

การพัฒนาส่วนผสมของรูปเพื่อลดสารก่อมะเร็งในควันรูป

นักรบ เจริญสุข^{1*} ดร.รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง² ผศ.ดร.ศุภณี ศุภววรรณกุล³ รศ.ดร.วิไลลักษณ์ สุวจิตตานนท์⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาส่วนผสมในการผลิตรูปเพื่อลดสารก่อมะเร็งในควันรูปเป็นสูตรรูปทดลองเบื้องต้น จากนั้นนำรูปทดลองไปคัดเลือกโดยใช้เกณฑ์การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ที่มีประสบการณ์ด้านการผลิตรูปเป็นเวลานาน 10 - 30 ปี ประกอบกับเงื่อนไขการผลิตรูปของโรงงานคือ การยึดเกาะ กลิ่นและปริมาณควัน หลังจากนั้นนำรูปที่ผ่านเกณฑ์การประเมินไปวิเคราะห์สารเคมีด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี เพื่อหาสารก่อมะเร็ง 2 ชนิด คือเบนซีน และ 1,3 บิวทาไดอิน

ผลการวิจัย พบว่ารูปที่พัฒนาจากรัตุดิบ 10 ชนิด คือ ไม้ไผ่สีสุก ขี้เลื่อยไม้สัก ขี้เลื่อยไม้ประดู่ ผงเปลือกหอยนางรม ผงคาร์บอน ผงยางบัง จันทขาว จันทเขียว จันทเหลือง และผงว่านหอม ร่วมกับโรงงานเป็นรูปทดลองทั้งหมด 30 สูตร เมื่อนำรูปทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินพบว่าผ่านเกณฑ์การยึดเกาะที่ดี กลิ่นไม่ฉุนและปริมาณควันน้อย จำนวน 7 สูตร ได้แก่ รูปสูตร S-3, S-6, S-9, S-12, S-15, S-21 และ S-30 จากนั้นวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเพื่อหาปริมาณเบนซีน และ 1,3 บิวทาไดอิน พบว่า รูปทดลองสูตร S-9 ที่เติมผงเปลือกหอยนางรม ร้อยละ 24 มีปริมาณเบนซีน และ 1,3 บิวทาไดอินต่ำที่สุดคือ เบนซีน 5.2 mg/m³ และ 1,3 บิวทาไดอิน 12.0 mg/m³ เมื่อเทียบเคียงปริมาณเบนซีนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 และเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA 32 mg/m³ แต่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ ACGIH, 2013 1.6 mg/m³ และปริมาณ 1,3 บิวทาไดอินสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA และเกณฑ์มาตรฐานของ ACGIH, 2013 2.2 และ 4.4 mg/m³ ตามลำดับ

คำสำคัญ : รูป ส่วนผสมของรูป ควันรูป สารก่อมะเร็ง

¹ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
จังหวัดกรุงเทพมหานคร e-mail: thelatter@hotmail.com

² สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
จังหวัดกรุงเทพมหานคร e-mail: sratsamee@hotmail.com

³ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
จังหวัดกรุงเทพมหานคร e-mail: s.dusanee@hotmail.com

⁴ สาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน คณะสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยรามคำแหง
จังหวัดกรุงเทพมหานคร e-mail: wila37@yahoo.com

* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: thelatter@hotmail.com

DEVELOPMENT OF INCENSE INGREDIENTS TO REDUCE CARCINOGENS IN INCENSE SMOKE.

Nakrob Charoensuk^{1*} Ratsamee Sangsirimongkolying² Dusanee Supawantanakul³
Wilailuck Suvachittanont⁴

Abstract

This research was aims to development of incense ingredients to reduce carcinogens in incense smoke. Then the formula Incense preliminary experiments to test selected using criteria from three experts who have experience in the production of incense as long as 10-30 years. The conditions of the factory is producing incense and the adhesion smell and smoke. Selected incense were tested by gas chromatography to find 2 types of carcinogen that are benzene and 1,3 butadiene.

