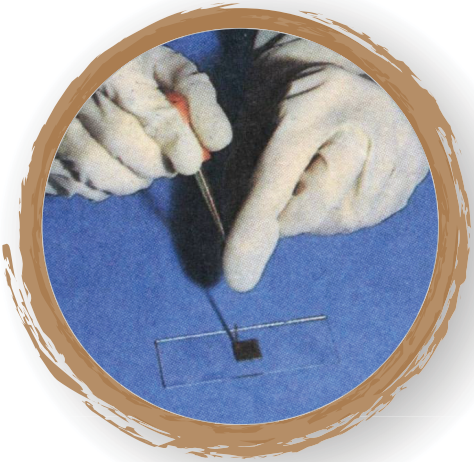
องค์ความรู้เกี่ยวกับการตรวจคัดกรองความเสี่ยง จากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

โดยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

(Cholinesterase reactive paper)

สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ



กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH
กรมควบคุมโรค
สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
กรมควบคุมโรค

องค์ความรู้เกี่ยวกับการตรวจคัดกรองความเสี่ยง จากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

(Cholinesterase reactive paper)

สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค

จัดทำและเผยแพร่ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
จำนวน 50,000 เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 2 กันยายน 2560
พิมพ์ที่ ศูนย์สื่อและสิ่งพิมพ์แก้วเจ้าจอม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ISBN 978-616-11-3528-7

คำนำ

จากนโยบายการดูแลสุขภาพในกลุ่มวัยทำงานของกรมควบคุมโรค ส่วนหนึ่งกรมควบคุมโรคให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพเกษตรกรรม เนื่องจากเป็นกลุ่มแรงงานกลุ่มใหญ่ และมีความเสี่ยงทั้งทางด้านกายภาพ ชีวภาพ สารเคมี การยศาสตร์ และความเครียดจากการทำงาน กรมควบคุมโรคจึงมีนโยบายสนับสนุนให้มีการจัดบริการอาชีวอนามัยให้กับแรงงานในชุมชน โดยเน้นให้บริการกับผู้ประกอบอาชีพกลุ่มเกษตรกรรม ซึ่งความเสี่ยงที่สำคัญของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพเกษตรกรรม คือ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ที่เกษตรกรมีการใช้อย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นสารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดโรคพืช เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรตามความต้องการของผู้บริโภค จากการที่เกษตรกรใช้สารเคมีอย่างแพร่หลายนี้ บางคนขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง อีกทั้งยังขาดการป้องกันตนเองที่ถูกต้อง ทำให้เกษตรกรมีโอกาสรับสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น

การตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase reactive paper) ซึ่งกรมควบคุมโรคสนับสนุนให้เจ้าหน้าที่ในหน่วยบริการสาธารณสุขปฐมภูมิ ใช้เป็นเครื่องมือในการคัดกรองความเสี่ยงในเกษตรกรที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต เพื่อคัดกรองว่าในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีของเกษตรกรนั้น เกษตรกรมีความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับใด แต่อาจยังไม่ส่งผลให้เกิดอาการแพ้พิษสารเคมีก็ได้ ซึ่งจากผลการคัดกรองความเสี่ยงจะทำให้เกษตรกรเกิดความตระหนัก และนำไปสู่การแนะนำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชไม่ว่าจะเป็นการลด ละ เลิก การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การทำเกษตรอินทรีย์ หรือมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้อง และสามารถป้องกันตนเองขณะใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

จากการสนับสนุนให้มีการคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2557 พบว่า มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น เทคนิคในการตรวจคัดกรอง การอ่านผล การแปลผล ความเสี่ยง การคัดกรองในผู้ป่วยเบาหวานหรือผู้ที่รับประทานยาบางชนิด และการให้คำแนะนำที่ถูกต้องแก่ผู้ที่ได้รับการตรวจคัดกรอง ดังนั้น กรมควบคุมโรค โดยสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม จึงจัดทำองค์ความรู้เกี่ยวกับการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ เพื่อสนับสนุนให้กับเจ้าหน้าที่ในหน่วยบริการสาธารณสุขให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คณะผู้จัดทำ
กันยายน 2560

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	3
สารบัญ	4
บทนำ	6
» การรับสัมผัสและผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	7
» ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	7
» ข้อมูลสถานการณ์การคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส	8
» ความเป็นมาของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส	10
» หลักการของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส	10
» ประโยชน์ของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส	11
» การแปลผลการตรวจคัดกรองด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส	12
» ค่าความไว ค่าความจำเพาะ และค่าความถูกต้องของวิธีการตรวจปริมาณเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส โดยใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม	13
» วิธีการใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสอย่างถูกต้อง	14
» ปัจจัยรบกวนเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรส	21
» การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เพื่อประเมินการรับสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	24
» เทคนิคการตรวจการรับสัมผัสสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	25
» แนวทางการให้สุขศึกษาและคำแนะนำแก่เกษตรกรและประชาชนที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	27

หน้า

» คำแนะนำ สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในการตรวจคัดกรองความเสี่ยงด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส 29

» คำถามที่พบบ่อย 30

» ภาคผนวก 33

» บรรณานุกรม 37

» คณะที่ปรึกษา และคณะผู้จัดทำ 40

บทนำ

จากผลสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ในปี 2557 มีผู้มีงานทำทั้งสิ้น 38.4 ล้านคน เป็นกลุ่มแรงงานนอกระบบ 22.1 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 57.6 และที่เหลือเป็นแรงงานในระบบ 16.3 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 42.4 ซึ่งแรงงานนอกระบบจำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่งทำงานอยู่ในภาคเกษตรกรรม โดยมีจำนวนถึง 12.5 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 56.9 ของแรงงานนอกระบบทั้งหมด กรมควบคุมโรคจึงให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพเกษตรกร โดยสนับสนุนให้มีการจัดบริการอาชีวอนามัย (คลินิกสุขภาพเกษตรกร) ให้กับแรงงานในชุมชน โดยเน้นให้บริการกับผู้ประกอบอาชีพกลุ่มเกษตรกรรม ให้เกษตรกรได้รับการดูแลสุขภาพจากการประกอบอาชีพอย่างต่อเนื่องและทั่วถึง ความเสี่ยงจากการประกอบอาชีพภาคเกษตรกรรม ความเสี่ยงอันตรายด้านโรคจากการประกอบอาชีพภาคเกษตรกรรม แบ่งได้เป็น 6 ด้าน ดังนี้

1. ทางเคมี การใช้สารเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว อาการที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน ตั้งแต่อาการเล็กน้อยจนรุนแรงถึงแก่ชีวิต ขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณ และทางเข้าสู่ร่างกายของสารเคมี

2. ทางชีวภาพ การทำงานในภาคเกษตร มีโอกาสได้รับอันตรายจากปัจจัยทางชีวภาพและมีความเสี่ยงสูงต่อโรคติดต่อจากสัตว์สู่คน ยกตัวอย่างเช่น โรคฉี่หนูหรือเลปโตสไปโรซิส ไข้หวัดนก โรคแอนแทรกซ์ รวมถึงการบาดเจ็บจากการถูกสัตว์ร้ายกัด งู หรือสัตว์มีพิษกัดต่อย เป็นต้น

3. ทางกายภาพ การทำงานในภาคเกษตร มีโอกาสได้รับสิ่งคุกคามทางกายภาพ เช่น การทำงานในที่มีอากาศร้อนทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจากเหงื่อออกมากเกินไป อ่อนเพลีย หมดสติ เป็นลมแดด และอาจเสียชีวิตได้

4. เออร์โกโนมิคส์ ท่าทางและสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดอาการปวดหลัง ปวดกล้ามเนื้อ และอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อ ซึ่งเป็นปัญหาสุขภาพที่มักเกิดขึ้นในเกษตรกรส่วนใหญ่

5. ทางจิตวิทยาสังคม ความเครียดจากการประกอบอาชีพ มักเกิดจากปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม เช่น จากราคาผลผลิตตกต่ำ ไม่ได้ผลผลิตตามที่คาดหวังไว้ จนเป็นหนี้ทั้งในและนอกระบบ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการซึมเศร้าหรือพยายามฆ่าตัวตายหรือส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย เช่น อาจป่วยเป็นโรคกระเพาะ โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น

6. อุบัติเหตุจากการทำงาน เช่น อุบัติเหตุจากการใช้เครื่องจักร ถูกบาดจากของมีคม ตกจากต้นไม้ ฯลฯ

ปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างแพร่หลาย เพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสวยงาม ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชหากมีการใช้ในปริมาณมาก ใช้ไม่ถูกวิธี ผู้ใช้ขาดการป้องกันตนเองขณะใช้งาน อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังได้ ดังนั้น สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจึงเป็นความเสี่ยงสำคัญในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพเกษตรกร

การรับสัมผัสและผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

► **สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ**

1. ทางผิวหนัง สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะเข้าสู่ร่างกายผ่านทางผิวหนังโดยตรง เช่น ก่อนฉีดพ่นสัมผัสได้จากการผสมสารโดยไม่ใช้ถุงมือ ขณะฉีดพ่นสัมผัสจากการถูกละอองสารและเสื้อผ้าที่เปียกชุ่มด้วยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช หลังฉีดพ่นสามารถสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีสารปนเปื้อนอยู่โดยไม่ใส่ถุงมือ เป็นต้น

2. ทางการหายใจ เกษตรกรที่ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช หรือผู้คนที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ฉีดพ่นจะได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชผ่านทางการหายใจได้

3. ทางปาก เกิดขึ้นได้โดยบังเอิญ เช่น การใช้มือที่ปนเปื้อนสารเคมีหยิบจับอาหารหรือดื่มเครื่องดื่มที่ปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้าไป เป็นต้น หรือ การกิน ดื่มโดยเจตนา

► **ผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช** แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. พิษเฉียบพลัน ผู้ป่วยจะมีอาการแสดงในทันทีหลังจากที่มีการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ปวดหัว ปวดกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อเกร็ง กระตุก ท้องร่วง หายใจติดขัด ตาพร่า แสบตา เป็นต้น

2. พิษเรื้อรัง เกิดจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นเวลานาน และเกิดพิษสะสมจนก่อให้เกิดโรคหรือปัญหาต่อสุขภาพ เช่น มะเร็ง เบาหวาน อัมพฤกษ์ อัมพาต โรคผิวหนังต่าง ๆ การเป็นหมัน การพิการของทารกแรกเกิด การสูญเสียการได้ยิน การเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ เป็นต้น

ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

► **สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในทางการเกษตร แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้**

1. สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticides) แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามชนิดของสารเคมีได้ 4 ประเภท คือ

1.1 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphates) เช่น มาลาไธออน (Malathion) และเฟนนิโตรไธออน (Fenitrothion) เป็นต้น

1.2 กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamates) เช่น คาร์บาริล (Carbaryl) คาร์โบฟูแรน (Carbofuran) และเมทโธมิล (Methomyl) เป็นต้น

1.3 กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorines) เช่น ดีดีที (DDT) ดีลดริน (Dieldrin) เป็นต้น

1.4 กลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) เช่น เดลตาเมธริน (Deltamethrin) เพอร์เมธริน (Permethrin) เป็นต้น

2. สารกำจัดวัชพืช (Herbicides) แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ จำแนกตามการเลือกทำลายเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

2.1 สารชนิดเลือกทำลาย (Selective herbicides) โดยทำลายเฉพาะวัชพืช แต่ไม่เป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูก เช่น 2, 4-D กำจัดวัชพืชใบกว้างโดยไม่เป็นพิษต่อต้นข้าวที่เป็นพืชใบแคบ เป็นต้น

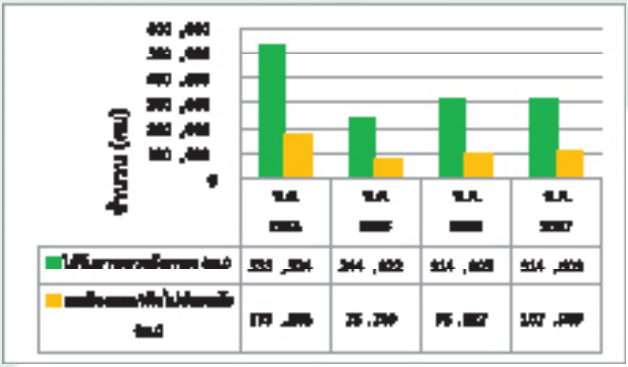
2.2 สารชนิดไม่เลือกทำลาย (Non-selevtive herbicides) ทำลายวัชพืชใบแคบกว้าง หรือ ต้นกก เช่น พาราควอท (Paraquat) ไกลโฟเสท (Glyphosate) เป็นต้น

3. สารกำจัดเชื้อรา (Fungicides) มีอยู่หลายกลุ่ม บางชนิดมีพิษน้อย แต่บางชนิดมีพิษมาก เช่น กลุ่ม Dimethyldithiocarbamates กลุ่ม Ethylenebisdithiocarbamates กลุ่ม Methyl Mercury เป็นต้น

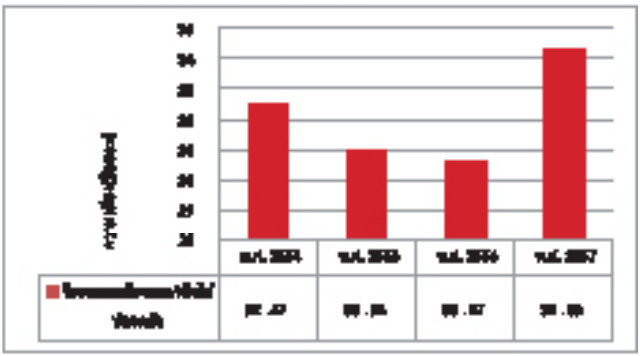
4. สารกำจัดหนู และสัตว์ฟันแทะ (Rodenticides) สารกำจัดหนู และสัตว์ฟันแทะที่นิยมใช้กัน ส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มที่มีฤทธิ์ต้านการแข็งตัวของเลือด เช่น วอฟฟาริน (Warfarin) เป็นต้น

ข้อมูลสถานการณ์การคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

การตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ซึ่งกรมควบคุมโรคสนับสนุนเจ้าหน้าที่ในหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิที่มีการจัดบริการอาชีวอนามัยให้กับแรงงานในชุมชนเพื่อคัดกรองความเสี่ยง เกษตรกรที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอตเฟตและคาร์บาเมต จากข้อมูลการตรวจคัดกรองสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเกษตรกรของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค ในปี 2554 รวบรวมข้อมูลได้ทั้งหมด 74 จังหวัด มีจำนวนผู้ได้รับการตรวจคัดกรอง 533,524 คน พบว่ามีผลเสี่ยงและ/หรือไม่ปลอดภัย จำนวน 173,243 คน คิดเป็นร้อยละ 32.47 ปี 2555 รวบรวมข้อมูลได้ทั้งหมด 31 จังหวัด มีผู้ได้รับการตรวจคัดกรอง 244.822 คน พบว่ามีผลเสี่ยงและ/หรือไม่ปลอดภัย จำนวน 75,749 คน คิดเป็นร้อยละ 30.94 ปี 2556 รวบรวมข้อมูลได้ทั้งหมด 50 จังหวัด มีจำนวนผู้ได้รับคัดกรอง 314,805 คน พบว่ามีผลเสี่ยงและ/หรือไม่ปลอดภัย จำนวน 96,227 คน คิดเป็นร้อยละ 30.57 และในปี 2557 มีจำนวนผู้ได้รับการตรวจคัดกรอง 314,603 คน จาก 71 จังหวัด พบว่ามีผลเสี่ยงและ/หรือไม่ปลอดภัย จำนวน 107,989 คน คิดเป็นร้อยละ 34.33 ดังแผนภูมิที่ 1 และ 2



แผนภูมิที่ 1 สรุปผลการตรวจพบว่าเสี่ยงและ/หรือไม่ปลอดภัยต่อพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเกษตรกร พ.ศ. 2554 - 2557



แผนภูมิที่ 2 แสดงร้อยละเกษตรกรที่มีผลการตรวจพบว่าเสี่ยงและ/หรือไม่ปลอดภัยต่อพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืช พ.ศ. 2554 - 2557

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าตั้งแต่ปี 2554 - 2557 เกษตรกรมีความเสี่ยงและหรือไม่ปลอดภัยจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เฉลี่ยร้อยละ 32.08 ซึ่งในปี 2557 สำนักโรคจากการประกอบอาชีพได้สนับสนุนให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ใช้แบบประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (นบก.1-56) ในการประเมินความเสี่ยงเกษตรกรจากพฤติกรรมหรือเกิดการเจ็บป่วยจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเบื้องต้นก่อน ถ้าหากว่าเกษตรกรมีผลการประเมินความเสี่ยงอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก จึงจะได้รับการตรวจคัดกรองโดยใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ทำให้เกษตรกรที่ได้รับการคัดกรองมีผู้จำนวนผู้ที่มีผลความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งเกษตรกรกลุ่มนี้ต้องได้รับสุขศึกษาหรือคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้อง การปฏิบัติตัวขณะใช้สารเคมี เพื่อลดความเสี่ยงและสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย

ความเป็นมาของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

เมื่อ พ.ศ. 2530 - 2532 กองอาชีวอนามัย สังกัดอนามัย ซึ่งปัจจุบันคือ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม สังกัดกรมควบคุมโรค ได้รับทุนจากองค์การอนามัยโลกเพื่อการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเก็บ การวิเคราะห์ตัวอย่าง และการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในโครงการสาธารณสุขมูลฐาน ซึ่งขณะนั้นงานสาธารณสุขมูลฐาน (Primary health care) เป็นนโยบายสำคัญของกระทรวงสาธารณสุขผลผลิตจากการศึกษาครั้งนั้นได้พัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate technology) ในการแก้ไขปัญหาด้านอาชีวอนามัยเพื่อส่งเสริมสุขภาพ และป้องกันอันตรายจากการประกอบอาชีพภาคเกษตรกรรม ผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้จากการศึกษาครั้งนั้นคือ กระดาษโคลีนเอสเตอเรส ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่ดัดแปลงจากวิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ มาใช้ตรวจในภาคสนาม สามารถตรวจการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase enzyme) แล้วให้ผลการตรวจบนกระดาษทดสอบโดยเทียบเท่าแผ่นเทียบสีมาตราฐาน เป็นวิธีตรวจเชิงคุณภาพและได้นำกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการเฝ้าระวังสุขภาพของเกษตรกรในโครงการอีสานเขียว ที่ได้ปฏิบัติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 จนถึงปี พ.ศ. 2533 เพื่อดำเนินการตามพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ต่อมาได้ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีการผลิตกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสให้กับองค์การเภสัชกรรม ให้เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ปัจจุบันกระดาษทดสอบนี้ใช้ในการจัดบริการเชิงรุกเพื่อตรวจคัดกรองความเสี่ยงของเกษตรกรจากการได้สัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟสและคาร์บาเนต

หลักการของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตบางชนิด เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเม็ดเลือดแดงและในน้ำเหลือง (Serum หรือ Plasma) ซึ่งในภาวะปกติ เอนไซม์นี้จะทำหน้าที่สลายสารอะซีติลโคลีน (Acetylcholine) เป็นกรดอะซิติค (Acetic acis) และโคลีน (Choline) ดังสมการเคมีที่ 1

สมการเคมีที่ 1

Acetylcholine $\xrightarrow[\text{Hydrolyse}]{\text{Cholinesterase}}$ Acetic + Choline

(กระดาษเปลี่ยนสี ตามระดับความเข้มข้นของกรดที่เกิดขึ้น)

แต่ถ้าในภาวะที่ร่างกายได้รับสารออร์กาโนฟอสเฟต การทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสจะถูกยับยั้ง ทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยา จึงไม่เกิดกรดอะซิติค ดังสมการเคมีที่ 2

สมการเคมีที่ 2

$$\text{Acetylcholine} + \text{Organophosphate} \xrightarrow{\text{Cholinesterase}} \text{ไม่เกิดปฏิกิริยา}$$

(กระดาษไม่เปลี่ยนสี)

หลักการของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ใช้คุณสมบัติของกรดอะซิติคที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่าง (pH) ดังนั้น ถ้าสารผสมระหว่างเลือดหรือน้ำเหลืองและสารเคมี คือ อะซีติลโคลีนและอินดิเคเตอร์ (ซึ่งอาจจะใช้สาร Bromthymol blue หรือสารอื่น ๆ) การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างที่เกิดขึ้น สามารถตรวจได้โดยการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์บนกระดาษทดสอบที่ชุบสารเคมีไว้เทียบสัดส่วนกรดอะซิติคที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสได้

การอ่านและแปลผลการตรวจใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานที่จำลองสีที่เกิดจากสารละลายกรดอะซิติคที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ทำปฏิกิริยากับอินดิเคเตอร์

ประโยชน์ของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

เป็นเครื่องมือที่เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ใช้ในการคัดกรองความเสี่ยงในกลุ่มเกษตรกรและผู้บริโภคที่มีการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มคาร์บาเมตจากการประกอบอาชีพเกษตรกรรม และการบริโภคผักผลไม้ที่มีการปนเปื้อน (ในที่นี้เน้นตรวจคัดกรองในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพเกษตรกรรม) ซึ่งผลจากการคัดกรองความเสี่ยงด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส เป็นการคัดกรองว่าผู้ที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีอยู่ในระดับใด เป็นการสร้างความตระหนักให้เห็นความสำคัญว่าสารเคมีอาจส่งผลให้เกิดปัญหาสุขภาพ เป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาในชุมชน เช่น การให้สุขศึกษาการนำข้อมูลไปเสนอเครือข่ายในชุมชน การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้องหรือเหมาะสมต่อไป

การแปลผลการตรวจคัดกรองด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

การจัดทำแผ่นสีมาตราฐานสำหรับการแปลผลการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholineseterase activity) ได้ดัดแปลงมาจากการทำ Calibration curve ของ Bigg's method (1958) โดยการเจือจางกรดอะซิติค ความเข้มข้น 0.015 โมลาร์ (Molar; M) ให้เป็น 0.001, 0.003, ..., 0.013 และ 0.015 โมลาร์ ซึ่งเทียบกับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ที่ระดับ 10, 30, ..., 130 และ 150 หน่วย นำสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ มาดูการเปลี่ยนสีของ Bromthymol Blue สีที่เกิดขึ้นนำมาทำเป็นสีมาตรฐาน ซึ่งใช้ในการอ่านผลได้

การแปลผลกระดาษทดสอบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน แบ่งได้ 4 ระดับ

1. สีเหลือง แสดงระดับปกติ หรือเทียบระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 หน่วยต่อมิลลิลิตร

2. สีเหลืองอมเขียว แสดงระดับปลอดภัยหรือเทียบระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 87.5 แต่ไม่ถึง 100 หน่วยมิลลิลิตร

3. สีเขียว แสดงระดับมีความเสี่ยงหรือเทียบการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 75 แต่ไม่ถึง 87.5 หน่วยต่อมิลลิลิตร

4. สีเขียวเข้ม แสดงระดับไม่ปลอดภัยหรือเทียบระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส มีค่าน้อยกว่า 75 หน่วยต่อมิลลิลิตร

แผ่นเทียบสีมาตรฐานสำหรับแปลผลโคลีนเอสเตอเรส
ของ
กระดาษทดสอบ "REACTIVE PAPER"

ไม่ปลอดภัย **มีความเสี่ยง** **ปลอดภัย** **ปกติ**

ค่าความไว ค่าความจำเพาะ และค่าความถูกต้องของวิธีการตรวจปริมาณเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสโดยใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม

ก่อนนำกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ไปใช้ในการตรวจคัดกรองความเสี่ยงสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ได้มีการทดสอบความไว และความจำเพาะของเครื่องมือ โดยการเปรียบเทียบผลการตรวจปริมาณเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสที่ผลิตขึ้นกับผลการตรวจโดยวิธีทางห้องปฏิบัติการ (Bigg's method) โดยใช้สถิติ Paired t-test ซึ่งพบว่าผลการตรวจทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และเมื่อประเมินผลความถูกต้องแม่นยำจากปฏิกิริยาของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสด้วยกระดาษทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่าความไว (sensitivity) ร้อยละ 89.89 ความเฉพาะเจาะจง (specificity) ร้อยละ 95.65 ค่าความถูกต้อง (positive predicted value) ร้อยละ 94.59 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวิธีการตรวจคัดกรองการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตได้ และเมื่อนำกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสไปทดลองใช้ในภาคสนามพบว่าความไว (sensitivity) ร้อยละ 77.04 ความเฉพาะเจาะจง (specificity) ร้อยละ 90.01 ความถูกต้อง (positive predicted value) ร้อยละ 90.38

จากการทดสอบดังกล่าว การตรวจคัดกรองการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส สามารถนำไปใช้ทดสอบในภาคสนามซึ่งไม่จำเป็นต้องทดสอบในห้องปฏิบัติการ และเทคนิควิธีการใช้ง่าย ซึ่งเจ้าหน้าที่สาธารณสุขสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการคัดกรองผู้สัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตได้ด้วยตนเอง

วิธีการใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสอย่างถูกต้อง

กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ใช้เป็นการตรวจเชิงคุณภาพที่มีความถูกต้องและเที่ยงตรงในระดับของการตรวจเพื่อคัดกรอง (screening test) เท่านั้น ดังนั้น ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้กระดาษทดสอบอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ มีดังนี้

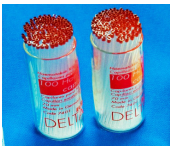
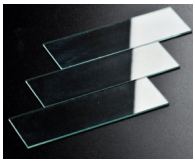
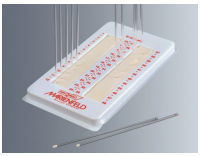
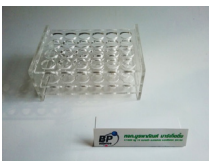
1. บุคลากร

เจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ทำหน้าที่ตรวจคัดกรอง ต้องผ่านการฝึกอบรม ต้องเข้าใจหลักการและวิธีใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส จึงจะแปลผลได้ถูกต้อง ผู้ทำการตรวจคัดกรองต้องอ่านวิธีการใช้จากฉลากที่แนบในกล่องบรรจุขวด และศึกษาวิธีการตรวจให้เข้าใจก่อนทำการตรวจคัดกรอง

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

ต้องมีครบและเพียงพอ ซึ่งอุปกรณ์หลักที่จำเป็นต้องมี ได้แก่ กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสและแผ่นเทียบสีมาตรฐาน แผ่นกระจก (slide) เข็มเจาะเลือด (lancet) หลอดฮีมาโตคริตชนิดที่เคลือบสารกันเลือดแข็ง (หลอดที่มีแถบสีแดง) (hematocrit capillarytube) สำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว แอลกอฮอล์ 70% ปากคีบ (forceps) ดินน้ำมัน และอุปกรณ์เสริมเพื่อความสะดวกในการทดสอบ เช่น ตะแกรงสำหรับวางหลอดเลือด (rack) อุปกรณ์ในการเป่า/ดันน้ำเหลืองออกจากหลอดฮีมาโตคริต เครื่องปั่นฮีมาโตคริต นาฬิกาจับเวลา ถุงมือยาง ภาชนะสำหรับทิ้งเข็มและถุงแดงสำหรับใส่ขยะติดเชื้อ รวมถึงเอกสารการบันทึกประวัติ ชื่อ-สกุล ผู้รับการตรวจ ชื่อ สกุล ผู้ทำการตรวจ และผลการตรวจ

ตารางที่ 1 ภาพตัวอย่างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจคัดกรอง

 การะดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส	 แผ่นเทียบสีมาตรฐาน
 เข็มสำหรับเจาะเลือดแบบต่างๆ	 หลอดฮีมาโตคริต
 แผ่นกระจก	 ดินน้ำมัน
 สำลี แอลกอฮอล์ 70% ปากคีบ	 อุปกรณ์ในการเป่า/ดันน้ำเหลืองออกจาก หลอดฮีมาโตคริต
 ตะแกรงสำหรับวางหลอดฮีมาโตคริต	 เครื่องปั่นฮีมาโตคริต
 ชุดตรวจมาตรฐานขององค์การเภสัชกรรมชุดเล็ก	 ชุดตรวจมาตรฐานขององค์การเภสัชกรรมชุดใหญ่

3. วิธีการตรวจคัดกรอง

3.1 การตรวจสอบคุณภาพของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

1) กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสที่เสื่อมคุณภาพ สามารถดูได้จากสีเหลืองของกระดาษที่ไม่สม่ำเสมอ หรือเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีอื่น ลักษณะไม่ชื้น ไม่บวม

2) ตรวจสอบวันหมดอายุของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ชุดตรวจและอ่านข้อกำหนดทุกครั้งเมื่อเปิดการใช้งาน

3.2 การตรวจสอบประสิทธิภาพของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

วิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส สังเกตได้จากการหยดน้ำเหลืองลงไปบนกระดาษทดสอบ ถ้ากระดาษทดสอบเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นเขียวทันที แสดงว่ากระดาษทดสอบยังมีประสิทธิภาพใช้งานได้ แต่ถ้ากระดาษทดสอบไม่เปลี่ยนสียังคงเป็นสีเหลืองเหมือนเดิมก็แสดงว่ากระดาษทดสอบไม่มีประสิทธิภาพแล้ว ซึ่งเกิดจากการเสื่อมสภาพของสารเคมีบนกระดาษทดสอบ ไม่ควรนำมาใช้งาน เพราะจะทำให้แปรผลไม่ถูกต้อง ควรตรวจสอบประสิทธิภาพของกระดาษทดสอบก่อนนำไปใช้ในการทดสอบทุกครั้ง

3.3 เทคนิควิธีการเจาะเลือด

1) ล้างมือให้สะอาดก่อนเจาะเลือดทุกครั้ง

2) นวดคลึงที่ปลายนิ้ว เพื่อให้เลือดไหลเวียนดี (ควรเป็นนิ้วกลางหรือนิ้วนางข้างซ้าย เพราะนิ้วกลางและนิ้วนางแต่ละนิ้วมีเยื้อหุ้มเอ็นที่ไม่ต่อเนื่องกัน เวลาอักเสบติดเชื้อจึงมักเป็นนิ้วใดนิ้วหนึ่งไม่ค่อยลามไปยังนิ้วอื่น และเป็นนิ้วที่ใช้งานน้อยกว่านิ้วอื่น ๆ จึงเป็นตัวเลือกที่ดีในการเจาะเลือดจากปลายนิ้ว)

3) ใช้สำลีปราศจากเชื้อชุบแอลกอฮอล์ 70% เช็ดบริเวณที่จะทำการเจาะเลือดแล้วรอให้แห้ง

4) ใช้เข็ม/อุปกรณ์สำหรับเจาะเลือด เจาะด้านข้างของปลายนิ้ว

5) เช็ดเลือดหยดแรกออกก่อนด้วยสำลีแห้ง (เพราะอาจมีเนื้อเยื่อ และสิ่งปนเปื้อนอยู่มาก) และทดสอบกับเลือดหยดที่ 2

6) นำหลอดฮีมาโตคริต ที่เคลือบสารกันเลือดแข็ง Heparin (หลอดที่มีแถบสีแดง) มาแตะบริเวณหยดเลือด เอียงทำมุมประมาณ 45 องศา (เพื่อให้เลือดไหลเข้าหลอดฮีมาโตครตได้ง่าย) ใช้เลือดประมาณเกือบเต็มหลอด อุดปลายหลอดด้านหนึ่งด้วยดินน้ำมัน ติดชื่อ-สกุล/ลำดับที่ผู้รับการตรวจคัดกรองให้ชัดเจน

7) กดแผลที่ปลายนิ้วจนเลือดหยุดด้วยสำลีแห้ง

3.4 เทคนิคการปั่นแยกน้ำเหลือง

นำหลอดฮีมาโตคริตที่บรรจุเลือด ไปปั่นด้วยเครื่องปั่นฮีมาโตคริต ความเร็ว 15,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที แรงเหวี่ยงจะทำให้เม็ดเลือดแดงไปกองรวมตัวที่ก้นหลอด น้ำเหลืองจะอยู่ชั้นบน ซึ่งเป็นส่วนที่จะนำไปใช้ในการทดสอบ กรณีไม่มีเครื่องปั่นฮีมาโตคริตสามารถตั้งหลอดฮีมาโตคริตในแนวดิ่งเพื่อให้เกิดการแยกตัวของเม็ดเลือดแดงและน้ำเหลืองซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 0.5 - 2 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับพยาธิสภาพของแต่ละบุคคล แต่ต้องมั่นใจว่าเม็ดเลือดแดงตกตะกอนจนได้ชั้นน้ำเหลืองใส) เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอนอยู่ก้นหลอดและน้ำเหลืองจะอยู่ชั้นบนซึ่งเป็นส่วนที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ

3.5 เทคนิคการดันน้ำเหลืองและการทดสอบ

1) ในอดีตใช้วิธีการหักหลอดฮีมาโตคริตเพื่อนำน้ำเหลืองออกจากหลอด แต่เนื่องจากมีความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุจากการหักหลอด ปัจจุบันจึงแนะนำให้ใช้วัสดุอื่น ๆ ในการดันน้ำเหลืองออกจากหลอดแทนการหัก เช่น ใช้ไม้หรือลวดเสียบกระดาษ (นำมาดัดให้เป็นเส้นตรง) ที่สามารถเสียบเข้าไปในหลอดได้ ดันน้ำเหลืองออกมาหรือใช้เข็มฉีดยาดูดเอาน้ำเหลืองออกจากหลอด เป็นต้น

2) ใช้ลวดเสียบกระดาษหรือไม้เสียบเข้าไปในหลอดฮีมาโตคริต ด้านที่เป็นดินน้ำมัน ให้น้ำเหลืองหยดลงบนกระจกสไลด์ จำนวน 1 หยด ห้ามไม่ให้มีเม็ดเลือดแดงปนเพราะจะทำให้การอ่านสีผิดพลาดได้

3) ใช้ปากคีบหยิบกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส (ที่นำออกจากตู้เย็นหรือกระติกน้ำแข็งมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง) วางทับบนหยดน้ำเหลือง

4) นำแผ่นกระจกอีกแผ่นปิดทับกระดาษทดสอบไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้แห้งก่อนเกิดปฏิกิริยา

5) ตั้งเวลาตามที่กำหนดแล้วจึงอ่านผลโดยการเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐาน

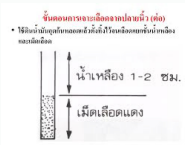
3.6 วิธีการสังเกตปฏิกิริยาและการอ่านผล

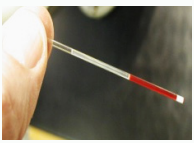
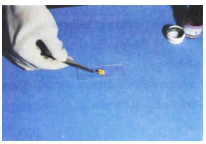
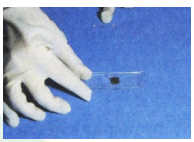
1) ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 4 - 7 นาที ขึ้นกับอุณหภูมิห้องขณะที่ทำการทดสอบ การเปลี่ยนสีสามารถดูได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า อ่านผลโดยการเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐานที่บรรจุมากับชุดทดสอบตามเวลาที่กำหนด ถ้าทิ้งไว้นานเกินเวลาที่กำหนดเอ็นไซม์จะถูกทำลายกระดาษอาจจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทำให้การแปลผลผิดพลาดเป็นผลลบลวง (false negative)

2) สถานที่และสิ่งแวดล้อมในการทดสอบ สถานที่ควรทำงานได้สะดวก สิ่งแวดล้อมต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของอากาศขณะทำการทดสอบ เพราะมีผลต่อปฏิกิริยาของน้ำเหลืองและสารเคมีที่เคลือบบนกระดาษทดสอบ อากาศร้อนปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้น การรอเวลาอ่านผลจึงต้องทำให้ถูกต้อง

อุณหภูมิ 25˚C รอเวลา 7 นาที เทียบสีจากแผ่นเทียบสีมาตรฐาน
อุณหภูมิ 35˚C รอเวลา 6 นาที เทียบสีจากแผ่นเทียบสีมาตรฐาน
อุณหภูมิ 40˚C รอเวลา 5 นาที เทียบสีจากแผ่นเทียบสีมาตรฐาน
อุณหภูมิ 45˚C รอเวลา 4 นาที เทียบสีจากแผ่นเทียบสีมาตรฐาน

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการตรวจคัดกรอง

<table>
<tr>
<td>
1. ใช้สำลีปราศจากเชื้อชุบแอลกอฮอล์ 70% เช็ดบริเวณที่จะทำการเจาะเลือด แล้วรอให้แห้ง</td>
<td>
2. ใช้เข็ม/อุปกรณ์สำหรับเจาะเลือด เจาะด้านข้างของปลายนิ้ว</td>
</tr>
<tr>
<td>
3. นำหลอดฮีมาโตคริต ที่เคลือบสารกันเลือดแข็ง Heparin ใช้ด้านที่มีสีแดงแตะบริเวณหยดเลือดเอียงทำมุมประมาณ 45 องศา</td>
<td> 

4. อุดปลายหลอดด้านหนึ่งด้วยดินน้ำมัน</td>
</tr>
<tr>
<td>
5. ปั่นด้วยเครื่องปั่นฮีมาโตคริต หรือวางตั้งไว้</td>
<td> 
6. ให้เกิดการแยกตัวของเม็ดเลือดแดงและน้ำเหลือง</td>
</tr>
<tr>
<td> 
7. ใช้ปากคีบหยิบกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส วางบนกระจกไลด์</td>
<td>
8. ลวดเสียบกระดาษเสียบหลอดฮีมาโตคริตด้านที่เป็นดินน้ำมันให้น้ำเหลืองหยดลงกระดาษทดสอบโคลินเอสเตอเรสบนกระจกไลด์</td>
</tr>
<tr>
<td> 
9. นำแผ่นกระจกอีกแผ่นปิดทับกระดาษทดสอบไว้เพื่อป้องกันไม่ให้แห้งก่อนเกิดปฏิกิริยา</td>
<td>
10. ตั้งเวลาตามที่กำหนดเพื่อรอให้น้ำเหลือง ทำปฏิกิริยากับกระดาษทดสอบ อ่านผลโดยการเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐาน</td>
</tr>
</table>

4. การเก็บและการบำรุงรักษาเครื่องมือและชุดทดสอบ

1) เก็บกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสไว้ที่อุณหภูมิที่กำหนด

2) ทำความสะอาดไม่ให้มีเลือดติด และเก็บใส่กระเป๋าหรือภาชนะบรรจุหลังจากทำความสะอาดแล้วเพื่อป้องกันความชื้น

3) ตรวจสอบวันหมดอายุข้างขวด และดูการเปลี่ยนสีของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสทุกครั้งก่อนทำการทดสอบ

5. ข้อควรระวัง

1) เอ็นไซม์ที่เคลือบบนกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ความคงตัวค่อนข้างต่ำที่อุณหภูมิมากกว่า 25 องศาเซลเซียส เอ็นไซม์จะเสื่อมคุณภาพ ต้องเก็บแช่ในถังน้ำแข็ง อุณหภูมิที่ทำปฏิกิริยากันจะไม่เกิน 37 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิปกติของร่างกาย ถ้าจะนำไปใช้ในภาคสนามต้องเก็บแช่ในถังน้ำแข็งเสมอ

2) ควรเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะเลือดให้เหมาะสม โดยเลือกใช้ชนิดที่ใช้แล้วทิ้งทันที

3) ไม่ควรใช้เข็มหรือใบมีดที่ไม่สามารถควบคุมความลึกของการเจาะได้

4) ไม่ควรใช้ที่เจาะเลือดแบบปากกา เพราะอาจเป็นพาหะติดเชื้อให้กับผู้ที่เจาะเลือดรายต่อไปได้

5) ไม่ควรบีบหรือเค้นให้เลือดออก เพราะอาจทำให้เม็ดเลือดแดงแตก หรือทำให้ของเหลวจากเนื้อเยื่อไหลปนเข้ามา

6) ไม่ควรใช้สำลีที่ชุ่มแอลกอฮอล์เกินไป และไม่ควรเจาะเลือดขณะที่แอลกอฮอล์ไม่แห้ง

7) หลีกเลี่ยงสถานที่ตรวจที่มีอุณหภูมิสูงเกินไปขณะทำการตรวจ ปกติไม่ควรเกิน 40 องศาเซลเซียส

8) ห้ามสวมปลอกเข็มกลับหลังใช้แล้ว และห้ามหักงอเข็ม

9) ใช้กล่องสำหรับทิ้งวัสดุมีคม กล่องต้องมีลักษณะแข็งแรง ป้องกันการทะลุของวัสดุมีคม และชี้บ่งด้วยฉลาก มีสัญลักษณ์ชีววัตถุติดเชื้ออันตรายติดข้างกล่อง และรวบรวมใส่ถุงแดงสำหรับขยะติดเชื้อ

6. วิธีเก็บรักษากระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ผลิตจากการชุบสารเคมีซึ่งสามารถสลายตัวได้ด้วยแสงแดด ความร้อน ความชื้น จึงควรเก็บไว้ในขวดแก้ว หรือขวดพลาสติก (PET) สีชาเก็บชุดทดสอบไว้ในที่แห้งและเย็น (เก็บในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 - 8 องศาเซลเซียส) หลีกเลี่ยงการถูกความร้อน และแสงแดด กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส มีอายุการใช้งาน 2 ปี นับจากวันผลิตหรือดูจากวันหมดอายุข้างภาชนะบรรจุ

ข้อควรระวัง เมื่อนำขวดกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสออกจากตู้เย็น ต้องวางทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนเปิดขวด เพื่อป้องกันไม่ให้กระดาษชื้น และควรปิดฝาขวดให้สนิททันทีหลังเปิดใช้งาน เก็บไว้ในที่แห้ง อุณหภูมิ 4 - 8 องศาเซลเซียส (ในตู้เย็น) และไม่ให้ถูกแสง

ปัจจัยรบกวนเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรส

เนื่องจากกลไกการทำงานของร่างกายอาศัยสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) จากเซลล์ประสาทหนึ่งไปสู่อีกเซลล์หนึ่งเป็นระยะ โดยมีเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรสทำลายสารสื่อประสาทเป็นระยะด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสมดุลของการสื่อสารระหว่างเซลล์ไม่ให้มีการสื่อสารมากเกินไปหรือน้อยเกินไป โดยระดับของเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรสในเลือดหรือในซีรั่มจะเป็นตัวบ่งชี้ (Biomarker) ความเสี่ยงภัยต่อสุขภาพที่อาจทำให้เกิดพยาธิสภาพต่อร่างกายได้ ปัจจุบันตามประกาศกรมควบคุมโรค เรื่อง ข้อแนะนำการเฝ้าระวังสุขภาพจากพิษสารเคมี กรณีดัชนีชี้วัดการได้รับ/สัมผัสทางชีวภาพสำหรับผู้ประกอบอาชีพที่สัมผัสสารเคมีสำหรับประเทศไทย (Thai Biological Exposure Indices: Thai BEIs) ฉบับที่ 1 ได้ระบุว่า ระดับการทำงานของโคลีนเอสเตอเรสในเซลล์เม็ดเลือดแดง ควรอยู่ในระดับ 70 เปอร์เซ็นต์ของค่าพื้นฐานรายบุคคล (Cholinesterase activity in red blood cells 70% of individual's baseline) ซึ่งกรมควบคุมโรค โดยสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ได้มีการใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส คัดกรองความเสี่ยงเกษตรกรที่สัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชประเภทออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ซึ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งสองชนิดนี้มีผลยับยั้งเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรส ในการคัดกรองความเสี่ยงดังกล่าว ทั้งนี้มีเกณฑ์ในการคัดกรองความเสี่ยงว่า ถ้ากระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส เปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีเขียวหรือสีเขียวน้ำเงิน แสดงว่ามีระดับเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรสลดลงมากจนน่าจะเกิดความเสี่ยงต่อการเกิดพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสองประเภทดังกล่าว

นอกเหนือจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งสองประเภทที่มีผลต่อเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรสแล้ว ยังพบว่ามีสารหลายชนิดที่มีผลต่อเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรส จึงเป็นปัจจัยรบกวนต่อการแปลผลการคัดกรองความเสี่ยงด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส โดยสารบางชนิดมีผลยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ สารบางชนิดลดปริมาณสารสื่อประสาท สารบางชนิดมีผลกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ และสารบางชนิดเพิ่มปริมาณสารสื่อประสาท ดังนั้น จึงควรมีข้อกำหนดกรณีเฉพาะทั้งในการปฏิบัติตัวก่อนรับการตรวจคัดกรองและในแบบสัมภาษณ์ผู้รับการตรวจคัดกรองเพื่อป้องกันการแปลผลการคัดกรองคลาดเคลื่อนเนื่องจากปัจจัยรบกวนดังกล่าว

ตารางข้างล่างนี้ แสดงตัวอย่างสารบางชนิดที่มักพบ/ใช้ในชีวิตประจำวัน ที่ควรนำมากำหนดการปฏิบัติตัวเป็นกรณีเฉพาะ และควรนำมาบรรจุในแบบสัมภาษณ์ในส่วนของโรคประจำตัว ยาที่รับประทาน อาหารที่รับประทาน และข้อสังเกตของสภาวะร่างกาย เพื่อร่วมเป็นข้อมูลประกอบในการคัดกรองกลุ่ม เสี่ยงภัยต่อสุขภาพจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสองประเภทดังกล่าว

ตารางที่ 1 สารที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรส (Acetylcholineesterase Inhibitor)

ปัจจัยรบกวน	ระยะเวลาที่ปัจจัยรบกวน มีผลต่อเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส
ฟลูออไรด์ (fluoride) ตะกั่ว (Lead) ทองแดง (Copper) สังกะสี (Zinc) แคดเมียม (Cadmium) ปรอท (Mercury)	1 ชั่วโมง ถ้าไม่ได้รับเพิ่มเติม หรืออาจลดการรบกวนภายหลังการรับยาต้านพิษโลหะหนัก
ยาแก้อักเสบ ยาแก้ปวด ยาลดไข้	3 - 7 วัน
ยารักษาโรคอัลไซเมอร์ (Tacrine, Donepezil, Galantamine, Rivastigmine, Metrifonate) และยารักษาอาการข้างเคียงโรคอัลไซเมอร์ และยารักษาการบาดเจ็บในส่วนสมอง	Galantamine 7 ชั่วโมง ยาชนิดอื่นอาจมีผลระยะยาวประมาณ 70 ชั่วโมง
ยารักษาโรคต้อหิน (Physostigmine, Dyflos, Ecothiopate)	มีผลระยะยาว การทำงานของเอ็นไซม์อาจไม่กลับคืนสู่สภาพเดิม
ยารักษาโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง (Edrophonium, Neostigmine, Pyridostigmine)	Edrophonium 10 นาที Neostigmine 1 - 2 ชั่วโมง Pyridostigmine 0.5 - 5 ชั่วโมง
โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน [Diabetes Mellitus Type II (*)]	1.4 ชั่วโมง - 3.6 ชั่วโมง
ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ในกระเพรา โหระพา แมงลัก มะกรูด สะระแหน่ ผักชีฝรั่ง ใบยอ ต้นหอม กุยช่าย คื่นช่าย ตะไคร้ ขิง กระชาย ข่า กระเทียม หอมแดง พริกไทยอ่อน พริกขี้หนู และ พริกขี้ฟ้า	9 - 12 ชั่วโมง
สารเสพติด เช่น แอลกอฮอล์ ไวน์ กาแฟ ชา บุหรี่ สารไมทราจินีน (Mitragynine) ในใบกระท่อม เป็นต้น Galanthamine, Morphine, Codeine, Dilaudid, Desomorphine	4 - 5 ชั่วโมง
อุณหภูมิร่างกายต่ำ (Temperature (Hypothermia)	เมื่ออุณหภูมิร่างกายอยู่ในภาวะปกติ

หมายเหตุ : (*) โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน (Non-insulin-dependent diadetes mellitus, type II)

ตารางที่ 2 สารที่มีฤทธิ์กระตุ้นเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรส (Acetylcholineesterase Activator)

ชนิดของปัจจัยรบกวน	ระยะเวลาที่ปัจจัยรบกวนมีผลต่อเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส
แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) แมงกานีส (Mn) โซเดียม (Sodium)	1 ชั่วโมง ถ้าไม่ได้รับเพิ่มเติม หรืออาจลดการรบกวนภายหลังการรับยาต้านพิษโลหะหนัก
โรคอัลไซเมอร์	ตลอดเวลาที่มีพยาธิสภาพ และไม่ได้รับยารักษาเฉพาะโรค
มีการบาดเจ็บในส่วนสมอง	ตลอดเวลาที่มีพยาธิสภาพ และไม่ได้รับยารักษาเฉพาะโรค
โรคต้อหิน	ตลอดเวลาที่มีพยาธิสภาพ และไม่ได้รับยารักษาเฉพาะโรค
โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง	ตลอดเวลาที่มีพยาธิสภาพ และไม่ได้รับยารักษาเฉพาะโรค
โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน [Diabetes Mellitus Type II (*)]	ตลอดเวลาที่มีพยาธิสภาพ และไม่ได้รับยารักษาเฉพาะโรค
รางจืด (Laurel Clockvine)	1 วัน
อุณหภูมิร่างกายสูง หรือเป็นไข้ (Temperature (Hyperthermia) & Fever)	เมื่ออุณหภูมิร่างกายอยู่ในภาวะปกติ

หมายเหตุ : (*) โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน (Non-insulin-dependent diabetes mellitus, Typr II)

การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เพื่อประเมินการรับสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

ออร์กาโนฟอสเฟต เป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในระยะ 20 ปีที่ผ่านมา ตัวอย่างเช่น พาราไทออน หรือ ฟูลิดอล อี-605 (ใช้ในภาคเกษตรกรรม) คลอไพริฟอส และ ไดคลอวอส หรือ ดีดีวีพี (ใช้ในบ้านเรือน พบในสเปรย์กำจัดยุง แมลงสาบ ปลวก มด และมอด) ออร์แกโนฟอสเฟตมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนอะซีติลโคลีน (สารสื่อประสาท) ไปเป็นโคลีนและอะซีเตท เมื่อเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสไม่สามารถทำหน้าที่ได้ จึงทำให้เกิดการคั่งของอะซีติลโคลีน ซึ่งการคั่งนี้จะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและส่วนปลาย ทำให้เกิดการกระตุกของกล้ามเนื้อ ด้วยเหตุนี้ จึงมีการตรวจประเมินการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ด้วยการตรวจวัดการทำงานของเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสโดยตรง การตรวจวัดการทำงานของเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสนี้ สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพของการสัมผัส (biomarker of exposure) และตัวชี้วัดทางชีวภาพของผลกระทบ (biomarker of effect) จากการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอตเฟตและคาร์บาเมตได้ ข้อจำกัดของการตรวจวัดเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส คือ จะต้องทำการตรวจวัด 2 ครั้ง คือ ก่อนสัมผัสและหลังสัมผัส เพื่อการเปรียบเทียบผล (ร้อยละการลดลงของระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสรายบุคคล) นอกจากนี้แล้ว ข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่ง คือ วิธีนี้ไม่มีความจำเพาะสำหรับการตรวจวัดการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตแต่สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตบางชนิดก็ให้ผลในลักษณะเดียวกัน

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารกลุ่มอัลคิลฟอสเฟต (Alkyl Phosphate) ซึ่งเป็นสารแปรรูปหรือสารเมตาบอไลต์ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเป็นการตรวจวิเคราะห์การรับสัมผัสสารทางอ้อม แต่เป็นการตรวจที่มีความจำเพาะสำหรับการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอตเฟต โดยสารกลุ่มนี้จะผ่านกระบวนการเผาผลาญที่ตับโดยปฏิกิริยา oxidation และ hydrolysis ได้สารเมตาบอไลต์ คือ สารกลุ่มอัลคิลฟอสเฟตซึ่งส่วนใหญ่จะถูกกำจัดออกจากร่างกายทางไต และขับออกทางปัสสาวะ โดยทั่วไปสารกลุ่มออร์กาโนฟอตเฟตส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนแปลงในร่างกายได้เร็วและขับออกได้เร็ว จึงมักพบเป็นพิษแบบเฉียบพลันมากกว่าพิษสะสม หากได้รับในปริมาณไม่มากจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้

วิงเวียน อ่อนเพลีย กล้ามเนื้อกระตุก แน่นหน้าอก อาเจียน ท้องเดิน ตาพร่า น้ำลายออกมากผิดปกติ และถ้าได้รับปริมาณมากขึ้นจะทำให้หมดสติ น้ำลายฟูมปาก อุจจาระปัสสาวะราด กล้ามเนื้อกระตุกทั่วตัว ชัก หายใจลำบาก ตัวเขียวและหยุดหายใจ พิษของออร์กาโนฟอสเฟตเกิดขึ้นได้ภายในเวลาไม่กี่นาทีจนถึง 2 – 3 ชั่วโมง และออกฤทธิ์อยู่ได้นาน 1 - 5 วัน หากได้รับในปริมาณมากและได้รับการรักษาไม่ทันอาจเสียชีวิตได้ภายใน 24 ชั่วโมง

เทคนิคการตรวจการรับสัมผัสสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

1. การตรวจวัดการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase activity determination)

ปัจจุบันมีวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณการสัมผัสสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ การตรวจวัดการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายเทคนิค ส่วนใหญ่เป็นวิธีการวัดสี (Colorimetric method) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา วิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นของ Ellman และคณะ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย มีความถูกต้องและรวดเร็ว เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ขนาดเล็กที่เรียกว่า เครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์ (Microplate reader) ส่วนวิธีการตรวจวัดอื่น ๆ ได้แก่

1.1 Manometric method หลักการของวิธีนี้ คือ ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากไฮโดรเจนคาร์บอเนต ในสารละลายไฮโดรเจนคาร์บอเนตบัฟเฟอร์ ซึ่งถูกย่อยสลายโดยกรดอะซิติคที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของอะซีติลโคลีน

1.2 Potentiometric methods หลักการของวิธีนี้ คือ ใช้การสลายตัวของสารเริ่มต้น คือ อะซีติลโคลีนไปเป็นโคลีนและกรดอะซิติค แล้วตรวจวัดการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสที่ระดับความเป็นกรด - ด่าง แตกต่างกันภายหลังจากการสัมผัสสาร

