คุณภาพของน้ำบูดูบรรจุขวดจากแหล่งผลิตในจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส

วิภาดา มุนินทร์นพมาศ* คอเละ มอละ* และ ทัมมีซี ตาเฮร์*

บทคัดย่อ

การผลิตน้ำบูดูในจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส มีสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ จึงได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของน้ำบูดูจากแหล่งผลิต 2 ระดับชั้น คือน้ำบูดูชั้น 1 และชั้น 2 ระดับชั้นละ 8 ตัวอย่าง จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ พบว่า น้ำบูดูชั้น 1 พบสิ่งแปลกปลอม 1 ตัวอย่าง ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 พบสิ่งแปลกปลอม 7 ตัวอย่าง ค่าสีน้ำบูดูชั้น 1 มีค่า L*a* และ b* อยู่ในช่วง 26.24-35.44 1.08-7.35 15.23-21.24 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีค่า L*a* และ b* อยู่ในช่วง 31.35-39.74 3.78-7.10 14.49-18.04 ด้านค่า a_w น้ำบูดูชั้น 1 มีค่าอยู่ในช่วง 0.72-0.73 น้ำบูดูชั้น 2 พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.73-0.91 ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่าปริมาณโปรตีน เกลือ และกรด lactic ของน้ำบูดูชั้น 1 มีค่าร้อยละ 7.17-12.08 25.81-30.34 และ 0.10-0.14 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีค่าร้อยละ 2.96-9.28 12.07-26.53 และ 0.03-0.09 ตามลำดับ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำบูดูชั้น 1 มีปริมาณ $3.0x10^3$-$3.2x10^4$ โคโลนีต่อกรัม ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีปริมาณ $9.0x10^3$-$1.5x10^8$ โคโลนีต่อกรัม น้ำบูดูชั้น 2 ตรวจไม่พบเชื้อยีสต์ 7 ตัวอย่าง อีก 1 ตัวอย่าง พบเชื้อยีสต์ปริมาณ $2.5x10^4$ โคโลนีต่อกรัม อีกทั้งมีปริมาณราเกิน 100 โคโลนีต่อกรัม จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมของน้ำบูดูชั้น 1 สูงกว่าน้ำบูดูชั้น 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การวิจัยครั้งนี้พบว่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส ของน้ำบูดูชั้น 1 สูงกว่าน้ำบูดูชั้น 2 อย่างเห็นได้ชัด

คำสำคัญ : บูดู คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์

* คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

The Quality of Bottled Budu from Product Sources in Pattani and Narathiwat Provinces

Wipada Muninnopamas* Kolae Morra* and Thammece ThaHae*

ABSTRACT

The formulars and processes of the liquid Budu production from Pattani and Narathiwat provinces have been different in formulars and processes that affected the quality of products. Then, this study served to evaluate the quality of 2 classes Budu from sources. In physical qualities, one sample of the first class Budu was adulterated while adulterants were found in 7 samples of the second class Budu. The first one class samples' colored values : L*, a* and b* in the range of 26.24-35.44, 1.08-7.35 and 15.23-21.24 respectively; meanwhile, the other class samples had the identical values in the range of 31.35-39.74, 3.78-7.10 and 14.49-18.04 respectively. The range of a_w value the third factor, was found in the first class Budu samples in the range of 0.72-0.73 which differed with the samples of other group that had the value from 0.73 to 0.91. The chemical qualities analysis of quantity of Protein, salt and Lactic acid in percentage indicated that the first class Budu samples were in the range of 7.17-12.08%, 25.81-30.34% and 0.10-0.14% respectively while the data of the second group samples were in the range of 2.96-9.28%, 12.07-26.53% and 0.03-0.09% respectively. All of samples from the first class Budu had $3.0x10^3$-$3.2x10^4$ colonies/gram. In the other hand, there were $9.0x10^3$-$1.5x10^8$ colonies/gram in the entire samples of the second class Budu. Furthermore, there is only one sample from the second class Budu in which yeast cells and mold were found in quantity of $2.5x10^4$ colonies/gram and more over 100 colonies/gram respectively. Tasting, the last testing, a sensory evaluation had been examined by panelists for all samples of 2 classes in 3 factors; smelling, tasting and acceptation. The total scores of the first class Budu was greater than the second class Budu significantly at the .05 level ($p < 0.05$). These can be concluded that meant the qualities in physical, chemical, microorganisms and sensory quality system of the first class Budu were absolutely higher than the second class Budu.

