เอกสารอ้างอิง

กนกกาญจน์ สามารถ และ อนุเทพ ภาสุระ. (๒๕๓๙). ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสปอร์ราแดง Monascus sp. ในถุงพลาสติก. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, ๔(๒), ๓๑-๔๖.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (๒๕๔๖). เทคโนโลยีของแป้ง (พิมพ์ครั้งที่ ๓). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กังสดาลย์ บุญปราบ. (๒๕๓๘). การคัดเลือกเชื้อกลายพันธุ์ของเชื้อราโมแนสคัสเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตข้าวแดง. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กัญญุมา มุทุวงศ์, ศิววรรณ พูลพันธุ์ และ อาภรณ์ วงษ์วิจารณ์. (๒๕๔๕). ผลของ pH ต่อการสร้างสารสีของเชื้อราโมแนสคัสที่เจริญบนกากมันสำปะหลัง. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๒๘. กรุงเทพฯ: ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (๒๕๔๘). วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พลายแก้ว ไชยเบญจรงค์ และ บุษบา ยงสมิทธ์. (๒๕๓๔). การศึกษาเบื้องต้นการผลิตโคจิสีแดงของโมแนสคัส เตรียมจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ. ใน การประชุมวิชาการประจำปี ครั้งที่ ๒๙. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุษบา ยงสมิทธ์. (๒๕๔๐). จุลชีววิทยาการหมักวิตามินและสารสี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุษบา ยงสมิทธิ์, วิเชียร ยงมานิตชัย, สนทนา แสงจันทร์ และชุลี ชัยศรีสุข. (๒๕๓๑). รายงานการวิจัย เรื่อง การผลิตสีผสมอาหารจากมันสำปะหลังเพื่ออุตสาหกรรมหมัก. รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแหล่งชาติ กรุงเทพฯ. ๒๒๕ หน้า.

วรรณภา ทาบโลกา. (๒๕๒๙). ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการผลิตสีของโมแนสคัสที่เจริญบนอาหารแป้งมันสำปะหลังในสภาพหมักเปียก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. (๒๕๓๒). เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. โอเดียนสโตร์ : กรุงเทพฯ. หน้า ๓๓-๔๗.

โอภา วัชระคุปต์, ปรีชา บุญจูง, จันทนา บุญยะรัตน์ และ มาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. (๒๕๕๐). สารต้านอนุมูลอิสระ Radical Scavenging Agent. กรุงเทพฯ: นิวไทยมิตรการพิมพ์.

Alberts, A. W., Chen, J., Kuron, G., Hunt, V., Huff, J., Hoffman, C., Rothroch, J., Lopez, M.,Joshua, H., Harris, E., Patchett, A., Monaghan, R., Currie, S., Stapley, E., Alberg-Schnoberg, G., Hensens, O., Hirschfield, J., Hoogsteen. K., Liesch, J., and Springer, J. P. (๑๙๘๐). Mevinolin, a higher potent competitive inhibitor of hydroxymethylglutaryl-coenzyme A reductase. Proceeding of the National Academy of Sciences of USA. ๗๗ : ๓๙๕๗-๓๙๖๑.

Aniya, Y., Yokomakura, T., Yonamine, M., Nagamine, T., and Nakanishi, H. (๑๙๙๘). Protectiveeffect of the mold *Monascus anka* against acetaminophen-induced liver toxicity in rats. Japanese Journal of Pharmacology ๗๘ : ๗๙-๘๒.

A.O.A.C. (๑๙๙๕). Official Method of Analysis. ๑๖th ed. Virginia : Official Analytical Chemists. ๔๗๒ p.

A.O.C.S. (๑๙๙๙). In D. Firestone (Ed.), Official methods and recommended practices of theamerican oil chemists society. Champaign : AOCS Press.

Babitha, S., Soccol, R. C., and Pandey, A. (๒๐๐๗). Solid-state fermentation for the production of Monascus pigment from jackfruit seed. Bioresource Technology, ๙๘, ๑๕๕๔-๑๕๖๐.

Bau, Y. S. and Mo, C. F. (๑๙๗๕). The uses and culturing methods of *Monascus purpureus* Went. New Asia College Academy Annual. ๑๗ : ๓๓๕-๓๕๗.

Blanc, P. J., Laussac, J. P., Le Bars, J., Le Bars, P., Loret, M. O., Pareilleux, A., and et al. (๑๙๙๕). Characterization of monascidin a from as citrinin. International Journal of Food Microbiology, ๒๗, ๒๐๑-๒๑๓.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., and Berset, C. (๑๙๙๕). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, ๒๘, ๒๕-๓๐.

Broder, C. U., and Koehler, P. E. (๑๙๘๐). Pigments produced by *Monascus purpureus* with regard to quality. J. Food Sci. ๔๕ : ๕๗๙-๕๗๙.

Carrizales, V., and Rodriguez, H. (๑๙๘๑). Determination of specific growth rate of moulds in semi solid cultures. Biotechnology and Bioengineering, ๒๓, ๓๒๑-๓๓๓.

Carvalho, C. J., Oishi, O. B., Pandey, A., and Soccol, R. C. (๒๐๐๕). Biopigment from Monascus : strains selection, citrinin production and color stability. Brazilian Archives of Biology and Technology, ๔๘, ๘๘๕ - ๘๙๔.

Chiu, H-C., Ni, H-K., Guu, K-Y., and Pan, M-T. (๒๐๐๖). Production of red mold rice using a modified Nagata type Koji maker. Appl. Microbiol. Biotechnol ๗๓ : ๒๙๗-๓๐๔.

Choi, Y., Jeong, H. S., and Lee, J. (๒๐๐๗). Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. Food Chemisty, ๑๐๓, ๑๓๐ -๑๓๘.

Duan, X., Jiang, Y., Su, X., Zhang, Z., and Shi, J. (๒๐๐๗). Antioxidant properties of anthocyanins extracted from lichi (Litchi chinenesis Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp browning. Food Chemistry. ๑๐๑, ๑๓๖๕ – ๑๓๗๑.

Endo, A. (๑๙๗๙). Monacolin K a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. Journal of Antiniotics ๓๒ : ๘๕๒-๘๕๔.

Endo, A. (๑๙๘๐). Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent that specifically inhibits ๓-hydroxy-๓-methylglutaryl coenzyme A reductase. Journal of Antibiotics. ๓๓ : ๓๓๔-๓๓๖.

Fabre, C. E., Santerre, A. L., Loret, M. O., Baberian, R., Parailleux, A., Goma, G., and et al. (๑๙๙๓). Production and food application of the red pigments of Monascus ruber. Journal of Food Science, ๕๘, ๑๐๙๙ - ๑๑๐๓.

Farhoosh, R., Golmovahhed, G. A., and Khodaparast, M. H. H. (๒๐๐๗). Antioxidant activity of various extracts of old tea leaves and black tea wastes (Camellia sinensis L.). Food Chemistry, ๑๐๐, ๒๓๑-๒๓๖.

