บทที่ 4

ผลการทดลอง

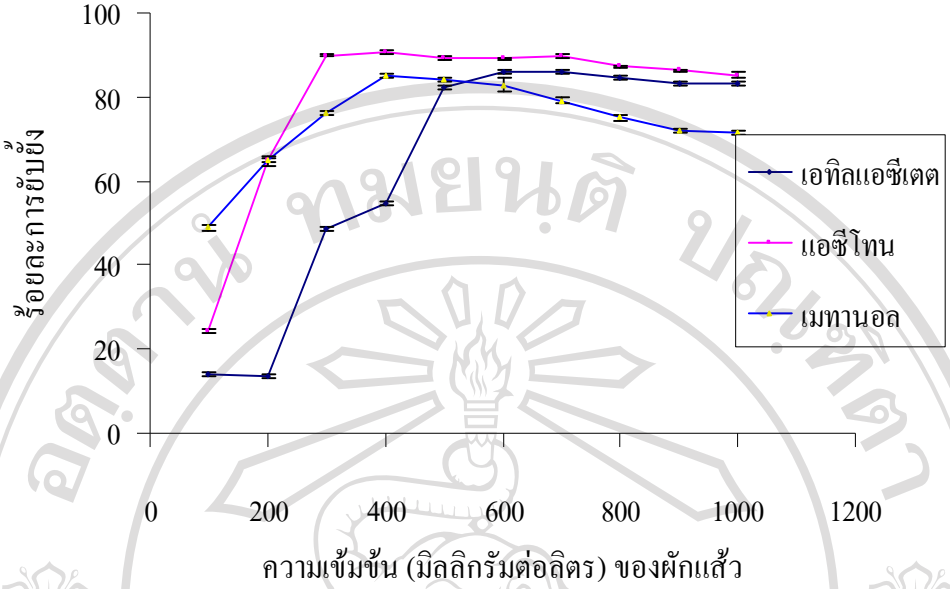
4.1 ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักพื้นบ้าน

การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักพื้นบ้าน 3 ชนิด ได้แก่ ผักกระถิน ผักแส้ว และ ผักคาวตอง ด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ เอทิลแอซีเตต แอซีโทน และเมทานอล ดังแผนภาพที่ 3.1 จากนั้นนำมาศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละการยับยั้ง) พบว่าสารสกัดที่สกัดได้จากตัวทำละลายทั้งสามชนิดของผักกระถิน ผักแส้ว และผักคาวตอง มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดยังให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสรุปได้ว่าตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุด คือ ตัวทำละลายแอซีโทน ดังรายละเอียดในหัวข้อ 4.1.1-4.1.3

4.1.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระของผักแส้ว

การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักแส้ว ทำการสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด และความเข้มข้นแตกต่างกันพบว่า สารสกัดที่ได้มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัดจากผักแส้วด้วยตัวทำละลายแอซีโทนมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 90.74 ± 0.43 รองลงมาคือสารสกัดจากผักแส้วที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับ 84.95 ± 0.57 และสารสกัดผักแส้วที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลแอซีเตต มี ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 86.05 ± 0.36 (ภาพที่ 4.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

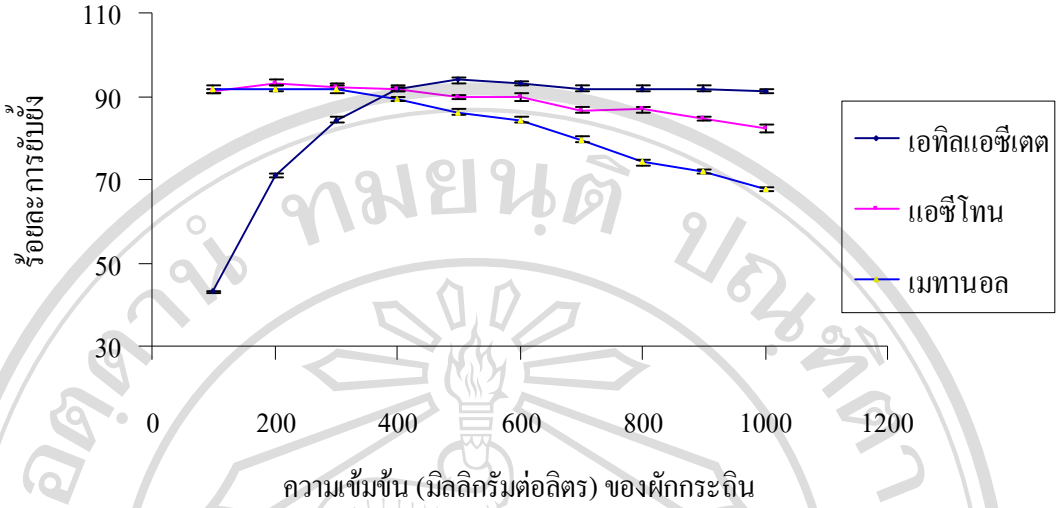


ภาพที่ 4.1 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักแส้ว ด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิดต่างๆ

4.1.2 สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระของผักกระถิน

การสารสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักกระถิน ด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด ความเข้มข้นที่แตกต่างกับพบว่า สารสกัดที่ได้มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัดจากผักกระถินที่สกัดด้วยตัวทำละลาย แอซีโทนมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 93.15 ± 0.62 รองลงมาคือ สารสกัดผักกระถินที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 91.85 ± 0.60 และสารสกัดผักกระถินด้วยตัวทำละลายเอทิลแอซีเตตร้อยละการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 93.79 ± 0.84 (ภาพที่ 4.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

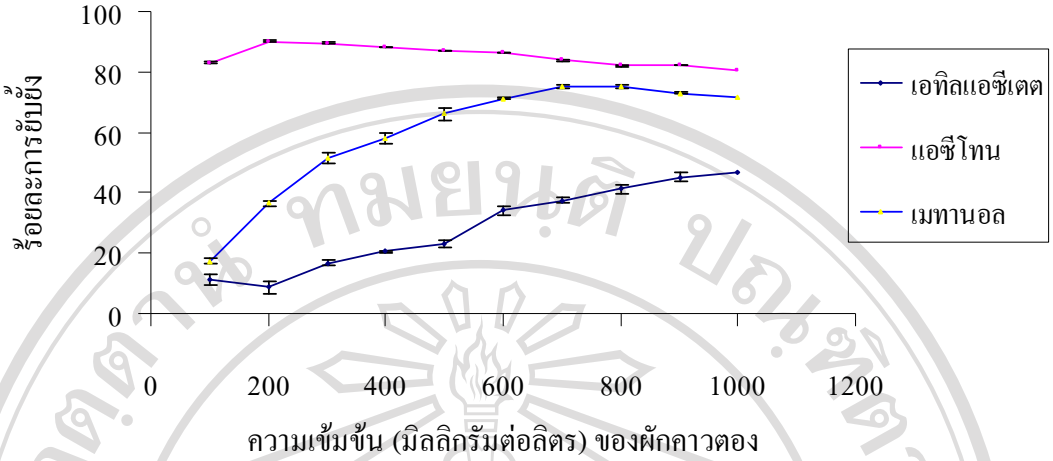


ภาพที่ 4.2 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักกระถินด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิด

4.1.3 สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระของผักคาวตอง

การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักคาวตองด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่า สารสกัดที่ได้มีประสิทธิภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัดจากผักคาวตองที่สกัดด้วยตัวทำละลาย แอซีโทนมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 90.14 ± 0.24 รองลงมาคือสารสกัดจากผักคาวตองที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลที่ความเข้มข้น 700 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 75.15 ± 0.28 และสารสกัดจากผักคาวตองด้วยตัวทำละลายเอทิลแอซีเตต ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ ดีที่สุดที่ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 46.48 ± 1.49 (ภาพที่ 4.3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.3 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักคาวตองด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิด

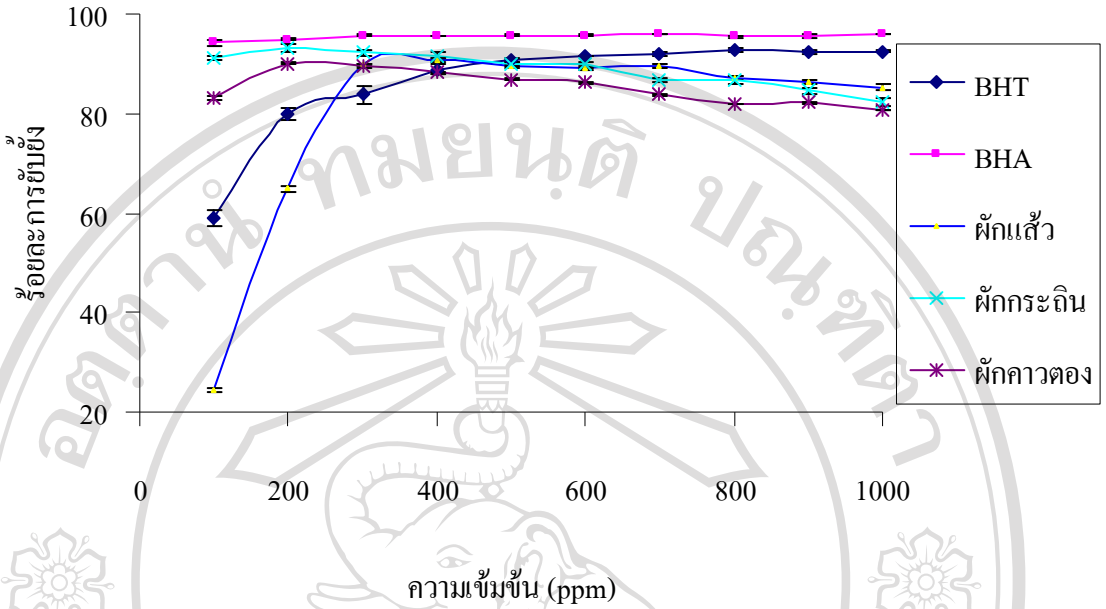
การศึกษานี้พบว่า แอซีโทนมีความเหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักแส้ว ผักกระถิน และผักคาวตอง ซึ่งผลการศึกษามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Estiasih *et al.* (2006) ที่ศึกษา การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากราก *Javanese Ginseng (Talinum triangulare* Willd.) โดยทำการสกัดด้วยตัวทำละลาย เมทานอล เอทิลแอลกอฮอล์ 96% เอทิลแอลกอฮอล์ 70%, แอซีโทน และ เฮกเซน แล้วทดสอบการต้านอนุมูลอิสระกับ DPPH พบว่าสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทนมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงสุด ซึ่งผู้ศึกษารายงานว่าในส่วนที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทนจะประกอบไปด้วยสารประกอบฟีนอล ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และจากการศึกษาของ Saelim *et al.* (2007) ซึ่งได้ทำการศึกษาสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของส่วนสกัดหยาบจากพืชผักสวนครัว 10 ชนิด ด้วยตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน แอซีโทน และเมทานอล ทำการทดสอบการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของส่วนสกัดหยาบด้วยสาร DPPH โดยเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระ BHT พบว่าสารสกัดจากขมิ้นที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทนสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้มากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักพื้นบ้านกับสารกันหืนสังเคราะห์

จากข้อ 4.1 พบว่า ตัวทำละลายแอซีโทน มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการสกัดผักแส้ว กระถิน และผักคาวตอง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ใช้สารแอซีโทนในการสกัดผัก และทำการศึกษาสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักพื้นบ้านทั้ง 3 ชนิด กับสารกันหืนสังเคราะห์ (ภาพที่ 4.4) พบว่า BHT, BHA และสารสกัดผักแส้ว ผักกระถิน และผักคาวตองที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทนมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดย BHA มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกันทุกระดับความเข้มข้น (100 ถึง 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร) ($P > 0.05$) และที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด เท่ากับ 95.77 ± 0.11 รองลงมาจาก BHA คือสารสกัดจากผักกระถินที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทน ที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด เท่ากับ 93.15 ± 0.62 ต่อมาคือสารสกัดจากผักคาวตองที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทน ที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด เท่ากับ 90.14 ± 0.24 สุดท้ายคือสารสกัดที่สกัดจากผักแส้วที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทนที่ระดับความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด เท่ากับ 90.74 ± 0.43 ส่วนสารกันหืนสังเคราะห์ BHT พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด เท่ากับ 92.71 ± 0.27 (ดังภาพที่ 4.4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.4 สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักตัวอย่างกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์

4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารสกัดจากผักตัวอย่าง

4.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารสกัดจากผักแส้ว

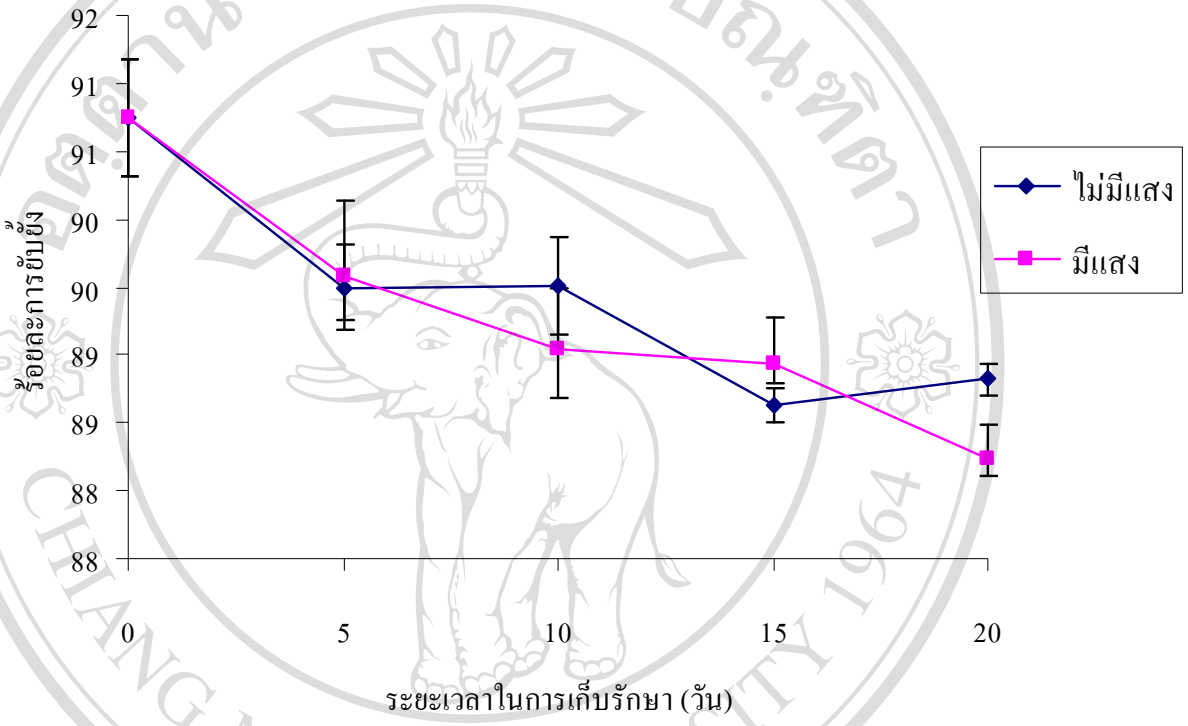
สารสกัดจากผักแส้วที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทนที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ 90.17 ดังนั้นจึงนำความเข้มข้นนี้มาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวในขั้นตอน 4.3.1.1 ถึง 4.3.1.3

4.3.1.1 ผลของแสงต่อความคงตัวของผักแส้ว

จากการศึกษาสารสกัดจากผักแส้วที่บรรจุในภาชนะแบบใสและแบบทึบแสง ปิดฝาภาชนะให้สนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{o}C เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่า เวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 90.74 ± 0.43 เมื่อเวลาผ่านไปพบว่า การเก็บในสภาวะที่มีและไม่มีแสงมีการลดลงของสมบัติการต้านอนุมูลอิสระตามระยะเวลาที่ผ่านไป และเมื่อถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะใส และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาชนะทึบแสง มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 88.82 ± 0.25 และ 88.23 ± 0.12 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5) พิจารณาภาชนะที่ใช้เก็บรักษาระหว่างภาชนะใส และภาชนะทึบแสง พบว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นแสงจึงไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความคงตัวของผักแส้วในช่วงการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.5 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากผักแส้วที่เก็บรักษาภาชนะแบบมีแสง และไม่มีแสงระยะเวลาเก็บรักษา 20 วัน

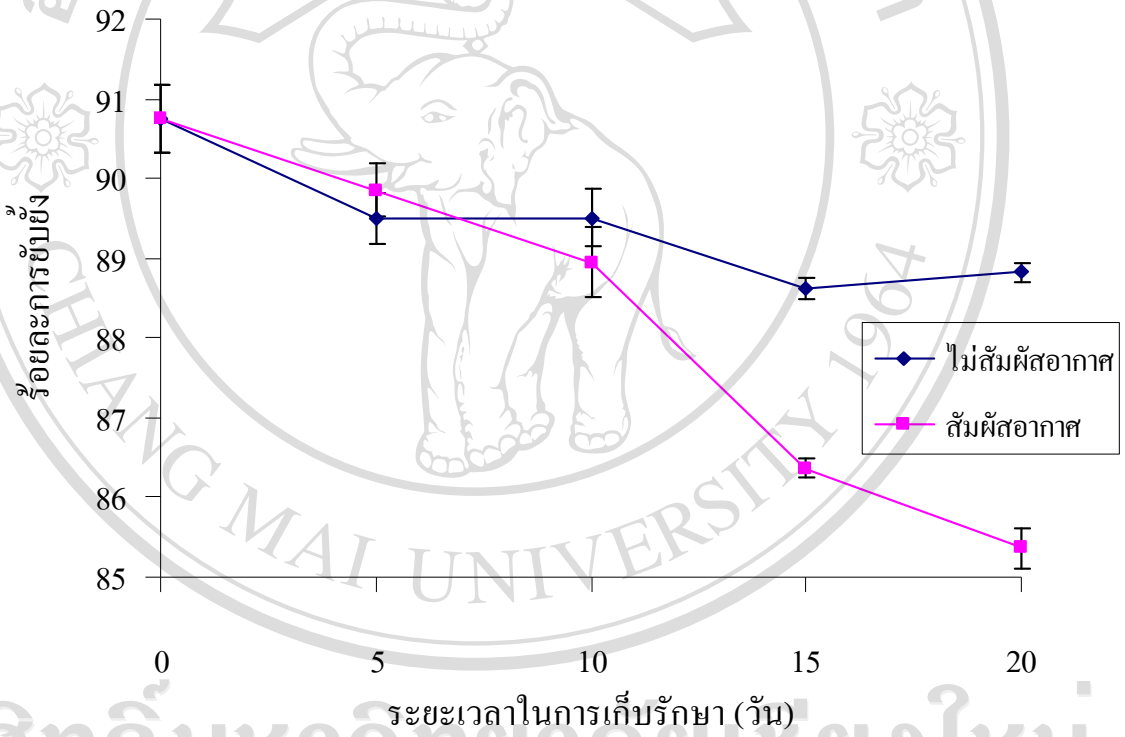
4.3.1.2 ผลของอากาศต่อความคงตัวของผักแส้ว

สารสกัดจากผักแส้วที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงซึ่งเปิดปากขวดให้สัมผัสกับอากาศ และสารสกัดที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงปิดสนิทซึ่งกันไม่ให้สารสกัดสัมผัสอากาศ โดยเก็บรักษาในที่มืด ที่อุณหภูมิ 32^{O}C เป็นระยะเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้จากเวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 90.74 ± 0.43 เมื่อเวลาในการเก็บรักษาผ่านไปถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะที่สัมผัสอากาศ และภาชนะที่ไม่สัมผัสอากาศ มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 85.36 ± 0.25 และ 88.23 ± 0.12 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6) ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การศึกษานี้แสดงว่าอากาศทำให้ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระลดลง ทั้งนี้เนื่องจากออกซิเจนในอากาศเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารสกัดจากผักแส้ว

จากการศึกษาให้ผลสอดคล้องกับ พรทวี (2548) ที่ศึกษาผลของอากาศที่มีต่อความคงตัวของสารสกัดป้องกันการหืน พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สารสกัดโรสแมรี่แห้งจะมีค่า IC_{50} เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัดที่ไม่สัมผัสอากาศมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระคงตัวกว่า

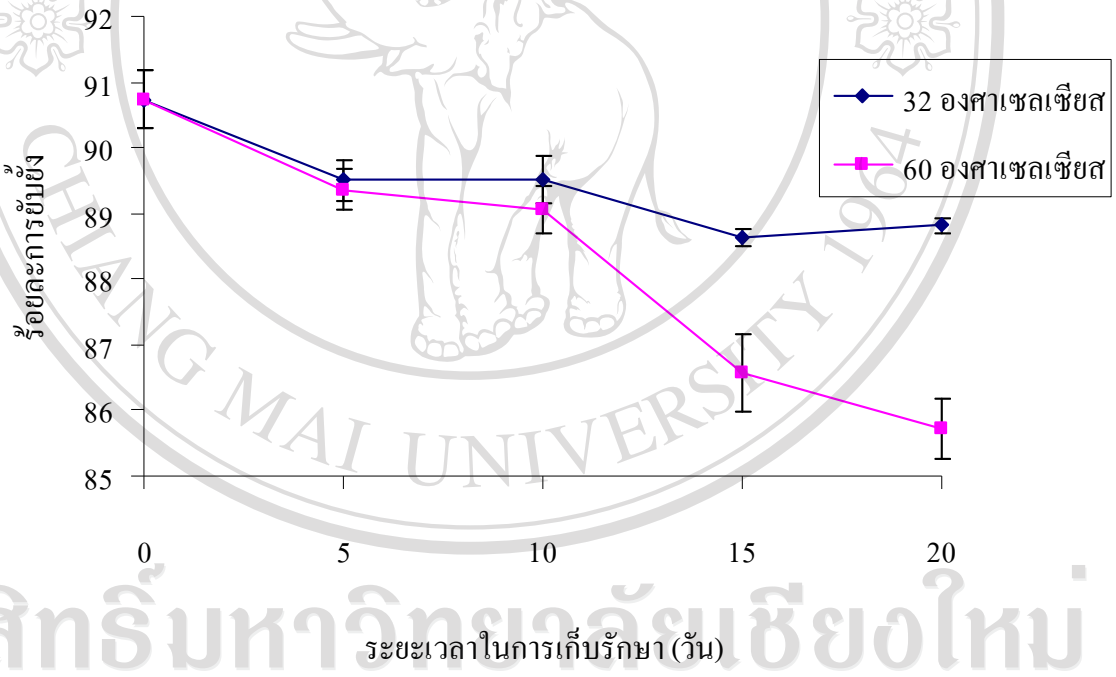


ภาพที่ 4.6 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากผักแส้วที่เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง ที่อุณหภูมิ 32°C แบบสัมผัสกับอากาศและไม่สัมผัสกับอากาศ ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.1.3 ผลของอุณหภูมิต่อความคงตัวของผักแส้ว

สารสกัดจากผักแส้วที่ป้องกันไม่ให้มีแสงโดยบรรจุในภาชนะแบบทึบแสงและปิดปากขวดไม่ให้สัมผัสอากาศ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และที่อุณหภูมิ 60^{O}C เป็นเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระพบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 90.74 $\pm$ 0.43 เมื่อเวลาผ่านไป การเก็บสารสกัดในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงทำให้ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระลดลงเร็วกว่าโดยในวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะทึบแสงไม่สัมผัสอากาศที่อุณหภูมิห้อง และในภาชนะทึบแสงที่อุณหภูมิ 60^{O}C มี ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 88.23 $\pm$ 0.12 และ 85.72 $\pm$ 0.45 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.7 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากผักแส้วที่เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และอุณหภูมิ 60^{O}C ในระยะเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาผลของปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของผักแส้ว สรุปได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดจากผักแส้วมีความคงตัวต่อแสง แต่ไม่คงตัวในสภาวะที่มีอากาศและอุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงควรเก็บสารสกัดของผักแส้วในภาชนะปิดกันอากาศและเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ

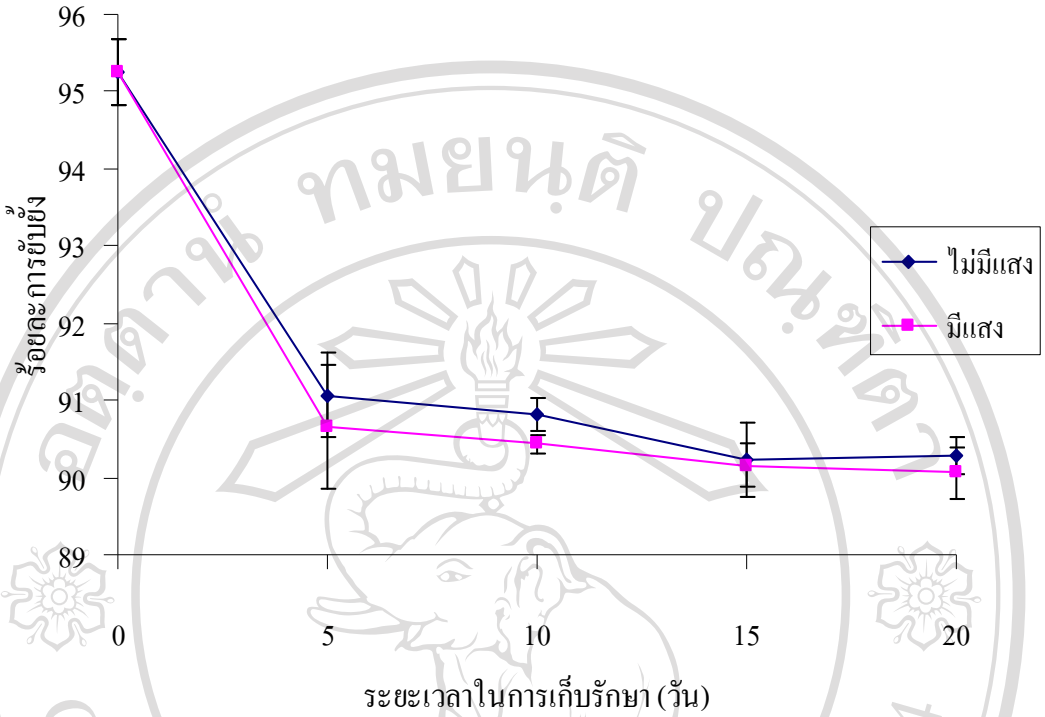
4.3.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารสกัดจากผักกระถิน

จากการคัดเลือกสารสกัดจากผักกระถินที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทน เลือกความเข้มข้นที่ให้ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด พบว่าสารสกัดจากผักกระถินที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ 93.15 ดังนั้นจึงนำความเข้มข้นนี้มาทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวในขั้นตอน 4.3.2.1 ถึง 4.3.2.2

4.3.2.1 ผลของแสงต่อความคงตัวของผักกระถิน

สารสกัดจากผักกระถินที่บรรจุในภาชนะแบบใสและแบบทึบแสง ปิดฝาภาชนะให้สนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่า เวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 95.74 $\pm$ 0.43 เมื่อเวลาผ่านไปพบว่า การเก็บในสภาวะที่มีและไม่มีแสงมีการลดลงของสมบัติการต้านอนุมูลอิสระตามระยะเวลาที่ผ่านไป และเมื่อถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะใส และภาชนะทึบแสง มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 90.28 $\pm$ 0.34 และ 90.06 $\pm$ 0.23 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.8) พิจารณาภาชนะที่ใช้เก็บรักษาระหว่างภาชนะใส และภาชนะทึบแสง พบว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้น แสงจึงไม่มีผลต่อความคงตัวของผักกระถินในช่วงการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

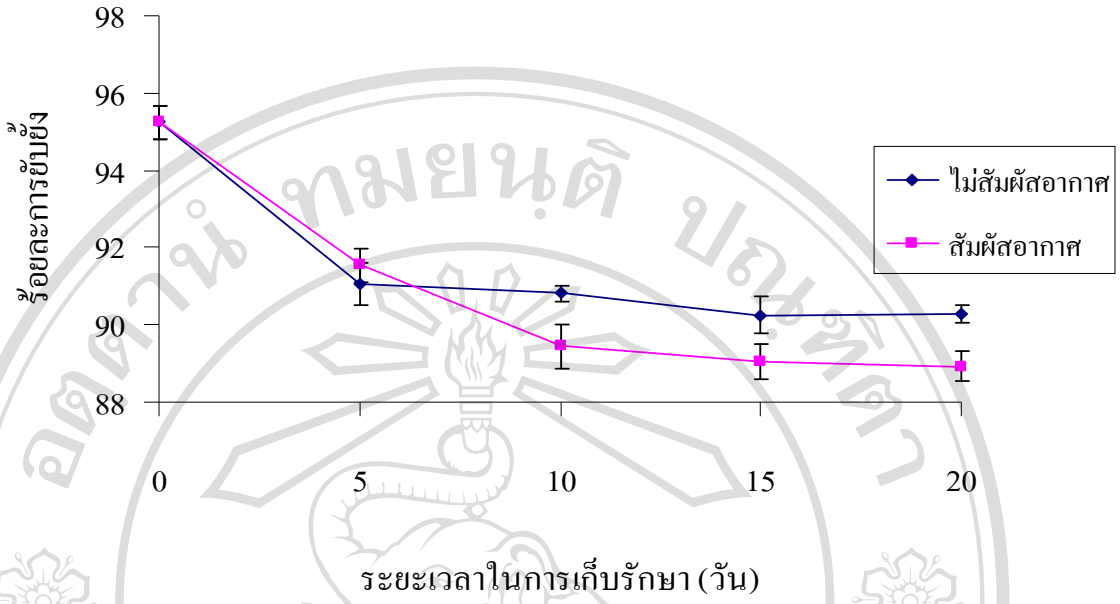


ภาพที่ 4.8 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากผักกระถินที่เก็บรักษาภาชนะแบบมีแสง และไม่มีแสงระยะเวลาเก็บรักษา 20 วัน

4.3.2.2 ผลของอากาศที่มีต่อความคงตัวของผักกระถิน

สารสกัดจากผักกระถินที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงซึ่งเปิดปากขวดให้สัมผัสกับอากาศ และสารสกัดที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงปิดสนิทซึ่งกันไม่ให้สารสกัดสัมผัสอากาศ โดยทำการเก็บรักษาในที่มือ ที่อุณหภูมิ 32^{O}C เป็นระยะเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้จากเวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 95.74 ± 0.43 เมื่อเวลาในการเก็บรักษาผ่านไปถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะที่สัมผัสอากาศ และภาชนะที่ไม่สัมผัสอากาศ มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 88.93 ± 0.40 และ 90.06 ± 0.23 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.9) ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การศึกษานี้แสดงว่าอากาศทำให้ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระลดลง ทั้งนี้เนื่องจากออกซิเจนในอากาศเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารสกัดจากผักกระถิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

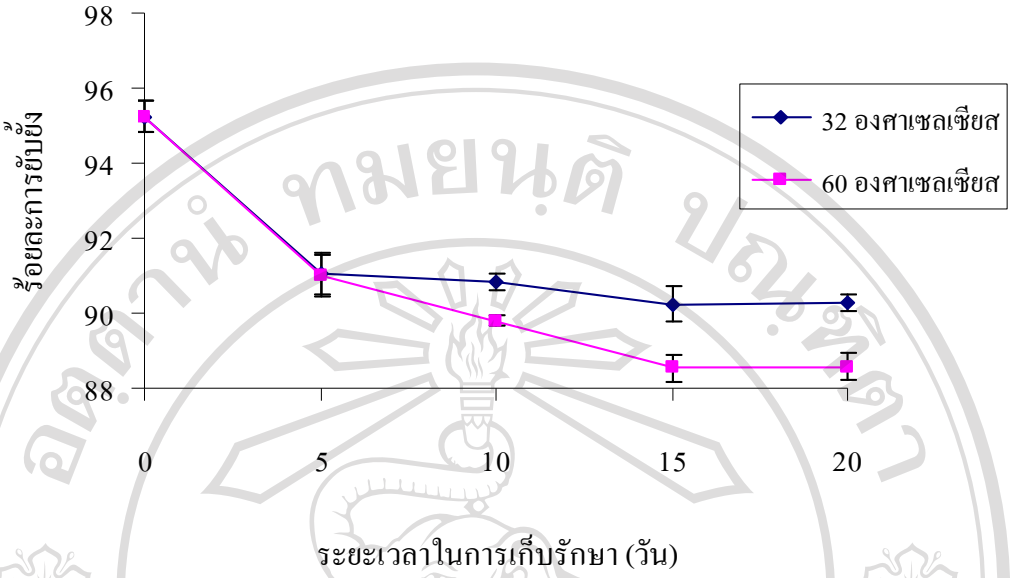


ภาพที่ 4.9 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากผักกระถินที่เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง ที่อุณหภูมิ 32^{O}C แบบสัมผัสกับอากาศและไม่สัมผัสกับอากาศ ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน

4.3.2.3 ผลของอุณหภูมิต่อความคงตัวของผักกระถิน

สารสกัดจากผักกระถินที่ป้องกันไม่ให้มีแสงโดยบรรจุในภาชนะแบบทึบแสงและปิดปากขวดไม่ให้สัมผัสอากาศ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และที่อุณหภูมิ 60^{O}C เป็นเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระพบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 95.74 $\pm$ 0.43 เมื่อเวลาผ่านไป การเก็บสารสกัดในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงทำให้ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระลดลงเร็วกว่าโดยในวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะทึบแสงไม่สัมผัสอากาศที่อุณหภูมิ 32^{O}C และในภาชนะทึบแสงที่อุณหภูมิ 60^{O}C มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 90.06 $\pm$ 0.23 และ 88.57 $\pm$ 0.36 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.10) เมื่อพิจารณาพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และที่อุณหภูมิ 60^{O}C ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้น อุณหภูมิ จึงไม่มีผลต่อความคงตัวของผักกระถินในช่วงการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.10 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากผักกระถินที่เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และอุณหภูมิ 60^{O}C ในระยะเวลา 20 วัน

จากการศึกษาผลของปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของผักกระถิน สรุปได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดจากผักกระถินมีความคงตัวต่อแสง และอุณหภูมิ แต่ไม่คงตัวในสภาวะที่มีอากาศ ดังนั้นจึงควรเก็บสารสกัดของผักกระถินในภาชนะปิดกันอากาศแต่ก็ควรเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำด้วย

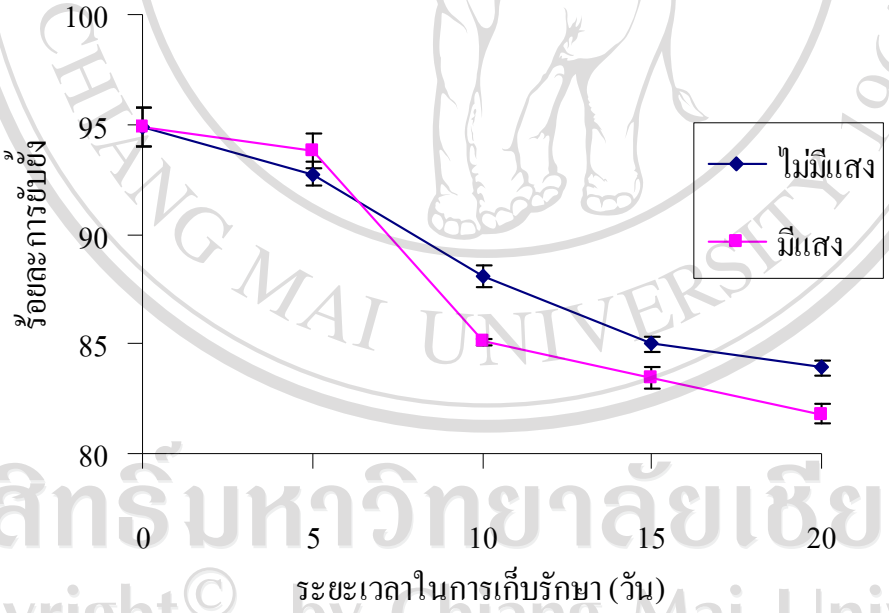
4.3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารสกัดจากผักคาวตอง

จากการคัดเลือกสารสกัดจากผักคาวตองที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทน เลือกความเข้มข้นที่ให้ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด พบว่าสารสกัดจากผักคาวตองที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ 90.74 ดังนั้นจึงนำความเข้มข้นนี้มาทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวในขั้นตอน 4.3.3.1 ถึง 4.3.3.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.3.1 ผลของแสงที่มีต่อความคงตัวของผักคาวตอง

สารสกัดจากผักคาวตองที่บรรจุในภาชนะแบบใสและแบบทึบแสง ปิดฝาภาชนะให้สนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{o}C เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่า เวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 94.88 ± 0.87 เมื่อเวลาผ่านไปพบว่า การเก็บในสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสงมีการลดลงของสมบัติการต้านอนุมูลอิสระตามระยะเวลาที่ผ่านไป และเมื่อถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะใส และภาชนะทึบแสงมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 81.79 ± 0.43 และ 83.92 ± 0.35 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.11) พิจารณาภาชนะที่ใช้เก็บรักษาระหว่างภาชนะใส และภาชนะทึบแสง พบว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ร้อยละของการยับยั้งจะมีความแตกต่างกันระหว่างวันที่ 10 ของการเก็บรักษา จนถึงวันที่ 20 ดังนั้น แสงจึงมีผลต่อความคงตัวของผักคาวตองในช่วงการเก็บรักษา

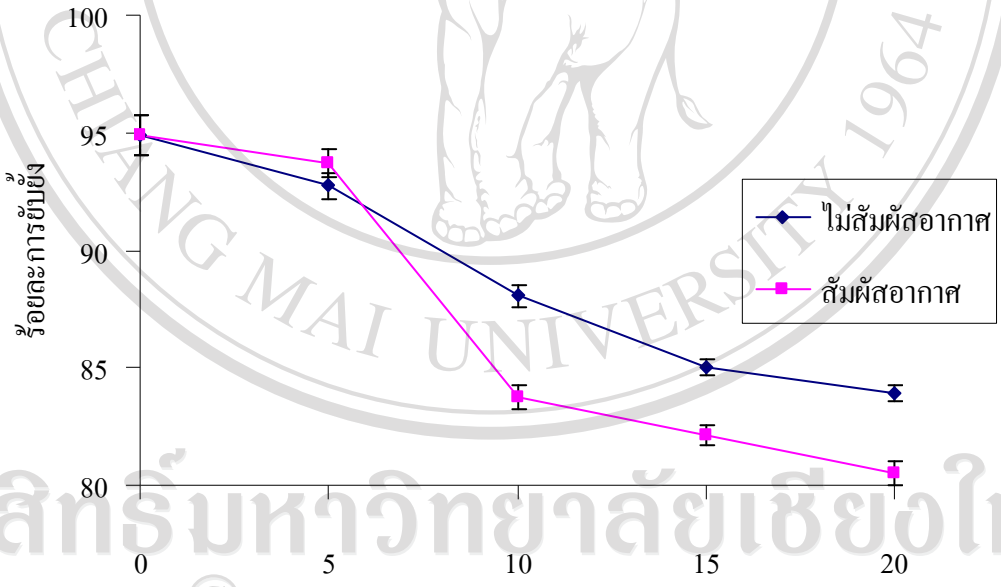


ภาพที่ 4.11 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากผักคาวตองที่เก็บรักษาภาชนะแบบมีแสง และไม่มีแสงระยะเวลาเก็บรักษา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.3.2 ผลของอากาศที่มีต่อความคงตัวของผักคาวตอง

สารสกัดจากผักคาวตองที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงซึ่งเปิดปากขวดให้สัมผัสกับอากาศ และสารสกัดที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงปิดสนิทซึ่งกันไม่ให้สารสกัดสัมผัสอากาศ โดยทำการเก็บรักษาในที่มือ ที่อุณหภูมิ 32^{O}C เป็นระยะเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้จากเวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 94.88 $\pm$ 0.87 เมื่อเวลาในการเก็บรักษาผ่านไปถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะที่สัมผัสอากาศ และภาชนะที่ไม่สัมผัสอากาศ มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 80.55 $\pm$ 0.51 และ 83.92 $\pm$ 0.35 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12) ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การศึกษานี้แสดงว่าอากาศทำให้ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากออกซิเจนในอากาศเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารสกัดจากผักคาวตอง



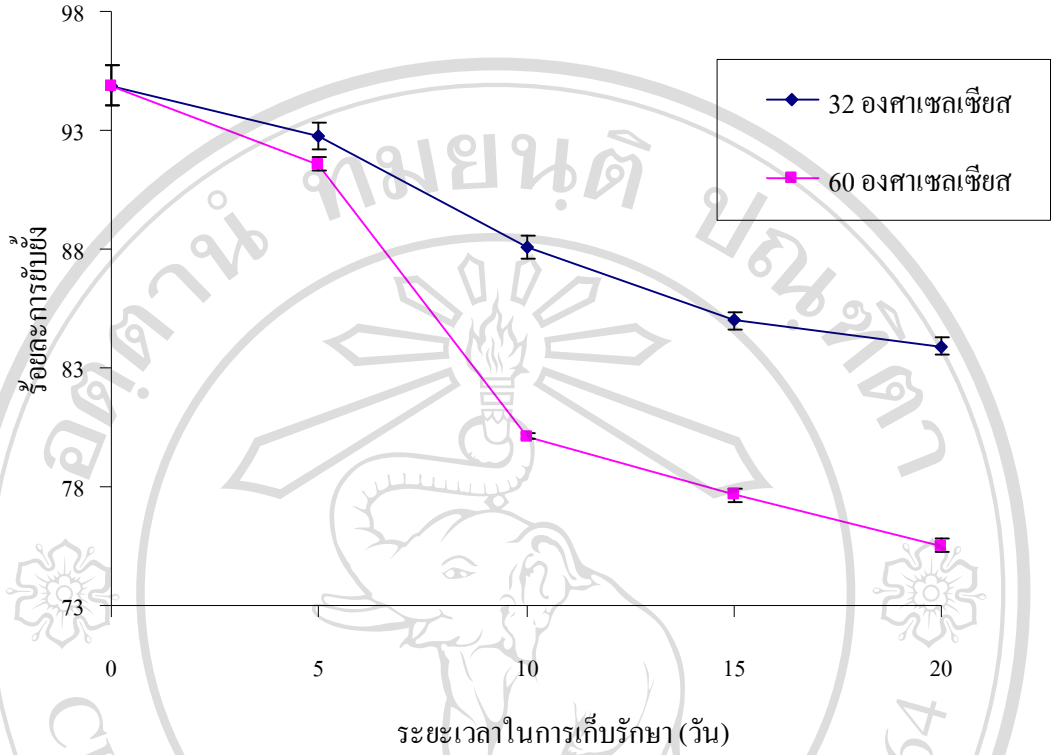
ภาพที่ 4.12 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากผักคาวตองที่เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง ที่อุณหภูมิ 32^{O}C แบบสัมผัสกับอากาศและไม่สัมผัสกับอากาศ ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.3.3 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อความคงตัวของผักคาวตอง