Keywords : Budu, physical quality, chemical quality, microorganism quality

*Faculty of Sciences, Technology and Agriculture Yala Rajabhat University

บทนำ

บูดูเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นเมืองของประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย และไทย สำหรับประเทศไทยแหล่งผลิตบูดูที่สำคัญอยู่ทางภาคใต้โดยเฉพาะอย่างยิ่งอำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี จัดเป็นแหล่งผลิตบูดูที่มีชื่อเสียงมากที่สุด การผลิตบูดูเป็นการถนอมอาหารวิธีหนึ่งที่เกิดจากภูมิปัญญาจากบรรพบุรุษของคนไทยที่ทำได้ง่าย ประหยัด ช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร และป้องกันการเน่าเสียของปลาจากจุลินทรีย์บางชนิดได้ บูดูผลิตจากปลาขนาดเล็ก เช่น ปลาไส้ตัน ปลากะตัก และปลาหลังเขียว โดยนำปลามาผสมกับเกลือในอัตราส่วน 3:1 แล้วหมักไว้ตามธรรมชาติ เป็นเวลานาน 8-12 เดือน (1-3) กระบวนการหมักเกิดจากเอนไซม์จากจุลินทรีย์ในธรรมชาติและเอนไซม์จากปลาร่วมกันย่อยสลายเนื้อปลา จนเนื้อปลาเปื่อยยุ่ยออกจากก้างปลาและกลายเป็นของเหลวข้นสีน้ำตาลเข้มซึ่งเป็นน้ำบูดูแท้ที่เรียกว่า น้ำบูดูชั้น 1 ประกอบด้วยน้ำหมักปลาและเนื้อปลาที่เป็นผงละเอียดและมีกลิ่นรสเฉพาะตัว (4) จัดเป็นอาหารประเภทโปรตีนและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง (5) บูดูเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประชาชนส่วนใหญ่ทางภาคใต้นิยมบริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวไทยมุสลิมใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้นิยมบริโภคสูงมาก ลักษณะการบริโภคโดยทั่วไปใช้เป็นเครื่องปรุงรสเช่นเดียวกับน้ำปลา หรือนำไปปรุงผสมกับหัวหอมซอย พริกขี้หนู น้ำมะนาว และน้ำตาล แล้วนำมารับประทานร่วมกับผักสด นอกจากนี้เมื่อนำบูดูมาปรุงรสด้วย กระเทียม ตะไคร้ ข่า ใบมะกรูด และน้ำตาล ได้เป็นบูดูข้าวยำ ซึ่งข้าวยำจัดเป็นอาหารจานเดียวของภาคใต้ที่รู้จักอย่างแพร่หลาย ประกอบไปด้วยพืชสมุนไพรหลากหลายชนิดทำให้มีประโยชน์และมีคุณค่าต่อร่างกายสูง (6)

จากการสำรวจการผลิตบูดูใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้เบื้องต้นพบว่า กลุ่มผู้ผลิตมีการผลิตบูดูที่ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practices, GMPs) ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจปนเปื้อนสิ่งที่เป็นโทษหรือสิ่งอันตราย (hazard) ต่อร่างกายผู้บริโภคได้ (7-8) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) เพื่อเป็นการกำหนดระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระดับพื้นบ้าน หรือผลิตภัณฑ์จากชุมชน และให้การรับรองผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ รวมทั้งเป็นการยืนยันว่าผลิตภัณฑ์นั้น ๆ มีคุณภาพสามารถเชื่อถือได้และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (9) จากการสำรวจเอกสารเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำบูดูจากแหล่งผลิตในจังหวัดปัตตานีและจังหวัดยะลา พบว่ายังไม่พบข้อมูลการเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำบูดูกับเกณฑ์ของ มผช. จึงได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาคุณภาพของน้ำบูดูบรรจุขวดจากแหล่งผลิตในจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส โดยทำการเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำบูดูกับมาตรฐานชุมชน รวมทั้งเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างน้ำบูดูแท้และน้ำบูดูที่มีการผสมน้ำเกลือ เพื่อเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ในการบริโภคต่อไป

วิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการทดลอง ทำโดยเก็บตัวอย่างน้ำบูดูแบบบรรจุขวดจากแหล่งผลิตในจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส จำนวน 16 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 2 ระดับชั้น คือน้ำบูดูชั้น 1 เป็นน้ำบูดูแท้ที่ไม่มีการผสมน้ำเกลือ จำนวน 8 ตัวอย่าง และน้ำบูดูชั้น 2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำบูดูแท้มาผสมน้ำเกลือในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน จำนวน