Galaup, P., Dufossé, L., Yaron, A., Arad , S. M., Blanc, P., Murthy, K. C. N., et al. (๒๐๐๕). Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or and industrial reality?. Trends in Food Science & Technology, ๑๖ : ๓๘๙-๔๐๖.

Hamdi, M., Blanc, P. J., and Goma, G. (๑๙๙๕). A new process for red pigment production by *Monascus purpureus*. Culture on prickly pear juice and the effect of partial oxygen pressure. Bioprocess Engineering, ๑๗ : ๗๕–๗๙.

Herraiz, T., Galisteo, J., and Chamorro, C. (๒๐๐๓). L-tryptophan reacts with naturally occurring and food-occurring phenolic aldehydes: Activity as antioxidants and free radical scavengers. Journal of Agricultural and Food Chemistry, ๕๑, ๒๑๖๘-๒๑๗๓.

Ho, C. W., Wan Aida, W. M., Maskat, M. Y., and Osman, H. (๒๐๐๗). Changes in volatile compounds of palm sap (Arenga pinnata) during the heating process for production of palm sugar. Food Chemistry, ๑๐๒, ๑๑๕๖-๑๑๖๒.

Hua, Y. Y., Huang, H.N., Bao, G.R., and Xie, L.H. (๒๐๐๖). The quantification of Monacolin K in some red yeast rice from fujian province and the comparison of the other product. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, ๕๔(๕), ๖๘๗-๖๘๙.

Jorgensen, E. M. (๒๐๐๕). **GABA**. WormBook , ed. The *C. elegans* Research Community. Howard Hughes Medical Institute and Department of Biology, University of Utah, Salt Lake City.

Kaio, K. , Seihachiro N., Yoshiyuki N., and Sadao, M. (๑๙๗๘). Toxicity of Monascus pigment. Moogata; Gakkai Zasshi, ๙๒(๑๒), ๘๑๕– ๘๒๐.

Krygier, K., Sosulski, F., and Hogge, L. (๑๙๘๒). Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. ๑. Extraction and purification procedure. Journal of Agricultural and Food Chemistry, ๓๐, ๓๓๐-๓๓๔.

Lee, L. Y., Yang H. J., and Mau L.J. (๒๐๐๘). Antioxidant properties of water extracts from Monascus fermented soybeans. Food Chemistry, ๑๐๖, ๑๑๒๘ -๑๑๓๗.

Lin, C. F. (๑๙๗๓). Isolation and culture condition of *Monascus* sp. for the production of pigments in submerged culture. J. Ferment. Technol ๕๑(๖) : ๔๐๗-๔๑๔.

Lin, C. F., and Lizuka, H. (๑๙๘๒). Production of extracellular pigment by a mutant of *Monascus Kaoliang* sp. Nov. Appl. Environ. Micro. bilo ๔๓(๓) : ๖๗๑-๖๗๖.

Lingnert, H., Vallentin, K., and Eriksson, C. E. (๑๙๗๙). Measurement of antioxidative effect in model system. Journal of Food Processing and Preservation, ๓, ๘๗-๑๐๓.

Lotito, S. B., and Fraga, C. G. (๑๙๙๘). (+)-Catechin prevents human plasma oxidation. Free Radical Biology and Medicine, ๒๔, ๔๓๕-๔๔๑.

McCue, P. P., and Shetty, K. (๒๐๐๕). Phenolic antioxidant mobilization during yohurt production from soymilk using Kefir cultures. Process Biochemistry, ๔๐, ๑๗๙๑-๑๗๙๗.

Manandhar, K. L., and Apinis, A. E. (๑๙๗๑). Temperature relation in Monascus. Transactions of the British Mycological Society, ๕๗(๓), ๔๖๕ -๔๗๒.

Miller, H. E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A., and Kanter, M. (๒๐๐๐). Antioxidant content of whole grain breakfast cereals; fruits and vegetables. Journal of the American College of Nutrition, ๑๙, ๓๑๒S–๓๑๙S.

Moo-Young, M., Moreira, A.R. and Tenerdy, R.P. (๑๙๘๓). Principle of Solid Substrate Fermentation. In The Filamentous Fungi Vol. ๔, Sminth, J.E., Berry, D.R. and Kristian, B.K.(Eds.), Edward Arnold, London, pp.๑๑๗-๑๔๔.

Ohtani, I. I., Aniya, Y., Higa, T., Miyagi, C., Gibo, H., Shimabukuro, M,. Nakanishi, H., and Taira, J. ๒๐๐๐. Dimerumic acid as an antioxidant of the mold, *Monascus anka*. Free Radical Biology & Medicine ๒๘: ๙๙๙-๑๐๐๔.

Pattanagul, P., Pinthong, R., Phianmongkhol, A., and Tharatha, S. (๒๐๐๘). Mevinolin, citrinin and pigments of adlay angkak fermented by Monascus sp., International Journal of Food Microbiology, ๑๒๖, ๒๐-๒๓.

Pinthong, R., Pattanagul, P., Phianmongkhol, A., and Leksawasdi, N.(๒๐๐๗). Review of angkak production (Monascus purpureus). Chiang Mai Journal of Science, ๓๔ (๓), ๓๑๙–๓๒๘.

Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G., Swatsitang, P., and Glover, W. (๑๙๙๙). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruit. Food Chemistry, ๖๖, ๔๐๑-๔๓๖.

Segura, B. (๒๐๐๓). "Red yeast rice : An easy way to lower cholesterol". Nutrition Bytes, vol. ๙: no. ๑, article ๕.

Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., and Nakamura, T. (๑๙๙๒). Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry, ๔๐, ๙๔๕-๙๔๘.

Smith, R. J. (๑๙๗๙). Food Carbohydrate. Westort, Connecticut:: The AVI Publishing Co.

Sweeny, J. G., Extrada-Valdes, M. C., Iacobucci, A. Sato, H. and Sakamura, S. (๑๙๘๑). Photoprotection of the red pigments of *Monascus anka* inaqueous media by ๑,๔,๖-trihydroxynapthalene. J. Agric. Food Chem ๒๙ : ๑๑๘๙-๑๑๙๓.

Takao, T., Kitatani, F., Watanabe, N., Yagi, A., and Sakata, K. (๑๙๙๔). A Simple sceening method for antioxidants and isolation of several antioxidants produced by marine bacteria from fish and shellfish. Biotechnology and Biochemistry, ๕๘, ๑๗๘๐-๑๗๘๓.

Taiz, L., and Zeiger, E. (๒๐๐๑). Plant physiology. Sunderland: Sinauer Associated.

Teng, S. and Feldheim, W. (๒๐๐๐). The fermentation of rice for anka pigment production. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, ๒๕, ๑๔๑ – ๑๔๖.