1.3 Titrimetric methods วิธีนี้ดัดแปลงมาจาก Potentiometric methods โดยการไตเตรตกรดอะซิติคที่เกิดการสลายตัวอะซีติลโคลีนกับสารละลายที่เป็นด่าง เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความเป็นกรด - ด่าง

1.4 Photometric methods หลักการของวิธีนี้ คือ วัดการดูดกลืนแสงของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสที่ระดับความยาวคลื่นที่จำเพาะ โดยสามารถบ่งบอกถึงปริมาณสารได้ด้วยเทคนิคที่ใช้ในการตรวจวัด คือ Spectrophotometric ซึ่งวิธี Ellman’s assay ก็ใช้หลักการนี้เช่นเดียวกัน

1.5 Fluorometric methods หลักการของวิธีนี้ คือ วัดการเรืองแสงของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส โดยการใส่สารเรืองแสงที่เหมาะสมในการจับกับผลิตภัณฑ์นั้น วิธีนี้มีความไวมากกว่าวิธี Colorimetric ถึง 100 เท่า

1.6 Mass spectrometry วิธีการนี้ใช้ในการตรวจวิเคราะห์สารที่เข้าไปยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรส โดยใช้เทคนิค HPLC/MS

1.7 Polarographic methods เป็นวิธีการทางเคมีไฟฟ้า โดยใช้แพลทินัมอิเลคโทรดเป็นขั้วไฟฟ้าสองอันจุ่มลงในตัวอย่าง แล้ววัดความต่างศักย์ที่เกิดขึ้น จากปฏิกิริยา

1.8 Radio isotopic method เป็นเทคนิคทางด้านรังสี โดยมีการติดฉลากสารกัมมันตรังสี คือ 3H หรือ 14C ที่ตำแหน่งไฮโดรเจน (H) หรือคาร์บอน (C) ของอะซีติลโคลีน แล้วทำการตรวจวัดการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส

1.9 Biosensors เป็นวิธีการทางเคมีไฟฟ้าอีกวิธีหนึ่ง โดยใช้อุปกรณ์ที่มีความไวและความจำเพาะต่อสารชีวโมเลกุล (อะซีติลโคลีนเอสเตอเรส) ที่เคลือบอยู่บนผิวตัวแปลงสัญญาณ (Transducer) ในการตรวจวิเคราะห์ เทคนิคนี้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในทางคลินิก

2. การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารกลุ่มอัลคิลฟอสเฟต (Alkyl Phosphate)

โดยทั่วไปในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารแปรรูปหรือสารเมตาบอไลต์ของออร์กาโนฟอสเฟต (สารกลุ่มอัลคิลฟอสเฟต) ที่ตกค้างในปัสสาวะ นิยมใช้เทคนิค Gas Chromatography (GC) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ สำหรับแยกสารผสมที่มีคุณสมบัติที่สามารถระเหยเป็นไอได้ โดยใช้เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) เป็นแก๊สแต่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารผสม เช่น ฮีเลียม โดยฮีเลียมจะทำหน้าที่เป็นตัวพา (carrier) สารผสม ส่วนเฟสคงที่ (stationary phase) อาจจะเป็นของแข็งหรือของเหลวที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์ เมื่อทั้งตัวพาและสารผสมเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ด้วยอัตราเร็วที่เหมาะสม สารจะถูกแยกออกจากกันด้วยการกระจายตัวที่แตกต่างกันของสารในเฟสคงที่ และเฟสเคลื่อนที่ ซึ่งเทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่ได้มาตรฐานสามารถบอกได้ทั้งชนิดและปริมาณของสาร แต่การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC สามารถทำได้เฉพาะในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และยังต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์

แนวทางการให้สุขศึกษาและคำแนะนำแก่เกษตรกรและประชาชนที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

1. คำแนะนำการปฏิบัติตนในกรณีที่เกษตรกรได้รับการตรวจคัดกรองด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

เมื่อเกษตรกรได้รับการตรวจคัดกรองด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส และแปลผลว่ามีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัย เกษตรกรทุกรายต้องได้รับคำแนะนำเพื่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตามระดับของความเสี่ยง ดังนี้

ผลความเสี่ยง	คำแนะนำ
ปกติ/ปลอดภัย	ควรแนะนำ ให้หลีกเลี่ยงหรือลดการใช้สารเคมีลง ดูแลสุขภาพให้แข็งแรงตามหลักการดูแลสุขภาพทั่วไป เช่น กินอาหารที่มีประโยชน์ พักผ่อนให้เพียงพอ ออกกำลังกายสม่ำเสมอ ตรวจสุขภาพประจำปี เป็นต้น โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อให้เกษตรกรหรือประชาชนกลุ่มนี้มีสุขภาพดี ไม่เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยง/ไม่ปลอดภัย
มีความเสี่ยง/ไม่ปลอดภัย และไม่มีอาการแสดง	ต้องแนะนำ ให้เกษตรกรเลิกใช้สารเคมี เปลี่ยนไปใช้สารธรรมชาติทดแทน หรือเน้นเกษตรอินทรีย์ แต่ถ้ายังจำเป็นต้องใช้สารเคมี หลีกเลี่ยงไม่ได้จริง ๆ ก็ควรใช้ให้น้อยที่สุด ใช้อย่างถูกวิธี และใช้อุปกรณ์ป้องกันที่ถูกต้องเหมาะสม โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อให้เกษตรกรหรือประชาชนกลุ่มนี้มีความเสี่ยงน้อยลง ไม่เป็นผู้ป่วยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ผลความเสี่ยง	คำแนะนำ
มีความเสี่ยง/ไม่ปลอดภัยและมีอาการแสดงร่วมด้วย ได้แก่ เวียนศีรษะ คลื่นไส้ มีผื่น หรือตุ่มพุพองตามผิวหนัง ใจสั่น มือสั่น เจ็บหน้าอก กล้ามเนื้ออ่อนแรง เป็นต้น	ต้องแนะนำ ให้พบแพทย์หรือเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเพื่อรับการรักษา และต้องเลิกใช้สารเคมีเปลี่ยนไปใช้สารธรรมชาติทดแทน หรือเน้นเกษตรอินทรีย์ โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อให้เกษตรกรหรือประชาชนกลุ่มนี้ได้รับการรักษาโดยเร็ว เพื่อให้มีความปลอดภัย สุขภาพดีขึ้น หายป่วยไม่กลับไปป่วยหรือเป็นกลุ่มเสี่ยง/ไม่ปลอดภัยต่อไป

2. คำแนะนำ การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย

การลดความเสี่ยงหรือเพิ่มความปลอดภัยจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช คือการหลีกเลี่ยงที่จะไม่ใช้เลย แต่ถ้ายังไม่สามารถหลีกเลี่ยงหรือเลิกใช้สารเคมีได้ ก็ต้องเรียนรู้วิธีที่จะใช้ให้ปลอดภัยหรือมีความเสี่ยงต่อสุขภาพน้อยที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยการปฏิบัติง่าย ๆ ได้แก่

2.1 **อ่าน** เมื่อต้องใช้สารเคมี ต้องอ่านฉลากที่ติดมากับภาชนะที่บรรจุให้เข้าใจทุกครั้งเพื่อให้ทราบวิธีการใช้ ความเป็นพิษ รวมถึงวิธีป้องกันอันตราย การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

2.2 **ใส่** สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตัวในขณะใช้สารเคมี เช่น สวมเสื้อผ้าที่มิดชิด เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว สวมถุงมือยาง รองเท้าบูท ใช้ผ้าปิดปากจมูก และหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมีให้มากที่สุด

2.3 **ถอด** เมื่อเสร็จสิ้นการใช้สารเคมี ต้องถอดเสื้อผ้าทันที ล้างมือ ทำความสะอาดร่างกาย ไม่แช่หรือซักเสื้อผ้าที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมีรวมกับเสื้อผ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.4 **ทิ้ง** ภาชนะใส่สารเคมีที่ไม่ใช้แล้ว ต้องแยกทิ้งในที่ที่จัดเตรียมไว้หรือฝังทำลายให้ไกลจากแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค ไม่ทิ้งรวมกับขยะทั่วไป

คำแนะนำ สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในการตรวจคัดกรองความเสี่ยง ด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

ในการทำงานของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในหน่วยบริการปฐมภูมิ อาจมีความเสี่ยงด้านสุขภาพและอุบัติเหตุจากการทำงาน และในการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสนั้น สามารถก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของเจ้าหน้าที่สาธารณสุข ดังนี้

1. การติดเชื้อจากการการสัมผัสเลือดและเซรั่มของผู้ที่รับการตรวจคัดกรอง
2. การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ เช่น หลอดฮีมาโตคริตบาดมือ หรือกระเด็นเข้าตาจากการหักหลอดฮีมาโตคริตเพื่อนำน้ำเหลืองที่แยกส่วนแล้วออกจากหลอด ปฏิกิริยาของผู้ตรวจคัดกรองขณะเจาะเลือด เช่น ปัดมือ สะดุ้ง ทำให้เข็มทิ่มตำเจ้าหน้าที่ที่ตรวจคัดกรองได้
3. ความเครียดจากการตรวจคัดกรอง และแปลผลให้กับผู้ตรวจคัดกรองจำนวนมาก

แนวทางการป้องกันความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเพื่อให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในหน่วยบริการปฐมภูมิ ที่ทำหน้าที่ตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส มีความปลอดภัยในการทำงาน จึงควรปฏิบัติตามแนวทางการป้องกันความเสี่ยง ดังนี้

1. ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลทุกครั้งที่มีการตรวจคัดกรอง ได้แก่ ถุงมือแพทย์ แว่นตา เป็นต้น
2. ใช้อุปกรณ์อื่นแทนการหักหลอดฮีมาโตคริต เช่น ใช้ลวดหรือไม้ที่มีขนาดพอดีกับหลอดใช้ในการดันน้ำเหลืองแทน
3. ควรมีการชี้แจง ทำความเข้าใจกับผู้ตรวจคัดกรองว่าจะต้องมีการเจาะเลือดและใช้ความระมัดระวังในการเจาะ
4. ควรมีการวางแผนการตรวจคัดกรอง เพื่อสามารถบริหารเวลาในการเจาะและแปลผลได้

คำถามที่พบบ่อย

Q : ต้องการทราบรายละเอียดผลิตภัณฑ์กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

A : กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ใช้สำหรับตรวจหาปริมาณเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ของการเฝ้าระวังและติดตามอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำพวกออร์กาโนฟอสฟอรัสและคาร์บาเมตบางตัว

Q : เจาะเลือดให้น้ำเหลืองตกตะกอนค้างคืนได้หรือไม่ ทำ ให้ผลคัดกรองผิดหรือไม่

A : ไม่ควรเจาะเลือดทิ้งไว้ค้างคืน เพราะเลือดจะเสีย (เน่า) ถ้าจำเป็นจริง ๆ ไม่สามารถตรวจได้ในขณะนั้น สามารถนำไปแช่เย็นในตู้เย็น (อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ได้และห้ามแช่ในช่องแช่แข็ง) ปกติเมื่อเจาะเลือดเสร็จแล้วและยังไม่มีเวลาปั่นเลือด หรือไม่มีเครื่องปั่นสามารถตั้งหลอดฮีมาโตคริตในแนวดิ่งนานประมาณ 2 ชั่วโมง เม็ดเลือดแดงก็จะตกตะกอนนอนก้น และนำเอาน้ำเหลืองมาใช้ทดสอบได้

Q : การเลือกใช้หลอดฮีมาโตคริต (จุดสีแดง ผ่านหรือไม่ผ่าน)

A : การสังเกตหลอดฮีมาโตคริตที่มีสารกันเลือดแข็งตัว หลอดฮีมาโตคริต จะมี 2 แบบคือ
1. หลอดฮีมาโตคริต ที่มีวงแถบสีน้ำเงิน เป็นหลอดที่ไม่ได้เคลือบสารกันเลือดแข็ง
2. หลอดฮีมาโตคริต ที่มีวงแถบสีแดง เป็นหลอดที่มีสารกันเลือดแข็งเคลือบอยู่

ให้เลือกใช้หลอดฮีมาโตคริตสีแดง เพราะเป็นหลอดที่เคลือบสารกันเลือดแข็งไว้แล้ว เวลาเจาะเลือดจะไม่ทำให้เลือดแข็งตัวและสะดวกในการปั่นแยกน้ำเหลือง ณ เวลานั้น และไม่จำเป็นต้องเจาะเลือดให้เลือดไหลผ่านวงแถบสีแดง

Q : กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส หากไม่ได้แช่ตู้เย็นหรือรักษาอุณหภูมิ ขณะใช้งานภาคสนามจะทำให้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสเสื่อมคุณภาพหรือไม่ ถ้าใช้ครั้งนั้นไม่หมด สามารถนำไปใช้ครั้งต่อไปได้หรือไม่

A : หากไม่มีการรักษาอุณหภูมิ กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสไม่ได้เสื่อมคุณภาพในทันทีแต่หากไม่ได้มีการรักษาอุณหภูมิเป็นเวลานาน ก็จะทำให้เสื่อมคุณภาพเร็วขึ้นจากอายุการใช้งาน 2 ปี อายุการใช้งานก็จะลดลง

Q : ในขณะที่ออกภาคสนามต้องเก็บขวดกระดาษโคลีนเอสเตอเรสอย่างไร

A : ควรปิดฝาขวดให้แน่นสนิท เก็บไว้ในที่แห้ง และไม่ให้ถูกแสง ใส่กล่องโฟมปิดสนิท หรือกระติกที่ใส่น้ำแข็งเพื่อให้มีอุณหภูมิประมาณ 4 - 8 องศาเซลเซียส และหลังจากเสร็จจากภาคสนามให้รีบเก็บแช่ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 - 8 องศาเซลเซียสทันที

Q : กระดาษโคลีนเอสเตอเรส โดยปกติมีอายุผลิตภัณฑ์กี่ปี และเก็บรักษาอย่างไร

A : ผลิตภัณฑ์มีอายุการใช้งาน 2 ปีนับจากวันผลิต การเก็บรักษาควรปิดฝาขวดให้แน่นสนิทเก็บไว้ในที่แห้ง อุณหภูมิ 4 - 8 องศาเซลเซียส (ตู้เย็น) และไม่ให้ถูกแสง

Q : การอ่านผลกระดาษโคลีนเอสเตอเรส ควรอ่านผลที่กี่นาที และแปลผลอย่างไร

A : เมื่อหยดน้ำเหลืองบนกระดาษแล้วตั้งทิ้งไว้ 7 นาที และอ่านผลโดยเทียบสีที่เปลี่ยนแปลงกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน

1. สีของกระดาษทดสอบเป็นสีเขียวเหลืองจนถึงสีเหลือง แสดงว่าปลอดภัย
2. สีของกระดาษทดสอบเป็นสีเขียว แสดงว่ามีแนวโน้มในการเกิดพิษจากสารกำจัดศัตรูพืช
3. สีของของกระดาษทดสอบเป็นสีเขียวน้ำเงินแสดงว่ามีแนวโน้มในการเกิดพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชสูง

Q : การวางกระดาษโคลีนเอสเตอเรส บนแผ่น Slide ควรวางได้ไม่เกินกี่แผ่น

A : สามารถวางได้ 2 - 3 แผ่น (ควรวางกระดาษทดสอบแต่ละแผ่นให้ห่างในระยะที่เท่า ๆ กัน เพื่อป้องการซึมของน้ำเหลืองจากกระดาษทดสอบแผ่นหนึ่งไปยังอีกแผ่นหนึ่ง)

Q : ขณะที่หยดน้ำเหลืองลงบนกระดาษทดสอบ ข้อควรระวังคืออะไร

A : 1. ระวังปลายหลอดแก้วขนาดเล็กสัมผัสกับกระดาษทดสอบ เพราะอาจมีผลรบกวนการแปลผล
2. น้ำเหลืองใช้เพียง 1 หยดเท่านั้น

Q : ข้อควรระวังในการใช้กระดาษทดสอบคืออะไร

A : 1. กระดาษทดสอบที่จะนำมาใช้ทดสอบต้องวางไว้ให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนเปิดขวด เพื่อป้องกันไม่ให้กระดาษชื้น ทั้งนี้ควรนำกระดาษทดสอบที่แช่เย็นมาตั้งไว้สักครู่ก่อนเปิดใช้งาน
2. การนำกระดาษทดสอบออกจากขวด ต้องใช้ปากคีบเท่านั้น ห้ามมือสัมผัสเพราะอาจมีผลรบกวนการแปลผล

Q : จะสังเกตอย่างไรว่ากระดาษทดสอบฯเสื่อมคุณภาพ

A : กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสที่มีคุณภาพดี มีลักษณะดังนี้

1. สีกระดาษทดสอบฯจะต้องเป็นสีเหลือง มีลักษณะสีสม่ำเสมอ ไม่ชื้น
2. เมื่อหยดน้ำเหลืองจะต้องเปลี่ยนเป็นสีเขียวทันที หากเป็นสีอื่นให้สันนิษฐานว่าเสื่อมคุณภาพ
3. สังเกตวันหมดอายุที่ขวดบรรจุและกล่องบรรจุ

ภาคผนวก

สมุนไพรรางจืด

สมุนไพรรางจืดเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดพิษจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช หลังจากที่มีการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช วิธีลดความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ดีที่สุด คือ การไม่สัมผัสและลดการรับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสู่ร่างกาย หากยังจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชก็ต้องเลือกใช้อย่างถูกวิธี ต้องมีการป้องกันการสัมผัสอย่างถูกต้อง และลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยการใช้สารเคมีผสมผสานกับสารอินทรีย์ หรือหากเป็นไปได้ควรเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยเลือกใช้วิธีทางธรรมชาติ หรือใช้สารอินทรีย์ในการกำจัดศัตรูพืชและบำรุงพืช ผัก ผลไม้แทน

ยารางจืด

ข้อบ่งใช้ ถอนพิษเบื่อเมา

ขนาดและวิธีใช้

ข้อมูลจาก บัญชียาจากสมุนไพรในบัญชียาหลักแห่งชาติ 2556 ได้แนะนำ ขนาดและวิธีใช้เพื่อถอนพิษเบื่อเมา โดยใช้รางจืดชนิดชง ครั้งละ 2 - 3 กรัม ชงน้ำร้อน 120 - 200 มิลลิลิตร ดื่มวันละ 3 ครั้ง ก่อนอาหารหรือเมื่อมีอาการ รางจืดชนิดแคปซูล ครั้งละ 500 มิลลิกรัม - 1 กรัม รับประทานวันละ 3 ครั้ง ก่อนอาหาร

- ในการถอนพิษเบื่อเมา ชาชงจะได้ผลดีกว่าแคปซูล เนื่องจากดูดซึมเข้ากระแสเลือดได้ดีกว่า
- ควรระวังการใช้ในผู้ป่วยเบาหวาน เพราะอาจเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ
- ควรระวังการใช้ในผู้ป่วยที่ต้องใช้ยาอื่นอย่างต่อเนื่อง เพราะยารางจืด อาจเร่งการขับยาเหล่านั้นออกจากร่างกาย ทำให้ประสิทธิผลของยาลดลง นอกจากนี้ คู่มือสมุนไพรล้างพิษของกรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก ได้แนะนำวิธีการใช้รางจืด สำหรับเกษตรกรที่สัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช อีกหลายวิธี เช่น รางจืดชนิดต้มสด ใช้ใบรางจืดแบบสด 5 - 7 ใบ ต้มกับน้ำสะอาด ดื่มครั้งละ 1 แก้ว วันละ 4 - 5 ครั้ง ชาชงสมุนไพรรางจืด ใบรางจืดหั่นฝอย ผึ่งหรืออบแห้ง รับประทานครั้งละ 6 กรัม ชงกับน้ำร้อน 1 แก้ว วันละ 1 ครั้งติดต่อกันอย่างน้อย 7 วัน ยาชงสมุนไพรรางจืด ใบรางจืดอบแห้งบดละเอียด รับประทานครั้งละ 6 กรัม ชงกับน้ำร้อน 1 แก้ว วันละ 1 ครั้งติดต่อกันอย่างน้อย 7 วัน

อย่างไรก็ตาม มีหนังสือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ที่ สธ 1010.4/ว 13331 ลงวันที่ 22 กันยายน 2558 เรื่อง ไม่อนุญาติให้ใช้รางจืดเป็นอาหารหรือส่วนประกอบของอาหาร ระบุว่า รางจืดไม่มีประวัติการบริโภคเป็นอาหาร และจากข้อมูลวิจัยพบว่า การบริโภครางจืดต่อเนื่องเป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดความผิดปกติต่อระบบเลือดและทำให้ตับและไตทำงานผิดปกติ อีกทั้งยังอาจทำให้เกิดอัตรกิริยากับยาที่ผู้บริโภคใช้อยู่เป็นประจำ ทั้งนี้ปัจจุบันยังต้องการข้อมูลสนับสนุนทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เพื่อยืนยันความปลอดภัยของรางจืดในผลิตภัณฑ์อาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจึงเห็นควรไม่อนุญาตให้ใช้รางจืดเป็นอาหารหรือส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหาร รวมทั้งเครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

วิธีการล้างผักให้ปลอดภัยจากกสารเคมี

เพื่อให้มั่นใจว่า ผัก ผลไม้ มีความปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชก่อนนำไปรับประทานหรือปรุงอาหาร ต้องนำมาล้างให้สะอาดเสียก่อน ปัจจุบันก็มีวิธีการล้างผักอยู่หลายวิธีเพื่อช่วยลดปริมาณของสารเคมีที่ตกค้างมากับผัก ผลไม้ให้มีปริมาณลดน้อยลง ซึ่งจะใช้วิธีใดก็ขึ้นอยู่กับความสะดวกและความเหมาะสมเป็นหลัก

กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2553 ได้แนะนำวิธีล้างผัก 9 วิธีดังนี้

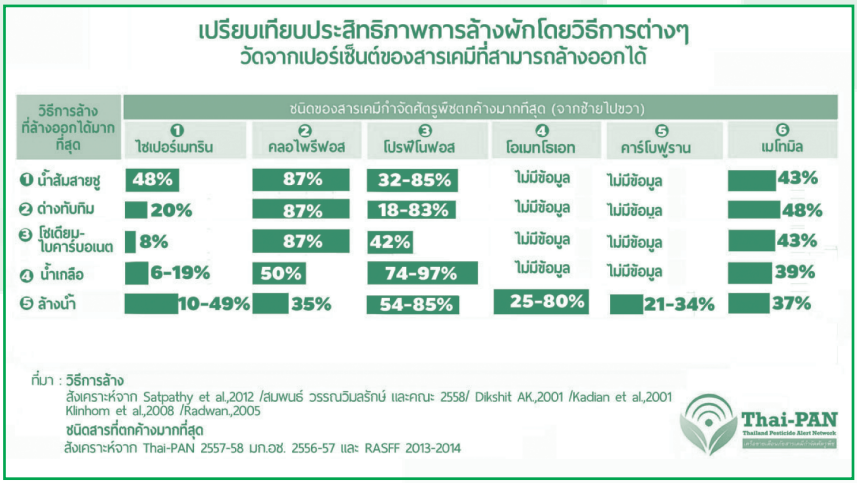
วิธีลดสารพิษตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืช	ปริมาณสารเคมีที่ลดลง
1. ใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต (เบ็คกิ้งโซดา) 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำอุ่น 1 กะละมัง (20 ลิตร) แช่นาน 15 นาที แล้วนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง	90 - 95 %
2. ใช้น้ำส้มสายชูที่มีกรดน้ำส้มความเข้มข้น 5% ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:10 เพื่อให้เหลือความเข้มข้น 0.5% (เช่น ถ้าน้ำส้มสายชู 1 ถ้วยตวงให้เติมน้ำอีก 10 ถ้วยตวง เป็นต้น) แช่นาน 10 - 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด	60 - 84 %
3. ล้างผักโดยให้ “น้ำไหลผ่าน” โดยเด็ดผักเป็นใบ ๆ ใส่ตะแกรงโปร่ง เปิดน้ำให้แรงพอประมาณใช้มือช่วยคลี่ใบผัก ล้างนาน 2 นาที	25 - 63 %

วิธีลดสารพิษตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืช	ปริมาณสารเคมีที่ลดลง
4. ลอกหรือปอกเปลือกชั้นนอกของผักออกทิ้ง เด็ดผักเป็นใบ ๆ แล้วแช่น้ำสะอาดนาน 5 - 15 นาที	27 - 72 %
5. ต้มหรือลวกผักด้วยน้ำร้อน	48 - 50 %
6. ใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 1 ช้อนชา ผสมน้ำ 4 ลิตร แช่นาน 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด	35 - 50 %
7. ใช้ด่างทับทิม 20 - 30 เกล็ด ผสมน้ำ 4 ลิตร แช่นาน 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด	35 - 43 %
8. แช่น้ำซาวข้าว นาน 10 นาที แล้วล้างด้วยด้วยน้ำสะอาด	35 - 43 %
9. ใช้เกลือป่น 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 4 ลิตร แช่นาน 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด	27 - 38 %

นอกจากนี้ เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai PAN) ได้เปิดเผยผลการศึกษาจากการรวบรวมงานศึกษาเกี่ยวกับการล้างผักจากต่างประเทศและประเทศไทยมาวิเคราะห์ จากข้อมูลชนิดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผักและผลไม้มาก และเปรียบเทียบวิธีการล้างที่สามารถล้างสารเคมีแต่ละชนิดออกได้

เปรียบเทียบประสิทธิภาพการล้างผักโดยวิธีการต่าง ๆ

วัดจากเปอร์เซ็นต์ของสารเคมีที่สามารถล้างออกได้



โดยเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ให้คำแนะนำในการล้างผัก ผลไม้ สำหรับประชาชนที่สามารถลดสารเคมีให้ได้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ล้างผักด้วยน้ำไหล เพื่อขจัดคราบของดิน สิ่งสกปรก แบคทีเรีย และเชื้อต่าง ๆ ตลอดจนสารพิษบางส่วน

2) แช่ผักและผลไม้ในน้ำส้มสายชู นาน 10 - 15 นาที ถ้าไม่มีน้ำส้มสายชูอาจใช้น้ำด่างทับทิมหรือโซเดียมไบคาร์บอเนตอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

3) ล้างด้วยน้ำสะอาดหรือน้ำไหล เพื่อชะล้างน้ำส้มสายชูและสารเคมีออกไป

(คำแนะนำนี้ จัดทำขึ้น ในวันที่ 26 มีนาคม 2558 อาจมีการปรับปรุงภายหลัง หากมีงานวิจัยและข้อมูลสถานะการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างมากขึ้นในอนาคต)

บรรณานุกรม

เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. ความ (ไม่) รู้เรื่องการล้างผักสถานการณ์ปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และการทบทวนวิธีการล้างผักผลไม้ที่เหมาะสม [ออนไลน์].แหล่งที่มา http://www.thaipan.org/sites/default/files/file/3.10_ankana.pdf [9 มิถุนายน 2558]

พิมพ์พร แดงอุบล. การศึกษาปริมาณฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพรที่ใช้ในอาหารไทย [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2550.

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. คู่มือการจัดบริการอาชีวอนามัยสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข : คลินิกสุขภาพเกษตรกร. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2556

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. คู่มือเกษตรกรเพื่อป้องกันโรคพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2551

อัญชลี จูฑะพุทธิ. รางจืด : สมุนไพรล้างพิษ. วาสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก 2543; 8 (2-3); 211 - 220

_____ .พิษภัยของสารเคมีทางการเกษตร [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://webhost.cpd.go.th/nikomcbd/download/1.พิษภัยของสารเคมีทางการเกษตร.pdf [12 มีนาคม 2558]

_____ .ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.greennet.or.th/node/265 [12 มีนาคม 2558]

_____ .รางจืด [ออนไลน์].แหล่งที่มา http://tmri.dtam.moph.go.th/heab/rangged.php [5 มิถุนายน 2558]

Akaike A, Takada-Takatori Y, Kume T, Izumi Y. Mechanisms of neuroprotective effectsof nicotine and acetylcholinesterase inhibitors: role of alpha 4 and alpha 7 receptors inneuroprotection. J Mol Neurosci. [Internet]. 2010 [cited 2015 August 1]: 40(1-2): 211 - 6.doi: 10.1007/s12031-009-9236-1.Allam AR, Sridhar G R, Thota H, Babu CS, Prasad AS, Divakar Ch. Alzheimer's diseaseand Type 2 diabetes mellitus: the cholinesterase connection?. Lipids Health Dis 2006;5: 28. doi: 10.1186/1476-511X-5-28

Askar K A, Kudi C, Moody A J. Comparison of two storage methods for the analysis of cholinesterase activities in food animals. Enzyme Res. 2010; 1: 1 - 11.

Čolović MB, Krstić DZ, Lazarević-Pašti TD, Bondžić AM, Vasić VM. Acetylcholinesterase Inhibitors: Pharmacology and Toxicology. Curr Neuropharmacol [Internet]. 2013 [cited 2015 august 1]; 11(3): 315 – 335. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3648782/.

Ellman G L, Courtney K D, Andres V, Featherstone, R M. A new and rapid colorimetricdetermination of acetylcholinesterase activity. Biochem Pharmacol. 1961; 7(2): 88 - 90.

Gordon CJ. Temperature and Toxicology: An Integrative, Comparative, and Environmental Approach. 1st ed. Florida: CRC Press; [Internet] 2005 [cited 2015 Feb 12]. Available from: http://www.amazon.com/Temperature-Toxicology-Integrative-Comparative-Environmental-ebook/dp/B001GAQ48U

Holas O, Musilek K, Pohanka M Kuca K. The progress in the cholinesterase quantification methods. Expert Opin Drug Discov. 2012; 7(12): 1207 - 23.

Jewad A M , Yasser OM, Nabi Awad N A. Evaluation of Serum Cholinesterase Activity, Lipid Peroxidation and Lipids Profile in Type 2 Diabetes Mellitus. Iraqi National Journalof Chemistry [Internet]. 2011, [cited 2015 Feb 16]; 42: 283 - 8 http://www.docstoc.com/docs/151567697/Evaluation-of-Serum-Cholinesterase-Activity_-Lipid-Peroxidation-andKrupka RM; Research Institute, Canada Department of Agriculture, London, Ontario. Fluoride Inhibition of Acetylcholinesterase. 1966; Abstract; Academic Press.

McGleenon B M, Dynan K B, Passmore A P. Acetylcholinesterase inhibitors in Alzheimer'sdisease. Br J Clin Pharmacol; 1999; 48(4): 471 – 480. doi: 10.1046/j.1365-2125.1999.00026.x.Sim MK, Chua ME. Inhibition of acetylcholinesterase by various opioids.Clin Exp Pharmacol Physiol. [Internet]. 1986 [cited 2015 august 1]; 3(2): 159 - 62. Available from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2940040

Steven Gilbert. Cholinesterase Inhibitor [Internet]; Toxipedia [updated 2014 May 16; cited 2015 Feb 12]. Available from: http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/Cholinesterase+Inhibitor.

Tomlinson G, Mutus B, McLennan I.Activation and inactivation of acetylcholinesterase by metal ions. Can J Biochem. [Internet]. 1981 [cited 2015 August 1]: 59(9): 728 - 35. Available from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7317819.

กรมควบคุมโรค
สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
http://envocc.ddc.moph.go.th

คณะที่ปรึกษา และคณะผู้จัดทำ

คณะที่ปรึกษา

1. ดร.นพ. ปรีชา	เปรมปรี	ผู้อำนวยการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
2. นางวีณา	ภักดีสิริวิชัย	รองผู้อำนวยการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
3. รศ.ดร.พรพิมล	กองทิพย์	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
4. นางเยาวลักษณ์	พุฒซ้อน	นักการตลาด องค์การเภสัชกรรม
5. นางผกาสินี	คล้ายมาลา	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรกรมวิชาการเกษตร
6. นางประภาศรี	เติมวิชชากร	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ (ข้าราชการบำนาญ)

คณะผู้จัดทำ

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

1. นางสาวเพ็ญศรี	อนันตกุลนธี	รักษาการในตำแหน่งนักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ
2. ดร.นลินี	ศรีพวง	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ
3. ดร.ศิริพร	สิงห์ทอง	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
4. นางคนึงนิจ	นิชานนท์	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ
5. นางสาวชนิตา	โลหะภากร	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ
6. นางศิริภาพร	ภูโยฤทธิ์	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ
7. นายธวัชชัย	รักษานนท์	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ

สถาบันราชประชาสมาสัย

1. นางนิตยา	พูลสวัสดิ์	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
2. นายสุทธิศักดิ์	งามวชิราพร	นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการ