



ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ตในผลิตภัณฑ์น้ำพริก อรรณพ ทัศนอุดม^{a*} และ วรณภา สระพินครบุรี^a

Factors Affect of Ultraviolet light on Microbial Decreasing of Chili Paste Products

Unnop Tassanaudom^{a*} and Wannapa Srapinkornburee^a

^aสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่พิษณุโลก
อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

^aDepartment of Agro-Industry, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna
Phitsanulok Campus, Phitsanulok 65000, Thailand.

*Corresponding Author. E-mail address: unnop_tas@hotmail.com (T. Unnop)

Received 21 May 2010; accepted 15 August 2010

บทคัดย่อ

แสงยูวีมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายกลุ่มในปัจจุบันจึงมีการนำมาใช้เพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ โดยพบว่าการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่มีอยู่จะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้แสงยูวีในการลด จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์น้ำพริกและคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการนำมาใช้งานโดยทำการสร้าง ตู้ลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวี ขนาด 94x60x70 cm (กว้างxลึกxสูง) ซึ่งประกอบด้วยหลอดยูวีขนาด 18 วัตต์ ความยาวคลื่น 253.7 nm. ที่สามารถผลิตแสงยูวีที่มีความเข้มแสงเท่ากับ 7270 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ นำมาศึกษาประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่งน้ำพริก 4 ชนิด ได้แก่ น้ำพริกปลาทู, น้ำพริกแกงเผ็ด, น้ำพริกแกงส้ม และน้ำพริกปลาโดยกำหนดปัจจัยในการศึกษา คือ ระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งาน 4 ระดับ ได้แก่ 30, 40, 50 และ 60 cm และระยะเวลาในการสัมผัสกับตัวอย่าง 3 ระดับ ได้แก่ 30, 60 และ 150 นาที ผลการศึกษา พบว่าสภาวะที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ คือ การใช้แสงยูวีสัมผัสกับตัวอย่างเป็นเวลา 150 นาที ที่ระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งานเท่ากับ 40 cm โดยที่สภาวะดังกล่าวสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นลงได้ 90-99% เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

คำสำคัญ: แสงอัลตราไวโอเล็ต น้ำพริก การลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

Abstract

UV disinfection is of growing interest in the food industry since it was demonstrated that UV light is very effective against microorganism of major important for the spoilage and safety of food products. In the advantage, the microbial decreasing was extend shelf-life of food products were stored on the market-shelf in a long period of time. The objectives of this research were -i) to studied 2 factors of UV disinfection in order to inactivated microorganism of chili paste products were distance of UV lamp and surface area of tray in the cabinet (30, 40, 50 and 60 cm) and time to expose foodstuff (30, 60 and 150 min). And ii) to selected the optimized condition of UV irradiation for 4 chili paste products (Playang, Kangped, Kangsom and Lab). A new UV disinfection cabinet for microorganism decreasing was invented for used in this study. The size of cabinet was 94x60x70 cm (width x length x height) containing UV-C lamps (18 watt) provide a wavelength of 254 nm with an average intensity of 7270 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. The result found the distance of UV lamp and surface area of tray in the cabinet was the main factor to reduce microorganism that contaminate in chili paste products and the optimum condition to reduce microorganism of 4 types of chili paste products was to expose foodstuff to UV in a distance of 40 centimeters for 15 min. At this condition, total microorganisms were 90-99 % inactivated compared to the control.

Keywords: ultraviolet light, chili paste, microbial decreasing

บทนำ

แสง (รังสี) อัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet light) หรือแสงยูวี เป็นช่วงหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แบ่งตามระดับความยาวคลื่นได้ 3 ชนิด คือ UV-A, UV-B และ UV-C เป็นรังสีชนิด non-ionizing radiation ไม่ทำให้อะตอมของโมเลกุลสารแตกตัวได้ โดยพบว่า UV-C มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด (100-280 nm) จึงมีพลังงานสูงและมีการนำมาใช้ประโยชน์กับกระบวนการฆ่าเชื้อโรคในอาหาร

เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า germicidal radiation หรือ shortwave การใช้แสงยูวีเพื่อการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารเริ่มมาตั้งแต่ปี 1945 โดยมีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่นนม, ผักผลไม้, เนื้อสัตว์, ปลา, ไอศกรีม, น้ำผลไม้ และน้ำดื่ม เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ที่ปะปนรวมทั้งการฆ่าเชื้อภาชนะบรรจุอาหารสำหรับกระบวนการ aseptic processing (เนตรนภิส, 2546) โดยพบว่าแสงยูวีที่มีความยาว 253.7 nm ความเข้ม 14.58 mW/cm^2 สามารถทำลาย oocysts ของเชื้อ *Cryptosporidium parvum* ในน้ำดื่มซึ่งเป็นตัวพาหะ

ของโรค Cryptosporidiosis ได้ถึง 99.9% ของจำนวนเชื้อเริ่มต้น (Hijnen et al., 2006) ในขณะที่ Erkan et al. (2001) พบว่าการใช้แสงยูวีซีกับชิ้นบวบแผ่น (slices) เป็นเวลานาน 10 และ 20 นาที แลวนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 หรือ 10 องศาเซลเซียส สามารถลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการเสื่อมเสียที่เนื้อเยื่อของผลบวบ (Zucchini Squash) ที่หั่นเป็นแผ่นได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้แสงยูวีซีที่ความเข้มแสง 20 mJ/cm² (ที่ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 100%) เพื่อลดการปนเปื้อนหรือการติดเชื้อของอากาศภายในห้องจะสามารถลดสปอร์ของเชื้อ *Bacillus subtilis* ลงได้ 99.7% (2.5 log 10 U) (Lim & Blatchley III, 2009) น้ำพริกเป็นผลิตภัณฑ์อาหารกลุ่มที่มีความชื้นและค่า a_w กว้าง (ธีรพร, 2546) และพบว่ามี การปนเปื้อนของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณสูง ซึ่งจากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกชุมชน โดยศูนย์ประสานงานพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุขภาพชุมชน ปี 2546 พบว่าตัวอย่างน้ำพริก ร้อยละ 81.67 มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เกินมาตรฐานและมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 1 สัปดาห์ (รุ่งระวี และคณะ, 2549) ดังนั้นจึงมีการศึกษาถึงการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกให้นานขึ้นได้แก่การใช้ความร้อนในการทำละลายเชื้อจุลินทรีย์หลังการบรรจุ (อรรณพ และคณะ, 2552) การใช้หลักการปฏิบัติที่ดี (GMP) ร่วมกับการใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ (จิรวัดน์ และคณะ, 2549) รวมถึงการพัฒนากระบวนการผลิต และการนำบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันเพื่อควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (ชิตชม และคณะ, 2549) แต่ทั้งนี้ความร้อนจากกระบวนการดังกล่าวนี้จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำพริกโดยเฉพาะน้ำพริกบางชนิด เช่น น้ำพริกแกงเผ็ด หรือน้ำพริกแกงส้ม การนำแสงยูวีมาใช้ในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำพริก จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวไม่ทำให้เกิดความร้อน (non-thermal process) จึงไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพแก่ผลิตภัณฑ์ (วราวุฒิ, 2538) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้แสงยูวีในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์น้ำพริกและคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการใช้แสงยูวีเพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำพริกชนิดต่าง ๆ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ น้ำพริกปลาย่าง (กลุ่มวิสาหกิจชุมชนพันธกิจน้ำพริกแม่มา นิต ต.แม่ระกา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก), น้ำพริกแกงเผ็ด, (กลุ่มน้ำพริกแม่บ้าน หมู่ 4 ไผ่ชอดอน ต.ไผ่ชอดอน อ.เมือง จ.พิษณุโลก), น้ำพริกแกงส้ม (กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ต.โคกสลุ ต.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก) และน้ำพริกปลา (กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านคลองมะแพล ต.ศรีภิรมย์ อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก), หลอดยูวีขนาด

18 วัตต์ (253.7 nm รุ่น G20T8 ยี่ห้อ NARWAR อายุการใช้งาน 8,000 ชม.) และตุลตปริมาตรเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีขนาด 94x60x70 cm (กว้างลึกxสูง)

การสร้างตุลตปริมาตรเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวี

โดยทั่วไปแล้ว ในการศึกษาผลของการทำลายจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ด้วยแสงยูวีจะใช้ระยะห่างของแหล่งกำเนิดรังสี (germicidal lamps) และผลิตภัณฑ์เท่ากับ 12 นิ้ว (30 cm) เป็นมาตรฐาน (วราวุฒิ, 2538) จึงได้ทำการสร้างตุลตปริมาตรเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีโดยแปรระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งานเป็น 30, 40, 50 และ 60 cm ใช้หลอดยูวีขนาด 18 วัตต์ จำนวน 2 หลอดและใช้สแตนเลสเป็นวัสดุหลักในการประกอบตุลตดังกล่าว

การตรวจสอบคุณลักษณะของตัวอย่างน้ำพริก

ทำการเก็บตัวอย่างจากกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการจากนั้นจึงนำตัวอย่างมาทำการตรวจสอบค่า a_w ด้วยเครื่องวัดค่า Water Activity (รุ่น Series 3 TE ยี่ห้อ Aqua Lab, สหรัฐอเมริกา), ความชื้น (AOAC., 2000: chapter 37.1.10), ค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (รุ่น PB-10 ยี่ห้อ Sartorius, เยอรมันนี), ปริมาณกรดแลคติก (AOAC., 2000: chapter 37.1.37), จำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด, เชื้อยีสต์และรา, เชื้อแอลคิติกแอลิตแบคทีเรีย และเชื้อโคลิฟอร์มและอีโคไล (Downes & Ito, 2001) ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar, DRBC agar, MRS agar และ EMB agar (Merck, Germany) ตามลำดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของตุลตปริมาตรเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวี

วางแผนการทดลองแบบ 4x3 factorial in CRD โดยกำหนดปัจจัยในการศึกษา คือ ระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งาน 4 ระดับ คือ 30, 40, 50 และ 60 cm และระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับแสงยูวีที่ 30, 60 และ 150 นาที โดยนำตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ น้ำพริกปลาย่าง, น้ำพริกแกงเผ็ด, น้ำพริกแกงส้ม และน้ำพริกปลาที่ยังไม่สัมผัสกับแสงยูวี (สิ่งทดลองควบคุม) มาทำการตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น ได้แก่ จำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด, เชื้อยีสต์และรา, และเชื้อแอลคิติกแอลิตแบคทีเรีย แล้วจึงนำตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด มาสัมผัสแสงยูวีในแต่ละสิ่งทดลอง (48 สิ่งทดลอง) แล้วทำการตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม ดังกล่าว หลังการสัมผัสกับแสงยูวี โดยทำการทดลอง 5 ซ้ำ จากนั้นทำการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกแต่ละชนิด ซึ่งทั้งนี้ จะพิจารณาจากจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ลดลงเป็นหลัก

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลอง โดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD) (ปราณี, 2547) ผลการศึกษาการสร้างตุลตปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีตุลตปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีที่สร้างขึ้นด้วยสแตนเลสพร้อมขาตั้งที่สามารถเคลื่อนที่ได้ (รูปที่ 1) มีต้นทุนในการผลิตอยู่ที่ 21,000 บาทต่อตัว สามารถปรับระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งานได้ 4 ระดับด้วยกัน มีพื้นที่ใช้งาน 4,950 cm² (55x90 cm : กว้างxยาว) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า single phase (220 โวลท์) ประกอบด้วยหลอดยูวีขนาด 18 วัตต์ จำนวน 2 หลอด ที่มีความยาวคลื่น 253.7 nm ซึ่งมีอายุการใช้งานของหลอดอยู่ที่ 8,000 ชั่วโมง และชุดพัดลมดูดอากาศ จำนวน 1 ชุดต่อตัว ประกอบด้วย

มอเตอร์ขนาด 240 วัตต์ ในแต่ละครั้งของการดำเนินงานสามารถรองรับตัวอย่างน้ำพริกได้ครั้งละ 15-20 kg ต้นทุนการใช้เครื่องต่อ 1 ชั่วโมงอยู่ที่ 1.38 บาท

การตรวจสอบคุณลักษณะของตัวอย่างน้ำพริก

ผลการตรวจสอบพบว่า น้ำพริกแต่ละชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันโดยพบค่า a ของน้ำพริกทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.79-0.93 ในขณะที่มีความชื้น, ค่า pH และปริมาณกรดแลคติกอยู่ในช่วง 33.53-64.62%, 5.20-5.30 และ 0.018-0.028%ตามลำดับ และจากผลการศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่าตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์สูงเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด (ตารางที่ 1)



รูปที่ 1 ตุลตปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีต้นแบบ

ตารางที่ 1 ตุลตปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีต้นแบบ

กลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างที่				มาตรฐานที่กำหนด (log cfu/g)
	1	2	3	4	
แบคทีเรียทั้งหมด	3.48±0.11	4.16±0.09	4.75±0.31	5.18±0.12	4.00
ยีสต์และรา	2.91±0.03	2.41±0.86	2.59±0.57	2.26±0.61	2.00 (1.00 [*])
แลคติกแอสิดแบคทีเรีย	3.31±0.26	3.84±0.37	4.95±0.10	5.31±0.04	ไม่ได้กำหนด
โคลิฟอร์มและอีโคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	<3 ^{**} MPN/g

* เป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ใช้เฉพาะกับตัวที่ 1 (น้ำพริกปลาย่าง) เท่านั้น

** เป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ใช้เฉพาะกับตัวที่ 4 (น้ำพริกถาบ) เท่านั้น

โดย กำหนดให้

ตัวอย่างที่ 1 คือ น้ำพริกปลาย่าง

ตัวอย่างที่ 2 คือ น้ำพริกแกงเผ็ด

ตัวอย่างที่ 3 คือ น้ำพริกแกงส้ม

ตัวอย่างที่ 4 คือ น้ำพริกถาบ

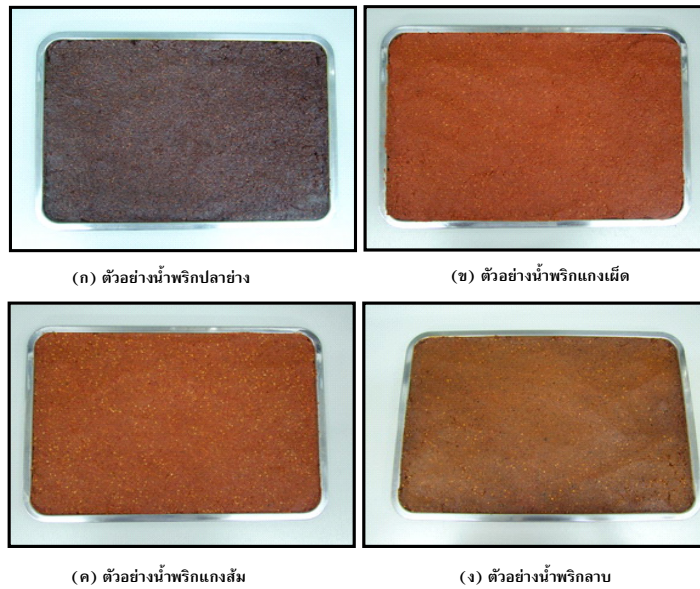
การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของตุลตปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวี

จากการนำตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด มาเตรียมลงในถาดสแตนเลสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 32x47x2 cm (กว้างxยาวxสูง) โดยใส่น้ำพริกให้มีความหนาเท่ากับ 2 cm (น้ำหนักน้ำพริกต่อถาด 10 กิโลกรัม) จำนวนชนิดละ 2 ถาด (รูปที่ 2) แล้วจึงนำถาดที่ใส่น้ำพริกตั้งกล่าวมาทำการทดสอบการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของตุลตปริมาณเชื้อ

จุลินทรีย์ด้วยแสงยูวี (รูปที่ 3) ผลการศึกษาพบว่าระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งานเป็นปัจจัยที่ส่งผล (P<0.05) ต่อการลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างน้ำพริกปลาย่าง, น้ำพริกแกงเผ็ด และน้ำพริกแกงส้ม แต่ไม่ส่งผลในน้ำพริกถาบ ในขณะที่ระยะเวลาที่สัมผัสกับแสงยูวีนั้นไม่ส่งผล (P>0.05) ต่อการลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 2) และทั้งนี้การลดจำนวนลงของเชื้อยีสต์และราและเชื้อแลคติกแอสิดแบคทีเรียที่เรี่ยนั้นพบว่า

ระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งานเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการลดลงของค่าดังกล่าว ส่วนระยะเวลาที่สัมผัสกับแสงยูวีนั้นแทบไม่ส่งผลต่อการลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่ม ในตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด ยกเว้นจำนวนเชื้อยีสต์และราในตัวอย่างน้ำพริกปลาย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการศึกษาค้นพบว่าแสงยูวีสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่ปนเปื้อนในน้ำพริกปลาย่าง, น้ำพริกแกงเผ็ด, น้ำพริกแกงส้มและน้ำพริกปลาสดได้ ดังแสดงในรูปที่ 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ โดยสภาวะที่เหมาะสมที่สุด คือ การนำน้ำพริกปลาย่างฆ่าสัมผัสแสงยูวีเป็นเวลานาน 150 นาที ที่ระยะห่างระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้งานเท่ากับ 40cm (สิ่งทดลองที่ 6) ซึ่งที่สภาวะดังกล่าวนี้สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (TVC), เชื้อยีสต์และรา (YM)และเชื้อแลคติกแอสิดแบคทีเรีย (LAB) ลงได้ 2.54, 1.07 และ 1.79 log cfu/g ตามลำดับ จากจำนวนเชื้อเริ่มต้น (สิ่งทดลองควบคุม : A) เท่ากับ 4.98, 2.77 และ 2.83 log cfu/g

ตามลำดับและให้ผลแตกต่าง ($P < 0.05$) กับที่สภาวะอื่น ๆ ส่วนสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับน้ำพริกแกงเผ็ด, น้ำพริกแกงส้ม และน้ำพริกปลาสดนั้นยังคงเป็นสภาวะเดียวกับที่ใช้ในน้ำพริกปลาย่าง โดยในน้ำพริกแกงเผ็ดสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อยีสต์และรา และแลคติกแอสิดแบคทีเรียลงได้ 0.75, 1.53 และ 1.77 log cfu/g ตามลำดับ จากจำนวนเชื้อเริ่มต้น (สิ่งทดลองควบคุม : B) เท่ากับ 5.33, 3.03 และ 3.38 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำพริกแกงส้มเมื่อใช้สภาวะดังกล่าว สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อยีสต์และรา และแลคติกแอสิดแบคทีเรียลงได้ 1.83, 1.22 และ 0.67 log cfu/g ตามลำดับ จากจำนวนเชื้อเริ่มต้น (สิ่งทดลองควบคุม : C) เท่ากับ 6.35, 3.07 และ 3.40 ตามลำดับ ส่วนในน้ำพริกปลาสดสามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม ลงได้ 0.91, 0.87 และ 3.25 log cfu/g ตามลำดับ จากจำนวนเชื้อเริ่มต้น (สิ่งทดลองควบคุม : D) เท่ากับ 5.17, 3.05 และ 3.25 ตามลำดับ



รูปที่ 2 การเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำพริกทั้ง 4 ชนิด สำหรับทดสอบการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (ก-ง)



รูปที่ 3 การวางตัวอย่างน้ำพริกสำหรับทดสอบการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยหลอดยูวี

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการลดลงของจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างน้ำพริกชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่างน้ำพริก	ระยะห่างระหว่าง หลอดยิวกับพื้นที่ใช้งาน	ระยะเวลา ที่สัมผัสกับแสงยูวี	ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัย
	P	P	P
ปลาอย่าง	0.003*	0.445 ^{ns}	0.430 ^{ns}
แกงเผ็ด	0.036*	0.828 ^{ns}	0.915 ^{ns}
แกงส้ม	0.012*	0.834 ^{ns}	0.956 ^{ns}
ลาบ	0.208 ^{ns}	0.795 ^{ns}	0.920 ^{ns}

หมายเหตุ : P หรือค่า sig เป็นค่าที่ใช้ในการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน
 * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
 ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการลดลงของจำนวนเชื้อยีสต์และราในตัวอย่างน้ำพริกชนิดต่าง ๆ

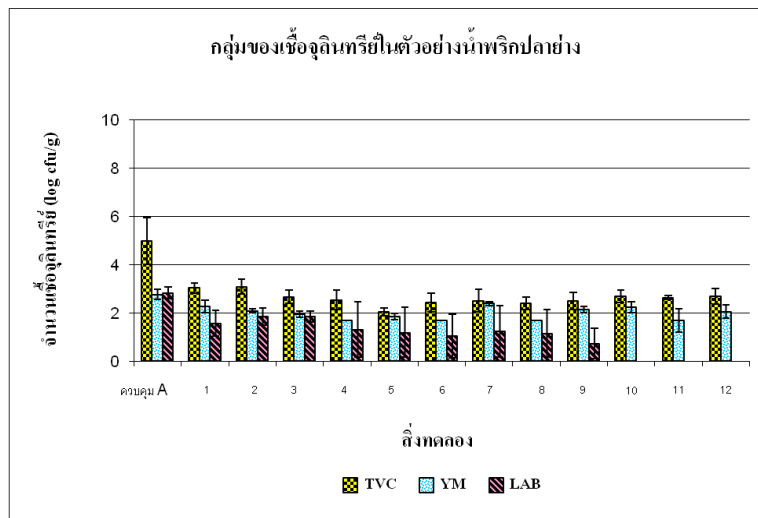
ตัวอย่างน้ำพริก	ระยะห่างระหว่าง หลอดยิวกับพื้นที่ใช้งาน	ระยะเวลา ที่สัมผัสกับแสงยูวี	ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัย
	P	P	P
ปลาอย่าง	0.005*	0.004 *	0.020 *
แกงเผ็ด	0.000*	0.202 ^{ns}	0.010 *
แกงส้ม	0.006*	0.085 ^{ns}	0.002 *
ลาบ	0.037 *	0.966 ^{ns}	0.149 ^{ns}

หมายเหตุ : P หรือค่า sig เป็นค่าที่ใช้ในการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน
 * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
 ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

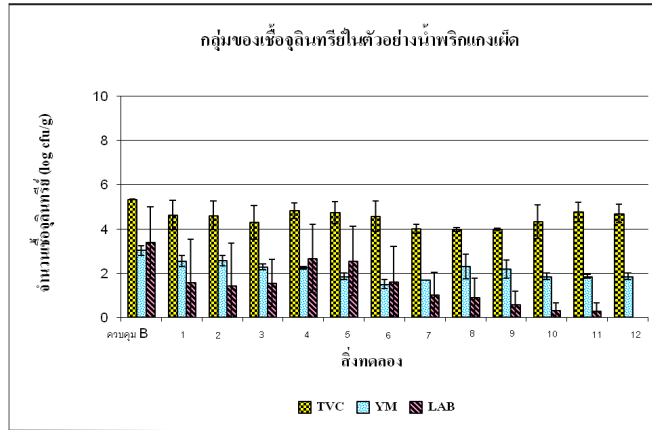
ตารางที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการลดลงของจำนวนเชื้อยีสต์และราในตัวอย่างน้ำพริกชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่างน้ำพริก	ระยะห่างระหว่าง หลอดยิวกับพื้นที่ใช้งาน	ระยะเวลา ที่สัมผัสกับแสงยูวี	ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัย
	P	P	P
ปลาอย่าง	0.000*	0.875 ^{ns}	0.980 ^{ns}
แกงเผ็ด	0.012*	0.647 ^{ns}	0.992 ^{ns}
แกงส้ม	0.246 ^{ns}	0.749 ^{ns}	1.000 ^{ns}
ลาบ	0.001 *	0.932 ^{ns}	0.996 ^{ns}

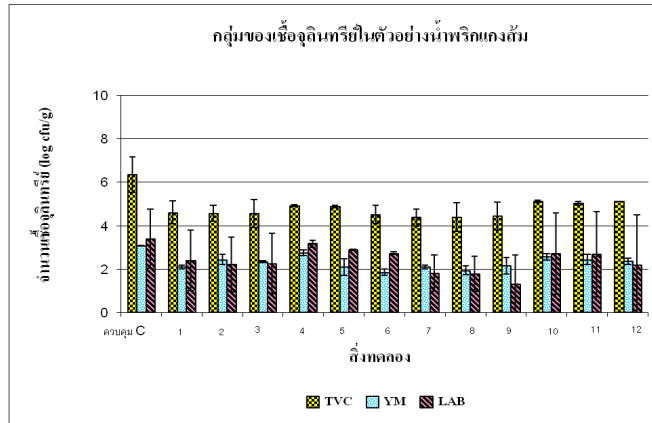
หมายเหตุ : P หรือค่า sig เป็นค่าที่ใช้ในการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน
 * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
 ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



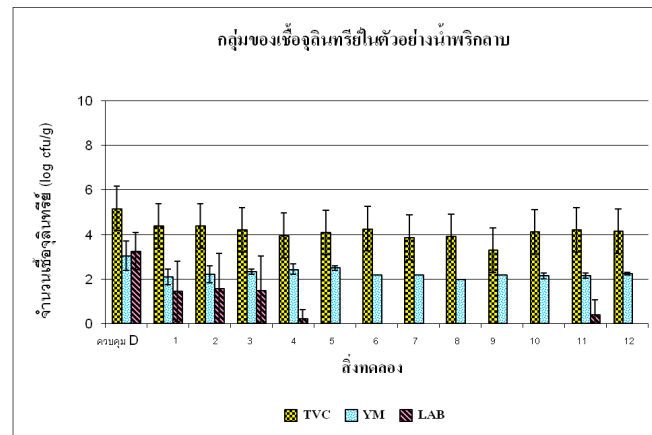
รูปที่ 4 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ ในน้ำพริกปลาอย่างทั้ง 13 สิ่งทดลอง



รูปที่ 5 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ ในน้ำพริกแกงเผ็ดทั้ง 13 สิ่งทดลอง



รูปที่ 6 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ ในน้ำพริกแกงส้มทั้ง 13 สิ่งทดลอง



รูปที่ 7 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ ในน้ำพริกlaubทั้ง 13 สิ่งทดลอง

โดย กำหนดให้

สิ่งทดลองควบคุม A, B, C และ D คือ น้ำพริกปลาขาว, น้ำพริกแกงเผ็ด, น้ำพริกแกงส้ม และน้ำพริกlaub ที่ไม่ได้สัมผัสแสงยูวีหลังกระบวนการผลิต ตามลำดับ

- สิ่งทดลองที่ 1 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 30 นาที ที่ระยะห่าง 30 cm
- สิ่งทดลองที่ 2 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 60 นาที ที่ระยะห่าง 30 cm
- สิ่งทดลองที่ 3 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 150 นาที ที่ระยะห่าง 30 cm
- สิ่งทดลองที่ 4 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 30 นาที ที่ระยะห่าง 40 cm
- สิ่งทดลองที่ 5 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 60 นาที ที่ระยะห่าง 40 cm
- สิ่งทดลองที่ 6 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 150 นาที ที่ระยะห่าง 40 cm
- สิ่งทดลองที่ 7 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 30 นาที ที่ระยะห่าง 50 cm
- สิ่งทดลองที่ 8 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 60 นาที ที่ระยะห่าง 50 cm
- สิ่งทดลองที่ 9 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 150 นาที ที่ระยะห่าง 50 cm
- สิ่งทดลองที่ 10 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 30 นาที ที่ระยะห่าง 60 cm
- สิ่งทดลองที่ 11 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 60 นาที ที่ระยะห่าง 60 cm
- สิ่งทดลองที่ 12 คือ น้ำพริกที่สัมผัสแสงยูวีนาน 150 นาที ที่ระยะห่าง 60 cm

อภิปรายผลการศึกษา

การสร้างตุลิตปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีการ ออกแบบตุลิตปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวีให้สามารถปรับ ระยะเวลาระหว่างหลอดยูวีและพื้นที่ใช้งานได้ 4 ระดับ เพื่อ ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยแสงยูวีอันได้แก่ ระยะเวลาระหว่างหลอดยูวีกับพื้นที่ใช้ งาน และระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับแสงยูวีว่ามีผลต่อ การลดลงของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์ น้ำพริกแต่ละชนิดอย่างไร ซึ่งพบว่าตุลิตปริมาณเชื้อ จุลินทรีย์ด้วยแสง ยูวีสามารถผลิตแสงยูวีที่มีความเข้มแสง เท่ากับ 0.00727 W/cm^2 โดยความเข้มรังสี (Irradiance หรือ intensity, Watts, W/cm^2) คิดได้จาก radiant energy (Joules, J) หรือ ความเข้มคลื่นรังสี (Watts) คูณระยะเวลา ที่ได้รับรังสีเป็นวินาที (exposed time in seconds) ทารด้วย พื้นที่เป็นตารางเซนติเมตร (เนตรนภิส, 2546)

การตรวจสอบคุณลักษณะของตัวอย่างน้ำพริก

การที่น้ำพริกทั้ง 4 ชนิด นั้นมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต รวมถึงกระบวนการ ในที่นี้การผลิต ซึ่งจะส่งผลต่อกลิ่น รสชาติ และการยอมรับของผู้บริโภคด้วย (เสาวลักษณ์ และคณะ, 2550) โดยพบว่าค่า a_w ของตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด มีค่าสูงกว่า เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดซึ่งปกติแล้วในตัวอย่างน้ำพริกปลายาง และน้ำพริกแกงเผ็ดต้องมีค่า a_w ไม่เกิน 0.60 (สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข, 2546) และ 0.85 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ก, 2546) ตามลำดับ ส่วนในตัวอย่างน้ำพริกแกงส้มต้องไม่เกิน 0.60 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) และ ในตัวอย่างน้ำพริกลาบต้องไม่เกิน 0.65 (สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ดังนั้นจึงทำให้ น้ำพริกทั้ง 4 ชนิด มีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนและการ เจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย สอดคล้อง กับรายงานของชิตชม และคณะ (2547) ที่ได้ทำการศึกษา การพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ประเภทน้ำพริกโดยพบว่าค่า a_w ของตัวอย่างน้ำพริกที่ต่ำที่สุดจะอยู่ที่ 0.58 ซึ่งเชื้อราประเภททนแห้งยังสามารถอยู่รอดได้ และค่า a_w ของตัวอย่างน้ำพริกที่สูงที่สุดจะอยู่ที่ 0.96 ทำให้แบคทีเรียชนิดที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียยังสามารถเจริญได้และจากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าน้ำพริกในทุก ตัวอย่างนั้นมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5.2-5.3 ซึ่งต่ำกว่าระดับ ที่เชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อโรคนั้นจะสามารถเจริญได้ ดังนั้นการ บริโภคน้ำพริกทั้ง 4 ชนิดนี้ จึงยังคงมีความปลอดภัยจาก โรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) เนื่องจากทั่วไปแล้ว กลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในตัวอย่างน้ำพริกจะเป็นในกลุ่ม ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย ส่วนในกลุ่มของ เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (pathogenic microorganism) นั้น ส่วนใหญ่ไม่สามารถที่จะเจริญได้ในน้ำพริก ทั้งนี้เนื่องจาก จุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อโรคนั้นจะสามารถเจริญได้ในที่มีค่าพีเอช อยู่ในช่วง 6.5-7.5 เท่านั้น (สมณฑา, 2545) แต่อย่างไร

ก็ตามจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่พบดังกล่าวจะส่งผลต่ออายุการ เก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นหากต้องการยืดอายุการ เก็บรักษาจึงต้องมีการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนลง และควบคุมปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ ความชื้น และค่า a_w ซึ่งจากผลการศึกษาที่พบว่า ตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด มีค่า a_w สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ กำหนด ดังนั้นจึงควรต้องมีการควบคุมกระบวนการผลิต เพื่อลดค่า a_w ให้อยู่ในระดับที่กำหนด

จากตารางที่ 1 การที่ตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด มี จำนวนเชื้อจุลินทรีย์สูงเกินกว่าระดับที่มาตรฐานกำหนดนั้น เกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่พบในวัตถุดิบที่นำ มาใช้ในการผลิตและในระหว่างกระบวนการผลิต ดังนั้นจึง ควรต้องมีการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและกระบวนการ ผลิตโดยนำหลักการ GMP เขามาใช้เพื่อลดจำนวนเชื้อ จุลินทรีย์เริ่มต้นในตัวอย่างน้ำพริกลง ทั้งนี้กระบวนการมา เชื้อด้วยแสงยูวีนั้นเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ เพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์แทนวิธีการต่างๆ ที่มีผู้ศึกษา มาแล้ว ได้แก่ 1) การใช้หลักการปฏิบัติที่ดี (Good Manufacturing Practice : GMP) ร่วมกับการใช้ความร้อน ระดับพาสเจอร์ไรส์ที่ $62 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ นาน 15 นาที (จิรวุฒิน และคณะ, 2549) 2) การปรับสูตรและวัตถุดิบให้มีความ ชื้นต่ำ ร่วมกับการนำมาผ่านการให้ความร้อนโดยการคั่ว (เสาวลักษณ์ และคณะ, 2550) และ 3) การเก็บรักษาที่ อุณหภูมิติดเย็นรวมกับการใช้สภาวะสุญญากาศ (ถาวร และ คณะ, 2547) เนื่องจากการใช้แสงยูวีเป็นกระบวนการที่ ไม่ใช่ความร้อน (cold process) จึงไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกและแสง ยูวียังสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยที่ไม่จำเป็นต้องลดความ ชื้นหรือค่า a_w ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำพริกในบาง กลุ่ม เช่น น้ำพริกแกงเผ็ดและน้ำพริกแกงส้ม แต่อย่างไรก็ตามในขณะนี้ยังไม่มียุทธศาสตร์ศึกษาที่ชัดเจนว่ากระบวนการ ใช้แสงยูวีจะสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนใน ผลิตภัณฑ์น้ำพริกได้หรือไม่จึงควรต้องทำการศึกษาและ หาข้อสรุปที่ชัดเจนต่อไป

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ของตุลิตปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแสงยูวี

จากตารางที่ 2, 3 และ 4 พบว่าระยะเวลาระหว่างหลอด ยูวีกับพื้นที่ใช้งานเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการลดจำนวน ลงของเชื้อยีสต์และราและเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียใน ตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด ($P < 0.05$) สอดคล้องกับ รายงานของวารววุฒิ (2538) ที่กล่าวว่าหลอดไฟซึ่งเป็น แหล่งของรังสีที่อยู่ห่างจากผลิตภัณฑ์ 8 ฟุต (240 cm) จะมีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์ต่ำกว่ารังสีที่มาจากแหล่ง ของรังสีซึ่งอยู่ห่างเพียง 5 นิ้ว (12.5 cm) ถึง 100 เท่า และยังกล่าววาท่าแหน่งของจุลินทรีย์ในระหว่างการใช้รังสี นั้นมีผลชัดเจนต่อจุลินทรีย์และยังพบว่าประมาณ 97-99% ของแบคทีเรีย *E. coli* ที่อยู่ในอากาศถูกทำลายด้วย รังสียูวีจากหลอดขนาด 15 วัตต์ ที่อยู่ห่าง 24 นิ้ว ภายใน เวลา 10 วินาที ในขณะที่เมื่อฉายรังสีกับเชื้อ *E. coli* ที่เลี้ยง

บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่อยู่ห่าง 11 นิ้ว จะต้องใช้เวลาในการทำลายถึง 20 วินาที ดังนั้นระยะห่างระหว่างหลอดยิวีและผลิตภัณฑ์จึงมีความสำคัญ และส่งผลโดยตรงต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปแล้วในการศึกษาผลของการทำลายจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ทั่วไปจะยึดถือความเข้มของแสงซึ่งใช้ระยะห่างของแหล่งกำเนิดแสงและผลิตภัณฑ์เท่ากับ 12 นิ้ว (30 cm) เป็นมาตรฐาน (วราวุฒิ, 2538) แต่จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น คือ ระยะห่างระหว่างหลอดยิวีและพื้นที่ใช้งาน โดยระยะห่างระหว่างหลอดยิวีและพื้นที่ใช้งานที่ 40 cm นั้นมีแนวโน้มในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะอื่นๆ และวราวุฒิ (2538) ยังกล่าวไว้ในช่วงความเข้มของแสงที่กำหนดประสิทธิภาพของแสงจะเป็นปฏิบัติภาคโดยตรงกับเวลาที่ใช้ แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าส่วนระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับแสงยูวีที่ 30, 60 และ 150 นาทีนั้นไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างน้ำพริกสอดคล้องกับรายงานของ Erkan et al. (2001) ที่พบว่าการใช้รังสียูวีที่ระดับชั้นบวสไลต์เป็นเวลานาน 10 และ 20 นาที สามารถลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ไม่แตกต่างกันและจากการตรวจสอบตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด นั้นพบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นทุกกลุ่ม (เชื้อแบคทีเรียทั้งหมด, เชื้อยีสต์ และราและเชื้อแผลดติกแอลิตแบคทีเรีย) ในการผลิตแต่ละครั้งมีความแปรปรวนสูง คือ อยู่ในช่วง 4.40-6.10, 2.65-3.00 และ 2.62-3.11 log cfu/g ตามลำดับ ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่าความแปรปรวนดังกล่าวนี้เกิดจากความแตกต่างของสภาวะในการผลิตในแต่ละวันที่ทำการผลิต เช่น การทำการผลิตในวันที่มีฝนตกหรือในวันที่อากาศมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง โดยสภาวะดังกล่าวส่งผลให้เกิดความแตกต่างของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศประกอบการสถานที่ผลิตซึ่งมีลักษณะโปร่งอากาศมีการไหลเวียนและถ่ายเทได้สะดวกจึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ง่าย (วิลาวัณย์, 2539) แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าการใช้รังสียูวีที่ความเข้ม 0.00727 mJ/cm^2 ในการศึกษานี้สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทุกกลุ่มที่ปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำพริกลงได้สอดคล้องกับรายงานของ Lim และ Blatchley III (2009) ที่กล่าวว่า การใช้แสงยูวีที่ความเข้มแสง 20 mJ/cm^2 (ที่ความเข้มสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 100) จะสามารถลดสปอร์ของเชื้อ *Bacillus subtilis* ลงได้ 99.7% ($2.5 \log 10 \text{ U}$) โดยการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยรังสียูวีเกิดขึ้นโดยพลังงานจะทำลายโครงสร้างผนังเซลล์ภายนอก และเข้าสู่ DNA ของเซลล์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง DNA เป็นผลทำให้เกิดการผิดพลาดในการแปรสัญญาณรหัส จึงทำให้เซลล์ตายในที่สุด (เนตรนภิส, 2546) และยังพบว่ารังสียูวีที่ความยาวคลื่น 253.7 nm ความเข้ม 14.58 mW/cm^2 สามารถทำลาย oocysts ของเชื้อ *Cryptosporidium parvum* ในน้ำดื่มซึ่งเป็นตัวพาหะของโรค Cryptosporidiosis ได้ถึง 99.9% ของจำนวนเชื้อเริ่มต้น (Hijnen et al., 2006) อย่างไรก็ตามในภาพรวมพบว่า

สภาวะดังกล่าวสามารถที่จะลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นทุกกลุ่มลงได้ $1-2 \log \text{ cfu/g}$ (90-99%) ซึ่งแสงยูวีจะมีผลต่อผิวของอาหารที่สัมผัสกับแสงเท่านั้น ไม่สามารถแทรกซึมผ่านเข้าไปกระทบต่อจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในอาหาร และไม่สามารถแทรกซึมผ่านสารทึบแสงได้อีกด้วย แต่แสงยูวีนั้นพบว่าสามารถช่วยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์มีชีวิตที่อยู่ในบรรยากาศโดยรอบของอาหารได้ (วราวุฒิ, 2538) ทั้งนี้การลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะทำให้อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ยาวนานขึ้น (สุเมธธา, 2545)

สรุปผลการศึกษา

รังสียูวีมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างน้ำพริก โดยสภาวะที่เหมาะสมในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด ด้วยแสงยูวี คือ การใช้แสงยูวีสัมผัสกับตัวอย่างน้ำพริกเป็นเวลานาน 150 นาที ที่ระยะห่างระหว่างหลอดยิวีและพื้นที่ใช้งานเท่ากับ 40 cm ซึ่งสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในน้ำพริกทั้ง 4 ชนิดลงได้ $1-2 \log \text{ cfu/g}$ โดยทั้งนี้อัตราการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์นั้นมีความคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นและจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในตัวอย่างน้ำพริกทั้ง 4 ชนิด ที่ทำการสุ่มเก็บในแต่ละครั้งนั้นมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง โดยพบอยู่ในช่วง $2-6 \log \text{ cfu/g}$ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มเกษตรกรยังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตที่ส่งผลในด้านจุลชีววิทยาได้ ทั้งนี้จึงควรมีการนำหลัก GMP มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายลงให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะทำให้อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ยาวนานขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี

เอกสารอ้างอิง

จิรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์ วรพจน์ สุนทรสุข และประเวทย์ ตัญเต็มวงศ์. (2549). การพัฒนากระบวนการขยายอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่ม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 37(2) พิเศษ, 134-137.

ชิตชม อีระงะ วราภา มหากาญจนกุล สิริพร สธนเสาวภาคย์ และสุขเกษม สิทธิพจน์. (2547). การพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำพริกในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ชิตชม อีรางะ สุขเกษม สิทธิพนธ์ สิริพร สธนเสาวภาคย์ และวราภา มหากาญจนกุล. (2549). การพัฒนากระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์น้ำพริกแกงไทยสำเร็จรูป. สืบค้นจาก : <http://research.ifrpd.ku.ac.th/index.php?option=content&task=view&id=1686>. 6 กันยายน 2552.

ถาวร อรัญญพงษ์ไพศาล ถิรวรรณัน ปัญญาภูมิ และอรัญ หันพงศ์กิตติกุล. (2547). โครงการการยืดอายุการเก็บ น้ำพริกกุ้งสามรส. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่าย อุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับ ปริญญาตรี ประจำปี 2547. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

เนตรนภิส วัฒนสุชาติ. (2546). คลื่นรังสียูวีมีประโยชน์ต่อ เทคโนโลยีอาหารอย่างไร. วารสารอาหาร, 33(1),15-21.

ปราณี อานแป๊ะ. (2547). หลักการวิเคราะห์อาหารด้วย ประสาทสัมผัส. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล หม่อมหลวงสุมาลัย สาระยา ยุวดี วงษ์กระจาง นงลักษณ์ เรืองวิเศษ และวงศ์สถิต ฉั่วกุล. (2549). การศึกษาวัตถุดิบเสียจากสมุนไพรเพื่อยืดอายุ ผลิตภัณฑ์น้ำพริกชุมชน. วารสารอาหารและยา, 13(2), 34-45.

วราวุฒิ ครุสง. (2538). จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูป อาหาร. โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

วิลาวัลย์ เจริญจิระตระกูล. (2539). จุลินทรีย์ที่มีความ สำคัญด้านอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สุเมธธา วัฒนสินธุ์. (2545). จุลชีววิทยาทางอาหาร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ก. (2546). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกแกง. มผช. 129/2546.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข. (2546). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง. มผช. 130/2546.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนพริกกลาบ. มผช. 493/2547.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแกงส้มกุ้งสำเร็จรูป. มผช. 733/2548.

เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล กองกาญจน์ กิจรุ่งโรจน์ สุพิชญา จันทะชุม และเถียน บัวตุม. (2550). น้ำพริกสมุนไพรไทยสำเร็จรูป ม.อ. งานวิจัยเพื่อชุมชนสู่อุตสาหกรรม, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

อรณพ ทศนอุดม วรณภา สระพินครบุรี และสุริยาพร นิพรัมย์. (2552). การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริก. วารสารมหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 17(2), 136-144.

AOAC. (2000). Association of official Analytical Chemists. Official method of Analysis. 17th ed. AOAC international. Galthersbury, Maryland. 2087-2417, USA.

Downes, F.P. & Ito, K. (2001). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4th ed. American Public Health Association, Washington D.C.

Erkan, M., Wang, C.Y. & Krizek, D.T. (2001). UV-C Irradiation Reduces Microbial Populations and Deterioration in *Cucurbita pepo* Fruit Tissue. Environmental and Experimental Botany, 45(1),1-9

Hijnen, W.A.M., Beerendonk, E.F. & Medema, G.J. (2006). Inactivation Cerdit of UV for Virus, Bacteria and Protozoan (oo)Cysts in Water : A Review . Water Research, 40 (1), 3-22

Lim, S.&Blatchley III, E.R.(2009).UV Disinfection System for Cabin Air. Advances in Space Research, 44(8), 942-948.