สารสกัดจากผักคาวตองที่ป้องกันไม่ให้มีแสงโดยบรรจุในภาชนะแบบทึบแสงและปิดปากขวดไม่ให้สัมผัสอากาศ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $32^{O}C$ และที่อุณหภูมิ $60^{O}C$ เป็นเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระพบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 94.88 ± 0.87 เมื่อเวลาผ่านไป การเก็บสารสกัดในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงทำให้ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระลดลงเร็วกว่าโดยในวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะทึบแสงไม่สัมผัสอากาศที่อุณหภูมิ $32^{O}C$ และในภาชนะทึบแสงที่อุณหภูมิ $60^{O}C$ มี ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 83.92 ± 0.35 และ 75.53 ± 0.31 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13) เมื่อพิจารณาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $32^{O}C$ และที่อุณหภูมิ $60^{O}C$ พบว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระให้ผลที่ลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังนั้น อุณหภูมิจึงมีผลต่อความคงตัวของผักคาวตองในช่วงการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.13 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากผักคาวตองที่เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และอุณหภูมิ 60^{O}C ในระยะเวลา 20 วัน

จากการศึกษาผลของปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของผักคาวตอง สรุปได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดจากผักคาวตองไม่มีความคงตัวต่อแสง อากาศ และอุณหภูมิ ดังนั้นจึงควรเก็บสารสกัดของผักคาวตองในภาชนะปิดกันแสง อากาศและควรเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารกันหืนสังเคราะห์

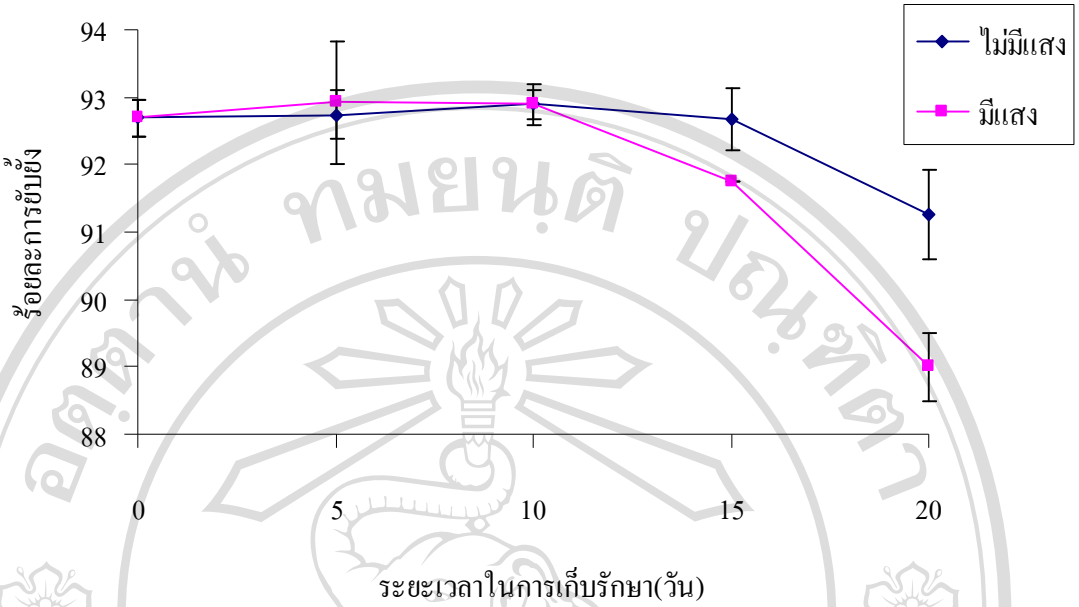
4.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารกันหืนสังเคราะห์ BHT

ทำการคัดเลือกสารกันหืนสังเคราะห์ BHT เลือกความเข้มข้นที่ให้ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด พบว่าสารกันหืนสังเคราะห์ BHT ที่ความเข้มข้น 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดคือ 92.71 ดังนั้นจึงนำความเข้มข้นนี้มาทำการศึกษาในขั้นตอน4.4.1.1 ถึง 4.4.1.3

4.4.1.1 ผลของแสงต่อความคงตัวของสารกันหืน BHT

สารกันหืนสังเคราะห์ BHT ที่บรรจุในภาชนะแบบใสและแบบทึบแสง ปิดฝาภาชนะให้สนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่า เวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 92.69 ± 0.27 เมื่อเวลาผ่านไปพบว่า การเก็บในสภาวะที่มีและไม่มีแสงมีการลดลงของสมบัติการต้านอนุมูลอิสระตามระยะเวลาที่ผ่านไป และเมื่อถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะใส และภาชนะทึบแสง มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 89.00 ± 0.50 และ 91.25 ± 0.66 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.14) พิจารณาภาชนะที่ใช้เก็บรักษาระหว่างภาชนะใส และภาชนะทึบแสง พบว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น แสงจึงไม่มีผลต่อความคงตัวของสารกันหืนสังเคราะห์ BHT ในช่วงการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

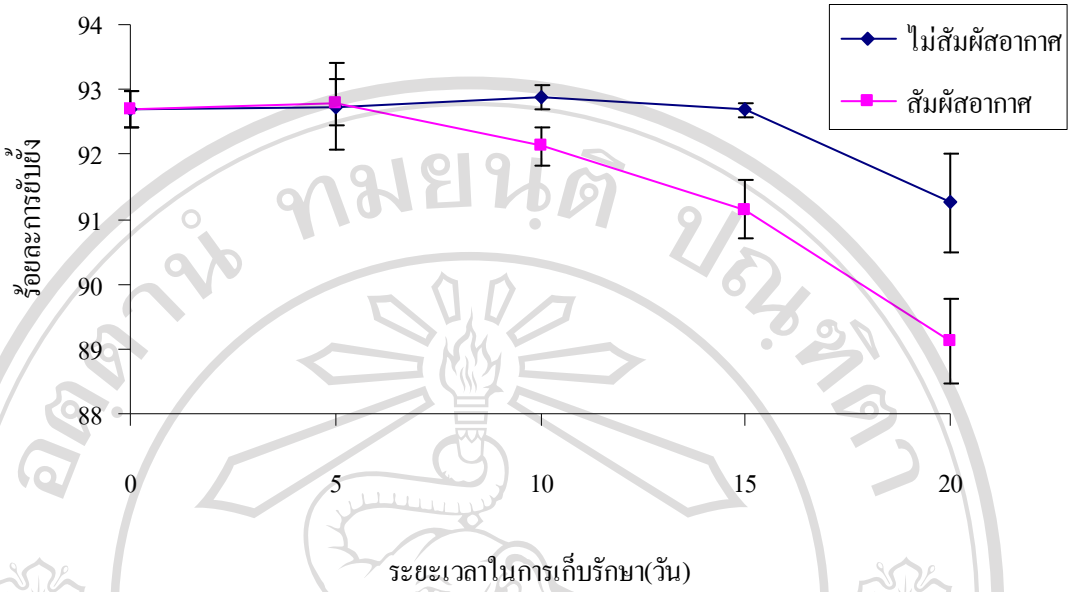


ภาพที่ 4.14 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารกันหืนสังเคราะห์ BHT ที่เก็บรักษาในภาชนะแบบมีแสง และไม่มีแสงระยะเวลาเก็บรักษา 20 วัน

4.4.1.2 ผลของอากาศต่อสารกันหืนสังเคราะห์ BHT

สารกันหืนสังเคราะห์ BHT ที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงซึ่งเปิดปากขวดให้สัมผัสกับอากาศ และสารสกัดที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงปิดสนิทซึ่งกันไม่ให้สารสกัดสัมผัสอากาศ โดยเก็บรักษาในที่มืด ที่อุณหภูมิ 32^{o}C เป็นระยะเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้จากเวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มี ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 92.69 ± 0.27 เมื่อเวลาในการเก็บรักษาผ่านไปถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะที่สัมผัสอากาศ และภาชนะที่ไม่สัมผัสอากาศ มี ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 80.55 ± 0.51 และ 83.92 ± 0.35 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.15) ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การศึกษานี้แสดงว่าอากาศทำให้ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระลดลง ทั้งนี้เนื่องจากออกซิเจนในอากาศเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารกันหืนสังเคราะห์ BHT

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

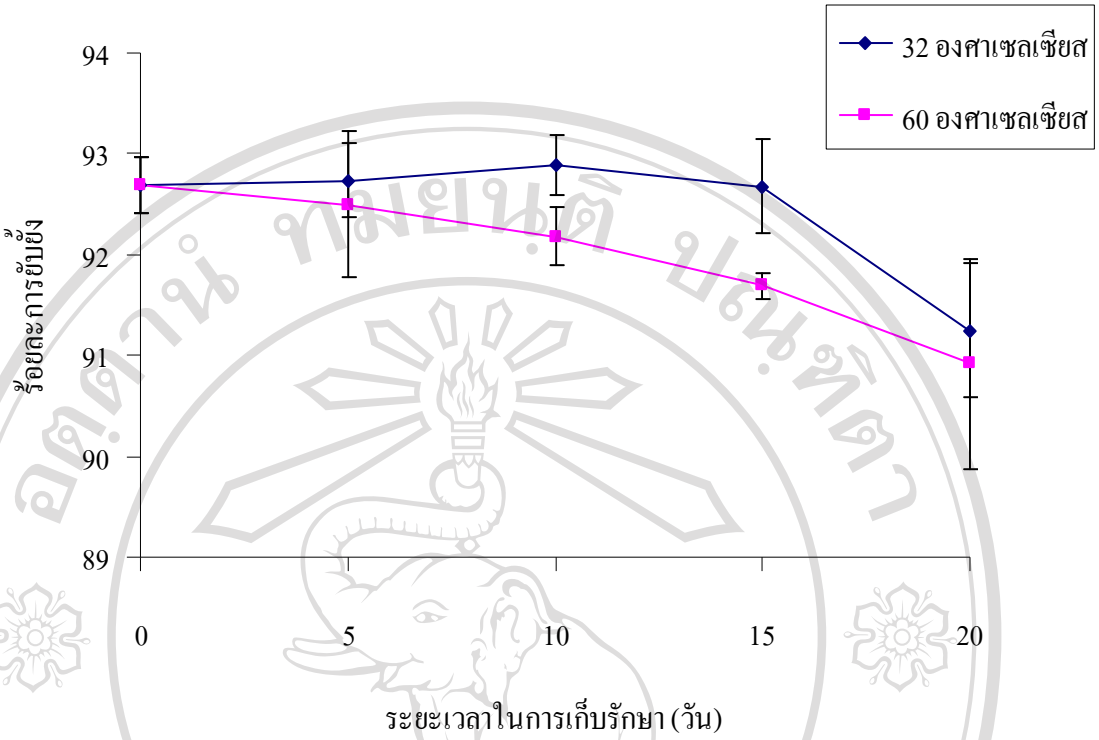


ภาพที่ 4.15 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากสารกันหืนสังเคราะห์ BHT ที่เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง ที่อุณหภูมิ 32^{O}C แบบสัมผัสกับอากาศและไม่สัมผัสกับอากาศ ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน

4.4.1.3 ผลของอุณหภูมิต่อความคงตัวของ BHT

สารกันหืนสังเคราะห์ BHT ที่ป้องกันไม่ให้โดนแสงโดยบรรจุในภาชนะแบบทึบแสงและปิดปากขวดไม่ให้สัมผัสอากาศ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และที่อุณหภูมิ 60^{O}C เป็นเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระพบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 92.69 ± 0.27 เมื่อเวลาผ่านไป การเก็บสารสกัดในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงทำให้ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระลดลงเร็วกว่าโดยในวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะทึบแสงไม่สัมผัสอากาศที่อุณหภูมิ 32^{O}C และในภาชนะทึบแสงที่อุณหภูมิ 60^{O}C มี ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 89.12 ± 0.75 และ 91.25 ± 0.66 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.16) เมื่อพิจารณาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และที่อุณหภูมิ 60^{O}C พบว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น อุณหภูมิจึงไม่มีผลต่อความคงตัวของสารกันสังเคราะห์ BHT ในช่วงการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.16 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดกันหืนสังเคราะห์ BHT เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และอุณหภูมิ 60^{O}C ในระยะเวลา 20 วัน

จากการศึกษาผลของปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารกันหืนสังเคราะห์ BHT สรุปได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระ BHT ไม่มีความคงตัวต่อ อากาศ ดังนั้นจึงควรเก็บสาร BHT ในภาชนะที่ป้องกันอากาศ แต่ถึงอย่างไรก็ควรเก็บในภาชนะที่ไม่มีแสง และควรเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ

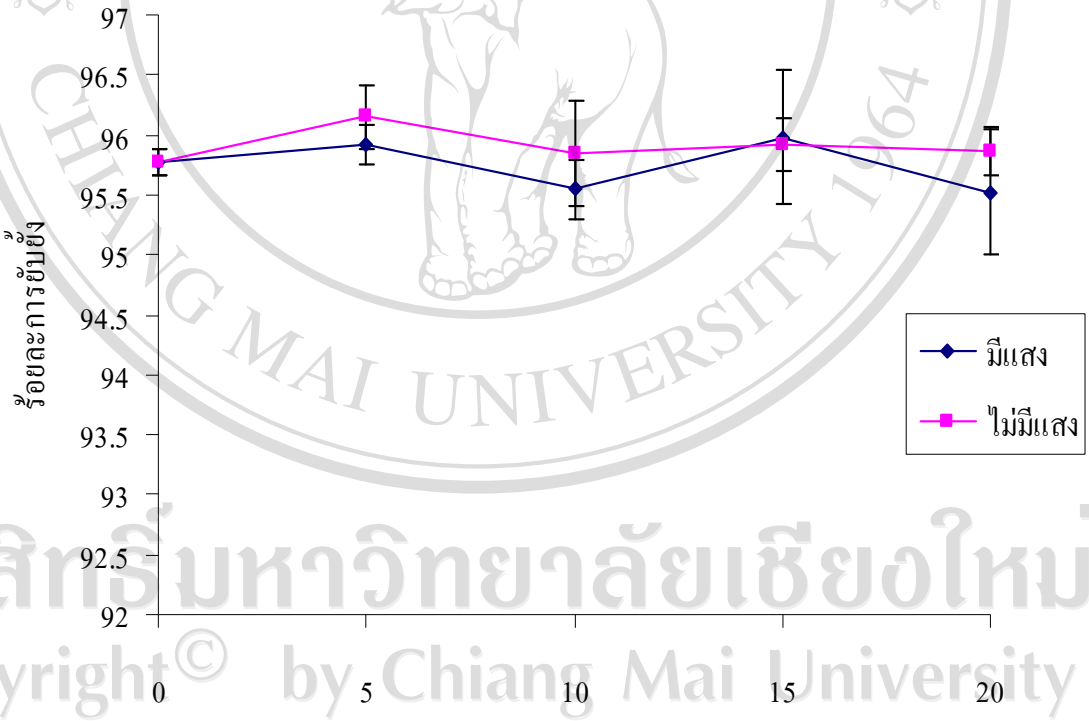
4.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารกันหืนสังเคราะห์ BHA

ทำการคัดเลือกสารกันหืนสังเคราะห์ BHA เลือกความเข้มข้นที่ให้ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ สูงสุด พบว่าสารกันหืนสังเคราะห์ BHA ที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตรมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดคือ 95.77 ดังนั้นจึงนำความเข้มข้นนี้มาทำการศึกษาในขั้นตอน 4.4.2.1 ถึง 4.4.2.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2.1 ผลของแสงต่อความคงตัวของ BHA

สารกันหืนสังเคราะห์ BHA ที่บรรจุในภาชนะแบบใสและแบบทึบแสง ปิดฝาภาชนะให้สนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่า เวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 95.77 ± 0.11 เมื่อเวลาผ่านไปพบว่า การเก็บในสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสงมีการเปลี่ยนแปลงของสมบัติการต้านอนุมูลอิสระไม่มากนักเมื่อระยะเวลาที่ผ่านไป และเมื่อถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะใส และภาชนะทึบแสง มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 95.52 ± 0.20 และ 95.87 ± 0.52 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.17) พิจารณาภาชนะที่ใช้เก็บรักษาระหว่างภาชนะใส และภาชนะทึบแสง พบว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้น แสงจึงไม่มีผลต่อความคงตัวของสารกันหืนสังเคราะห์ BHA ในช่วงการเก็บรักษา

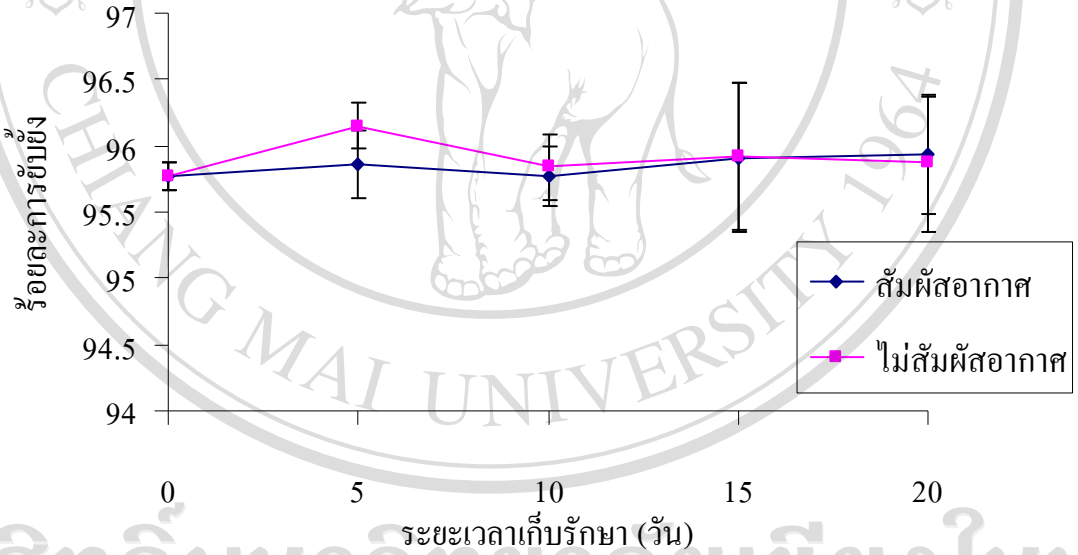


ภาพที่ 4.17 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารกันหืนสังเคราะห์ BHA ที่เก็บรักษาในภาชนะแบบมีแสง และไม่มีแสงระยะเวลาเก็บรักษา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2.2 ผลของอากาศต่อความคงตัวของ BHA

สารกันหืนสังเคราะห์ BHA ที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงซึ่งเปิดปากขวดให้สัมผัสกับอากาศ และสารสกัดที่บรรจุในภาชนะแบบทึบแสงปิดสนิทซึ่งกันไม่ให้สารสกัดสัมผัสอากาศ โดยทำการเก็บรักษาในที่มืด ที่อุณหภูมิ 32^{O}C เป็นระยะเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งจะเห็นได้จากเวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 95.77 ± 0.11 เมื่อเวลาในการเก็บรักษาผ่านไปถึงวันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะที่สัมผัสอากาศ และภาชนะที่ไม่สัมผัสอากาศมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 95.93 ± 0.20 และ 95.87 ± 0.20 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.18) ซึ่งให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) การศึกษานี้แสดงว่าอากาศไม่มีผลความคงตัวของสารกันหืนสังเคราะห์ BHA ในช่วงการเก็บรักษา

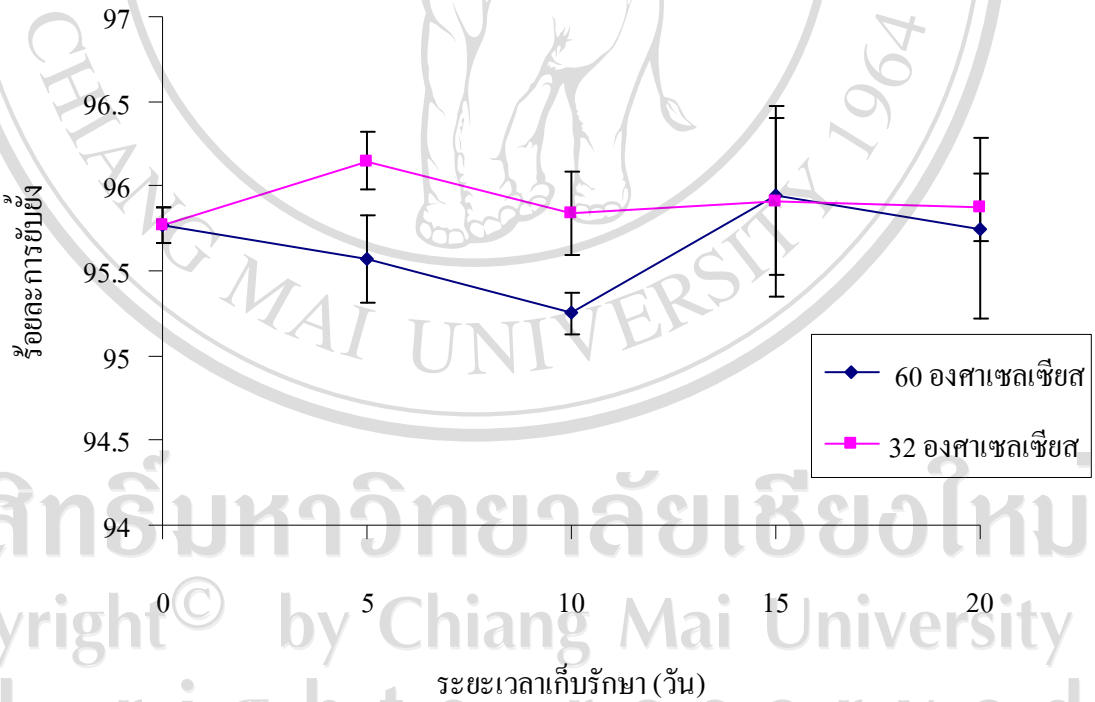


ภาพที่ 4.18 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากสารกันหืนสังเคราะห์ BHA ที่เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง ที่อุณหภูมิ 32^{O}C แบบสัมผัสกับอากาศและไม่สัมผัสกับอากาศ ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2.3 ผลของอุณหภูมิต่อความคงตัวของ BHA

สารกันหืนสังเคราะห์ BHA ที่ป้องกันไม่ให้โดนแสงโดยบรรจุในภาชนะแบบทึบแสง และปิดปากขวดไม่ให้สัมผัสอากาศ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และที่อุณหภูมิ 60^{O}C เป็นเวลา 20 วัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระพบว่า เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นไม่มีผลทำให้ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่เวลาเริ่มต้นในการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 95.77 ± 0.11 เมื่อเวลาผ่านไป การเก็บสารกันหืนสังเคราะห์ BHA วันที่ 20 สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะทึบแสงไม่สัมผัสอากาศที่อุณหภูมิ 32^{O}C และในภาชนะทึบแสงที่อุณหภูมิ 60^{O}C มี ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 95.87 ± 0.20 และ 95.75 ± 0.53 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.16) เมื่อพิจารณาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และที่อุณหภูมิ 60^{O}C พบว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น อุณหภูมิจึงไม่มีผลต่อความคงตัวของสารกันสังเคราะห์ BHA ในช่วงการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.19 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดกันหืนสังเคราะห์ BHA เก็บรักษาในภาชนะแบบทึบแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32^{O}C และอุณหภูมิ 60^{O}C ในระยะเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาผลของปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารกันหืนสังเคราะห์ BHA สรุปได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระ BHA มีความคงตัวต่อแสง อากาศ และอุณหภูมิ

การศึกษาปัจจัยของแสงที่มีต่อสารสกัดจากผักพื้นบ้านตัวอย่างให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Petillo. (1996) ที่ได้ทำการศึกษาการลดลงของสารต้านอนุมูลอิสระจากเนื้อปลาทะเลแม็กเคอเร็ล (mackerel) พบว่า การเก็บรักษาชิ้นปลาที่อุณหภูมิ -62^{O}C แบบให้มีแสงและในที่ไม่มีแสง พบว่า สารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อปลาที่เก็บรักษาโดยให้โดนแสงมีค่าลดลงรวดเร็วกว่าการเก็บรักษาโดยไม่ให้สัมผัสแสง

การศึกษาปัจจัยของอุณหภูมิที่มีต่อสารสกัดจากผักพื้นบ้านตัวอย่าง ให้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sikwese *et al*. (2007) ที่ได้ทำการศึกษาปัจจัยของสารสกัดฟีนอลที่สกัดจากรำของข้าวฟ่าง ซึ่งใช้ในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันในน้ำมันดอกทานตะวันที่มีเหล็กไอออน โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ ตลอดการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 65^{O}C เป็นเวลา 14 วัน และทำการวัดค่าเปอร์ออกไซด์ทุก 2 วัน จากการศึกษาพบว่าค่าคุณภาพของน้ำมันมีค่าลดลง ค่าเปอร์ออกไซด์ โดยมีค่าสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน

การศึกษาของ Wirathepsuporn *et al*. (2007) เรื่องผลของความร้อนก่อนอบแห้งและอุณหภูมิการเก็บต่อสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชัน โดยทำการประเมินจาก DPPH radical scavenging activity พบว่าความเข้มข้นในการต้านอนุมูลอิสระ (EC_{50}) ของสารสกัดจากขมิ้นชันที่เตรียมจากการให้ความร้อนก่อนอบแห้งมีค่าสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ผ่านความร้อน เมื่อศึกษาผลของอุณหภูมิการเก็บที่อุณหภูมิ 30^{O}C และ 40^{O}C พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงมีผลให้สมบัติการต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชันลดลง (ค่า EC_{50} เพิ่มขึ้น)

4.5 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัด

4.5.1 องค์ประกอบทางเคมีของผักแส้ว

นำผักแส้วที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทน ไปทำการตรวจวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี โดยใช้เครื่อง แก๊สโครมาโทรกราฟี – แมสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ พบว่า สารสกัดจากผักแส้วมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ 1,2-Benzenedicarboxylic acid จำนวนร้อยละ 87.76 ของสารทั้งหมด สาร Di-butyl phthalate และ Phytol จำนวนพื้นที่ 0.45 และ 0.36 ตามลำดับ (ตาราง 4.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของผักแส้ว

เวลาที่แสดงกราฟ	สารประกอบ	สูตร	ความเหมือน (%)	พื้นที่(%)
23.22	Di-butyl phthalate	$C_{16}H_{22}O$	94	0.45
24.63	Phytol	$C_{20}H_{40}O$	70	0.36
30.37	1,2-Benzenedicarboxylic acid	$C_8H_6O_4$	91	87.76

4.5.2 องค์ประกอบทางเคมีของผักกระถิน

ผักกระถิน ที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทน จากนั้นนำไปทำการตรวจวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี โดยใช้เครื่อง แก๊สโครมาโทรกราฟี– แมสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จากการศึกษาพบว่า สารสกัดจากผักกระถิน มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ Di-*n*-octyl phthalate จำนวนร้อยละ 65.18 ของสารทั้งหมด รองลงมาคือสาร Di-butyl phthalate จำนวนร้อยละ 19.29 ของสารที่ตรวจพบทั้งหมด และสารอื่นๆ แสดงดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของผักกระถิน

เวลาที่แสดง	สารประกอบ	สูตร	ความเหมือน(%)	พื้นที่ (%)
23.20	Di-butyl phthalate	$C_{16}H_{22}O$	94	19.29
24.63	Phytol	$C_{20}H_{40}O$	47	0.43
27.77	Hexanedioic acid	$C_6H_{10}O_4$	95	0.97
30.37	Di-*n*-octyl phthalate	$C_{24}H_{38}O_4$	95	65.18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.2 องค์ประกอบทางเคมีของผักคาวตอง

ผักคาวตอง ที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทน จากนั้นนำไปทำการตรวจวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี โดยใช้เครื่อง แก๊สโครมาโทรกราฟี – แมสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จากการศึกษาพบว่า สารสกัดจากผักคาวตอง มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญและตรวจพบมากที่สุดคือ Di-*n*-octyl phthalate จำนวนร้อยละ 88.56 และสารอื่นๆ แสดงดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 องค์ประกอบทางเคมีของผักคาวตอง

เวลาที่แสดง	สารประกอบ	สูตร	ความเหมือน(%)	พื้นที่ (%)
17.86	2-Tridecanone	$C_{13}H_{26}O$	56	0.06
20.53	Benzoic acid	$C_7H_6O_2$	86	0.05
23.22	Di-butyl phthalate	$C_{16}H_{22}O$	90	0.36
24.03	7-Pentadecanone	$C_{15}H_{30}O$	50	0.04
24.64	Phytol	$C_{20}H_{40}O$	74	0.07
30.37	Di-*n*-octyl phthalate	$C_{24}H_{38}O_4$	95	88.56

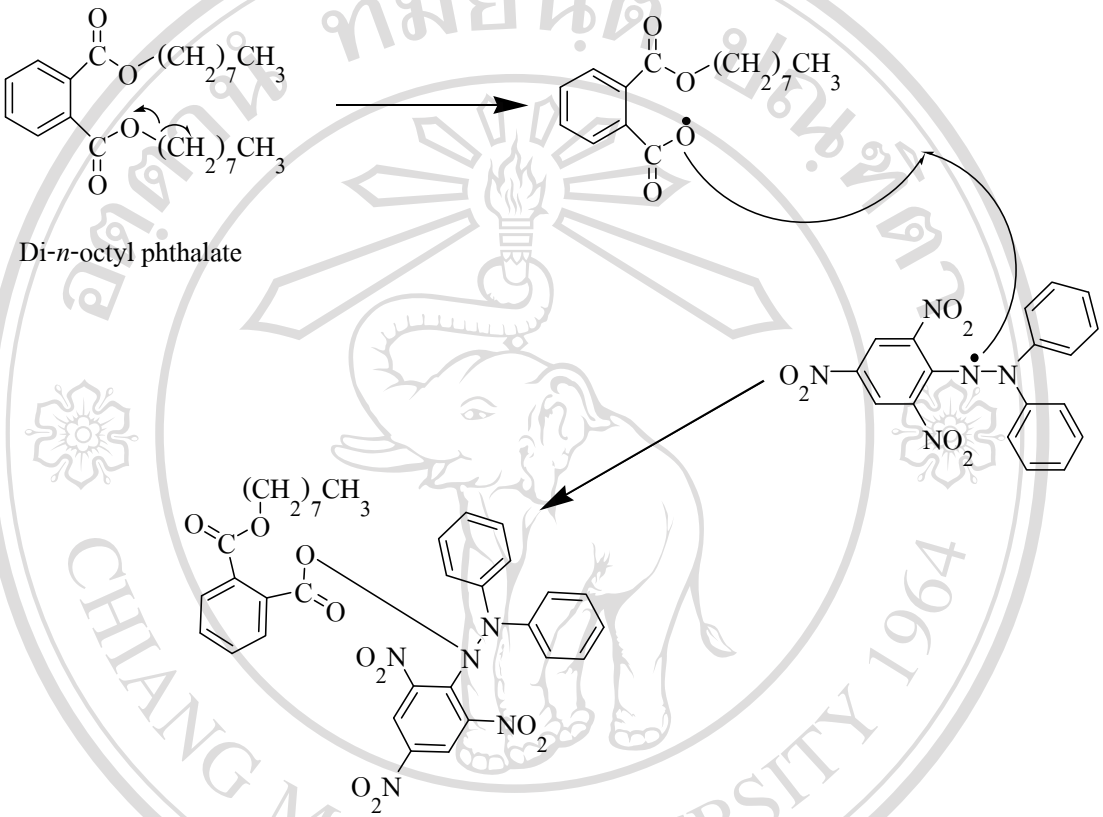
องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของสารสกัดจากผักพื้นบ้านทั้ง 3 ชนิด มีสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบที่เหมือนกันคือ Phytol, Di-*n*-octyl phthalate และ Di-butyl phthalate การทำปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบและ DPPH ซึ่งหมายรวมถึงการทดสอบว่าสารใดในสารสกัดมีบทบาทเหมือนกับ DPPH radical

ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชัน จะผ่านอินเทอร์มีเดตเป็นแรดิคัล (radical) ซึ่งเป็นออกซิเจนเข้ามามีบทบาทที่สำคัญ คือ เมื่อได้รับแสงหรือพลังงานที่พอเหมาะก็จะมีการแตกพันธะออกเป็น $\dot{O}-\dot{O}$ (1,2-diradical) ออกซิเจน แรดิคัลนี้ ก็จะเกิดปฏิกิริยาขยาย (propagation step) ต่อไปกับโมเลกุลอื่นๆ ดังนั้น วิธีการยับยั้งเพื่อไม่ให้เกิดภาวะนี้จะใช้ โมเลกุลที่มีโครงสร้างใหญ่และเกะกะ ซึ่งเมื่อเกิดเป็นตัวจับแรดิคัล (radical scavenger) ก็จะมีประสิทธิภาพหยุดแรดิคัลอื่นๆ ได้ การเปรียบเทียบร้อยละการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระขององค์ประกอบทางเคมี ในสารสกัดตัวอย่างเมื่อนำมาทำปฏิกิริยากับ DPPH radical จะเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ได้ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ

จากการทดสอบร้อยละของการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระพบสารสารสกัดจากผักพื้นบ้านทั้ง 3 ชนิดมีให้ร้องละการยับยั้งมากกว่า 80 จึงทำให้เชื่อได้ว่าสารสกัดมีสารที่สามารถต้านอนุมูลอิสระ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าสารที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผักทั้ง 3 ชนิดและมีปริมาณมากคือ Di-*n*-octyl phthalate, Di-butyl phthalate และ phytol ตามลำดับ โดยเฉพาะสาร Di-*n*-octyl phthalate ที่มีจำนวนมากจึงน่าจะเป็นสารที่สามารถยับยั้งได้ดี โดยคาดว่ามีกลไกการเกิดปฏิกิริยากับ DPPH radical ดังนี้

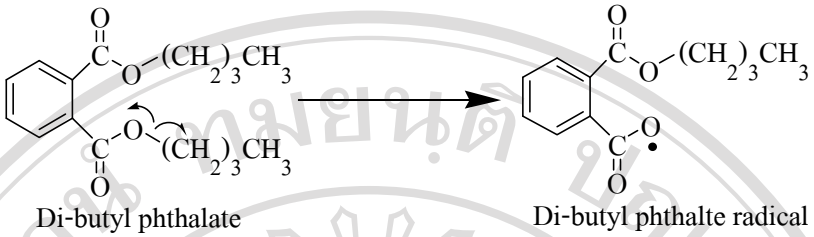


ภาพที่ 4.20 การเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Di-*n*-octyl phthalate กับ DPPH radical

การคาดเดาว่า Di-*n*-octyl phthalate เกิด radical เนื่องจากอินเทอร์มีเดตค่อนข้างเสถียร เพราะมี เรโซแนนต์ ของคาร์บอกซิเลต แรดิคัล และถูกจับได้ด้วย DPPH

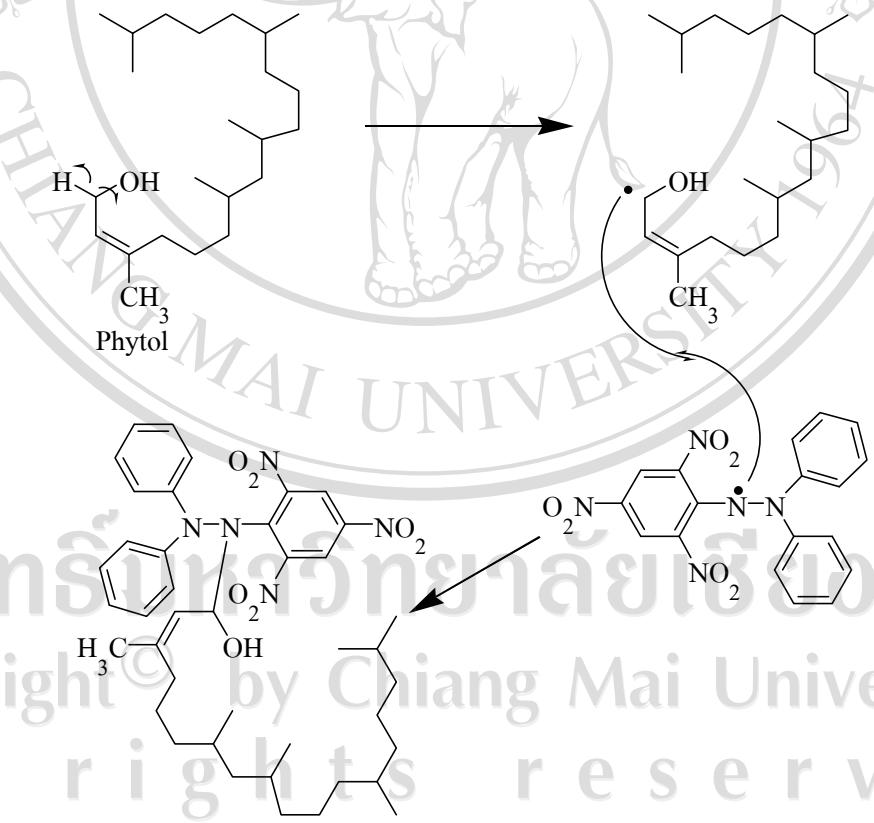
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรณีการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Di-butyl phthalate กับ DPPH radical เกิดได้ดังกรณีเดียวกัน



ภาพที่ 4.21 การเกิดอนุมูลอิสระของสาร Di-butyl phthalate ก่อนการเกิดปฏิกิริยากับ DPPH

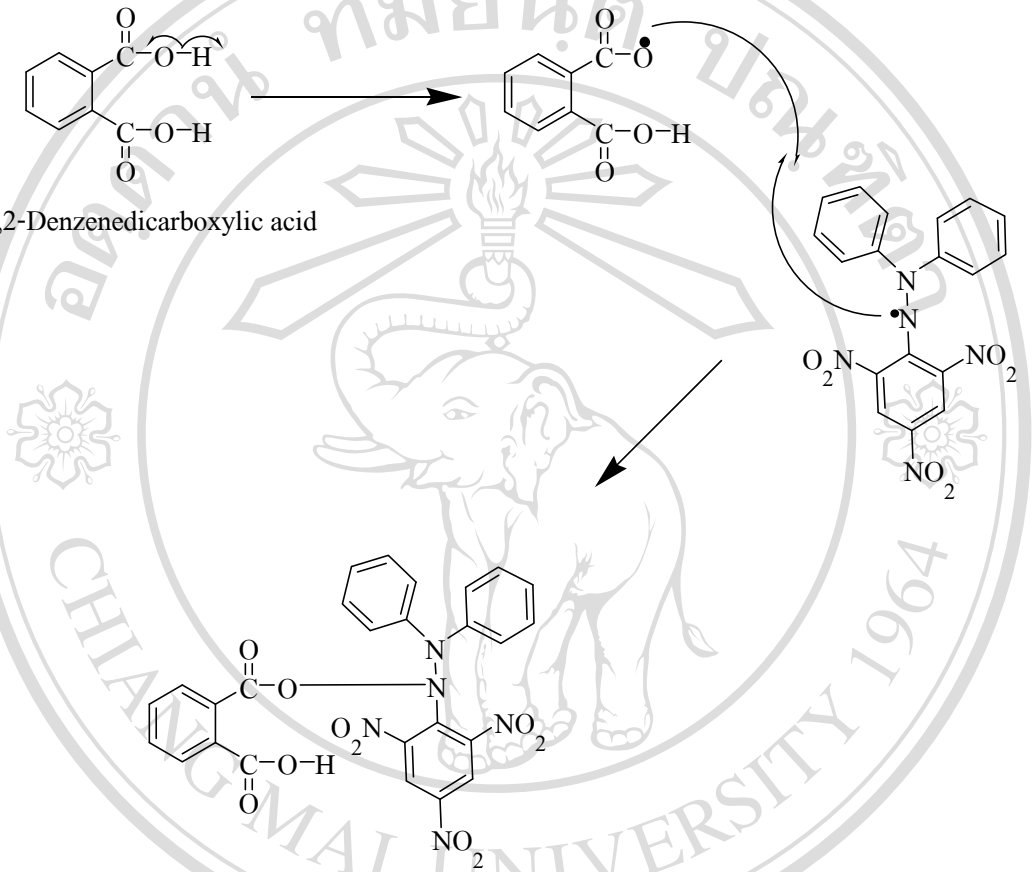
การเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Phytol กับ DPPH radical มีกลไกการเกิดปฏิกิริยาดังนี้



ภาพที่ 4.22 การเกิดอนุมูลอิสระของสาร Phytol กับ DPPH radical

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับสารสกัดจากผักแส้วที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทน พบว่า มีองค์ประกอบของสาร 1,2-Denzenedicarboxylic acid เป็นองค์ประกอบหลัก จึงคาดว่าเป็นสารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระหลัก การคาดเดาการเกิดปฏิกิริยาคือ



ภาพที่ 4.23 การเกิดอนุมูลอิสระของสาร1,2-Benzenedicarboxylic acid กับ DPPH radical

จากผลการศึกษาสามารถยืนยันได้ว่า ในสารสกัดจากผักทั้ง 3 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอซีโทน มีสารที่สามารถต้านออกซิเดชันจริง และมีร้อยละการยับยั้งที่สูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved