Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 540-543 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 540-543 (2553)

ความแก่อ่อนและดีซอร์พชันไอโซเทิร์มของใบโหระพา

Maturity and Desorption Isotherm of Sweet Basil Leaves

ประภากร กองพิมพ์[1] **และ สิงหนาท พวงจันทน์แดง**[1]

Prapakorn Kongpim[1] and Singhanat Phoungchandang[1]

Abstract

Maturity of sweet basil was performed. Due to mature leaves provided higher phenolic content and antioxidant activity than young leaves, mature leaves were selected for the experiment. Sweet basil leaves were blanched for 1 minute to inactivate peroxidase. The relationship between the equilibrium relative humidity and equilibrium moisture content of dried sweet basil were performed. The Modified Henderson model was found to be the most suitable for describing the desorption isotherms of both fresh and blanched sweet basil leaves. However Modified Chung-Pfost model was found to be the best fit for fresh sweet basil leaves in function of $RH_e = f(X_e,T)$.

Key word: sweet basil, maturity, desorption isotherms

บทคัดย่อ

การศึกษาความแก่-อ่อนของใบโหระพา พบว่า ใบแก่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และมีคุณสมบัติการต้านออกซิเดชันมากกว่า ดังนั้นจึงเลือกใบแก่ มาใช้ในการทดลองต่อไป การลวกเพื่อยับยั้งกิจกรรมการทำงานของเอ็นไซม์เปอร์ออกซิเดสใช้เวลา 1 นาที การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สมดุล และความชื้นสมดุลของใบโหระพา เพื่อสร้างแบบจำลองของดีซอร์พชันไอโซเทิร์ม พบว่าแบบจำลอง Modified Henderson สามารถอธิบายดีซอร์พชันไอโซเทิร์มของใบโหระพาสดและใบโหระพาที่ผ่านการลวกได้ดีที่สุด ยกเว้นใบโหระพาสดในรูปฟังก์ชัน $RH_e = f(X_e,T)$ แบบจำลอง Modified Chung-Pfost ดีที่สุด

คำสำคัญ โหระพา, ความแก่อ่อน, ดีซอร์พชันไอโซเทิร์ม

คำนำ

โหระพา (*Ocimum basilicum* Linn.) มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา และเอเชียเขตร้อน แต่มีการนำมาปลูกกันอย่างแพร่หลายในทวีปยุโรป อเมริกา และเอเชีย โหระพามีหลายสายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์จะมีสีและกลิ่นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์คือ ใบ และยอดอ่อน กลิ่นของโหระพาแห้งแตกต่างจากใบสด แต่ว่าหอมทั้งคู่ คนไทยเราคุ้นกลิ่นโหระพาสดมากกว่า ส่วนทางตะวันตกนิยมใบแห้ง (มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย และสถาบันวิจัยทางโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2544) ในการถนอมรักษาใบโหระพาในรูปแบบการทำแห้ง เพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศ จำเป็นอย่างยิ่งต้องศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้ง โดยการคัดเลือกความแก่อ่อน และศึกษาดีซอร์พชันไอโซเทิร์มของใบโหระพา

ดีซอร์พชันไอโซเทิร์ม (desorption isotherm) เป็นการวิเคราะห์ระดับความชื้นของอาหารที่ค่อยๆลดต่ำลง จนถึงจุดสมดุลกับสภาวะแวดล้อม หรือความชื้นของอากาศขณะนั้น ที่อุณหภูมิคงที่ ซึ่งมีประโยชน์ในการกำหนดเวลาทำแห้งที่แน่นอน เพื่อให้อาหารมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ตามต้องการ โดยใช้แบบจำลองที่เหมาะสมกับอาหารชนิดนั้นๆ Chen and Morey (1989) ได้เสนอให้ใช้แบบจำลอง 4 แบบจำลองในการแสดงดีซอร์พชันไอโซเทิร์มสำหรับผลิตผลทางการเกษตรชนิดต่างๆ ดังนี้ แบบจำลอง Modified Henderson และ Modified Chung-Pfost เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับเมล็ดพืชแห้งและวัสดุที่มีเส้นใย แบบจำลอง Modified Halsey เหมาะสมที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันและโปรตีนสูง แบบจำลอง Modified Oswin เหมาะสมสำหรับข้าวโพดคั่ว ถั่วลิสงทั้งฝัก ข้าวโพด และข้าวสาลีชนิดอื่นๆ ดังนั้นวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้คือ การศึกษาความแก่อ่อนของใบโหระพา รวมทั้งศึกษาดีซอร์พชันไอโซเทิร์มของใบโหระพาสด และใบโหระพาที่ผ่านการลวก

