RMUTP Research Journal Special Issue
The 5th Rajamangala University of Technology National Conference

ผลของวิธีการอบแห้งต่อสมบัติของกากเม่า

Effect of Extraction Methods on Mao berry Marc Properties

พรประภา ชุนถนอม[1*] รวีพร ศรีสำราญ[2] และ อรนุช สีหามาลา[3]

[1]อาจารย์ [2]นักวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสกลนคร 47160
[3]อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ได้ศึกษาสมบัติของกากเม่า 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ฟ้าประทาน ภูโซง ภูพานทอง ยายคำตา และคละพันธุ์ นำกากเม่ามาอบแห้งในตู้อบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิต่ำ (50°C) และอุณหภูมิสูง (60°C) นาน 72 ชั่วโมง เปรียบเทียบสมบัติโดยการตรวจสอบค่าผลผลิต สี a_w ความเป็นกรดด่าง แทนนิน ฟีนอลิกทั้งหมด แอนโทไซยานิน ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (%DPPH activity) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่ากากเม่าที่อบอุณหภูมิต่ำจะให้ผลผลิต ค่าสี °h a_w แทนนิน แอนโทไซยานินทั้งหมด สูงกว่าการอบที่อุณหภูมิสูง แต่การอบที่อุณหภูมิสูงพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ต่ำกว่ามาตรฐานผลไม้แห้ง (มผช.136/2546) และเมื่อวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสแบบเฮโดนิก (1-9) ทั้งทางด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ของกากเม่าอบที่อุณหภูมิสูงโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 8 คน พบว่ากากเม่าทั้ง 5 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

Abstact

In this study, the mao berry marc which was divided into 5 varieties including Fapratan, Phusung, Phupanthong, Yaykhamta and mixed variety were dried in tray dryer at low temperature (50°C) and high temperature (60°C) for 72 hr. All samples were investigated their properties including yield, color, water activity, pH, tannin, total phenolic, total anthocyanin, antioxidant activity in term of %DPPH activity, total microorganism and yeast & mold content. It was found that the yield, color in term of °h, a_w, tannin and anthocyanin content of low temperature drying sample showed the highest value. However, the total microorganism and yeast & mold content of high temperature drying samples were not present in all samples, which less than those recommended in the Thai Community Product Standard (dried fruits: 136/2003). Eight trained-panelists were used for Hedonic scale (1-9 point) sensory evaluation including clarity, color, odor, taste and overall linking of high temperature drying samples were similar in five varieties ($P>0.05$).

คำสำคัญ : ผลเม่า แทนนิน แอนโทไซยานิน ฟีนอลิก การต้านอนุมูลอิสระ
Keywords : Mao berry, Tannin, Anthocyanin, Phenolic, Antioxidant activity

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ wongfhun@yahoo.com โทร. 0 4277 1460

1. บทนำ

เม่า มะเม่า หรือหมากเม่า (*Antidesma bunius)* เป็นผลไม้ที่มีสีม่วงเข้ม รสเปรี้ยว ฝาด และหวานปนกันมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งมีรายงานว่า ผลเม่าสุก 100 กรัม ประกอบด้วยพลังงาน 75.20 กิโลแคลอรี ความชื้น 76.60 กรัม โปรตีน 0.63 กรัม ไขมัน 0.09 กรัม เยื่อใย 0.79 กรัม เถ้า 0.93 กรัม คาร์โบไฮเดรต 17.96 กรัม แคลเซียม 13.30 มิลลิกรัม เหล็ก 0.44 มิลลิกรัม สังกะสี 0.26 มิลลิกรัม วิตามินบี$_1$ 4.50 ไมโครกรัม วิตามินบี$_2$ 0.03 ไมโครกรัม และวิตามินอี 0.38 หน่วยสากล (อร่าม และ วินัย, 2542) ผลเม่าสุกจึงถูกนำมาใช้ในการแปรรูปในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มจากเม่า เช่น น้ำเม่าพร้อมดื่ม น้ำเม่าเข้มข้น และไวน์เม่า ซึ่งใช้น้ำเม่าเป็นวัตถุดิบตั้งต้นที่ได้จากการคั้นผลเม่าสุก ส่วนกากที่เหลือจากการคั้นซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตเครื่องดื่มนั้นโดยทั่วไปมักนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตอาหารสัตว์ (ดนุพล และ คณะ, 2555) กากเม่าประกอบด้วยกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดทาทาริก กรดมาลิก และกรดซิตริก โดยมีค่าเป็น 3.02, 3.38 และ 3.16% ตามลำดับ (ธนภูมิ, 2554) คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และสารสำคัญอีกหลายชนิด และมีรายงานว่าสารสกัดจากกากเม่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งเซลมะเร็งเต้านม (ดรุณี, 2551) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของกากเม่าสายพันธุ์ทางการค้า เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

2. วิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้กากเม่า 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ฟ้าประทาน ภูโซง ภูพานทอง ยายคำตา และคละพันธุ์ โดยสุ่มเก็บผลเม่าสุกจากสวนเม่าของเกษตรกรในจังหวัดสกลนคร ช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ 2555 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Turkey's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab นำผลเม่าสุกมาคัดเลือกผลสุกจัดที่มีผิวสีม่วงดำ ล้างทำความสะอาด สะเด็ดน้ำก่อนคั้นน้ำ นำกากเม่าที่เหลือได้จากการคั้นน้ำที่มีความชื้นเริ่มต้นไม่เกินร้อยละ 50% ใส่ในถาดสแตนเลส เกลี่ยให้เมล็ดเม่าไม่ซ้อนทับกัน อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50˚C และ 60˚C นาน 72 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น บด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh หาปริมาณผลผลิต (%Yield) วิเคราะห์ค่าสี (L*, a*, C* และ h˚) ด้วยเครื่อง HunterLab ค่า water activity (a_w) ฟีนอลิกทั้งหมด (ดัดแปลงวิธีจาก Sharma and Gujral, 2010) แทนนิน (ดัดแปลงวิธีจาก Terril *et al.,* 1992) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (%DPPH activity) (ดัดแปลงวิธีจาก Brand-Williams *et al*., 1995) ตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count; TPC) ปริมาณเชื้อยีสต์และรา (Yeast and mold; Y&M) นำกากเม่าผง 2 กรัม ละลายในน้ำ (Reversed osmosis) จำนวน 100 ml ตรวจสอบความเป็นกรดด่าง (pH) และแอนโทไซยานิน (ดัดแปลงวิธีจาก Abdel-Aal and Hucl, 1999)

คัดเลือกสภาวะการทำแห้งของกากเม่าที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานผลไม้แห้ง (มผช.136/2546) แล้วนำกากเม่าผง 2 กรัม ละลายในน้ำร้อน จำนวน 100 ml นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว (trained-panelist) จำนวน 8 คน เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์เม่าที่ดีที่สุด

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากตารางที่ 1 กากเม่าผงสายพันธุ์ฟ้าประทานอบที่อุณหภูมิต่ำ (50˚C) พบว่าค่าสี L* หรือค่าความสว่างพบมากที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) อย่างไรก็ตามกากเม่าผงทุกสายพันธุ์ที่อบที่อุณหภูมิสูง (60˚C) ไม่พบความแตกต่างของค่า L* อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กากเม่าผงคละพันธุ์อบที่อุณหภูมิต่ำมีค่าสี a* หรือค่าความเป็นสีแดงมากที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ ที่อบที่อุณหภูมิเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) แต่กากเม่าผงสายพันธุ์ภูโซงอบที่อุณหภูมิสูงมีค่าสีแดงมากที่สุดและไม่แตกต่างกับฟ้าประทาน แต่แตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ ที่อบที่อุณหภูมิเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) กากเม่าผงคละพันธุ์อบที่อุณหภูมิต่ำพบค่าสี C* หรือค่าความเข้มสีมากที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ ที่อบที่อุณหภูมิต่ำอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กากเม่าผงทุกตัวอย่างมีเฉดสีม่วงแดง-ส้มแดง โดยกากเม่าผงสายพันธุ์ฟ้าประทานอบที่อุณหภูมิต่ำและเม่าผงคละพันธุ์อบที่อุณหภูมิสูงมีเฉดสีส้มแดงมากกว่าตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามกากเม่าผงสายพันธุ์ภูโซงที่อบทั้งสองอุณหภูมิมีเฉดสีม่วงแดงมากที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

อย่างไรก็ตาม ค่าความสว่างและค่าเฉดสีของกากเม่าผงไม่ขึ้นกับอุณหภูมิที่ใช้อบ แต่ค่าสีแดงและความเข้มสีแปรผันตรงกับอุณหภูมิ สอดคล้องกับ ศุทธินี และ ศศิธร (2554) ที่พบว่ากากลูกหม่อนอบลมร้อนมีสีแดงเข้มมากกว่าการอบแบบแช่เยือกแข็ง แสดงว่าการใช้อุณหภูมิสูงมีผลทำให้ค่าสีแดงและความเข้มสีเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 ค่าสีของกากเม่าผง

ค่าสี	อุณหภูมิ (°C)	สายพันธุ์เม่า				
		ฟ้าประทาน	ภูพานทอง	ภูโซง	ยายคำตา	คละพันธุ์
L*	50	$38.91^{a}\pm0.02$	$29.75^{d}\pm0.01$	$32.73^{c}\pm0.01$	$32.04^{c}\pm0.01$	$36.32^{b}\pm0.01$
	60 ns	35.96±1.61	38.18±0.15	39.56±3.04	40.53±6.84	34.00±1.95
a*	50	$14.58^{b}\pm0.04$	$11.68^{e}\pm0.04$	$13.89^{c}\pm0.03$	$13.06^{d}\pm0.03$	$16.45^{a}\pm0.01$
	60	$28.98^{ab}\pm0.17$	$28.50^{b}\pm0.10$	$31.07^{a}\pm2.30$	$27.29^{bc}\pm0.59$	$25.93^{c}\pm0.16$
C*(Chroma)	50	$18.79^{b}\pm0.04$	$13.84^{e}\pm0.04$	$15.64^{d}\pm0.04$	$16.39^{c}\pm0.03$	$20.52^{a}\pm0.03$
	60	$34.76^{a}\pm0.12$	$31.48^{b}\pm0.11$	$33.19^{ab}\pm0.10$	$32.20^{b}\pm1.88$	$34.74^{a}\pm0.49$
h°(Hue angle)	50	$39.14^{a}\pm0.23$	$32.44^{d}\pm0.40$	$27.31^{e}\pm0.48$	$37.18^{b}\pm0.23$	$36.70^{c}\pm0.10$
	60	$33.51^{b}\pm0.21$	$25.11^{d}\pm0.03$	$13.77^{e}\pm0.15$	$28.05^{c}\pm0.05$	$41.71^{a}\pm0.62$

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ns หมายถึง ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ค่าคุณภาพทางเคมีกายภาพของกากเม่าผงทั้งค่าผลผลิต (%yield) a_w และ pH ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าค่าผลผลิตหลังการอบแห้งของกากเม่าสายพันธุ์ยายคำตาและคละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีปริมาณผลผลิตมากกว่าสายพันธุ์ฟ้าประทาน ภูพานทองและภูโซงที่อบทั้งอุณหภูมิต่ำและสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ค่า a_w ของกากเม่าผงอบทุกตัวอย่างพบว่ามีค่าไม่เกิน 0.75 และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลไม้แห้ง (มผช.136/2546) ค่า a_w ของกากเม่าผงอบที่อุณหภูมิต่ำพบว่ามีค่าสูงกว่าการอบที่อุณหภูมิสูง แต่ค่า a_w ของกากเม่าผงคละพันธุ์และสายพันธุ์ฟ้าประทานอบที่อุณหภูมิต่ำมีค่ามากที่สุด ค่า a_w ของกากเม่าผงสายพันธุ์ฟ้าประทานอบที่อุณหภูมิสูงมีค่ามากที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ ที่อบที่อุณหภูมิสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) %yield และ a_w ของกากเม่าผงอบที่อุณหภูมิสูงมีค่าน้อยกว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำ สอดคล้องกับ ศุทธินี และ ศศิธร (2554) ที่พบว่ากากลูกหม่อนอบลมร้อนมีปริมาตรลดลงและเบากว่าการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง แสดงว่าการอบที่อุณหภูมิสูงทำให้น้ำระเหยออกไปมากกว่า จึงทำให้ความชื้นและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง

เมื่อนำกากเม่าผงละลายน้ำเพื่อวัดค่าความเป็นกรดด่าง พบว่าทุกตัวอย่างมีค่า pH สูงกว่าน้ำเม่าซึ่งพบค่า pH เป็น 3.08±0.13 (พรประภา และ คณะ, 2556) ค่า pH ของกากเม่าผงสายพันธุ์ภูพานทองที่อบที่อุณหภูมิต่ำมีค่ามากที่สุด แต่ค่า pH ของกากเม่าผงสายพันธุ์ยายคำตาที่อบที่อุณหภูมิสูงมีค่ามากที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ ที่อบที่อุณหภูมิสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางเคมีกายภาพของกากเม่าผง

ค่าคุณภาพ	อุณหภูมิ (•C)	สายพันธุ์เม่า				
		ฟ้าประทาน	ภูพานทอง	ภูโซง	ยายคำตา	คละพันธุ์
%Yield	50	$54.30^{b}\pm0.99$	$54.35^{b}\pm0.92$	$52.50^{b}\pm3.54$	$68.47^{a}\pm2.16$	$63.06^{a}\pm2.75$
	60	$51.50^{b}\pm2.12$	$52.82^{b}\pm0.26$	$48.38^{b}\pm2.29$	$66.66^{a}\pm0.49$	$57.91^{a}\pm2.95$
a_w	50	$0.51^{a}\pm0.01$	$0.33^{c}\pm0.01$	$0.46^{b}\pm0.03$	$0.34^{c}\pm0.00$	$0.52^{a}\pm0.00$
	60	$0.29^{a}\pm0.01$	$0.26^{b}\pm0.02$	$0.14^{d}\pm0.01$	$0.19^{c}\pm0.00$	$0.24^{b}\pm0.004$
pH	50	$3.62^{b}\pm0.06$	$3.89^{a}\pm0.03$	$3.52^{c}\pm0.04$	$3.57^{bc}\pm0.04$	$3.36^{d}\pm0.02$
	60	$3.56^{e}\pm0.01$	$3.75^{b}\pm0.01$	$3.63^{d}\pm0.01$	$3.81^{a}\pm0.01$	$3.68^{c}\pm0.01$

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

จากการตรวจสอบปริมาณสารสำคัญในกากเม่าผง ได้แก่ ฟีนอลิกทั้งหมด แทนนิน และแอนโทไซยานิน ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่ากากเม่าผงสายพันธุ์ยายคำตาที่อบทั้งสองอุณหภูมิมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด คือมีปริมาณฟีนอลิกสูงถึง 3,220-4,580 mg/100 g และแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) แต่การอบที่อุณหภูมิสูงมีค่าฟีนอลิกไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ฟ้าประทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และยังพบว่ากากเม่าผงสายพันธุ์ฟ้าประทานอบที่อุณหภูมิต่ำมีปริมาณฟีนอลิกน้อยที่สุด ($P\leq0.05$) คือพบเพียง 1,355 mg/100g ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่ากากลูกหม่อนอบลมร้อน และผลพลังกาสาอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งที่พบฟีนอลิกสูงถึง 2,174.4 และ 2,530 mg/100g ตามลำดับ (ศุทธินี และ ศศิธร, 2554; กันต์กนิษฐ์ และ ศศิธร, 2555) กากเม่าผงสายพันธุ์ยายคำตาอบที่อุณหภูมิต่ำมีปริมาณแทนนินสูงที่สุด และแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) กากเม่าผงสายพันธุ์ภูพานทอง ภูโซง และยายคำตา อบที่อุณหภูมิสูงมีปริมาณแทนนินสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากคละพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กากเม่าผงสายพันธุ์ภูพานทองอบที่อุณหภูมิต่ำมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดคือมีปริมาณ 17.28 mg/L หรือ 86.4 mg/100g กากเม่าผงสายพันธุ์ฟ้าประทานและยายคำตาอบที่อุณหภูมิสูงมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือมีปริมาณ 1.22 และ 1.08 mg/L หรือ 6.1และ 5.4 0 mg/100 g ตามลำดับ และแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) แต่แอนโทไซยานินของกากเม่าผงทุกตัวอย่างมีปริมาณน้อยกว่าที่พบในกากลูกหม่อนและผลพลังกาสาซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด 505.7 และ 128.7 mg/100 g ตามลำดับ (ศุทธินี และ ศศิธร, 2554; กันต์กนิษฐ์ และ ศศิธร, 2555) จากการศึกษาผลของกรรมวิธีการทำแห้งต่อสมบัติการต้านออกซิเดชันโดยวิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ 2,2-diphynyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) พบว่า กากเม่าผงสายพันธุ์ภูโซงและยายคำตาอบที่อุณหภูมิต่ำมีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH มากที่สุด สุดแต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ภูพานทองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) อย่างไรก็ตามกากเม่าผงทุกสายพันธุ์ที่อบที่อุณหภูมิสูงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

กากเม่าผงทุกสายพันธุ์ที่อบอุณหภูมิสูงมีปริมาณแอนโทไซยานินและแทนนินต่ำกว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำ แสดงว่าปริมาณแอนโทไซยานินและแทนนินแปรผกผันกับอุณหภูมิ สอดคล้องกับ Kwok *et al*. (2004) ที่ได้รายงานว่าการอบ Saskatoon Berries โดยการใช้ลมร้อนทำให้ปริมาณฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และการต้านอนุมูลอิสระในผลไม้ลดลงกว่าวิธีใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ไมโครเวฟสุญญากาศ และลมร้อนร่วมกับไมโครเวฟสุญญากาศ แสดงว่าการใช้อุณหภูมิสูงจะส่งผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานินและแทนนินในกากเม่าผง แต่ปริมาณฟีนอลิกและ % DPPH inhibition ของกากเม่าผงไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ใช้อบ อย่างไรก็ตาม พบว่าทั้งปริมาณฟีนอลิก แทนนิน และแอนโทไซยานิน ไม่มีความสัมพันธ์กับ %DPPH inhibition แสดงว่าอาจมีสารสำคัญชนิดอื่นๆที่มีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ตารางที่ 3 ปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของกากเม่าผง

ค่าคุณภาพ	อุณหภูมิ (•C)	สายพันธุ์เม่า				
		ฟ้าประทาน	ภูพานทอง	ภูโซง	ยายคำตา	คละพันธุ์
ฟีนอลิก (mg Gallic acid/g)	50	13.55^{e}±0.10	25.24^{c}±0.44	27.30^{b}±0.80	45.80^{a}±0.43	20.74^{d}±0.66
	60	28.85^{ab}±2.80	21.86^{b}±1.45	23.08^{b}±4.18	32.20^{a}±1.50	24.52^{b}±1.09
แทนนิน (mg Tannic acid/g)	50	23.40^{d}±2.97	53.55^{b}±5.64	38.64^{c}±2.77	73.60^{a}±3.59	34.70^{cd}±9.12
	60	18.90^{b}±3.43	26.51^{a}±1.02	24.10^{a}±0.57	24.01^{a}±2.03	23.50^{ab}±0.52
แอนโทไซยานิน (mg Cyanidin-3-glucoside/L)	50	4.51^{c}±0.79	17.28^{a}±3.34	6.13^{bc}±0.36	7.98^{b}±0.88	3.88^{c}±0.16
	60	1.22^{a}±0.03	0.59^{b}±0.11	0.55^{b}±0.05	1.08^{a}±0.05	0.61^{b}±0.14
%DPPH inhibition	50	68.31^{b}±9.28	73.65^{ab}±1.53	79.77^{a}±2.94	79.76^{a}±1.24	65.37^{b}±2.53
	60^{ns}	76.13±8.09	79.24±0.95	83.43±5.63	76.15±1.27	75.00±0.85

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)
ns หมายถึง ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

จากการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า กากเม่าผงอบที่อุณหภูมิต่ำทุกตัวอย่างมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลไม้แห้ง (มผช.136/2546) กากเม่าผงสายพันธุ์ยายคำตาที่อบที่อุณหภูมิสูงมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ภูพานทองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนกากเม่าผงสายพันธุ์ภูโซงที่อบที่อุณหภูมิสูงมีปริมาณเชื้อยีสต์และราสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ยายคำตาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามกากเม่าผงทุกสายพันธุ์อบที่อุณหภูมิ 60•C มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่าที่เกณฑ์กำหนดไว้คือ 10^{4} cfu/g ยีสต์และราต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดไว้คือ 100 cfu/g ตามมาตรฐานผลไม้แห้ง (มผช.136/2546) ดังนั้นจึงได้คัดเลือกกากเม่าผงที่อบที่อุณหภูมิสูงเพื่อมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์-ราของกากเม่าผง

ค่าคุณภาพ	อุณหภูมิอบแห้ง (•C)	สายพันธุ์เม่า				
		ฟ้าประทาน	ภูพานทอง	ภูโซง	ยายคำตา	คละพันธุ์
TPC (CFU/g)	50^{ns}	>10^{4}	>10^{4}	>10^{4}	>10^{4}	>10^{4}
	60	610^{c}±36	2,606^{ab}±3,371	2,000^{b}±1,600	5,800^{a}±200	303^{d}±55
Y&M (CFU/g)	50^{ns}	>100	>100	>100	>100	>100
	60	27^{c}±15	40^{bc}±17	93^{a}±11	73^{ab}±15	56^{b}±25

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)
ns หมายถึง ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

จากผลการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่ากากเม่าผงอบที่อุณหภูมิสูงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลไม้แห้ง (มผช.136/2546) จึงได้นำกากเม่าผงที่อบที่อุณหภูมิสูงทุกสายพันธุ์มาทดสอบทางประสาทสัมผัส จากผลการทดสอบพบว่ากากเม่าผงทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งทางด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกากเม่าผง

สายพันธุ์เม่า	ความใส ns	สี ns	กลิ่น ns	รสชาติ ns	ความชอบรวม ns
ฟ้าประทาน	7.00±1.20	7.38±0.74	6.75±1.66	6.63±1.69	6.63±1.41
ภูพานทอง	7.25±1.04	7.25±1.39	6.75±1.17	6.25±1.98	7.13±1.13
ภูโซง	6.75±1.58	7.00±1.85	6.00±2.56	6.88±2.26	6.25±2.38
ยายคำตา	6.38±1.41	6.25±1.04	5.88±0.99	5.88±1.13	6.13±1.55
คละพันธุ์	6.50±1.85	7.25±0.71	6.25±1.49	5.63±2.00	6.63±0.92

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ns หมายถึง ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

4. สรุป

กากเม่าผงที่อบที่อุณหภูมิสูงมีแนวโน้มว่ามีค่าสี L*, a* และ C* สูงกว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำ แต่มีแนวโน้มว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะให้ค่า h˚ ที่มากกว่า ค่าผลผลิต a_w และ pH ของกากเม่าผงที่อบที่อุณหภูมิต่ำมีแนวโน้มว่ามีปริมาณมากกว่ากากเม่าผงที่อบที่อุณหภูมิสูง ปริมาณสารสำคัญในกากเม่าผง ได้แก่ ฟีนอลิกทั้งหมด แทนนิน และแอนโทไซยานิน ที่อบที่อุณหภูมิต่ำมีแนวโน้มว่ามีปริมาณมากกว่ากากเม่าผงที่อบที่อุณหภูมิสูง แต่ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของกากเม่าผงที่อบที่อุณหภูมิสูงมีแนวโน้มว่ามีค่ามากกว่ากากเม่าผงที่อบที่อุณหภูมิต่ำ อีกทั้งกากเม่าผงอบที่อุณหภูมิสูงมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลไม้แห้ง และเมื่อนำกากเม่าผงอบที่อุณหภูมิสูงมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้งทางด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม พบว่าทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นกากเม่าผงทุกสายพันธุ์อบที่อุณหภูมิ 60˚C จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป เนื่องจากมีค่าสี L*, a* ,C* และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง และยังมีจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย งบประมาณรายจ่าย ประจำปี 2556

6. เอกสารอ้างอิง

กันต์กนิษฐ์ จงรัตนวิทย์ และ ศศิธร ตรงจิตภักดี. 2555. **ผลของระยะการเจริญเติบโตต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แอนโธไซยานินทั้งหมด และความสามารถต้านออกซิเดชันของผลพิลังกาสา.** ใน เรื่องเต็มการประชุม ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ, หน้า 336-344

ดนุพล สุพรรณภูวงษ์, อุไร นนท์อาษา, เสมอใจ บุรีนอก, ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ, ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส, ปราโมทย์ แพงคำ, ฉลอง วชิราภากร, เมธา วรรณพัฒน์ และ เฉลิมพล เยื้องกลาง. 2555. ผลของการเสริมกากเม่าต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะในแพะ. **แก่นเกษตร.** 40 ฉบับพิเศษ 2: 223-229.

ดรุณี พ่วงพรพิทักษ์. 2551. **การศึกษาทางเคมีและชีววิทยาของสารประกอบโพลีฟีนอลที่สกัดจากเมล็ดและกากมะเม่า.** วิทยานิพนธ์ (ปริญญาเอก) ชีวเคมีทางการแพทย์ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธนภูมิ บุญมี. 2554. **ผลของแหล่งคาร์โบไฮเดรตและระดับของกากเม่าสดต่ออัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการย่อยได้ คุณภาพซาก องค์ประกอบของคุณภาพเนื้อและกรดไขมันในเนื้อของสุกรหย่านมพันธ์กระโดน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร.

พรประภา ชุนถนอม อรอนงค์ พวงชมภู ภานุวัฒน์ ทรัพย์ปรุง อรนุช สีหามาลา และ ศุภชัย ภูลายดอก. 2556. **สมบัติทางเคมีกายภาพ ปริมาณสารสำคัญ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำพืชสีม่วง.** *ใน* งานประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยราชมงคลสุรินทร์วิชาการ ครั้งที่ 5 วันที่ 21-22 มีนาคม 2556

ศุทธินี ลีลาเหมรัตน์ และ ศศิธร ตรงจิตภักดี. 2554. **องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของกากลูกหม่อน**. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ, หน้า 548-555

อร่าม คุ้มกลาง และ วินัย แสงแก้ว. 2540. มะเม่าไม้ผลท้องถิ่นที่ต้องพัฒนา. 26. 40-48 ใน **วารสารราชมงคล ฉบับพิเศษ คล้ายวันสถาปนา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครบรอบ 22 ปี 27 กุมภาพันธ์ 2540**. 107 น.

Abdel-Aal, E.S.M. and Hucl, P. 1999. A Rapid Method for Quantifying Total Anthocyanins in Blue Aleurone and Purple Pericarp Wheats. ***Cereal Chem***., 76(3), 350-354.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. ***LWT.,*** 28, 25-30.

Sharma, P., Gujral, H. S. 2010. Antioxidant and polyphenol oxidase activity of germinated barley and its milling fractions. ***Food Chem.,*** 120, 673-678.

Terrill, T. H., Rowan, A. M., Douglas, G. B. and Barry, T. N. 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. ***J. Sci. Food Agric.,*** 58, 321-329.

Kwok, B.H.L., Hu, C. Durance, T.and Kitts, D.D. 2004. Dehydration Techniques Affects Phytochemical Contents and Free Radical Scavenging Activities of Saskatoon Berries (*Amelanchier alnifolia* Nutt.). ***Journal of Food Science***, 69(3), 122-126.