# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 ปริมาณความชื้นในใบและรากกระพังโหมสด

เมื่อนำใบและรากกระพังโหมสด ไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ในตู้อบลมร้อน จนกระทั่งอุณหภูมิคงที่ และนำมาหาปริมาณความชื้นในตัวอย่าง ได้ผลดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ปริมาณความชื้นในตัวอย่างใบและรากกระพังโหม

| ตัวอย่างพืช | ปริมาณความชื้น (กรัมต่อ100กรัมตัวอย่าง) |
|---|---|
| ใบกระพังโหม (L) | $79.82 \pm 0.36^{b}$ |
| รากกระพังโหม (R) | $60.14 \pm 0.82^{a}$ |

จากตารางที่ 2 พบว่าความชื้นในใบและรากกระพังโหมมีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) โดยใบกระพังโหมจะมีปริมาณความชื้นมากกว่ารากกระพังโหม

## 4.2 ปริมาณผลผลิตที่สกัดได้จากใบและรากกระพังโหม

ในการหาปริมาณผลผลิตที่สกัดได้จากใบและรากกระพังโหมที่ผ่านวิธีการทำแห้งต่างกัน 3 วิธี คือ การผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง การอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการทำแห้งแบบเยือกแข็ง และนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน 2 ชนิด คือ น้ำและสารละลาย 70 % เอทานอล ซึ่งปริมาณผลผลิตที่สกัดได้จากใบและรากกระพังโหม แสดงได้ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

**ตารางที่ 3** ปริมาณผลผลิตที่ได้ของใบกระพังโหมที่ผ่านวิธีการทำแห้งและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

| วิธีการทำแห้ง | ตัวทำละลาย | สัญลักษณ์ | ปริมาณผลผลิตที่สกัดได้ (กรัม ต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง) |
|---|---|---|---|
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | น้ำ | LW | $5.11 \pm 0.21^{a}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | น้ำ | LHW | $11.35 \pm 0.42^{d}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | น้ำ | LFW | $17.88 \pm 1.04^{f}$ |
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | 70%เอทานอล | LE | $9.25 \pm 0.32^{c}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | 70%เอทานอล | LHE | $6.36 \pm 0.20^{b}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | 70%เอทานอล | LFE | $13.50 \pm 0.57^{e}$ |

ตัวอักษรที่ต่างกัน (a-f) แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

จากตารางที่ 3 พบว่า วิธีการทำแห้งและชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณผลผลิตที่สกัดได้จากใบกระพังโหม ($p < .05$) โดยที่ปริมาณผลผลิตที่สกัดด้วยน้ำของใบกระพังโหมที่ผ่านวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็งมีปริมาณสูงที่สุด และสารสกัดด้วยน้ำของใบกระพังโหมผึ่งลมที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณผลผลิตที่สกัดได้ต่ำที่สุด

ปริมาณผลผลิตที่สกัดด้วยน้ำของใบกระพังโหม ที่ทำแห้งด้วยลมร้อนและการทำแห้งแบบเยือกแข็ง มีปริมาณสารสกัดที่ได้สูงกว่าที่สกัดด้วย 70% เอทานอล ประมาณ 1.5 เท่า ในขณะที่ปริมาณสารสกัดที่ได้ใน 70% เอทานอล ของใบกระพังโหมที่ผึ่งลม 1 คืน จะมีปริมาณสูงกว่าในสารสกัดด้วยน้ำ ประมาณ 1.8 เท่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากความแตกต่างของสภาพขั้วของตัวทำละลายทั้งสองและความแตกต่างของสารประกอบที่ถูกสกัดออกมา อาจกล่าวได้ว่าสารที่มีอยู่ในใบกระพังโหมที่มีการกำจัดน้ำอิสระบางส่วนออกไปโดยการทำแห้งด้วยลมร้อนและการทำแห้งแบบเยือกแข็ง จะมีองค์ประกอบของสารที่มีสภาพขั้วค่อนข้างสูง จึงถูกสกัดด้วยน้ำได้ดีกว่า 70 % เอทานอล และจะเห็นได้ว่าสอดคล้องกับใบกระพังโหมที่ผึ่งลมไว้ 1 คืน ที่อุณหภูมิห้องซึ่งยังคงมีน้ำอิสระในเซลล์ยึดกับโมเลกุลของสารที่มีสภาพขั้วที่สูงเหล่านี้ไว้ได้ดี ทำให้สารสกัด70% เอทานอลจะมีปริมาณสารสกัดที่ได้ (9.25 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง) ซึ่งสูงกว่าสารสกัดด้วยน้ำประมาณ 2 เท่า (5.11 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง)

เปรียบเทียบการทำแห้งทั้งสองวิธี พบว่า ปริมาณสารสกัดในใบกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็งจะมีปริมาณสารสกัดมากกว่าใบกระพังโหมที่ผ่านการอบแห้งด้วยลมร้อน ทั้งในสารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการใช้ความร้อนจะทำให้สารบางชนิดสลายตัวไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4 ปริมาณผลผลิตที่ได้ของรากกระพังโหมที่ผ่านวิธีการทำแห้งและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

| วิธีการทำแห้ง | ตัวทำละลาย | สัญลักษณ์ | ปริมาณผลผลิตที่ได้ (กรัม ต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง) |
|---|---|---|---|
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | น้ำ | RW | $12.06 \pm 0.27^{c}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | น้ำ | RHW | $16.21 \pm 1.07^{d}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | น้ำ | RFW | $17.37 \pm 0.46^{d}$ |
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | 70%เอทานอล | RE | $9.08 \pm 0.23^{a}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | 70%เอทานอล | RHE | $9.01 \pm 0.91^{a}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | 70%เอทานอล | RFE | $10.40 \pm 0.17^{b}$ |

ตัวอักษรที่ต่างกัน (a-e) แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

จากตารางที่ 4 พบว่าวิธีการทำแห้งและชนิดของตัวทำละลายมีอิทธิพลร่วมต่อปริมาณผลผลิตที่สกัดได้ ($p < .05$) ในรากกระพังโหม โดยที่สารสกัดด้วยน้ำของรากกระพังโหมจะมีปริมาณผลผลิตที่สกัดได้สูงกว่าที่สกัดด้วย 70% เอทานอล ในทุกตัวอย่าง โดยที่สารสกัดด้วยน้ำของรากกระพังโหมที่ผ่านการอบแห้งด้วยลมร้อนและการทำแห้งแบบเยือกแข็ง จะมีปริมาณผลผลิตที่สกัดได้มากที่สุด ในขณะที่สารสกัดด้วย 70% เอทานอลของรากกระพังโหมที่ผ่านการแห้งด้วยลมร้อนและการผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง จะมีปริมาณผลผลิตที่สกัดได้ต่ำสุด การที่สารสกัดด้วยน้ำมีปริมาณมากกว่าสารสกัดด้วย 70% เอทานอล อาจบ่งชี้ได้ว่าองค์ประกอบของสารที่มีอยู่ในรากกระพังโหมน่าจะมีสภาพขั้วสูง และละลายได้ดีในน้ำ จึงสามารถถูกสกัดออกมาได้มากกว่า 70% เอทานอล

**4.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในใบและรากกระพังโหม**

เมื่อนำสารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอล จากใบและรากกระพังโหมที่ผ่านวิธีการทำแห้งต่างกัน มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยทำปฏิกิริยากับสารละลายโฟลินในสภาวะที่เป็นเบส โดยรายงานผลในรูปของปริมาณกรดแกลลิก (มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อน้ำหนัก 1 กรัม ตัวอย่างแห้ง) ได้ผลดังตารางที่ 5 และตารางที่ 6

**ตารางที่ 5** ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดของใบกระพังโหมที่ผ่านวิธีการทำแห้งต่างกันและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

| วิธีการทำแห้ง | ตัวทำละลาย | สัญลักษณ์ | ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมกรดแกลลิก ต่อ 1 กรัมตัวอย่างแห้ง) |
|---|---|---|---|
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | น้ำ | LW | $2.07 \pm 0.06^{b}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | น้ำ | LHW | $2.12 \pm 0.22^{b}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | น้ำ | LFW | $5.30 \pm 0.26^{d}$ |
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | 70%เอทานอล | LE | $2.71 \pm 0.06^{c}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | 70%เอทานอล | LHE | $1.67 \pm 0.12^{a}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | 70%เอทานอล | LFE | $6.98 \pm 0.17^{e}$ |

