตะ และทัทซูคาวา (Kannan, Tanabe, Iwata , & Tatsukawa, 1995) การศึกษาปริมาณบิวทิลทินในเนื้อปลา และตับ พบว่าสะสมในตับปลามีมากกว่าในเนื้อปลา ซึ่งบิวทิลทินปนเปื้อนทั้งในเอเชีย และโอเชียเนียที่พบมากที่สุด คือ บัลกาเรีย อินเดีย และ ออสเตรเลีย ซึ่งการปนเปื้อนหลักมาจาก Ship-Scrapping Activity Sewage Disposal และสีทาเรือ

นากาเซะ, คอนโด และฮาเซเบ (Nagase, Kondo, & Hasebe, 1995) การหาปริมาณไตรบิวทิลทิน และไตรฟีนิลทินในเส้นผม และปลา โดยการไฮโดรไลซีสด้วยโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์/เอทานอล/น้ำ แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริก และโซเดียมคลอไรด์ หลังจากนั้นสกัดด้วยโทลูอีน ผ่านเครื่องเซนติฟิวจ์ กำจัดสิ่งเจือปนด้วย แอนไอออน - แคทไอออนเรซิน เติม กรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ โพรพิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ผ่าน Sep-Pak Florisil Cartridge ตัวชะ คือ

เฮกเซน/ไดเอทิลอีเธอร์ อัตราส่วน 99 : 1 เพื่อนำสิ่งปนเปื้อนสีเหลืองออกมา ขีดจำกัดของการวัดของไตรบิวทิลทิน และไตรฟีนิลทินคือ 5 และ 10 นาโนกรัมต่อกรัมตามลำดับ ร้อยละการกลับคืนในเส้นผมของไตรบิวทิลทินคือ 78.8 และ 90.8 ตามลำดับ เมื่อ Spike จำนวน 20 และ 200 นาโนกรัม และร้อยละการกลับคืนในเส้นผมของไตรฟีนิลทิน คือ 71.7 และ 72.7 ตามลำดับ เมื่อ Spike จำนวน 40-400 นาโนกรัม และร้อยละการกลับคืนของเส้นผมใกล้เคียงกับปลา ความเป็นเส้นตรงของไตรบิวทิลทิน และไตรฟีนิลทินอยู่ในช่วง 0.05-2.0 และ 0.1-4.0 นาโนกรัมตามลำดับ

สแตป, ฟรีเนย์, ฟรีริคส์, บริคแมน และโคฟิโน (Stab, Frenay, Freriks, Brinkman, & Cofino, 1995) การหาปริมาณสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดบิวทิลทินในหอยลาย ในการพบกลุ่มบิวทิลทินตามขนาดของหอยลายจะพบในหอยขนาดใหญ่มากกว่า แต่ในกลุ่มฟีนิลทินจะพบในหอยทุกขนาด ส่วนผลของการเมตาบอไลท์ ไตรบิวทิลทินมีผลต่อการสลายในเนื้อหอยมากกว่าไตรฟีนิลทิน ส่วนในการหาเปอร์เซ็นต์ไขมันโดยการซอกฮ์เลต เป็นเวลา 6 ชั่วโมงด้วย ด้วยไดคลอโรมีเทน : เพนเทน อัตราส่วน 1 : 1

โมราบิโท และคณะ (Morabito et al., 1995) การวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ ในตัวอย่างสิ่งมีชีวิตโดยใช้ GC/MSD ข้อดี คือ ให้ Sensitivity และ Selectivity ไม่ต้องต่อกับเครื่องมืออื่นใช้ง่าย และราคาไม่แพง เหมาะกับการวิเคราะห์ สารอินทรีย์โลหะ อะตอมโลหะให้ Extra-Mass ทำให้การยืนยันโครงสร้างง่าย มีการรบกวนน้อย ในการสกัดใช้ 0.05 % โทรโปโลนในเมทานอลเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ทำการ Sonication เป็นเวลา 15 นาที ผ่านเครื่องเซนติฟิวจ์ สกัดต่อด้วยเทคนิคแบบของเหลว-ของเหลว เติมโซเดียมคลอไรด์ และ ไดคลอโรมีเทน เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เพนทิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยน้ำ และกรดซัลฟิวริก ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุซิลิกาเจลชะด้วย เฮกเซน/ เบนซีน อัตราส่วน 1 : 1 ร้อยละการกลับคืนของไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน มอนอบิวทิลทิน ไตรฟีนิลทิน ไดฟีนิลทิน และมอนอฟีนิลทิน คือ 91±9, 98±11, 85±15, 92±9, 85±14 และ 82±17 ไตรโพรพิลทิน ถูกเลือกใช้เป็น Internal Standard เพราะไม่พบในธรรมชาติ และไม่ได้มีการใช้อย่างแพร่หลาย ส่วนในตัวอย่างการสกัดต้องอยู่ในสภาวะกรดเพื่อช่วยเพิ่มร้อยละการกลับคืนของ Mono และ Di Substituted ในตัวอย่างที่สกปรก การเพิ่มอุณหภูมิ และเวลา จะช่วยในการเกิดอนุพันธ์ได้ดี

สแตป และคณะ (Stab et al., 1996) ในการวัดความเข้มข้นของไตรฟีนิลทินในปลา พบว่าความเข้มข้นจะเพิ่มตามความยาว อายุ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเกิดจากการสะสมมานานหลายปี ซึ่งแตกต่างกับไตรบิวทิลทินที่สามารถเมตาบอไลท์ ได้ดีกว่าทำให้ปริมาณไม่เพิ่มตามอายุ

คิม และคณะ (Kim et al., 1996) การกระจายของบิวทิลทินในอวัยวะและ เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของสิงโตทะเลพบว่าถูกสะสมไว้ในตับ มากกว่าเนื้อเยื่ออื่น ๆ และอวัยวะยกเว้นในเส้นผม ปริมาณการสะสมของบิวทิลทินในตับ และในเส้นผมเชื่อว่ามีความสัมพันธ์กับโปรตีนมากว่าไขมัน

โทโลซา และรีดแมน (Tolosa & Readman, 1996) ศึกษาสารประกอบดีบุกอินทรีย์ และ IRGAROL 1051 ในตัวอย่างน้ำทะเล โดยการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน ทำอนุพันธ์ด้วย โซเดียมเตตระเมทิลโบเรต เติมเฮกเซนเพื่อลดการสูญเสียของอนุพันธ์แล้วลดปริมาตร สภาวะของเครื่อง GC/MSD/ SIM คือ ใช้คอลัมน์ HP-5 อิเล็คตรอนมัลติฟายเออร์ 70 eV อุณหภูมิ Ion Source 240 องศาเซลเซียส Interface 280 องศาเซลเซียส อุณหภูมิช่องฉีดสาร 250 องศาเซลเซียส สำหรับสารประกอบดีบุกอินทรีย์ถ้า พี เอช มากกว่า 5 ประสิทธิภาพการสกัด มอนอบิวทิลทิน และมอนอฟีนิลทินจะลดลง ขีดจำกัดการวัดต่ำสุดของเครื่องของมอนอบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน ไตรบิวทิลทิน มอนอฟีนิลทิน ไดฟีนิลทิน ไตรฟีนิลทิน และ IRGAROL 1051 คือ 18, 24, 33, 14, 17, 15 และ 10 พิโคกรัม ตามลำดับ

ดิวอูวิเลอร์ (Quevauviller, 1996) ปฏิกิริยากรินก์ยาร์ด เช่น การเติมด้วยหมู่เพนทิล นั้น เป็นที่ใช้อย่างกว้างขวางในการวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่วัดด้วยแก๊สโครมาโตรกราฟี การเก็บตัวอย่างบิวทิลทินเสถียรที่อุณหภูมิห้องในที่มืด แต่ฟีนิลทินมีปัญหายุ่งยากกว่า ต้องเก็บตัวอย่างที่-20 องศาเซลเซียส

คาร์เลียร์–พินาซเซีย, แอสทรัค, ลีสเพลส และแอสทรัค (Carlier-Pinasseau, Astruc, Lespes, & Astruc, 1996) ทำการวัดสารดีบุกอินทรีย์ชนิดบิวทิลทิน และฟีนิลทินในตัวอย่างสิ่งมีชีวิต โดยการทำอนุพันธ์กับโซเดียมเตตระเอทิลโบเรต เป็นการเปรียบเทียบการสกัด กับการใช้เอนไซม์ กรด และเมทานอลิก ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการกำจัดสิ่งเจือปน ซึ่งไม่มี Background และการปนเปื้อนในคอลัมน์ อาจเป็นเพราะการใช้จำนวนสารสกัด และเวลาทำอนุพันธ์ที่ใช้น้อยในการสกัดด้วยเมทานอลิกถ้าใช้ความเข้มข้นของกรดมากกว่า 0.1 โมลาร์ จะเกิดการสลายตัวของสารในตัวอย่างแบบเปียก และตัวอย่างแบบเปียกมีขีดจำกัดของการวัดต่ำกว่าแบบแห้ง

อาบาลอส และคณะ (Abalos et al., 1997) การสกัดด้วยกรดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดมอนอบิวทิลทิน กรดที่นิยมใช้ คือ กรดไฮโดรคลอริก การเติมสารเชิงซ้อนช่วยเพิ่มการละลาย มอนอ และได ของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ การเติมโซเดียมคลอไรด์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดจาก Aqueous Phase ไปยัง Organic Phase การทำอนุพันธ์ด้วยโซเดียมเตตระเอทิลโบเรตได้ผลดีกับตัวอย่างที่เป็น Aqueous แต่ในตัวอย่างที่ซับซ้อนกว่าปฏิกิริยากรินก์ยาร์ด ให้ Yield ของอนุพันธ์ดีกว่า สารละลายที่ใช้ชะ คือเฮกเซน หรือ เฮกเซน-ไดเอทิลอีเธอร์ การขาดเครื่องตรวจวัด

ที่มีความไว และความเฉพาะเจาะจงนำไปสู่การแทนที่ของ MSD ใน EI ซึ่งมีความไว และราคาไม่แพง ในกลุ่มเครื่องตรวจวัด AED, MSD/ SIM และ FPD มีขีดจำกัดการวัดในช่วงต่ำกว่าพิโคกรัม

แพนเนียร์, แอสทรัค และแอสทรัค (Pannier, Astruc, & Astruc, 1996) การวัดบิวทิลทิน ในตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในทะเล โดยการละลายเนื้อเยื่อด้วยเอนไซม์ไลเปส ในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ วัดโดยตรงด้วย GC/QFAAS ได้ประยุกต์ใช้ในตัวอย่างจริง และใน Certified Reference Material เนื้อปลา (NIES) วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีง่าย และรวดเร็ว ขั้นตอนไม่ยุ่งยาก

เดอ รา แคลล์-กันทินาส และคณะ (de la Calle-guntinas et al., 1997) เปรียบเทียบวิธีการทำอนุพันธ์ ในการวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดฟีนิลทิน และบิวทิลทินในหอย พบว่าในการเกิดอนุพันธ์สิ่งที่มีผล คือ ความเข้มข้นของกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ ส่วนเวลา อุณหภูมิ และการเขย่าไม่มีผลต่อการเกิด Yield ของอนุพันธ์ การลดลงของร้อยละการกลับคืนขึ้นอยู่กับความยาวของหมู่อัลคิลที่มาต่อการเติมหมู่เฮกซิล และเพนทิลจะระเหยได้ต่ำ ซึ่งง่ายต่อการทำให้สารเข้มข้นขึ้น

กาญจน์อติเรกลาภ, ทานาเบ และสงวนสิน (Kan-atireklab, Tanabe, & Sanguansin, 1997) ได้วิเคราะห์หาปริมาณบิวทิลทิน ในดินบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย ซึ่งปริมาณของมอนอบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน และไตรบิวทิลทินอยู่ในช่วง 7-410, 2-1700 และ 4-4500 นาโนกรัม ต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งแหล่งบิวทิลทินที่ตกค้างสำคัญในเมืองไทยมาจากเรือการค้าขนาดใหญ่ และเรือประมง ซึ่งเป็นที่มีกิจกรรมทางเรือมาก เช่น ปากน้ำ ชุมพร อู่มากขาม ภูเก็ต และแม่น้ำเจ้าพระยา สมุทรปราการ และในประเทศไทยยังไม่มีการควบคุม

โรดริกัส, แสนทามารินา, โบลเลน, ไมจูโต และซีลา (Rodriguez, Santamarina, Bollain, Meijuto, & Cela, 1997) ทำการศึกษาการวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดบิวทิลทิน และฟีนิลทิน สกัดโดยใช้ เครื่องไมโครเวฟซึ่งเป็นวิธีที่รวดเร็ว โดยการเติมเตตระเมทิลแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 นาที เติมกรดอะซิติก และบัฟเฟอร์ ทำอนุพันธ์ด้วยโซเดียมเตตระเอทิลโบเรต ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุอะลูมินา หลังจากการทำอนุพันธ์ นำไปไว้ในไมโครเวฟอีกครั้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที จะทำให้แยกชั้นได้ง่ายขึ้น

ทาคาฮาชิ, ทานาเบ และคูโบเดอรา (Takahashi, Tanabe, & Kubodera, 1997) ศึกษาส่วนที่ตกค้างของบิวทิลทินที่ถูกสะสมในน้ำลึกที่อ่าว Suruga ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีปริมาณไตรบิวทิลทินสูงสุด อาจเป็นเพราะอุณหภูมิต่ำ แสงแดดน้อย ไม่มีไฟโตแพลงตอนที่จะทำให้เกิดการสลาย ตัวของสาร และพบว่าปริมาณไขมันไม่มีผลต่อระดับบิวทิลทิน แต่เกิดจาก สัมพรรคภาพของโปรตีน การวิเคราะห์เตรียมโดยใช้ตัวอย่างเปียก สกัดด้วยโทรโปโลนในอะซิโตน และกรดไฮโดรคลอริก แล้วนำไปไว้ในชั้น โทรโปโลนในเบนซีน ลดปริมาณ เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ

โพรพิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ทำลายกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ส่วนเกินด้วยกรดซัลฟิวริก กำจัดไขมันด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิล ชะด้วย 20 % อะซิโตไนไตล์/น้ำ และผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิล ชะด้วยเฮกเซน

โฮริกูชิ, ชิไรชิ, ชิมิซุ และโมริตา (Horiguchi, Shiraishi, Shimizu, & Morita, 1997) ผลของความเป็นหมันของไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน มอนอบิวทิลทิน ไตรฟีนิลทิน ไดฟีนิลทิน และมอนอฟีนิลทิน ในร็อคเชลล์ ตรวจสอบโดยการฉีดสารประกอบดีบุกอินทรีย์เข้าไปในตัวหอย พบว่าไตรบิวทิลทิน และไตรฟีนิลทินมีผลกระทบมากที่สุด โดยการศึกษาจากความเข้มข้นที่ฉีดเข้าไป และค่าเฉลี่ยของความยาวลึงค์ในตัวเมีย สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่เหลืออีก 4 ตัวพบว่ามีผลน้อยหรือไม่มีเลย

โอซาดา, ทาคาฮาชิ, มัสซูทานิ และโมริ (Osada, Takahashi, Matsutani, & Mori, 1997) การสะสมของไตรบิวทิลทินออกไซด์ในหอยนางรมสะสมมากที่สุด คือ เหงือก ในการสะสมในไข่มีผลรบกวนกับระยะเอมบริโอของหอยนางรม ซึ่งไตรบิวทิลทินออกไซด์จะรวมอยู่ในไขมันของไข่แดง

กาญจน์อติเรกลาภ, เยน, ทานาเบ และซูบรามาเนียน (Kan-atireklap, Yen, Tanabe, & Subramanian, 1998) วัดปริมาณบิวทิลทินในหอยแมลงภู่ในประเทศอินเดีย ปี 1994-1995 พบความเข้มข้นช่วง 2-378 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ซึ่งพบในแหล่งที่มีกิจกรรมทางเรือพลุกพล่าน ความเข้มข้นของบิวทิลทินในประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศที่กำลังพัฒนาทางเอเชีย เช่น มาเลเซีย ฮ่องกง และไทยที่พบต่ำกว่า

ฮาริโน, ฟูกุชิมะ และคาไว (Harino, Fukushima, & Kawai, 1999) ได้หาปริมาณบิวทิลทิน และฟีนิลทินในน้ำ ดิน แพลงค์ตอน และในหอยจากอ่าวโอซารา ระหว่างปี 1989-1966 ความเข้มข้นของไตรบิวทิลทินในหอยจะลดลง แต่ไตรบิวทิลทินยังเป็นสารหลักที่พบ ส่วนความเข้มข้นของไตรบิวทิลทินในดิน และในแพลงค์ตอนจะใกล้เคียงกัน ความเข้มข้นของไตรฟีนิลทินต่ำในน้ำในปี 1989-1991 หลังจากนั้นไม่พบ โดยปกติจะพบไตรฟีนิลทินในดิน แพลงค์ตอน และหอย แต่ระดับต่ำมาก แต่เพราะว่าสารประกอบดีบุกอินทรีย์ ยังพบในน้ำของสิ่งแวดล้อมอยู่ จึงจำเป็นต้องระวังถึงระดับของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ด้วย

เพลลิกริโน, มาสสานิสโส และโมราบิโท (Pellegrino, Massanisso, & Morabito, 2000) ทำการเปรียบเทียบ การสกัดในการวัดบิวทิลทิน และฟีนิลทินในตัวอย่างหอย ใช้ตัวอย่างเป็น CRM477 ใช้กรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เพนทิลแมกนิเซียมโบรไมด์ และผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุด้วยฟลอริซิล แปรผลทางสถิติโดยใช้ t-test เปรียบเทียบขั้วของสารละลายอินทรีย์ กรด และสารทำให้เกิดสารเชิงซ้อน (โทรโปโลน) วิธีสกัดโดย Sonication

เครื่องเขย่า รีฟลักซ์ ซอกฮ์เลต และไมโครเวฟ ผลการเปรียบเทียบ พบว่าชนิดของสารละลายอินทรีย์ ความเข้มข้นของกรด และสารเชิงซ้อน มีผลต่อการสกัดบิวทิลทิน และฟีนิลทิน พบว่าโทรโปโลนมีผลต่อการสกัด Mono และ Di Substituted ไม่มีผลต่อ Trisubstituted กรดเป็นสิ่งสำคัญในการสกัด แต่ความเข้มข้นต้องไม่เกิน 1 โมลาร์ โดยกรดไฮโดรคลอริก และกรดไฮโดรโบรมิกให้ผลดีกว่ากรดอะซิติก สารละลายอินทรีย์ที่มีขั้วมากจะมีผลต่อการสกัดมาก พบว่าการสกัดด้วยโทรโปโลนในเมทานอล และกรดไฮโดรคลอริกได้ผลดีที่สุด ได้ผลคล้ายกับการสกัดด้วยโทรโปโลนในไดคลอโรมีเทน และกรดไฮโดรโบรมิก ในการสกัดด้วยเมทานอลในโทรโปโลน พบว่าบิวทิลทิน และมอนอฟีนิลทิน มีค่าคล้ายคลึงกับของ CRM477 แต่ ได และไตรฟีนิลทิน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทาคิวชิ, มิซุยชิ และโฮโบ (Takeuchi, Mizuishi, & Hobo, 2000) ศึกษาการวัดสารดีบุกอินทรีย์ในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องรวดเร็ว มีความไว และมีความถูกต้อง ในการวิเคราะห์ด้วย GC จะมีประสิทธิภาพในการแยก และการตรวจวัดสูง การวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ ในสิ่งมีชีวิตการสกัดโดยใช้กรด หรือเมทานอลิก สารละลายอินทรีย์ผ่านการ Sonication คน เขย่า ซอกฮ์เลต หรือ Supercritical Fluid Extraction เพื่อช่วยในการสกัด การไฮโดรไลซีส เนื้อเยื่อใช้เตตระเมทิลแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/เมทานอล และเอนไซม์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนใช้คอลัมน์ที่บรรจุด้วยฟลอริซิล ซิลิกาเจล อะลูมินา และไอออนเอกซ์เชนจ์เรซิน ส่วนการทำอนุพันธ์ ใช้กรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ ไฮดรายเจเนเรชัน และโซเดียมเตตระเอทิลโบเรต ซึ่งการทำอนุพันธ์ด้วยไฮดรายเจเนเรชันไม่ค่อยเสถียรเมื่อเทียบกับเตตระอัลคิลทิน

โรเปอร์, ซิมเมอร์ และเชอรี (Roper, Simmers, & Cherry, 2001) การวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดบิวทิลทินในหอยลาย ในนิวยอร์ก ทำการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน เติมกรินก์ยาร์ดรีเอเจนต์ คือ เฮกซิลแมกนิเซียมโบรไมด์ ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลอริซิล วัดด้วย GC-FPD ร้อยละการกลับคืนของ ไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน และมอนอบิวทิลทินมีค่ามากกว่า 90

อิโคโนมุ, เฟอนาเดซ, ฮี และคูลลอน (Ikonomou, Fernandez, He, & Cullon, 2002) การวัดสารประกอบดีบุกอินทรีย์ 9 ชนิด คือ เตตระบิวทิลทิน ไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน มอนอไดบิวทิลทิน ไตรฟีนิลทิน ไดฟีนิลทิน มอนอฟีนิลทิน ไตรไซโคลเฮกซิลทิน และไดไซโคลเฮกซิลทิน ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตรกราฟี-ไฮเรสโซลูชันแมสสเปกโตรเมตรี พบว่ามีขีดจำกัดการวัดของวิธีวิเคราะห์ในเนื้อเยื่ออยู่ในช่วง 0.35-1.45 ส่วนในพันล้านส่วน ทำการสกัดโดยวิธี Sonication ซึ่งเติมเตตระเมทิลแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงเติมกรดกลาเซียล

อะซิติก โซเดียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ (พีเอช 4.5) และโซเดียมคลอไรด์ แล้วสกัดด้วยไดเอทิลอีเธอร์/เฮกเซน อัตราส่วน 8:2 กับโทรโปโลน เขย่า 1 ชั่วโมง นำไปเซนติฟิวจ์ ลดปริมาตร เติมโซเดียมเตตระเอทิลโบเรตในเมทานอล เติมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ สกัดด้วยไดเอทิลอีเธอร์/เฮกเซน อัตราส่วน 2 : 8 กำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุอะลูมินา ชะด้วยไดเอทิลอีเธอร์/เฮกเซน อัตราส่วน 2 : 8 ค่า % RSD โดยใช้ CRM ซึ่งบิวทิลทิน อยู่ในช่วง 17-44 ฟีนิลทินมากกว่า 44 ซึ่งเนื่องมาจากพวก Monosubstituted ไม่ค่อยเสถียร

สแตรนด์ และแอสมัน (Strand & Asmund, 2003) วัดปริมาณสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดบิวทิลทินในหอยแมลงภู่ โดยทำการไดเจสด้วยกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล ปรับพีเอชเป็น 5 ด้วยบัฟเฟอร์โซเดียมอะซิเตต และทำอนุพันธ์ด้วยโซเดียมเตตระเอทิลโบเรต แล้วสกัดต่อด้วยเพนเทน ลดปริมาตรวัดด้วย GC-PFPD ร้อยละการกลับคืนเมื่อใช้ Certified Reference Material BCR477 ของไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทิน มอนอบิวทิลทิน คือ 95, 114 และ 93 ตามลำดับ ค่า Reproducibility อยู่ในช่วง 15 %