8 ตัวอย่าง มาทำการวิเคราะห์คุณภาพ 4 ด้าน คือ ด้านที่หนึ่ง การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่การวิเคราะห์หาสิ่งแปลกปลอม โดยการเขย่าน้ำบูดูให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ แล้วตวงตัวอย่างปริมาตร 50 มิลลิลิตร มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 541 จากนั้นใช้แว่นขยายส่องเพื่อสังเกตดูสิ่งแปลกปลอมบนกระดาษกรอง การวัดค่าสีโดยใช้ระบบฮันเตอร์ (Hunter color system) ด้วยเครื่อง Color Flex รุ่น Hunter lab : cx 1471 และอ่านผลเป็น 3 ค่า คือ ค่า L*, a*,b* โดยค่า L* หมายถึงค่าความสว่าง ค่า a* เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีแดง แต่ถ้าค่า a* เป็นลบ หมายถึงความเป็นสีเขียว ส่วนค่า b* (เป็นบวก) หมายถึงความเป็นสีเหลือง ส่วนถ้าค่า a* เป็นลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน และทำการวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (water activity ; a_w) โดยใช้เครื่อง Aqua Lab Series 3 ด้านที่สอง การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ การหาปริมาณโปรตีน ปริมาณเกลือ และการหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรด lactic ด้วยวิธี AOAC. (1990)

ด้านที่สาม การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณ *E.coli Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ด้วยวิธี AOAC. (1990) การทดลองดังกล่าวทำซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และด้านที่สี่ การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการหาอัตราความชอบ (Hedonic Scale) แบบ 9-Points Hedonic Scale ด้าน กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม มีลำดับการให้คะแนน 9 ระดับคือ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด 2 หมายถึงไม่ชอบมาก 3 หมายถึงไม่ชอบปานกลาง 4 หมายถึงไม่ชอบเล็กน้อย 5 หมายถึงเฉย ๆ 6 หมายถึงชอบเล็กน้อย 7 หมายถึงชอบปานกลาง 8 หมายถึงชอบมาก และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด ประกอบด้วย 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1 คือน้ำบูดูชั้น 1 และชุดการทดลองที่ 2 คือน้ำบูดูชั้น 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design ; CRD) และ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วย LSD ซึ่งกำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำบูดูชั้น 1 และ ชั้น 2 อย่างละ 8 ตัวอย่าง โดยการหาปริมาณสิ่งแปลกปลอมในตัวอย่างน้ำบูดู 50 กรัม พบว่าน้ำบูดูชั้น 1 พบสิ่งแปลกปลอมเพียง 1 ตัวอย่าง ซึ่งสิ่งแปลกปลอม คือ เส้นขนสัตว์ ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 พบสิ่งแปลกปลอม 7 ตัวอย่าง ซึ่งสิ่งแปลกปลอมที่พบได้แก่ เส้นขนสัตว์ เศษแผ่นสี และก้อนกรวด ส่วนค่าสีของตัวอย่างน้ำบูดูทั้ง 2 ระดับพบว่า น้ำบูดูชั้น 1 มีค่า L* ซึ่งเป็นค่าความสว่างอยู่ในช่วง 26.24-35.44 ค่า L* เฉลี่ยเท่ากับ 29.78 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีค่า L* อยู่ในช่วง 31.35-39.74 ค่า L* เฉลี่ยเท่ากับ 34.78 ส่วนค่า a * ซึ่งเป็นค่าสีแดงของน้ำบูดูระดับชั้น 1 มีค่า a* อยู่ในช่วง 1.08-7.35 ค่า a* เฉลี่ยเท่ากับ 4.88 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีค่า a* อยู่ในช่วง 3.78-7.10 และค่า a* เฉลี่ยเท่ากับ 5.38 ส่วนค่า b* ซึ่งเป็นค่าสีเหลือง น้ำบูดูชั้น 1 มีค่า b* อยู่ในช่วง 15.23-21.24 และค่า b* เฉลี่ยเท่ากับ 18.03 ส่วนค่า b* ของน้ำบูดูชั้น 2 มีค่าอยู่ในช่วง 14.49-18.04 และมีค่า b* เฉลี่ยเท่ากับ 16.26 ด้านค่า a_w น้ำบูดูชั้น 1 มีค่าอยู่ในช่วง 0.72-0.73 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.72 ค่า a_w น้ำบูดูชั้น 2 พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.73-0.91 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 ผลการวิเคราะห์ทางด้านเคมี พบว่า ปริมาณ