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[1] Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khonkaen University, Khonkaen 40002/ Postharvest Technology Innovation Center, Khonkaen University

Table1 Desorption Isotherms Model

Model	Function	
	$X_e = f(RH_e,T)$	$RH_e = f(X_e,T)$
Modified Henderson	$X_e = \left[\frac{\ln(1-RH_e)}{-C_1(T+C_2)}\right]^{\frac{1}{C_3}}$	$1-RH_e = \exp\left[-C_1(T+C_2)X_e^{C_3}\right]$
Modified Halsey	$X_e = \left[\frac{-\ln RH}{\exp(C_1+C_2T)}\right]^{-\frac{1}{C_3}}$	$RH_e = \exp\left[-\exp(C_1+C_2T)X^{-C_3}\right]$
Modified Chung-Pfost	$X_e = \frac{1}{-C_3}\ln\left[\frac{(T+C_2)\ln(RH_e)}{-C_1}\right]$	$RH_e = \exp\left[-\frac{C_1}{T+C_2}\exp(-C_3X_e)\right]$
Modified Oswin	$X_e = \frac{C_1+C_2T}{\left(\frac{1}{RH_e}-1\right)^{\frac{1}{C_3}}}$	$\frac{1}{RH_e} = \left[\frac{C_1+C_2T}{X_e}\right]^{C_3}+1$

หมายเหตุ X_e คือ ปริมาณความชื้นสมดุล (%d.b.)
RH_e คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่จุดสมดุล, ทศนิยม
C_1, C_2, C_3 คือ ค่าคงที่

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาความแก่อ่อนของใบโหระพา เลือกใบโหระพา โดยซื้อจากสวนในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นใบโหระพาแหล่งเดียวกัน เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 24 ชั่วโมง โดยก่อนจะนำมาทดลอง ให้นำมาวางทิ้งไว้จนกระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาด แล้วผึ่งให้แห้ง นำใบโหระพามาหาความแก่อ่อน โดยคัดแยกใบโหระพาเป็น 2 กลุ่ม คือ ส่วนใบอ่อน และใบแก่ ทำการศึกษาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) วัดค่าสีโดยใช้ระบบ CIELAB ด้วยเครื่อง Hunter Lab รุ่น Ultrascan XE วัดพื้นที่ใบ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (Maisuthisakul et al., 2008) คุณสมบัติการต้านออกซิเดชัน ดัดแปลงจากวิธีของ Maisuthisakul et al. (2008) และเส้นใย (AOAC, 2000) แล้วนำส่วนที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และมีคุณสมบัติการต้านออกซิเดชันมากกว่า มาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

การศึกษาระยะเวลายังยั้งกิจกรรมเอนไซม์ Peroxidase ในใบโหระพา ตามวิธีการของ Luh and O'Neal (1975)

การศึกษาซอร์พชันไอโซเทิร์มของใบโหระพา นำใบโหระพาที่ทำความสะอาดแล้ว ไปหาปริมาณความชื้นเริ่มต้น (AOAC, 2000) จากนั้นนำใบโหระพาประมาณ 100 กรัม นำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแบบถาด (Tray Drier) รุ่น VCP8-A บริษัท Armfield ประเทศ อังกฤษ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างออกมาที่เวลาต่างๆ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นหรือให้ได้ใบโหระพาที่มีความชื้นต่างกัน 7 ระดับ ใส่ตัวอย่างใบโหระพาที่ผ่านการทำแห้งดังกล่าวและทราบความชื้นที่แน่นอน ในช่องสำหรับวัด Water activity (a_w) ของเครื่อง Aqua Lab รุ่น Series 3TE เมื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่จุดสมดุลที่อุณหภูมิ 20 34.9 และ 49.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เลือกแบบจำลองดีซอร์พชันที่เหมาะสมโดยแทนค่าลงในสมการดีซอร์พชัน เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลอง กับค่าที่ได้จากการทำนายของสมการ ด้วย Nonlinear regression