From the result, there were selected 10 ingredients 1) Giant Thorny Bamboo, 2) Saw Dust of Teak, 3) Saw Dust of Burma Padauk, 4) Oyster Shell Powder, 5) Carbon Powder, 6) Canela Creole Powder, 7) White Abrasive Furniture, 8) Green Abrasive Furniture, 9) Yellow Abrasive Furniture, and 10) Sand Ginger Powder. They were used to create 30 incense recipes. After tested and evaluated, only 7 recipes, namely S-3, S-6, S-12, S-15, S-21 and S-30 were chosen. They are tested by gas chromatography to find benzene and 1,3 butadiene. S-9 recipe that contained 24% of Oyster Shell Powder had lowest carcinogen, which were 5.2 mg/m³ of benzene and 12.0 mg/m³ of 1,3 butadiene. The level of carcinogen was compared with Ministry of Interior's safety work standard in the section of environment (chemistry) 1977, OSHA, and ACGIH standard. The level of benzene in S-9 incense was 32 mg/m³ that was lower than two former standards. However, it was 1.6 mg/m³ that was higher than ACGIH, 2013 standard. The amount of 1,3 butadiene was higher than OSHA standard and ACGIH, 2013 standard at 2.2 and 4.4 mg/m³ respectively

Keywords : Incense, Ingredient of incense, Incense smoke, Carcinogen

¹ Doctor of Philosophy in Technology Management, Phranakhon Rajabhat University,
e-mail: thelatter@hotmail.com

² Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University,
e-mail: sratsamee@hotmail.com

³ Department of Technology of Health Management, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, e-mail: s.dusanee@hotmail.com

⁴ Department of Technology of Mass Communication, Faculty of Mass Communication, Ramkhamhaeng University, e-mail: wila37@yahoo.com

* Corresponding author, email: thelatter@hotmail.com

บทนำ

ปัจจุบันโรคมะเร็งเป็นโรคที่ทำให้มีผู้เสียชีวิตมากเป็นอันดับต้นๆ ของคนไทย โดยเฉพาะโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งระบบเลือด และมะเร็งปอด มีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากสารพิษในควันธูป ได้แก่ สารเบนซิน และ 1,3 บิวทาไดอิน ที่เกิดจากการเผาไหม้ของวัตถุที่ใช้ในการผลิตธูป โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวที่พบในเด็กผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ จัดเป็นโรคที่มีความรุนแรง จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2543 พบผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวทั่วโลกจำนวน 256,000 คน มีผู้เสียชีวิต 209,000 คน ส่วนในประเทศไทยในช่วง พ.ศ. 2544 - 2546 พบโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวอยู่ใน 10 ลำดับของโรคมะเร็ง ซึ่งพบในเพศหญิง 3,437 คน และในเพศชาย 4,205 คน (พวงทอง ไกรพิบูลย์. 2555 :1-2) จากงานวิจัยของโรงพยาบาลวิชัยยุทธร่วมกับสถาบันวิจัยจุฬารักษ์ พบว่า ควันธูปเป็นอันตรายและส่งผลให้เป็นโรคมะเร็งปอด โดยร้อยละ 80-90 มีสาเหตุมาจากการสูบบุหรี่ จากสถิติการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดในเพศหญิง พบว่า ร้อยละ 50 ไม่พบประวัติการสูบบุหรี่หรืออยู่ใกล้ชิดกับผู้สูบบุหรี่ แต่มีสาเหตุสำคัญมาจากการรับสารก่อมะเร็งจากควันธูป ซึ่งหากเปรียบเทียบธูป 1 ดอก พบว่า ปริมาณสารก่อมะเร็งไม่ต่างจากบุหรี่ 1 มวน เนื่องจากธูปเป็นเครื่องหอมที่ทำจากขี้เลื่อย กาว น้ำมันหอมสกัดจากพืช ไม้หอม ใบไม้ เปลือกไม้ และสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม ส่งผลให้คนที่สูดดมกลิ่นธูปก็ได้รับสารก่อมะเร็งไม่แตกต่างจากการสูบบุหรี่ และการจุดธูปในบ้าน 3 ดอก โดยไม่ระบายอากาศก่อมลพิษเทียบเท่าสี่แยกที่มีการจราจรหนาแน่น (มนูญ ลีเชวงวงศ์. 2554 : 1-2) จากผลการวิจัยของภักพงค์ พลະปัญญา. (2551 : 20-21) พบว่า ควันธูปมีสารก่อมะเร็ง 3 ชนิด ได้แก่ เบนซิน 1,3 บิวทาไดอิน และเบนโซเอไพรีน ธูปที่มีส่วนผสมมาจากกาว ขี้เลื่อย น้ำมันหอมระเหยและสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม เป็นต้น โดยสารก่อมะเร็งเกิดจากการเผาไหม้ของกาวและน้ำหอมเป็นสำคัญ และตรวจพบสารเบนซินในวัดมีถึง 94 mg/m^3 มากกว่าเกณฑ์ความปลอดภัยที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1.7 mg/m^3 1,3 บิวทาไดอิน ตรวจพบในวัด 11 mg/m^3 มากกว่าเกณฑ์ความปลอดภัยที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.33 mg/m^3 (ภักพงค์ พลະปัญญา. 2551 : 20-21)

สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds, VOCs) เป็นสารที่เป็นอันตรายและทำให้เสียชีวิตได้ สารที่พบในควันธูปที่สูงมากกว่าเกณฑ์ความปลอดภัยที่กล่าวมา คือ สารเบนซินเป็นสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนมีลักษณะเป็นของเหลวไม่มีสี มีกลิ่น ระเหยได้เร็ว ละลายน้ำได้เล็กน้อย ไวไฟพม่า กลิ่นของเบนซินทำให้เชื่องซึม เวียนศีรษะ และหมดสติได้ ถ้าหายใจเอาเบนซินเข้าไปในระดับสูงมาก ๆ สามารถทำอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ซึ่งการสูดดมหรือสัมผัสกับเบนซินต่อเนื่องเป็นเวลานานจะทำให้เลือดหยุดไหล ได้ยากกว่าปกติ ทำลายระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เพิ่มโอกาสการติดเชื้อทำลายไขกระดูก เป็นเหตุให้จำนวนเม็ดเลือดแดงลดลง และนำไปสู่โรคโลหิตจาง (anemia) และโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemia) ส่วนสาร 1, 3 บิวทาไดอิน เป็นก๊าซที่ไม่มีสี และมีกลิ่นเฉพาะ บางครั้งถูกเก็บไว้ในรูปของเหลวในถังอัดความดัน มีคุณสมบัติก่อมะเร็งเม็ดเลือดขาวและมะเร็งน้ำเหลือง องค์การวิจัยโรคมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Research on Cancer, IARC) ได้จัดสารชนิดนี้ไว้ในกลุ่ม Carcinogen Group 1 คือมีหลักฐานการก่อมะเร็งชัดเจน สารชนิดนี้เป็นสารสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทางปิโตรเคมี ใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมผลิตยางและพลาสติกสังเคราะห์ รวมทั้งพบในควันธูป หากมีผู้ป่วยได้รับสัมผัสสารชนิดนี้ นอกจากต้องดูแลการได้รับพิษในระยะเฉียบพลันแล้ว ยังต้องตรวจติดตามผลในระยะยาวเพื่อเฝ้าระวังการเกิดมะเร็งด้วย (มนูญ ลีเชวงวงศ์. 2554 : 1-2)

รูปถือว่าเป็นสิ่งหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในพิธีกรรมต่างๆ การจัดรูปเป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ประกอบพิธีกรรมกับสิ่งศักดิ์สิทธิ์ตามความเชื่อของแต่ละบุคคล ซึ่งในปัจจุบันความต้องการรูปเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยจำนวนมากกว่า 1 ล้านดอกต่อปี (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2554 : 1-2) จากความต้องการใช้รูปที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการเพิ่มของแหล่งผลิตรูป ซึ่งการผลิตรูปจะมีส่วนประกอบที่สำคัญหลักๆ ได้แก่ ก้านไม้ไผ่ ผงยางบง ขี้เลื่อย จันทน์ขาว เป็นต้น แต่เพื่อให้ทันต่อความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้น จึงมีการเร่งผลิตรูป โดยใช้วัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตร หรือขี้เลื่อยจากผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์มาแทนการใช้วัตถุดิบธรรมชาติที่ขาดแคลนในชุมชน ซึ่งวัตถุดิบทดแทนหลายชนิดที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากอาจมีสารเคมีที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาส่วนผสมในการผลิตรูปเพื่อลดสารก่อมะเร็งในควันรูปให้มีส่วนที่ลดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้รูป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาส่วนผสมในการผลิตรูปเพื่อลดสารก่อมะเร็งในควันรูป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่อาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์และข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับพัฒนาส่วนผสมในการผลิตรูปเพื่อลดสารก่อมะเร็ง ดังนี้

1. นำวัตถุดิบที่ได้จากการศึกษาข้อมูลชนิดของวัตถุดิบและปริมาณส่วนผสมในการผลิตรูปจากแหล่งปฐมภูมิและแหล่งทุติยภูมิ (นักรบ เจริญสุข และคณะ. 2558) โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ร่วมกับผู้ประกอบการกลุ่มรูปหอมมงคลนิมิต จนพัฒนาสูตรรูปทดลอง 30 สูตร โดยนำรูปทดลองที่ได้มาคัดเลือกสูตรรูปโดยใช้หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจคัดเลือกสำหรับวางจำหน่ายในท้องตลาดของโรงงานรูปจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการผลิตรูปเป็นเวลา 10-30 ปี

2. นำรูปทดลองที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 7 สูตร มาวิเคราะห์หาปริมาณสารก่อมะเร็งกลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Chemicals, VOCs) ในควันรูปทดลอง 2 ชนิด ได้แก่ เบนซีน และ 1,3 บิวทาไดอิน ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ GC-MS ตามวิธีวิเคราะห์ NIOSH 1501 และ NIOSH 1024 ตามลำดับ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยสังเคราะห์ข้อมูลและเลือกวัตถุดิบที่น่าสนใจ สามารถหาได้ภายในประเทศ ซึ่งน่าจะช่วยลดสารก่อมะเร็งหรือส่งผลดีต่อสุขภาพ นำมาพัฒนาเป็นส่วนผสมในการผลิตรูป ได้แก่ ไม้ไผ่สีสุก ขี้เลื่อยไม้สัก ขี้เลื่อยไม้ประดู่ ผงยางบง จันทน์ขาว จันทน์เขียว จันทน์เหลือง ผงเปลือกหอยนางรม ผงคาร์บอน และผงวานิลลา โดยมีส่วนของวัตถุดิบที่แตกต่างกัน พัฒนาสูตรรูปทดลอง ทั้งหมด 30 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดและสัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตรูปของสูตรที่ S-1 ถึง S-30

วัตถุดิบ/ปริมาณร้อยละ								
สูตร	ซีลีย์ ไม้สัก/ ไม้ประดู่	ผง ยางบง	จันขาว	จันเขียว	จันเหลือง	ผง เปลือกหอย นางรม	ผง คาร์บอน	ผง ว่านหอม
S-1	41	27	32	-	-	-	-	-
S-2	40	27	-	33	-	-	-	-
S-3	42	25	-	-	33	-	-	-
S-4	28	28	22	22	-	-	-	-
S-5	33	27	-	20	20	-	-	-
S-6	40	24	12	12	12	-	-	-
S-7	33	22	18	-	-	27	-	-
S-8	33	22	-	17	-	28	-	-
S-9	40	24	-	-	12	24	-	-
S-10	28	19	15	15	-	23	-	-
S-11	30	20	-	15	15	20	-	-
S-12	32	19	10	10	10	19	-	-
S-13	33	27	22	-	-	-	-	18
S-14	33	28	-	22	-	-	-	17
S-15	36	29	-	-	21	-	-	14
S-16	27	22	18	18	-	-	-	15
S-17	24	24	-	19	19	-	-	14
S-18	32	26	10	10	10	-	-	13
S-19	33	27	22	-	-	-	18	-
S-20	33	28	-	22	-	-	17	-
S-21	36	29	-	-	21	-	14	-
S-22	27	22	18	18	-	-	15	-
S-23	27	23	-	18	18	-	14	-
S-24	25	20	15	15	15	-	10	-
S-25	27	22	18	-	-	18	15	-
S-26	27	23	-	18	-	18	14	-
S-27	29	24	-	-	18	18	12	-
S-28	24	19	16	-	-	16	13	13
S-29	24	19	-	19	-	14	10	14
S-30	26	22	-	-	13	17	13	9

จากนั้นคัดเลือกสูตรรูปทดลองที่พัฒนาขึ้นโดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การผลิตรูปประมาณ 10 - 30 ปี จำนวน 3 คน ที่ใช้เกณฑ์การตัดสินใจการเลือกสูตรรูปของโรงงานรูป คือ สังเกตการยึดเกาะ กลิ่น และปริมาณควันในการเผาไหม้ของสูตรรูปที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อนำไปคัดเลือกสูตรเบื้องต้นก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารก่อมะเร็งที่มีอันตรายต่อสุขภาพ ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญในการผลิตรูปพบว่า สูตรที่พัฒนาขึ้นดังกล่าว มี 7 สูตรที่ผ่านเกณฑ์การตัดสินใจของโรงงาน คือสูตรที่ S-3, S-6, S-9, S-12, S-15, S-21 และ S-30 ซึ่งมีปริมาณและสัดส่วนที่มีความเหมาะสมในด้านการยึดเกาะ กลิ่นไม่ฉุน และปริมาณควันน้อย จากนั้นนำรูปทดลองทั้ง 7 สูตร เก็บตัวอย่างควันไปวิเคราะห์ปริมาณสารก่อมะเร็งคือ เบนซีน และ 1,3 บิวทาไดอิน ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณสารเบนซีน และ 1,3 บิวทาไดอิน ในควันรูปทดลองของสูตร S-3, S-6, S-9, S-12, S-15, S-21 และ S-30

สูตร	วัตถุดิบ/ปริมาณร้อยละ								สารเคมี/ปริมาณสาร	
	ซีลีอ ไม้สัก/ ไม้ประดู่	ผง ยางบง	จัน ขาว	จัน เขียว	จัน เหลือง	ผง เปลือก หอย นางรม	ผง คาร์ บอน	ผงว่าน หอม	เบนซีน ³ (mg/m ³)	1,3 บิวทา ไดอิน ³ (mg/m ³)
S-3	42	25	-	-	33	-	-	-	37	26
S-6	40	24	12	12	12	-	-	-	14	36
S-9	40	24	-	-	12	24	-	-	5.2	12
S-12	32	19	10	10	10	19	-	-	12	25
S-15	36	29	-	-	21	-	-	14	13	24
S-21	36	29	-	-	21	-	14	-	16	13
S-30	26	22	-	-	13	17	13	9	15	32

หมายเหตุ ค่ามาตรฐานของกลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่าย

ชนิดของสารอินทรีย์ระเหยง่าย	ค่ามาตรฐาน ¹ (mg/m ³)	ค่ามาตรฐาน ² (mg/m ³)	ค่ามาตรฐาน ³ (mg/m ³)
Benzene	32	32	1.6
1,3-Butadiene	-	2.2	4.4

ค่ามาตรฐาน¹ = เทียบเคียงมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520

ค่ามาตรฐาน² = เทียบเคียงมาตรฐานของ OSHA, 1990

ค่ามาตรฐาน³ = เทียบเคียงมาตรฐานของ ACGIH, 2013

ที่มา : ¹ราชกิจจานุเบกษา (2520), ²NIOSH (2007) , ³ACGIH (2013).

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของสารเบนซิน และ 1,3 บิวทาไดอินในควันตัวอย่างรูปทดลองที่พัฒนาขึ้นทั้ง 7 สูตร พบว่ารูปทดลองสูตร S-9 ที่เติมผงเปลือกหอยนางรมร้อยละ 24 มีสารก่อมะเร็งทั้งสองชนิดต่ำที่สุดคือ เบนซิน 5.2 mg/m^3 และ 1,3 บิวทาไดอิน 12.0 mg/m^3 เมื่อเทียบเคียงปริมาณเบนซินพบว่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 และเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA 32 mg/m^3 แต่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ ACGIH, 2013 1.6 mg/m^3 และปริมาณ 1,3 บิวทาไดอินสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA และเกณฑ์มาตรฐานของ ACGIH, 2013 2.2 และ 4.4 mg/m^3 ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณของสารเบนซิน และ 1,3 บิวทาไดอินในควันตัวอย่างรูปทดลองที่พัฒนาขึ้นทั้ง 7 สูตรคือ รูปสูตร S-3, S-6, S-9, S-12, S-15, S-21 และ S-30 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

สูตรรูปที่พัฒนาจากการสัมภาษณ์ผู้ผลิตรูป คือ สูตร S-3 กับ S-6 โดยเลือกใช้วัตถุดิบหลักคือไม้ผุ่สีสุก ชี้เลื่อยไม้สัก ชี้เลื่อยไม้ประดู่ ผงยางบง จันเหลือง จันขาว และจันเขียว ซึ่งสูตร S-3 กับ S-6 ใช้สัดส่วนของชี้เลื่อยไม้สัก/ไม้ประดู่ และผงยางบงใกล้เคียงกัน คือประมาณร้อยละ 40 และ 24 ตามลำดับ แตกต่างกันที่สูตร S-3 ใช้จันเหลืองร้อยละ 33 และสูตร S-6 ใช้จันเหลืองร้อยละ 12 จันขาวร้อยละ 12 และจันเขียวร้อยละ 12 พบว่าสูตร S-3 มีสารเบนซิน 37 mg/m^3 1,3 บิวทาไดอิน 26.0 mg/m^3 และสูตร S-6 มีเบนซินลดลงเหลือ 14 mg/m^3 และ 1,3 บิวทาไดอินเพิ่มขึ้นเป็น 36 mg/m^3 ซึ่งเกิดจากการใช้สัดส่วนของจันเหลือง จันขาว และจันเขียวที่แตกต่างกัน จากข้อมูลการวิเคราะห์พบว่า จันเหลืองมีปริมาณเบนซินในควันรูปที่สูงกว่าจันขาวและจันเขียว แต่มีปริมาณของ 1,3 บิวทาไดอินในควันรูปน้อยกว่าจันขาวและจันเขียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงสัมภาษณ์ผู้ผลิตเพิ่มเติมพบว่าปัจจุบัน จันเหลือง จันขาว และจันเขียว ไม่ได้เตรียมจากไม้จันทร์ตามธรรมชาติ เนื่องจากปริมาณของไม้จันทร์มีปริมาณลดลง หายาก มีราคาแพง จึงมีการผลิตจันเหลือง จันขาว และจันเขียว จากชี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมสี เพื่อตกแต่งรูปให้มีเนื้อนวลสวยและมีสีสวยงามตามความต้องการของผู้บริโภค แต่เนื่องจากไม้ยางพาราเป็นไม้เนื้ออ่อนและผสมสีที่ต่างกัน จึงทำให้มีปริมาณของสารก่อมะเร็งที่ค่อนข้างสูง แตกต่างตามชนิดและสัดส่วนของสีที่ผสมในวัตถุดิบที่ใช้ผลิตรูป

สูตรรูปที่เติมผงเปลือกหอยนางรมโดยลดปริมาณชี้เลื่อยและผงจัน ส่วนผงยางบงที่ช่วยในการยึดเกาะใช้ใกล้เคียงกัน คือ สูตร S-9 กับ S-12 ซึ่งพัฒนาสูตร S-9 มาจาก S-3 และ S-12 มาจาก S-6 โดยเติมผงเปลือกหอยนางรมร้อยละ 24 และลดปริมาณจันเหลืองจากสูตร S-3 ใช้ร้อยละ 33 เหลือร้อยละ 12 พบว่า สูตร S-9 มีปริมาณสารเบนซินลดลงจากสูตร S-3 คือ 37 mg/m^3 เป็น 5.2 mg/m^3 และสาร 1,3 บิวทาไดอินลดลงจากสูตร S-3 คือ 26 mg/m^3 เป็น 12 mg/m^3 และสูตร S-12 พัฒนามาจากสูตร S-6 คือเติมผงเปลือกหอยนางรมร้อยละ 19 และลดปริมาณชี้เลื่อยไม้สัก/ไม้ประดู่ จากร้อยละ 40 เหลือร้อยละ 32 และลดผงยางบงจากร้อยละ 24 เหลือร้อยละ 19 พบว่า สูตร S-12 มีปริมาณเบนซินลดลงจากสูตร S-6 คือ 14 mg/m^3 เป็น 12 mg/m^3 และสาร 1,3 บิวทาไดอินลดลงจากสูตร S-6 คือ 36 mg/m^3 เป็น 25 mg/m^3 สรุปได้ว่า S-9 และ S-12 ที่เติมผงเปลือกหอยนางรมสามารถลดปริมาณสารเบนซินและ 1,3 บิวทาไดอิน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chi-Ru Yang ที่เติมผงเปลือกหอยนางรมร้อยละ 30 ในส่วนผสมรูป พบว่าสามารถลดสาร PAHs และฝุ่นละอองของรูปได้ (Chi-Ru Yang, 2013: 1-2) และจากงานวิจัยของ Chi-Ru Yang และคณะ (2006) พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่เติมเป็นส่วนผสมในรูปเพื่อลดต้นทุนการผลิต สามารถลดฝุ่นละอองและสาร PAHs ในควันรูปได้

ซึ่งเปลือกหอยนางรมมีองค์ประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 95 และมีองค์ประกอบทางเคมีคือ แคลเซียมร้อยละ 53.6 คาร์บอนร้อยละ 42 โซเดียมร้อยละ 0.33 แมกนีเซียมร้อยละ 0.32 ซิลิกอนร้อยละ 0.17 ซัลเฟอร์ร้อยละ 0.18 สตรอนเทียมร้อยละ 0.11 และปริมาณความชื้นร้อยละ 0.59 (กรมทรัพยากรธรณี, 2548: 1) ดังนั้นเปลือกหอยนางรมจึงเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจ จากงานวิจัยการเติมผงเปลือกหอยนางรมร้อยละ 24 ทำให้เนื้อปูมีการยืดเกาะที่ดี ลักษณะของสีรูปไม่เข้ม และราคาของเปลือกหอยนางรมถูกกว่าซีลี้อยไม้ต่าง ๆ เนื่องจากเป็นวัตถุดิบเหลือทิ้ง

สูตรปูที่เติมผงคาร์บอน คือ สูตร S-21 โดยเลือกใช้วัตถุดิบหลักคือ ซีลี้อยไม้สัก/ซีลี้อยไม้ประดู่ ผงยางบัง จันเหลือง และผงคาร์บอน เมื่อเปรียบเทียบกับสูตร S-3 ซึ่งใช้สัดส่วนของซีลี้อยไม้สัก ซีลี้อยไม้ประดู่ ผงยางบัง และจันเหลืองประมาณร้อยละ 36, 21 และ 29 ตามลำดับ แตกต่างกันที่สูตร S-21 เติมผงคาร์บอนเพิ่มร้อยละ 14 พบว่าสูตร S-3 มีสารเบนซีน 37 mg/m^3 และ 1,3 บิวทาไดอิน 26 mg/m^3 ซึ่งสูตร S-21 มีเบนซีน ลดลงเหลือ 16 mg/m^3 และ 1,3 บิวทาไดอินลดลงเหลือ 13 mg/m^3 สรุปได้ว่าการเติมผงคาร์บอนร้อยละ 14 ทำให้ปริมาณสารเบนซีน และ 1,3 บิวทาไดอิน ลดลง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของนิพนธ์ ปิ่นอมร. (2556) พบว่าผงคาร์บอนสามารถทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ลดการเกิดสารเบนซีน และสาร 1,3-บิวทาไดอินที่เป็นสารก่อมะเร็งได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของศศิกร แสงพงษ์ชัย (2554: 1) พบว่า ถ่านกัมมันต์จากกากกาแฟมีประสิทธิภาพในการดูดซับเบนซีน และโทลูอีน และจากการศึกษาของงานวิจัยการดูดซับทางกายภาพสารระเหยง่ายของถ่านพบว่า การดูดซับขึ้นอยู่กับสมบัติของสารที่ถูกดูดซับ อุณหภูมิของไอ และความเข้มข้นของสารที่ปนเปื้อนในไอความสามารถในการดูดซับสารระเหยง่ายอยู่ในช่วง 5-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักถ่าน (Austin Shepherd. 2001 1- 4). ทั้งนี้การลดลงของสารก่อมะเร็งทั้งสองชนิดยังมีค่าสูงกว่าการใช้ผงเปลือกหอยนางรม และยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน อาจเนื่องจากปริมาณที่ใช้น้อยเกินไป แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้การยืดเกาะของเนื้อปูไม่ดี และมีสีเทาดำเข้ม หรืออาจเนื่องจากถ่านไม้ที่เตรียมในงานวิจัยนี้เป็นไม้เนื้ออ่อนและเผาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 400 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการเตรียมถ่านไม้ไร้สารก่อมะเร็งนั้นสูงกว่า 400 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปกระบวนการเผาไม้ให้เป็นถ่านจะยุติลงที่อุณหภูมิเพียง 400 องศาเซลเซียส ก็จะสามารถนำผลผลิตมาใช้งานได้ แต่เทคนิคการทำให้ถ่านบริสุทธิ์นี้ยังคงต้องใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นกว่า 400 องศาเซลเซียส เพื่อสลายน้ำมันดิน (Tar) ที่ยังคงเหลืออยู่ในปริมาณสูงออกจากถ่าน ซึ่งจะเป็นผลดีเมื่อนำผลผลิตถ่านที่บริสุทธิ์นี้ไปใช้ในการปิ้งย่างอาหาร เพราะน้ำมันดินที่ลดลงจะช่วยลดปริมาณสารก่อมะเร็ง (ไทยซูมิ. 2558)

สรุป

จากการสังเคราะห์ข้อมูลและเลือกวัตถุดิบที่สามารถหาได้ภายในประเทศ ซึ่งน่าจะช่วยลดสารก่อมะเร็งหรือส่งผลดีต่อสุขภาพ นำมาพัฒนาเป็นส่วนผสมในการผลิตปู ได้แก่ ไม้ไผ่สีสุก ซีลี้อยไม้สัก ซีลี้อยไม้ประดู่ ผงยางบัง จันขาว จันเขียว จันเหลือง ผงเปลือกหอยนางรม ผงคาร์บอน และผงวานิลลา โดยใช้สัดส่วนของวัตถุดิบที่แตกต่างกัน และจากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารก่อมะเร็งด้วยเครื่องมือ GC-MS สรุปได้ว่าส่วนผสมที่ลดสารก่อมะเร็งในควันรูปได้ดีที่สุดในงานวิจัยนี้คือ รูปสูตร S-9 ที่เติมผงเปลือกหอยนางรมร้อยละ 24 มีสารก่อมะเร็งคือเบนซีน 5.2 mg/m^3 และ 1,3 บิวทาไดอิน 12.0 mg/m^3 รองลงมาคือรูปสูตร S-21 ที่เติมผงคาร์บอนร้อยละ 14 มีปริมาณเบนซีน 16.0 mg/m^3 และ 1,3 บิวทาไดอิน 13.0 mg/m^3 ซึ่งมีแนวโน้มความเป็นไปได้ในการนำสูตรไปพัฒนาต่อสำหรับการผลิตปูลดสารก่อมะเร็งที่จะนำไปสู่กลุ่มผู้ผลิตปูโอท็อป เพื่อจำหน่ายในท้องตลาดได้

ข้อเสนอแนะ

นำสูตรรูปที่มีการเติมผงเปลือกหอยนางรม และผงคาร์บอนไปพัฒนาต่อ เนื่องจากมีผลทำให้ปริมาณสารเบนซีน และ 1,3 บิวทาไดอีนลดลง รวมทั้งลดปริมาณการใช้เงินต่าง ๆ หรือหาวัสดุชนิดอื่นมาทดแทนจันเพื่อใช้ในการตกแต่งรูป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองคำ และนางวิภาดา สิริสมภพชัย ที่ให้การอนุเคราะห์เครื่องมือในการวิเคราะห์สารก่อมะเร็งในควันรูป และขอขอบพระคุณผู้ประกอบการโรงงานรูปหอมมงคลนิมิตร ที่เป็นผู้ให้การสัมภาษณ์เชิงลึกในการให้ข้อมูลการผลิตรูป และเป็นผู้เชี่ยวชาญในการคัดเลือกสูตรรูปเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์หาสารก่อมะเร็งในควันรูป

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. (2548). องค์ประกอบทางเคมีที่พบในเปลือกหอยนางรม. กรุงเทพฯ : กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ไทยซูมิ. (2558). วิธีเผาถ่านด้วยเตาอิวาเตะ. สารความรู้การเผาถ่านด้วยเตาอิวาเตะ.

[ออนไลน์]. สืบค้นได้จาก : <http://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/eivada.php>
วันที่สืบค้น 2558, เมษายน 6.

นิพนธ์ ปิ่นอมร (2556). ดอกรูปไร้พิษ. กรุงเทพฯ. กรุงเทพฯธุรกิจ.

นักรบ เจริญสุข ดุษณี ศุภวรรธนะกุล วิไลลักษณ์ สุจิตตานนท์ และรัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง. (2558).

การคัดเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตรูปที่ลดผลกระทบต่อสุขภาพ. การประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520. (2520, 12 กรกฎาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 94 ตอนที่ 64. หน้า 1-8.

พวงทอง ไกรพิบูลย์. (2555 : 1-2). โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว (Leukemia). รั้งสีรักษาและเวชศาสตร์นิวเคลียร์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

ภักพวงศ์ พละปัญญา. (2551). สภาพแวดล้อมภายในบ้านและโรคติดเชื้อเฉียบพลันระบบหายใจในเด็กตำบลบ้านปาง อำเภอดง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มณูญ สีเขวงวงศ์. (2554). มหาภัยจากควันรูป. โรงพยาบาลวิชัยยุทธ.

ศศิกร แสงพงษ์ชัย. (2554). การดูดซับสารอินทรีย์ระเหยภายในอาคารด้วยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกากกาแฟ.

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ. (2551). “เผยภัยเงียบที่มาจากรูป.” [ระบบออนไลน์].

สืบค้นได้จาก : <http://www.thaihealth.or.th/node/5204> วันที่สืบค้น 2551, ตุลาคม 15.

ส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรม. (2554). อุตสาหกรรมรูป. กรุงเทพฯ. กระทรวงอุตสาหกรรม.

ACGIH (2013). American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

TLVs and BEIs.

- Austin Shepherd., (2001, May). Activated Carbon Adsorption for Treatment of VOC Emissions. Paper presented at the 13th Annual Enviro Expo, Boston Massachusetts.
- Chi-Ru Yang. (2013). Oyster shell reduces PAHs and particulate matter from incense burning. Environmental Chemistry Letters Vol. 11, 33-40.
- Chi-Ru Yang , Ta-Chang Lin & Feng-Hsiang Chang (2006) Correlation between Calcium Carbonate Content and Emission Characteristics of Incense, Journal of the Air & Waste Management Association, 56:12, 1726-1732.
- NIOSH (2007) National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (NPG), 3rd printing. NIOSH Publication No. 2005-149.
- OSHA (1990). Analytical Methods Manual, 2nd ed.; U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration; OSHA Analytical Laboratory; Salt Lake City, UT, 1990; Method 5 6 ; American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH); Cincinnati, OH, Publication No. 4542.