โปรตีนของน้ำบูดูชั้น 1 อยู่ในช่วง ร้อยละ 7.17-12.08 และมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.87 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 2.96-9.28 และมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.67 ส่วนปริมาณเกลือในตัวอย่างน้ำบูดู พบว่าน้ำบูดูชั้น 1 มีปริมาณเกลืออยู่ในช่วงร้อยละ 25.81-30.34 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 27.89 และน้ำบูดูชั้น 2 มีค่าอยู่ในช่วง 12.07-26.53 และมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 20.33 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรด lactic พบว่า น้ำบูดูชั้น 1 มีปริมาณกรด lactic อยู่ในช่วงร้อยละ 0.10-0.14 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.12 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีปริมาณกรด lactic อยู่ในช่วง 0.03-0.09 และมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.06

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำบูดูชั้น 1 มีปริมาณ $3.0x10^3$ -$3.2x10^4$ โคโลนีต่อกรัม หรือมีค่าเฉลี่ย $1.22x10^4$ โคโลนีต่อกรัม ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีปริมาณ $9.0x10^3$ -$1.5x10^8$ โคโลนีต่อกรัม มีค่าเฉลี่ย $1.92x10^7$ โคโลนีต่อกรัม ส่วนปริมาณเชื้อยีสต์พบว่า น้ำบูดูชั้น 1 ตรวจไม่พบเชื้อยีสต์ทุกตัวอย่าง ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 ตรวจไม่พบเชื้อยีสต์ 7 ตัวอย่าง อีก 1 ตัวอย่าง พบเชื้อยีสต์ปริมาณ $2.5x10^4$ โคโลนีต่อกรัม ด้านปริมาณราพบว่า น้ำบูดูชั้น 1 ตรวจไม่พบเชื้อราทุกตัวอย่าง ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 ตรวจไม่พบเชื้อรา 7 ตัวอย่าง อีก 1 ตัวอย่างตรวจพบปริมาณราเกิน 100 โคโลนีต่อกรัม นอกจากนี้ยังตรวจไม่พบเชื้อ *E.coli* *Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ในน้ำบูดูทั้ง 2 ระดับชั้นทุกตัวอย่าง จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมของน้ำบูดูชั้น 1 สูงกว่าน้ำบูดูชั้น 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยน้ำบูดูทั้ง 2 ระดับชั้นมีคะแนนด้านกลิ่น รสชาติและความชอบรวมเรียงตามลำดับ ดังนี้ น้ำบูดูชั้น 1 มีคะแนนเท่า 7.41 7.68 และ 7.61 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีคะแนนเท่ากับ 4.95 5.55 และ 5.46 ตามลำดับ

วิจารณ์

การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมในน้ำบูดูชั้น 1 ทั้งหมด 8 ตัวอย่าง พบสิ่งแปลกปลอม คือ เส้นขนสัตว์ จำนวน 1 ตัวอย่าง ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 ทั้งหมด 8 ตัวอย่าง พบสิ่งแปลกปลอม 7 ตัวอย่าง ซึ่งสิ่งแปลกปลอมที่พบได้แก่ เส้นขนสัตว์ เศษแผ่นสี และก้อนกรวด เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำบูดู (มผช. 325/2547) (10) กำหนดไว้ว่าต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ได้แก่ เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ เมื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานชุมชน ปรากฏว่าน้ำบูดูชั้น 1 ผ่านเกณฑ์กำหนดของ มผช. 7 ตัวอย่าง และน้ำบูดูชั้น 2 ผ่านเกณฑ์กำหนดของ มผช. 1 ตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าน้ำบูดูชั้น 1 มีกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพดีกว่าน้ำบูดูชั้น 2 การปลอมปนของสิ่งแปลกปลอมในน้ำบูดูนั้นมีสาเหตุมาจากการใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม ไม่มีการควบคุมสัตว์เลี้ยงในบริเวณที่ผลิต และกระบวนการผลิตไม่ได้มาตรฐานตามหลัก GMPs (11-12) ด้านสีของน้ำบูดูพบว่าน้ำบูดูชั้น 1 มีค่า L* เฉลี่ย (ค่าความสว่าง) และค่า b* เฉลี่ย (ค่าสีแดง) ต่ำกว่าน้ำบูดูชั้น 2 แต่ค่า b* เฉลี่ย (ค่าสีเหลือง) ของน้ำบูดูชั้น 1 สูงกว่าน้ำบูดูชั้น 2 หรือน้ำบูดูชั้น 2 มีสีน้ำตาลเทาเข้มกว่าน้ำบูดูชั้น 1

สีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ปลาหมักเกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลกับกรดอะมิโน และปฏิกิริยาระหว่างไขมันกับกรดอะมิโน สีของปฏิกิริยาทั้ง 2 วิธี มีความเข้มสีอยู่ระหว่างสีเหลืองถึงสีน้ำตาลเข้ม ความเข้มของสีน้ำตาลขึ้นกับอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจน ถ้าอุณหภูมิและ

ปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น ความเข้มของสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น (13) โดยน้ำตาลที่สำคัญในการทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลคือน้ำตาล ribose และ ribophosphate ซึ่งได้จากการย่อยสลายกรด ribonucleic ของเนื้อปลา ด้านไขมันที่ถูกออกซิไดส์จะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วเมื่อทำปฏิกิริยากับ amine นอกจากนี้ phospholipid และ lipoprotein เมื่อมีน้ำตาลและออกซิเจนอยู่จะสามารถทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนและสารในกลุ่ม aldehyde แล้วทำให้เกิดสีน้ำตาลได้ (14) ส่วนผลค่า aw ของน้ำบูดูชั้น 1 มีค่า a_w เฉลี่ยเท่ากับ 0.72 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีค่า a_w เฉลี่ยเท่ากับ 0.83 ซึ่งน้ำบูดูชั้น 2 มีค่า a_w เฉลี่ยที่สูงกว่าน้ำบูดูชั้น 1 เนื่องจากน้ำบูดูชั้น 2 ผลิตจากการนำน้ำบูดูแท้ชั้น 1 มาเจือจางโดยผสมน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำในอัตราส่วนที่ต่างๆ กัน ทำให้ค่า a_w สูงขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำอาหารเกิดการเน่าเสียได้น้อยกว่าน้ำบูดูชั้น 1 ที่มีค่า a_w ต่ำกว่า (13)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของน้ำบูดูชั้น 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 9.87 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 4.67 โดยปริมาณโปรตีนของน้ำบูดูชั้น 1 สูงกว่าน้ำบูดูชั้น 2 อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากน้ำบูดูชั้น 1 เป็นน้ำบูดูแท้ที่เกิดจากการหมักปลาและเกลือเท่านั้นและไม่มีการผสมน้ำเกลือหลังจากการหมักเสร็จสิ้นแล้ว ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 เป็นน้ำบูดูที่ได้จากการนำน้ำบูดูชั้น 1 มาเจือจางโดยการผสมน้ำเกลือในอัตราส่วนที่ต่างๆ กัน ด้านปริมาณเกลือเฉลี่ยในน้ำบูดูชั้น 1 มีค่าร้อยละ 27.89 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 20.33 ซึ่งน้ำบูดูทั้ง 2 ระดับชั้นมีปริมาณเกลือเฉลี่ยที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ มผช. ที่กำหนดไว้ว่า ต้องมีปริมาณเกลือไม่น้อยกว่าร้อยละ 19 แต่ถ้าพิจารณาปริมาณเกลือในน้ำบูดูทุกตัวอย่าง พบว่าน้ำบูดูชั้น 1 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 5 ตัวอย่าง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตฐาน 3 ตัวอย่าง ซึ่งมีปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 12.07 14.95 และ 15.46 เกลือเป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญในการหมักบูดู เพราะเป็นส่วนที่มีผลต่อกลิ่นรส และสามารถป้องกันการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้ การเติมเกลือในการหมักบูดูปริมาณสูงคือมากกว่าร้อยละ 19 เป็นผลให้เกลือดึงความชื้นออกจากอาหารหมักทำให้มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (available water ; a_w) ต่ำลง รวมทั้งไปเพิ่มแรงดันออสโมตออสโมติก (osmotic pressure) ของน้ำบูดู (14-16) ทำให้ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้ปลาเน่าเสีย ซึ่งจะถูกยับยั้งที่ a_w ต่ำกว่า 0.91 หรือเท่ากับสารละลายเกลือร้อยละ 13 เท่านั้น และเกลือยังแตกตัวให้อนุมูลคลอไรด์ที่เป็นพิษต่อเซลล์แบคทีเรีย นอกจากนี้เกลือยังช่วยคัดเลือกชนิดของจุลินทรีย์ที่ต้องการให้เจริญเติบโตได้ดีในผลิตภัณฑ์บูดูคือจุลินทรีย์ที่ชอบเกลือสูง (extremely halophiles) (3,15,17)

ด้านปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรด lactic ของน้ำบูดูชั้น 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.12 ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรด lactic เท่ากับร้อยละ 0.06 กระบวนการหมักบูดูเกิดจากเอนไซม์จากปลาและแบคทีเรียที่อยู่ในปลา เกลือ และภาชนะที่ใช้ในการหมัก ร่วมกันย่อยปลาจนได้น้ำบูดู ซึ่งแบคทีเรียมีทั้งชนิดที่ไม่ทนเกลือและทนเกลือ แต่การบรรจุปลาที่ผสมกับเกลือความเข้มข้นสูงในบ่อหมักที่อัดจนแน่นทำให้มีอากาศน้อย จึงเหมาะต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตกรด lactic ซึ่งเป็นชนิดที่ทนเกลือสูง แต่สภาวะดังกล่าวกลับมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ชอบอากาศและชนิดที่ไม่ทนเกลือ โดยพบว่าปริมาณกรด lactic และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบูดูมีความสัมพันธ์กัน

กล่าวคือ หากในผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรด lactic สูง จะส่งผลให้ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบูดูลดลง จากการศึกษาพบว่า น้ำบูดูชั้น 1 มีปริมาณกรด lactic สูงกว่าน้ำบูดูชั้น 2 อย่างเห็นได้ชัดทั้งนี้เนื่องจากน้ำบูดูชั้น 2 ได้จากการนำน้ำบูดูชั้น 1 มาผ่านการเจือจางด้วยน้ำเกลือ ซึ่งถือเป็นการเจือจางปริมาณกรด lactic ในผลิตภัณฑ์ด้วย

ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของของน้ำบูดูชั้น 1 มีค่าเฉลี่ย $1.22x10^4$ โคโลนีต่อกรัม ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 มีค่าเฉลี่ย $1.92x10^7$ โคโลนีต่อกรัม จะเห็นได้ว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำบูดูชั้น 2 มีปริมาณสูงกว่าน้ำบูดูชั้น 1 มาก อาจเนื่องมาจากสภาวะการหมักน้ำบูดูชั้น 1 ที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงและเป็นกรด ทำให้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสียได้ แต่สภาวะดังกล่าวกลับส่งเสริมการเติบโตเฉพาะแบคทีเรียที่ผลิตกรด lactic โดยแบคทีเรียที่มักพบในน้ำบูดู ได้แก่ *Bacillus* sp. *Staphylococcus* sp. และ Coryneform bacteria ซึ่งมีบทบาทในการย่อยสลายเนื้อปลา ส่วน *Pediococcus halophilus* เป็นแบคทีเรียที่มักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างกรดและกลิ่นในน้ำบูดู (3) ส่วนปริมาณยีสต์ พบว่า น้ำบูดูชั้น 1 ทุกตัวอย่าง ตรวจไม่พบเชื้อยีสต์ ทั้งนี้เนื่องจาก น้ำบูดูชั้น 1 มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.72-0.73 ซึ่งเป็นช่วงที่ต่ำกว่าเชื้อยีสต์ทั่วไปจะสามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งเชื้อดังกล่าวมีค่า a_w ต่ำสุดที่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ 0.88 (18) ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 ตรวจไม่พบเชื้อยีสต์ 7 ตัวอย่าง อีก 1 ตัวอย่าง พบเชื้อยีสต์ปริมาณ $2.5x10^4$ โคโลนีต่อกรัม เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่มีค่า a_w สูงถึง 0.91 จากข้อกำหนดของ มผช. ที่ว่า บูดูที่พึงประสงค์ สามารถพบเชื้อยีสต์ได้ไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อกรัม เมื่อนำผลมาเทียบกับเกณฑ์ มผช. พบว่าน้ำบูดูชั้น 1 ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 ผ่านเกณฑ์ 7 ตัวอย่าง ด้านปริมาณราพบว่า น้ำบูดูชั้น 1 ตรวจไม่พบเชื้อราทุกตัวอย่าง ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 ตรวจไม่พบเชื้อรา 7 ตัวอย่าง อีก 1 ตัวอย่างตรวจพบปริมาณราเกิน 100 โคโลนีต่อกรัม จากข้อกำหนดของ มผช.ที่กำหนดไว้ว่า น้ำบูดูสามารถพบเชื้อราได้ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งแสดงว่า น้ำบูดูชั้น 1 ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 ผ่านเกณฑ์ 7 ตัวอย่าง

การตรวจไม่พบเชื้อ *E.coli Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ในน้ำบูดูทั้ง 2 ระดับชั้นทุกตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ของ มผช. อาจเนื่องมาจากการผลิตไม่มีการปนเปื้อน หรือหากมีการปนเปื้อนแล้วเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจถูกยับยั้งและทำลายโดยเกลือในระหว่างการหมัก เพราะน้ำบูดูมีเกลือสูงทำให้มีค่า a_w ต่ำเกินกว่าที่จุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดจะเจริญเติบโตได้ ซึ่ง a_w ต่ำสุดที่เชื้อ *E.coli* สามารถเจริญเติบโตได้คือ 0.96 (13) ช่วงค่า a_w ต่ำสุดที่ *Salmonella* sp. สามารถเจริญเติบโตได้คือ 0.93-0.96 (19) ค่า a_w ต่ำสุดที่ *Staphylococcus aureus* สามารถเจริญเติบโตได้คือ 0.86 (20) และซึ่งช่วงค่า a_w ต่ำสุดที่ *Clostridium perfringens* สามารถเจริญเติบโตได้คือ 0.93-0.97 (21)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำบูดูทั้ง 2 ระดับชั้น พบว่า น้ำบูดูชั้น 1 มีคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวม สูงกว่าน้ำบูดูชั้น 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กลิ่นและรสชาติเฉพาะของน้ำบูดูเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยน้ำบูดูชั้น 1 มีสารประกอบที่ให้กลิ่นรสที่เข้มข้นมากกว่าน้ำบูดูชั้น 2 ส่งผลให้น้ำบูดูชั้น 1 มีคะแนนความชอบรวมสูงกว่าน้ำบูดูชั้น 2 ด้วย กลิ่นของบูดูเกิดจาก

การสลายตัวของโปรตีนปลาโดยการกระทำของเอนไซด์จากแบคทีเรีย 3 ประเภท คือประเภทที่ 1 แบคทีเรียแกรมบวก ไม่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต จะสร้างกลิ่นหอมคล้ายกุหลาบ ประเภทที่ 2 แบคทีเรียแกรมบวก รูปกลม ไม่สร้างสปอร์จะสร้างกรดและกลิ่นคล้ายน้ำปลา และประเภทที่ 3 แบคทีเรียรูปท่อนสั้นและมนแกรมลบไม่เคลื่อนที่ สามารถสร้างกลิ่นคล้ายกลิ่นเนื้อ โดยกลิ่นที่เกิดขึ้นเป็นกลิ่นของกรดไขมันที่ระเหยได้ เช่นกรด formic กรด propionic กรด n-butyric และกรด iso-butyric (13) ส่วนรสชาติของบูดูเกิดจากการย่อยสลายเนื้อปลาจนได้สารที่ให้กลิ่นรส 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กรดไขมัน (22) และกลุ่มที่ 2 สารประกอบไนโตรเจน ได้แก่กรดอะมิโนหลายชนิด เช่น lysine aspartic glutamic glycine histidine leucine isoleucine และ phenylalanine (13)

จากการเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสระหว่างน้ำบูดูทั้ง 2 ชนิด และการพิจารณาเทียบเคียงกับเกณฑ์ มผช. ทำให้สามารถสรุปการวิจัยครั้งนี้ได้ว่า คุณภาพของน้ำบูดูชั้น 1 มีคุณภาพดีกว่าน้ำบูดูชั้น 2 อย่างเห็นได้ชัด เป็นที่น่าสังเกตุว่า น้ำบูดูชั้น 1 มีสารประกอบที่ให้กลิ่นรสของบูดูสูง แม้มีรสเค็มจัดมากกว่าน้ำบูดูชั้น 2 แต่ผู้บริโภคก็ยังคงยอมรับสูง ส่วนน้ำบูดูชั้น 2 สารประกอบที่ให้กลิ่นรสถูกเจือจางด้วยน้ำเกลือ รวมทั้งผู้บริโภคโดยทั่วไปไม่นิยมน้ำบูดูที่มีรสเค็มจัด ผู้ผลิตบางรายจึงมีการเติมน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ มผช. คือ น้อยกว่าร้อยละ 19 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเกลือต่ำ ไม่สามารถป้องกันการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ก่อโรคได้ และเกิดการเสื่อมเสียได้เร็ว จากการสำรวจการผลิตบูดูของผู้วิจัยเบื้องต้นพบว่า ผู้ผลิตบางรายแก้ปัญหานี้โดยการเติมสารกันบูดชนิดและปริมาณที่อาจไม่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค แนวทางหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บน้ำบูดูชั้น 2 ได้คือการใช้กรรมวิธีเฮอร์เดิล (Huldel technology) โดยการนำน้ำบูดูมาผ่านความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ ร่วมกับการเก็บในสภาวะปราศจากออกซิเจน และการผลิตที่เป็นไปตามหลักของ GMPs ซึ่งจะทำให้ได้น้ำบูดูที่มีคุณภาพและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคมากยิ่งขึ้นได้ การผลิตบูดูให้มีคุณภาพนอกจากจะสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานานแล้วยังเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมให้เป็นอาหาร “ฮาลาล” สำหรับชาวมุสลิม สามารถขยายตลาดของบูดูจากที่มีวงจำกัดเพียงแค่ 3 จังหวัดภาคใต้ สู่ภูมิภาคอื่นของประเทศไทย หรือประเทศแถบเอเชียทางตะวันออกกลางซึ่งมีชาวเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อยู่เป็นจำนวนมากได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก: ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านจากสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 57, 2549.
2. ธนุสรา เหล่าเจริญสุข: ผลิตภัณฑ์บูดูกับชุมชนรอบอ่าวปัตตานี.ว.รูสมิแล 15 (3) : 29-33,2536.
3. มัทนา แสงจินดาวงษ์: ผลิตภัณฑ์ประมงไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 322 หน้า, 2548.
4. อาหารหมักพื้นเมือง : บูดู [Home page on the internet] [cited 22 ตุลาคม 2551] Available from: http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?l1=83&l2=27
5. นำพล โยธินพัฒนะ พิมพร วัชรางค์กล และจันทร์เพ็ญ ศรีชัยญา : การศึกษาเปรียบเทียบบูดูพื้นบ้านและบูดูหมัก พัฒนาสร้างเสริมสุขภาพป้องกันโรคขาดวิตามินบี 12. ว.

การส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม 4(1): 54-70,2544.

6. วิไลวัลย์ อินทรไชยมาศ พรสวรรค์ เพชรรัตน์ ฉันทนา รุ่งพิทักไชย ซารีนา สือแม และ ฐิตินันท์ สุวรรณพรรค : การใช้ผักพื้นบ้านในการทำข้าวยำบูดู. ว. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 3(1)19-29,2551.
7. วราภา มหากาญจนกุล: Hazard Analysis and Critical Control Point ในเอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรการจัดการความปลอดภัยอาหารสำหรับ SME โดยระบบ Pre-HACCP วันที่ 26-28 มิถุนายน 2551 ณ รร.บี พี แกรนด์ ทาวเวอร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. จัดโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. เอกสารหมายเลข 26 หน้า 26-53, 2551.
8. สุมณฑา วัฒนสินธุ์: ความปลอดภัยของอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น),กรุงเทพฯ. หน้า 90-91, 2545.
9. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [Home page on the internet] [cited 21 ตุลาคม 2551] Available from : http://www.tisi.go.th/thai/tis.html
10. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบูดู [Home page on the internet] [cited 21 ตุลาคม 2551] Available from : http://www.tisi.go.th/otop/stands.html
11. จุฬาภรณ์ เลิศบวรวงศ์: สุขาภิบาลสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร. มหาวิทยาลัยรามคำแหง,กรุงเทพฯ. หน้า 27-35, 2546.
12. สุมณฑา วัฒนสินธุ์: การสุขาภิบาลอาหาร. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 211-213, 2547.
13. บุศกร อุตรภิชาติ : จุลชีววิทยาทางอาหาร. มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา. 451 หน้า, 2550.
14. Olcott, H.S : Oxidation of fish lipids. *In* Intern Symp on fish in Nutrition. Fishing News (Books), London. pp. 112-116,1962.
15. ณฐมน เหมือนคิด : หลักการถนอมและแปรรูปผลิตผลเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สงขลา. 418 หน้า, 2549.
16. อรพิน ชัยประสพ: การถนอมอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ. หน้า 331-335, 2546.
17. Thongthai, C., Mcgenity, t.J., Suntinanalert, P. and Grant, W.D. : Isolation and characterization of an extremely halophilic archaebacterium from traditionally fermented Thai fish sauce (nam pla). Lett.Appl.Microbiol. 14(3): 111-114, 1992.
18. Adams, M.R. and Moss, M.O. : Food Microbiology. 2th Edition. The Royal Society of Chemistry, Cambridge. pp. 41, 2002.
19. ลัดดาวัลย์ รัศมิทัต: จุลชีววิทยาทางอาหาร. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี. หน้า 5, 2536.
20. Jay, J.M: Intrinsic and extrinsic parameters of food that affect microbial growth *In* Modern food microbiology. Chapman Hall, New York. pp. 42, 2000.

21. สิริพร สธนเสาวภาคย์. เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 6, 2551.
22. Beddows, C.G.. Ferment fish and fish product. *In* Microbiology of fermented food. Elsevier Applied Science, London. pp. 1-39,1985