ผลและวิจารณ์

การศึกษาความแก่อ่อนของใบโหระพา สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ ขนาดใบ เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ 1 (ใบอ่อน) และกลุ่มที่ 2 (ใบแก่) มีพื้นที่ใบ 532.67 และ 1,244.39 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ความชื้นร้อยละ 87.28 และ 88.35 ตามลำดับ ค่า C* (metric chroma) เท่ากับ 24.14 และ 22.58 ตามลำดับ เส้นใย (ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง) 14.22 และ 14.15 ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 13.99 และ 20.90 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และมีคุณสมบัติการต้านออกซิเดชัน (ร้อยละการยับยั้ง) 45.76 และ 87.86 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใบโหระพาในกลุ่มที่ 2 มาใช้ใน

การทดลองในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากจัดเป็นกลุ่มที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และมีคุณสมบัติการต้านออกซิเดชันมากกว่า ดัง Table 2

Table2 Physical and chemical properties of sweet basil

Group	Moisture	Color				area (mm^2)	Total Phenolic (mg/g db)	%inhibition	fiber(%db)
		L*	a*	b*	c*				
Young	87.28	40.64	-10.94[a]	21.51[a]	24.14[a]	532.67[a]	13.99[a]	45.76[a]	14.22
Mature	88.35	42.81	-9.21[b]	18.40[b]	20.58[b]	1244.39[b]	20.90[b]	87.86[b]	14.15

การศึกษาระยะเวลายังยั้งกิจกรรมเอนไซม์ Peroxidase ในใบโหระพา ระยะเวลาในการลวกใบโหระพาที่ระยะเวลาต่างๆ เพื่อยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ทำให้สีของสารละลายใบโหระพามีลักษณะต่างๆ พบว่า ที่เวลา 1 นาทีเป็นต้นไป สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส เพราะไม่เกิดสีน้ำตาลแดงในสารละลาย และเวลาที่เหมาะสม คือ ที่เวลา 1 นาที เพราะมีสีเขียวใกล้เคียงกับใบสด

การศึกษาซอร์พชันไอโซเทิร์มของใบโหระพาสดและใบโหระพาลวก ทำแห้งใบโหระพาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ วัดความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่อุณหภูมิ 20 34.9 และ 49.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เพื่อสร้างแบบจำลองซอร์พชันไอโซเทิร์ม ซึ่งเป็นสมการ 3 พารามิเตอร์ เมื่อพิจารณาที่ค่า SEE ต่ำที่สุด และ R^2 สูงที่สุด สำหรับฟังก์ชัน $RH_e = f(X_e, T)$ แบบจำลอง Modified Chung-Pfost สามารถอธิบายดีซอร์พชันไอโซเทิร์มของใบโหระพาสดได้ดีที่สุด ส่วนใบโหระพาลวก แบบจำลอง Modified Henderson สามารถอธิบายได้ดีที่สุด สำหรับฟังก์ชัน $X_e = f(RH_e, T)$ แบบจำลอง Modified Henderson สามารถอธิบายดีซอร์พชันไอโซเทิร์มของทั้งใบโหระพาสด และใบโหระพาลวกได้ดีที่สุดดัง Table 3 เนื่องจาก แบบจำลอง Modified Henderson และ Modified Chung-Pfost เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับเมล็ดพืชที่มีสตาร์ชเป็นส่วนประกอบ และวัสดุที่มีเส้นใย (Chen and Morey, 1989)

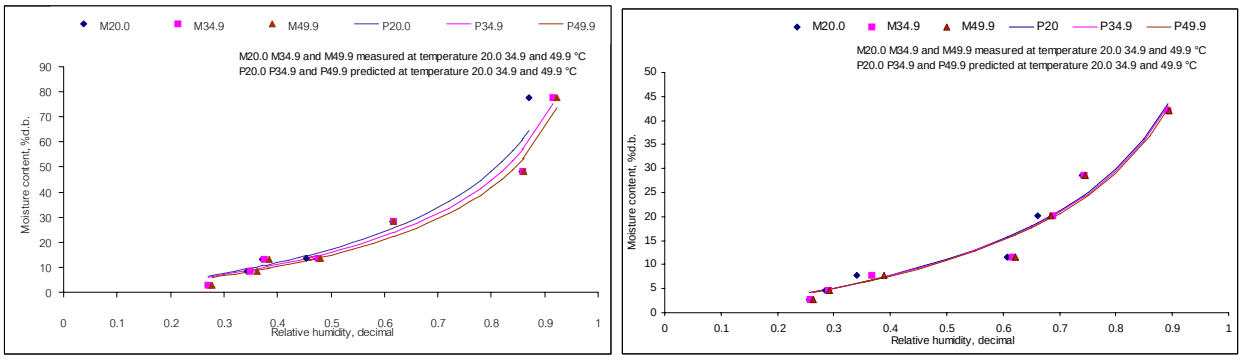

Figure1 Desorption Isotherms at 20, 39.9, 49.9 °C as predicted using the fitted modified Henderson for fresh (left) and blanched (right) sweet basil compared with the observed experimental data

Table3 Constants of desorption isotherms for fresh and blanched sweet basil leaves

model	C_1		C_2		C_3		SEE (%d.b.)		R^2	
	fresh	blanch	fresh	blanch	fresh	blanch	fresh	blanch	fresh	blanch
$RH_e=f(X_e,T)$										
Modified Henderson	0.0002	**0.0002**	516.0487	**536.8304**	0.7279	**0.7621**	0.0560	**0.0471**	0.9446	**0.9591**
Modified Halsey	1.4643	1.4021	-0.0019	-0.0019	0.6807	0.7805	0.0920	0.0617	0.8506	0.9298
Modified Chung-Pfost	**995.2661**	829.59	**636.2033**	505.54	**0.0417**	0.0670	**0.0348**	0.0565	**0.9787**	0.9412
Modified Oswin	15.9680	10.3820	-0.0373	-0.0237	1.0418	1.1168	0.0726	0.0515	0.9069	0.9512
$X_e=f(RH_e,T)$										
Modified Henderson	**0.0003**	**0.0001**	**219.9652**	**1,460.16**	**0.8191**	**0.8560**	**5.3544**	**2.5804**	**0.9556**	**0.9641**
Modified Halsey	3.3836	2.9120	-0.0102	-0.0010	1.2403	1.3350	5.7679	3.8416	0.9485	0.9205
Modified Chung-Pfost	386.7690	928.57	235.8714	572.98	0.0388	0.0639	5.7351	2.9176	0.9491	0.9542
Modified Oswin	19.6765	11.6941	-0.1103	-0.0088	1.4718	1.5732	5.4049	3.3052	0.9548	0.9412

สรุป

การศึกษาความแก่อ่อนของใบโหระพา สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ ขนาดใบ เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ 1 (ใบอ่อน) และกลุ่มที่ 2 (ใบแก่) มีพื้นที่ใบ 532.67 และ 1,244.39 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 13.99 และ 20.90 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และมีคุณสมบัติการต้านออกซิเดชัน (ร้อยละการยับยั้ง) 45.76 และ 87.86 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใบโหระพาในกลุ่มที่ 2 มาใช้ในการทดลองในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากจัดเป็นกลุ่มที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และมีคุณสมบัติการต้านออกซิเดชันมากกว่า

การศึกษาระยะเวลายังยั้งกิจกรรมเอนไซม์ Peroxidase ในใบโหระพา พบว่า ที่เวลา 1 นาทีเป็นต้นไปสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส เพราะไม่เกิดสีน้ำตาลแดงในสารละลาย และเวลาที่เหมาะสมคือ ที่เวลา 1 นาที เพราะมีสีเขียวใกล้เคียงกับใบสด

การศึกษาซอร์พชันไอโซเทิร์มของใบโหระพาสดและใบโหระพาลวก เมื่อพิจารณาที่ค่า SEE ต่ำที่สุด และ R^2 สูงที่สุด แบบจำลอง Modified Chung-Pfost สามารถอธิบายดีซอร์พชันไอโซเทิร์มของใบโหระพาสดในรูปฟังก์ชัน $RH_e= f(X_e,T)$ ได้ดีที่สุด สำหรับใบโหระพาสด ในฟังก์ชัน $X_e= f(RH_e,T)$ และใบโหระพาลวกทั้ง 2 ฟังก์ชันแบบจำลอง Modified Henderson สามารถอธิบายได้ดีที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว : หน่วยงานร่วม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

มูลนิธิโตโยต้า, สถาบันวิจัยทางโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2544. มหัศจรรย์ผัก 108. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ:มูลนิธิ. 411 หน้า.

AOAC. 2000. Official methods of analysis. Assiciation of Official Analytical Chemists. Merryland. Arlington, VA.

Chen, C. and R.V. Morey. 1989. Comparison of four EMC/ERH equation. Transactions of ASAE. 32(3): 983-990.

Luh, B.S. and R. O'neal. 1975. Commercial vegetable processing. In Luh BS, Woodroof JG. Editor. Quality Control. London: Westport. 572-573.

Maisuthisakul, P., S. Pasuk and P. Ritthiruangdej. 2008. Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. J Food Comp Anal 21: 229-40.