Tseng, Y. H., Lee, Y. L., Yang, J. H., and Mau, J. L. (๒๐๐๓). Evaluation of antioxidant properties of Monascus purpureus-fermented rice. In ๔๑st Annual meeting of Chinese Agricultural Chemical Society. Taipei: Huasig.

Tseng, Y. H., Yang, J. H., Chang, H. L., and Mua, J. L. (๒๐๐๔). Taste quality of monascal adlay. Journal of Agriculture and Food Chemistry, ๕๒, ๒๒๙๗–๒๓๐๐.

Tobert, J. A. Bell, G. D., Birtwell, J., James, I., Kukovetz, W. R., Pryor, J. S., Buntinx, A., Holmes, I. B., Chao, Y. S., and Bolognese, J. A. (๑๙๘๒). Cholesterol-lowering effect of mevinolin, an inhibitor of ๓-hydroxy-๓-methyl-glutaryl-coenzyme A reductase, in healthy volunteers. Journal of Clinical Investigation ๖๘ : ๙๑๓-๙๑๙.

Tseng, Y. H., Yang, J. H., Chang, H. L., Lee, Y. L., and Mau, J. L. (๒๐๐๖). Antioxidant properties of methanolic extracts from monascal adlay. Food Chemistry, ๙๗, ๓๗๕-๓๘๑.

Wang, C., and Wixon, R. (๑๙๙๙). Phytochemical in soybeans: Their potential health. Sunderland: Sinauer Associated.

Wong, H. C. and Koehler, P. E. (๑๙๘๓). Production of red water soluble *Monascus* pigments production. J. Food Sci ๔๘ : ๑๒๐๐-๑๒๐๓.

Yang, J. H., Mau, J. L., Ko, P. T., and Huang, L. C. (๒๐๐๐). Antioxidant properties of fermented soybean broth. Food Chemistry, ๗๑, ๒๔๙–๒๕๔.

Yang, J. H., Tseng, Y. H., Chang, H. L., Lee, Y. L., and Mau, J. L. (๒๐๐๔). Storage stabitity of monascal adlay. Food Chemistry, ๙๐, ๓๐๓-๓๐๙.

Yang, J. H., Tseng, Y. H., Lee, Y. L., and Mau, J. L. (๒๐๐๖). Antioxidant properties of methanolic extracts from monascal rice. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, ๓๙, ๗๔๐-๗๔๗.

Yasukawa, K., Takahashi, M., Yamanouchi, S., and Takido, M. (๑๙๙๖). Inhibitory effect of oral administration of *Monascus* pigment on tumor promotion in two-stage carcinogenesis in mouse skin. Oncology ๕๓ : ๒๔๗-๒๔๙.

Yongsmith, B., Krairak, S. and Bavavoda, R. (๑๙๙๔). "Production of Yellow Pigments in Submerged Culture of a Mutant of *Monascus* sp.", Journal of Fermentation and Bioengineering ๗๘(๓) : ๒๒๓-๒๒๘.

ภาคผนวก ก
Output ของโครงการวิจัย

เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๔๗ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

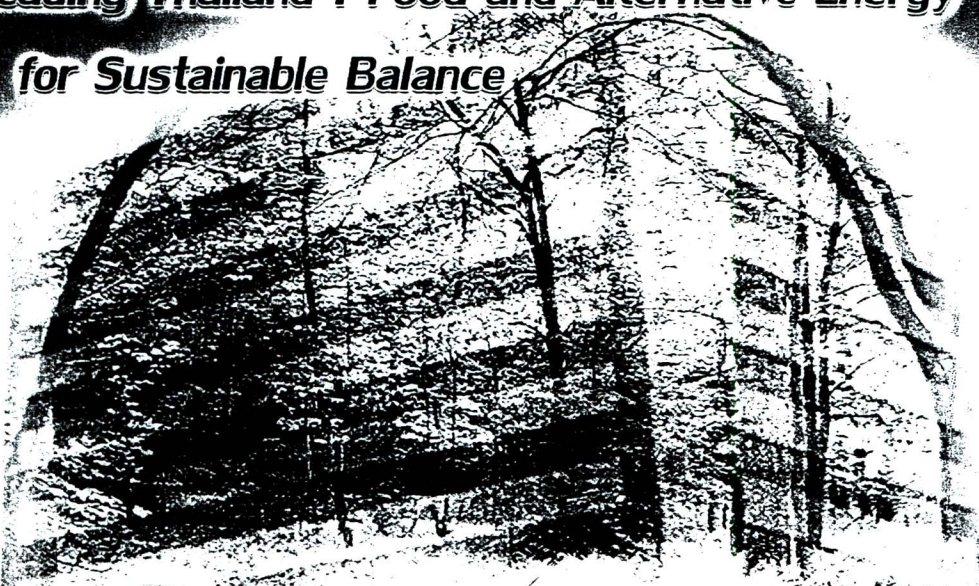
The Proceeding of 47th Kasetsart University Annual Conference

เล่มที่ 8 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

(Subject: Agro-Industry)

เกษตรนำไทย : อาหารและพลังงานทดแทนสู่สมดุลอย่างยั่งยืน

Agricultural Science Leading Thailand : Food and Alternative Energy for Sustainable Balance



๔๗

19. อก.29/P67 Antioxidant Potential and Phenolic Constituents of Mango Seed Kernel from Various Extraction Methods..... 322

By Pitchaon Maisuthisakul

20. อก.31/P75 Improvement of Molded Pulp Cushioning from Palm Pressed Fibre for Packaging..... 331

By Sidthipong Sathawong and Waranyou Sridach

21. อก.32/P76 Use of Epoxidized Natural Rubber (ENR) to Modify the Properties of Bovine Gelatin Film: Effect of Gelatin/ENR Ratio and Epoxy Content of ENR..... 339

By Pornsawan Chamnanvatchakit

Thummanoon Prodpran and Soottawat Benjakul

22. อก.33/P77 Influences of Degree of Hydrolysis and Molecular Weight of Poly(Vinyl Alcohol) (PVA) on Properties of Biodegradable Films Based on Fish Myofibrillar Protein and PVA Blend.....349

By Natthaporn Limpan Thummanoon Prodpran

Soottawat Benjakul and Surasit Prasarpran

23. อก.34/P83 ผลของสารสกัดพรอพอลิสต่อการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์มายองเนส.... 357

Effect of Propolis Extract on Rancidity of Mayonnaise

โดย ยุทธนา พิมลศิริผล สุทธินันท์ สันติประเสริฐ

และรมณี สงวนดีกุล

24. อก.35/P85 ผลของสารสี *Monascus* จากปลายข้าวในการยับยั้งการหืนในผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมู..... 365

Effect of *Monascus* Pigment from Broken Rice on Inhibition of Rancidity in Chinese Sausage

โดย กิติศาสตร์ กระบวน นิติพงศ์ จิตรีโภชน์

ธีรพร กงบังเกิด กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ

และวรสิทธิ์ โทจำปา

ผลของสารสี *Monascus* จากปลายข้าวในการยับยั้งการหืนในผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมู

Effect of *Monascus* pigment from broken rice on inhibition of rancidity in Chinese sausage

กิติศาสตร์ กระบวน* นิติพงศ์ จิตรีโภชน์ ธีรพร กงบังเกิด กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ และวรสิทธิ์ โทจำปา

Kitisart Kraboun*, Nitipong Jittrepotch, Teeraporn Kongbangkerd, Kamonwan Rojsuntornkitti, and Worasit Tochampa

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารสีจากเชื้อรา *Monascus* ที่ผลิตจากปลายข้าวในกุนเชียงหมู โดยใช้สารสี *Monascus* 4 ระดับคือ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 % ของน้ำหนักเนื้อในกุนเชียงหมู ทำการวิเคราะห์ ค่า PV, TBARS, สี, a_w, ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์รา และ คุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับกุนเชียงหมูสูตรควบคุมที่ผสมไนไตรท์ โดยนำไปบรรจุกุนเชียงหมูในถุงพลาสติกpolypropylene (PP) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 28 วัน พบว่า ตลอดอายุการเก็บรักษา ค่า PV และ TBARS ของกุนเชียงหมูที่ผสมสารสี 1.00 % มีค่า PV และ TBARS ต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ ในขณะที่กุนเชียงหมูที่ผสมสารสี 1.00 % ($P\leq0.05$) มีค่า a* มากที่สุด (สีแดงเข้มมากที่สุด) ในขณะที่ ค่า L* และ b* มีค่าน้อยที่สุด ($P\leq0.05$) โดยค่า a_w ของกุนเชียงหมูที่ผสมสารสี และ ไนไตรท์ ในระหว่างการเก็บรักษามีค่าลดลง ($P>0.05$) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์ราในระหว่างการเก็บรักษากุนเชียงหมูที่ผสมสารสี และไนไตรท์ ไม่เกินกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่ากุนเชียงหมูที่ผสมสารสี 1.00 % มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นและรสชาติสูงที่สุด ในขณะที่กุนเชียงหมูที่ผสมสารสี 0.50 % ได้รับคะแนนความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด โดยกุนเชียงหมูที่ผสมสารสีทุกระดับความเข้มข้นและที่ผสมไนไตรท์ มีอายุการเก็บรักษา ที่ 14 วัน และ 7 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ : สารต้านออกซิเดชัน โมแนสคัส และ กุนเชียงหมู

Abstract

This research was studied on antioxidant properties of *Monascus* pigment from broken rice in Chinese sausage. The 4 levels of *Monascus* pigment were used (0.25, 0.50, 0.75 and 1.00 % of meat weight). The PV, TBARS, color values, a_w, total plate count, yeast and mold, and sensory property were determined compared with nitrite added Chinese sausage (control). All sausages were packed in the polypropylene (PP) bag and stored at room temperature for 28 days. It was found that PV and TBARS values of Chinese sausage with 1.00 % *Monascus* pigment were lower than other levels during storage. The a* values was the highest ($P\leq0.05$) (most deep red), while the L* and b* values were the lowest ($P\leq0.05$). The a_w values of all sausages were decreased ($P>0.05$) during storage. Total plate count and yeast and mold of the samples were met the requirement of the community product standard. The liking scores of odor and taste of 1.00 % pigment added Chinese sausage was the highest, whereas the color, appearance and overall liking scores of the sausage with 0.50 % pigment were the highest. The shelf life of *Monascus* pigment added Chinese sausages and nitrite added at room temperature were 14 and 7 days, respectively.

Keywords: antioxidant, *Monascus*, and chinese sausage

K Kraboun: kitisart@hotmail.com

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000

คำนำ

ผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมูเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันสูง 25 - 32 % และในขบวนการผลิตจะมีการเติมไนไตรท์ลงไปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีแดง แต่ไนไตรท์ที่ใส่ลงไปในขบวนการผลิตกุนเชียงหมูจะเป็นตัวเร่งให้ไขมันที่มีอยู่สูงในกุนเชียงหมูเกิดการหืนเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (Honikel, 2008) อีกทั้งไนไตรท์ที่ใส่ลงไปจะเป็นตัวสร้างสารก่อมะเร็ง (carcinogenic) ที่เรียกว่า *N*-nitrosamine ซึ่งเกิดจาก เอมีน และ กรดอะมิโน จากโปรตีนเนื้อสัตว์ ดังนั้น แนวทางหาสารทดแทนไนไตรท์ จึงเห็นแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถลดปัญหาที่เกิดได้โดยสีแดงจากธรรมชาติที่น่าสนใจ คือ สารสีแดงจากจากเชื้อรา *Monascus purpureus* ซึ่งเป็นสารสีจากธรรมชาติชนิดหนึ่ง ที่มีราคาถูก มีความปลอดภัย และไม่พบว่าเป็นสารก่อมะเร็งเหมือนกับสีผสมอาหารสังเคราะห์รงควัตถุที่เชื้อรา *M.purpureus* ผลิตขึ้นนี้จะประกอบไปด้วย Monacolin K โดยสารจำพวกนี้เป็นสารทุติยภูมิมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน Tseng *et. al.* (2006) ศึกษาการเลี้ยงเชื้อรา *M. purpureus* บนลูกเดือยขาว และลูกเดือยกล้อง พบว่า สารสีดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาเปอร์ออกซิเดชัน (Inhibition of peroxidation) และ มีกิจกรรมในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH free radicals scavenging activity) จากคุณสมบัติ ข้างต้นผู้วิจัยจึงนำสารสีจากเชื้อรา *M. purpureus* มาผสมลงในผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมู วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลของสารสี *Monascus* ในการยังยั้งการหืนในผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมู

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตสารสี *Monascus* โดยนำเชื้อรา *Monascus purpureus* TISTR 3080(10^6 spores/ml) ปลูกลงบนปลายข้าวที่ฆ่าเชื้อโดยมีความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 31.26 $\pm$ 1.08 % เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 21 วัน หลังจากนั้นนำปลายข้าวที่มีเชื้อราเจริญอยู่มาอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 30 ชั่วโมง และมานำสกัดสารสีด้วยสารละลาย เอทานอล 95 % ต่อน้ำ ที่มีอัตราส่วน 2 : 1 หลังจากนั้นนำไปกรองและไประเหยตัวทำละลายออก นำสารสีจากเชื้อรา *Monascus* ที่สกัดได้ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 % ของน้ำหนักเนื้อ มาผสมลงในผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมู โดยกุนเชียงหมูผสมไนไตรท์ที่ความเข้มข้น 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเนื้อ เป็นสูตรควบคุม ผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมูที่ผลิตได้บรรจุลงในถุงพลาสติก Polypropylene (PP) หนา 60 ไมครอน ปิดผนึกแบบธรรมดา เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 28 วัน นำกุนเชียงมาทำการตรวจสอบคุณภาพ และ อายุการเก็บรักษาทุก ๆ 7 วัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยตรวจสอบ วัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี HUNTER LAB รุ่น DP 9000 ตรวจวัดสีในระบบ CIE Lab โดยวัดในรูปค่าเฉลี่ย แล้วรายงานผลเป็นค่า L*, a* และ b*, a_w, Peroxide Value (PV) (Shantha and Decker, 1994), Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) (Witte *et. al.*, 1970), จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1990), ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (AOAC, 1990) และคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยผู้ทดสอบจำนวน 25 คน ข้อมูลทั้งหมดนำมา วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncans's new multiples' range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) เวอร์ชัน 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ค่าสี (L*, a* และ b*)

ค่าสี (L*, a* และ b*) แสดงถึง ความเข้ม หรือ อ่อนของสีในผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค จากการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อเพิ่มปริมาณสารสี *Monascus* มากขึ้นจะทำให้กุนเชียงหมูมีสีแดงเข้ม

ขึ้น โดยที่ทำให้ค่า a* เพิ่มขึ้น และ ค่า L* และ b* มีค่าลดลง และเมื่อใส่สารสี 1.00 % ลงในกุนเชียงหมูจะทำให้ค่า a* มากที่สุด โดยที่ ค่า L* และ b* มีค่าน้อยที่สุด ในขณะที่การเติมปริมาณสารสี *Monascus* ที่น้อยสุด หรือ 0.25 % ที่ใส่ลงในกุนเชียงหมูทำให้กุนเชียงหมูมีสีแดงเข้มมากกว่าสีแดงที่เกิดจากใส่ไนไตรท์ จึงทำให้ ค่า a* ของกุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์มีค่าน้อยที่สุด โดยที่ค่า L* และ b* มีค่ามากที่สุด (Figure 1) เมื่อติดตามอายุการเก็บพบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษากุนเชียงหมูมีสีแดงที่อ่อนลง เนื่องจาก สีแดงที่เกิดจากไนไตรท์จะไม่คงตัวเนื่องจากแสง UV และ ความร้อน (Honikel, 2008) ในขณะที่สารสีแดงจากเชื้อรา *Monascus* จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L*, a* และ b*) เนื่องจาก แสง และ ความร้อนเป็นปัจจัยเร่งให้สารสีเกิดการเสียสภาพและไม่คงตัวเช่นเดียวกัน (Galaup *et. al.*, 2005)

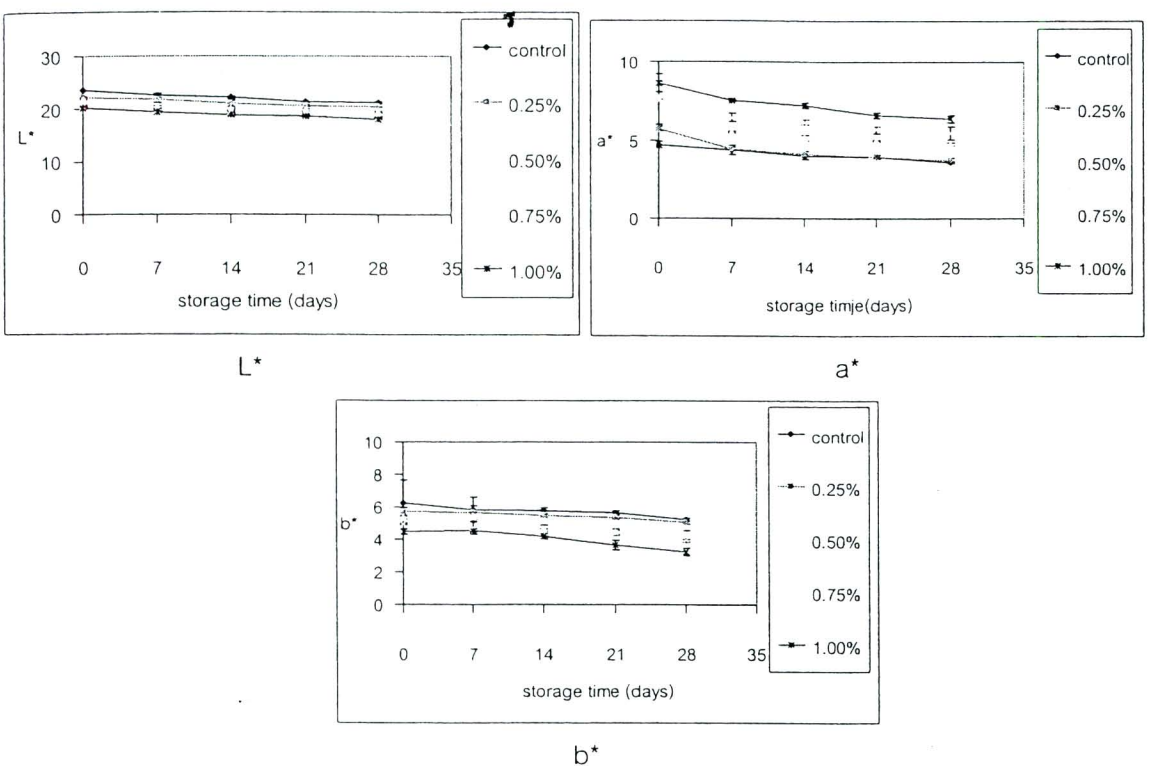


Figure 1 The L*, a* and b* values of Chinese sausages were added 4 levels of *Monascus* pigment and nitrite for 28 days

2. ค่า a_w

Figure 2 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w หรือปริมาณน้ำอิสระในกุนเชียงหมู พบว่า ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ค่า a_w ของกุนเชียงหมูทุกสูตรมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาในแต่ละวัน ค่า a_w ในกุนเชียงหมูทุกสูตรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อาจจะมีสาเหตุเนื่องจาก ถุงโพลิโพรพิลีน (PP) มีความสามารถให้ความชื้น และ อากาศซึมผ่านได้ อีกทั้งปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจึงมีการถ่ายเทความชื้นจากผลิตภัณฑ์สู่บรรยากาศได้ (สุภาวดี, 2545)

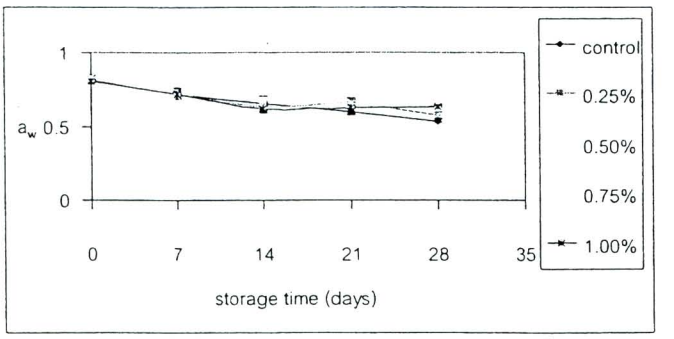


Figure 2 The a_w values of Chinese sausages were added 4 levels of *Monascus* pigment and nitrite for 28 days

3. Peroxide Value (PV) และ Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

ค่า peroxide เพื่อใช้บ่งบอกการเกิด oxidation ของไขมันและน้ำมัน เพราะ peroxide เป็นอินเทอร์มีเดียของปฏิกิริยา Autoxidation โดย peroxide นี้จะเกิดจากปฏิกิริยาขั้นต้น (initiation) ของปฏิกิริยา oxidation (นิธิยา, 2548) ค่า PV ของกุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 7 ซึ่งมากกว่ากุนเชียงหมูในสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (Figure 3) และหลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่า PV ของกุนเชียงหมูที่ผสมสารสีจากเชื้อรา *Monascus* สูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา แต่ค่า PV ยังน้อยกว่าสูตรที่ผสมไนไตรท์ และกุนเชียงหมูที่ผสมสารสี 1.00 % จะให้ค่า PV ต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา ส่วนค่า TBARS เป็นการทดสอบการเกิด Lipid oxidation โดยเป็นการวัดสารประกอบพวก malondialdehyde ซึ่งเป็นตัวที่เกิดจากการเสื่อมเสียของ lipid hydroperoxide โดยเป็นสารประกอบนี้ทำให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันสูง (Laguerre *et. al.*, 2007) ค่า TBARS ของกุนเชียงหมูทุกสูตร จะมีแนวโน้มเพิ่มตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยค่า TBARS ของกุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์ สูงกว่าสูตรอื่น ๆ ในขณะที่ และค่า TBARS ของกุนเชียงหมูที่ผสมสารสี 0.75 และ 1.00 % มีค่าต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 4)

กุนเชียงหมูที่ผสมสารสีจากเชื้อรา *Monascus* ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่า PV และ TBARS น้อยกว่า กุนเชียงหมู่ที่ผสมไนไตรท์ อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจาก Fe^{2+} ที่อยู่ใน myoglobin molecule เมื่อรวมกับ ไนตริกออกไซด์ (NO) ที่ได้จากการเติมไนไตรท์ ซึ่งเป็นสาร oxidize ทำให้ Fe^{2+}ไปเป็น Fe^{3+} โดย Fe^{3+} จะสามารถทำให้เกิด oxidation กับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวได้ (Laguerre *et. al.*, 2007) ในขณะที่สารสีที่เชื้อรา *Monascus* ที่ผลิตออกมาได้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน (Galaup *et. al.*, 2005) โดยสารสีจากเชื้อรา *Monascus* จะมีสารพวก Monacolin K ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยา peroxidation และ การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (Tseng *et. al.*, 2006) ดังนั้น จึงสามารถชะลอการเกิดค่า PV และ TBARS หรือชะลอการหืน ให้ช้ากว่ากุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์

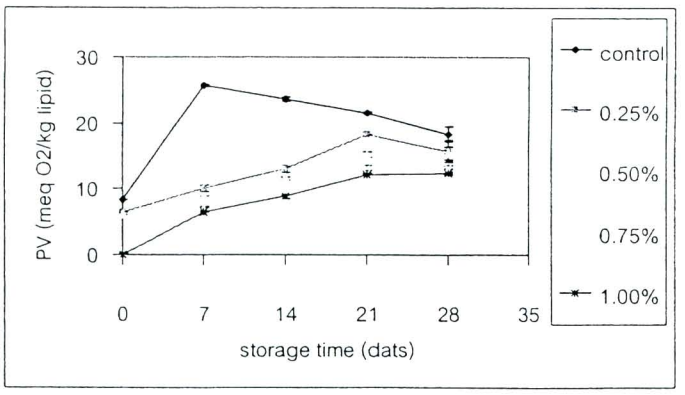


Figure 3 Peroxide value (PV) of Chinese sausages were added 4 levels of *Monascus* pigment and nitrite for 28 days

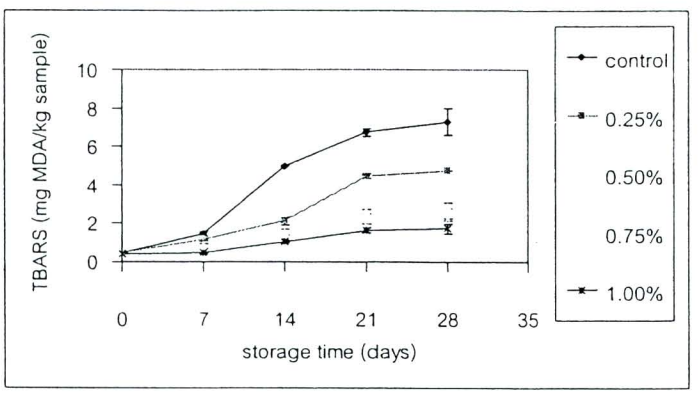


Figure 4 Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) of Chinese sausages were added 4 levels of *Monascus* pigment and nitrite for 28 days

3. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ ยีสต์และรา

Table 1 และ 2 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดกุนเชียงหมูทุกสูตรมีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยอยู่ในช่วง 2.602 – 3.340 log cfu/g ปริมาณยีสต์ และราของกุนเชียงหมูทุกสูตรปริมาณยีสต์และราไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ตลอดอายุการเก็บรักษา และในขณะที่กุนเชียงหมูทุกสูตรในแต่ละวันปริมาณยีสและราทั้งหมดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยอยู่ในช่วง 16.66 – 26.66 cfu/g การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ราของกุนเชียงหมูที่ผสมสารสี *Monascus* เนื่องจากเชื้อรา *Monascus* จะสร้างสารปฏิชีวนะที่ยับยั้งแบคทีเรียได้ (บุษบา, 2540) ในขณะเดียวกันไนไตรท์ที่ผสมในผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมูนั้น จะมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ จึงเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมดลดลงอย่างต่อเนื่อง (Honikel, 2008) และจะเห็นได้ว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ได้กำหนดไว้ซึ่งต้องมีจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^5 colony/g หรือ 5 log cfu/g และปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 100 cfu/g (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546)

Table 1 Total plate counts (log cfu/g) of Chinese sausages were added 4 levels of *Monascus* pigment and nitrite for 28 days

	0 [3(ns)]	7	14 [ns]	21	28 [ns]
[2]control[1]	[c]3.151[a]	[bc]3.097[b]	[bc]3.084	[b]2.963[c]	[a]2.602
0.25%	[c]3.126[a]	[c]3.130[b]	[c]3.076	[b]2.959[c]	[a]2.627
0.50%	[d]3.162[a]	[cd]3.094[ab]	[c]3.076	[b]2.942[bc]	[a]2.704
0.75%	[d]3.186[a]	[c]3.040[a]	[c]3.026	[b]2.910[b]	[a]2.715
1.00%	[d]3.340[b]	[c]3.043[a]	[c]3.014	[b]2.859[a]	[a]2.733

[1] Means with different letters within a column are significantly different ($P \leq 0.05$)

[2] Means with different letters within a row are significantly different ($P \leq 0.05$)

[3(ns)] Means with different letters within a column are not significantly different ($P > 0.05$)

Table 2 Yeast and mold (cfu/g) of Chinese sausages were added 4 levels of *Monascus* pigment and nitrite for 28 days

	0 [ns]	7 [ns]	14 [ns]	21 [ns]	28 [ns]
[ns]control	[2(ns)]23.33[1(ns)]	23.33	23.33	30	26.66
[ns]0.25%	23.33	23.33	23.33	30	20
[ns]0.5%	23.33	20	23.33	23.33	23.33
[ns]0.75%	16.66	20	23.33	23.33	30
[ns]1.00%	16.66	20	23.33	23.33	20

[1(ns)] Means with different letters within a column are not significantly different ($P > 0.05$)

[2(ns)] Means with different letters within a row are not significantly different ($P > 0.05$)

4. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ พบว่า คุณลักษณะทางด้านสี และลักษณะปรากฏของกุนเชียงหมูที่ผสมสารสี 0.50 % ได้รับคะแนนความชอบมากกว่าสูตรอื่น ๆ เนื่องจากมีสีแดงที่ไม่เข้มและไม่อ่อนจนเกินไป ในขณะที่กุนเชียงหมูที่ผสมสารสี 1.00 % และ ผสมไนไตรท์ ได้รับคะแนนน้อยกว่าสูตรอื่น ๆ เนื่องจากมีสีที่แดงเข้มเกินไป และสีอ่อนเกินไปตามลำดับ โดยกุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์ และ สารสี 0.25 และ 0.50 % ได้รับคะแนนความชอบด้านสี และลักษณะปรากฏ ถึงวันที่ 21 และคุณลักษณะด้านรสชาติและกลิ่น กุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์ ได้รับคะแนนความชอบถึงวันที่ 7 ซึ่งสัมพันธ์กับ ค่า PV ที่สูงสุดในวันที่ 7 โดยสารประกอบ Hydroperoxide จะสูงตามไปด้วยหลังจากนั้นค่า PV ลดลงเนื่องจาก Hydroperoxide เกิดการสลายตัว ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นหืน โดยค่าการหืนแสดงออกมาเป็นค่า TBARS (นิธิยา, 2548) จึงทำให้ค่า TBARS หลังจาก 7 วันมีแนวโน้มสูงขึ้น และ ผู้บริโภคเริ่มไม่ชอบตั้งแต่วันที่ 14 เป็นต้น เนื่องจากมีกลิ่นหืน ในขณะที่กุนเชียงหมูที่ผสมสารสีจากเชื้อรา *Monascus* มีประสิทธิภาพต้านออกซิเดชัน จึงทำให้ชะลอการเกิดค่า PV และ TBARS จึงทำให้ได้รับคะแนนความชอบถึงวันที่ 14 โดยกุนเชียงหมูที่ผสมสารสี

1.00 % ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติและกลิ่นมากกว่าสูตรอื่น (Table 3) ความชอบรวมของ กุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์ ได้รับคะแนนความชอบถึงวันที่ 7 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความชอบของกลิ่นและรสชาติ ที่ได้รับคะแนนความชอบถึงวันที่ 7 เช่นเดียวกัน จึงทำให้อายุการเก็บรักษากุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์ เท่ากับ 7 วัน ในขณะที่กุนเชียงหมูที่ผสมสารสี *Monascus* ทุกความเข้มข้น ได้รับคะแนนความชอบรวมถึงวันที่ 14 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความชอบของกลิ่นและรสชาติ ที่ได้รับคะแนนความชอบถึงวันที่ 14 เช่นเดียวกัน จึงทำให้อายุการเก็บรักษากุนเชียงหมูที่ผสมสารสี *Monascus* เท่ากับ 14 วัน จะเห็นได้ว่าความชอบด้านกลิ่น และรสชาตินั้น มีอิทธิพลกับการให้คะแนนความชอบรวมด้วย

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณสารสีที่เหมาะสมที่นำไปใช้ในกุนเชียงหมู คือ 0.50 % เนื่องจากมีค่า PV และ TBARS ที่น้อยกว่ากุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์ ($P \leq 0.05$) อีกทั้งยังได้รับคะแนนความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวมสูงที่สุด โดยที่การใช้สารสี 0.50 % มีอายุการเก็บรักษา 14 วัน ขณะที่กุนเชียงหมูที่ผสมไนไตรท์ มีอายุการเก็บรักษาเพียง 7 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สารสี *Monascus* ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2552

Table 3 The liking score of Chinese sausages were added 4 levels of *Monascus* pigment and nitrit for 28 days

liking		0	7	14	21	28
[2]Color[1]	control	$^{b}6.20\pm0.72^{a}$	$^{b}6.20\pm1.17^{a}$	$^{b}6.20\pm1.25^{b}$	$^{b}5.20\pm0.52^{b}$	$^{a}2.80\pm1.22^{b}$
	0.25%	$^{e}7.80\pm0.75^{b}$	$^{cd}6.80\pm0.55^{b}$	$^{c}6.60\pm0.53^{b}$	$^{b}5.20\pm0.17^{b}$	$^{a}3.40\pm1.99^{b}$
	0.50%	$^{d}8.40\pm0.39^{b}$	$^{c}7.40\pm2.11^{c}$	$^{c}6.80\pm1.87^{c}$	$^{b}5.00\pm2.41^{b}$	$^{a}2.60\pm0.96^{b}$
	0.75%	$^{c}6.40\pm1.36^{a}$	$^{c}6.20\pm1.47^{a}$	$^{c}5.60\pm2.74^{a}$	$^{b}4.00\pm1.74^{a}$	$^{a}1.60\pm0.82^{a}$
	1.00%	$^{c}6.20\pm1.00^{a}$	$^{c}6.00\pm0.20^{a}$	$^{c}5.40\pm1.88^{a}$	$^{b}4.00\pm1.36^{a}$	$^{a}1.40\pm0.66^{a}$
odor	control	$^{d}7.00\pm1.04^{a}$	$^{c}5.40\pm0.42^{a}$	$^{c}4.60\pm2.00^{a}$	$^{b}3.00\pm0.36^{a}$	$^{a}1.80\pm0.47^{a}$
	0.25%	$^{d}7.20\pm1.98^{a}$	$^{d}7.00\pm0.95^{b}$	$^{c}5.80\pm0.63^{a}$	$^{b}3.20\pm0.45^{a}$	$^{a}2.20\pm0.55^{ab}$
	0.50%	$^{b}7.20\pm1.36^{a}$	$^{b}7.80\pm1.10^{b}$	$^{b}6.20\pm2.00^{a}$	$^{a}4.20\pm0.99^{b}$	$^{a}3.20\pm0.62^{bc}$
	0.75%	$^{b}7.80\pm1.85^{a}$	$^{b}7.40\pm3.22^{b}$	$^{b}6.80\pm0.63^{b}$	$^{a}4.40\pm1.44^{b}$	$^{a}3.60\pm0.44^{c}$
	1.00%	$^{b}7.80\pm0.25^{a}$	$^{b}7.40\pm0.52^{b}$	$^{b}7.20\pm0.55^{c}$	$^{a}4.80\pm1.32^{b}$	$^{a}4.20\pm3.25^{c}$
Taste	control	$^{d}6.80\pm1.79^{a}$	$^{cd}5.40\pm1.14^{a}$	$^{bc}4.20\pm0.44^{a}$	$^{ab}3.40\pm1.14^{a}$	$^{a}2.00\pm0.70^{a}$
	0.25%	$^{c}7.4\pm0.54^{a}$	$^{bc}6.40\pm1.34^{a}$	$^{b}5.80\pm0.83^{b}$	$^{a}3.00\pm0.70^{a}$	$^{a}2.00\pm0.70^{a}$
	0.50%	$^{c}7.2\pm1.48^{a}$	$^{c}6.20\pm1.22^{a}$	$^{c}6.00\pm0.70^{b}$	$^{b}4.20\pm0.84^{ab}$	$^{a}2.80\pm0.83^{ab}$
	0.75%	$^{b}7.2\pm0.84^{a}$	$^{b}6.80\pm1.14^{b}$	$^{b}6.00\pm1.00^{b}$	$^{a}4.20\pm0.84^{ab}$	$^{a}3.40\pm1.14^{b}$
	1.00%	$^{d}7.6\pm0.54^{a}$	$^{cd}7.00\pm0.70^{b}$	$^{c}6.40\pm0.54^{c}$	$^{b}5.00\pm0.70^{b}$	$^{a}3.80\pm0.84^{b}$
appearance	control	$^{c}6.60\pm1.09^{b}$	$^{c}6.40\pm0.55^{a}$	$^{bc}5.60\pm0.54^{a}$	$^{b}4.80\pm0.84^{b}$	$^{a}2.60\pm1.14^{a}$
	0.25%	$^{c}6.80\pm0.83^{b}$	$^{c}6.60\pm0.90^{a}$	$^{c}6.20\pm0.84^{b}$	$^{b}5.00\pm0.70^{b}$	$^{a}3.00\pm0.70^{a}$
	0.50%	$^{c}7.20\pm0.84^{c}$	$^{bc}6.80\pm1.14^{b}$	$^{bc}6.6\pm0.54^{c}$	$^{b}5.60\pm0.54^{c}$	$^{a}2.80\pm0.84^{a}$
	0.75%	$^{c}6.40\pm1.51^{a}$	$^{c}6.40\pm1.81^{a}$	$^{bc}5.8\pm0.84^{a}$	$^{b}4.60\pm0.90^{a}$	$^{a}2.60\pm0.54^{a}$
	1.00%	$^{c}6.20\pm1.09^{a}$	$^{bc}6.00\pm1.59^{a}$	$^{bc}5.80\pm0.83^{a}$	$^{b}4.60\pm0.90^{a}$	$^{a}2.60\pm0.89^{a}$
Overall	control	$^{c}6.80\pm0.83^{b}$	$^{c}5.80\pm0.84^{a}$	$^{b}4.60\pm0.54^{a}$	$^{a}3.00\pm0.70^{a}$	$^{a}2.60\pm0.89^{a}$
	0.25%	$^{c}7.00\pm0.85^{b}$	$^{c}6.20\pm1.51^{b}$	$^{b}5.00\pm0.71^{ab}$	$^{ab}3.80\pm0.84^{a}$	$^{a}2.80\pm0.84^{a}$
	0.50%	$^{d}7.80\pm0.45^{c}$	$^{c}6.40\pm0.90^{c}$	$^{c}6.60\pm0.89^{c}$	$^{b}4.80\pm0.44^{c}$	$^{a}3.80\pm0.86^{b}$
	0.75%	$^{c}6.40\pm1.14^{a}$	$^{c}6.20\pm1.09^{b}$	$^{c}5.80\pm0.44^{b}$	$^{ab}4.40\pm1.78^{b}$	$^{a}2.60\pm1.14^{a}$
	1.00%	$^{c}6.20\pm1.30^{a}$	$^{bc}6.00\pm1.00^{b}$	$^{bc}5.60\pm1.14^{b}$	$^{ab}4.40\pm1.51^{b}$	$^{a}2.60\pm1.14^{a}$

[1] Means with different letters within a column are significantly different ($P\leq0.05$)

[2] Means with different letters within a row are significantly different ($P\leq0.05$)

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมู. เอกสาร มผช. ที่ 103/2546. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 5 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : โอเดียนส์ 256 หน้า.

บุษบา ยงสมิทธ์. 2540. จุลชีววิทยาการหมักวิตามินและสารสี(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 275 หน้า.

สุภาวดี อินทร์เขียว. 2545. การใช้สารสีโมแนสคัส (อังคัก) ทดแทนไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันและกุนเชียง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the AOAC International, (16th ed). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.

Galaup, P., L. Dufossé, A. Yaron, S. M. Arad , P. Blanc, C. N. K. Murthy, and G. A. Ravishandar. 2005. Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use : a scientific oddity or and industrial reality?. Trends in Food Science and Technology, 16;389-406.

Honikel, K. O. 2008. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. Meat Science 78;68-76.

Laguerre, M., J. Lecomte, and P. Villeneuve. 2007. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. Progress in Lipid Research 46;244 - 282.

Sabater-Vilar, M., M. F. Roel, and J. Fink-Gremmels. 1999. Mutagenicity of commercial fermentation products and the role of citrinin contamination. Mutation Research 444;7-16.

Shantha, N. C., and E. A. Decker. 1994. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. Journal of AOAC International 77; 421–424.

Tseng, Y. H., J. H. Yang, L. H. Chang, Y. L. Lee, and J. L. Mau. 2006. Antioxidant properties of methanolic extracts from monascal adlay. Food Chemistry 97;375-381.

Witte, V. C., F. G. Krause, and E. M. Bailey. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. Journal of Food Science 35;582 - 585.

Yang, J-H., Y. H. Tseng, Y. L. Lee, and J. L. Mau. 2006. Antioxidant properties of methanolic extracts from monascal rice. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie 39;740-747.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัย