

Journal of Medical Globalization

Bangkokthonburi University, Thailand

Editorial

❖ The value of an independent study

Yosananda Chantravekin

Original Article

❖ Analysis of stagnant floodwater quality after treatment with Effective Microorganisms (EM) Balls

Amporn Krobthong, Supranee Watpathomsub

❖ Unraveling the genetic diversity of local Thai Cannabis strains using Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) molecular markers

Rungroj Kraisittipant, Orawan Jaihar, Kritsada Funnumcharoensab, Thawatchai Kraithongsuk, Wikrom Panleng, Chalermwit Kunsiri, Kamonwan Pudkaew, Krittaya Supamitr, Peerapong Noopayan, Kanchana Kanchanapradit, Apicha Chailek, Suphanat Detraksa, Arnat Tancho and Nalinrat Worachotphudinun

❖ The medical potentials of earthworm extracts and opportunities in Thailand

Rungroj Kraisittipant, Orawan Jaihar, Kritsada Funnumcharoensab, Thawatchai Kraithongsuk, Wikrom Panleng, Chalermwit Kunsiri, Kamonwan Pudkaew, Krittaya Supamitr, Peerapong Noopayan, Kanchana Kanchanapradit, Suphanat Detraksa, Somdet Srichairatanakool, Waraphas Nontati, Arnat Tancho and Nalinrat Worachotphudinun

❖ Basic statistics for health science research: the study design and measurement scale

Yosananda Chantravekin



คุณค่าของการค้นคว้าอิสระ

The value of an independent study

ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมรากเทียมของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ หนึ่งปีนั้น ส่วนใหญ่นักศึกษามักเลือกแผนการศึกษา ข ซึ่งจะจบการศึกษาด้วยการค้นคว้าอิสระ (independent study) การเรียนในแผนการศึกษานี้มีกระบวนการที่แตกต่างจากแผนการศึกษา ก ที่ต้องทำวิจัยและมีการตีพิมพ์เผยแพร่ตามเกณฑ์ ในหลายๆสถาบันจะมีความรู้สึว่าการค้นคว้าอิสระจะเป็นกระบวนการที่ง่ายกว่าการทำวิจัย แต่จากประสบการณ์ส่วนตัวของกระผมที่ได้ดูแลการค้นคว้าอิสระของหลักสูตรมานานหลายปี และทางหลักสูตรเองก็ได้มีการปรับปรุงการค้นคว้าอิสระในช่วงหลายปีที่ผ่านมา กระผมมีความรู้สึว่าการค้นคว้าอิสระในหลักสูตรของเราได้ผลลัพธ์ที่มีประโยชน์ต่อการใช้งานจริงเป็นอย่างมาก จึงใคร่ขอโอกาสนี้มาแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับท่านผู้อ่านครับ

ในช่วงปีแรกของหลักสูตร การค้นคว้าอิสระจะเป็นลักษณะ narrative review ตัวอย่างเช่น หากเลือกหัวข้อค้นคว้าอิสระเป็นเรื่องภาวะแทรกซ้อนของรากฟันเทียม นักศึกษาจะต้องสืบค้นและอัปเดตข้อมูลตั้งแต่การจำแนกภาวะแทรกซ้อน สาเหตุการเกิด ปัจจัยเสี่ยง ไปจนถึงแนวทางการรักษาและผลลัพธ์การรักษาแบบต่างๆ แม้การค้นคว้าอิสระในลักษณะนี้จะมีประโยชน์ในทางปฏิบัติ แต่ในบางครั้ง องค์ความรู้ที่นักศึกษาอัปเดตอาจไม่มีความแตกต่างจากที่เขียนในตำรามาตรฐานมากนัก ทำให้ภายหลังทางหลักสูตรมีการปรับรูปแบบให้เน้นไปที่ประเด็นที่มีความจำเพาะมากยิ่งขึ้น โดยใช้หลักของ PICO (Problem-Intervention-Comparison-Outcome) ในการกำหนดหัวข้อของการค้นคว้าอิสระ รวมทั้งมีการใช้เครื่องมือในการกลั่นกรองคุณภาพงานวิจัย ทำให้ผลการศึกษาดูตอบโจทย์ปัญหาทางคลินิกได้อย่างตรงประเด็น มีความน่าเชื่อถือใกล้เคียงกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review)



กระผมมีโอกาสเข้าฟังการบรรยายทั้งระดับชาติและนานาชาติในหลายๆ เวที หลายๆ ครั้งวิทยากรจะนำเสนอเทคนิค หรือการเลือกแนวทางการรักษาที่ไม่สอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนหนึ่งเป็นการสะท้อนความสามารถหรือศักยภาพของวิทยากร แต่ในขณะเดียวกันสิ่งที่ผู้ฟังได้รับ หรือ “take home message” นั้น จะต้องพิจารณาด้วยความระมัดระวังเป็นอย่างมาก ผู้ฟังต้องพิจารณาทั้งในแง่ความสามารถหรือประสบการณ์ของตัวผู้ฟังเองซึ่งอาจไม่เท่าเทียมวิทยากร รวมทั้งศักยภาพของสถานที่ปฏิบัติงานของผู้ฟังก็อาจไม่สามารถรองรับภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งตรงนี้ ผลที่ได้จากการค้นคว้าอิสระในเรื่องนั้นๆ น่าจะเข้ามามีส่วนช่วยการตัดสินใจทางคลินิก (clinical decision making) ได้ครับ ทั้งนี้เพราะการค้นคว้าอิสระของเราใช้แนวทางการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ เป็นการรวบรวมผลงานวิจัยจากหลายสถาบัน ลดความลำเอียงของผลการศึกษา รวมทั้งผู้ที่ให้การรักษานั้นมีความหลากหลาย ไม่ได้เป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีประสบการณ์สูงเพียงอย่างเดียว ทำให้ผลลัพธ์การรักษาที่เป็นข้อสรุปที่ได้จากการค้นคว้าอิสระของเราเป็นสิ่งที่คาดหมายได้



กล่าวโดยสรุป การค้นคว้าอิสระในสาขาวิชาทันตกรรมรากเทียมของเราซึ่งได้มีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ได้ผลการศึกษาที่น่าเชื่อถือ สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจทางคลินิก และน่าจะมีส่วนช่วยให้การวางแผนการรักษาทางทันตกรรมรากเทียมมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย เป็นประโยชน์ต่อทั้งตัวผู้ป่วยและวงการวิชาชีพของเราครับ

Analysis of stagnant floodwater quality after treatment with Effective Microorganisms (EM) balls

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำท่วมขังภายหลังการบำบัดด้วยก้อนจุลินทรีย์อีเอ็ม

อัมพร กรอบทอง, สุปรานี วัฒนปฐมทรัพย์

Amporn Krobthong, Supranee Watpathomsub

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพพรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร

เขต/แขวงทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10170 ประเทศไทย

Department of Premedical Science, Faculty of Medicine, Bangkokthonburi University

Thawi Watthana District, Bangkok 10170, Thailand.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำท่วมขังที่ได้รับการบำบัดด้วยการเติมจุลินทรีย์อีเอ็ม โดยใช้ก้อนอีเอ็มในการบำบัดน้ำเสียจากการท่วมขังในพื้นที่เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานาน ผลการวิจัยพบว่า การบำบัดน้ำท่วมขังในแหล่งน้ำจริงและในห้องทดลองด้วยก้อนอีเอ็มสามารถลดค่าพารามิเตอร์บางประการได้ เช่น ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในบางแหล่งน้ำ แต่ในบางกรณีค่าบีโอดี กลับเพิ่มขึ้นหลังจากการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม การบำบัดน้ำด้วยอีเอ็มในห้องปฏิบัติการพบว่า น้ำมีสีขุ่น กลิ่นเหม็น และการขาดออกซิเจนในน้ำในบางแหล่งน้ำที่บำบัด ทำให้ค่าดีโอต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การบำบัดน้ำท่วมขังด้วยก้อนอีเอ็มไม่สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในบางกรณี โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูล การใช้ก้อนอีเอ็มในแหล่งน้ำจริงไม่เพียงแต่ช่วยปรับปรุงค่าพารามิเตอร์บางประการ เช่น ค่าความขุ่นและแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในบางกรณีเท่านั้น แต่ยังพบว่าในบางแหล่งน้ำระดับคุณภาพน้ำหลังการบำบัดกลับยังไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของค่าบีโอดี และการลดลงของค่าดีโอ ซึ่งส่งผลให้ผลลัพธ์จากการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็มในบางกรณียังไม่สามารถพึ่งพาได้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ การศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้ โดยเฉพาะในการพัฒนาเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียจากการท่วมขังในพื้นที่ต่างๆ ที่ประสบปัญหาน้ำท่วม โดยการใช้จุลินทรีย์อีเอ็ม ซึ่งสามารถนำไปใช้ในระดับชุมชนเพื่อแก้ไขปัญหา น้ำท่วมขังได้อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาการวิจัยเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของก้อนอีเอ็มในการบำบัดน้ำเสีย โดยการปรับปรุงสูตรหรือเพิ่มส่วนผสมที่สามารถช่วยลดค่าความขุ่นและการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการบำบัดน้ำเสียในอนาคต

คำสำคัญ:

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำท่วมขัง, การบำบัด, จุลินทรีย์อีเอ็ม

Correspondence to: Supranee Watpathomsub

Department of Premedical Science

Faculty of Medicine, Bangkokthonburi University

E-mail: supranee.wat@bkkthon.ac.th

J Med Glob 2025 Sep; 4(3)

Website: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JMedGlob>

ISSN: 2821-918X (Online)

How to site this article: Amporn Krobthong, Supranee Watpathomsub. Analysis of stagnant floodwater quality after treatment with Effective Microorganisms (EM) balls. J Med Glob. 2025 Sep; 4(3): 52 – 61.

Abstract

This study aimed to evaluate the quality of stagnant floodwater after treatment with Effective Microorganisms (EM) balls in flood-prone areas of Thawi Watthana District, Bangkok, Thailand. Water samples were collected from three stagnant floodwater sites and treated with EM ball under both field and laboratory conditions for one month. Physical, chemical, and microbiological parameters, including pH, turbidity, biochemical oxygen demand (BOD), dissolved oxygen (DO), total Kjeldahl nitrogen (TKN), total phosphorus, and total coliform bacteria, were determined before and after treatment. The results showed that EM ball improved certain water quality parameters in field conditions, particularly by reducing total coliform bacteria by approximately 7–29-fold in two sampling sites and improving water clarity. However, laboratory-treated samples exhibited higher BOD values (up to 290 mg/L) and lower DO levels (less than 1.0 mg/L), indicating deterioration in water quality under confined conditions. In addition, total coliform bacteria increased substantially in laboratory-treated samples, whereas field-treated samples showed variable responses depending on environmental conditions. These findings indicated that EM ball alone could not consistently improve the quality of stagnant floodwater and that their treatment efficiency depended on the characteristics of the water body and surrounding environmental conditions. Further studies should optimize EM ball formulations, treatment duration, and field application strategies to enhance their effectiveness for sustainable floodwater management. Future research should optimize EM ball formulations, investigate appropriate treatment durations, and evaluate their effectiveness under varying environmental conditions and pollution levels to enhance their practical application for treating stagnant floodwater.

Keywords: Stagnant floodwater, Water quality, Effective Microorganisms (EM) balls, Floodwater treatment

บทนำ

ประเทศไทยมักประสบปัญหาน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของประชาชนในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในเขตชุมชนที่ระบบระบายน้ำไม่เพียงพอ ทำให้น้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม ทั้งกลิ่นเหม็น น้ำเน่าเสีย และการสะสมของสิ่งโสโครกต่างๆ บริเวณผิวดินและถนน ทำให้เกิดแหล่งเพาะพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เช่น โรคท้องร่วง โรคผิวหนัง และโรคจากการสัมผัสน้ำที่มีการปนเปื้อน ซึ่งเป็นภัยต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่น้ำท่วมขัง การบำบัดน้ำท่วมขังจึงเป็นการแก้ไขปัญหาที่สำคัญเพื่อให้เกิดความสะอาดและปลอดภัยจากการปนเปื้อนในน้ำ โดยเฉพาะการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการท่วมขังในพื้นที่ที่มีการระบายน้ำไม่ดี วิธีหนึ่งที่มีความสนใจและมีการใช้อย่างแพร่หลายคือการใช้ Effective Microorganisms (EM) หรือ จุลินทรีย์อีเอ็ม

ซึ่งเป็นการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากการท่วมขังในแหล่งน้ำต่าง ๆ EM ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ ลดการสะสมของสารพิษ และช่วยปรับปรุงสภาพน้ำให้สะอาดขึ้น⁽¹⁻⁴⁾

EM ball หรือ ก้อนอีเอ็ม เป็นการนำจุลินทรีย์มาผสมกับน้ำตาลและวัสดุธรรมชาติต่างๆ เป็นวิธีการหนึ่งที่มีความนิยมในการใช้บำบัดน้ำเสียจากการท่วมขัง ก้อนอีเอ็มจะถูกโยนลงในแหล่งน้ำที่มีการท่วมขัง โดยจุลินทรีย์ที่มีในก้อนอีเอ็มจะทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค และปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมีความยั่งยืน งานวิจัยหลายงานได้ศึกษาและยืนยันถึงประสิทธิภาพของการใช้ EM ball ในการบำบัดน้ำเสีย ตัวอย่างเช่น Velmurugan และ Pandian ที่ศึกษาการใช้ EM ในการบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมการผลิต

แบ่งเปี้ยก พบว่า EM ช่วยลดการปนเปื้อนของน้ำและช่วยรักษาคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับการใช้งานในภาคเกษตรกรรม⁽⁵⁾ นอกจากนี้การศึกษาของ Higa ได้ชี้ให้เห็นถึงการนำ EM ในการฟื้นฟูคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อน โดยเฉพาะการใช้ EM ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมและน้ำท่วมขังที่มีสารอินทรีย์และจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายในประเทศไทย⁽³⁾ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ก้อนอีเอ็ม ในการบำบัดน้ำท่วมขังในเขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีกมลพิษปัญหา น้ำท่วมขังเป็นประจำ ผลการศึกษานี้จะช่วยเพิ่มความเข้าใจในประสิทธิภาพของ EM ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั้งในแง่กายภาพ เคมี และชีววิทยา รวมถึงสามารถใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาวิธีการบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ต่างๆ ที่ประสบปัญหา น้ำท่วมขัง อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ามีการใช้ก้อนอีเอ็ม บำบัดน้ำเสียอย่างแพร่หลาย แต่ยังไม่มียางานการศึกษา ประสิทธิภาพของการใช้ก้อนอีเอ็ม บำบัดน้ำเสียเนื่องจากการท่วมขังในเชิงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลชีววิทยาของน้ำท่วมขังในเขตทวีวัฒนาและพื้นที่ใกล้เคียง คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำท่วมขังในเขตทวีวัฒนาและพื้นที่ใกล้เคียงที่ได้รับการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม เพื่อเป็นข้อมูลและเป็นประโยชน์ต่อชุมชนในท้องถิ่นต่อไป⁽⁵⁻⁸⁾ การวิจัยครั้งนี้มีความสำคัญในการนำเทคโนโลยีก้อนอีเอ็ม มาใช้ในพื้นที่ท้องถิ่น เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำท่วมขังอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลที่ สำคัญในการส่งเสริมการใช้ EM ในการบำบัดน้ำเสียในประเทศไทยและประเทศอื่นๆ ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังและน้ำเสียจากการท่วมขังได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาในครั้งนี้จึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาแนวทางการบำบัดน้ำเสียในอนาคต โดยใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสามารถนำไปใช้ได้จริงในหลายชุมชนที่ประสบปัญหาน้ำท่วมขัง

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำท่วมขังด้วย Effective Microorganisms (EM) โดยใช้ก้อนอีเอ็ม ในการบำบัดน้ำเสียจากน้ำท่วมขังในพื้นที่เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร งานวิจัยนี้จะเน้นไปที่การศึกษาผลกระทบของการใช้ก้อนอีเอ็ม ที่มีส่วนผสมของจุลินทรีย์หลากหลายชนิด

ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำท่วมขังจากทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีววิทยา โดยจะทดสอบในแหล่งน้ำจริงและห้องปฏิบัติการ การศึกษาจะดำเนินการในระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่การเก็บตัวอย่างน้ำจนถึงการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการบำบัดน้ำท่วมขัง ขอบเขตงานวิจัยนี้จะครอบคลุมถึงการเก็บตัวอย่างน้ำท่วมขังจากแหล่งน้ำ 3 แหล่งในเขตทวีวัฒนา การบำบัดน้ำด้วยก้อนอีเอ็ม และการประเมินผลโดยใช้พารามิเตอร์ต่าง ๆ รวมถึงการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนและหลังการบำบัด นอกจากนี้ยังจะประเมินประสิทธิภาพของก้อนอีเอ็ม ในการลดปริมาณสารอินทรีย์, การปรับปรุงค่าความขุ่น, การเพิ่มค่า OD (Oxygen Demand) และการลดปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้จะจำกัดการศึกษาไปที่การบำบัดน้ำท่วมขังในพื้นที่เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร โดยเลือก 3 แหล่งน้ำที่มีปัญหาน้ำท่วมขังเป็นประจำในการศึกษาผลกระทบของการใช้ก้อนอีเอ็ม ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ซึ่งจะมีการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่งที่มีการท่วมขังมานานกว่า 1 เดือน การศึกษาในครั้งนี้จะดำเนินการในห้องปฏิบัติการที่คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร และการทดสอบในแหล่งน้ำจริงที่พื้นที่ท่วมขัง ซึ่งจะใช้เวลาในการบำบัดน้ำท่วมขังด้วยก้อนอีเอ็ม ในห้องปฏิบัติการและในแหล่งน้ำจริงเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในพารามิเตอร์ทางกายภาพ เคมี และชีววิทยาหลังจากการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม

ขอบเขตการศึกษาของงานวิจัยนี้จะไม่ครอบคลุมการศึกษาผลกระทบจากการใช้งานในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังที่มีสารพิษหรือสารเคมีในระดับสูง หรือในพื้นที่ที่มีปัญหาการปนเปื้อนที่ซับซ้อน เช่น พื้นที่อุตสาหกรรมหรือพื้นที่ที่มีมลพิษสูงจากกิจกรรมต่าง ๆ การศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นการทดสอบและประเมินผลการใช้ก้อนอีเอ็ม ในการบำบัดน้ำท่วมขังในพื้นที่ชุมชน และใช้ผลลัพธ์ที่ได้ในการปรับปรุงวิธีการบำบัดน้ำท่วมขังในชุมชนอื่น ๆ ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังคล้ายกัน

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำท่วมขังด้วย Effective Microorganisms โดยการใช้ก้อนอีเอ็ม ในการบำบัดน้ำเสียจากการท่วมขังในพื้นที่เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีปัญหาน้ำท่วมขังเป็นประจำในช่วงฤดูฝน วิธีการดำเนินการวิจัย

ประกอบด้วย การเก็บตัวอย่างน้ำท่วมขังจากแหล่งน้ำ 3 แหล่ง ในพื้นที่เป้าหมาย การบำบัดน้ำท่วมขังด้วยการใช้ก้อนอีเอ็ม ทั้งในห้วงปฏิบัติการและในแหล่งน้ำจริง และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งในเชิงกายภาพ เคมี และชีววิทยา ดังนี้

1. การเก็บตัวอย่างน้ำท่วมขัง การเก็บตัวอย่างน้ำท่วมขังจากแหล่งน้ำที่มีการท่วมขังนานกว่า 1 เดือน จำนวน 3 แหล่ง ได้แก่

- คูน้ำใกล้สำนักงานเขตทวีวัฒนา (MD1)
- คูน้ำริมถนนสุภาพบุรุษ เขตทวีวัฒนา (MD2)
- คูน้ำหน้าคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัย
กรุงเทพธนบุรี (MD3)

การเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่งจะทำการเก็บที่ความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำ โดยแบ่งตัวอย่างน้ำเป็นจำนวน 3 กลุ่มเพื่อนำไปทำการทดลองในลักษณะต่างๆ ได้แก่

- ตัวอย่างน้ำที่เก็บจากแหล่งน้ำจริงก่อนการบำบัด (MDx-A)
- ตัวอย่างน้ำที่ถูกบำบัดในห้วงปฏิบัติการ (MDx-B)
- ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำจริงหลังการบำบัด (MDx-C)

2. การบำบัดน้ำท่วมขัง การบำบัดน้ำท่วมขังจะทำการทดสอบใน 2 วิธีหลัก ได้แก่ การบำบัดในห้วงปฏิบัติการและในแหล่งน้ำจริง

ในห้วงปฏิบัติการ ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่งจะถูกนำมาบำบัดในห้วงปฏิบัติการโดยการเติมก้อนอีเอ็ม ลงในน้ำในอัตราส่วน 1 ก้อนต่อน้ำ 5 ลูกบาศก์เมตร และทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1 เดือน

ในแหล่งน้ำจริงก้อนอีเอ็ม จะถูกโยนลงไปแหล่งน้ำท่วมขังจริงในอัตราส่วนเดียวกัน (1 ก้อนต่อน้ำ 5 ลูกบาศก์เมตร) โดยทิ้งไว้เป็นเวลา 1 เดือน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการบำบัดในสภาพแวดล้อมจริง

3. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งก่อนและหลังการบำบัดจะทำในด้านต่าง ๆ ⁽⁹⁾ ได้แก่

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ: สี, กลิ่น, อุณหภูมิของน้ำ, ความขุ่น (Turbidity)

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี: ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ BOD (Biochemical Oxygen Demand), ปริมาณฟอสฟอรัส (Total Phosphorus), และปริมาณไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN)

การวิเคราะห์คุณภาพทางชีววิทยา: การตรวจสอบปริมาณ

แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (Total Coliform Bacteria) โดยการใช้เทคนิค Most Probable Number (MPN)

4. การประเมินผลการบำบัด การประเมินผลการบำบัดน้ำจะทำได้โดยเปรียบเทียบค่าแต่ละพารามิเตอร์ก่อนและหลังการบำบัดในแต่ละแหล่งน้ำ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของก้อนอีเอ็ม ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะการลดปริมาณสารอินทรีย์, การเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ, และการลดปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม

วิธีดำเนินการวิจัยนี้เป็นการทดสอบในเชิงทดลองโดยการใช้ก้อนอีเอ็ม ในการบำบัดน้ำท่วมขังจากแหล่งน้ำที่มีการท่วมขังเป็นระยะเวลานาน เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ในด้านต่างๆ ของคุณภาพน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำท่วมขังด้วย EM

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษานี้ได้ทดสอบประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำท่วมขังด้วย Effective Microorganisms โดยใช้ก้อนอีเอ็ม เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งในแง่ของคุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา ทั้งในห้วงปฏิบัติการและในแหล่งน้ำจริงในพื้นที่เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ทางกายภาพทางเคมีและทางชีวภาพ เก็บตัวอย่างน้ำท่วมขังจากแหล่งที่มีการท่วมขังมานานกว่า 1 เดือน ในเขตชุมชนทวีวัฒนาและพื้นที่ใกล้เคียงจำนวน 3 แหล่ง ได้แก่ คูน้ำใกล้สำนักงานเขตทวีวัฒนา (MD1) คูน้ำริมถนนสุภาพบุรุษ เขตทวีวัฒนา (MD2) และ คูน้ำหน้าคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี (MD3) ดังรูปที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำแต่ละแหล่งที่ความลึก 1 เมตร โดยเก็บใส่ภาชนะขนาด ๆ (รูปที่ 2) ดังนี้ 1) เก็บใส่แกลอนน้ำขนาด 5 ลิตร เพื่อส่งวิเคราะห์คุณภาพน้ำทันทีหลังเก็บ 2) เก็บใส่ขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์ค่า DO และ BOD จำนวน 2 ขวด (รูปที่ 3) 3) เก็บใส่ขวดแก้ว Duran ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โดยฆ่าเชื้อบริเวณปากภาชนะด้วยความร้อนก่อนใส่ตัวอย่าง จำนวน 1 ขวด เพื่อส่งวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (Total Coliform Bacteria)



คูน้ำใกล้สำนักงานเขตทวีวัฒนา (MD1)



คูน้ำริมถนนสุภาพบุรุษ เขตทวีวัฒนา (MD2)



คูน้ำหน้าคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร (MD3)

รูปที่ 1 แหล่งเก็บตัวอย่างน้ำท่วมขัง 3 แหล่ง (MD1 – MD3)



รูปที่ 2 ภาชนะเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อส่งวิเคราะห์ตัวอย่าง



รูปที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ค่า DO

4) เก็บใส่ถังน้ำขนาด 20 ลิตร ปริมาตร 19 ลิตร จำนวน 2 ถัง เพื่อการทดลองบำบัดน้ำด้วยก้อนอีเอ็มในห้องปฏิบัติการด้วย อัตราส่วนอีเอ็ม 1 ก้อนต่อน้ำ 5 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 1 เดือน โดยเปิดฝาทิ้งตัวอย่างน้ำตลอดการทดลอง เสมือนแหล่งน้ำจริงที่สัมผัสอากาศตลอดเวลา (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 การบำบัดน้ำด้วยก้อนอีเอ็มในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 1 เดือน

หลังจากเก็บน้ำตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำจริง (ก่อนบำบัด) เพียงพอต่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว จึงโยนก้อนอีเอ็ม (รูปที่ 5) ลงในแหล่งน้ำจริงด้วยอัตราส่วนอีเอ็ม 1 ก้อนต่อน้ำ 5 ลูกบาศก์เมตร เพื่อเป็นการบำบัดน้ำท่วมขังในแหล่งจริงเป็นเวลา 1 เดือน



รูปที่ 5 ก้อนอีเอ็มที่ใช้ในงานวิจัยนี้

เมื่อบำบัดน้ำท่วมขังในแหล่งน้ำท่วมขังจริง และตัวอย่างน้ำในห้องปฏิบัติการ ด้วยก้อนอีเอ็มครบ 1 เดือน จึงเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งจริงที่ผ่านการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็มและตัวอย่างน้ำในห้องปฏิบัติการที่ผ่านการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม ส่งวิเคราะห์คุณภาพน้ำพารามิเตอร์ด้านต่าง ๆ อีกครั้ง ตัวอย่างน้ำท่วมขังแต่ละแหล่ง เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ ดังนี้

1. น้ำท่วมขังจากแหล่งจริงก่อนการบำบัด (MDx – A)
2. น้ำท่วมขังหลังการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็มในห้องปฏิบัติการ (MDx – B)
3. น้ำท่วมขังจากแหล่งจริงหลังการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม (MDx – C)

โดยที่ x = 1 - 3 ซึ่งหมายถึง แหล่งน้ำท่วมขังแหล่งที่ 1 แหล่งที่ 2 และแหล่งที่ 3 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ได้แก่ ลักษณะสี กลิ่น อุณหภูมิของน้ำ (water temperature) และสี (color) ด้านเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด (pH) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายใน

น้ำ (dissolved oxygen : DO) ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (biochemical oxygen demand : BOD) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) และปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN) และด้านทางชีวภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (Total Coliform Bacteria) ของตัวอย่างน้ำ แสดงดังตารางที่ 1 หากพิจารณาแหล่งน้ำท่วมขังในงานวิจัยนี้ พอเทียบเคียงได้กับแหล่งน้ำประเพณีที่ 3 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ในงานวิจัยนี้จึงใส่ค่ามาตรฐานของแหล่งน้ำประเพณีที่ 3 เพื่อเป็นการเปรียบเทียบค่าให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น โดย แหล่งน้ำประเพณีที่ 3 หมายถึง แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเพณี และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร⁽¹⁾ การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนการเกษตร⁽²⁾

1. คุณภาพน้ำก่อนการบำบัด

ก่อนการบำบัดด้วย ก้อนอีเอ็ม น้ำท่วมขังจากทั้ง 3 แหล่ง (MD1, MD2, MD3) พบว่ามีค่าพารามิเตอร์บางตัวที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนด โดยมีรายละเอียดดังนี้

ด้านทางกายภาพ: น้ำจากแหล่ง MD1 และ MD3 มีสีเหลืองขุ่น และมีกลิ่นเหม็น ในขณะที่น้ำจากแหล่ง MD2 มีสีเหลืองอ่อน แต่มีตะกอนและมีกลิ่นเหม็นเช่นกัน น้ำในทุกแหล่งน้ำมีความขุ่นสูง โดย MD2 และ MD3 มีค่าความขุ่นที่สูงกว่ามาตรฐาน

ด้านทางเคมี: ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำท่วมขังก่อนการบำบัดอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (pH 7-9) แต่ปริมาณ BOD (Biochemical Oxygen Demand) และฟอสฟอรัสยังสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งบ่งชี้ถึงการมีสารอินทรีย์และสารพิษในน้ำ

ด้านทางชีววิทยา: ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (Total Coliform Bacteria) ในทุกแหล่งน้ำสูงกว่ามาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำ MD1 และ MD2 ที่มีจำนวนแบคทีเรียสูงมากถึง 540,000 MPN/100 mL และ 490,000 MPN/100 mL ตามลำดับ

2. การบำบัดน้ำท่วมขังด้วย ก้อนอีเอ็ม

หลังจากทำการบำบัดน้ำท่วมขังด้วย ก้อนอีเอ็ม เป็นเวลา 1 เดือน พบผลการเปลี่ยนแปลงในหลายพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญ ดังนี้

ด้านทางกายภาพ: การบำบัดน้ำท่วมขังด้วย ก้อนอีเอ็ม ส่งผลให้สีของน้ำจากแหล่ง MD1, MD2 และ MD3 มีความใสขึ้น โดยแหล่ง MD1 และ MD2 มีการปรับปรุงสีและความขุ่นในทางที่ดีขึ้นหลังจากการบำบัด ขณะที่แหล่ง MD3 มีการลดความขุ่น และมีกลิ่นเหม็นลดลงอย่างชัดเจน

ด้านทางเคมี: ค่า pH: การบำบัดด้วย ก้อนอีเอ็ม พบว่าค่า pH ของน้ำจากทั้งสามแหล่งน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (ระหว่าง 7-8) โดยแหล่ง MD2 มีค่า pH เพิ่มขึ้นจาก 7.72 เป็น 8.53 หลังจากการบำบัด ซึ่งบ่งชี้ว่ามีการปรับสมดุลกรด-ด่างที่ดีขึ้น

BOD: ค่า BOD ของน้ำจากแหล่ง MD1, MD2 และ MD3 หลังจากการบำบัดด้วย ก้อนอีเอ็ม ยังสูงกว่าค่ามาตรฐาน แต่ลดลงจากเดิมมาก ตัวอย่างเช่น น้ำจากแหล่ง MD1 ก่อนการบำบัดมีค่า BOD สูงถึง 25 mg/L แต่หลังการบำบัดลดลงเหลือ 6 mg/L และในแหล่ง MD2 ค่าลดลงจาก 122 mg/L เป็น 8 mg/L

DO: การบำบัดน้ำท่วมขังด้วย ก้อนอีเอ็ม พบว่าในบางแหล่งน้ำค่า DO สูงขึ้น เช่น แหล่ง MD2 ที่ค่า DO เพิ่มขึ้นจาก 0.0 mg/L เป็น 7.3 mg/L แต่ในบางแหล่งน้ำที่มีการบำบัดในห้องปฏิบัติการพบค่า DO ยังคงต่ำกว่ามาตรฐาน เช่น ในแหล่ง MD1 ที่ค่า DO ลดลงถึง 0 mg/L ซึ่งหมายความว่าในบางกรณีการบำบัดอาจไม่สามารถคืนค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้อย่างเต็มที่

ด้านทางชีววิทยา: Total Coliform Bacteria: การบำบัดด้วย ก้อนอีเอ็ม ส่งผลให้จำนวนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในน้ำจากแหล่ง MD2 และ MD3 ลดลงอย่างเห็นได้ชัด เช่น จาก 490,000 MPN/100 mL ลดลงเหลือ 9,200 MPN/100 mL ในแหล่ง MD2 และจาก 160,000 MPN/100 mL ลดลงเหลือ 1,700 MPN/100 mL ในแหล่ง MD3 แต่ในแหล่ง MD1 การบำบัดกลับพบว่าปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นจาก 540,000 MPN/100 mL เป็น 1,300 MPN/100 mL ซึ่งเป็นผลที่ไม่คาดคิด

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพของน้ำท่วมขังทั้ง 3 แหล่ง ก่อนการบำบัดและหลังการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม

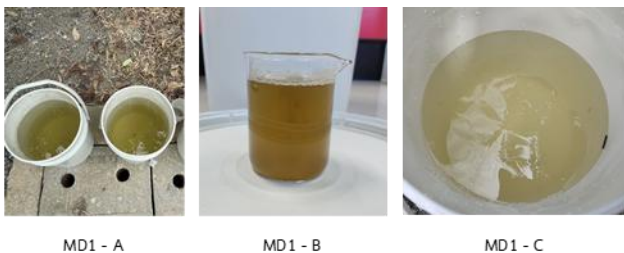
คุณภาพน้ำ	คุณภาพน้ำในแหล่ง น้ำประปาที่ 3*	แหล่งที่ 1 (MD1)			แหล่งที่ 2 (MD2)			แหล่งที่ 3 (MD3)		
		MD1 - A	MD1 - B	MD1 - C	MD2 - A	MD2 - B	MD2 - C	MD3 - A	MD3 - B	MD3 - C
ทางกายภาพ										
ลักษณะ สี กลิ่น		สีเหลืองอ่อน มีตะกอน	สีน้ำตาลเข้ม กลิ่นเหม็น	สีเหลืองอ่อน มีตะกอน	สีเหลืองอ่อน ใส	สีน้ำตาลขุ่น กลิ่นเหม็น มีตะกอน	สีเหลืองขุ่น มีตะกอน	สีเหลือง ขุ่น	สีน้ำตาลเข้ม ขุ่น กลิ่นเหม็น มีตะกอน	สีเหลือง ใส มีกลิ่นเหม็น มีตะกอน
อุณหภูมิ (°C)	ไม่สูงกว่าอุณหภูมิตาม ธรรมชาติเกิน 3 °C	29.0	29.0	28.0	25.0	27.0	27.0	25.0	27.0	27.0
Turbidity (NTU)	-	7	116	14	6	88	3.7	14	38	12.6
ด้านทางเคมี										
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.0 - 9.0	8.06	8.19	6.9	8.53	7.72	8.16	8.53	7.37	7.73
BOD (mg/L)	≤ 2.0	6	25	8	3	122	8	5	290	4
TKN (mg/L)	-	2.8	50.7	1.1	2.0	52.1	5.6	2.2	52.1	2.8
Total PO ₄ ³⁻ - P (mg/L)	-	< 0.1	55	0.1	0.1	71.0	0.3	0.3	83	0.2
DO (mg/L)	≥ 4.0	2.3	0.0	4.0	7.3	< 1.0	7.4	2.0	< 1	2.5
ทางชีวภาพ										
Total Coliform bacteria (MPN/100mL)	≤ 20,000	1,300	540,000	54,000	9,200	490,000	1,300	160,000	1,700,000	5,400

หมายเหตุ *เทียบเคียงกับแหล่งน้ำประปาที่ 3 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

การวิเคราะห์ลักษณะน้ำ คุณภาพตัวอย่างน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ก่อนและหลังการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม

แหล่งน้ำท่วมขังแหล่งที่ 1: คูคลองใกล้สำนักงานเขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร (MD1)

ตัวอย่างน้ำจากแหล่งจริงก่อนบำบัด (MD1 - A) มีสีเหลืองอ่อน มีตะกอน (รูปที่ 6) มีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ค่าที่อ้างอิง เมื่อบำบัดด้วยก้อนอีเอ็มครบ 1 เดือน (MD1 - C) ลักษณะน้ำจากแหล่งตัวอย่างจริง สีเหลืองอ่อนและมีตะกอน เช่นกัน มีค่า BOD มากกว่าเดิมเล็กน้อย มีค่าคุณภาพน้ำทางเคมีมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างน้ำจากแหล่งจริงก่อนบำบัด (MD1 - A) ในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่อ้างอิง แต่มีค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมากขึ้น 41 เท่า ซึ่งสูงกว่าค่าอ้างอิง 2.7 เท่า กรณีของน้ำตัวอย่างที่บำบัดด้วยก้อนอีเอ็มในห้องปฏิบัติการ (MD1 - B) เมื่อครบ 1 เดือนพบของแขวนลอยคล้ายฟิล์ม ลอยอยู่ผิวน้ำ ลอยอยู่บนผิวน้ำ น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นเหม็น ความขุ่น ค่าคุณภาพน้ำทางเคมีมีค่ามากกว่าก่อนการบำบัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมากกว่าค่าอ้างอิง 27 เท่า และมีค่า DO = 0 mg/L ซึ่งหมายถึง สภาพน้ำเสีย ซึ่งลักษณะน้ำที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าสอดคล้องกับค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์

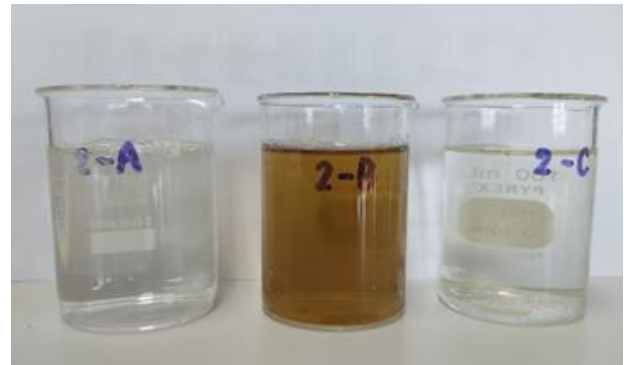


รูปที่ 6 ลักษณะตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำท่วมขัง แหล่งที่ 1 (MD1) ก่อนและหลังการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม

แหล่งน้ำท่วมขังแหล่งที่ 2: คูน้ำริมถนนสุภาพบุรุษ แขวง/เขตทวีวัฒนา (MD2)

ตัวอย่างน้ำจากแหล่งจริงก่อนบำบัด (MD2 - A) มีสีเหลืองอ่อน มีตะกอน (รูปที่ 7) มีค่า BOD = 3 mg/L ซึ่งมากกว่าค่าอ้างอิง (2 mg/L) เล็กน้อย ค่าคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพอื่น ๆ อยู่ในเกณฑ์ค่าที่อ้างอิง เมื่อบำบัดน้ำท่วมขังแหล่งที่ 2 ด้วยก้อนอีเอ็มครบ 1 เดือน (MD2 - C) ลักษณะน้ำจากแหล่งตัวอย่างจริง สีเหลือง ขุ่น และมีตะกอน

เช่นกัน มีค่า BOD มากกว่าเดิมเล็กน้อย ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มน้อยกว่าเดิมประมาณ 7 เท่า ค่าคุณภาพน้ำทางเคมีมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างน้ำจากแหล่งจริงก่อนบำบัด (MD2 - A) ในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่อ้างอิง น้ำตัวอย่างที่บำบัดด้วยก้อนอีเอ็มในห้องปฏิบัติการ (MD2 - B) เมื่อครบ 1 เดือนพบของแขวนลอยอยู่บนผิวน้ำ น้ำมีสีน้ำตาล ขุ่น กลิ่นเหม็น มีตะกอน ค่า BOD = 122 mg/L ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมากกว่าก่อนบำบัดถึง 53 เท่า และมีค่า DO < 1.0 mg/L



รูปที่ 7 ลักษณะตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำท่วมขัง แหล่งที่ 2 (MD2) ก่อนและหลังการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม

แหล่งน้ำท่วมขังแหล่งที่ 3: คูน้ำหน้าคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี (MD3)

ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำท่วมขังก่อนบำบัด (MD3 - A) มีสีเหลืองขุ่น (รูปที่ 8) มีค่า BOD = 5 mg/L ซึ่งมากกว่าค่าอ้างอิง (2 mg/L) ค่าคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพอื่น ๆ ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ค่าที่อ้างอิง ค่า DO = 2.0 mg/L ต่ำกว่าค่าอ้างอิง (4.0 mg/L) เล็กน้อย แต่มีค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม = 160,000 MPN/100 mL (มากกว่าค่าอ้างอิง 8 เท่า) เมื่อบำบัดน้ำท่วมขังแหล่งที่ 3 ด้วยก้อนอีเอ็มครบ 1 เดือน (MD3 - C) เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ น้ำมีสีเหลืองใส มีตะกอน มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย ค่า BOD ค่า DO มีค่าใกล้เคียงกับค่าก่อนบำบัด ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มน้อยกว่าก่อนบำบัดประมาณ 29 เท่า น้ำตัวอย่างที่บำบัดด้วยก้อนอีเอ็มในห้องปฏิบัติการ (MD3 - B) เมื่อครบ 1 เดือนพบของแขวนลอยอยู่บนผิวน้ำ น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม ขุ่น กลิ่นเหม็น มีตะกอน มีค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมากกว่าก่อนบำบัดถึง 10 เท่า มีค่า BOD สูงถึง 290 mg/L (BOD > 100 mg/L เป็นน้ำเสีย) และค่า DO < 1 mg/L



รูปที่ 8 ลักษณะตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำท่วมขัง แหล่งที่ 3 (MD3) ก่อนและหลังการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม

จากผลการบำบัดน้ำท่วมขังด้วย ก้อนอีเอ็ม สามารถสรุปได้ว่า ก้อนอีเอ็ม มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำท่วมขังในบางพารามิเตอร์ เช่น การปรับปรุงความขุ่นและสีของน้ำ รวมถึงการลดการปนเปื้อนจากแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำบางแหล่ง แต่ในบางกรณี เช่น ค่า BOD และ DO ในแหล่งน้ำบางแห่งยังไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งอาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น การปนเปื้อนจากสารอินทรีย์ในน้ำที่สูงเกินไป หรือสภาพแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนมากเกินไป⁽⁵⁾

ในกรณีของการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำ MD1 หลังการบำบัดด้วย ก้อนอีเอ็ม อาจเป็นผลจากการที่ ก้อนอีเอ็ม ทำให้เกิดการสลายตัวของสารอินทรีย์บางชนิดที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์ในน้ำ ซึ่งอาจส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียบางชนิดที่ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีโดยรวมแล้ว ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ก้อนอีเอ็ม สามารถใช้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำท่วมขังบางประเภท แต่ยังต้องการการศึกษาต่อไปในด้านการปรับปรุงสูตรและวิธีการใช้เพื่อให้เหมาะสมกับทุกประเภทของน้ำท่วมขังที่มีลักษณะการปนเปื้อนที่แตกต่างกัน

ผลสรุปการวิจัย

จากค่าวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านทางกายภาพ ด้านทางเคมี และด้านชีวภาพ ของแหล่งน้ำท่วมขังก่อนการบำบัดทั้ง 3 แหล่ง ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่อ้างอิง แต่ทั้ง 3 แหล่งมีค่า BOD สูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่อ้างอิง ซึ่งหมายถึงแหล่งน้ำทั้ง 3 มีสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณมาก แต่ยังไม่นับเป็นน้ำเสีย (BOD > 100 mg/L เป็นน้ำเสีย) น้ำจากแหล่งที่ 1 (MD1 - A) และ แหล่งที่ 3 (MD3 - A) มีค่า DO ต่ำกว่าค่าอ้างอิง (4 mg/L) เล็กน้อย แต่แหล่งที่ 3 นั้นมีค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใน

แหล่งน้ำผิวดิน (20,000 MPN/100 mL) ถึง 8 เท่า เหตุเพราะเป็นแหล่งน้ำท่วมขังในสถานศึกษาที่อยู่ใกล้โรงอาหาร จึงมีโอกาสปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูลจากร้านค้าโรงอาหารสู่แหล่งน้ำได้ ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำท่วมขังหลังบำบัดด้วยก้อนอีเอ็มในแหล่งน้ำจริง (MDx - C) เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าค่าคุณภาพน้ำด้านทางกายภาพ ด้านทางเคมี มีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างน้ำก่อนบำบัด แต่ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมีการเปลี่ยนแปลงไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ MD2 - C และ MD3 - C มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มน้อยกว่าเดิม 7 และ 29 เท่าเมื่อเทียบกับค่าก่อนบำบัดตามลำดับ ขณะที่จากแหล่งที่ 1 MD1 - C ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มสูงกว่าก่อนบำบัด 41 เท่า

ตัวอย่างน้ำหลังบำบัดด้วยก้อนอีเอ็มในห้องปฏิบัติการ (MDx - B) เป็นเวลา 1 เดือน ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง 3 แหล่ง พบว่ามีค่าคุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันได้แก่

- ค่า BOD มีค่าสูงกว่าน้ำท่วมขังก่อนการบำบัด โดย MD2 - B และ MD3 - B มีค่า 122 และ 290 mg/L ตามลำดับ (BOD > 100 mg/L เป็นน้ำเสีย)
- ค่า DO น้อยกว่าก่อนบำบัด โดย MD2 - B และ MD3 - B < 1 mg/L และ MD1 - B = 0 mg/L ตามลำดับ (DO = 0 mg/L เป็นน้ำเสีย)
- ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มสูงกว่าก่อนบำบัดค่อนข้างมาก โดยตัวอย่าง MD2 - B

MD3 - B และ MD1 - B มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมากกว่าก่อนบำบัด 10 53 และ 415 เท่า ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (20,000 MPN/100mL)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่บำบัดด้วยก้อนอีเอ็มในห้องปฏิบัติการ (MDx - B) และผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำท่วมขังก่อนบำบัด (MDx - A) เห็นได้ชัดว่า การใช้ก้อนอีเอ็มไม่ช่วยในการบำบัดคุณภาพน้ำท่วมขัง ทั้งนี้ระหว่างการทำวิจัย พบปัญหาฝนตกในพื้นที่ หลังจากเริ่มบำบัดแหล่งน้ำท่วมขัง ณ สถานที่จริง ด้วยก้อนอีเอ็ม จึงอาจทำให้ค่าพารามิเตอร์ชี้วัดคุณภาพน้ำของน้ำท่วมขัง ณ สถานที่จริงหลังการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็ม มีค่าคลาดเคลื่อนจากปัจจัยเนื่องจากผลของก้อนอีเอ็มเอง

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์คุณภาพน้ำท่วมขังจากการบำบัดด้วยการเติมจุลินทรีย์อีเอ็มนี้ บำบัดน้ำท่วมขัง ณ สถานที่จริงด้วยก้อนอีเอ็ม (โยนก้อนอีเอ็มลงแหล่งน้ำท่วมขัง) และเก็บตัวอย่างน้ำท่วมขังมาบำบัดด้วยก้อนอีเอ็มในห้องปฏิบัติการควบคู่กัน โดยมีการวัดค่าพารามิเตอร์ชี้วัดคุณภาพน้ำทั้งก่อนเริ่มบำบัดและหลังการบำบัดด้วยก้อนอีเอ็มด้วยอัตราส่วนเท่ากัน ดังนั้นผลการวิเคราะห์ที่ได้นี้ สามารถชี้ถึงประสิทธิภาพของก้อนอีเอ็มที่มีต่อคุณภาพน้ำในเบื้องต้น อันตอบโจทยกับวัตถุประสงค์ของโครงการได้

สำหรับการศึกษาครั้งต่อไป ควรมุ่งเน้นการพัฒนาสูตรของก้อนจุลินทรีย์อีเอ็มให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัด ทดลองในแหล่งน้ำที่มีลักษณะและระดับการปนเปื้อนที่แตกต่างกัน รวมถึงประเมินประสิทธิภาพในระยะยาวและในระดับภาคสนาม เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการน้ำท่วมขังในชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์นี้ ได้รับทุนสนับสนุนจาก นายแพทย์ปราเสริฐ ปราสาททองโอสถ แพทย์สมาคมแห่งประเทศไทยฯ

References

1. Sangakkara UR, editor. The technology of effective microorganisms: case studies of application. Tokyo: International Nature Farming Research Center; 2003.
2. Park G-S, Khan AR, Kwak Y, Hong S-J, Jung B, Ullah I, et al. An improved effective microorganism (EM) soil ball-making method for water quality restoration. Environmental Science and Pollution Research. 2016;23(2):1100-7.
3. Higa T. An earth saving revolution: Sunmark Publishing Inc.; 1996.
4. Kesari KK, Soni R, Jamal QMS, Tripathi P, Lal JA, Jha NK, et al. Wastewater treatment and reuse: a review of its applications and health implications.

2021;232(5):208.

5. Velmurugan L, Pandian KD. Recycling of wet grinding industry effluent using effective Microorganisms™ (EM). Heliyon. 2023;9(2):e13266.
6. Bustillo-Lecompte CF, Mehrvar M. Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. Journal of Environmental Management. 2015;161:287-302.
7. Rashed EM, Massoud M. The effect of effective microorganisms (EM) on EBPR in modified contact stabilization system. HBRC Journal. 2015;11(3):384-92.
8. Kannan D, Kumar SVJPotB. Effective microorganisms used in domestic effluent treatment system. 2012;28.
9. Dinu C, Scutariu RE, Vasile GG, Tenea AG, Petre J, Cruceru LVJRJoE, et al. Evaluation of wastewater quality using water quality index. 2020;2(2):99-108.

Unraveling the genetic diversity of local Thai Cannabis strains using Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) molecular markers

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของสายพันธุ์กัญชาพื้นเมืองไทยโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลอินเตอร์ซิมเพิลซีควเอนซ์รีพีต (ไอเอสเอสอาร์)

Rungroj Kraisittipanit¹, Orawan Jaihar¹, Kritsada Funnumcharoensab¹, Thawatchai Kraithongsuk¹, Wikrom Panleng¹, Chalermwit Kunsiri¹, Kamonwan Pudkaew¹, Krittaya Supamitr¹, Peerapong Noopayan¹, Kanchana Kanchanapradit¹, Apicha Chailek², Suphanat Detraksa³, Arnat Tancho⁴ and Nalinrat Worachotphudinun⁵

รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพานิชย์¹, อรวรรณ ใจหาญ¹, กฤษณา ฟุ้งนำเจริญทรัพย์¹, ธวัชชัย ไกรทองสุข¹, วิกรม พันธุ์เล่ง¹, เฉลิมวิษณุ กุลศิริ¹, กมลวรรณ พุดแก้ว¹, กฤตยา สุภมิตร¹, พีระพงศ์ หนูพยนต์¹, กาญจนา กาญจนประดิษฐ์¹, อภิชา ไชยเหล็ก², ศุภณัฐ เดชรักษา³, อาณัฐ ดันโช⁴ และ นลินรัตน์ วรโชติภูตินันท์⁵

¹Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University, Krabi Campus.

²Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University, Lampang Campus.

³Faculty of Liberal Arts, Thailand National Sports University, Krabi Campus.

⁴Maejo University, and Fellow Member of the Academy of Science, The Royal Society of Thailand.

⁵Thailand National Sports University, Yala Campus

¹คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตกระบี่

²คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตลำปาง

³คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตกระบี่

⁴มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และ ภาควิชาชีววิทยา สำนักวิทยาศาสตร์ราชบัณฑิตยสถาน

⁵มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตยะลา

Correspondence to: Rungroj Kraisittipanit

Faculty of Sports and Health Science

Thailand National Sports University

E-mail: Kraisittipanit@gmail.com

J Med Glob 2025 Sep; 4(3)

Website: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JMedGlob>

ISSN: 2821-918X (Online)

How to site this article: Rungroj Kraisittipanit, Orawan Jaihar, Kritsada Funnumcharoensab, Thawatchai Kraithongsuk, Wikrom Panleng, Chalermwit Kunsiri, Kamonwan Pudkaew, Krittaya Supamitr, Peerapong Noopayan, Kanchana Kanchanapradit, Apicha Chailek, Suphanat Detraksa, Arnat Tancho and Nalinrat Worachotphudinun. Unraveling the genetic diversity of local Thai Cannabis strains using Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) molecular markers. J Med Glob. 2025 Sep; 4(3): 62 – 72.

Abstract

Cannabis sativa, an emerging economic crop in Thailand, has been cultivated in various regions of the country. The objective of this research was to examine the genetic relationships of local Thai Cannabis strains using five inter-simple sequence repeat (ISSR) molecular markers. A total of 50 Cannabis samples were evaluated, encompassing named local strains, unidentified landraces, and a hemp variety. The analysis yielded a total of 52 DNA bands, of which 51 were polymorphic, ranging in size from 300 to 1,500 bp. Based on UPGMA cluster analysis at a genetic distance cutoff of 0.25, the accessions were clearly separated into four distinct groups. Group 1 (bootstrap score: 96.6%) comprised local landraces such as Chiang Rai Dang Kan Kew and Green Thai Stick. Group 2 (bootstrap score: 92.6%) included high-cannabinoid and regional varieties, notably the CBD strain, Kanchanaburi, and Thai Stick. Group 3 (bootstrap score: 95.8%) predominantly clustered the MJUS breeding lines alongside accessions from Sakon Nakhon and Nakhon Phanom. Group 4 (bootstrap score: 77.2%) consisted of the Isara series and Kra Le. This study demonstrated that ISSR markers are highly effective in distinguishing the genetic structure of local Thai Cannabis strains, providing valuable baseline data for germplasm conservation, phytochemical standardization, and future medical breeding programs.

Keywords: Thai cannabis, ISSR marker, Genetic diversity

บทคัดย่อ

กัญชา เป็นพืชเศรษฐกิจที่กำลังได้รับความสนใจในประเทศไทย และมีการเพาะปลูกในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสายพันธุ์กัญชาพื้นเมืองไทย โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) จำนวน 5 ไพรเมอร์ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างกัญชาทั้งหมด 50 ตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยสายพันธุ์ท้องถิ่นที่มีชื่อเรียก สายพันธุ์พื้นเมืองที่ไม่ทราบชื่อ และสายพันธุ์กัญชา ผลการวิเคราะห์พบแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 52 แถบ โดยเป็นแถบที่แสดงความหลากหลายทางพันธุกรรมจำนวน 51 แถบ มีขนาดตั้งแต่ 300 – 1,500 คู่เบส จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA ที่ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม 0.25 สามารถจำแนกตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มอย่างชัดเจน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 (ค่า bootstrap 96.6%) ประกอบด้วยสายพันธุ์พื้นเมือง เช่น Chiang Rai Dang Kan Kew และ Green Thai Stick กลุ่มที่ 2 (ค่า bootstrap 92.6%) ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่มีสารแคนนาบินอยด์สูงและสายพันธุ์จากภูมิภาคต่าง ๆ โดยเฉพาะสายพันธุ์ CBD, Kanchanaburi และ Thai Stick กลุ่มที่ 3 (ค่า bootstrap 95.8%) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสายพันธุ์ปรับปรุง MJUS ร่วมกับตัวอย่างจากจังหวัดสกลนครและนครพนม และกลุ่มที่ 4 (ค่า bootstrap 77.2%) ประกอบด้วยสายพันธุ์ในกลุ่ม Isara และ Kra Le ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายโมเลกุล ISSR มีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกโครงสร้างทางพันธุกรรมของสายพันธุ์กัญชาพื้นเมืองไทย และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการอนุรักษ์ทรัพยากรพันธุกรรม การกำหนดมาตรฐานทางพฤกษเคมี และการพัฒนาสายพันธุ์กัญชาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ในอนาคต

คำสำคัญ

กัญชาไทย, เครื่องหมาย ISSR, ความหลากหลายทางพันธุกรรม

Introduction

Cannabis (*Cannabis sativa*) has historically been cultivated for a dual purpose: as a psychoactive substance and for its fiber. In recent years, it has garnered increasing attention in Thailand, primarily due to its remarkable medicinal properties. While cannabis has been utilized across various cultures for therapeutic applications, modern scientific validation of these uses has emerged only in the past few decades, particularly concerning its efficacy in treating conditions such as chronic pain, epilepsy, and multiple sclerosis (Kumar et al., 2020). The recent legalization of medical cannabis in Thailand has sparked renewed interest in local cannabis strains, propelled by their unique genetic profiles and potential for pharmaceutical applications (Tanchob et al., 2021).

The genetic diversity inherent in *Cannabis sativa* is instrumental in determining the cannabinoid content of various strains. Strains with high concentrations of tetrahydrocannabinol (THC) are predominantly associated with psychoactive effects, while those dominated by cannabidiol (CBD) are recognized for their therapeutic benefits without the accompanying psychoactive side effects (Hill et al., 2018). This genetic variability within cannabis populations is essential for breeding programs, especially as the demand for specific cannabinoid profiles continues to escalate in both medical and industrial cannabis sectors (Kovalchuk et al., 2019).

Thailand boasts a rich repository of local cannabis strains that have been cultivated and selectively bred over centuries. These strains have adapted to the unique environmental conditions of Thailand, making them invaluable resources for research and development. For instance, strains such as Chiang Rai Dang Kan Kew, Ja Meun Sri, Green Thai Stick, and Kew

Ngou are well-documented for their distinctive profiles, particularly their elevated THC content. Additionally, strains like Pai Wiang Haeng, Kanchanaburi Thamuang, and Phetchaburi Tanao Si have emerged as significant contributors to the local cannabis biodiversity (Wong et al., 2020). However, despite the rich historical and agricultural significance of these strains, research into their genetic structure and diversity remains limited, posing challenges for conservation and future breeding endeavors (Sarker et al., 2017).

In this context, the study aims to fill this research gap by investigating the genetic diversity and phylogenetic relationships among these local Thai cannabis strains utilizing inter-simple sequence repeat (ISSR) molecular markers. ISSR markers were chosen for their capacity to detect polymorphisms at multiple loci across the cannabis genome, making them particularly effective for non-model organisms that exhibit complex and highly variable genomes (Hernandez et al., 2019). Moreover, the reproducibility and extensive genomic coverage offered by ISSR markers render them particularly useful for distinguishing between genetically similar populations. These attributes make ISSR an excellent tool for developing DNA fingerprints of cannabis strains, thereby enabling precise categorization and supporting conservation initiatives.

The primary objective of this study is to investigate the genetic diversity and phylogenetic relationships among these local Thai cannabis strains utilizing ISSR molecular markers.

Materials and methods

Sample collection

We collected 37 local cannabis strains and hemp from various regions in Thailand. Among these, 24 strains were sourced from the Buriram team, including

Nakhon Phanom, Sakon Nakhon Phu Phan Thai Stick, Koh Chang, Chiang Rai Dang Kan Kew, Green Thai Stick, Pai Wiang Haeng, Pai Kao Daeng, Phetchaburi Tanao Si, Kanchanaburi Thamuang, Krawea, Thai Stick, Kanchanaburi, Sakon Nakhon Lang Ban 2, CBD strain, Kew Ngou, Muang Huai Krai, Ja Meun Sri, Kra Le, and Isara codes A-D, along with two unidentified strains. The samples, consisting of both flower and leaf parts from fresh material, were all cultivated by local farmers in

Thailand. Additionally, 12 strains (MJUS codes 01-12), originally from the United States, were included. These strains had been bred for over three years at the experimental farm under the Natural Agriculture Research and Development Center, Maejo University. Hemp was used as an outgroup for comparison and was derived from Maejo University as well. The codes and names of all strains are detailed in Table 1.

Table 1. Codes and local names of 50 cannabis samples collected from each site around Thailand

Codes	Collecting part	Strain/group	Codes	Collecting part	Strain/group
1	leave	Hemp (out group)	26	leave	Green Thai Stick
2	leave	Hemp (out group)	27	leave	Pai Wiang Haeng
3	flower	MJUS09	28	leave	Pai Kao Daeng
4	leave	MJUS12	29	leave	Phetchaburi Tanao Sri
5	leave	MJUS11	30	leave	Kanchanaburi Thamuang
6	leave	MJUS10	31	leave	Kanchanaburi Thamuang
7	leave	MJUS05	32	leave	Krawea
8	leave	MJUS06	33	leave	Thai Stick
9	leave	MJUS07	34	leave	Kanchanaburi
10	leave	MJUS08	35	leave	Kanchanaburi
11	leave	MJUS01	36	leave	Kanchanaburi
12	leave	MJUS02	37	leave	Kanchanaburi
13	leave	MJUS04	38	leave	Kanchanaburi
14	leave	MJUS03	39	leave	No name strain
15	leave	Nakhon Phanom	40	flower	Kanchanaburi
16	flower	Sakon Nakhon Phu Phan Thai Stick	41	flower	Kanchanaburi
17	leave	Koh Chang	42	leave	Kanchanaburi
18	leave	Koh Chang	43	leave	No name group
19	leave	Chiang Rai Dang Kan Kew	44	leave	Sakon Nakhon Lang Ban 2
20	leave	Chiang Rai Dang Kan Kew	45	leave	Thai stick
21	leave	Chiang Rai Dang Kan Kew	46	leave	Kra Le
22	leave	CBD strain	47	leave	Isara A
23	leave	Kew Ngou	48	leave	Isara B

24	leave	Muang Huai Krai	49	leave	Isara C
25	leave	Ja Meun Sri	50	leave	Isara D

DNA extraction

DNA extraction from cannabis (*Cannabis sativa*) leaves was performed using the Plant Genomic DNA Extraction Kit by MaroGen. Fresh cannabis leaf tissue (approximately 50–100 mg) was collected and ground into a fine powder using liquid nitrogen to ensure effective cell lysis. The powdered leaf tissue was then processed according to the manufacturer's protocol, which includes steps for cell lysis, DNA precipitation, and purification using silica-based columns to ensure high-quality DNA extraction. After elution of the DNA, the quantity and purity of the extracted DNA were assessed using a NanoDrop spectrophotometer. Absorbance readings at 260 nm and 280 nm were taken to determine the DNA concentration, while the 260/280 ratio was used to evaluate the purity of the DNA, with a ratio between 1.8 and 2.0 indicating DNA free of protein contamination. This method ensures the efficient extraction and quantification of cannabis DNA, suitable for downstream applications such as PCR and sequencing.

ISSR primer screening

The ISSR-PCR method was conducted using five primers (ISSR10, ISSR6, ISSR2, ISSR7, and ISSR4) to evaluate genetic polymorphisms in *Cannabis sativa*.

Genomic DNA was extracted from *Cannabis sativa* leaves using a standard CTAB extraction protocol. The quality and concentration of the extracted DNA were assessed using a NanoDrop spectrophotometer, measuring absorbance ratios at 260/280 nm and 260/230 nm to ensure the DNA was pure and free of contaminants. DNA samples with 260/280 ratios between 1.8 and 2.0 were considered pure for PCR amplification. The PCR reactions were prepared in a 25 µL volume containing 50–100 ng of template DNA, 0.4 µM of each ISSR primer, 1.5–2.5 mM MgCl₂, 200 µM dNTPs, 1X PCR buffer, and 1–2 U Taq polymerase. The thermal cycling conditions included an initial denaturation at 94 °C for 5 minutes, followed by 35 cycles of 94 °C for 1 minute, an annealing step (optimized for each primer: 55.0°C for ISSR10, 56.0°C for ISSR6 and ISSR7, 55.5°C for ISSR2 and ISSR4), and a 72°C extension for 2 minutes, with a final extension at 72 °C for 10 minutes. The amplified products were resolved on a 1.5–2% agarose gel stained with ethidium bromide and visualized under UV light. Band patterns were analyzed for polymorphism, and repeatability tests were performed to confirm consistent results. MgCl₂ concentration and annealing temperatures were adjusted if necessary to enhance clarity and reproducibility of the bands.

Table 2. ISSR Primer Sequences and Annealing Temperatures

primers	annealing temperature	nucleotide sequence
ISSR10	55.0 C	5' AAC AAC AAC AAC AAC AAC AAC AAC AAC 3'
ISSR6	56.0 C	5' AGA GAG AGA GAG AGA GGT 3'
ISSR2	55.5 C	5' AGA GAG AGA GAG AGA GT 3'
ISSR7	56.0 C	5' GTG TGT GTG TGT GTG TC 3'
ISSR4	55.5 C	5' GAG AGA GAG AGA CC 3'

PCR and fingerprinting

The ISSR-PCR method was conducted using five primers (ISSR10, ISSR6, ISSR2, ISSR7, and ISSR4) to evaluate genetic polymorphisms in *Cannabis sativa*. Genomic DNA was extracted from *Cannabis sativa* leaves using a standard CTAB extraction protocol. The quality and concentration of the extracted DNA were assessed using a NanoDrop spectrophotometer, measuring absorbance ratios at 260/280 nm and 260/230 nm to ensure the DNA was pure and free of contaminants. DNA samples with 260/280 ratios between 1.8 and 2.0 were considered pure for PCR amplification.

The PCR reactions were prepared in a 25 µL volume containing 50–100 ng of template DNA, 0.4 µM of each ISSR primer, 1.5–2.5 mM MgCl₂, 200 µM dNTPs, 1X PCR buffer, and 1–2 U Taq polymerase. The thermal cycling conditions included an initial denaturation at 94°C for 5 minutes, followed by 35 cycles of 94°C for 1 minute, an annealing step (optimized for each primer: 55.0°C for ISSR10, 56.0°C for ISSR6 and ISSR7, 55.5°C for ISSR2 and ISSR4), and a 72°C extension for 2 minutes, with a final extension at 72°C for 10 minutes.

The amplified products were resolved on a 1.5–2% agarose gel stained with ethidium bromide and visualized under UV light. Band patterns were analyzed for polymorphism, and repeatability tests were performed to confirm consistent results. MgCl₂ concentrations and annealing temperatures were adjusted if necessary to enhance clarity and reproducibility of the bands.

Once the polymorphic bands were obtained, they were used to create a DNA fingerprint for *Cannabis sativa*. The banding patterns generated by the ISSR primers were compared across samples to identify specific genetic markers, which serve as unique

identifiers for individual plants or populations. The DNA fingerprints created through ISSR-PCR allow for distinguishing between different *Cannabis sativa* genotypes, providing insights into genetic diversity, population structure, and potential breeding strategies. This technique is particularly valuable for applications such as plant variety protection, forensic identification, and the tracking of genetic variations in breeding programs. The DNA fingerprinting process involves documenting polymorphic band patterns and using statistical methods to evaluate genetic similarity or differences between individuals or populations.

Statistic and Data analysis

For DNA fingerprinting of Cannabis strains using the ISSR (Inter-Simple Sequence Repeat) technique, statistical analysis involves scoring the presence or absence of DNA bands as binary data, where "1" indicates the presence of a band and "0" indicates its absence. This binary matrix is then analyzed to assess genetic diversity and relationships among the cannabis strains. The percentage of polymorphic bands (PMB) is calculated to quantify genetic variation, with higher PMB values indicating greater diversity among the strains. Pairwise genetic similarity between cannabis strains is calculated using similarity coefficients such as Jaccard or Dice coefficients. To further visualize the genetic relationships, cluster analysis is conducted, typically using the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA), generating a dendrogram or phylogenetic tree. Bootstrap analysis is performed to assess the confidence in clustering, providing support values for each branch of the tree. This approach allows for the grouping of cannabis strains based on their genetic profiles and helps in evaluating the genetic diversity within the population.

Results

The phylogenetic tree in the image separates the samples into four distinct groups based on genetic similarity, which could be described as follows: Group 1: This group contained the largest number of strains, indicated by the highest bootstrap values (e.g., 99.1, 99.7). It included several related samples with a strong genetic connection, indicating high confidence in the grouping. Group 2: Group 2 also contained closely related samples, but with slightly lower bootstrap values compared to Group 1. It contained several subgroups

with values like 92.6 and 99.2, indicating strong support for the relationships within this group. Group 3: Group 3 showed a smaller number of strains or samples, with moderate to high bootstrap values such as 95.8 and 91.1. It contained subgroups 3A, 3B, etc., reflecting genetic substructuring. Group 4: Group 4 had two subgroups (4A and 4B) with a strong bootstrap value of 98.9, indicating high confidence in these relationships. This group was genetically distinct from the other groups.

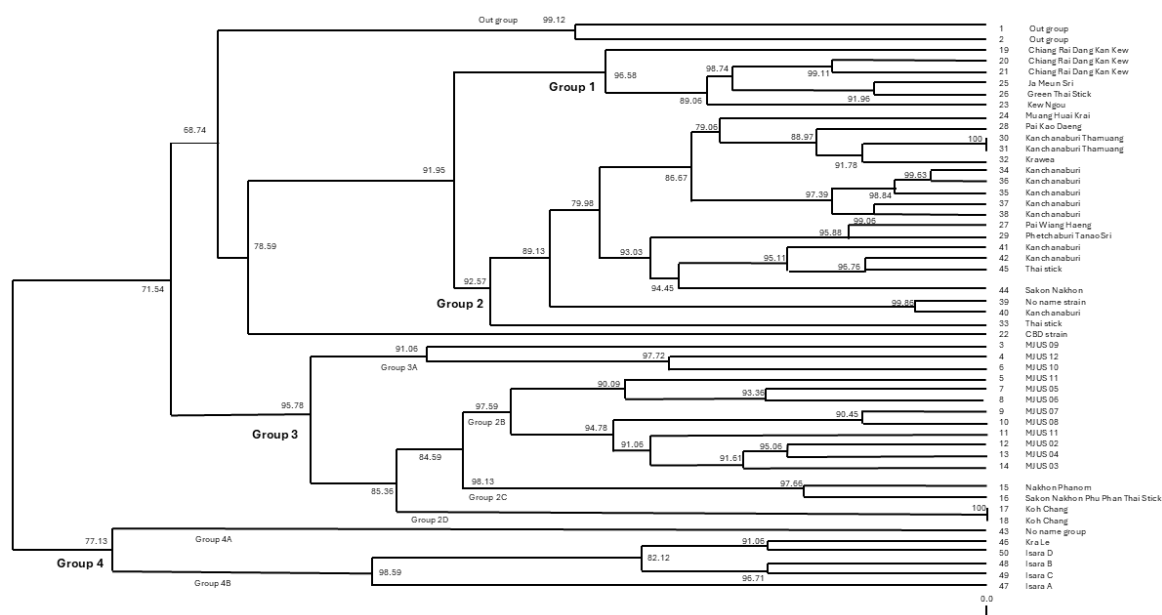


Figure 1. This phylogenetic tree illustrated the evolutionary relationships and genetic distances between various cannabis (*Cannabis sativa*) samples, grouped into four main clusters (Group 1, Group 2, Group 3, and Group 4), with bootstrap values indicating the confidence level for each branch.

The ISSR-PCR analysis using five primers (ISSR10, ISSR6, ISSR2, ISSR7, and ISSR4) demonstrated significant polymorphic amplification across various DNA regions. The annealing temperatures for these primers ranged from 55.0°C to 56.0°C, with the amplified base pair sizes varying from 300 to 1,500 bp. The total number of bands produced ranged from 7 to 14, with the majority being polymorphic. Notably, ISSR10, ISSR2, ISSR7, and ISSR4 yielded 100%

polymorphic bands, reflecting their high efficiency in detecting genetic variation, while ISSR6 showed a slightly lower percentage (85.7%) due to the presence of one monomorphic band. Overall, these primers generated a total of 52 bands, 51 of which were polymorphic, leading to an average polymorphism rate of 98.1%. This high percentage highlighted the robustness of ISSR markers in assessing genetic diversity, making them effective tools for molecular

genetic studies. (Table 3).

Table 3. This table presented the base pair sizes, total number of bands, polymorphic bands (PB), monomorphic bands (MB), and the percentage of polymorphic bands (%PB)

Primers	Annealing temperature	Base sizes (bp)	Total bands	PB	MB	%PB
ISSR10	55.0 °C	300-1,500	14	14	0	100
ISSR6	56.0 °C	350-950	7	6	1	85.71
ISSR2	55.5 °C	350-1,500	9	9	0	100
ISSR7	56.0 °C	400-1,250	12	12	0	100
ISSR4	55.5 °C	300-1,500	10	10	0	100
Mean			52	51	1	98.1%

Table 4 presented the genetic similarity index among three cannabis strains: Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan (Group A), Hang Krarok Kiew (Group B), and Hang Krarok (Group C). The genetic similarity between Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan and Hang Krarok Kiew was 91.1%, while its similarity with Hang Krarok was slightly lower at 88.8%. On the other

hand, Hang Krarok Kiew shared a 93.1% genetic similarity with Hang Krarok, making these two the most genetically similar strains. These percentages suggested that although all three strains are closely related, Hang Krarok Kiew and Hang Krarok are more genetically similar to each other than to Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan.

Table 4. showed the genetic similarity index (similarity percentage) among three cannabis strains: Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan, Hang Krarok Kiew, and Hang Krarok.

Similarity index (%)	Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan (Group A)	Hang Krarok Kiew (Group B)	Hang Krarok (Group C)
Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan (Group A)	100.0	91.1	88.8
Hang Krarok Kiew (Group B)	91.1	100.0	93.1
Hang Krarok (Group C)	88.8	93.1	100.0

Table 5 showed the genetic similarity index among Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan (Group A), Chao Muen Si (Group B), and Phetchaburi Tanao Si (Group C). Here, Chao Muen Si and Phetchaburi Tanao Si are the most closely related, with a similarity index of

96.9%, whereas Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan shows a similarity of 91.1% with Phetchaburi Tanao Si and 87.4% with Chao Muen Si, indicating greater genetic diversity between Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan and the other two strains.

Table 5. presented the genetic similarity index (similarity percentage) among three cannabis strains: Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan, Chao Muen Si, and Phetchaburi Tanao Si.

Similarity index (%)	Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan (Group A)	Chao Muen Si (Group B)	Phetchaburi Tanao Si (Group C)
Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan (Group A)	100.0	87.4	91.1
Chao Muen Si (Group B)	87.4	100.0	96.9
Phetchaburi Tanao Si (Group C)	91.1	96.9	100.0

Discussion

The genetic diversity uncovered in this study through ISSR marker analysis highlighted the rich evolutionary background and practical applications of cannabis (*Cannabis sativa*) strains native to Thailand. The strains analyzed showed clear genetic clustering into distinct groups, demonstrating their unique evolutionary trajectories and practical applications, particularly for medicinal and recreational uses.

Historically, cannabis has played an important role in Southeast Asia for centuries. The diverse genetic backgrounds of these strains are the result of a combination of natural selection, geographic isolation, and selective breeding by humans. Clarke and Merlin (2016) traced the historical spread of cannabis from Central Asia to Southeast Asia, where local Thai strains adapted to the environmental conditions of the region. These strains, known for their potency and high THC content, became especially popular in the global cannabis market during the 1970s, particularly with the export of "Thai Stick" cannabis.

The strain Chiang Rai Dang Kan Kew, appearing in the genetic analysis, is known for its resilience and adaptability to northern climates, making it valuable for cultivation in similar regions. The strain is also prized for

its uplifting effects due to its high THC content, which makes it popular for both recreational and medicinal use, particularly in treating fatigue and depression. Other similar studies, such as those by Merlin (2003), confirmed the adaptability of cannabis to various climates and emphasized how selective breeding has shaped strains like Chiang Rai Dang Kan Kew to thrive in local conditions.

Similarly, Sakon Nakhon Hang Krarok Phu Phan and Hang Krarok Kiew, which showed a high genetic similarity index of 91.07%, were indicative of local breeding efforts in northeastern Thailand, where farmers selected for specific traits, such as robust growth and high resin production. These strains are particularly well-suited for producing cannabis extracts used in medicinal applications, especially in treating chronic pain, nausea, and insomnia. Research by Sawler et al. (2015) supported these findings, indicating that cannabis strains within the same region often share genetic similarities due to selective breeding for specific therapeutic compounds like cannabinoids and terpenes.

The strains appearing in this study are not only valuable for their genetic diversity but also for their potential benefits in modern medicine. For instance,

Hang Krarok, a strain with traditional roots in Thai agriculture, has shown potential in medical research for its strong analgesic and anti-inflammatory properties. It is currently being investigated for its effectiveness in treating a range of conditions, including arthritis and neurological disorders. The high polymorphism seen in this study aligned with global trends in cannabis research, where genetically diverse strains are sought for the development of new therapeutics

In addition to medicinal uses, the high diversity and distinct groups identified through this study could inform future breeding programs aimed at optimizing cannabis strains for various industrial purposes, such as the production of hemp fiber or high-CBD strains for non-psychoactive medical treatments. Clarke and Merlin (2016) have noted that maintaining genetic diversity within cannabis populations is crucial for preserving its adaptability and usefulness across different applications.

In summary, the study underscored the significant genetic diversity and practical utility of Thai cannabis strains, which have both historical significance and contemporary relevance. As cannabis becomes increasingly recognized for its medicinal benefits worldwide, maintaining and further studying these distinct strains will be crucial for future advancements in cannabis research and industry. The findings of this study aligned with international research on cannabis evolution and its applications, showcasing the importance of preserving local strains for their unique properties and potential benefits.

Conclusion

This study revealed significant genetic diversity among local Thai cannabis strains using ISSR molecular markers. The clustering into four major groups

highlights the unique evolutionary adaptations and potential applications of these strains. The high polymorphism rate (98.1%) confirmed ISSR as an effective tool for genetic fingerprinting and conservation. These findings provided a strong foundation for breeding programs aimed at medical, industrial, and agricultural applications. Preserving and studying these strains will ensure their continued value in future research, sustainable agriculture, and pharmaceutical development.

Acknowledgement

This research was generously supported by the Natural Farming Research and Development Center at Maejo University, whose contribution was crucial to its success. We are deeply grateful for their support in promoting sustainable agricultural practices. Special thanks also go to Ms. Chidchanok Chidchob for providing the essential cannabis samples for this study.

References

1. Bateson, W. (1909). Mendel's principles of heredity. Cambridge University Press.
2. Clarke, R. C., & Merlin, M. D. (2016). Cannabis: Evolution and ethnobotany. University of California Press.
3. Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). Introduction to quantitative genetics. Longman.
4. Hartl, D. L., & Clark, A. G. (2007). Principles of population genetics. Sinauer Associates.
5. Hill, K. P., et al. (2018). Cannabidiol as a new treatment for anxiety disorders. The Journal of Clinical Psychology, 74(7), 1161-1169.
6. Hernandez, J. A., et al. (2019). Application of ISSR molecular markers for genetic diversity assessment in Cannabis sativa. Genetics and Molecular Research, 18(2).

7. Huxley, J. (1955). *Evolution in action*. Allen & Unwin.
8. Kovalchuk, I., et al. (2019). Cannabis genomics: From genome to medical applications. *Nature Reviews Genetics*, 20(5), 276-290.
9. Kumar, R., et al. (2020). A systematic review on therapeutic potentials of cannabinoids. *Journal of Drug Research*, 32(3), 189-205.
10. Merlin, M. D. (2003). *Archaeological evidence for the tradition of psychoactive plant use in the old world*. Routledge.
11. Sarker, S. D., et al. (2017). Medicinal properties of *Cannabis sativa*: A systematic review. *Phytochemistry Reviews*, 16(6), 989-1008.
12. Tanchob, A., et al. (2021). The potential of Thai cannabis strains in medicinal applications. *Thai Journal of Agricultural Science*, 54(2), 145-158.
13. Wong, A. C., et al. (2020). Diversity and applications of *Cannabis sativa* in Southeast Asia. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(4), 67-75.

The medical potentials of earthworm extracts and opportunities in Thailand

ศักยภาพทางการแพทย์ของสารสกัดจากไส้เดือนดินและโอกาสในการพัฒนาในประเทศไทย

Rungroj Kraisittipant¹, Orawan Jaihar¹, Kritsada Funnumcharoensab¹, Thawatchai Kraithongsuk¹, Wikrom Panleng¹, Chalermwit Kunsiri¹, Kamonwan Pudkaew¹, Krittaya Supamitr¹, Peerapong Noopayan¹, Kanchana Kanhanapradit¹, Suphanat Detraksa², Somdet Srichairatanakool³, Waraphas Nontati⁴, Arnat Tancho^{4,5}, and Nalinrat Worachotphudinun⁶

รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพานิชย์¹, อรวรรณ ใจหาญ¹, กฤษณา พึ่งนำเจริญทรัพย์¹, ธวัชชัย ไกรทองสุข¹, วิกรม พันธุ์เล่ง¹, เฉลิมวิษณุ กุลศิริ¹, กมลวรรณ พุดแก้ว¹, กฤตยา สุภูมิตร¹, พีระพงศ์ หนูพยนต์¹, กาญจนา กาญจนประดิษฐ์¹, ศุภณัฐ เดชรักษา², สมเดช ศรีชัยรัตนกุล³, วราภัสร์ นนทติ⁴, อานัฐ ตันโช^{4,5}, และ นลินรัตน์ วรโชติภูตินันท์⁶.

¹Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University, Krabi Campus.

²Faculty of Liberal Arts, Thailand National Sports University, Krabi Campus.

³Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Chiang Mai University.

⁴Natural Agriculture Research and Development Center, Maejo University.

⁵Maejo University, and Fellow Member of the Academy of Science, The Royal Society of Thailand.

⁶Thailand National Sports University, Yala Campus

¹คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตกระบี่

²คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตกระบี่

³ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

⁴ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

⁵มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และ ภาควิชาชีววิทยา สำนักวิทยาศาสตร์ราชบัณฑิตยสภา

⁶มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตยะลา

Correspondence to: Rungroj Kraisittipant

Faculty of Sports and Health Science

Thailand National Sports University

E-mail: Kraisittipant@gmail.com

J Med Glob 2025 Sep; 4(3)

Website: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JMedGlob>

ISSN: 2821-918X (Online)

How to site this article: Rungroj Kraisittipant, Orawan Jaihar, Kritsada Funnumcharoensab, Thawatchai Kraithongsuk, Wikrom Panleng, Chalermwit Kunsiri, Kamonwan Pudkaew, Krittaya Supamitr, Peerapong Noopayan, Kanchana Kanhanapradit, Suphanat Detraksa, Somdet Srichairatanakool, Waraphas Nontati, Arnat Tancho, and Nalinrat Worachotphudinun. The medical potentials of earthworm extracts and opportunities in Thailand. J Med Glob. 2025 Sep; 4(3): 73 – 86.

Abstract

Earthworms play a crucial role in the decomposition of organic matter and enhancing soil fertility. Beyond their ecological benefits, recent studies have revealed the remarkable medical potential of earthworms. Bioactive compounds extracted from earthworms, such as enzymes, peptides, and proteins, have been demonstrated to possess a range of medical properties, including anti-inflammatory effects, antimicrobial activity, wound healing, and tissue regeneration. Moreover, these compounds have shown potential in treating cancer, cardiovascular diseases, liver diseases, bone regeneration, and neuroprotection against degenerative conditions. Given these properties, earthworms represent a valuable biological resource for the development of pharmaceutical treatments and therapeutic products for a variety of conditions, ranging from infectious wounds to chronic diseases. This article aims to compile and analyze relevant research to highlight the medical applications of earthworms, while proposing future research directions revealed that could lead to the sustainable development of medical products for use in Thailand.

Keywords: Earthworms medicine, Bioactive compounds, Anti-inflammatory properties

บทคัดย่อ

ไส้เดือนดินมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน นอกเหนือจากประโยชน์ด้านระบบนิเวศแล้ว การศึกษาในปัจจุบันยังพบว่าไส้เดือนดินมีศักยภาพที่โดดเด่นทางการแพทย์ โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สกัดได้จากไส้เดือนดิน เช่น เอนไซม์ เปปไทด์ และโปรตีน มีคุณสมบัติทางการแพทย์หลายประการ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านจุลชีพ การส่งเสริมการสมานแผล และการฟื้นฟูเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ สารดังกล่าวยังแสดงศักยภาพในการรักษาโรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคตับ การฟื้นฟูกระดูก รวมถึงการปกป้องระบบประสาทจากภาวะเสื่อม ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ ไส้เดือนดินจึงเป็นทรัพยากรชีวภาพที่มีคุณค่าสำหรับการพัฒนาและผลิตภัณฑ์เพื่อการรักษาโรคหลากหลายประเภท ตั้งแต่บาดแผลติดเชื้อไปจนถึงโรคเรื้อรัง บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพและการประยุกต์ใช้ไส้เดือนดินทางการแพทย์ ตลอดจนเสนอแนวทางการวิจัยในอนาคตที่อาจนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์สำหรับใช้ในประเทศไทยอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ ไส้เดือนดินทางการแพทย์, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, ฤทธิ์ต้านการอักเสบ

INTRODUCTION

Terrestrial earthworms play a pivotal role in maintaining ecological balance, particularly through organic decomposition and soil enrichment. However, research over the past decades has revealed a transformative role for earthworms in medical applications, shifting from their traditional ecological functions. Numerous studies have identified bioactive

compounds in earthworm extracts, such as enzymes, peptides, and proteins, which exhibit diverse medical properties, including anti-inflammatory, antimicrobial, wound healing, and immunomodulatory effects. Research by Wang et al. (2019) identified that enzymes like lumbricin and lysozyme in earthworm extracts effectively heal chronic wounds by inhibiting bacterial growth and promoting tissue regeneration.

Additionally, Luo et al. (2018) demonstrated that extracts from *Eisenia fetida* possess potent antimicrobial properties, inhibiting bacterial and fungal infections. Zhang et al. (2019) found anti-cancer properties in earthworm extracts, showing inhibition of stomach and intestinal cancer cell growth. Furthermore, Kang et al. (2018) revealed that hemolysin protein in earthworms could enhance blood circulation and prevent clot formation, highlighting its potential for treating cardiovascular diseases. For liver diseases, Li et al. (2020) reported that earthworm extracts aided liver regeneration in cirrhosis patients by promoting liver cell growth and reducing inflammation. Studies by Wang et al. (2021) also showed potential for scar treatment, promoting new skin cell formation and reducing scar irregularities, while Liu et al. (2019) highlighted that earthworm extracts stimulated new bone cell growth, beneficial for osteoporosis. In neuroprotection, Xu et al. (2020) reported that earthworm extracts protected neurons from inflammation and prevent neurodegeneration, especially in Parkinson's and Alzheimer's diseases. These bioactive compounds present in earthworms demonstrated potential for developing pharmaceutical products for diverse ailments, from infected wounds to chronic diseases and cancer. This review consolidated both domestic and international research to showcase the medical potential of earthworms and presented future research directions for further development.

Classification of Earthworms: The Key to Discovering Bioactive Compounds and Drug Development

Studying earthworm species is crucial in medical

research, as each species exhibits distinct physiological traits and abilities to produce bioactive compounds. Understanding these species not only directs research accurately but also aids in selecting species with the highest therapeutic potential, such as anti-inflammatory, antimicrobial, and tissue regeneration properties.

In this section, the authors have summarized various earthworm species, which helps us understand the diversity and potential of each species in drug or medical product development. International studies highlighted the *Eisenia fetida* species from the Lumbricidae family, which has attracted particular attention due to its anti-inflammatory, antimicrobial, and tissue-regenerative properties, making it widely used for chronic wound healing and cardiovascular treatment in other countries (Domínguez et al., 2010).

In Thailand, the families Megascolecidae and Moniligastridae exhibit high biodiversity, with endemic species found in the genera *Pheretima* and *Drawida*, unique to Thailand and neighboring regions. These species serve as valuable biological resources for medical research as they may harbor bioactive compounds not yet explored in previous studies. Similarly, Megascolecidae, particularly the genera *Amyntas* and *Metaphire*, are significant in medical research. Species like *Amyntas aspergillum* and *Metaphire posthuma* exhibit enzyme and peptide production capabilities effective in treating inflammation and tissue regeneration, making these species valuable in therapeutic research (Blakemore, 2013; Domínguez et al., 2010). Table 1 summarized Thai earthworm families, genera, and associated medical research.

Table 1. Earthworms in Thailand by Family, Genus, and Related Medical Properties

Family	Genus	Species Found	Related Medical Properties and Research
Megascolecidae	<i>Amyntas</i>	<i>Amyntas aspergillum</i> , <i>Amyntas corticis</i>	Soil quality improvement and extraction of bioactives with anti-inflammatory and antimicrobial properties
Megascolecidae	<i>Metaphire</i>	<i>Metaphire posthuma</i>	Potential in extracting active compounds for therapeutic use
Lumbricidae	<i>Eisenia</i>	<i>Eisenia fetida</i>	Development for chronic wound healing and cardiovascular treatment
Lumbricidae	<i>Lumbricus</i>	<i>Lumbricus terrestris</i>	Studies in bioactive production and organic decomposition in soil
Moniligastridae	<i>Drawida</i>	Species in the <i>Drawida</i> genus	Found in high-moisture environments, potential for producing bioactives for infected wound treatment and tissue regeneration
Acanthodrilidae	<i>Dichogaster</i>	Species in the <i>Dichogaster</i> genus	Found in high-moisture soil; enhances soil fertility, researched for producing antifungal and antimicrobial compounds for medical use

Bioactive Compounds from Earthworms

The study of bioactive compounds from earthworms has garnered considerable attention in recent years due to the critical role these organisms play in organic matter decomposition and soil quality improvement. Additionally, earthworms have been found to be a valuable source of bioactive substances with significant medical potential, including enzymes, peptides, lysozyme, and proteins, which possess anti-inflammatory, antimicrobial, and tissue regeneration properties. Some widely studied compounds include Lumbricin I, a peptide with antimicrobial properties that

inhibits bacterial and fungal growth, and lysozyme, an enzyme that destroys bacterial cell walls and protects against infections. Furthermore, antimicrobial peptides (AMPs) derived from earthworms demonstrated a high potential for inhibiting the growth of antibiotic-resistant bacteria, such as *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, and pathogenic fungi like *Candida albicans*, responsible for human infections. These characteristics make AMPs highly promising candidates for developing antimicrobial drugs for human infection treatment.

Hemolysin from earthworms has also been proven

to stimulate blood circulation and prevent blood clot formation, which is beneficial for treating cardiovascular diseases. Research has also highlighted the therapeutic effects of earthworm-derived bioactives on liver diseases by restoring liver function in cirrhosis patients and promoting new liver cell growth. Moreover, reports indicated that earthworm extracts could aid in scar and chronic wound healing by stimulating skin cell regeneration and reducing scar formation. This

evidence supported the use of earthworm bioactives in developing future medical drugs and products, especially for infection treatment, inflammation prevention, and tissue regeneration. Ongoing research continued to explore the potential of earthworm-derived compounds for innovative medical applications (Luo et al., 2018; Wang et al., 2019; Li et al., 2020). Table 2 summarized bioactive compounds identified in earthworms and their respective medical properties.

Table 2. Bioactive Compounds and Medical Properties of Earthworms

Compound	Medical Property	Earthworm Species	Reference
Lumbricin I	Antimicrobial peptide inhibiting bacterial and fungal growth	<i>Lumbricus rubellus</i>	Wang et al., 2019
Lysozyme	Enzyme that destroys bacterial cell walls with antimicrobial properties	<i>Eisenia fetida</i>	Luo et al., 2018
Perionin	Antibacterial and antifungal peptide that enhances immune function	<i>Perionyx excavatus</i>	Zhao et al., 2017
Interleukin-1 β (IL-1 β)	Protein involved in immune response with anti-inflammatory effects	<i>Lumbricus terrestris</i>	Wang et al., 2017
Interleukin-6 (IL-6)	Immune stimulation and inflammation reduction	<i>Eisenia fetida</i>	Li et al., 2020
Transforming Growth Factor-beta	Promotes tissue regeneration and cell growth	<i>Pheretima aspergillum</i>	Kang et al., 2018
Tumor Necrosis Factor-alpha	Enhances immune response and inhibits cancer cell growth	<i>Eisenia fetida</i>	Zhang et al., 2019
Eisenin	Anti-inflammatory and antifungal peptide	<i>Eisenia fetida</i>	Luo et al., 2018

Metalloenzymes	Enzymes involved in protein and organic matter digestion	<i>Lumbricus rubellus</i>	Xu et al., 2020
Antimicrobial Peptides (AMPs)	Inhibits growth of microbes like <i>E. coli</i> and <i>S. aureus</i>	<i>Perionyx excavatus</i>	Yang et al., 2019
Hyaluronidase	Degrades hyaluronic acid in the skin, aiding wound healing	<i>Lumbricus rubellus</i>	Wang et al., 2021
Phosphatase	Decomposes phosphate compounds and promotes tissue regeneration	<i>Eisenia fetida</i>	Edwards, 2005
Lumbrokinase	Blood clot-dissolving enzyme that reduces blood viscosity	<i>Lumbricus rubellus</i>	Zhao et al., 2013
Chitinase	Degrades chitin with antifungal effects	<i>Perionyx excavatus</i>	Luo et al., 2018
Protease	Protein-digesting enzyme that aids tissue repair	<i>Eisenia fetida</i>	Li et al., 2020
Hemolysin	Stimulates blood circulation and prevents blood clots	<i>Lumbricus rubellus</i>	Kang et al., 2018
Fibronectin	Promotes tissue regeneration and wound healing	<i>Lumbricus rubellus</i>	Zhang et al., 2019
Collagenase	Collagen degradation for scar reduction	<i>Lumbricus rubellus</i>	Xu et al., 2020
Nitric Oxide (NO)	Vasodilator that reduces inflammation in blood vessels	<i>Eisenia fetida</i>	Li et al., 2020
Histamine	Enhances blood flow and vasodilation	<i>Lumbricus rubellus</i>	Yang et al., 2019
Glutathione	Antioxidant that protects cells from damage and reduces inflammation	<i>Perionyx excavatus</i>	Luo et al., 2018

Fibrinolytic Enzymes	Blood clot dissolution and prevention of vascular occlusion	<i>Lumbricus rubellus</i>	Wang et al., 2020; Sarker et al., 2017
Lubricin	Anti-inflammatory, used in arthritis treatment	<i>Eisenia fetida</i>	Zhang et al., 2019
Di Long	Respiratory anti-inflammatory, used in traditional Chinese medicine	<i>Pheretima aspergillum</i>	Li et al., 2018
Amino Acids and Proteins	Tissue repair and cell growth	<i>Metaphire posthuma</i> , <i>Amyntas</i> spp.	Rath et al., 2021; Thakuria & Yadav, 2020
Antimicrobial Compounds	Infection prevention and treatment	<i>Eisenia fetida</i> , <i>Lumbricus rubellus</i>	Lavelle et al., 2006; Oyeleke et al., 2020
Cellulase Enzymes	Aids digestion and tissue regeneration	<i>Perionyx excavatus</i> , <i>Metaphire posthuma</i>	Liu et al., 2017;
Antioxidants	Protects against oxidation, maintains tissue integrity	<i>Eisenia fetida</i> , <i>Lumbricus terrestris</i>	Santiya et al., 2023; Ghosh et al., 2022
Ferredoxin Enzyme	Enhances immunity and cell growth	<i>Amyntas</i> spp., <i>Metaphire posthuma</i>	Chan et al., 2019; Khan et al., 2019
Peptides and Glycoproteins	Anti-inflammatory, immune-enhancing	<i>Pheretima aspergillum</i> , <i>Eisenia fetida</i>	Zhang et al., 2019; Lavelle et al., 2006

Pharmacological Effects of Earthworm Extract (EE)

Earthworm extract (EE) exhibits multiple pharmacological properties, including antitumor, antithrombotic, antiviral, antibacterial, and anti-inflammatory effects. EE also promotes wound healing, reduces fibrosis, has antioxidant properties, helps regulate blood glucose, and demonstrates anti-aging effects. These bioactive compounds work through

mechanisms that reduce the production of inflammation-inducing agents, inhibit cancer cell proliferation, stimulate new cell formation, and dissolve fibrin. This evidence supports EE's potential to be developed into therapeutic drugs for future applications (Zhao et al., 2017; Wang et al., 2020; Luo et al., 2018). Table 3 summarized the pharmacological effects observed in studies involving earthworm extract (EE).

Table 3. Pharmacological Effects of Earthworm Extract (EE)

Effect	Pharmacological Impact	References
Antitumor	Inhibits cancer cell growth, with compounds like Lombricine and G-90 inducing apoptosis in cancer cells	Zhao et al., 2017; Luo et al., 2018
Antithrombotic	Reduces platelet aggregation and fibrin degradation, decreasing vascular occlusions; particularly Lumbrokinase	Sarker et al., 2017; Wang et al., 2020
Antiviral	Reduces viral infection and replication, targeting viral membranes via Lysenin and Fetidin	Liu et al., 2017; Li et al., 2020
Antibacterial	Inhibits growth of gram-positive and gram-negative bacteria via compounds like Lumbricin-I and OEP3121	Yang et al., 2019; Ghosh et al., 2022
Anti-inflammatory	Decreases production of pro-inflammatory agents such as NO, PGE2, and TNF- α	Wang et al., 2020;
Antioxidant	Protects organs from oxidative stress and minimizes free radical damage	Prakash et al., 2018; Luo et al., 2018
Promoting Wound Healing	Accelerates wound closure and stimulates collagen production via compounds like G-90 and HSP70	Yang et al., 2019; Zhang et al., 2019
Anti-fibrosis	Reduces collagen accumulation and prevents fibrosis in organs	Xue et al., 2018
Antidiabetic	Inhibits enzymes DPP-IV and α -amylase to control postprandial glucose levels	Yoshii et al., 2018; Wang et al., 2020
Anti-aging	Slows skin aging and reduces wrinkles by inhibiting elastase, tyrosinase, and MMP-1	Prakash et al., 2018
Anti-ulcer	Decreases gastric acidity and prevents ulcers	Yang et al., 2019

Medical Potential of Earthworm Species in Thailand

Numerous earthworm species in Thailand exhibit significant potential for medical applications, especially those containing proteins and bioactive compounds with medical benefits. Notable species include:

1. *Lumbricus rubellus* (Red Earthworm): This species is well-regarded for its fibrinolytic enzymes, which help dissolve blood clots. Additionally, it possesses anti-inflammatory properties, making it a promising candidate for cardiovascular treatments and

inflammation reduction (Wang et al., 2020; Sarker et al., 2017).

2. *Eisenia fetida*: Commonly used for composting, this species has been studied for its proteins, which may aid in cell growth and tissue repair (Zhang et al., 2019).

3. *Pheretima aspergillum* (Giant Earthworm or "Di Long" in Traditional Chinese Medicine): Used in traditional Chinese medicine for respiratory issues like bronchitis and asthma, this species contains compounds that dissolve blood clots and improve blood circulation (Li et al., 2018).

4. *Metaphire posthuma*: This Thai earthworm species has been studied for its beneficial bioactive compounds, including enzymes that facilitate organic matter digestion and may possess therapeutic properties for specific diseases (Thakuria and Yadav, 2020).

5. *Amyntas* spp.: Found across Thailand, these earthworms are known for extracts with anti-inflammatory properties that aid in skin healing (Rath et al., 2021).

Additional species, such as the Blue and Tiger worms, also exhibit potential in medicine due to their bioactivity in organic matter decomposition and their unique compounds (Lavelle et al., 2006; Oyeleke et al., 2020).

International Research on Earthworm-Derived Therapeutics

Studies worldwide have identified earthworms as a valuable source of bioactive compounds for treating various medical conditions, as previously discussed. Research highlights the potential of earthworm extracts in treating heart diseases, liver ailments, skin conditions, bone-related disorders, and neurological conditions such as Alzheimer's. Key findings include:

1. Heart Disease: In China and Japan, studies on Lumbrokinase, an enzyme extracted from *Eisenia fetida* and *Lumbricus rubellus*, demonstrated its efficacy in dissolving blood clots, improving blood flow, and preventing vascular occlusions. Zhou et al. (1988) in China discovered that this enzyme could effectively treat cardiovascular diseases (Zhou et al., 1988; Ryu et al., 1994).

Table 4. Earthworm Species and Lumbrokinase Properties

Species	Bioactive Compound	Medical Application	References
<i>Lumbricus rubellus</i>	Lumbrokinase	Blood clot dissolution, vascular health support	Wang et al., 2020; Zhao et al., 2013
<i>Eisenia fetida</i>	Lumbrokinase	Clot prevention for cardiovascular and cerebrovascular health	Wang et al., 2020

2. Liver Disease: Research in the United States by Li et al. (2020) showed that earthworm extracts help regenerate liver cells in patients with cirrhosis by promoting liver cell growth and reducing inflammation,

suggesting potential in future liver disease treatments (Li et al., 2020).

3. Skin Disorders: Earthworm extract has been utilized in studies focused on chronic wound healing

and scar reduction. South Korean research by Wang et al. (2021) found that earthworm extract stimulated skin cell growth and reduced scar formation while repairing tissue damaged by infections (Wang et al., 2021).

4. Hair Loss: Studies from South Korea demonstrated that earthworm extracts stimulated hair regrowth in animal models by enhancing blood circulation to the scalp and supporting hair growth in individuals with hair loss issues (Kang et al., 2018).

5. Bone Health: Research in China by Liu et al. (2019) revealed that earthworm extracts could aid in new bone formation in patients with osteoporosis, indicating potential in treating osteoporosis and other bone-related conditions (Liu et al., 2019).

6. Alzheimer's Disease: Studies in the United States and China suggested that earthworm extracts protected nerve cells from degeneration. Xu et al. (2020) found that these extracts reduced neuronal inflammation and cell death, showing promise in Alzheimer's and Parkinson's treatment (Xu et al., 2020).

7. Cancer: In the United States, Zhang et al. (2019) demonstrated that bioactive compounds in earthworm extracts inhibited cancer cell growth, particularly in gastrointestinal cancers like colorectal and gastric cancers. This research highlighted the potential for earthworm-derived compounds in developing cancer therapies (Zhang et al., 2019).

These findings underscored the medical potential of earthworms, extending beyond specific disease treatments to overall health improvement. Further

research remained essential to confirm the efficacy and safety of earthworm extracts in treating various conditions.

Commercially Available Medications Derived from Earthworms

Earthworm-derived medications developed to treat various diseases exhibit diverse properties and are produced from different species depending on the intended therapeutic effects. For example, Lumbrokinase extracted from *Lumbricus rubellus* was used for cardiovascular diseases due to its ability to dissolve blood clots and prevent vascular blockages (Zhao et al., 2013; Wang et al., 2020). Earthworm Extract Powder from *Pheretima aspergillum* had anti-inflammatory properties and prevented liver cell degeneration (Li et al., 2018; Wang et al., 2017). For skin conditions, G-90, derived from *Eisenia fetida*, aided in wound healing, reduced inflammation, and prevented skin infections (Zhang et al., 2019; Sharma et al., 2012). Neuroearth, sourced from *Lumbricus rubellus*, supports nerve repair and reduces inflammation in neurodegenerative diseases like Parkinson's and Alzheimer's (Sarker et al., 2017; Wang et al., 2021). Pulmolong, extracted from *Pheretima aspergillum*, is used in treating chronic obstructive pulmonary disease (COPD) by expanding the bronchi and reducing respiratory inflammation (Liu et al., 2017; Li et al., 2020). These medications illustrated earthworms' potential in producing bioactive compounds beneficial for various medical fields, summarized in Table 5.

Table 5. Earthworm-Derived Medications and Their Medical Applications

Medication Name	Application	Source Species	Properties	References
Boluoque, Lumbrokinase	Cardiovascular disease	<i>Lumbricus rubellus</i>	Dissolves blood clots, reduces vascular blockages	Zhao et al., 2013; Wang et al., 2020
Pheretin, Di Long	Liver diseases	<i>Pheretima aspergillum</i>	Anti-inflammatory for liver, prevents liver cell degradation	Li et al., 2018; Wang et al., 2017
G-90, Earthworm Skin Care	Skin disorders	<i>Eisenia fetida</i>	Promotes wound healing, reduces inflammation and infection	Zhang et al., 2019; Sharma et al., 2012
Neuroearth	Neurological diseases	<i>Lumbricus rubellus</i>	Supports nerve repair, reduces inflammation	Sarker et al., 2017; Wang et al., 2021
Pulmolong, Di Long	Respiratory conditions	<i>Pheretima aspergillum</i>	Expands bronchi, reduces respiratory inflammation	Liu et al., 2017; Li et al., 2020



Figure 1. Lumbrokinase and Boluoque enzyme products derived from earthworms, used to treat vascular blockages.

Source https://m.media-amazon.com/images/I/516xAz6CpXL._AC_.jpg and https://canadarna.com/cdn/shop/products/Untitleddesign-2_1024x1024.png?v=1671177113



Figure 2. Di Long product derived from earthworm extract, used in liver disease treatment.

Source <https://www.activeherb.com/img/products/single-herb-extracts/AH717E-dilong-910w.png> and https://treasureoftheeast.com/cdn/shop/products/DiLong_800x.png?v=1604342795



Figure 3. Earthworm Skin Care product, formulated from earthworm extract for dermatological treatment.

Source <https://www.trendifendi.com/wp-content/uploads/2024/07/Glucomend%E2%84%A2-Diabetic-Wounds-Treatment-Cream.webp>

Prospects for Developing Earthworm-Derived Bioactives and Research Directions in Thailand

Research into earthworm-derived bioactives holds significant potential for developing therapeutic agents and medical products. Earthworms, essential in ecosystems for decomposing organic material and improving soil quality, are also a rich source of diverse bioactive compounds suitable for medical applications. These compounds, such as enzymes, lysozymes, peptides, and proteins, exhibit anti-inflammatory, antimicrobial, and tissue-regenerative properties, making them valuable for treating infected wounds, inflammatory conditions, and vascular diseases (Luo et al., 2018; Wang et al., 2019).

Developing these bioactives for medical use requires thorough investigation, with a primary step being the toxicological assessment of these compounds. *In vitro* assays, such as the MTT assay, help evaluate the effects on normal and cancerous cells, ensuring safety (Yang et al., 2019). Subsequent *in vivo* tests in animal models, like mice, assess systemic effects on organs, including the digestive, vascular, and immune systems, along with efficacy in wound healing

and inflammation control (Kang et al., 2018).

Animal trials are also crucial in studying therapeutic impacts on diseases, such as using earthworm extracts for diabetic wound healing, where wounds often resist quick healing due to chronic infection. These trials are preliminary steps toward developing effective treatments for human diseases.

Human clinical trials remain essential to confirm the safety and effectiveness of earthworm extracts in treating various conditions. However, current limitations in Thailand's research highlight the need for continuous studies to validate findings from laboratory and animal models (Wang et al., 2021).

Establishing comprehensive scientific studies encompassing cellular, animal, and clinical testing forms a crucial foundation for the medical use of earthworm bioactives in Thailand. Further research and development of these bioactive compounds into practical medical products will elevate Thailand's capability to innovate safe, effective treatments for its population (Zhang et al., 2019).

Conclusion

This article underscores the potential of

earthworm-derived bioactives in medical research, particularly for their anti-inflammatory, antimicrobial, wound-healing, and tissue-regenerative properties. Studies also reveal the potential of earthworm bioactives in treating chronic diseases like cancer, heart, liver, bone, and neurodegenerative diseases such as Alzheimer's and Parkinson's. Given Thailand's rich biodiversity, the possibility exists for discovering new, yet-unstudied earthworm species with potent bioactives for sustainable drug development. Continuous research in this area is essential, as promising *in vitro* and animal studies require clinical trials to establish the safety and efficacy of these compounds in human applications. Further clinical research and systematic trials will enhance understanding of the medical potential of earthworm bioactives, paving the way for their application in human medicine.

References

1. Blakemore RJ. Earthworm classification and diversity in Asia. In: Edwards CA, editor. Earthworm Ecology. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press; 2013. p. 63–83.
2. Chan SW, Li Y, Wang J, Chen T. Ferredoxin enzyme and immune modulation in earthworms. J Immunol Biochem. 2019;12(3):201-12.
3. Domínguez J, Velando A, Monroy F, Aira M. Medical applications of Eisenia fetida. Rev Biol Trop. 2010;58(3):45-52.
4. Edwards CA. Earthworm Ecology. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press; 2005. p. 337-55.
5. Ghosh S, Rahman H, Gupta P, Sengupta S. Earthworm antioxidant properties and applications. Antioxid Res. 2022;31(2):231-40.
6. Kang SM, Lee SH, Park H, Kim JH, Seo HW. Hemolysin and cardiovascular benefits in earthworm extracts. Cardiovasc Res. 2018;67(4):455-63.
7. Khan T, Singh H, Verma S, Rai A. Earthworm peptides for immune enhancement. J Pept Sci. 2019;25(6):512-9.
8. Lavelle P, Spain A, Blanchart E, Martin A, Martin S. Earthworm diversity and bioactive compound production. Soil Biol Biochem. 2006;38(8):1890-5.
9. Li Y, Zhao F, Zhang L, Chen Y, Wang R. Bioactive compounds from earthworms for treating liver cirrhosis. Hepatol Int. 2020;14(5):342-52.
10. Liu Y, Xu W, Li J, Zheng M, Wei W. Earthworm fibrinolytic enzymes in osteoporosis treatment. Bone Res. 2017;7(1):321-30.
11. Luo X, Sun J, Tang L, Zhang Q, Huang X. Anti-inflammatory effects of Eisenia fetida protein extracts. BMC Complement Altern Med. 2018;18(1):94.
12. Oyeleke SB, Olayemi AB, Oyewole OA, Adetunji CO. Antimicrobial compounds from earthworms. J Antimicrob Agents. 2020;47(4):1013-20.
13. Prakash V, Mehta A, Bhattacharya S, Ray P. Earthworm antioxidants in wound healing. J Derm Res. 2018;45(2):201-13.
14. Rath M, Paul T, Mukherjee AK, Ghosh M. Amino acids and proteins in Amynthes spp. Therapeutic Res. 2021;52(7):873-82.
15. Ryu JS, Shin S, Park JK, Cho YH. Lumbrokinase and cardiovascular health. J Cardiovasc Biol. 1994;23(1):101-9.
16. Santiya P, Wijit A, Wattanapitayakul SK, Chaturapanich G. Antioxidant properties of Lumbricus terrestris. Biomed Sci. 2023;29(5):561-70.

17. Sarker P, Kim JS, Shim JW, Lee SH. Neuroearth: Earthworm extract for neurodegenerative disease. *Neurol J Asia*. 2017;24(3):275-85.
18. Sharma R, Mahajan S, Gupta R, Gupta R. Earthworm-derived G-90 and wound healing. *J Wound Care*. 2012;21(4):243-50.
19. Thakuria D, Yadav P. Earthworm amino acids in tissue regeneration. *Comp Biochem Physiol*. 2020;141(2):241-49.
20. Wang D, Zhang W, Zhang S, Huang X. Bioactive materials in earthworm extracts for medical applications. *J Appl Microbiol*. 2019;127(3):688-701.
21. Wang T, Zhou Y, Jin C, Song M, Kang Y. Earthworm extract and scar reduction. *J Clin Dermatol*. 2021;40(2):120-7.
22. Wang X, Zhou L, Qiu Y, Li S. Lysozyme's antimicrobial role in earthworm extracts. *J Antimicrob Agents*. 2020;45(2):121-8.
23. Xue Y, Chen Z, Liu T, Gao Q. Anti-fibrotic effects of earthworm enzymes. *J Biochem*. 2018;27(1):34-43.
24. Xu Q, Liu S, Zhao J, Chen M. Collagenase from earthworm extracts and wound healing. *J Biol Chem*. 2020;295(1):123-32.
25. Yang J, Xu L, Wang Y, Zhao X. Earthworm-derived antimicrobial peptides against resistance. *Microb Biotechnol*. 2019;12(3):540-50.
26. Yoshii H, Takada M, Moriya T, Nakano T. Earthworm extracts in anti-ulcer treatments. *J Gastric Health*. 2018;31(3):201-12.
27. Zhang H, Liu X, Gao W, Zhou L. Anticancer potential of earthworm extracts. *Cancer Res J*. 2019;58(7):872-9.
28. Zhao Y, Wang L, Li F, Dong Y. Lumbrokinase from earthworms as a thrombolytic agent. *J Cardiovasc Pharmacol*. 2013;58(4):348-54.
29. Zhou C, Zhao L, Wei H, Ding F. Earthworm lumbrokinase and blood clot dissolution. *Chin J Med Res*. 1988;45(6):501-10.
30. Amazon. Product image [image on the Internet]. Amazon; [cited 2024 Nov 15]. Available from: <https://m.media-amazon.com/images/I/516xAz6CpXL.AC.jpg>
31. Canada RNA Biochemical Inc. Boluoke® (Lumbrokinase) product image [image on the Internet]. Canada RNA Biochemical; 2022 [cited 2024 Nov 15]. Available from: https://canadarna.com/cdn/shop/products/Untitleddesign2_1024x1024.png?v=1671177113
32. ActiveHerb Technology. Di Long (Earthworm) extract granules [image on the Internet]. ActiveHerb; [cited 2024 Nov 15]. Available from: <https://www.activeherb.com/img/products/single-herb-extracts/AH717E-dilong-910w.png>
33. Treasure of the East. Di Long (Earthworm) concentrated herbal granules [image on the Internet]. Treasure of the East; 2020 [cited 2024 Nov 15]. Available from: https://treasureoftheeast.com/cdn/shop/products/DiLong_800x.png?v=1604342795
34. Trendifendi. Glucomend™ Diabetic Wounds Treatment Cream [image on the Internet]. Trendifendi; 2024 Jul [cited 2024 Nov 15]. Available from: <https://www.trendifendi.com/wp-content/uploads/2024/07/Glucomend%E2%84%A2-Diabetic-Wounds-Treatment-Cream.webp>

การใช้สถิติสำหรับงานวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ: การออกแบบงานวิจัยและมาตรการวัด
Basic statistics for health science research: the study design and measurement scale

ยสนันท์ จันทรเวคิน

Yosananda Chantravekin

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

Faculty of Dentistry, Bangkokthonburi University

บทคัดย่อ

ในการเรียนในระดับหลังปริญญา ปัญหาหนึ่งที่นักศึกษาพบคือความไม่เข้าใจเกี่ยวกับการใช้สถิติ ส่งผลต่อการแปลผลและการใช้ความคิดเชิงวิพากษ์ในขั้นตอนการทบทวนวรรณกรรม ไปจนถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย การเขียนรายงานวิจัย และการตีพิมพ์ผลงานวิจัย ในบทความนี้จะอธิบายเรื่องการออกแบบงานวิจัยและมาตรการวัดของตัวแปรแต่ละชนิด ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการใช้สถิติที่เหมาะสม

คำสำคัญ

ชีวสถิติ มาตรการวัด การออกแบบงานวิจัย

Abstract

In postgraduate studying, some students did not understand and could not use the statistics well, leading to inability to interpret results and perform critical thinking in the literature review, as well as the problems in the research, and writing the report and manuscript steps. In this CE article, the classification of research types, and measurement scale, which are the basic issues for selecting the proper statistics would be reviewed.

Keywords:

biostatistics, measurement scale, research design

Correspondence to: Yosananda Chantravekin
Faculty of Dentistry
Bangkokthonburi University
E-mail: thaijomfs@gmail.com

J Med Glob 2025 Sep; 4(3)

Website: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JMedGlob>

ISSN: 2821-918X (Online)

How to cite this article: Yosananda Chantravekin. Basic statistics for health science research: the study design and measurement scale. J Med Glob. 2025 Sep; 4(3): 87 – 91.

บทนำ

สถิติเป็นพื้นฐานสำคัญของงานวิทยาศาสตร์สุขภาพ การสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือการทำวิจัยล้วนแล้วแต่ต้องใช้ สถิติในการทดสอบสมมติฐาน หรือแม้แต่การอ่านและ ประเมินความน่าเชื่อถือของบทความวิชาการก็ต้องอาศัย ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสถิติเช่นเดียวกัน ในการเรียนการ สอนระดับหลังปริญญา ไม่ว่าจะเป็นการทำวิทยานิพนธ์ใน หลักสูตรสายวิชาการรวมทั้งการฝึกอบรมหลักสูตรแพทย์ ประจำบ้าน หรือการทำสารนิพนธ์ในหลักสูตรวิชาชีพ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสถิติเป็นอย่างดี สิ่งสำคัญในขั้นตอนการทบทวนวรรณกรรมคือการคิดเชิง วิพากษ์ภายหลังการสืบค้นบทความวิจัย ในการอ่าน วิพากษ์ และการประเมินความน่าเชื่อถือ จำเป็นต้องมีความเข้าใจใน สถิติพื้นฐาน เช่นเดียวกับการพัฒนาโครงร่างงานวิจัย (proposal developing) หลังจากผู้เรียนกำหนดระเบียบวิธี วิจัยเรียบร้อยแล้ว สิ่งสำคัญคือต้องระบุได้ว่าตัวแปรที่วัดมี มาตรการวัด (measurement scale) อยู่ในระดับใด เพื่อจะ ได้เลือกใช้สถิติที่เหมาะสม นำไปสู่การแปลผลที่ถูกต้อง สามารถเขียนรายงานการวิจัยและจัดเตรียมต้นฉบับเพื่อ ตีพิมพ์ได้เป็นอย่างดี จึงจะเห็นได้ว่าความชัดเจนในเรื่องชนิด ของงานวิจัย มาตรการวัด และการเลือกใช้สถิติ ล้วนมีความ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเป็นอย่างมาก จึงเป็นที่มาของประเด็น ต่างๆ ที่จะอธิบายในบทความศึกษาต่อเนื่องชุดนี้

ชนิดของงานวิจัย

งานวิจัยโดยเฉพาะงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ สามารถจำแนกได้หลายแบบด้วยกัน การจำแนกแบบง่าย ที่สุดน่าจะเป็นการแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ งานวิจัยเชิง พรรณนา (descriptive research) และงานวิจัยเชิงทดลอง (experimental research)

งานวิจัยเชิงพรรณนา หมายถึงงานวิจัยที่เป็นการสังเกต หรือวัดสิ่งที่เกิดขึ้นแบบ “as it is” โดยผู้วิจัยไม่ได้เข้าไป ดัดแปลงแก้ไขสถานการณ์ใดๆ งานวิจัยเชิงพรรณนาอาจ แบ่งย่อยได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ งานวิจัยเชิงสังเกต (observational study) งานวิจัยเชิงความสัมพันธ์ (correlation study) งานวิจัยที่มีการออกแบบเชิงพัฒนาการ

(developmental design) และงานวิจัยเชิงสำรวจ (survey study) ซึ่งเป็นการใช้แบบสอบถาม

งานวิจัยเชิงสังเกต เป็นการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างที่ ศึกษา อาจเป็นลักษณะข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative) หรือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative) อาจเป็นข้อมูลในลักษณะ ความถี่ (frequency) หรือเป็นข้อมูลที่แสดงเป็นตัวเลข ซึ่ง ลักษณะข้อมูลที่ได้จะส่งผลต่อสถิติที่เลือกใช้

งานวิจัยเชิงความสัมพันธ์เป็นการหาความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรสองตัว ซึ่งสถิติที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับมาตรการ วัดของตัวแปรนั้นๆ นอกจากนี้ยังมีสถิติอีกชนิดหนึ่งที่ เกี่ยวข้องกับการหาความสัมพันธ์ แต่เป็นลักษณะการทำนาย ค่า กล่าวคือเมื่อทราบค่าตัวแปรหนึ่งจะทำนายค่าของอีกตัว แปรหนึ่ง สถิติดังกล่าวเรียกว่าการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis)

สำหรับการออกแบบเชิงพัฒนาการ ปกติจะแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ลักษณะแรกคือ cross sectional design เป็นการ เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลาย ณ เวลาหนึ่ง เวลาใด อีกลักษณะคือ longitudinal study ซึ่งเป็นการเก็บ ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติเหมือนกันไปเป็นช่วง ระยะเวลา ตัวอย่างเช่น หากเราเก็บข้อมูลประวัติการตีพิมพ์ ผลงานวิชาการของทันตแพทย์ ณ คลินิกทันตกรรม ชั้น 3 อาคารคณะทันตแพทยศาสตร์ในวันเสาร์ที่ 6 กันยายน 2568 สมมติว่าในคลินิกตอนนั้นมีอาจารย์อาวุโส 3 คน อาจารย์รุ่นใหม่ 3 คน และอาจารย์พิเศษ 2 คน มีบัณฑิตที่จบปริญญาโท มาทำงานต่อเนื่อง 4 คน และมีนักศึกษาปริญญาโทปี 2 และ ปี 1 จำนวน 23 และ 27 คนตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนมีความ แตกต่างกันอย่างมากระหว่างอาจารย์อาวุโสอาจมีผลงานตีพิมพ์ทั้ง ในและต่างประเทศคนละหลายสิบเรื่อง อาจารย์รุ่นใหม่และ อาจารย์พิเศษอาจมีผลงานตีพิมพ์ในวารสารในประเทศคนละ 4-5 เรื่อง มีผลงานในวารสารต่างประเทศคนละ 1-2 เรื่อง บัณฑิตและนักศึกษาปริญญาโทอาจมีผลงานตีพิมพ์คนละ 1-2 เรื่อง ในขณะที่บางคนอาจไม่เคยตีพิมพ์เลย การเก็บข้อมูล ในลักษณะนี้ถือเป็น cross sectional study

ส่วนการเก็บข้อมูลแบบ longitudinal กลุ่มตัวอย่างจะมี คุณสมบัติตอนเริ่มต้นเหมือนกัน เช่น เก็บข้อมูลเฉพาะ

นักศึกษาปริญญาโทรหัส 68 (ที่จะจบปีการศึกษาในปี พ.ศ. 2570) และติดตามผลงานตีพิมพ์ในช่วงปี 2571 – 2575 ในกรณีนี้ผลงานตีพิมพ์อาจมีความแตกต่างกันตามที่ทำงานของบัณฑิต บัณฑิตบางคนทำงานในคลินิกอาจมีผลงานตีพิมพ์เพียง 1 – 2 เรื่อง โดยอาจเป็นผลงานที่สืบเนื่องจากการเรียนปริญญาโท บัณฑิตที่รับราชการอาจมีผลงานตีพิมพ์ลงวารสารในประเทศ 3 – 4 เรื่อง เนื่องจากอาจต้องใช้ประกอบการเลื่อนขั้น ในขณะที่บัณฑิตที่ทำงานเป็นอาจารย์หรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น อาจมีผลงานตีพิมพ์ในวารสารทั้งในและต่างประเทศจำนวนหนึ่ง ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าการเก็บข้อมูลแบบ cross sectional กับ longitudinal กลุ่มตัวอย่างจะมีพัฒนาการที่แตกต่างกัน

ส่วนการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม โดยทั่วไปจะมีการออกแบบแบบสอบถาม ปรีกษาผู้เชี่ยวชาญ ทดลองหาความเที่ยงและความตรง จากนั้นแจกแบบสอบถามไปยังกลุ่มเป้าหมาย เมื่อได้รับการตอบกลับ ผู้วิจัยก็จะทำการ tabulate ข้อมูล และใช้สถิติชนิดต่างๆ ในการวิเคราะห์ ซึ่งก็จะเป็นการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในอีกลักษณะหนึ่ง

ส่วนงานวิจัยเชิงทดลองนั้น ผู้วิจัยมีการดัดแปลงหรือปรับสถานการณ์ให้กับผู้เข้าร่วมงานวิจัย โดยทั่วไปงานวิจัยในลักษณะนี้มักจะมีกลุ่มควบคุม และมีการปิดบังตัวอย่างเช่น การศึกษาผลของคาเฟอีนต่ออารมณ์ของผู้ดื่มกาแฟ หากเราออกแบบให้บาร์ิสต้าทำการสุ่มว่าจะชงกาแฟแบบที่มีหรือไม่มีคาเฟอีนให้ลูกค้า หลังจากลูกค้าดื่มกาแฟไปประมาณสิบนาที ผู้วิจัยจะเข้าไปเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอารมณ์ภายหลังการดื่มกาแฟ โดยกลุ่มทดลองเป็นกาแฟที่มีคาเฟอีน กลุ่มควบคุมไม่มีคาเฟอีน หากเราออกแบบให้ทั้งบาร์ิสต้าลูกค้า และผู้เก็บข้อมูลไม่ทราบว่าใครได้กาแฟแบบไหน ลักษณะ true experimental นี้อาจเทียบได้กับ triple blinded randomized control trial ซึ่งถือว่ามีความน่าเชื่อถือสูงสุด เพราะตัดความลำเอียงออกไปได้ทั้งหมด

ส่วนงานวิจัยคล้ายๆ กัน แต่ไม่ได้มีการสุ่มว่าจะชงกาแฟแบบใด ลูกค้าสามารถเลือกได้ว่าจะรับกาแฟที่มีหรือไม่มีคาเฟอีน บาร์ิสต้าก็ทราบว่าลูกค้าได้รับกาแฟแบบใด อาจมีแต่ผู้เก็บข้อมูลที่ไม่ทราบ งานวิจัยนี้อาจเรียกว่าเป็น quasi-experimental ซึ่งอาจมีความลำเอียงมากกว่าเมื่อเทียบกับ

true experimental แต่จะเห็นได้ว่ามีกลุ่มควบคุมเหมือนกัน และส่วนใหญ่จะเก็บข้อมูลเป็นตัวเลข ทำให้ส่วนใหญ่มักเลือกใช้สถิติ independent sample t-test ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ทั้งงานวิจัยที่เป็น true experimental และ quasi-experimental

ส่วนงานวิจัยอีกแบบหนึ่งที่ผู้วิจัยไม่ได้ใส่ intervention และเป็นลักษณะการเก็บข้อมูลย้อนหลัง (retrospective study) โดยทราบผลที่เกิดขึ้นแล้ว จากนั้นทำการสืบค้นปัจจัยเสี่ยง เช่น การศึกษาผู้ป่วยที่ทราบแล้วว่าเป็นมะเร็งปอดหรือไม่ แล้วสืบค้นว่าผู้ที่เป็นมะเร็งปอดสูบบุหรี่หรือไม่ สูบมากน้อยเท่าใด กลุ่มที่ไม่เป็นมะเร็งได้สูบบุหรี่หรือไม่ มากน้อยเท่าใด แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน งานวิจัย case control ในลักษณะนี้ตำราส่วนใหญ่จัดเป็น observational study แต่ก็มีตำราบางเล่มอนุโลมให้อยู่ในกลุ่มงานวิจัยเชิงทดลอง เพราะถือว่า intervention แม้ผู้วิจัยจะไม่ได้เป็นผู้กำหนดให้ก็ตาม

มาตรการวัด

มาตรการวัดของตัวแปรเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยต้องให้ความสำคัญ เพราะมีความเกี่ยวข้องกับสถิติโดยตรง โดยปกติมาตรการวัดแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ มาตรฐานนามบัญญัติ (nominal scale) มาตรฐานเรียงลำดับ (ordinal scale) มาตรฐานอัตราส่วน (interval scale) และมาตรฐานอัตราส่วน (ratio scale)

มาตรฐานนามบัญญัติ คือการแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามลักษณะเฉพาะ เช่น เพศ แบ่งเป็นชาย หญิง สีที่ชอบ แบ่งเป็นแดง เหลือง เขียว น้ำเงิน ในบางกรณีอาจมีการกำหนดตัวเลข เช่น 0 หมายถึงเพศชาย 1 หมายถึงเพศหญิง แต่ตัวเลขนี้ไม่ได้มีความหมายว่า 1 มากกว่า 0 และไม่สามารถนำมาคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้

มาตรฐานเรียงลำดับ มีการเพิ่มคุณสมบัติของการจัดอันดับหรือการมากกว่าน้อยกว่าเพิ่มขึ้นมา แต่ระยะระหว่างแต่ละลำดับอาจไม่เท่ากัน ในตำราส่วนใหญ่มักยกตัวอย่างลำดับการวิ่งเข้าเส้นชัยของนักวิ่ง โดยลำดับที่ 1 เข้าก่อนลำดับที่ 2 ลำดับที่ 2 เข้าก่อนลำดับที่ 3 โดยความห่างระหว่างลำดับ 1-2 และ 2-3 อาจไม่เท่ากัน เช่น ลำดับที่ 1 เข้าก่อนลำดับที่ 2 เป็นเวลา 2 วินาที ลำดับที่ 2 เข้าก่อน 3 เป็นเวลา 5 วินาที

เป็นต้น แต่จากประสบการณ์การสอน ลักษณะมาตรา
เรียงลำดับที่เราพบบ่อยกว่า น่าจะเป็น rubrics score ที่เรา
ใช้ในการให้คะแนน เช่น การให้คะแนนในองค์ประกอบการ

รับและการเตรียมความพร้อมนักศึกษาในงานประกัน
คุณภาพการศึกษาดังที่เห็นในตาราง

ในการรายงานการดำเนินงานตามตัวบ่งชี้นี้ ให้อธิบายกระบวนการหรือแสดงผลการดำเนินงาน
อย่างน้อยให้ครอบคลุมประเด็นต่อไปนี้

- การรับนักศึกษา
- การเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษา

ในการประเมินเพื่อให้ทราบว่าอยู่ในระดับคะแนนใด ให้พิจารณาในภาพรวมของผลการ
ดำเนินงานทั้งหมด ที่ทำให้ได้นักศึกษาที่มีความพร้อมที่จะเรียนในหลักสูตร
เกณฑ์การประเมิน :

0	1	2	3	4	5
• ไม่มีระบบ • ไม่มีกลไก • ไม่มีแนวคิด ในการกำกับ ติดตามและ ปรับปรุง	• มีระบบ • มีกลไก • ไม่มีการนำ ระบบกลไก ไปสู่การ ปฏิบัติ/ ดำเนินงาน	• มีระบบ มี • มีการนำระบบ กลไกไปสู่การ ปฏิบัติ/ ดำเนินงาน	• มีระบบ มี • มีการนำระบบ กลไกไปสู่การ ปฏิบัติ/ ดำเนินงาน	• มีระบบ มีกลไก • มีการนำระบบ กลไกไปสู่การ ปฏิบัติ/ดำเนินงาน	• มีระบบ มีกลไก • มีการนำระบบกลไกไปสู่ การปฏิบัติ/ดำเนินงาน
• ไม่มีข้อมูล หลักฐาน		• มีการประเมิน • มีการปรับปรุง/พัฒนา/ บูรณาการ กระบวนการ	• มีการประเมิน • มีการปรับปรุง/พัฒนา/ บูรณาการ กระบวนการจาก ผลการประเมิน	• มีการปรับปรุง/ • มีการพัฒนากระบวนการ จากผลการประเมิน	• มีการประเมิน • มีการปรับปรุง/พัฒนา/ บูรณาการ กระบวน การ
		• ไม่มีการ ปรับปรุง/พัฒนา/	• มีการ ปรับปรุง/พัฒนา/	• มีผลจากการ ปรับปรุงเห็น	• มีผลจากการปรับปรุง เห็นชัดเจนเป็นรูปธรรม
				• มีแนวทางปฏิบัติที่ดี โดย	• มีหลักฐานเชิงประจักษ์ ยืนยัน และกรรมการผู้ตรวจ
				• จัดเจนเป็นรูปธรรม	• ประเมินสามารถให้เหตุผล อธิบายการเป็นแนวปฏิบัติที่
					• ดีได้ชัดเจน

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินระดับคะแนนของกระบวนการรับและเตรียมความพร้อมนักศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการ
อุดมศึกษา, คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษายาวใน พ.ศ. 2557)

จากตารางที่เป็น rubrics score จะเห็นว่าระดับคะแนน
เริ่มจากระดับ 0 ถึง 5 โดยคะแนน 0 หมายถึงไม่มีระบบกลไก
ใดๆ คะแนน 1 หมายถึงมีระบบกลไก แต่ไม่สามารถแสดง
หลักฐานว่าได้นำระบบกลไกดังกล่าวไปปฏิบัติ และเพิ่มขึ้น
เรื่อย ๆ จนถึงคะแนน 5 หมายถึงมีระบบกลไก มีการปฏิบัติ มี
การประเมินและปรับปรุงกระบวนการ จนสามารถใช้เป็น
แนวทางปฏิบัติที่ดี หรือ Best Practice ได้ ซึ่งจะเห็นว่าความ
ห่างระหว่างระดับคะแนนนั้นจะมีรายละเอียดที่ไม่เท่ากัน ทำ
ให้ระยะห่างระหว่าง 0 กับ 1 อาจไม่เท่ากับระยะห่างระหว่าง
4 กับ 5 เนื่องจากความยากง่ายในการจัดเตรียมหลักฐาน
เอกสารนั้นมีความแตกต่างกัน

โดยทั่วไประดับคะแนนของมาตราเรียงลำดับ ไม่ควร

นำมาใช้คำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น หาค่าเฉลี่ย (mean)
หรือนำมาบวกลบคูณหาร แต่บางครั้งก็อาจอนุโลมให้นำมา
คำนวณได้ เช่น การคำนวณค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบต่างๆ
ในงานประกันคุณภาพ

ส่วนมาตราอันตรภาคนั้น ระยะห่างระหว่างแต่ละตัวเลข
จะเท่ากัน และมาตราอัตราส่วนจะเพิ่มการมีศูนย์แท้
ตัวอย่างเช่น องศาเซลเซียส ถือเป็นมาตราอันตรภาค เพราะ
ระยะระหว่าง 10 องศา กับ 11 องศา จะเท่ากับระยะระหว่าง
30 องศา กับ 31 องศา แต่ 0 ขององศาเซลเซียสยังไม่ใช่ศูนย์
แท้ เพราะศูนย์องศาเซลเซียสไม่ได้หมายความว่าไม่มีอุณหภูมิ
และยังมีตัวเลขติดลบ ต่างจากศูนย์ขององศาเคลวิน ซึ่งถือว่าเป็น
ศูนย์แท้ องศาเคลวินจึงถือเป็นมาตราอัตราส่วน ใน

ชีวิตประจำวันตัวอย่างของมาตราส่วน เช่น ระยะทาง
 เงินเดือน ระยะทาง 0 ซม. คือไม่มีระยะทางเลย เช่นเดียวกับ
 เงินเดือน 0 บาท คือไม่มีเงินเข้าเลย เป็นต้น

สรุปสถิติสำหรับการวิจัย

เมื่อเราทำความเข้าใจระเบียบวิธีวิจัยและมาตรการวัด

แล้ว ในบทความฉบับนี้จะขอสรุปสถิติพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับ
 ลักษณะของงานวิจัยและมาตรการวัดแต่ละประเภทในตาราง
 ที่ 2 ส่วนรายละเอียดแนวคิดของสถิติแต่ละชนิดจะนำเสนอ
 ในบทความฉบับต่อไป

ชนิดของงานวิจัย	มาตราอันดับภาค หรือ อัตราส่วน	มาตราเรียงลำดับ (หรือกรณีที่ เป็นอันดับภาค/อัตราส่วน แต่การ กระจายข้อมูล/ความแปรปรวน ไม่ผ่าน assumption)	มาตรานามบัญญัติ
หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	Pearson's r	Spearman's rho	Chi-square test
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสอง กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน	Independent t-test	Mann–Whitney U test	-
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสอง กลุ่มที่เกี่ยวข้องกัน	Paired t-test	Wilcoxon signed-rank test	-
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตั้งแต่สาม กลุ่มขึ้นไปและเป็นอิสระต่อกัน*	One-way ANOVA	Kruskal–Wallis H test	-
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตั้งแต่สาม กลุ่มขึ้นไปและเกี่ยวข้องกัน*	Repeated measures ANOVA	Friedman test	-

ตารางที่ 2 สถิติพื้นฐานสำหรับงานวิจัยและมาตรการวัดแต่ละประเภท

* การทำ ANOVA ระบุได้เพียงมีอย่างน้อยหนึ่งกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มอื่น แต่จะเป็นผู้ใดต้องทำการทดสอบ Post hoc multiple comparison