

การประดิษฐ์วัสดุดับไฟกึ่งชีวภาพเพื่อป้องกันการลุกลามของไฟป่าอย่างปลอดภัย
Invention of fire extinguishing materials to safely contain the spread of forest fires

ธีรภัทร ยศทะ สราวัลย์ ต้นคำมูล

ก่อกุศล มาแสน

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย เชียงราย อ.เมือง จังหวัดเชียงราย 57000

Email : 05771Theeraphat@pcccr.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ดับไฟกึ่งชีวภาพจากวัสดุธรรมชาติที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม มีประสิทธิภาพในการควบคุมหรือชะลอการลุกลามของไฟป่า และสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับชุมชนหรือสถานการณ์ฉุกเฉินเบื้องต้น อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นลูกบอลทรงกระบอก ภายนอกทำจากพลาสติกบางที่สามารถย่อยสลายได้ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ภายในบรรจุสารดับไฟที่มีส่วนผสมของโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (Monoammonium Phosphate; MAP) ร่วมกับวัสดุธรรมชาติ เช่นผงเปลือกข้าวและดินเบา ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับความร้อนและลดการเผาไหม้

เมื่ออุปกรณ์สัมผัสกับเปลวไฟ วัสดุห่อหุ้มด้านนอกจะละลายและแตกออก ทำให้สารดับไฟภายในกระจายตัวอย่างรวดเร็ว เพื่อช่วยลดอุณหภูมิและชะลอการลุกลามของไฟ กระบวนการดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาคุณสมบัติของสารโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟตและวัสดุธรรมชาติที่สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกันได้ จากนั้นออกแบบสัดส่วนผสมของสารดับไฟในอัตรา 3:1 ระหว่างสารเคมีกับวัสดุธรรมชาติ และสร้างต้นแบบลูกบอลดับไฟกึ่งชีวภาพเพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการดับไฟ ความปลอดภัย และความสามารถในการย่อยสลายของวัสดุ เพื่อประเมินความเหมาะสมในการใช้งานจริงต่อไป

คำสำคัญ: โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต, วัสดุกึ่งชีวภาพ, การชะลอการลุกลามไฟป่า, การย่อยสลายทางชีวภาพ, ความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

1. บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาไฟป่าและไฟหญ้าแห้งกลายเป็นหนึ่งในภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่มีสภาพอากาศแห้งแล้งฝนตกน้อยและลมแรงทำให้เกิดการลุกลามไฟป่ามักเกิดขึ้นบ่อยในพื้นที่ป่าไม้ทางภาคเหนือภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวมถึงพื้นที่การเกษตรหรือป่าชุมชนในภูมิภาคต่าง ๆ ไฟที่เกิดขึ้นไม่เพียงทำลายพืชพรรณธรรมชาติและทรัพยากรป่าไม้ แต่ยังก่อให้เกิดฝุ่นละออง

PM2.5 ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนอย่างรุนแรง โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ เด็กเล็ก และผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจแม้ว่าจะมีหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่ให้ความช่วยเหลือในการดับไฟป่า เช่น การใช้เฮลิคอปเตอร์โปรยน้ำ หรือการติดตั้งระบบแจ้งเตือนและควบคุมเพลิงไหม้ แต่การดำเนินงานดังกล่าวต้องใช้งบประมาณสูง อุปกรณ์มีขนาดใหญ่และซับซ้อน ทำให้ไม่สามารถเข้าถึงพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศยากลำบากหรือห่างไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการพึ่งพา

เทคโนโลยีที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ อาจไม่ตอบโจทย์ในบริบทของชุมชนท้องถิ่นที่ต้องการแนวทางที่ประหยัด เรียบง่าย และยั่งยืน

ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำจึงเล็งเห็นว่าแนวทางการประดิษฐ์อุปกรณ์ดับไฟจากวัสดุธรรมชาติที่ได้ในท้องถิ่นเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและสามารถต่อยอดได้จริงในภาคสนาม โดยเฉพาะในกรณีที่เป็นไฟขนาดเล็กหรือกำลังเริ่มลุกไหม้ หากสามารถควบคุมหรือดับไฟได้ในระยะแรกจะสามารถลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในวงกว้างได้อย่างมาก ทั้งนี้ การใช้วัสดุธรรมชาติ เช่น ดินเหนียว เถ้าแกลบ ผงเบกกิ้งโซดา หรือเกลือ ซึ่งเป็นของเหลือใช้จากภาคเกษตรหรือของใช้ประจำบ้าน เป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับหลักการ"นิเวศเศรษฐกิจ" และ "การพึ่งพาตนเอง" ตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 การพัฒนาอุปกรณ์ดับไฟขนาดเล็กที่สามารถพกพาได้ และทำจากวัสดุธรรมชาติที่ปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อม ไม่เพียงช่วยให้ประชาชนทั่วไปสามารถมีส่วนร่วมในการควบคุมไฟเบื้องต้นแต่ยังสามารถนำไปใช้ในงานอาสาสมัคร ป้องกันไฟป่าในหมู่บ้าน หรือเป็นต้นแบบการต่อยอดทางนวัตกรรมสำหรับเยาวชนและชุมชนทั่วประเทศ

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1การสร้างปลอกวัสดุดับไฟ

สร้างตัวปลอกทรงกระบอกที่บรรจุสารที่ช่วยป้องกันไฟภายในและออกแบบให้เกิดการ แตกหรือเปิดตัวปลอกเมื่อได้รับความร้อนจากเปลวไฟ วัสดุและอุปกรณ์:แผ่นพลาสติกชนิดบาง (ABS/Polycarbonate) สำหรับตัวปลอกและฝาปิดช่องบรรจุภายใน (inner compartment) สำหรับใส่วัสดุดับไฟชั้นฉนวนเมื่อได้รับความร้อนสูงจะระเบิดแต่ไม่อันตรายมากกวาทนความร้อนหรือเทพทนความร้อน เครื่องมือตัด เจาะ และขัดผิวตัด/ขึ้นรูปตัวปลอกพลาสติกทรงกระบอกและฝาปิด ให้มีช่องบรรจุภายในที่สามารถถอดได้เพื่อเติมวัสดุและตรวจสอบภายใน

2.1.1 เตรียมชั้นปล่อยเมื่อร้อน: เทเร็กซ์บางชั้นบนฟิล์มกระดาษหรือแผ่นฟิล์มบาง แล้วติดเป็นฝาครอบช่องบรรจุภายใน วิธีนี้เมื่อเร็กซ์ละลายที่อุณหภูมิกำหนด ช่องจะเปิดให้ผงภายในไหลออก — เป็นวิธีละลาย/หลอม ไม่ใช่การระเบิด

2.1.2 เติมวัสดุดับไฟลงในช่องภายใน

(ผสม Monoammonium phosphate + ตัวเติม เช่น ดินเหนียวหรือเถ้าแกลบ+เบกกิ้งโซดาและแป้งมัน)

2.1.3 ประกอบชิ้นส่วน ปิดฝาในสภาพที่ตรวจสอบความแน่นเพื่อเลี่ยงการหลุดเมื่อชนย้าย แต่ต้องให้ชั้นละลายสามารถทำงานได้เมื่อให้ความร้อนถึงค่าที่กำหนดทำสำเนา/แบบจำลอง 3-5 ชุด โดยเปลี่ยนตัวแปรเช่น ชนิดแผ่นปล่อยเมื่อร้อน (เร็กซ์หนา/บาง), ขนาดช่องปล่อย, สัดส่วนวัสดุภายใน

2.2 การเตรียมส่วนผสมวัสดุดับไฟ (Formulation of fire-retardant mixture) Monoammonium phosphate (MAP)ตัวเติม/ตัวพา (filler): เถ้าแกลบ (ช่วยเพิ่มมวลและการกระจายความร้อน)ตัวประสาน/สารจับเม็ด : ใช้กาว/สารยึดที่ไม่เผาไหม้หรือใช้การอัดเม็ดแบบไม่ต้องใช้ตัวทำละลาย

2.2.1 ชั่งน้ำหนักส่วนผสมแต่ละตัวตามสัดส่วนที่กำหนด (บันทึกสัดส่วนเป็นตัวแปร)ผสมให้เข้ากันด้วยช้อน/สติกเกอร์ในบีกเกอร์หรือใช้เครื่องสั่น/เครื่องผสมขนาดเล็ก (ในห้องปฏิบัติการ) จนได้เนื้อผงสม่ำเสมอ

2.2.2 ทดสอบความไหลของผง (flowability) และความหนาแน่นเป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบรรจุจากนั้นบรรจุแล้วปิด

2.3 ขั้นตอนการทดลองและการวัดผล (Testing Procedure and Measurements)

ทดสอบประสิทธิภาพของแนวป้องกันไฟที่สร้างจากต้นแบบตัวปลอกใน การป้องกันลุกลามของไฟ และเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์

2.3.1 สถานที่ทดลอง: พื้นที่กลางแจ้งที่ควบคุมได้หรือ

สนามทดสอบเฉพาะกิจที่มี อุปกรณ์ป้องกันไฟฉุกเฉินครบ เช่น ถังดับเพลิง, แหล่งน้ำ และเจ้าหน้าที่คุมพื้นที่

2.3.2 อุปกรณ์สำหรับการทดลอง: แนวป้องกันไฟต้นแบบ

(ตัวบล็อกและสารชะลอไฟที่ผสมไว้) แหล่งเชื้อเพลิงมาตรฐาน (กองฟาง/กองฟืน/หญ้าแห้ง ปริมาณและขนาด เท่ากันทุกครั้ง เพื่อความเทียบเท่า) อุปกรณ์จุดไฟแบบ มาตรฐาน (ไฟแช็คหรือหัวจุดไฟ) กล้องวิดีโอบันทึก พฤติกรรมการลุกลามของไฟไหม้เมอร์สำหรับบันทึกเวลา ไฟลุกลามเครื่องซึ่งสำหรับวัดมวลเชื้อเพลิงก่อนและหลัง การทดลอง

2.3.3 ขั้นตอนการทดลอง: จัดวางกองเชื้อเพลิงในตำแหน่ง

มาตรฐานวางแนวป้องกันไฟต้นแบบในตำแหน่งกำหนด เพื่อให้ไฟต้องลุกลามข้ามแนวจุดไฟที่จุดเริ่มต้นเดียวกันทุก ครั้งบันทึกพฤติกรรมไฟด้วยกล้องวิดีโอ และใช้ไหมเมอร์ วัด เวลาไฟลุกลามถึงแนวป้องกันไฟบันทึกว่ามีไฟลุกลาม ข้ามแนวหรือไม่วัดมวลเชื้อเพลิงที่เหลือหลังการทดลอง ทำซ้ำแต่ละสูตรและความยาวแนวชะลอไฟอย่างน้อย 3 รอบ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเก็บข้อมูลในตาราง และวิดีโอวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแตกต่างระหว่างสูตร ประเมินประสิทธิภาพแนวชะลอไฟในการป้องกันไฟ ลุกลาม

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

วิธีการ/เทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพื้นฐานคำนวณ ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การวิเคราะห์เชิง คุณภาพการประเมินประสิทธิภาพเชิงรวมบันทึกวิดีโอและ สังเกตว่าแนวป้องกันไฟสามารถป้องกันได้ในหลายระดับ การไหม้

3. ผลการทดลอง

ตารางเปรียบเทียบระยะเวลาทดสอบและ ประสิทธิภาพของวัสดุดับเพลิงสูตรต่างๆในการดับไฟและ ป้องกันการลุกลามของไฟ

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน MAP : เถ้า แกลบ	เวลาที่วัสดุ ระเบิด (s)	ระยะเวลา ในการดับไฟ (min)
A	60 : 40	11.36	1.49
B	50 : 50	09.42	1.05
C	30 : 70	10.23	1.38
D	20 : 80	10.57	1.46

จากตารางจะเห็นได้ว่าสูตร B ใช้เชื้อเพลิง MAP ผสมกับเถ้าแกลบในอัตราส่วน 50 : 50 และใช้เวลาในการ ดับไฟน้อยที่สุดดังนั้นสูตร B จึงใช้เวลาในการระเบิดและ ดับไฟน้อยที่สุดและเป็นสูตรที่ดีที่สุด

4. อภิปรายผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของ Monoammonium Phosphate (MAP) และเถ้าแกลบ มีผลต่อประสิทธิภาพของวัสดุดับเพลิงทั้งชีวภาพอย่าง ชัดเจน โดยสูตร B (MAP : เถ้าแกลบ = 50 : 50) ให้ ประสิทธิภาพสูงสุด มีเวลาปล่อยสารเฉลี่ย 9.42 วินาที และใช้เวลาดับไฟเพียง 1.05 นาที ซึ่งสั้นกว่าสูตรอื่น แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนดังกล่าวสามารถสร้างสมดุลระหว่าง ปริมาณสารหน่วงไฟและวัสดุตัวเติมได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้สารดับเพลิงกระจายตัวได้รวดเร็วและยับยั้งการ ลุกลามของเปลวไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในทางตรงกัน ข้าม สูตรที่มีสัดส่วน MAP สูงเกินไป (60 : 40) หรือมีเถ้า แกลบมากเกินไป (30 : 70 และ 20 : 80) มีประสิทธิภาพ ลดลง โดยใช้เวลาดับไฟนานกว่า เนื่องจากปริมาณ MAP ที่ไม่สมดุลส่งผลต่อความสามารถในการหน่วงไฟ ขณะที่ เถ้าแกลบแม้ช่วยเพิ่มมวลและการกระจายความร้อน แต่ เมื่อมีปริมาณมากเกินไปจะลดความเข้มข้นของสารออก ฤทธิ์ ทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเผาไหม้ลดลง ผล การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสัดส่วน MAP : เถ้าแกลบ 50 :

50 มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นวัสดุดับเพลิงกึ่งชีวภาพ สำหรับการควบคุมไฟป่าระยะเริ่มต้น อย่างไรก็ตาม ควรมีการทดสอบเพิ่มเติมภายใต้สภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง รวมถึงเพิ่มจำนวนรอบการทดลองและศึกษาปัจจัยอื่น เช่น ความเร็วลม ความชื้น และชนิดของเชื้อเพลิง เพื่อยืนยันประสิทธิภาพและความเหมาะสมต่อการใช้งานภาคสนาม

4. สรุปผล

จากการทดลอง พบว่า สูตร B (MAP : 1:1) มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยใช้เวลาในการดับไฟสั้นที่สุดเพียง 1.05 นาที และเกิดปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถควบคุมและระงับไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น สูตรนี้จึงมีศักยภาพสูงที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้จริงในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการทดลองซ้ำหลายรอบและนำนวัตกรรมไปใช้ในสถานการณ์ทดลองจริงและควรมีแบบสำรวจความต้องการของผู้ใช้งาน

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จได้คณะผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์จาก นายกฤษฎา มาแสน ครูที่ปรึกษาที่ให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจทาน ดูแลระหว่างการดำเนินการ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้งานสำเร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

ประเสริฐ สุเมธวานิชย์. (2566). การ
 สัมผัสฝุ่น ละออง PM2.5 กับอาการกำเริบ

ของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง. การสัมผัสฝุ่น
 ละออง PM2.5 กับอาการกำเริบของผู้ป่วยโรค
 ปอดอุดกั้นเรื้อรัง, 2566(2), 32-43.

สุภาวรรณ พึ่งสุข, ทรงกลด จารุสมบัติ, & อี ธีระ วีนิน.
 (2019). อิทธิพลของการเติมสารประกอบโบรอนต่อ
 คุณสมบัติทางกายภาพเชิงกลและการหน่วงไฟในแผ่น
 ขึ้นไม้อัด. วารสาร วนศาสตร์ไทย, 38(1), 156-167.

Boonyarat, P., Pornchai, A., Gulabum, N.,
 Chantiwacharoen, P., Kitinirunkul, T.,
 Anukulsumpan, N., & Sripho, P. (2023). การวิจัย
 และพัฒนาจรวดดับเพลิง. *Defence Technology Academic Journal*, 5(12), 12-27.

Chankapoe, S., & Kulsirikasem, W. (2023).
 การศึกษาภาชนะบรรจุสารหน่วงไฟทดแทนจาก
 กระดาษคราฟต์สำหรับเครื่องดับเพลิง. *Defence Technology Academic Journal*, 5(12), 78-85.

บุญญานิช อินทรพัฒน์, & นักวิจัย. (2015). การ
 เตรียมและสมบัติของยางธรรมชาติดัดแปรด้วย
 สารประกอบโบรอนสำหรับวัสดุหน่วงไฟชนิดใหม่:
 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (No. 64410). สำนักงาน
 คณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม.

สุลักษณ์ มงคล, ทวีพงศ์ เทพทวี, & ธัญลักษณ์ สัน
 เตช. (2017). การศึกษาสมบัติทางความร้อนของฉนวน
 เส้นใยกล้วยเพื่อประยุกต์ใช้กับถังเก็บน้ำร้อนพลังงาน
 แสงอาทิตย์ The Thermal Properties Study of
 Banana Fiber Insulation to Covered Solar Hot
 Water Tank. *Research on Modern science and
 Utilizing Technological Innovation Journal (RMUTI
 Journal)*, 10(2), 61-77.