อักษรที่ต่างกัน (a-e) แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

จากตารางที่ 5 พบว่าสารสกัดด้วยน้ำของใบกระพังโหมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ในช่วงระหว่าง 2.07 – 5.30 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อน้ำหนัก 1 กรัมตัวอย่างแห้ง ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ต่ำกว่าในสารสกัดด้วย 70% เอทานอล (1.67-6.98 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อน้ำหนัก 1 กรัมตัวอย่างแห้ง) ยกเว้นสารสกัดด้วยน้ำของใบกระพังโหมอบแห้งด้วยลมร้อนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สูงกว่าในสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และ Halliwell (2001) พบว่าสารละลายเอทานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัดฟลาโวนอยด์จากชาได้ดีกว่าสารละลายเมทานอลและแอซีโตน นอกจากนี้รายงานวิจัยของ Yu et al. (2005) พบว่าเอทานอลและเมทานอลจะสกัดสารประกอบฟีนอลิกในผิวของถั่วลิสงได้ดีกว่าน้ำ และ Jung et al. (2006) เปรียบเทียบอิทธิพลของตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ในการสกัดสารประกอบจากใบขิงป่า พบว่าสารสกัดเอทานอลจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าสารสกัดด้วยน้ำและเมทานอล

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการทำแห้งทั้งสองวิธี พบว่า ปริมาณสารสกัดของใบกระพังโหมที่ทำแห้งแบบเยือกแข็งจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดทั้งในส่วนที่สกัดด้วยน้ำและส่วนที่สกัดด้วย 70% เอทานอล สามารถอธิบายได้ว่าการใช้ความร้อนจะมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเกิดการสลายตัวไป อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของสารในเซลล์พืชถูกทำลายในระหว่างการทำแห้ง ซึ่งเอนไซม์ที่ผนังเซลล์พืชอาจกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยาไฮโดรไลติก ซึ่งจะไปทำลายสารต้านการเกิดออกซิเดชันในตัวอย่างพืช แต่อย่างไรก็ตามการทำแห้งแบบเยือกแข็งจะใช้อุณหภูมิต่ำมาก ดังนั้นเอนไซม์อาจจะยังไม่ทำงานจึงสามารถป้องกันการสูญเสียสารประกอบฟีนอลิกในตัวอย่างทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีการทำแห้งแบบลมร้อน เมื่ออุณหภูมิสูงสารประกอบโพลีฟีนอลจะสามารถสลายตัวเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นซึ่งไม่มีฤทธิ์ในการต้านการเกิดออกซิเดชัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Osman et al. (2009) รายงานว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในใบสดของกระพังโหม (*Paederia foetida* L.) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 62.64 มิลลิกรัมกรดเฟอรูลิกต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าใบกระพังโหมแห้งมีปริมาณฟีนอลิก เท่ากับ 35.52 มิลลิกรัมกรดเฟอรูลิกต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม

**ตารางที่ 6** ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดของรากกระพังโหมที่ผ่านวิธีการทำแห้งต่างกันและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

| วิธีการทำแห้ง | ตัวทำละลาย | สัญลักษณ์ | ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมกรดแกลลิก ต่อ 1 กรัมตัวอย่างแห้ง) |
|---|---|---|---|
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | น้ำ | RW | $0.36 \pm 0.06^{a}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | น้ำ | RHW | $2.70 \pm 0.02^{d}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | น้ำ | RFW | $4.05 \pm 0.09^{e}$ |
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | 70%เอทานอล | RE | $0.38 \pm 0.02^{a}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | 70%เอทานอล | RHE | $0.80 \pm 0.13^{b}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | 70%เอทานอล | RFE | $1.28 \pm 0.17^{c}$ |

อักษรที่ต่างกัน (a-e) แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

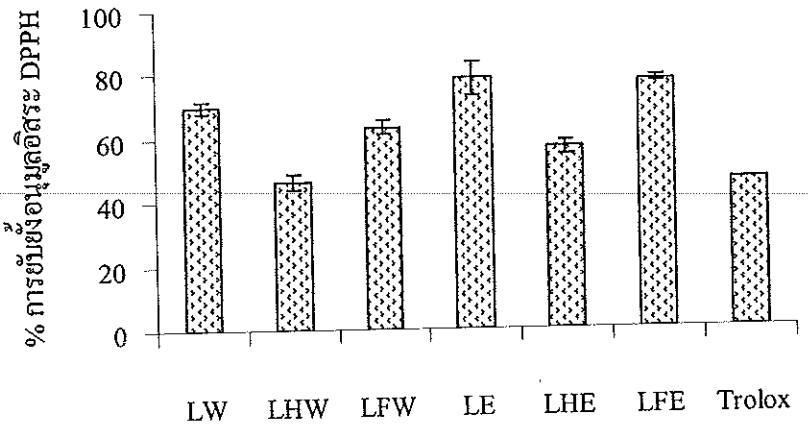
จากตารางที่ 6 พบว่า สารสกัดด้วยน้ำของรากกระพังโหม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ในช่วง 0.36 – 4.05 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อน้ำหนัก 1 กรัมตัวอย่างแห้ง ในขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ของรากกระพังโหม มีค่าอยู่ในช่วง 0.38 – 1.28 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อน้ำหนัก 1 กรัมตัวอย่างแห้ง โดยที่สารสกัดด้วยน้ำจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ประมาณ 3 เท่า เป็นการบ่งชี้ว่า ในรากกระพังโหมอาจจะมีองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกที่มีสภาพขั้วค่อนข้างสูง จึงละลายได้ดีในน้ำมากกว่าในสารละลาย 70% เอทานอล ซึ่งความมีขั้วจะลดลง ซึ่งจะให้ผลที่ต่างจากสารสกัดจากใบกระพังโหม

รากกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน พบว่า รากกระพังโหมผึ่งลมที่อุณหภูมิห้องจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดทั้งในสารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอลต่ำที่สุด และไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การทำแห้งแบบเยือกแข็งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด และมากกว่าการทำแห้งด้วยการอบลมร้อนประมาณ 1.5 เท่า อาจกล่าวได้ว่าเมื่ออุณหภูมิสูงสารประกอบโพลีฟีนอลอาจจะเกิดการสลายตัวเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นทำให้ปริมาณสารฟีนอลิกในรากกระพังโหมที่ผ่านการอบด้วยลมร้อนต่ำกว่าการทำแห้งแบบเยือกแข็งซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Osman et al. (2009)

**4.4 ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ 1,1-ไดฟีนิล-2-พิคริลไฮดราซิล (DPPH)**

เมื่อนำสารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอลของใบและรากกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการต่างกัน ไปทดสอบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ซึ่งเป็นอนุมูลที่มีสีม่วง ซึ่งสารสกัดที่มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระมากจะทำให้สีม่วงจางหายไปได้เร็ว โดยรายงานผลในรูปเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เทียบกับสารละลายมาตรฐาน Trolox ความเข้มข้น 0.2 mM ได้ผลดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครอาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY




LW = ใบสดผึ่งลมสกัดด้วยน้ำ LE = ใบสดผึ่งลมสกัดด้วย 70% เอทานอล

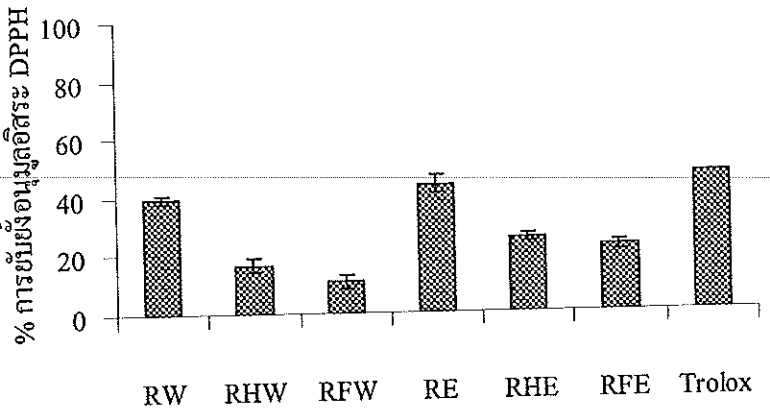
LHW = ใบอบแห้งด้วยลมร้อนสกัดด้วยน้ำ LHE = ใบอบแห้งด้วยลมร้อนสกัดด้วย 70% เอทานอล

LFW = ใบทำแห้งแบบเยือกแข็งสกัดด้วยน้ำ LFE = ใบทำแห้งแบบเยือกแข็งสกัดด้วย 70% เอทานอล

ภาพที่ 4 การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากใบกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

จากภาพที่ 4 สารสกัดจากใบกระพังโหมมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH แตกต่างกัน โดยที่สารสกัดด้วย 70% เอทานอล จะมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ผันแปรอยู่ในช่วง 56.60 – 78.23% ซึ่งสูงกว่าสารสกัดด้วยน้ำ 46.49 – 69.87% แต่อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดของใบกระพังโหมจะสูงกว่าสารละลายมาตรฐาน Trolox (0.2 mM) และเมื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการทำแห้งจะพบว่า สารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ของใบกระพังโหมที่ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 69.87% และ 78.23 % ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอลของใบที่ทำแห้งแบบเยือกแข็ง เท่ากับ 63.26% และ 77.23% ตามลำดับ ซึ่งจะมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้สูงกว่าใบกระพังโหมที่ผ่านการอบด้วยลมร้อน เท่ากับ 46.49% และ56.60% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Osman et al. (2009) ซึ่งรายงานว่า สารสกัดเมทานอลของใบกระพังโหมสดสามารถยับยั้งการฟอกจางสีของเบต้าคาโรทีนในกรดลิโนเลอิก มีค่าเท่ากับ 78.13% และสูงกว่าในใบกระพังโหมที่ทำให้แห้งโดยการผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง นาน 14 วัน (66.67%)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY




RW = รากสดผึ่งลมสกัดด้วยน้ำ RE = รากสดผึ่งลมสกัดด้วย 70% เอทานอล
RHW = รากอบแห้งด้วยลมร้อนสกัดด้วยน้ำ RHE = รากอบแห้งด้วยลมร้อนสกัดด้วย 70% เอทานอล
RFW = รากทำแห้งแบบเยือกแข็งสกัดด้วยน้ำ RFE = รากทำแห้งแบบเยือกแข็งสกัดด้วย 70% เอทานอล

ภาพที่ 5 การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากรากกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

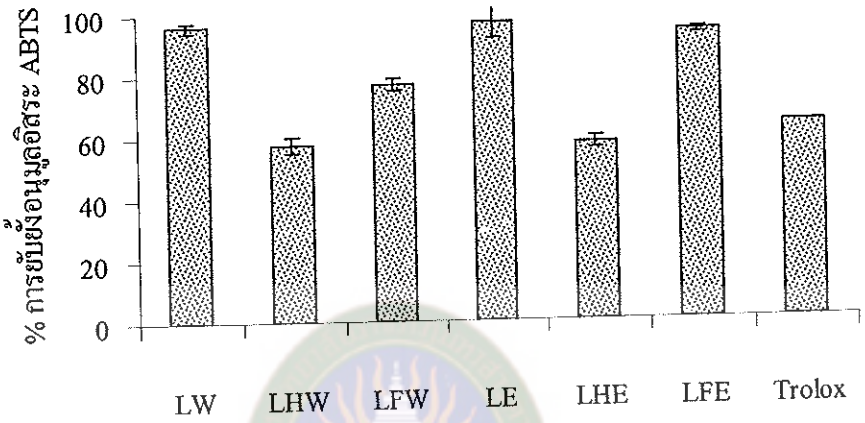
จากภาพที่ 5 สารสกัดจากรากกระพังโหม มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH อยู่ในช่วง 10.59 – 43.57% ซึ่งต่ำกว่าสารสกัดจากใบกระพังโหม และเมื่อเปรียบเทียบสารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ของรากกระพังโหม จะพบว่า สารสกัดด้วย 70% เอทานอลจะมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าในสารสกัดด้วยน้ำ แต่อย่างไรก็ตามสารสกัดของรากกระพังโหมจะมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ต่ำกว่าสารละลายมาตรฐาน Trolox (0.2 mM)

สารสกัดของรากกระพังโหมที่ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง ทั้งในส่วนสกัดด้วยน้ำและสกัดด้วย 70% เอทานอลมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่ารากกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งทั้งสองวิธี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสลายตัวของสารต้านอนุมูลอิสระในระหว่างการทำแห้ง โดยทั่วไปมีหลายปัจจัย เช่น สภาวะในการเก็บรักษา การแปรรูปและการเตรียมตัวอย่างมีผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีรายงานพบว่ากิจกรรมการต้านการเกิดออกซิเดชันในตัวอย่างแห้งจะลดลงเนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระเกิดการสลายตัวในระหว่างกระบวนการทำแห้งของผัก (Kaur and Kapoor, 2002)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

**4.5 ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS$^+$**

เมื่อนำสารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ของใบและรากกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีต่างกัน ไปทดสอบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS และรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS$^+$ ได้ผลดังภาพที่ 6 และภาพที่ 7




LW = ใบสดผึ่งลมสกัดด้วยน้ำ LE = ใบสดผึ่งลมสกัดด้วย 70% เอทานอล
LHW = ใบอบแห้งด้วยลมร้อนสกัดด้วยน้ำ LHE = ใบอบแห้งด้วยลมร้อนสกัดด้วย 70% เอทานอล
LFW = ใบทำแห้งแบบเยือกแข็งสกัดด้วยน้ำ LFE = ใบทำแห้งแบบเยือกแข็งสกัดด้วย 70% เอทานอล

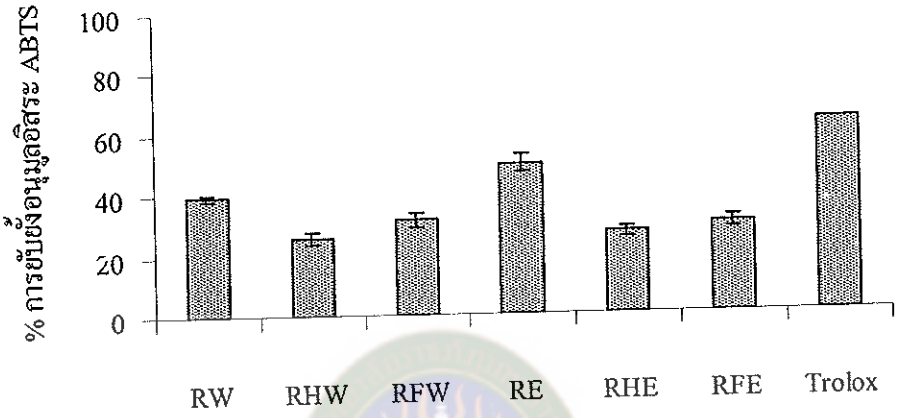
ภาพที่ 6 การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS$^+$ ของสารสกัดจากใบกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากภาพที่ 6 สารสกัดของใบกระพังโหมทุกตัวอย่างมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระABTS อยู่ในช่วงระหว่าง 57.28% – 96.83% ซึ่งมีปริมาณต่างกัน สารสกัดของใบกระพังโหมผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS สูงกว่าใบกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งทั้งสองวิธี และสูงกว่าสารละลายมาตรฐาน Trolox เข้มข้น 0.2 mM ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Osman et al. (2009) ที่พบว่า ใบสดของ *Paederia foetida* L. ซึ่งสกัดด้วยเมทานอลต่อน้ำ (1:10) มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS$^+$ (70-76%) ซึ่งสูงกว่าใบแห้ง (65-68%)

สารสกัดด้วย 70% เอทานอล มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS$^+$ สูงกว่าสารสกัดด้วยน้ำ แต่อย่างไรก็ตามสารสกัดด้วย 70% เอทานอลของใบกระพังโหมผึ่งลมที่อุณหภูมิห้องและใบกระพังโหมที่ทำแห้งแบบเยือกแข็งมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS$^+$ ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่สารสกัดจากใบกระพังโหมที่อบแห้งด้วยลมร้อนมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS$^+$ ต่ำสุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารสกัดของใบกระพังโหมที่

สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกัน และผลของความร้อนจะทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในใบกระพังโหมสลายตัวไป ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Amin et al. (2004) ซึ่งพบว่าผักแต่ละชนิดมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ $ABTS^+$ ที่แตกต่างกันและความสามารถในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันจะลดลงเมื่อผักชนิดต่าง ๆ ผ่านการให้ความร้อนทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง




RW = รากสดผึ่งลมสกัดด้วยน้ำ RE = รากสดผึ่งลมสกัดด้วย 70% เอทานอล
RHW = รากอบแห้งด้วยลมร้อนสกัดด้วยน้ำ RHE = รากอบแห้งด้วยลมร้อนสกัดด้วย 70% เอทานอล
RFW = รากทำแห้งแบบเยือกแข็งสกัดด้วยน้ำ RFE = รากทำแห้งแบบเยือกแข็งสกัดด้วย 70% เอทานอล

ภาพที่ 7 การยับยั้งอนุมูลอิสระ $ABTS^+$ ของสารสกัดจากรากกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากภาพที่ 7 สารสกัดจากรากกระพังโหมทุกตัวอย่าง มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูล $ABTS^+$ ต่ำกว่าสารสกัดจากใบกระพังโหม และต่ำกว่าสารละลายมาตรฐาน Trolox (0.2 mM) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดรากกระพังโหม พบว่า สารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ของรากกระพังโหม มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ$ABTS^+$ ไม่แตกต่างกัน ยกเว้น รากกระพังโหมผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง ที่สกัดด้วย 70% เอทานอล มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ $ABTS^+$ ( 49.64%) ซึ่งสูงกว่าในสารสกัดด้วยน้ำ (39.15%)

**4.6 ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนโดยวิธี FRAP**

เมื่อนำสารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ของใบและรากกระพังโหมผ่านวิธีการทำแห้งต่างกัน มาทดสอบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ โดยรายงานผลเป็นไมโครโมลเฟอรัสซัลเฟตต่อน้ำหนัก 1 กรัม ตัวอย่างแห้ง ได้ผลดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8

**ตารางที่ 7** ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนของสารสกัดจากใบกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

| วิธีการทำแห้ง | ตัวทำละลาย | สัญลักษณ์ | ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออน (ไมโครโมลเฟอรัสซัลเฟต ต่อ 1 กรัมตัวอย่างแห้ง) |
|---|---|---|---|
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | น้ำ | LW | $8.37 \pm 0.47^{a}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | น้ำ | LHW | $16.65 \pm 2.63^{b}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | น้ำ | LFW | $34.11 \pm 2.64^{c}$ |
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | 70%เอทานอล | LE | $21.66 \pm 2.18^{b}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | 70%เอทานอล | LHE | $18.52 \pm 2.67^{b}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | 70%เอทานอล | LFE | $86.84 \pm 14.10^{d}$ |

อักษรที่ต่างกัน (a-d) แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

จากตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบผลของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด พบว่าสารสกัดด้วย 70% เอทานอล มีความสามารถในการรีดิวซ์ สูงกว่าสารสกัดด้วยน้ำ ประมาณ 2 เท่า อย่างไรก็ตามสารสกัดด้วยน้ำของใบกระพังโหมที่ผ่านการอบแห้งด้วยลมร้อน มีความสามารถในการรีดิวซ์ใกล้เคียงกับสารสกัดด้วย 70% เอทานอล และเมื่อพิจารณาผลของวิธีการทำแห้ง จะพบว่า ใบกระพังโหมที่ทำแห้งแบบเยือกแข็งจะมีความสามารถในการรีดิวซ์สูงกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนประมาณ 2 เท่า สำหรับสารสกัดด้วยน้ำ ในขณะที่สารสกัดด้วย 70% เอทานอล ของใบกระพังโหมทำแห้งแบบเยือกแข็งมีความสามารถในการรีดิวซ์สูงกว่าใบอบแห้งด้วยลมร้อนประมาณ 4 เท่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

**ตารางที่ 8** ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนของสารสกัดจากรากกระพังโหมสดเปรียบเทียบกับส่วนที่ผ่านวิธีการทำแห้งต่างกันและสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน

| วิธีการทำแห้ง | ตัวทำละลาย | สัญลักษณ์ | ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออน (ไมโครโมลเฟอรัสซัลเฟต ต่อ 1 กรัมตัวอย่างแห้ง) |
|---|---|---|---|
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | น้ำ | RW | $3.90 \pm 0.39^{a}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | น้ำ | RHW | $8.95 \pm 0.33^{c}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | น้ำ | RFW | $11.73 \pm 1.54^{d}$ |
| ผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง | 70%เอทานอล | RE | $4.51 \pm 0.33^{a}$ |
| อบแห้งด้วยลมร้อน | 70%เอทานอล | RHE | $4.55 \pm 0.39^{a}$ |
| ทำแห้งแบบเยือกแข็ง | 70%เอทานอล | RFE | $6.92 \pm 0.84^{b}$ |

อักษรที่ต่างกัน (a-d) แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

จากตารางที่ 8 เปรียบเทียบผลของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด พบว่า สารสกัดด้วยน้ำของรากกระพังโหมมีความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนสูงกว่าสารสกัดด้วย 70% เอทานอล ประมาณ 2 เท่า และเมื่อพิจารณาผลของวิธีการทำแห้ง พบว่ารากกระพังโหมที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็งจะมีความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนสูงที่สุดในขณะที่รากกระพังโหมผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง มีความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนต่ำสุด และรากกระพังโหมที่ทำแห้งแบบเยือกแข็งมีความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนสูงกว่าการแห้งด้วยลมร้อนประมาณ 1. 5 เท่า ทั้งในสารสกัดด้วยน้ำและสารสกัดด้วย 70% เอทานอล

**4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH, ABTS และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออน**

มีรายงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า สารประกอบโพลิฟีนอลมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันของสารสกัดจากผัก ผลไม้ และเมล็ดพืช (Velioglu et al., 1998) ในขณะที่รายงานวิจัยของคนอื่นไม่มีความสัมพันธ์กัน (Dasgupta and De, 2007; Amin et al., 2004) วิธี DPPH, $ABTS^{+}$ และ FRAP เป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้วัดความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันของสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัด

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากใบและรากกระพังโหม มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH, $ABTS^{+}$ และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออน แสดงได้ดังตารางที่ 9 และตารางที่ 10 ตามลำดับ

**ตารางที่ 9** สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบกระพังโหม

| ผลลัพธ์ | สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) | ระดับนัยสำคัญ |
|---|---|---|
| ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก | 1.000 | - |
| ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH | 0.877 | .05 |
| ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ $ABTS^{+}$ | 0.962 | .01 |
| ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออน | 0.915 | .05 |

จากตารางที่ 9 พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดของใบกระพังโหมมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (r = 0.877) และ ABTS (r = 0.962) ในขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกสูงมากกับความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ไอออน (r = 0.915) สามารถอธิบายได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ที่ดีมากเนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระมีความสามารถในการให้อิเล็กตรอน 1 ตัว หรือให้ไฮโดรเจนอะตอมซึ่งเป็นปฏิกิริยารีดักชัน ในการศึกษาครั้งนี้มีความสัมพันธ์อย่างสูงระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกกับกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระทั้งสองชนิด เป็นการบ่งชี้ว่าสารประกอบที่อยู่ในสารสกัดจากใบกระพังโหมมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และ $ABTS^{+}$และมีความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Velioglu et al. (1998) ที่พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์จากธัญพืชและเมล็ดที่ให้น้ำมัน

ในงานวิจัยของคนอื่น ๆ จะพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระกับความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออน เช่น Arnous et al. (2000) รายงานว่ามีความสัมพันธ์อย่างสูงระหว่างการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH กับความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนในไวน์ ในขณะที่ Wong et al. (2006) รายงานว่าการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนในสารสกัดด้วยน้ำของพืชชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้Pulido et al. (2000) รายงานว่า ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออนของสารต้านอนุมูลอิสระจะเกี่ยวข้องกับผลลัพธ์จากวิธีอื่นๆ ที่ใช้ประเมินความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระในหลาย ๆ วิธี

**ตารางที่ 10** สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรากกระพังโหม

| ผลลัพธ์ | สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) | ระดับนัยสำคัญ |
|---|---|---|
| ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก | 1.000 | - |
| ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH | 0.371 | - |
| ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ $ABTS^{+}$ | -0.006 | - |
| ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออน | 0.988 | .01 |

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 10 พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากรากกระพังโหมไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และ $ABTS^{+}$ อย่างไรก็ตามปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในรากกระพังโหม มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงมากกับความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกไอออน (r = 0.988) สามารถอธิบายได้ว่า ในสารสกัดจากรากกระพังโหมมีสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ที่ดี แต่ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระมีความสามารถในการให้อิเล็กตรอน 1 ตัว หรือให้ไฮโดรเจนอะตอม

ซึ่งเป็นปฏิกิริยารีดักชัน อย่างไรก็ตามสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ อาจจะไม่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารพอลิฟีนอลมีโครงสร้างใหญ่จึงอาจทำให้เกิดความเกะกะของหมู่ฟังก์ชั่น (Wong et al., 2006)

กิจกรรมการต้านการเกิดออกซิเดชันของสารโพลีฟีนอล หาได้หลายวิธีที่มีผลลัพธ์ที่คล้ายคลึงกับการใช้วิธีวัดความสามารถในการรีดิวซ์ของสารพอลีฟีนอลซึ่งเสมือนว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการทำนายความสามารถในการจับอนุมูลอิสระของสารเหล่านี้ ในความเป็นจริงแล้วเป็นการยากมากที่ จะกล่าวว่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเป็นของสารตัวใดตัวหนึ่งหรือบางส่วนที่มีฤทธิ์ ทั้งนี้เนื่องจากในสารสกัดจะมีองค์ประกอบของสารหลายชนิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY